

**MITTEILUNGEN
DER
ÖSTERREICHISCHEN
BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT**

Heft 30

Wien 1985

**MITTEILUNGEN
DER
ÖSTERREICHISCHEN
BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT**

Heft 30

Wien 1985

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

Schriftleitung und für den Inhalt verantwortlich:
tit. Ao. Univ.-Prof. Dr. O. Nestroy

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

Gefördert durch das Bundesministerium für
Wissenschaft und Forschung in Wien

ISSN 0029-893 X

ISSN 0029-893 X

INHALTSVERZEICHNIS

F. BLÜMEL: Sektionschef i.R. Hofrat Dipl.-Ing. Ernst Güntschl †	5
L. GUSENLEITNER: In memoriam Hofrat Dipl.-Ing. Hans Schüller.....	8
J. HUBER: Vergleichende Untersuchungen von Böden mit unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen hinsichtlich Wasser-, Nährstoff-, Humushaushalt und Biologie.....	13
W. FOISSNER, T. PEER und H. ADAM: Pedologische und protozoologische Untersuchungen einiger Böden des Tullnerfeldes (Niederösterreich).....	77
R. WALTER: Die Viruskontamination des Bodens und Methoden ihrer Kontrolle.....	119

Kurzfassungen der Vorträge

H. ZADRAZIL: Zuckerrohrproduktion und Standortproblematik - Angewandte Beispiele aus Afrika..	147
E. KLAGHOFER: Abflußverschärfung durch Bewirtschaftungsänderungen.....	149
B. BAUER: Versuche zur Messung des Bodenabtrags...	150
G. KRONFELLNER - KRAUS: Bodenprobleme und Erosionsbekämpfung im Zuge der Wildbach- und Lawinenverbauung.....	152
M. EISENHUT: Erosionsgefährdung in steirischen Maisanbaugebieten - Anwendung der Ergebnisse der Österreichischen Bodenkartierung.....	154
K. AICHBERGER: Untersuchungen über den Bodenstickstoffgehalt beim ISDV-Linz/Steyr.....	160
Generalversammlungen 1984 und 1985.....	165
Publikationen der Gesellschaft.....	179

Sektionschef i.R. Hofrat Dipl.-Ing. Dr. Ernst Güntschl

Sekt.-Chef i.R. E. Güntschl ist am 19. Jänner 1984 im 84. Lebensjahr für immer von uns gegangen.

Hofrat E. Güntschl wurde am 12. März 1900 in Wien geboren, besuchte die Realschule, die Technische Hochschule und die Hochschule für Bodenkultur. Er graduierte 1922 an der Hochschule für Bodenkultur zum Diplomingenieur und arbeitete dort kurze Zeit als Assistent. 1923 trat er in den Dienst des Landes Niederösterreich. Sein Hauptbetätigungsfeld in diesem Amt war das kulturtechnische Versuchswesen, worüber er 1934 seine Doktorarbeit schrieb und promovierte. Von 1938 -1941 war er bereits im Ministerium für Landwirtschaft tätig. In dieser Zeit baute Dr. Güntschl durch Studienreisen nach West- und Norddeutschland sowie Ungarn und Italien sein Fachwissen weiter auf und erwarb wesentliche Erfahrungen auf dem Gebiet der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung und des kulturtechnischen Versuchswesens. Auf Grund dieses Fachwissens war es ihm möglich, sich mit den Problemen des kulturtechnischen Versuchsfeldes in Petzenkirchen eingehend zu befassen. Im Rahmen dieser Aufgabe wurde er mit der kulturtechnischen Bodenkunde - besonders mit dem Wasserhaushalt der Pseudogleye - konfrontiert. Aber auch die richtungsweisende Arbeit über die "Seewinkel-Planung", die mit größtem Interesse von Ägypten, Holland und Indien aufgenommen wurde, fiel in diese Zeit.

1945 wurde Dr. Güntschl außer Dienst gestellt. Sein großes Wissen und seine Erfahrung veranlaßten den damaligen Ministerialrat Dr. B. Ramsauer Güntschl in die heutige Bundesanstalt in Petzenkirchen zu holen. Hier setzte der Verstorbene im besonderen Ausmaß seine fachlichen Kenntnisse und Erfahrungen ein, verstand es aber auch durch seine hohen menschlichen Qualitäten den Aufbau dieses Institutes trotz der schwierigen Nachkriegszeiten

in hervorragender Weise zu vollziehen. Sein Einsatz - ob auf dem Gebiet des Fachwissens, der Organisation oder der manuellen Arbeit - ging weit über seine Pflichten hinaus. In langen und fruchtbringenden Diskussionen konnte die Bedeutung der Bodenkunde für den landwirtschaftlichen Wasserbau richtig erfaßt und die entsprechende Anwendung verwirklicht werden.

In der Zeit, in der Hofrat Güntschl mit dem Ausbau und der Leitung des Gebietsbauamtes betraut war, unterbrach er keineswegs den Kontakt mit dem damaligen Versuchsinstitut Petzenkirchen und mit den bodenkundlich-kulturtechnischen Arbeiten. Er stand immer mit Rat und Tat zur Verfügung und die Bundesanstalt erhielt durch ihm so manchen Auftrag.

1958 wurde Hofrat Dr. Güntschl mit der Leitung der Wasserbausektion im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft betraut. In dieser Funktion unterstand ihm auch die Bundesanstalt Petzenkirchen. Er sorgte für die Ausweitung der Aufgabenbereiche dieser Anstalt und trug wesentlich zur Erhöhung der Bedeutung der Bodenkunde für den landwirtschaftlichen Wasserbau, aber auch den gesamten Wasserbau bei. Vor allem wurde die Feststellung einer voraussichtlichen Veränderung der Böden durch wasserbauliche Maßnahmen, z.B. Wasserkraftwerke, in den Arbeitsbereich aufgenommen. Die Hydropedologie konnte weiter entwickelt werden und trägt immer noch zur Beurteilung der Auswirkungen technischer Maßnahmen auf das Ökosystem wesentlich bei.

Die Bodenkunde erhielt somit ein weiteres Aufgabengebiet. Die Ergebnisse dieser Arbeiten waren sowohl für den Wasserbau als auch für die Bodenkunde fruchtbringend.

Der Verstorbene förderte nicht nur die Hydropedologie, sondern setzte sich auch für die allgemeine Bodenkunde ein. Der äußere Ausdruck dieser positiven Einstellung zur Bodenkunde dokumentierte sich sowohl durch die

finanzielle Unterstützung der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, als auch durch seine langjährige Mitgliedschaft bei dieser Gesellschaft.

Die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft wird Sektionschef i.R., Hofrat Dipl.-Ing. Dr. E. Güntschl, dem Freund und Förderer der Bodenkunde und dieser Gesellschaft, stets ein ehrendes Andenken bewahren.

F. Blümel

In memoriam Hofrat Dipl.-Ing. Hans SCHÜLLER

Das langjährige aktive Mitglied der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Herr Hofrat Dipl.-Ing. Hans Schüller, verstarb am 24. Februar 1985. Die Gesellschaft verliert mit ihm einen Wissenschaftler, der durch seine Arbeiten sehr wesentlich die Analytik der Bodenchemie in Österreich in den letzten Jahrzehnten mitgeprägt hat.

Hans Schüller wurde am 3.9.1912 in Wien geboren und studierte nach Ablegen der Reifeprüfung am Humanistischen Gymnasium am 21.5.1932 an der TH Wien Technische Chemie. Am 30.6.1937 schloß er dieses Studium mit der Erreichung des Diplomgrades ab. Neben seiner anschließenden Tätigkeit als Assistent am Institut für Analytische Chemie an der TH Wien studierte er noch 7 Semester an der Hochschule für Welthandel. Durch Militär und Dienstverpflichtung bei den Chemischen Werken Hüls wurde diese Tätigkeit bzw. das Studium unterbrochen. Bis zu seinem Dienstantritt bei der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt am 31.10.1952 war er zuerst an der TH Wien und später als Chemiker in Salzburg tätig.

Die profunden Kenntnisse aus den verschiedensten Bereichen der Chemie führten bei seinem Wirken an der Bundesversuchsanstalt nicht allein dazu, daß von ihm die Routinearbeiten hervorragend ausgeführt wurden, sondern Dipl.-Ing. Schüller fand auch Zeit, sich darüberhinaus verschiedenen wissenschaftlichen Problemen der Agrarchemie zu widmen. Die am Schluß angeführte Liste seiner im weitesten Sinne bodenkundlichen Veröffentlichungen zeigt, welchen Problemkreisen er sich zugewandt hat. Besonders den Fragen der Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen im Boden widmete er viel Zeit. Hervorzuheben wäre insbesondere die von ihm entwickelte und 1969 veröffentlichte sogenannte CAL-Methode zum Nachweis des pflanzenverfügbaren Phosphates im Boden, die besonders auf Karbonatböden gute Resultate

brachte und in Österreich durch die ALVA verbindlich eingeführt wurde.

Dipl.-Ing. Schüller wurde 1962 zum Leiter der Landw.-chem.Bundesversuchsanstalt bestellt, 1972 zum Hofrat ernannt, und anlässlich seiner Pensionierung erhielt er vom Bundespräsidenten das Große Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich verliehen.

Hofrat Schüller war aber nicht nur ein hervorragender Wissenschaftler, sondern seine Freunde schätzten ihn ebenso wegen seiner tiefsinnigen Philosophie, die er bei vielen persönlichen Gesprächen anklingen ließ. Die für alle wertvollen Stunden in seiner Gemeinschaft, in denen er sein breites Wissen, gewürzt mit heiteren Gedanken, darlegte, und die stete Hilfsbereitschaft werden dazu beitragen, daß Hofrat Schüller immer bei seinen Kollegen und Mitarbeitern als Freund und Vorbild in Erinnerung bleiben wird.

Anlässlich der Beisetzung am 5.3.1985 hat für die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft der Präsident, Herr Professor Dr. W. Blum, einen ehrenden Nachruf gehalten.

J. Gusenleitner

VERÖFFENTLICHUNGEN VON HOF RAT DIPL.-ING. HANS SCHÜLLER
(1956-1977)

SCHÜLLER, H.: Über die Bestimmung der Spurenelemente in der Agrikulturchemie. Mikrochimika Acta 1956, 393.

GUNHOLD, P.u.H. SCHÜLLER: Zur Methodik der Bestimmung des pflanzenaufnehmbaren Magnesiums in Böden. Z.f.Pfl.Ern., Dgg.u.Bodenk., 76, (121), 1957, 19-26.

SCHÜLLER, H.: Zur Kobaltbestimmung mit Beta-Nitroso-Alpha-Naphtol. Mikrochimika Acta 1959, 107-121.

- SCHÜLLER, H.: Die spektralanalytischen Methoden in der landwirtschaftlich-chemischen Untersuchungstechnik. 90-Jahre-Festschrift 1960, 321-346.
- SCHÜLLER, H.u.H. RUSS: Zur photometrischen Bestimmung der Phosphorsäure in Düngemitteln. Z.f.anal.Chemie 186, 1962, 410-418.
- SCHÜLLER, H.: Überlegungen bei der Wahl der Methode zur Analyse von Spurenstoffen. Mikrochimika Acta H.4/5, 1966, 742.
- SCHÜLLER, H.: Erfahrungen mit der Absorptionsflammenfotometrie im landwirtschaftlichen Untersuchungsdienst. Landw.Forschung, 21. Sonderh., 1967, 93-96.
- SCHÜLLER, H.u.C. ACKERL: Zur Magnesiumbestimmung mit Pentamethindibarbitursäure. Landw.Forschung, 21, 1968, 336-372.
- SCHÜLLER, H.: Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden. Z.f.Pfl.Ern., Dgg.u.Bodenk, 123, 1969, 48-63.
- SCHÜLLER, H.: Entwicklung und Stand der Bodenuntersuchung. 100 Jahre Landw.-chem.Bundesversuchsanstalt, Festschrift 303-321, 1970.
- SCHÜLLER, H.: Die Probenahme als Voraussetzung agrikulturchemischer Erkenntnis. 100 Jahre Landw.-chem.Bundesversuchsanstalt, Festschrift, 323-336, 1970.
- SCHÜLLER, H.: Über die Untersuchung von Böden mit hohen Carbonatgehalten. Landw.Forschung 26, 1973, Sonderh.28/I, 140-155.
- SCHÜLLER, H.: Ertragsprognose durch Boden und Pflanzenanalyse. Landw.Forschung 25, 1972, Sonderh.27/II, 159-170.
- SCHÜLLER, H., T. REICHARD u.K. NEMETH: Beziehungen zwischen P-Düngung, Ertrag, P-Entzug und Methoden der Bodenuntersuchung. Landw.Forschung 28, 1975, 147-157.

SCHÜLLER, H.u.T. REICHARD: Verfügbarkeit von Phosphaten.
Die Bodenkultur 28, H.1, 1-22, 1977.

ZELLER, A.u.H. SCHÜLLER: Sorte, Boden und die Mineral-
stoffe im Weizen. Qualitas Planatarum et Materiae Vege-
tabiles, Vol.XIII, 1966, 137-149.

Vergleichende Untersuchungen von Böden
mit unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen
hinsichtlich Wasser-, Nährstoff-, Humushaushalt
und Biologie
von J. H u b e r

Zusammenfassung

Die Diskussion um den biologischen Landbau hat in den letzten Jahren an Heftigkeit zugenommen, verschärft durch eine prekäre Umweltsituation und eine kritischer werdende Konsumentenschaft.

Auf der anderen Seite klafft in der Forschung für eine ökologisch orientierte Landwirtschaft eine große Lücke. Die Aufgabe, dieses Manko auszugleichen, erscheint mir "notwendiger", als die Augen vor einer bereits eingesetzten Entwicklung zu verschließen.

Auf zwei nahe gelegenen Intensivgemüsebaubetrieben im panonischen Klimaraum wurden bodenphysikalische, chemische und biologische Parameter der Bodenfruchtbarkeit untersucht.

Auf den seit zehn Jahren biologisch-dynamisch bewirtschafteten Feldern wurde gegenüber den konventionell bewirtschafteten Flächen festgestellt:

- o ein höherer Humusgehalt;
- o eine stärkere mikrobielle Aktivität;
- o ein teils höherer Nährstoffspiegel;
- o höhere Gesamtstickstoffwerte;

- o eine höhere Gesamtaustauschkapazität;
- o ein teils kleineres Volumen an pflanzenverfügbarem Wasser;
- o ein stärkeres Ungleichgewicht des Kationenverhältnisses am Sorptionskomplex.

Keine Unterschiede wurden nachgewiesen bei der Untersuchung

- o der bodenphysikalischen Bedingungen;
- o des Gehaltes an anorganischen Schadstoffen (Cd, Cr, Ni, Pb, As).

Summary

Discussion of biological agriculture was highly intensified during the past years, especially due to the precarious environmental situation and an increasingly critical attitude on the part of the consumers.

On the other hand there is a marked gap in research into an ecologically oriented agriculture. To me, it seems of great importance to close this gap and not to ignore the development that is under way.

Parameters pertaining to soil fertility with respect to soil physics, chemistry and biology were determined in two enterprises specializing in intensive market-gardening, situated nearly in the area of pannonian climatological condition.

Between the arable land treated in a biological-dynamic way and that utilized in the conventional manner the following differences were found:

- o a higher content of humus;
- o a higher activity of microbes;
- o in part, a higher level of nutrients;
- o a higher content of nitrogen;
- o a higher overall exchange capacity;

- o in part, a smaller volume of water available to the plants;
- o a more marked disequilibrium of the cation ratio in the sorption complex.

No differences were found

- o in the soil physics;
- o in the content of noxious anorganic substances (Cd, Cr, Ni, Pb, As).

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung der Fragestellung
2. Natürliche Produktionsbedingungen und allgemeine Bewirtschaftungssituation
 - 2.1. Landschaftsraum und physiogeographische Faktoren
 - 2.1.1. Klima
 - 2.1.2. Geologie
 - 2.1.3. Böden
 - 2.2. Der nach konventioneller Wirtschaftsweise geführte Betrieb
 - 2.2.1. Fruchtfolge
 - 2.2.2. Düngung
 - 2.2.3. Pflanzenschutz
 - 2.2.4. Bodenbearbeitung
 - 2.3. Der biologisch-dynamisch geführte Betrieb
 - 2.3.1. Fruchtfolge
 - 2.3.2. Düngung
 - 2.3.3. Pflanzenschutz
 - 2.3.4. Bodenbearbeitung
3. Material und Methoden
 - 3.1. Auswahl der Standorte
 - 3.2. Untersuchungen im Gelände
 - 3.3. Laboruntersuchungen

- 3.3.1. Bodenphysikalische Untersuchungen
 - 3.3.1.1. Bestimmung der pF-Kurven
 - 3.3.1.2. Bestimmung der Bodenart
 - 3.3.2. Chemische Bodenanalysen
 - 3.3.2.1. Allgemeine Bodenanalysen
 - 3.3.2.2. Nährstoff- und bodenspezifische Analysen
 - 3.3.3. Bodenbiologische Analysen
- 4. Ergebnisse und Diskussion
 - 4.1. Allgemeine Kenndaten
 - 4.2. Spezifische Bodenkennwerte
 - 4.2.1. Bodenphysikalische Kennwerte
 - 4.2.2. Bodenchemische Kennwerte
 - 4.2.2.1. S-Wert und T-Wert
 - 4.2.2.2. Nährstoffe
 - 4.2.2.3. Schadstoffe (Schwermetalle)
 - 4.2.3. Bodenbiologische Ergebnisse
 - 4.2.3.1. Makro- und Mesofauna
 - 4.2.3.2. Mikrobielle Aktivität
- 5. Schlußfolgerungen
 - 6. Anhang (Tab. 9-11)
 - 7. Literatur

Danksagung

Meinen herzlichsten Dank möchte ich folgenden Personen aussprechen (in alphabetischer Reihenfolge):

Herrn O.Univ.-Prof. Dr. W.E.H. Blum für die Überlassung
des Themas und die sorgfältige
Betreuung;

Frau Dr. G. Haybach für die Einführung in bodenbiologische
Methodik;

Herrn Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. G. Husz für die
Zurverfügungstellung des Labors und
die vielen Anregungen;

Herrn Andreas Pöll für die Einführung in die
Labortätigkeit und die Auswertung der
chemischen Analysendaten;

Frau Doris Schimak für die hilfreiche Unterstützung bei
der Laborarbeit;

Herrn Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. F. Solar für die
Einführung in die Felduntersuchungen
und Probenahme;

Herrn Otto Urban für die sorgfältige Arbeit bei der
Erstellung der Saugspannungskurven.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Ebner und
Herrn Polzer, daß sie ihre Felder für die Untersuchungen
zur Verfügung stellten.

Sämtliche chemische und chemisch-biologische Analysen wur-
den im Bodenzentrum "ÖKO-DATEN-SERVICE GmbH" (Budinskygasse
18, 1180 Wien) durchgeführt, wo mir ein umfangreiches Ar-
beitsinstrumentarium und fachliche Beratung kostenlos zur
Verfügung stand, wofür ich an dieser Stelle meinen Dank
aussprechen möchte.

1. EINLEITUNG UND ABGRENZUNG DER FRAGESTELLUNG

Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion der letzten Jahrzehnte ist durch eine gewaltige Steigerung der Produktionsleistung gekennzeichnet.

Die landwirtschaftliche Produktivität im Zeitraum zwischen 1950 - 1970 konnte durch Technisierung, Intensivierung und Rationalisierung um das Sechsfache erhöht werden.

In den letzten Jahren häufen sich aber auch kritische Stimmen aus der Bevölkerung und verschiedenen Fachkreisen, die auf nachteilige Auswirkungen dieser Entwicklung vor allem auf das Ökosystem Boden - Pflanze - Tier - Mensch und auf die Lebensmittelqualität aufmerksam machen.

Verschärft wurde die Diskussion durch den stark gestiegenen Verbrauch von schwer oder nicht mehr ersetzbaren Rohstoffen und Energiequellen und die Belastung unseres Lebensraumes durch Schadstoffe in bisher nie dagewesenem Ausmaße (Global 2000, 1980). Was in geologischen Zeiträumen aufgebaut wurde, erfährt einen Abbau innerhalb von Jahrzehnten. Systeme, die sich im Laufe von Jahrtausenden allmählich auf ein Gleichgewicht eingependelt haben, werden in kürzester Zeit tiefgreifend verändert. Dazu kommt, daß sich bei sehr intensiven Pflanzenbaumethoden, z.B. im Maisbau, das Energie-Input-Output-Verhältnis drastisch verschlechtert hat (W. Lockeretz, 1975) und im Glashaushausgemüsebau oder bei Bewässerungskulturen überhaupt kein Nettoenergiegewinn mehr erzielt wird (G. Stanhill, 1974). Ein wesentlicher Motor war und wird in Zukunft auch das steigend kritische Bewußtsein der Bevölkerung gegenüber der Qualität von Nahrungsmitteln und ihren Erzeugungsmethoden sein (R. Lukesch, 1979).

Auch die Landwirtschaft konnte sich dieser Entwicklung nicht entziehen, ist sie doch in bedeutendem Ausmaß von erschöpfbaren Vorräten abhängig geworden (Phosphor, Kali, Erdöl).

Ebenfalls in den letzten Jahrzehnten wurden alternative Landbausysteme (häufig "biologisch" oder "ökologisch" bezeichnet) entwickelt, die Lösungsansätze für die erwähnten Probleme suchen.

Es erhebt sich die Frage, ob diese Alternativen tatsächlich einen möglichen und praxisreifen Weg darstellen, ob die Nährstoffversorgung der Böden auf Dauer gewährleistet und die Bodenfruchtbarkeit aufrecht erhalten bzw. verbessert werden kann.

Bei Tagungen und Gesprächen zwischen den Vertretern der konventionellen und alternativen Landbaumethoden kommt es in emotionsgeladenen Diskussionen immer wieder zu Behauptungen und Vermutungen, die wenig zu einer konstruktiven Zusammenarbeit anregen.

Mein Anliegen in dieser Arbeit ist, zu untersuchen, ob sich verschiedene Landbausysteme in langjähriger Bewirtschaftung auf den Boden auswirken und welcher Art diese Auswirkungen sind. Pflanzenbauliche (H. Spieß, 1978), ökonomische (A. Ronnenberg, 1973), arbeitswirtschaftliche (H. Bolay, 1973) und landschaftsökologische (B.J. Mayer, 1975) Aspekte sowie Energie- (I. Lünzer, 1979; W. Lockeretz, 1977) und Vermarktungsfragen (R. Lukesch, 1980) konnten hier nicht berücksichtigt werden; sie sind in der Literatur behandelt, aus der hervorgeht, daß die biologischen Wirtschaftsweisen ökonomisch konkurrenzfähig sind und darüberhinaus ökologisch und energiewirtschaftlich Vorzüge bieten können. Will man aber der umfassenden Problematik gerecht werden, dürfen diese Aspekte nicht isoliert betrachtet, sondern müssen im Gesamtzusammenhang gesehen werden.

Gegenstand der Untersuchungen waren Böden von zwei Intensiv-Gemüsebaubetrieben, die unterschiedlich bewirtschaftet werden:

"konventionell" (k.) und biologisch-dynamisch (bd).

2. NATÜRLICHE PRODUKTIONSBEDINGUNGEN UND ALLGEMEINE BEWIRTSCHAFTUNGSSITUATION

2.1. Landschaftsraum und physio-geographische Faktoren

Die beiden Betriebe, die etwa 1,5 km voneinander entfernt sind, liegen in der Lobau (22. Wiener Gemeindebezirk), 153 m über NN, in einem ehemaligen Donauauengebiet, das heute von Groß-, Klein- und Schrebergärtnern besiedelt und bewirtschaftet wird. Kleine Auenreste und Feuchtbiotope zeugen noch von der Vegetation in der Vergangenheit. Zwei Kilometer südlich der beiden Betriebe ist ein kalorisches Kraftwerk der Gemeinde Wien in Betrieb, über dessen Immissionen auf das umliegende Siedlungsgebiet und die landwirtschaftlichen Nutzflächen keine Meßdaten vorliegen.

2.1.1. Klima

Das Untersuchungsgebiet liegt im pannonischen Klimaraum, der durch heiße, trockene Sommer und kalte, schneearme Winter geprägt ist. Charakteristisch sind besonders im Sommer geringe Luftfeuchtigkeit, geringe Niederschlagstätigkeit und wenig Taubildung. Die häufigen West- und Ostwinde im Sommer fördern die Verdunstung und führen zeitweise zu Dürreperioden. Durch die Umgrenzung mit Restauenbeständen ergibt sich für die Standorte der untersuchten Betriebe ein spezielles Mikroklima mit relativ höherer Taubildung und Luftfeuchtigkeit.

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt im 50jährigen Durchschnitt von 1901-1950 9,6°C. (Monatsmittel: Max. im Juli mit +20°C, Min. im Jänner mit -1°C.) Die mittlere Jahressumme der Niederschläge liegt bei 572 mm (mittlere Monatssummen: Max. im Juli mit 73 mm, Min. im Jänner mit 27 mm).

Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt etwa 75% (Monatsmittel: Max. im Dezember mit 84%, Min. im Juli mit 67%).

Aus Tab. 1 werden die meteorologischen Verhältnisse während der Untersuchungszeit ersichtlich.

Tabelle 1: Meteorologische Daten während des Untersuchungszeitraumes März - Juli 1981

Monat	Nieder- schlag in mm (Monats- mittel)	Monats- durchschnitts- temperatur in °C	Minimum- Temperatur in °C (Monats- mittel)	Maximum- Temperatur in °C (Monats- mittel)
März	27,1	12,0	4,3	13,0
April	10,7	14,0	4,0	15,1
Mai	39,8	17,0	9,4	20,3
Juni	71,4	14,0	13,6	24,2
Juli	59,7	15,0	14,0	25,1
JAHRES- SUMME	495,7	9,6	--	--

2.1.2. Geologie

Die Aulandschaft der Lobau wurde von der Donau gebildet. Sie befindet sich auf der Praterterrasse, einem rund zehn Meter mächtigen Schotterkörper, der ab der letzten Eiszeit aufgeschüttet wurde. Anschließend wurden von der Donau mehrere Deckschichten darübergelagert, die aus kalkreichem Silt (feiner Sand bis Schluff) und aus Aulehm (vorwiegend in der Rohtonfraktion) bestehen (M.Sali-Bazze, 1981).

2.1.3. Böden

Es wurden insgesamt drei Profilaufnahmen im März 1981 durchgeführt: zwei auf biologisch-dynamisch bewirtschafteten Feldern (= B 1 und B 2) und eine auf einem konventionell bewirtschafteten Feld (=K).

Bodentypologisch sind die Profile als kalkhaltige Graue Auböden, aus feinem Schwemmaterial (Feinsand und Schluff) entstanden, anzusprechen.

Die Böden sind nur in größerer Tiefe dem Einfluß des Grundwassers von der Donau her ausgesetzt (Grundwasserstand 1977: ca. 2,5 m Tiefe).

Profil 1: (B 1)

Dieses liegt auf einem biologisch-dynamisch bewirtschafteten Feld, das vor 15 Jahren wegen häufiger Überschwemmungsgefahr aufgeschüttet wurde.

Ap₀ sandiger Lehm, undeutlich blockig und granuläre Aggregate, stellenweise dicht, Regenwurmgänge, ursprünglich verpreßt durch die Planie.

Muscheliger Bruch durch eine alte Pflugsohle.

Ap₁ 0 - 5 cm: sandiger Lehm, grobkrümelig und grobgranulär, mittelblockig, zusammengesetzt, porös, stark durchwurzelt, Starker bis mittlerer Regenwurmbesatz. Normal bis locker gelagert.

Ap₂ 5 - 20 cm: sandiger Lehm, deutlich blockig kantenrund und deutlich granulär, porös, viele Regenwurmröhren (Ø 3-5 mm), Röhrenauskleidung 2 mm dick. Normal gelagert.

Ap₃ 20 - 30/35 cm: sandiger Lehm, verdichtet, Pflugsohle, muscheliger Bruch, schwach porös, weniger Wurmröhren als im Ap₂.

AC 30/35 - 75 cm: sandiger Lehm, Schwemmlöß (Planie) mit Humusröhren und Humusflecken, strukturlos, Schotterbesatz ca. 20%.

Profil 2: (B 2)

Etwa 50 m von Profil 1 entfernt, auf dem Nachbarfeld, biologisch-dynamisch bewirtschaftet. Hier wurde keine Schüttung vorgenommen: es handelt sich um ein natürliches Profil.

Ap₁ 0 - 15 cm: sandiger Lehm, undeutlich blockig-kantengerundet, porös, mehrere bis viele Wurmröhren, auch ausgekleidet; vereinzelt Schotter, übergehend in

Ap₂ 15 - 25 cm: sandiger Lehm, undeutlich grobplattig, muscheliger Bruch, schwach porös, schwach dicht, übergehend in

AC₁ 25 - 40 cm: lehmiger Sand, humusfleckiger Schwemmlöß; Regenwurmfüllungen (Humus), abgesetzt von

AC₂ 45 - 50 cm: lehmiger Sand (Quellsand) mit Humusröhren.

D ab 50 cm: Schotter.

Profil 3: (K)

Feld des konventionell geführten Betriebes, zwei Kilometer südlich der Profile 1 und 2, aber ebenso auf der Praterterrasse gelegen.

- Ap₁ 0 - 10 cm: sandiger Lehm, undeutlich mittelblockig, schwach verpreßt, locker gelagert
- Ap₂ 10 - 20 cm: sandiger Lehm, Grobschollige, schräge Lage mit unverrottetem Stallmist. Strukturlos, dicht, wechselnd dicht und Hohlräume (5 - 6 cm).
- Ap₃ 20 - 26 cm: sandiger Lehm, undeutlich grobplattig, Pflugsohle schwach porös, mehrere Regenwurmröhren, gleichmäßig ausgebildet dicht, abgesetzt von
- AC 26 - 50/60 cm: sandiger Lehm, Schwemmlöß, Wurmröhren und Humusröhren. Schwach strukturiert, mittelblockig, partienweise Krümelnester, viele Wurmröhren mit 2 mm Auskleidung, z.T. verpfropft, normal gelagert.
- D₁ 50/60 - 90 cm: Quellsand
- D₂ ab 90 cm: Schotter.

2.2. Der nach konventioneller Wirtschaftsweise geführte Betrieb

Die konventionelle Bewirtschaftung des Zwei-Hektar-Betriebes wird als eine Produktionsweise mit dem Ziel des Maximalertrages unter Verwendung von Mineraldüngern und marktüblichen Pestiziden verstanden. Der Betriebsleiter hat eine fachliche Ausbildung als Gemüsegärtner.

Auf den untersuchten (Freiland-)Flächen wird Intensivgemüsebau betrieben. Im Durchschnitt werden in einer Vegetationsperiode 2,5 Kulturen gezogen.

2.2.1. Fruchtfolge

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1) Blumenkohl | Vorjahr: Salat und |
| 2) Radieschen Saison 1981 | Blumenkohl |
| 3) Salat | |

2.2.2. Düngung

Zur Herbstfurche: Stallmist 60 t/ha (wird zugekauft)

Frühjahr: für jede Kultur

Superphosphat	800 kg/ha
50er Kali (mit 18% Phosphorsäure)	400 kg/ha
Nitramoncal (mit 28% N)	800 kg/ha

2.2.3. Pflanzenschutz

Auf die während der Untersuchungen stehende Kultur (Blumenkohl) wurden folgende Mittel mit Hilfe eines Sprühgerätes ausgebracht:

Metasystox + Rovral: 0,5 cm³/10 l + 0,75 cm³/10 l
zur Bekämpfung des Kohlweißlings und des Mehltaus,
Pirimor: zur Bekämpfung von tierischen Schädlingen
Titane: zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten

2.2.4. Bodenbearbeitung

Im Herbst wird der ausgebrachte Stallmist einge-
fräst. Darauf wird in einem Abstand von acht Tagen
22 cm tief gepflügt.

Im Frühjahr wird gegegt und kurz vor dem Auspflanzen
gefräst.

2.3. Der biologisch-dynamisch geführte Betrieb

Der Betrieb ist von dem oben beschriebenen ca. 1,5
km entfernt und umfaßt neun Hektar landwirtschaft-
liche Nutzfläche. Im Jahre 1972 wurde der Betrieb
auf die "biologisch-dynamische Wirtschaftsweise" um-
gestellt.

Darunter ist eine von dem österreichischen Philosophen Rudolf Steiner anno 1924 begründete Wirtschaftsweise zu verstehen, die versucht, unter Verzicht auf Mineraldünger und Pestizide durch Ausnützung des biologischen und ökologischen Wirkungssystems eine möglichst naturnahe Bodenbewirtschaftung anzustreben. Die biologischen Kreisläufe werden unterstützt durch Verwendung von speziell aufbereiteten Kompostdüngern und Pflanzenpflegemitteln. Das Ziel ist, unter möglichst geringem Zukauf an Betriebsmitteln gute Durchschnittserträge zu erwirtschaften (R. Steiner, 1948).

Mit Hilfe einer ausgewogenen Fruchtfolge, von Gründüngung, Zwischenfruchtbau und Kompost aus Pflanzenabfällen und Kuhmist der sechs am Hof befindlichen Rinder soll eine ausreichende und möglichst harmonische Düngung der Kulturpflanzen erzielt werden. Diese Maßnahmen sollen gleichzeitig als vorbeugender Pflanzenschutz eine hohe Widerstandskraft der Pflanzen gegen Schädlinge und Krankheiten bewirken.

2.3.1. Fruchtfolge

Parzelle I: Schnittlauch

Parzelle II: 1) Radieschen

2) Salat und Zwiebel in Mischkultur

3) Kohlrabi und Zwiebeln in Mischkultur

2.3.2. Düngung

Herbstdüngung: ausgereifter Kompost 60 t/ha

Frühjahrsdüngung: Blutmehl + Hornmehl 30 t/ha

 Kompost 60 t/ha

Urgesteinsmehl wird in geringen Mengen beim Aufsetzen des Kompostes beigemischt bzw. im Rinderstall eingestreut.

2.3.3. Pflanzenschutz

- Bei Schnittlauch: 2 x Brennesselabsud
5 x gejätet (nach der Ernte);
Schnittlauch wurde in dieser Saison 5 x geerntet.
- Bei Salat + Zwiebel: 1 x gemahlene Brennessel vor dem Auspflanzen gestreut, 100 g/m²,
1 x gejätet.
- Bei Kohlrabi + Zwiebel: 1 x gemahlene Brennessel wie oben
2 x gejätet.

2.3.4. Bodenbearbeitung

- Herbst: mit Grubber 15 cm tief gelockert,
anschließend Boden mit Kompost abgedeckt;
- Frühjahr: mit Kultivator Saatbeet bereitet
(5 - 6 cm tief).

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1. Auswahl der Standorte

Die Vergleichsbetriebe wurden mit dem Ziel ausgewählt, möglichst vergleichbare Bedingungen hinsichtlich Bodentyp, Betriebsstruktur und Klimaverhältnisse vorzufinden. Sie sollten auch aus probetechnischen Gründen möglichst nahe gelegen sein, um allzu große Zeitverschiebungen auszuschalten. Schließlich sollte dabei ein Betrieb untersucht werden, der langjährig nach biologischen Methoden wirtschaftet.

3.2. Untersuchungen im Gelände

Bei der ersten Geländebegehung am 20. März 1981 (vor Beginn der Felderbestellung) wurden drei Profile gegraben und beschrieben. Am biologisch-dynamisch geführten Hof wurden zwei Profile aufgenommen (B 1 und B 2), da das erste durch eine Aufschüttung verändert worden war, die vor ca. 15 Jahren wegen häufiger Überflutung des Feldes notwendig wurde. Das zweite Profil (B 2) erwies sich als sehr seichtgründig, so daß man bereits bei 50 cm Tiefe auf Schotter stieß. Auf den Feldern des konventionell geführten Betriebes konnte mittels Schlagbohrer ein sehr homogenes Profil festgestellt werden.

Für die Standorte des bd. Betriebes ergaben sich somit bezüglich Gründigkeit des Bodens ungünstigere Ausgangsbedingungen als für den Standort des konventionellen Vergleichsbetriebes mit 80 cm Profiltiefe.

Es wurden mehrere Horizonte für Stechzylinderproben zur pF-Bestimmung ausgewählt.

Für die Nährstoffanalysen wurden bei einer durchschnittlichen Feldergröße von 20 a je zehn Einstiche zu einer Mischprobe vereinigt.

Die Proben wurden entsprechend der Horizontgliederung der Profile in je vier Tiefen genommen und ge-

trennt analysiert. Die starke Untergliederung war jedoch zu aufwendig. Aus diesem Grund mußten die weiteren Probebeziehungen (Mai, Juni, Juli) auf drei Horizonte eingeschränkt werden. Die März-Analysenwerte wurden für die Kurvendarstellungen und verschiedenen Berechnungen interpoliert, sodaß sie mit den Horizonten der späteren Analysen verglichen werden konnten.

Wie oben erwähnt, waren die drei Profile unterschiedlich mächtig. Um ein einigermaßen wirklichkeitsnahes und praxisgerechtes Analysenbild zu erhalten, lag es nahe, die drei Standorte nicht schematisch einheitlich abzustufen, sondern die drei Horizonte der Tiefgründigkeit anzupassen.

Daraus ergab sich ab Mai ein Probenahmemodus wie folgt:

für den Standort K (konventionell):

0 - 30 cm, 30 - 60 cm, 60 - 90 cm;

für den Standort B 1 (bd.):

0 - 20 cm, 20 - 50 cm, 50 - 70 cm;

für den Standort B 2 (bd.):

0 - 20 cm, 20 - 50 cm, Schotter.

Die Vergleichbarkeit der drei Profile ist damit eingeschränkt, jedoch wäre eine einheitliche Abstufung unter den ungleichen Ausgangsbedingungen der drei Böden ebenfalls in Diskussion zu stellen.

Die Horizonte werden im folgenden als Oberboden, Übergangshorizont und Unterboden bezeichnet.

Um die Dynamik des Nährstoffhaushalts im Boden aufzeigen zu können, wurden über den Zeitraum der ersten Frucht weitere Proben am 8. Mai, 9. Juni und die letzte Probeziehung am 10. Juli 1981 nach Räumung des Feldes vorgenommen.

Nach der Entnahme wurden die Proben sofort ins Labor gebracht, gekühlt aufbewahrt und am folgenden Tag im

Frischezustand analysiert. Aus technischen Gründen mußte die erste Serie (Märzproben) luftgetrocknet analysiert werden. Um die Werte vergleichbar zu machen, wurden die Maiprobe ein zweites Mal, aber luftgetrocknet, analysiert. Aus den Differenzwerten zwischen Frischprobe und luftgetrockneter wurde dann bei den Märzproben auf den Frischzustand rückgerechnet. Die Werte der luftgetrockneten Proben liegen häufig geringfügig höher, nur in Einzelfällen tiefer.

3.3. Laboruntersuchungen

3.3.1. Bodenphysikalische Untersuchungen

3.3.1.1. Bestimmung der pF-Kurven

Die Analysen wurden an der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen (NÖ) durchgeführt. Im Verlauf von 3 1/2 Monaten wurden die 100-ml-Stechzylinder in sechs Saugspannungsstufen entwässert. Die Werte für 200, 300, 500 und 800 cm WS wurden mit Hilfe eines Fischer-Kapillarimeters, die Daten für 5000 und 15.000 cm WS mittels Drucktöpfen erstellt.

3.3.1.2. Bestimmung der Bodenart

Die Textur der Böden wurde mittels der Bindigkeitszahl nach ARANY (K_A -Wert) bestimmt. Entsprechend der Modifikation nach G. Hurz ist der K_A -Wert jene Wassermenge (in ml), die pro hundert Gramm Trockenboden benötigt wird, um die "Fließgrenze" zu überschreiten. Dies ist dann der Fall, wenn der Boden nicht mehr formbar, dafür aber an der Grenze der Tropfenbildung ist.

Die Fließgrenze ist stark abhängig vom Sand-, Schluff- und Tongehalt, aber auch von der Tonart. Der ungarische Bodenforscher ARANY (I. DIGLERIA et. al., 1962) fand eine enge Beziehung zwischen der Bindigkeitszahl und dem Ton- und Ton- + Schluffgehalt. Eine derartige Beziehung wurde für Routinearbeiten von G. Husz (mündliche Mitteilung) hergestellt und wird im Labor der Öko-Daten-Service benutzt.

Tabelle 2: Beziehung zwischen dem K_A -Wert und dem Ton- und Ton- + Schluffgehalt (T + Z)

K_A	Ton ($< 2 \mu\text{m}$)	T + Z ($< 6 \mu\text{m}$)	Textur	
36	2	12		
38	4	17		
40	6	23	S	(Sand)
42	8	24		
44	10	25		IS (lehmiger Sand)
46	12	27		
49	14	30		
51	16	32		
53	18	34		
57	20	37	sL	(sandiger Lehm)
60	22	39		
63	24	42		
67	26	45		
71	28	47		
75	30	50		
79	32	53	L	(Lehm)
83	34	56		
87	36	59		
91	38	61		
96	40	64		
100	42	67		
105	44	70	lT	(lehmiger Ton)
108	46	72		
112	48	74		
115	50	76		
119	52	78		
122	54	80		
125	56	81		
127	58	83		
130	60	84	T	(Ton)
132	62	85		
133	64	86		
134	66	87		
135	68	87		
136	70	88		

3.3.2. Chemische Bodenanalysen

3.3.2.1. Allgemeine Bodenanalysen

Die pH-Werte wurden auf elektrometischem Wege mittels pH-Meter in salzhaltiger Suspension (0,1 n KCl) und in Wasser bestimmt.

Verhältnis Boden: Wasser bzw. 0,1 n KCl = 1:2,5.

Ebenfalls elektrometrisch wurde die elektrische Leitfähigkeit (in $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) mit einem Leitfähigkeitsmeßgerät ermittelt.

Der Kalkgehalt ($\% \text{CaCO}_3$) wurde nach der Methode SCHEIBLER über die CO_2 -Menge bei Zugabe von HCl festgestellt.

Die Humusbestimmung erfolgte mittels nasser Verbrennung nach WALKLEY-ARMSTRONG und anschließender photometrischer Bestimmung der Intensität des Farbkomplexes.

Der Gesamtstickstoff (N_t) wurde nach KJELDAHL analysiert.

Die Mineralisierungsrate wurde nach SCHLICHTING/BLUME (1966) errechnet:

$$\frac{\text{ppm CO}_2\text{-C}}{\text{‰ Ges.C}} \times \text{‰ooN}_t = \text{mineralisierter Stickstoff in ppm}$$

3.3.2.2. Nährstoff- und bodenspezifische Analysen

Sämtliche Haupt- und Spurennährstoffe wurden jeweils im Wasserextrakt und im LiCl -Extrakt analysiert.

Die Proben wurden wie folgt aufbereitet (Routinemethode nach G. Husz): 300 - 500 g der Frischprobe wurden eingewogen und unter Rühren bis zur Fließgrenze gebracht. Gleichzeitig wird ein Teil (100 g) der Frischprobe bei 105°C ofengetrocknet, um die verbrauchte Wassermenge (= K_A -Wert) auf trockenen Boden beziehen zu können. Dieser Brei, der annähernd die Nährstoffsituation im Wurzelbereich der Pflanzen im Feld widerspiegeln soll, wird bei 3000 U/min. zentrifugiert und die überstehende Lösung abdekantiert.

Mit dieser Aufbereitungsmethode wird versucht, den Feldbedingungen des Systems Boden - Pflanze möglichst nahezukommen.

Aus der extrahierten Lösung wurden die pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit sowie alle Nährstoffe bestimmt, wobei Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid photometrisch gemessen wurden; für alle anderen Nährstoffe stand ein simultan messendes Plasma-Emissionsspektrometer mit einem induktiv gekoppelten Plasma (ICP) zur Verfügung (vgl. Tab. 9-11 im Anhang).

Von der oben genannten Probe wurde ein aliquoter Anteil von 20 g in einer Schüttelflasche mit 250 ml 0,4 n LiCl (als Austauschlösung) eine Stunde geschüttelt, dann wie oben zentrifugiert, die überstehende Lösung abdekantiert und mit dem Emissionsspektrometer gemessen.

Die Daten wurden mit einem Computerprogramm ausgewertet in mval und mg% bzw. ppm ausgedruckt. Damit wurde die Austauschfraktion (aktuelle Austauschkapazität) ermittelt, also jene Nährstoffe, die an der Austauschoberfläche der Bodenteilchen haften (vgl. Tab. 9-11). Von den ausgedruckten Werten der Austauschfraktion sind die Werte der Wasserfraktion subtrahiert.

Beim Wasserextrakt werden Nährstoffkonzentrationen bestimmt, die in Beziehung zu der am Standort vorgefundenen Bodenart stehen.

3.3.3. Bodenbiologische Analysen

Die Bestimmung der CO₂-Entwicklung als Maß für die Belebtheit des Bodens wurde nach der Methode ISE-MEYER und KOEPF vorgenommen (SCHLICHTING/BLUME, 1966).

Zur Ermittlung der Bodenfauna wurden Bodenproben mittels Metallrähmchen (6x8x4 cm) entnommen, nachdem die Streuschicht entfernt worden war. Pro Standort wurden drei Rähmchen entnommen.

Die Tiere wurden mittels der Anwendung der Tullgren'schen Modifikation des Berlese-Apparates ausgelesen und unter dem Auflicht-Stereomikroskop ausgezählt (A. Brauns, 1968).

4. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Für die Beschreibung der drei analysierten Böden werden wiederum im folgenden die Abkürzungen: K = konventionell, B 1 und B 2 = biologisch-dynamisch verwendet.

4.1. Allgemeine Kenndaten

Die mit Hilfe des K_A -Wertes ermittelte Textur ist auf allen drei Standorten relativ einheitlich (vgl. Tab. 3).

Tabelle 3: K_A -Werte (entspr. Tab. 2) und Textur

Standort	K_A -Werte (Fließgrenze)	K_A -Wert Durchschnitt	Textur	
K	Oberboden	59,6	60,1	sandiger Lehm
		61,6		
		59,7		
		59,4		
	Übergangshorizont	65,4	61,4	sandiger Lehm
		59,8		
		62,0		
		58,4		
	Unterboden	42,2	40,6	lehmgiger Sand
		39,9		
		39,5		
		40,9		
B 1	Oberboden	61,2	60,6	sandiger Lehm
		63,4		
		61,8		
		55,8		
	Übergangshorizont	58,1	54,8	sandiger Lehm
		54,0		
		54,8		
		52,4		
	Unterboden	48,5	47,7	lehmgiger Sand
		50,3		
		44,2		
B 2	Oberboden	52,5	56,8	sandiger Lehm
		61,4		
		56,4		
		56,8		
	Übergangshorizont	48,5	48,0	lehmgiger Sand
		47,9		
		47,1		
		48,6		
	Unterboden	--	--	Schotter

In den Oberböden liegt durchwegs sandiger Lehm vor, ebenso in den Übergangshorizonten mit Ausnahme des sehr schichtgründigen Standortes B 2, wo lehmiger Sand vorherrscht. Dieser geht abrupt in Schotter über.

In den Unterböden von K und B 1 nimmt der Sandanteil zu. Die Textur liegt zwischen lehmigem Sand und Sand.

Die Böden sind als sehr karbonatreich zu bezeichnen (vgl. Tab. 4).

Tabelle 4: Kalkgehalt (Massen-% CaCO_3)

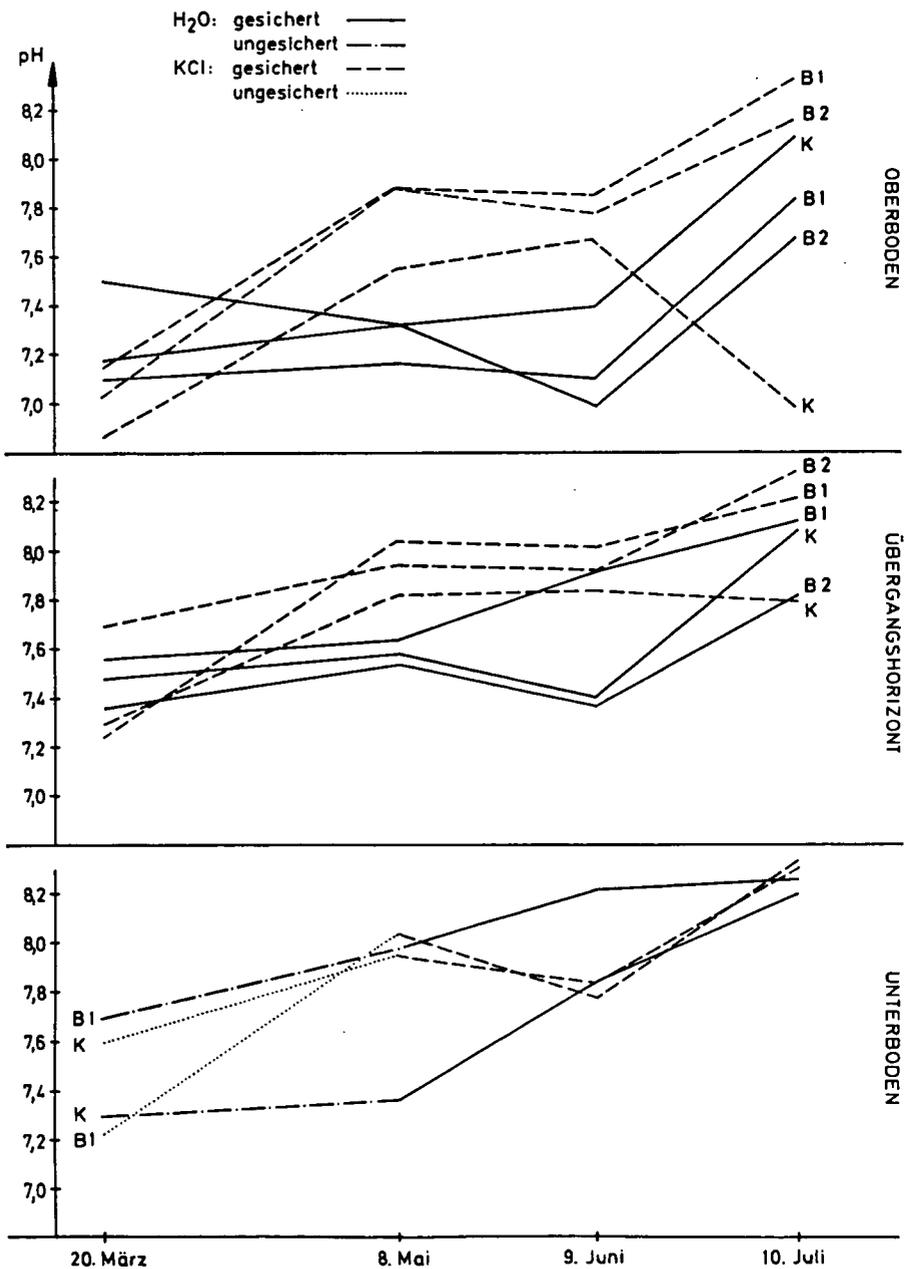
	K	B 1	B 2
Oberboden	15 %	19 %	17 %
Übergangshorizont	28 %	22 %	21 %
Unterboden	20 %	18 %	--

Der Kalkgehalt schwankt zwischen 15 % und 28 %. Die stärkste Schwankung liegt bei K vor, wo der Oberboden 15 % und der Übergangshorizont 28 % Kalk enthält. Dies könnte auf eine Kalkverlagerung infolge Bewässerung zurückzuführen sein. Kalk -obwohl relativ schwer wasserlöslich - kann in Form von Hydrogencarbonaten mit dem Sickerwasser verlagert werden (D. Schröder, 1972).

Die pH-Werte liegen auf allen Standorten über dem Neutralpunkt im Bereich zwischen 7 und 8,3 und sind im Unterboden am höchsten. Tendenziell liegen die Werte bei K tiefer als auf den Vergleichparzellen B 1 und B 2. Im Verlauf der Vegetationsperiode wurde ein leichtes Ansteigen der pH-Werte gemessen, mit

Ausnahme des pH(KCl)-wertes bei K im Oberboden (vgl. Abb. 1).

ABBILDUNG 1:
pH-WERTE IN H₂O UND KCl



Das starke Absinken des pH-Wertes bei K auf unter 7 hängt möglicherweise mit einer Ammoniumsalzgabe als Kopfdüngung zusammen.

Die Differenz zwischen pH in KCl und pH in H₂O ist durchwegs gering, was auf nur sehr geringe Unterschiede zwischen aktueller Acidität und Gesamtacidität hinweist, das heißt auch am Sorptionskomplex befinden sich keine H⁺-Ionen.

Die Humusgehalte (vgl. Tab. 5) der Standorte B 1 und B 2 sind signifikant höher (1% Zufallswahrscheinlichkeit) als bei K.

Tabelle 5: Humusgehalte (Massen-%)

	K	B 1	B 2
1. Wiederholung	3,64	6,56	5,69
2. Wiederholung	3,50	7,66	5,29
3. Wiederholung	3,49	5,16	4,73
4. Wiederholung	3,78	6,86	3,69
Mittelwert	3,60	6,56	4,85

Die vier Wiederholungen stammen nicht aus einer Probe, sondern aus den Proben der Monate März, Mai, Juni und Juli. Die offensichtlich starke Abweichung des Wertes in B (vierte Wiederholung) ist nicht erklärbar und dürfte in Fehlern bei der Probenahme ihre Ursache haben.

Sehr stark unterscheiden sich die Gehalte des Gesamtstickstoffs (vgl. Tab. 6).

Tabelle 6: Gesamtstickstoff und C/N-Verhältnis

		N_t (mg/100g)	% C	N_t (%)	C/N
Ober- boden	K	168	2,03	0,1894	10,7
	B 1	306,6	4,44	0,3142	14,1
	B 2	226,8	3,07	0,2374	12,9
Über- gangs- horizont	K	98	1,19	0,1122	10,6
	B 1	147	1,96	0,1518	12,9
	B 2	114,8	1,43	0,1207	11,8
Unter- boden	K	35	0,39	0,0448	8,7
	B 1	53,2	0,79	0,0563	14,0
	B 2	--	--	--	--

Während bei K im Oberboden 168 mg festgestellt wurden, liegen die Werte von B 1 und B 2 über 300 mg bzw. 230 mg. Ähnlich stark sind die Unterschiede in den beiden unteren Bodenhorizonten.

Aufgrund der beträchtlich höheren Kohlenstoffgehalte bei B 1 und B 2 ergeben sich auch beim C/N-Verhältnis Unterschiede:

In allen drei Bodenhorizonten liegt bei B 1 und B 2 ein weiteres C/N-Verhältnis vor als bei K, das heißt möglicherweise wurde die Humussubstanz weniger stark abgebaut bzw. Dauerformen werden vermehrt aufgebaut. Dies drückt sich auch in den niedrigeren Mineralisierungsraten bei B 1 und B 2 aus, bei etwa gleich großer Menge an mineralisierbarem N (vgl. Tab. 7).

Tabelle 7: Mineralisierungsrate und mineralisierbarer Stickstoff

	Mineralisierungs- rate in %	mineralisierbarer N in ppm
K	1,8	34,1
B 1	1,1	34,4
B 2	1,4	33,6

4.2. Spezifische Bodenkennwerte

4.2.1. Bodenphysikalische Kennwerte

Die elektrische Leitfähigkeit gibt Auskunft über den in der Bodenlösung vorhandenen Gesamtsalzgehalt. Dieser soll je nach Boden- und Kulturart einen bestimmten Grenzwert nicht überschreiten, um Pflanzenschädigungen durch osmotische Wirkungen zu vermeiden (F. Scheffer/P. Schachtschabel, 1976).

Die Werte aller drei Standorte sind deutlich erhöht, liegen jedoch bei K in den Monaten März und Mai höher als bei B 1 und B 2. In den Monaten Juni und Juli steigen die Werte bei B 1 und B 2 stark an und liegen höher als bei K. Dies mag darauf zurückzuführen sein, daß bei B 1 und B 2 die Nährstoffmobilisierung erst allmählich einsetzt und im Juni ihren Höhepunkt erreicht, während bei K im Frühjahr die Nährstoffe schon voll mobilisiert sind (vgl. Abb.2).

Die pF-Kurven konnten aus technischen Gründen nur für einige ausgewählte Horizonte erstellt werden. Der Überblick über den Wasserhaushalt ist daher unvollständig.

Alle Horizonte zeigen eine Kurvenform, wie sie für sandige Lehme bis lehmige Sande typisch ist (K.H. Hartge, 1978).

Das Gesamtporenvolumen aller untersuchten Böden und Horizonte ist mit über 50 % als überdurchschnittlich hoch zu bezeichnen (vgl. Abb. 3 bis 5).

Eine Ausnahme bildet der Ap₃-Horizont bei B 1 (43 %), wo im Bereich zwischen 20 - 30 cm eine Verdichtung vorliegen dürfte, da der Grobporenanteil auffallend niedrig ist.

Ähnlich ist es im Horizont AC₁ bei B 2, was wahrscheinlich mit der Seichtgründigkeit des Profils oder früherer Bewirtschaftung zusammenhängt.

ABBILDUNG 2:
ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT IN $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$

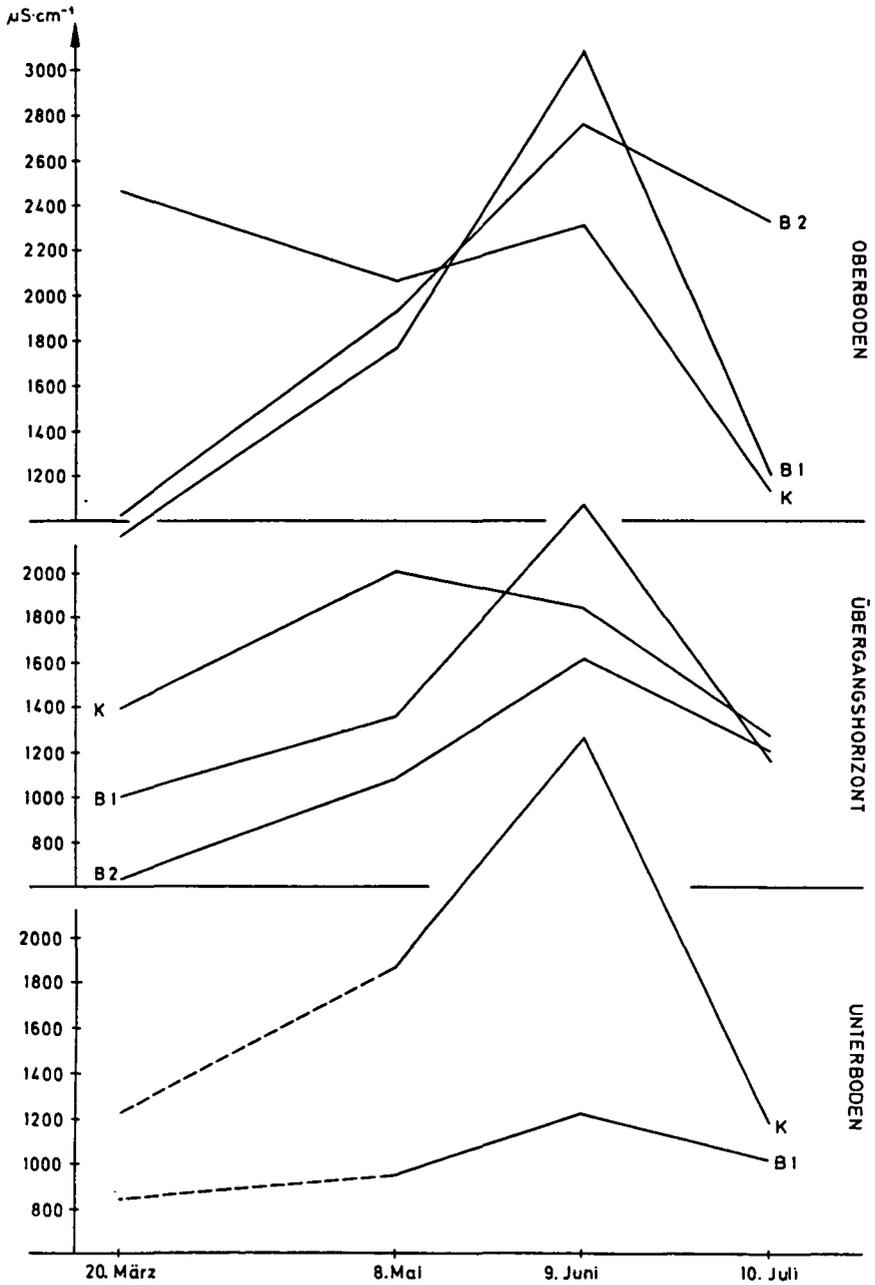
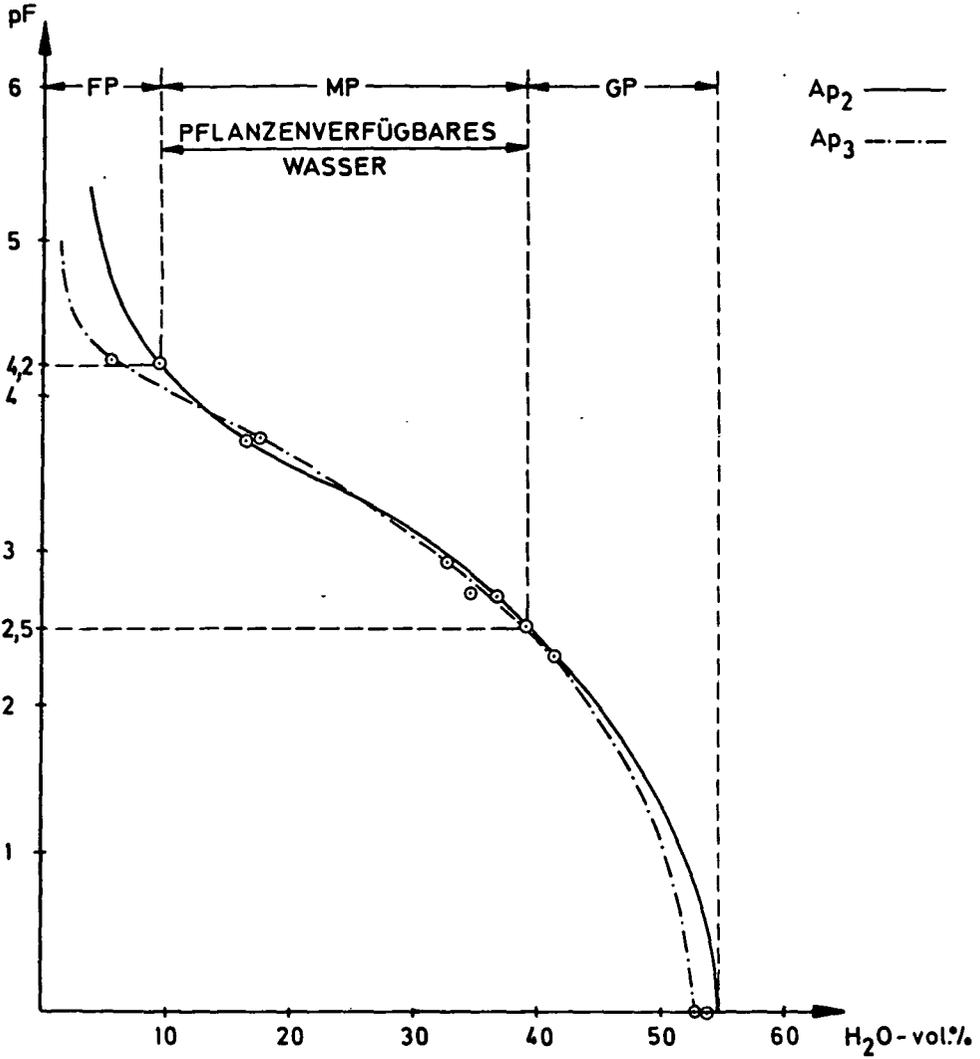
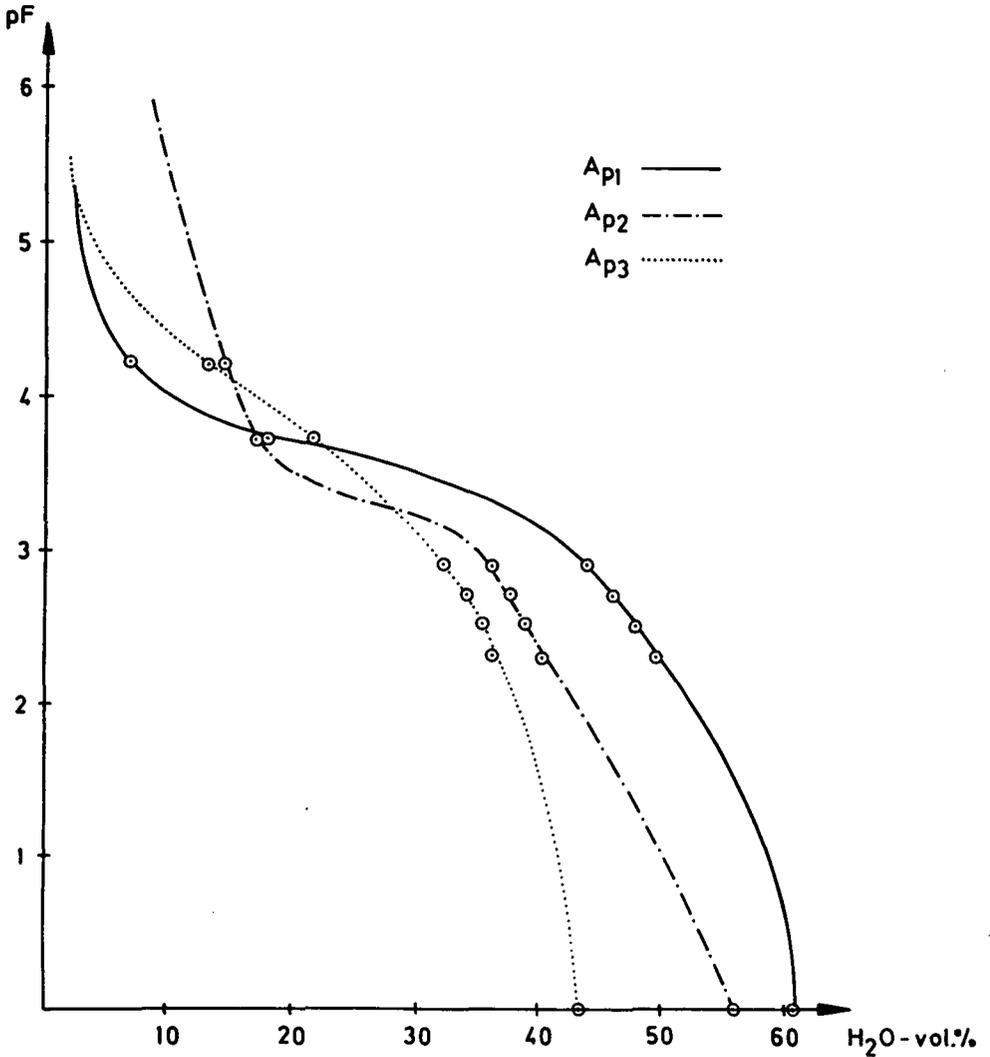


ABBILDUNG 3:
PORENVERTEILUNG PROFIL K



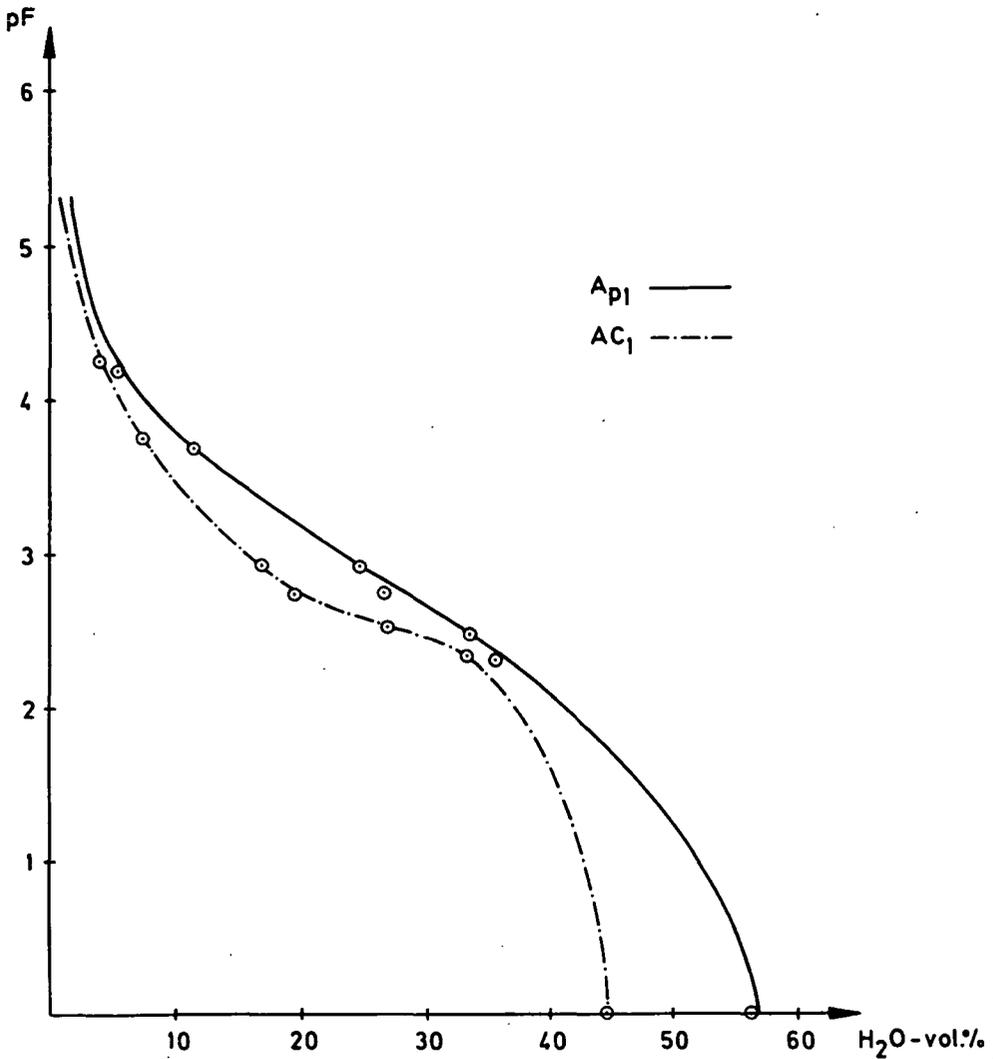
Horizont	Ap ₂ in Vol.-%	Ap ₃ in Vol.-%	Ap ₂ in % des Gesamtporenvol.	Ap ₃ in % des Gesamtporenvol.
Groporen (GP)	14,9	13,4	27,4	25,5
Mittelporen (MP)	29,9	31,2	55,0	59,4
Feinporen (FP)	9,6	7,9	17,6	15,1
Gesamtporen	54,4	52,5	100,0	100,0
Pflanzenverfügbares Wasser	29,9	31,2	100,0	100,0

ABBILDUNG 4:
PORENVERTEILUNG PROFIL B₁



Horizont	Ap ₁	Ap ₂	Ap ₃	Ap ₁	Ap ₂	Ap ₃
	in Vol.-%			in % des Gesamtporenvol.		
Grobporen (GP)	13,1	17,7	7,6	21,6	31,8	17,7
Mittelporen (MP)	36,2	23,5	22,4	59,7	42,2	52,1
Feinporen (FP)	11,3	14,5	13,0	18,7	26,0	30,2
Gesamtporen	60,6	55,7	43,0	100,0	100,0	100,0
Pflanzenverfügbares Wasser	36,2	23,5	22,4			

ABBILDUNG 5:
PORENVERTEILUNG PROFIL B₂



Horizont	in Vol.-%		in % des Gesamtporenvol.	
	Ap ₁	AC ₁	Ap ₁	AC ₁
Grobporen (GP)	20,4	17,5	36,2	39,9
Mittelporen (MP)	28,1	23,0	49,8	52,4
Feinporen (FP)	7,9	3,4	14,0	7,7
Gesamtporen	56,4	43,9	100,0	100,0
Pflanzenverfügbares Wasser	28,1	23,0		

Die tieferen Bodenhorizonte weisen bei den B-Standorten gegenüber K ein geringeres Gesamtporenvolumen auf. Dies drückt sich teilweise auch in der Dichte aus (vgl. Abb. 6).

Auffallend ist der für Sandböden typisch geringe Anteil an Feinporen zugunsten eines überdurchschnittlich hohen Mittelporenanteils (ausgenommen Ap₃ bei B 1). Alle Mittelporenwerte sind überdurchschnittlich günstig.

Der Gehalt an pflanzenverfügbarem Wasser liegt in den vergleichbaren Horizonten bei K höher.

4.2.2. Bodenchemische Kennwerte

Sämtliche chemische Daten sind detailliert auf den Tabellen 9-11 dargestellt.

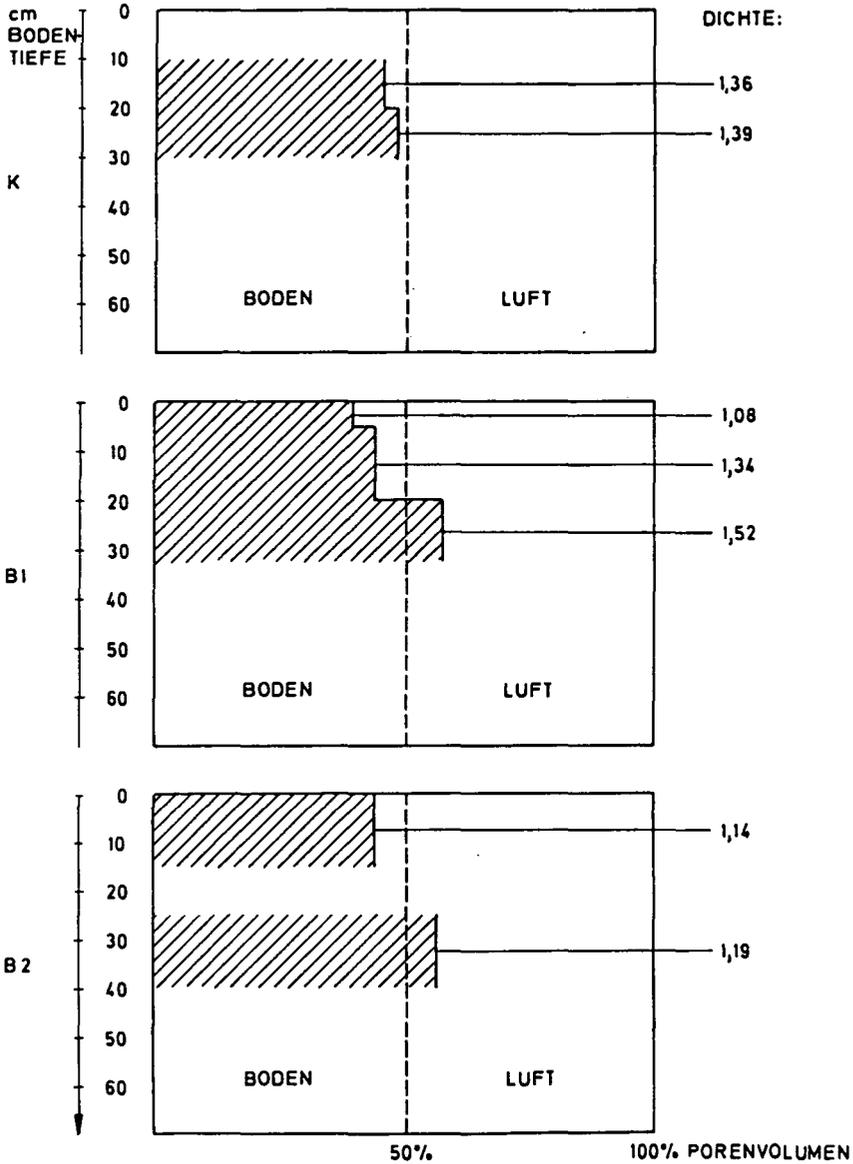
4.2.2.1. S-Wert und T-Wert

Der T-Wert (= Austauschkapazität) ist Ausdruck für die Speicherkapazität des Bodens für (elektrisch positiv geladene) Nährionen (Ca, Mg, K, Na, H, Al, NH₄, Fe sowie in Spuren Mn, Cu und Zn). Er hat somit auch große Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit (I. Lieberoth, 1968).

Der S-Wert stellt die Summe der basenbildenden Nährstoffe, wie Ca, Mg, K, Na, am Sorptionskomplex dar (K. Schmalfuß, 1969).

Die Analysen zeigen, daß auf allen drei Standorten die S-Werte mit den T-Werten identisch sind. Dies bedeutet, daß sich an der aktiven Oberfläche keine Wasserstoffionen befinden. Einzige Ausnahme bildete der Oberboden bei K im Monat Juli, wo am Sorptionskomplex knapp über 20 % (T-Wert = 100 %) H-Ionen festgestellt wurden. Dies schlägt sich auch im pH-Wert (KCl) nieder, der in diesem Monat deutlich absinkt.

ABBILDUNG 6:
 GESAMTPORENVOLUMINA UND ROHDICHTE DER PROFILE K, B₁ UND B₂



Die T-Werte zeigen geringfügige Unterschiede zwischen den Standorten. Sie liegen im Bereich von 8 mval - 13 mval %, wobei B 1 die höchsten Werte aufweist (vgl. Abb. 7).

4.2.2.2. Nährstoffe

Es wurden alle Hauptnährstoffe einschließlich mineralischer Stickstoff und die wichtigsten Spurenelemente in zwei Löslichkeitsstufen (Wassersättigungsextrakt und LiCl-Austauschfraktion) analysiert.

Allgemein auffallend ist der hohe Nährstoffspiegel der biologisch-dynamisch bewirtschafteten Standorte. Die Gehalte der Hauptnährstoffe (K, P, Mg) liegen sogar beträchtlich über dem Niveau des konventionell bewirtschafteten Feldes.

Ein Teil der Unterschiede ist sehr wahrscheinlich dadurch begründet, daß bei den Proben von B 1 und B 2 mehr Oberboden (0 - 20 cm) gegenüber K (0 - 30 cm) entnommen wurde. Darin mag eine Schwierigkeit der Vergleichbarkeit der Böden liegen, weil die Mächtigkeit der Profile sehr unterschiedlich ist (K: 90 cm, B 1: 70 cm, B 2: 50 cm). Diesen Unterschieden sollte Rechnung getragen werden. Andererseits ist das untersuchte Bodenmaterial relativ homogen, sodaß keine großen Unterschiede zu erwarten sind. Die Ergebnisse stimmen auch weitgehend mit der verarbeiteten und zitierten Literatur überein, nach der häufig höhere Nährstoffniveaus gegenüber der Ausgangssituation der Versuchsanlagen festgestellt werden.

Das Angebot an mineralischem Stickstoff (N_{\min}) zeigt in der Vegetationsperiode bei den Standorten K, B 1 und B 2 einen unterschiedlichen Verlauf (vgl. Abb. 8 und 9).

ABBILDUNG 7:
T-WERT (KATIONENAUSTAUSCHKAPAZITÄT)

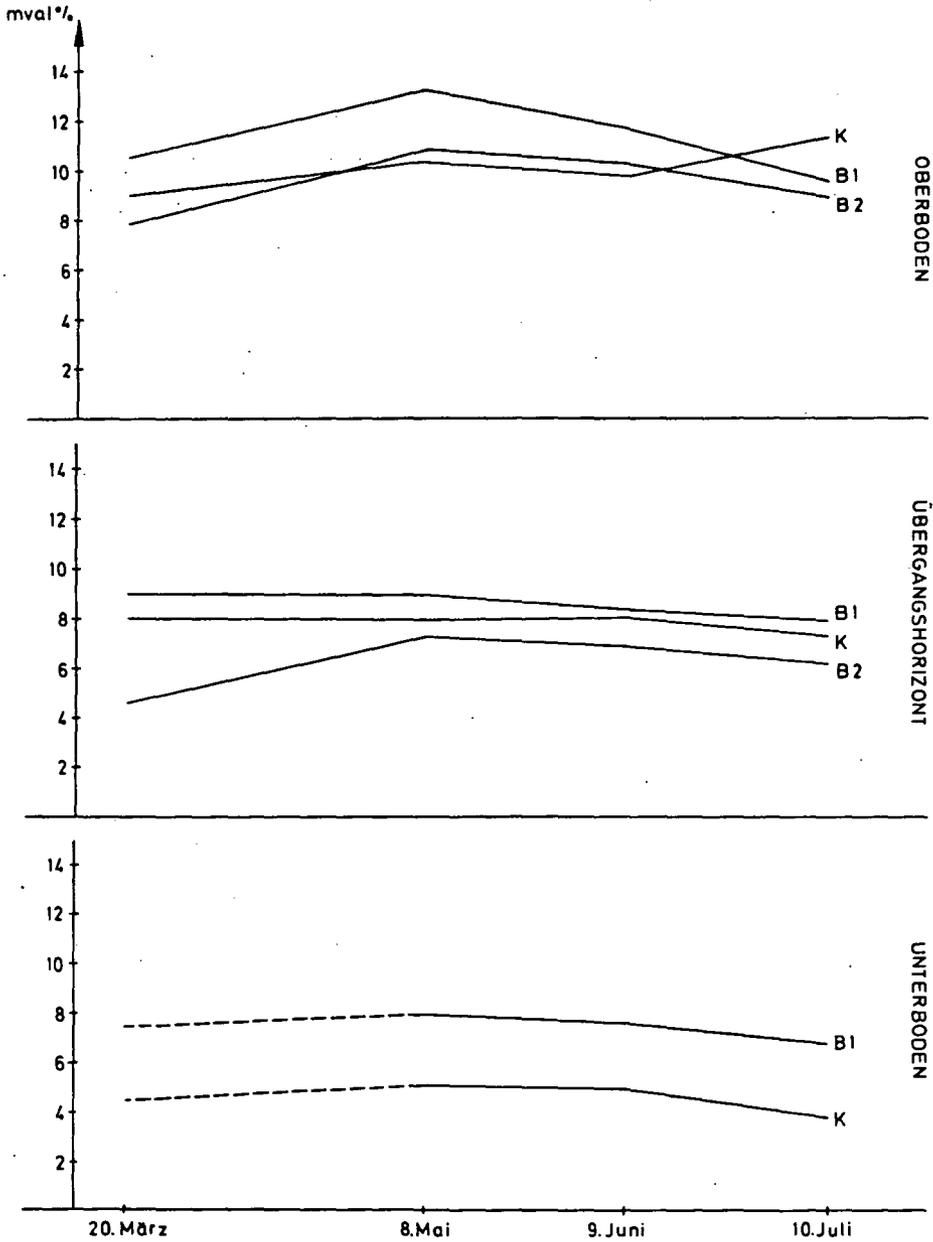


ABBILDUNG 8:
 $\text{NO}_3\text{-N}$ (H_2O -FRAKTION)

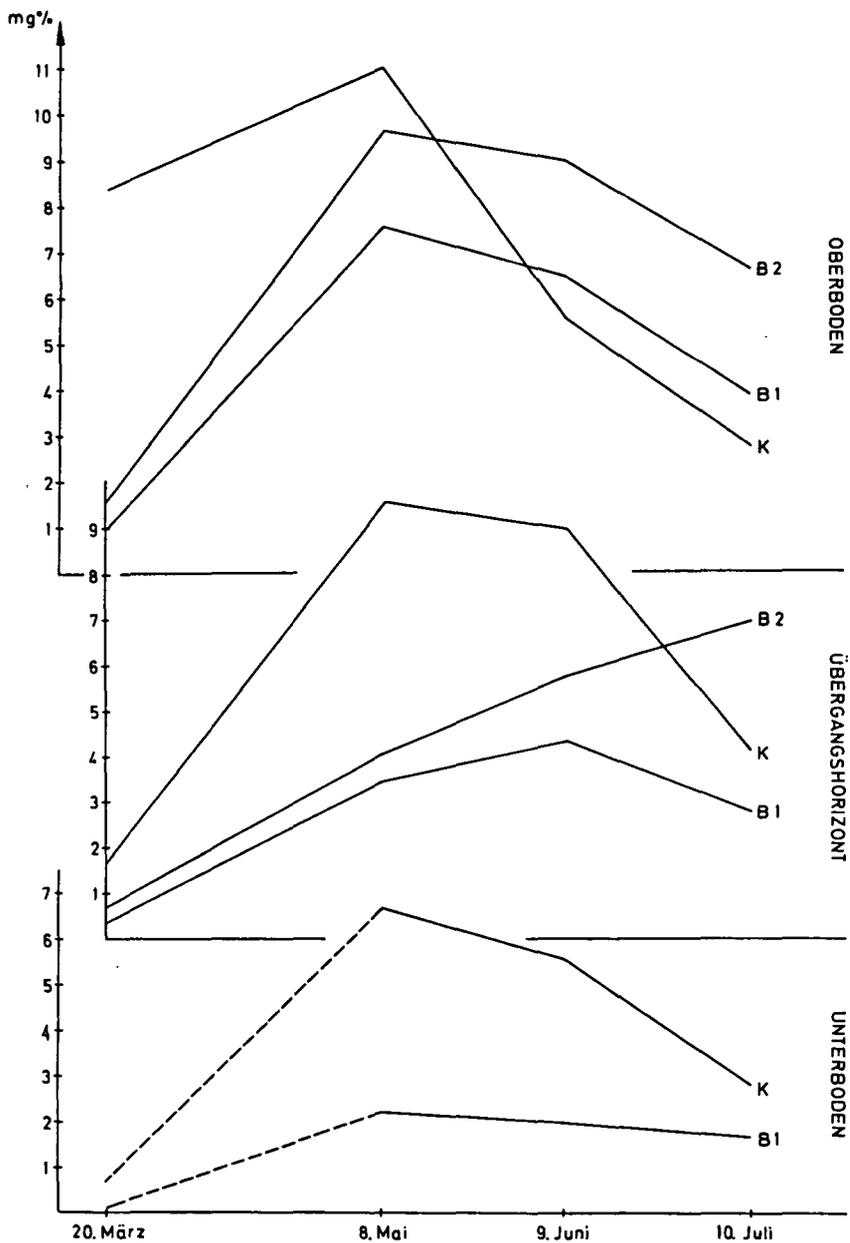
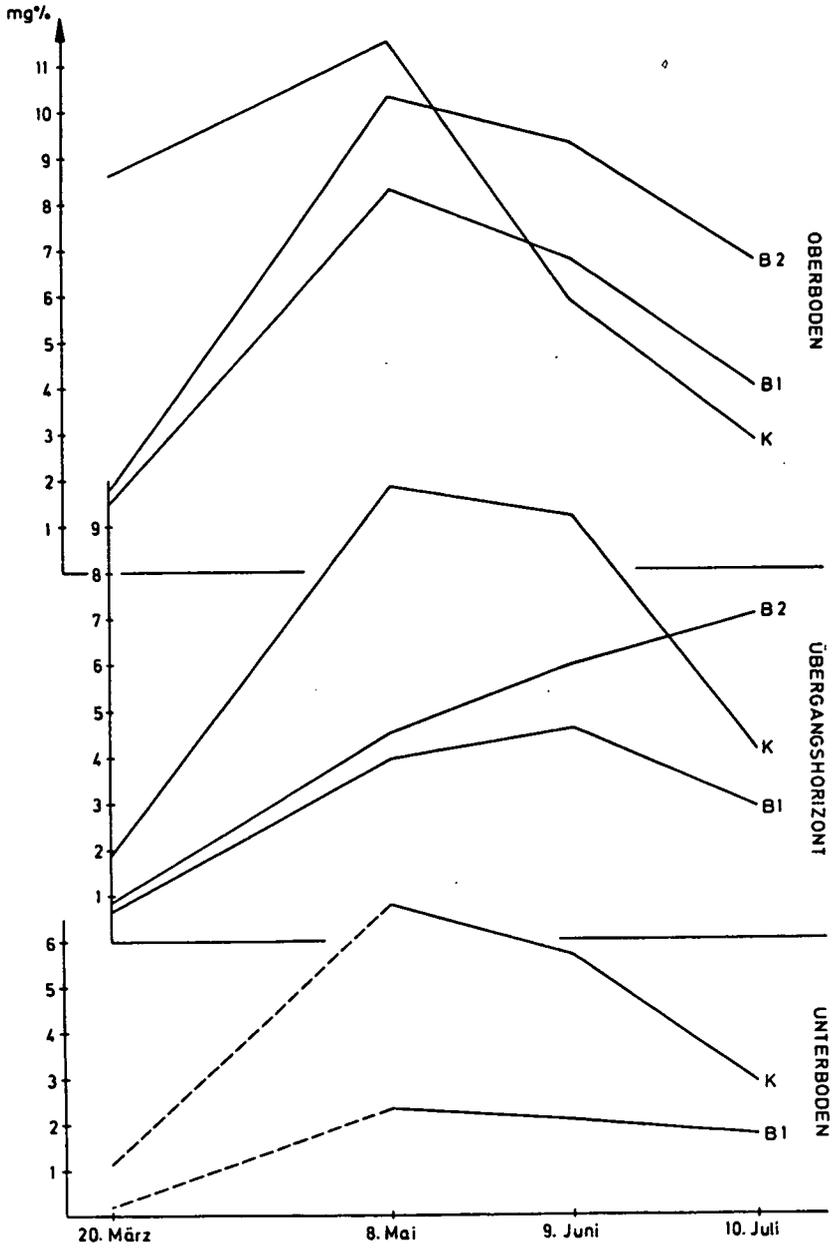


ABBILDUNG 9:
 NO₃- UND NH₄-N (H₂O-FRAKTION)



Während bei K die Verfügbarkeit des N_{\min} im Frühjahr auf einem wesentlich höheren Niveau einsetzt, im Mai die Spitze erreicht und dann rasch unter die Kurven von B 1 und B 2 abfällt, ist die Mobilisierung von N_{\min} bei B 1 und B 2 im Frühjahr sehr niedrig, erreicht ebenfalls im Mai den Höhepunkt, sinkt aber dann bedeutend langsamer ab als dies bei K der Fall ist.

Da auf B 1 und B 2 ausschließlich reifer Kompost (einjährige Rottezeit) zur Anwendung kommt, ist hier die Freisetzung des N von der Mikroorganismen-tätigkeit abhängig. Diesem Umstand kommt umso mehr Bedeutung zu, wenn man bedenkt, daß ohne mineralische N-Düngung der Stickstoff im Boden zu 95 % in organischer Form vorliegt (I. Lieberoth, 1968).

Dies erklärt das tiefe Ausgangsniveau bei B 1 und B 2 und den weniger sprunghaften Verlauf über die Vegetationsperiode.

Die Tatsache, daß organisch gebundener Stickstoff nur sehr langsam mineralisiert wird, ist in der Literatur eingehend beschrieben (W.V. Bartholomew & F.E. Clark, 1965).

Die Menge des durch mikrobielle Tätigkeit mineralisierten Stickstoffs kann jedoch beträchtlich sein. In einem vierjährig laufenden Versuch konnten Th. Diez und G. Sommer (1979) in Puch (Bayern) unter günstigen Bedingungen in einer Saison bis zu 90 kg N/ha auf ungedüngter Parzelle (ohne Bewuchs) feststellen.

Die geringe Mobilisierungsrate im Frühjahr führt häufig zu einer langsameren Anfangsentwicklung der Kulturen. I. Fetscher (1979) stellte diese Erscheinung bei Getreide an einem mehrjährigen Düngungsvergleich fest.

Aus den Abbildungen 8 und 9 wird auch deutlich, daß zum Reifezeitpunkt der Kultur (Juli) aus der langsam fließenden Nährstoffquelle Kompost weiterhin NO_3 freigesetzt wird, was zu den relativ höheren Werten bei B 1 und B 2 führt. Dies kann zu höheren Nitrataufnahmen in der Pflanze führen als dies erwünscht ist. Diesbezügliche Pflanzenanalysen würden darüber Aufschluß geben. In einem groß angelegten zweijährigen Betriebspartnerversuch in der Schweiz konnte jedoch gezeigt werden, daß die Nitratgehalte im Kopfsalat von zehn biologisch wirtschaftenden Betrieben signifikant tiefer sind als die Werte der konventionell gezogenen Produkte (Anonym, 1982).

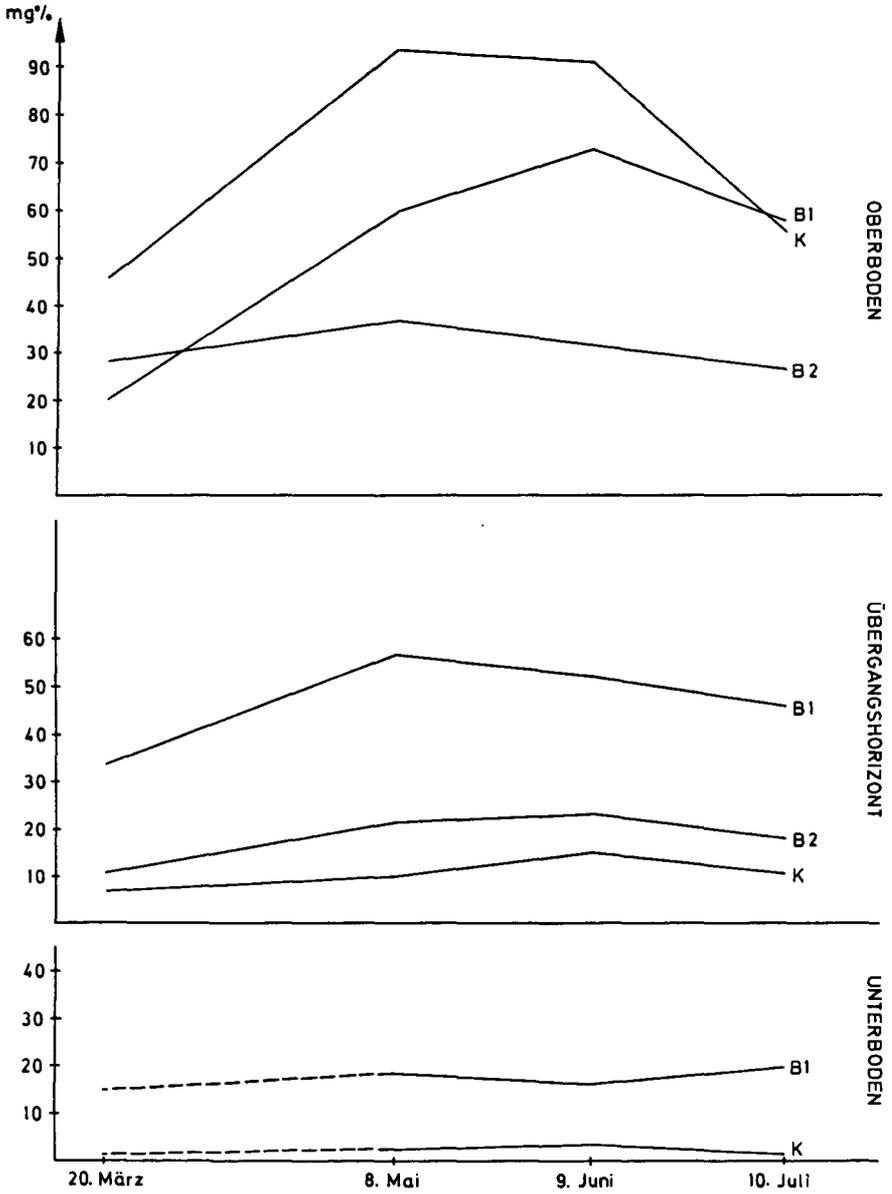
Das Kurvenniveau des Unterbodens bei K liegt zum Teil mehr als doppelt so hoch gegenüber B 1, was unter Berücksichtigung der relativ seichtwurzelnden Kulturarten und der sandigen Bodentextur auf eine möglicherweise stärkere Nitratauswaschung hindeutet.

In dieselbe Richtung weist eine Vergleichsuntersuchung von D. Ott, H. Vogtmann und F. Rihs (1981) an einer Kleinlysimeteranlage in Oberwil (Schweiz). Die Nitratauswaschung war bei mineralischer NPK-Düngung ungefähr doppelt so hoch wie bei organischer Düngung (Stapelmist, kompostierter Rindermist).

Während bei Stickstoff das Niveau und die Dynamik in bezug auf das Verhalten gegenüber verschiedenen Versorgungsarten (Mineral-Kompostdüngung) als durchaus typisch zu bezeichnen ist, zeigt Kalium ein völlig anderes Bild (vgl. Abb. 10).

Die Kurven bei B 1 und B 2 liegen deutlich über dem Niveau von K und zeigen auch stärkere Schwankungen als bei K. Insbesondere der Oberboden von B 1 ist mit dem Höchstwert von über 90 mg in der

ABBILDUNG 10:
KALIUM (H₂O-UND AUSTAUSCHFRAKTION)



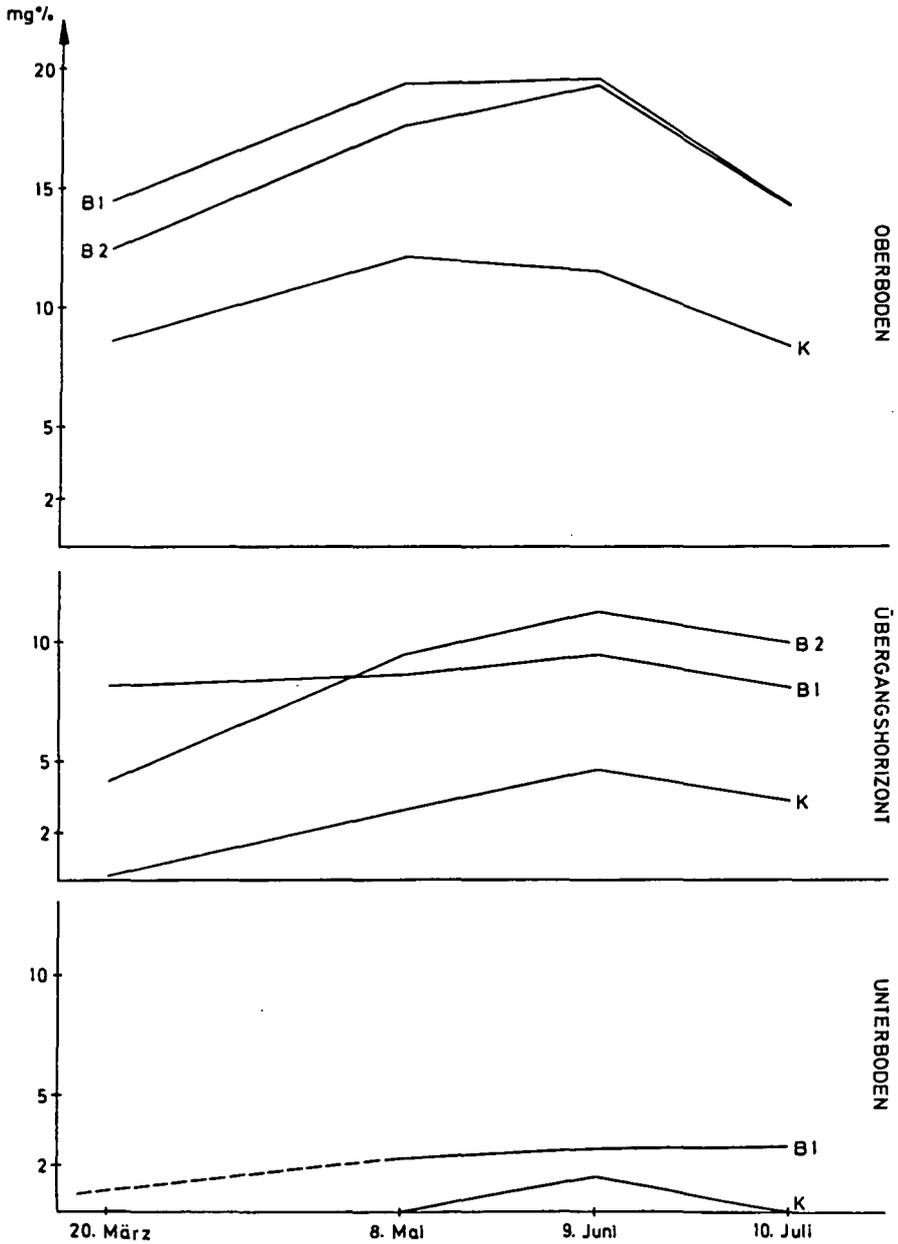
Wasser- und Austauschfraktion (Abb. 10) stark überversorgt. Teilweise ist diese Situation erklärbar durch den starken Zukauf an Weizenstroh, das bekanntlich einen hohen Kalianteil enthält (U. Bilstein, 1974). Dazu kommt, daß fast ausschließlich der an Kali reiche Mist von den am Hof gehaltenen Rindern verkompostiert und gedüngt wird. Die starken Schwankungen in der Wasserfraktion gerade bei Kalium sind sicherlich auch der Tatsache zuzuschreiben, daß nur etwa 0,1 % organisch gebunden ist.

Höhere Nährstoffwerte, insbesondere von Kali (1600 kg K_2O/ha), stellte auch H. Spieß (1978) nach einem dreijährigen Vergleichsversuch auf den biologisch bewirtschafteten Parzellen fest. Zu ganz ähnlichen Resultaten kam U. Abele (1973).

E. Balfour (1975) fand in einem Langzeitsystemvergleich zwischen organischer, gemischter und viehloser (rein mineralische NPK-Düngung) Bewirtschaftung nur geringfügig höhere Kali-Gehalte auf der organischen Sektion; hier jedoch wurden die weitaus stärksten Schwankungen während der Saison festgestellt. Diese Jahresschwankungen konnten über den gesamten Versuchszeitraum von über 20 Jahren hindurch beobachtet werden.

Ebenso stark waren die Schwankungen bei den Phosphorgehalten. Dies konnte in meinen Analysen nicht gefunden werden (vgl. Abb. 11). Phosphor als ein sehr immobiles Element ist in seiner Verfügbarkeit stark von der Aktivität des Bodens abhängig. Der Verlauf der Kurven ist auf allen drei Standorten entsprechend ausgewogen. Auffallend ist wieder das deutlich höhere Versorgungsniveau bei B 1 und B 2. Bodenuntersuchungen in einem langjährigen Feldversuch in Schweden ergaben ebenfalls höhere P-Werte auf den kompostgedüngten Feldern (B.D. Petterson

ABBILDUNG 11:
 PO_4 -GEHALTE (AUSTAUSCHFRAKTION)



und E.V. Wistinghausen, 1977). Die Gehalte stiegen im Laufe von 15 Jahren um das Mehrfache gegenüber der Ausgangssituation an.

Die Abbildung 11 zeigt auch den sehr kleinen wasserlöslichen Phosphoranteil im Oberboden, in den tieferen Schichten ist er praktisch null.

Die Versorgung mit Magnesium ist allgemein gut (vgl. Abb. 12). Bei den hohen Werten der Wasser- und Austauschfraktion kommen die Unterschiede zugunsten von B 1 und B 2 deutlich zum Ausdruck.

Hingegen verhält sich der Nährstoff Kalzium, dem eine besondere Aufgabe in der Strukturbildung zukommt, umgekehrt (vgl. Abb. 13). Hier liegt das Niveau auf dem Standort K über dem von B 1 und B 2. Der Versorgungsgrad auf allen drei Standorten ist als sehr hoch einzustufen.

Die Nährstoffgehalte der übrigen Elemente weichen im Vergleich zwischen K, B 1 und B 2 nur geringfügig voneinander ab und sind bei B 1 und B 2 teilweise etwas höher als bei K (vgl. Abb. 14 und 15).

Bei dem hohen Versorgungsniveau, das heute allgemein auf landwirtschaftlichen Böden erreicht ist, haben nicht nur Einzelnährstoffe ihre Bedeutung, sondern ganz besonders auch das Verhältnis der Ionen zueinander (A. Voisin, 1966), dem mehr Beachtung in der Düngepraxis zukommen sollte.

Hiezu Anlaß geben die Erkenntnisse über vielfältige Antagonismus- und Synergismuswirkungen, wodurch bei Überschuß eines Nährstoffs für die Pflanze ein Mangel eines anderen induziert werden kann, obwohl dieser in ausreichender Menge vorhanden ist. D. Gunhold (1974) untersuchte die Böden von zwei benachbarten Weiden; einer extensiv und einer intensiv bewirtschafteten. Unter gleichen

ABBILDUNG 12:
Mg-GEHALTE (H₂O-UND AUSTAUSCHFRAKTION)

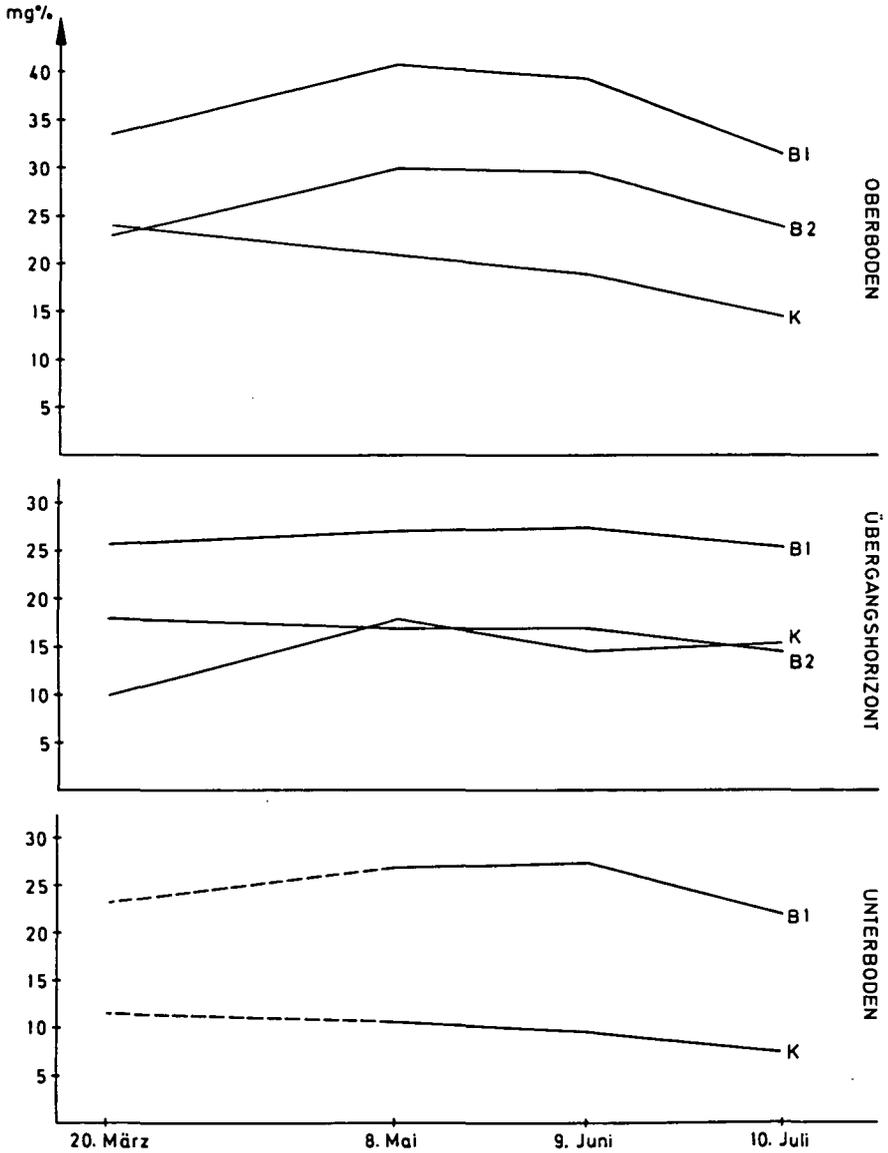


ABBILDUNG 13:
Ca-GEHALTE (H₂O-UND AUSTAUSCHFRAKTION)

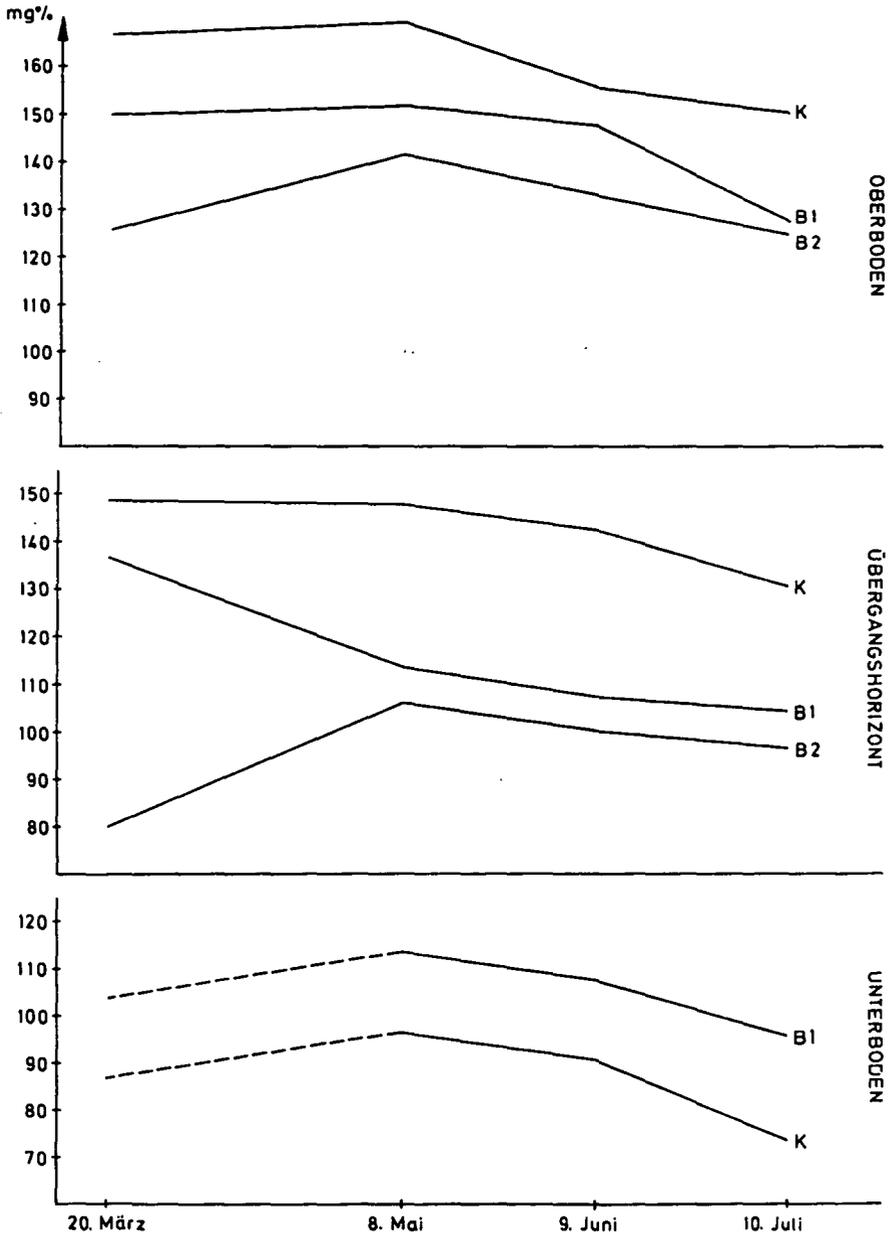


ABBILDUNG 14:
Na-GEHALTE (H₂O-UND AUSTAUSCHFRAKTION)

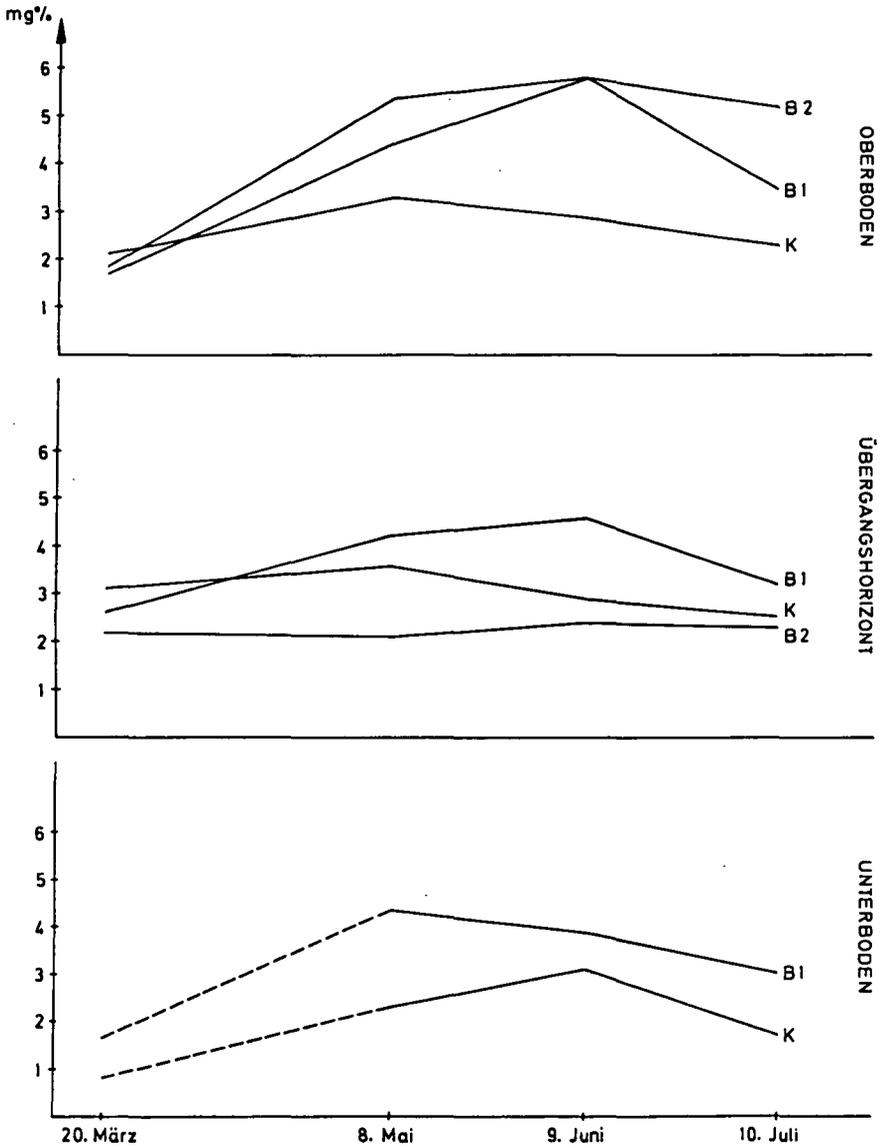
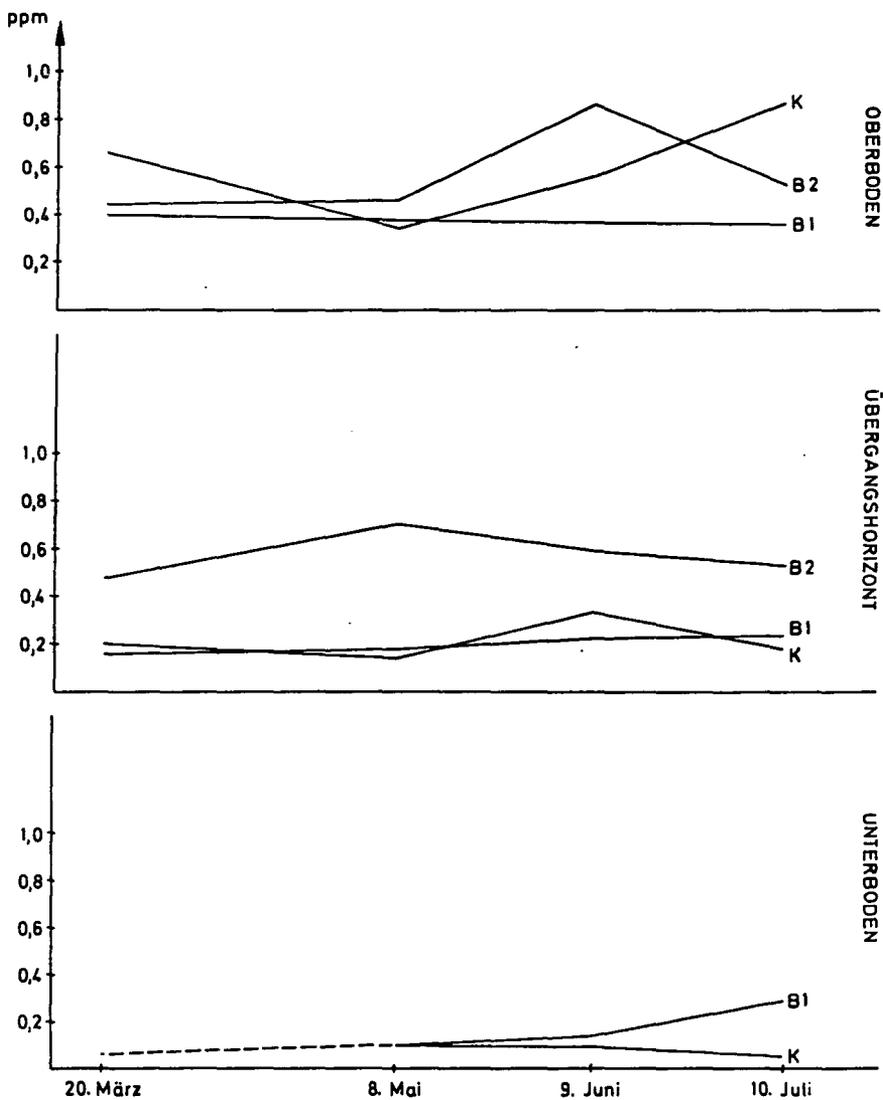


ABBILDUNG 15:
Cu - GEHALTE (H₂O- UND AUSTAUSCHFRAKTION)



Bodenverhältnissen wurde auf beiden Weiden ein MgO-Gehalt von 25 mg/100 g Boden gefunden.

Der K₂O-Gehalt lag im intensiven Bereich bei 38 mg, im Extensivbereich dagegen nur bei 9 mg je 100 g Boden. Der Magnesiumgehalt des Futters konnte im Intensivbereich mit 0,4 % in der Trockenmasse, im Extensivbereich dagegen mit 0,8 % MgO, also doppelt so hoch, ermittelt werden. Hier beruht also der geringe Mg-Gehalt auf dem Übergewicht des antagonistisch wirkenden Kaliums.

Aber nicht nur für die Pflanze ist das Nährstoffverhältnis im Boden von Bedeutung, sondern auch für den Boden selbst zur Gewährleistung einer optimalen Strukturbildung.

Die für amerikanische Verhältnisse auf Böden des Mittelwestens gefundenen und empfohlenen Optimalbereiche für Basensättigung lauten folgendermaßen (D. Ankerman/R. Large, W.A. Albrecht, 1975):

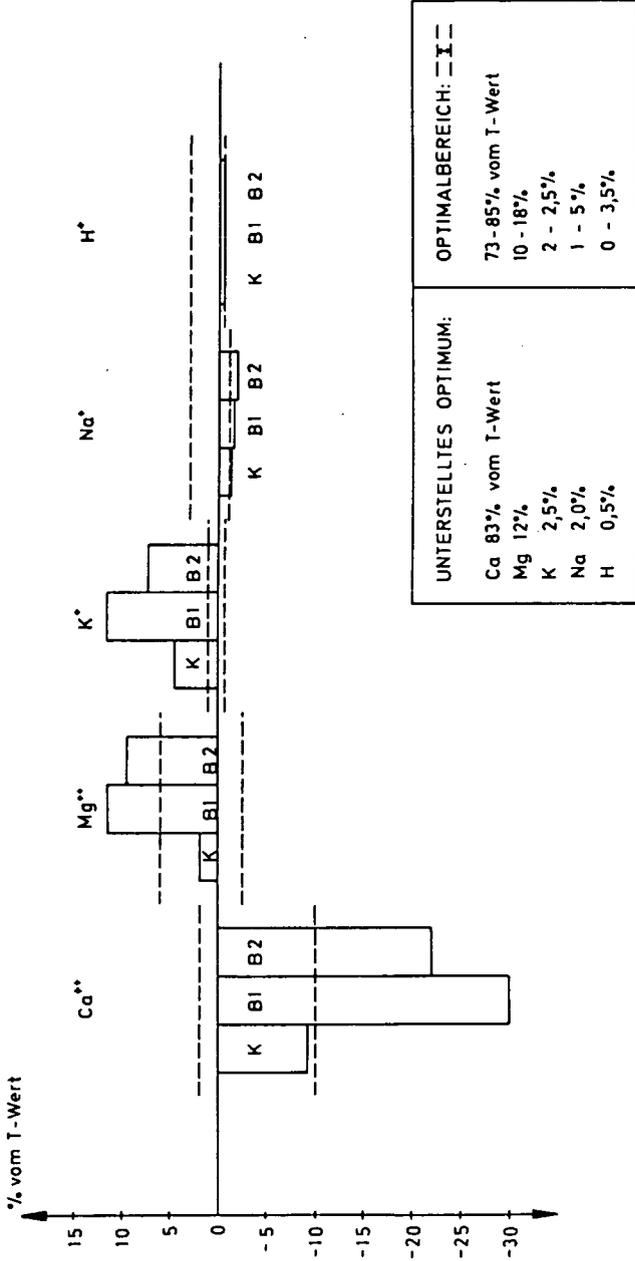
Ca	65 - 75 %
Mg	10 - 15 %
K	2 - 5 %

Zu ganz ähnlichen Prozentwerten kam G. Husz (1967) im Zuge von Untersuchungen bei Steppenböden (Tschernosemen) im Osten Österreichs:

Ca	73 - 85 %
Mg	10 - 18 %
K	2 - 3,5%
Na	1 - 5 %
H	0 - 3,5%

In Abbildung 16 wurden die Nährstoffverhältnisse am Sorptionskomplex so dargestellt, daß die Abweichung eines Nährstoffs von einem unterstellten Optimum aufgetragen wurde. Es zeigt sich, daß die Ca- und Mg-Werte des Standortes K innerhalb der

ABILDUNG 16:
 ABWEICHUNG DER KATIONENAUSTAUSCHKAPAZITÄTEN VON EINEM UNTERSTELLTEN OPTIMUM (in % vom T-Wert)



Optimalbereiche liegen, während sie bei B 1 und B 2 relativ stark überschritten werden. Die Na- und K-Werte liegen hingegen bei allen Standorten außerhalb des Optimums, bei B 1 und B 2 jedoch stärker als bei K.

Insgesamt ergibt sich ein stärkeres Mißverhältnis auf den Standorten B 1 und B 2.

4.2.2.4. Schadstoffe (Schwermetalle)

Von den bei F. Scheffer/P. Schachtschabel (1976) angeführten anorganischen Schadstoffen wurden Nickel, Blei und Cadmium untersucht. Darüberhinaus wurden noch Chrom und Arsen analysiert (vgl. Tab. 9-11).

Die Gehalte weichen auf den drei Standorten nur wenig voneinander ab. Sie liegen alle im Bereich der Normalwerte oder tiefer (A. Kloke, 1979).

4.2.3. Bodenbiologische Ergebnisse

4.2.3.1. Makro- und Mesofauna

Die Erhebungen wurden an zwei Terminen vorgenommen (8. Mai und 9. Juni). Dabei wurden sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt (vgl. Tab. 8). Während beim ersten Termin die Individuenzahl bei B 1 höher lag, ergab die zweite Auszählung umgekehrte Verhältnisse. Die Artenzahl ist an beiden Terminen bei B 1 geringfügig höher als bei K.

Zwei Pobenahmen reichen sicherlich nicht aus, um repräsentative Daten zu liefern. Auch unterliegt die Meso- und Makrofauna starken Schwankungen durch äußere Einflüsse wie Temperatur, Wasser, Zufuhr organischer Substanz usw.

Die Ergebnisse decken sich aber mit den eingehenden Vergleichsuntersuchungen von B. FEIX (1980) auf konventionell und biologisch-dynamisch geführten Betrieben im Raum Niederösterreich und Wien. Es wurden ebenfalls keine signifikanten Unterschiede gefunden.

U. Abele (1973) stellte nach fünfjähriger biologisch-dynamischer Düngepraxis in Vergleichsuntersuchungen eine Zunahme des Regenwurmbesatzes um 35 - 70 % fest. M. Bieri (1975) konnte nachweisen, daß Kompost und Frischmist die Dichte der Arthropodenpopulation auf Ackerböden beeinflusst. Eine signifikante Beeinflussung der Carabiden- wie der Staphylinidenfauna konnte nicht nachgewiesen werden. D. Hari (1976) stellte in einem Feldversuch eine Vermehrung des Collembolenbesatzes nach Zufuhr von Frischmist fest. Milben, Dipterenlarven und Nematoden zeigten keine Veränderung in der Populationsgröße.

4.2.3.2. Mikrobielle Aktivität

Es wurde die CO₂-Entwicklung als Maß für die biologische Aktivität des Bodens bestimmt (W. Jaeggi, 1973). Auf den Standorten B 1 und B 2 konnte eine signifikant höhere Atmungsintensität festgestellt werden (vgl. Abb. 17). Dies dürfte hauptsächlich auf den höheren Humusspiegel zurückzuführen sein.

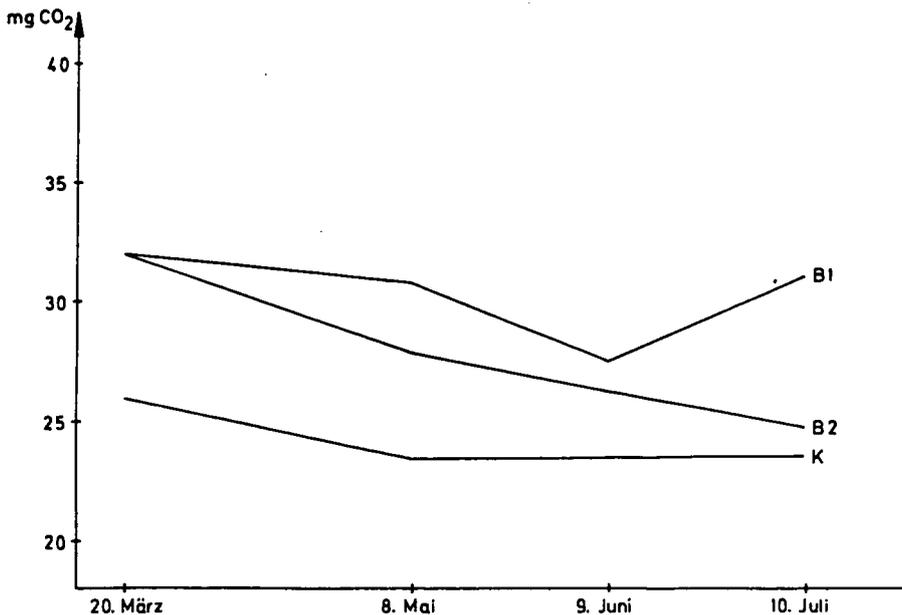
Statistisch hoch signifikant ($p < 0,01$) unterscheiden sich die Werte von B 1 und B 2 gegenüber K in den Monaten März und Mai. Im Monat Juni ist lediglich B 1 zu K signifikant höher ($p < 0,05$) und im Monat Juli ebenfalls nur B 1 zu K, jedoch hoch signifikant ($p < 0,01$) höher.

Verschiedene Vergleichsversuche zeigen ähnliche Ergebnisse. E. Ahrens (zit.n. U. Abele, 1962) fand auf einem biologisch-dynamisch (gegenüber einem konventionell) gepflegten Boden eine starke An-

Tabelle 8: Makro- und Mesofauna

Nr.	Arten	Anzahl der Individuen			
		K		B 1	
		8. Mai	9. Juni	8. Mai	9. Juni
1	Collembola	8	281	130	52
2	Milben	24	39	52	132
3	Euchytraeidae	3	5	-	-
4	Pauropoda	1	-	-	-
5	Symphyla	-	3	1	5
6	Larven (unspez.)	-	2	2	1
7	Coleoptera	-	-	2	-
8	Diplopoda	-	-	1	-
9	Lumbricidae	-	-	-	1
10	Thripse	-	-	-	1
	Gesamt	56	320	188	192
	Artenzahl	4	5	6	6

ABBILDUNG 17:
MIKROBIOLOGISCHE AKTIVITÄT (CO₂-ENTWICKLUNG)



reicherung mit Pilzen und Azotobacter. Auch B.D. Petterson und E.V. Wistinghausen (1977) stellten im langjährigen Feldversuch eine erhöhte CO₂-Entwicklung, Dehydrogenase- und Ureaseaktivität auf den mit Kompost bzw. Frischmist gedüngten Parzellen fest.

H. Spieß (1978) konnte ebenfalls eine höhere Atmungsintensität auf organisch gedüngten Feldern nachweisen.

G.U. Rösli (1977) konnte teilweise eine gesteigerte mikrobielle Aktivität durch biologisch-dynamische Pflegemaßnahmen inklusive Spritzpräparate feststellen, jedoch nicht durchgehend auf allen bd. Parzellen.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die untersuchten physikalischen, chemischen und mikrobiellen Parameter - als Ausdruck für den Fruchtbarkeitszustand des Bodens - lassen, in ihrer Gesamtheit betrachtet, nicht den generellen Schluß zu, der biologisch-dynamisch oder der konventionell bewirtschaftete Boden sei fruchtbarer.

Die Ergebnisse machen eine differenzierte Betrachtung notwendig.

Die aufgrund des wesentlich höheren Humusspiegels und der biologischen Aktivität erwartete bessere Bodenstruktur auf den biologisch-dynamisch gepflegten Feldern konnte nicht nachgewiesen werden.

Das Gesamtporenvolumen in den vergleichbaren Horizonten zeigt nur geringe Unterschiede. Die Menge des pflanzenverfügbaren Wassers ist jedoch auf den konventionell bewirtschafteten Böden etwas höher. Die oberen Horizonte von B 1 und B 2 weisen ein höheres Gesamtporenvolumen auf als diejenigen von K. Im Bereich von 20 - 40 cm Tiefe gibt es jedoch bei B 1 und B 2 Verdichtungen, die das Porenvolumen erheblich einschränken.

Hier muß die Art der Bodenbearbeitung, die Größe der Maschinen noch stärker ins Augenmerk gezogen werden. Zu erwähnen sind dabei aber auch die relativ schlechten Ausgangsbedingungen der Standorte B 1 und B 2 (Seichtgründigkeit und künstliche Schüttung).

Statistisch eindeutige Unterschiede wurden im Humusgehalt gefunden. Hier sind die Werte der Oberböden (0 - 20 cm) der biologisch-dynamischen Standorte mit 6,7% bzw. 5,2% fast doppelt so hoch wie auf dem konventionellen Standort (0 - 30 cm). Aufgrund der intensiven Kompostwirtschaft sind diese Zahlen erklärbar.

Ein überraschendes Bild brachten die Nährstoffanalysen. Das Nährstoffniveau des bd. behandelten Bodens ist bei der Mehrzahl der Nährstoffe gleich hoch und teilweise wesentlich höher im Vergleich zum konventionell bearbeiteten Bo-

den. Wenigstens in diesem untersuchten Fall trifft der kritische Einwand gegen die biologische Wirtschaftsweise nicht mehr zu, daß durch Weglassen der mineralischen Dünger die Böden ausgelaugt und verarmen würden.

Viele Höfe, die zum Teil wesentlich länger nach biologischen Richtlinien wirtschaften, stehen dafür als weitere Beispiele (G. Lienhard, 1973; F. Bakels, 1976).

Auf dem bd. bewirtschafteten Flächen ist ein bereits bedenklicher Kaliumüberschuß festzustellen. Eine Verringerung der Strohzufuhr in den Betrieb bzw. eine allgemein reduzierte Düngung könnte hier Abhilfe schaffen. Der Kaliüberschuß trägt auch dazu bei, daß das Ionengleichgewicht am Sorptionskomplex stärker abweicht als dies beim Standort K der Fall ist.

Aus diesen Tatsachen kann geschlossen werden, daß mit organischer Düngung ebenso Düngungsfehler und Nährstoffungleichgewichte im Boden möglich sind wie bei mineralischer Düngung. Bei langsam fließenden aber nachhaltig wirkenden Düngern wirken sich Fehler nach allgemeiner landwirtschaftlicher Erfahrung erst längerfristig aus.

Signifikant höhere Werte bei B 1 und B 2 ergaben die Messungen der CO₂-Produktion, die eine höhere mikrobielle Aktivität anzeigt.

Im Bereich der Makrofauna erbrachten zwei Probeentnahmen keine Unterschiede hinsichtlich Populationsdichte. Die Artenzahl war auf dem Standort B 1 jedoch geringfügig höher.

Tabelle 9: Bodenchemische Daten, Standort K

Tiefe: T-Wert S-Wert mval%	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	H ₂ O - Fraktion			H ₂ O + Austauschfraktion														
			eL *	NO ₃ -N **	NH ₄ ⁺ NO ₂ -N	Ca	Mg	K	Na	PO ₄	Cu	Mn	Zn	Cd	Cr	Ni	AS	Pb		
30-60 cm																				
März	9,1	9,1	7,1	7,0	2440	8,4	8,6	167,0	21,3	18,0	2,1	9,0	1,20	0,87	1,09	0,33	0,18	0,04	4,52	0,76
Mai	10,4	10,4	7,3	7,6	2050	11,1	11,5	171,0	20,9	36,4	3,3	12,9	0,41	1,04	1,24	0,40	0,20	0,04	7,00	2,50
Juni	9,8	9,8	7,4	7,7	2300	5,7	5,9	156,1	19,3	32,2	2,9	12,3	0,61	1,21	1,37	0,18	0,14	1,87	4,69	0,64
Juli	11,4	9,0	8,1	7,0	1140	2,8	2,8	151,7	17,5	26,2	2,3	8,8	0,95	0,17	0,89	0,27	0,08	0,05	2,36	0,95
Tiefe: 30-60 cm																				
März	8,1	8,1	7,2	7,5	1390	1,7	1,9	149,0	17,3	4,8	3,1	0,9	0,41	0,09	0,71	0,26	0,19	0,34	3,29	0,34
Mai	7,8	7,8	7,6	7,8	1990	9,8	9,8	148,6	17,3	10,4	3,5	3,0	0,18	0,12	0,82	0,14	0,49	0,02	5,21	1,87 ^{ca}
Juni	8,0	8,0	7,4	7,8	1820	9,1	9,2	143,3	17,0	15,6	2,9	4,8	0,36	0,44	0,78	0,25	0,15	3,15	4,12	1,48 ^{ca}
Juli	7,3	7,3	8,1	7,8	1250	4,2	4,2	130,8	14,7	10,6	2,5	3,4	0,23	0,02	0,64	0,22	0,08	0,11	1,26	0,63
Tiefe: 60-90 cm																				
März	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	5,0	5,0	7,4	8,0	1850	6,7	6,8	96,8	10,7	2,7	2,3	0,0	0,10	0,12	0,73	0,25	0,78	0,00	4,24	1,35
Juni	4,8	4,8	7,8	7,9	2840	5,6	5,7	90,9	9,8	3,6	3,1	1,7	0,15	0,02	0,51	0,16	0,33	1,86	2,74	0,73
Juli	3,9	3,9	8,2	8,3	1180	2,9	2,9	73,8	7,4	1,5	1,6	0,4	0,07	0,02	0,32	0,13	0,21	0,06	2,21	0,53

* µS.cm⁻¹

** mg%

Tabelle 10: Bodenchemische Daten, Standort B 1

Tiefe:	T-Wert mval%	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	H ₂ O - Fraktion			H ₂ O + Austauschfraktion													
				eL *	NO ₃ -N	NH ₄ ⁺ -N	Ca	Mg	K	Na	PO ₄	Cu	Mn	Zn	Cd	Cr	Ni	As	Pb	
				**	NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	mg%	mg%	mg%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
0-20 cm																				
März	10,6	10,6	7,1	870	1,0	1,5	33,5	36,4	1,8	16,2	0,76	0,58	1,27	0,18	0,10	1,12	4,00	0,66		
Mai	13,2	13,2	7,9	1760	7,6	8,3	40,9	93,5	5,3	22,3	0,44	2,14	1,70	0,36	0,64	0,93	7,13	2,38		
Juni	11,8	11,8	7,9	3060	6,6	6,8	39,0	90,8	5,8	22,7	0,47	1,00	1,16	0,29	0,23	4,47	5,04	1,43		
Juli	9,7	9,7	8,3	1180	3,9	4,0	31,6	56,4	3,5	16,2	0,42	0,56	0,87	0,24	0,04	0,05	3,08	0,78		
Tiefe: 20-50 cm																				
März	9,0	9,0	7,3	1000	0,4	0,7	24,6	26,2	2,6	11,1	0,64	0,40	0,73	0,14	0,12	2,10	3,80	0,20		
Mai	8,8	8,8	8,0	1350	3,7	4,0	27,3	56,7	4,2	9,4	0,22	0,23	0,66	0,18	0,32	0,93	4,90	1,05		
Juni	8,3	8,3	7,9	2270	4,5	4,6	27,4	52,4	4,6	10,0	0,28	0,08	0,74	0,20	0,22	1,87	5,00	0,74		
Juli	8,0	8,0	8,2	1160	2,9	2,9	25,3	46,2	3,3	8,6	0,28	0,11	0,67	0,24	0,12	0,49	3,41	1,08		
Tiefe: 50-70 cm																				
März	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mai	8,1	8,1	8,0	950	2,3	2,3	26,9	18,3	4,3	2,3	0,11	0,09	0,71	0,16	0,40	0,13	4,55	2,17		
Juni	7,7	7,7	7,8	1220	2,1	2,1	27,3	15,9	3,8	2,7	0,16	0,02	0,56	0,27	0,08	1,46	4,15	0,51		
Juli	6,8	6,8	8,3	1020	1,8	1,8	21,9	19,8	3,1	3,0	0,31	0,02	0,61	0,26	0,20	1,11	3,03	1,43		

* μS.cm⁻¹

** mg%

LITERATUR

- ABELE, U. Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung von Saatzeit und Entitäten. Dissertation, Univ. Gießen, 1973.
- AHRENS, E.: Der Einfluß organischer und mineralischer Dünger auf der Verhalten von Azotobakter und die Möglichkeit seines quantitativen Nachweises. Dissertation, Univ. Gießen, 1961.
- AHRENS, E.: Wirkung der Mineraldünger auf den Azotobaktergehalt verschiedener Böden. Organischer Landbau 6/1962, S. 114-115, 1962.
- ALBRECHT, W.A.: The Albrecht Papers. Edited by Charles Walters, US Acres, Missouri, 1975.
- ANONYM: Einfluß zweier Anbauweisen auf den Nitratgehalt von Kopfsalat. Bericht der Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gemüsebau, Wädwil (Zürich) und des Forschungsinstitutes für biologischen Landbau. Oberwil (Basel). Schweiz. Landw. Forschung (im Druck), 1982.
- ANKERMAN, D. und R. LARGE: Soil and Plant Analysis, 1975.
A & L Agricultural Laboratories, Memphis
A & L Mid West Agricultural Laboratories, Omaha
A & L Great Lakes Agricultural Laboratories, Fort Wayne
- BAKELS, F.: Erfahrungen im naturgemäßen Landbau unter besonderer Berücksichtigung der Tierhaltung und Tierzucht. Biologischer Landbau, Arbeitsstudie über Probleme des biologischen Landbaus. Biofarm-Verlag, Bern, 1976.
- BALFOUR, E.: The Living Soil and the Haughley Experiment. Faber & Faber LTD, London, 1975.
- BARTHOLOMEW, W.V. und F.E. CLARK: Soil Nitrogen. American Society Agronomy, USA, 1965.

- BIERI, M.: Der Einfluß der Flächenkompostierung auf die Zusammensetzung der Bodenfauna, mit Berücksichtigung der räuberischen Tätigkeit der an der Bodenoberfläche lebenden Insekten. Diplomarbeit, ETH Zürich, 1975.
- BILSTEIN, U.: Hrsg. Lexikon der neuzeitlichen Landwirtschaft. Band II, Feld und Wald Verlag, Essen, 1974.
- BOLAY, H.: Untersuchung über die arbeitswirtschaftliche und einkommensmäßige Situation biologischer Landbaubetriebe. Diplomarbeit, Univ. Kassel, 1981.
- BRAUNS, A.: Praktische Bodenbiologie. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 1968.
- DIEZ, TH. und G. SOMMER: Veränderungen des Gehalts an löslichem Bodenstickstoff (N_{\min}) im Jahresablauf. Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch. 56. Jahrgang, Heft 3, S 351-363, 1979.
- DIGLERIA; I. et al.: Bodenphysik und Bodenkolloidik. Akademiai Kiado, Budapest, 1962.
- Faustzahlen für die Landwirtschaft. Hrsg. Ruhr-Stickstoff AG. Bochum, 8. Auflage. Landwirtschaftsverlag Hiltrup, Verlagsunion Agrar Wien, 1978.
- FEIX, B.: Auswirkungen der konventionellen und der biologisch-dynamischen Bewirtschaftung auf die Bodenfauna. Diplomarbeit, Univ. für Bodenkultur Wien, 1980.
- FETSCHER, I.: Untersuchungen zur Wirkung organischer, organisch-mineralischer und mineralischer Düngung in zwei Fruchtfolgen bei unterschiedlicher Vorgeschichte der Versuchsflächen auf den Ertrag - Vergleich verschiedener Maßnahmen im konventionellen und biologischen Landbau. Dissertation Univ. Hohenheim, Fachbereich Pflanzenproduktion, 1979.
- GLOBAL 2000: Der Bericht an den Präsidenten. Verlag Zweitausendundeins, Frankfurt/Main, 1980.

- GUNHOLD, D.: Die Magnesiumversorgung österreichischer Böden und ihre Bedeutung für die Rinderzucht. Die Bodenkultur, 25. Band, Heft 4, S. 343-352, 1974.
- HARI, D.: Einfluß des Rottezustandes von Stallmist auf die Bodenfauna. Diplomarbeit, ETH - Zürich, 1976.
- HARTGE, K.H.: Einführung in die Bodenphysik. Enke Verlag Stuttgart, 1978.
- HUSZ, G.: Das Kationenverhältnis einiger "Steppenböden" des östlichen Österreich. Die Bodenkultur, 18. Band, Heft 2, S. 113-126, 1967.
- JAEGGI, W.: Beziehungen zwischen bodenbiologischer Aktivität und Bodenfruchtbarkeit. Schweiz.Landw.Monatshefte, Heft 51, S. 264-298, 1973.
- JAEGGI, W.: Bodenmikrobiologische Untersuchungen in einem Düngungsversuch. Schweiz.Land.Forschung, 13. Band, Heft 3/4, S. 531-547, 1974.
- KLOKE, A.: Die Humusstoffe des Bodens als Wachstumsfaktoren. Paul Parey Verlag, Berlin, 1963.
- KLOKE, A.: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau 1980, 9. Auflage, S 225, Verlagsunion Agrar, Wien, 1979.
- LIEBEROTH, I.: Bodenkunde und Bodenfruchtbarkeit. 2. Auflage, VEB, Berlin, 1968.
- LIENHARD, G.: Die Praxis des biologischen Landbaus am Ebenrain. Die Grüne, 101, Heft 11, S. 381-403, 1973.
- LOCKERETZ, W. et al.: A Comparison of the Production, Economic Returns and Energy Intensiveness of Corn Belt Farms That Do and Do Not Use Inorganic Fertilizers and Pesticides. CBNS, Washington University, Saint Louis, Missouri, 1975.
- LOCKERETZ, W.: Agriculture and Energy. Academic Press, New York, London, 1977.

- LUKESCH, R.: Vermarktung von Produkten aus biologischem Landbau in Österreich. Diplomarbeit, Univ. für Bodenkultur Wien, 1979.
- LÜNZER, I.: Energiefragen in Umwelt und Landbau. Verlag das Fenster, Burg, 1979.
- MAYER, B.J.: Ökologische Auswirkungen verschiedener Landbaumethoden auf die Landwirtschaft. Bionomica Verlag, Mannheim, 1975.
- OTT, D., H. VOGTMANN und F. RIHS: Über die Winterauswaschung von Nitrat bei unterschiedlichen Düngungsarten in Kleinlysimumern. Jahresbuch der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, S. 62-66, Birkhäuser Verlag, Basel, 1981.
- PETTERSON, B.D. und E.V. WISTINGHAUSEN: Bodenuntersuchungen zu einem langjährigen Feldversuch in Järna, Schweden. Forschungsring für biologisch-dynamische Wirtschaftsweise, Darmstadt, 1977.
- RONNENBERG, A.: Ökonomische Aspekte der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise - Konsequenzen für den Einzelbetrieb und für den Produktmarkt. Diplomarbeit, Univ. Göttingen, 1973.
- RÖSLI, G.U.: Darstellung verschiedener biologischer Landbaumethoden und Abklärung des Einflusses kosmischer Konstellationen auf das Pflanzenwachstum. Dissertation, ETH - Zürich, 1977.
- SALI-BAZZE, M.: Entwicklung und Altersstellung von Böden der Donau- und Marchauen im Gebiet von Orth/Donau und Marchegg/Baumgarten. Dissertation, Univ. für Bodenkultur Wien, 1981.
- SCHEFFER, F./P. SCHACHTSCHABEL: Lehrbuch der Bodenkunde. 9. Auflage, F. Enke Verlag, Stuttgart, 1976.
- SCHMALFUSZ, K.: Pflanzenernährung und Bodenkunde. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1969.

SCHRÖDER, D.: Bodenkunde in Stichworten. Verlag F. Hirt, Kiel, 1972.

SPIESZ, H.: Konventionelle und biologisch-dynamische Verfahren zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Dissertation, Univ. Gießen, 1978.

STANHILL, G.: Energy and Agriculture. A National Case Study. Agroecosystems, 1, S. 205-217, 1974.

STEINER, R.: Landwirtschaftlicher Kurs. Naturwissenschaftliche Sektion am Goetheanum, Dornach (Schweiz), 1948.

VOISIN, A.: Grundgesetze der Düngung. Bayrischer Landwirtschaftsverlag, München, 1966.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Josef Huber
Ferrogasse 27
1180 Wien

Pedologische und protozoologische Untersuchung
einiger Böden des Tullnerfeldes (Niederösterreich)

von W. F o i s s n e r, T. P e e r und H. A d a m ¹⁾

Zusammenfassung

Im Auebereich des Tullnerfeldes wurden 7 Böden chemisch, physikalisch und enzymatisch untersucht, genetisch und protozoologisch charakterisiert und taxonomisch eingestuft. Verglichen wurden: 2 Auenstandorte (Vergleyter Grauer Auboden, Grauer überlagerter Auboden; "*Centropyxidion constricta*"), 2 Heißländen (Flachgründige Braune Auböden; "*Plagiopyxidion*"), 2 Ackerstandorte (Tschernosem, kalkhaltiger Grauer Auboden; degradiertes "*Plagiopyxidion*") und 1 Buchenwald (Entkalkte Lockersediment-Braunerde; "*Tracheleuglyphion acollae*"). Die Nährstoffverfügbarkeit und die Enzymaktivität sind im Buchenwald am höchsten, in den leicht verdichteten Feldern am niedrigsten. Die Auen schneiden allgemein etwas günstiger ab als die Heißländen. In der kleinstratigraphischen Abfolge kommt es im Wald und in den Heißländen zu einem steilen Abfall der Enzymaktivität, in den Auen und in den Feldern ist sie gleichmäßiger verteilt. Ein sehr ähnliches Verteilungsmuster zeigen die Protozoen. Für die potentielle Produktivität ergibt sich die Abfolge:

Buchenwald < Auen < Felder < Heißländen.

1) Dem Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz danken wir für die finanzielle Unterstützung dieser Arbeit.

Im Verlaufe von 27 Monaten wurden bei 10 Probenahmen 65 Testaceen- und 132 Ciliatenspecies gefunden. Die höchste Testaceen-Artenzahl besitzen die Auen und der Wald, die niedrigste die Felder. Bei den Ciliaten treten dagegen keine signifikanten Unterschiede auf. Nach dem Artenspektrum und der Dominantenidentität gruppieren sich die 7 Standorte in 4 "sinnvolle" Einheiten, die den botanischen und pedologischen Biotopcharakteristika entsprechen. In den trockeneren Heißländern und im Wald überwiegen die rasch Cysten bildenden Colpodea, in den konstant nassen Auen die sich schwerer encystierenden Polyhymenophora. Die Kontanz der Ciliaten ist in den hinsichtlich der Wasserversorgung stabileren Biotopen (Heißländern, Wald) höher als in den astatischeren Auen und Feldern. Die Testaceenzöosen reagieren auf diesen Unterschied nicht. Die für das Untersuchungsgebiet typische Protozoen-Gemeinschaft unterscheidet sich von jener anderer Böden. Die Indikatorenarten für sauren und milden Humus zeigen eine leicht gemischte Verteilung. Das deckt sich mit den pedologischen Befunden, die Übergangs-Humusformen ausweisen. Dominant sind die Charakterarten für Mull.

Summary

The chemical and physical properties and the enzymatic activity of some alluvial soils of the "Tullner Feld" were investigated. The soils are characterized by their evolution and their protozoan community and are classified taxonomically. 7 sites were compared: 2 bottomlands (gleyic grey alluvial soil, poured over grey alluvial soil; "*Centropyxidion constricta*"), 2 "Heißländern" = xerothermic sites without trees (shallow brown alluvial soils; "*Plagiopyxidion*"), 2 fields (Tschernosem, calcareous grey alluvial soil; degraded "*Plagiopyxidion*"), and 1 beech forest

(decalcified brown earth; "*Tracheleuglyphion acollae*"). The amount of available nutrients and the enzymatic activity are highest in the beech forest, and lowest in the slightly compacted fields. Generally, the bottomlands show up better than the "Heißländen". The enzymatic activity decreases strongly from 0-2 cm to 2-10 cm soil depth in the "Heißländen" and the beech forest, but is rather uniform distributed in the bottomlands and the fields. This pattern coincides with that of the protozoa. Concerning their productivity potential, the sites can be ranked as follows: beech forest < bottomlands < fields < "Heißländen".

65 testacean and 132 ciliate species were found on 10 sampling occasions during 27 months. The species number of the Testacea is highest in the bottomlands and the beech forest, and lowest in the fields. Contrary, the species numbers of the ciliates are not significantly different. Concerning the species and dominance identity, the 7 sites assemble into 4 "meaningful" groups which correspond to the botanical and pedological site characterization. The quickly cyst forming Colpodea dominate in the dry "Heißländen" and the beech forest, whereas the more slowly cyst forming Polyhymenophora dominate in the wet bottomlands. The constancy of the ciliates is higher in the more stable (with regard to the water supply mainly!) sites "Heißländen" and beech forest than in the more astatic bottomlands and fields. No such difference is shown by the testacean communities. The protozoan community that is typical for the investigated area differs from those known from other soils. The species which are common to mild and acid humus show a slightly mixed distribution. This coincides with the pedological results which prove that transition-like kinds of humus (mull-like moder etc.) dominate. However, species which are characteristic of mull are most frequent.

Gliederung

1. Einleitung
2. Lage und Charakteristik des Untersuchungsgebietes
3. Untersuchungsmethoden
 - 3.1. Pedologische Methoden
 - 3.2. Protozoologische Methoden
4. Ergebnisse und Diskussion
 - 4.1. Pedologische Untersuchungen
 - 4.1.1. Profilbeschreibung
 - 4.1.2. Analytische Kennzeichnung
 - 4.1.3. Bewertung
 - 4.2. Protozoologische Untersuchungen
 - 4.2.1. Artenzahl, Artenspektrum, Artenidentität
 - 4.2.2. Konstanz, Dominanz, Dominantenidentität, Charakterisierung der Taxozöosen
 - 4.2.3. Einstufung der Humusform mit Indikatorarten
 - 4.2.4. Vertikalverteilung
 - 4.2.5. Datensammlung zur Autökologie terricoler Protozoen
5. Tabellen
6. Literatur

1. Einleitung

Die Protozoen sind von großer Bedeutung für den Stoffumsatz im Boden. Speziell oberhalb der Waldgrenze erreicht ihre "standing crop" bis 70% der zoogenen Biomasse (R.C. Davis, 1981; W. Foissner, 1984). Unter günstigerem Klimaregime treten zwar die Meso- und Makrofauna stärker in den

Vordergrund, dennoch ist der Anteil der Protozoen immer noch beträchtlich, vor allem an der Produktion, wie der Produktion/Biomasse-Quotient bis zu 110:1 andeutet (W. Schönborn, 1975, 1982).

Auch als Bioindikatoren finden die Protozoen zunehmendes Interesse. Feldökologische und experimentelle Arbeiten belegen nämlich, daß sie auf viele natürliche und/oder anthropogen verursachte Veränderungen des Bodens sehr empfindlich reagieren (J.D. Lousier, 1974; J.G. Gel'cer und V.A. Geptner, 1976; G. Kasi Viswanath und S.C. Pillai, 1977; W. Foissner, 1981, 1984; W. Foissner und H. Adam, 1981; W. Foissner et al., 1982; H. Berger et al., 1984). Dieser Gesichtspunkt war ausschlaggebend für die in der vorliegenden Arbeit gewählte kombinierte Darstellung kleinstratigraphischer pedologischer und protozoologischer Ergebnisse, da nur so die für die Bioindikation wichtige saubere autökologische Charakterisierung der einzelnen Arten durch Milieuspektren möglich ist (W. Foissner und T. Peer, 1984).

Frühere Studien über die terricole Protozoenfauna des Tullnerfeldes liegen nicht vor. Bodenkundliche Hinweise finden sich im Erläuterungsheft des Kartierungsbereiches Tulln der Österreichischen Bodenkartierung, im Heft 26 der Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft (1983), bei G. Wendelberger (1960) und H. Jelem (1974).

2. Lage und Charakteristik des Untersuchungsgebietes

Die folgende kurze Übersicht stützt sich auf die Arbeiten von L. Piffll (1971) und H. Jelem (1974). Herrn Dr. Neuwirth von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Wien) danken wir für die Überlassung der Rohdaten der unseren Standorten nächst gelegenen Klimastationen "Langenlebarn" und "Krems" für die Jahre 1980-1982. Sie

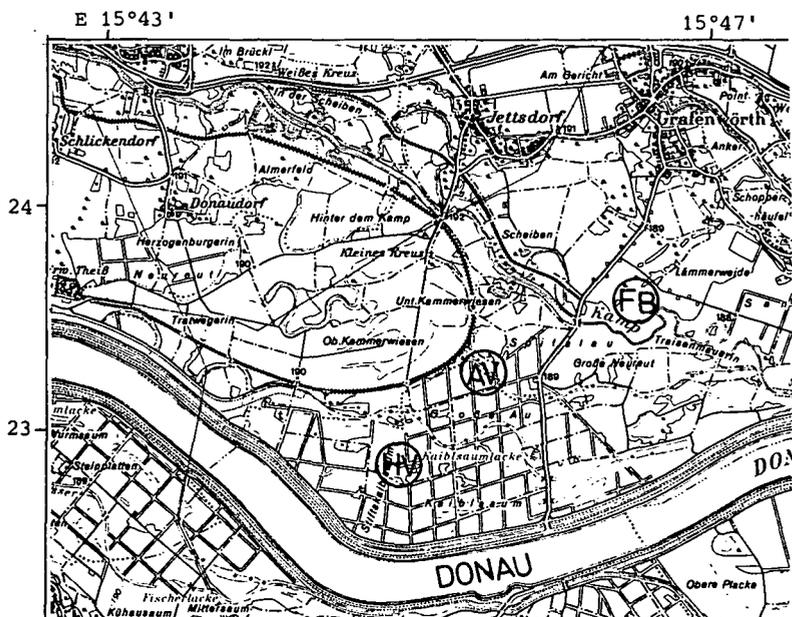
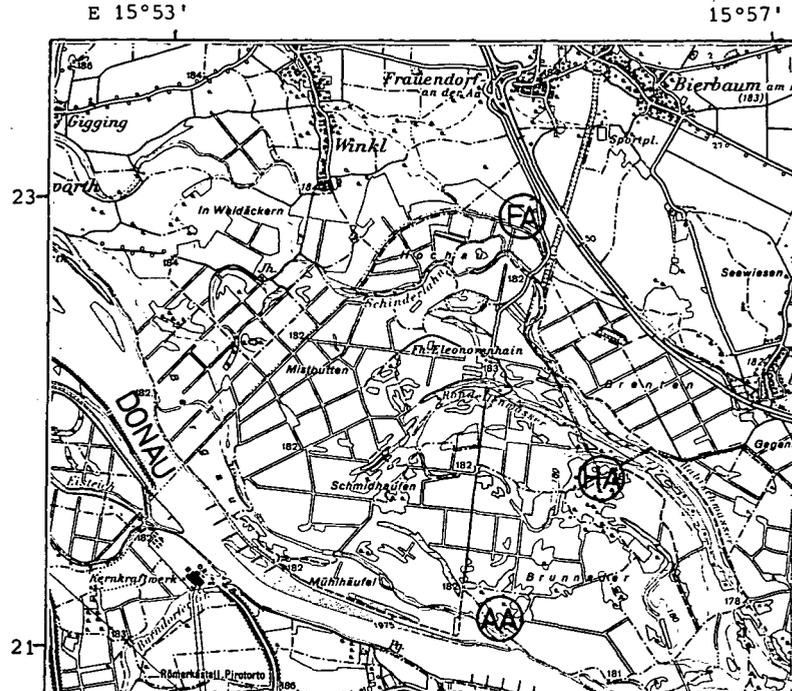
wurden von Herrn Dr. Pohla (Salzburg) ausgewertet. Dieser führte auch die mikroklimatischen Messungen durch.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Einflußbereich der Donau, die in den weichen Schichten des Molassevorlandes eine ovale Stromebene um den Ort Tulln bildet: das Tullnerfeld. Die Standorte (Heißblände Althann = HA, Heißblände Vogelsang = HV, Frische Weidenau Althann = AA, Nasse Weidenau Vogelsang = AV, Ackerland A = FA, Ackerland B = FB) befinden sich im jüngsten Aufschüttungsraum der Donau, im sogenannten Auland in rund 180 m Seehöhe. Standort Wald-Baumgarten (B) liegt am Südrand des Tullnerfeldes im Bereich der Molasse.

Das Klima entspricht der "Feuchttemperierten Klimazone". Das Monatsmittel der Temperatur beträgt im langjährigen Durchschnitt 9,5°C. Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich auf durchschnittlich 616 mm, wobei es in allen Monaten regnet. Die Streuung der Niederschläge ist mit 20% relativ groß, wodurch die Wasserversorgung für seltener überschwemmte Standorte gering und unregelmäßig ist. Das Jahr 1980 war etwas kühler als normal (Monatsmittel: 8,3°C; Jahresniederschlagssumme: 603 mm). Die Jahre 1981 und 1982 waren ungewöhnlich trocken (Jahresniederschlagssummen: 510 mm und 499 mm; Monatsmittel der Temperatur: 9,6°C und 9,6°C).

Hinsichtlich des Mikroklimas sind die Heißbländen als xerotherme Extremstandorte einzustufen, da ihre Temperaturamplitude an sonnigen Tagen 30°C erreicht und die Lichtintensität wegen der schüttereren Pflanzendecke auch in Bodennähe sehr hoch ist (bis 55.000 Lux). Wesentlich ausgeglichener sind auf Grund des dichten Pflanzenbewuchses die Aulandstandorte. Bei ihnen beträgt die Luftfeuchtigkeit in Bodennähe fast immer mehr als 80%. Die Felder nehmen eine Mittelstellung zwischen den Auen und Heißbländen ein. Sie sind charakterisiert durch einen geringen Wassergehalt (16% FG bei n=10) und rasche oberflächliche Austrocknung (vgl. Abb. 1).

Abbildung 1: Lage der Probenahmestellen in den Kartenausschnitten der vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen herausgegebenen Österreich-Karte 1:50.000 (Blatt 38: Krems an der Donau, Blatt 39: Tulln). HA = Heißblände Althann, AA = Frische Weidenau Althann, FA = Feld A, HV = Heißblände Vogelsang, AV = Nasse Weidenau Vogelsang, FB = Feld B.



3. Untersuchungsmethoden

3.1. Pedologische Methoden

Die Profilbeschreibung wurde anlässlich einer Geländebegehung im Frühsommer 1983 unter Verwendung des in Heft 13 der Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft von J. Fink (1969) zusammengefaßten Nomenklatur durchgeführt. Für die Laboranalysen dienten Bodenproben vom Februar 1981. Sie wurden nach den bei T. Peer und W. Foissner (1984) beschriebenen Verfahren bearbeitet.

3.2. Protozoologische Methoden

Die protozoologischen Ergebnisse basieren auf 10 Probenahmen am: 7.8.1980, 21.11.1980, 20.2.1981, 24.4.1981, 1.8.1981, 8.11.1981, 17.2.1982, 30.4.1982, 30.7.1982, 30.10.1982.

Für die Bestimmung der Artenzahl und Abundanz wurden innerhalb eines ungefähr 4 m² großen Areals 5, etwa 5x5 cm große Bodenproben ausgestochen und in 0-5 cm und 5-10 cm Bodentiefe auseinander geschnitten. Die Schichten der "Subsamples" wurden erst kurz vor der Zählung der Protozoen zerkleinert und von groben Wurzelteilen und lebenden Pflanzen befreit. Zur Bestimmung des Artenspektrums und für taxonomische Zwecke wurden außerdem Proben der Förna (0-2 cm) genommen.

Die Bestimmung der Abundanz und des Artenspektrums der Ciliaten und Testaceen erfolgte mit den bei W. Foissner (1984) und W. Foissner und T. Peer (1984) angeführten Methoden. In diesen Arbeiten sind auch die Verfahren der zöologischen und statistischen Auswertung angeführt.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Pedologische Untersuchungen

4.1.1. Profilbeschreibung

Profil 1: Heißlände Althann (HA): Seehöhe 181 m.
 Vegetation: Trockenrasen (*Xerobrometum*) umgeben von Sanddornbüschen; Vegetationsdecke nicht voll geschlossen; Pappeln wipfeldürr. Relief: Aubereich, eben. Wasserverhältnisse: trocken; Überflutungen wurden nicht beobachtet. Ausgangsmaterial: Schwemmaterial der höheren Austufe.

O _f	0,5 - 0 cm	organische Auflage (Moose, Flechten, verholzte Stengel und Blattscheiden), kaum zersetzt, stark durchsandet, absetzend
A _h	0 - 1,5 cm	schluffiger Sand, humusreich, Moder, kalkreich, feinkrümelig, gut porös, n: 10 YR 2/1, intensiv durchwurzelt, allmählich übergehend
A _h B _v	1,5 - 2 cm	schluffiger Sand, humusreich (mullartiger Moder), hoher Kalkgehalt, krümelig, schwach blockig, gut porös, hoher Kiesanteil, n: 10 YR 2/2 bzw. 10 YR 3/2 - 3/3, gut durchwurzelt, allmählich übergehend
B _v C _v	2 - 5 cm	schwach lehmiger Sand, mittelhumos, hoher Kalkgehalt, schwach blockig bis körnig, mäßig dicht bis locker, schottrig, n: 10 YR 3/2 - 3/3, gut durchwurzelt, übergehend
C _v	5 - 10 cm	schwach lehmiger Sand, mittelhumos, hoher Kalkgehalt, feinkörnig, schwach blockig, mäßig dicht, schottrig, n: 7,5 YR 4/3, gut durchwurzelt, übergehend in die Schotter-Sand-Fraktion.

Bodentyp: Brauner, humusreicher Auboden

Profil 2: Frische Weidenau Althann (AA): Seehöhe: 176 m.
 Vegetation: *Phalaris arundinacea-Urtica dioica-Silberweidenau* (H. Jelem, 1974). Die Weiden (Stammdurchmesser bis 60 cm) gehören zu einem natürlichen, relativ alten Bestand. Die Probefläche ist bedeckt von *Urtica dioica* und befindet sich am Rande eines Altwasserarms in der gebüschreichen Übergangszone zur Pappelau. Relief: Aubereich, eben. Wasser- verhältnisse: naß. Überflutungen bereits bei mittlerer Hochwasserführung der Donau. Ausgangsmaterial: Schwemm- material der tieferen Austufe.

A _h	0 - 0,2 cm	schwach sandiger Lehm, humusreich (Mull), hoher Kalkgehalt, mittelkrümelig, gut porös, n: 2,5 Y 3/2, intensiv durchwurzelt, zahlreiche Wurmlo- sungen, allmählich übergehend
A _h B _v	0,2 - 5 cm	schluffiger Lehm, humusreich (Mull), hoher Kalk- gehalt, schwach blockig bis krümelig, gut porös, n: 2,5 Y 4/2, gut durchwurzelt, zahlreiche Fraß- spuren, Kotreste und Schalenreste, allmählich übergehend
B _{vg}	5 - 10 cm	lehmiger Schluff, humusreich, kalkreich, mittel- blockig, mittelporös, mäßig dicht, n: 2,5 Y 4/2, zum Teil schwach marmoriert, vereinzelt Rost- flecken, gut durchwurzelt mit dicken Rhizomen, zahlreiche Wurmlosungen und Schalenreste, all- mählich übergehend in G _{or} .

Bodentyp: Vergleyter Grauer Auboden

Profil 3: Feld A (FA): Seehöhe 184 m. Wirtschaftsform: Fruchtwechselwirtschaft (Weizen, Mais) mit Einsatz von Mineraldüngern und Pestiziden. Die Ernterückstände werden eingeackert. Relief: Aubereich, eben. Wasserverhältnisse: trocken; Überflutungen wurden nicht beobachtet. Ausgangsmaterial: Schwemmaterial der höheren Austufe.

In den oberen 10 cm keine Horizontierung: schluffiger Lehm, mittelhumos mit hohem Dauerhumusanteil (Mull), kalkreich, schwach krümelig bis blockig, mittel porös, etwas verdichtet, n: 10 YR 4/3, zahlreiche Feinwurzeln, reichlich Regenwurmlosung.

Bodentyp: Tschernosem.

Profil 4: Heißblände Vogelsang (HV): Seehöhe 189 m. Vegetation: Trockenrasen (*Xerobrometum*); Vegetationsdecke geschlossen; Schwarzpappel und Sanddorn fehlen. Relief: Aubereich, eben. Wasserverhältnisse: trocken; Überflutungen bei Katastrophenhochwässern möglich und beobachtet (Sommer 1981). Ausgangsmaterial: Schwemmaterial der höheren Austufe.

O _f	0,5 - 0 cm	organische Auflage (Moose, Flechten, Blattscheiden), kaum zersetzt, absetzend
A _h	0 - 1,5 cm	lehmiger Schluff, mittelhumos (Moder), hoher Kalkgehalt, feinkrümelig, gut porös, n: 10 YR 3/3, intensiv durchwurzelt, allmählich übergehend
A _h B _v	1,5 - 4 cm	lehmiger Schluff, mittelhumos (mullartiger Moder), hoher Kalkgehalt, feinkrümelig bis schwach blockig, gut porös, n: 10 YR 3/4 - 4/4, gut durchwurzelt, allmählich übergehend

B_v 4 - 10 cm lehmiger Schluff, nach unten zunehmend sandiger werdend, mittelhumos, kalkreich, schwach blockig, mittelporös, mäßig dicht, n: 10 YR 4/4, gut durchwurzelt, Wurmlösungen, übergehend in die Schotter-Sand-Fraktion.

Bodentyp: Brauner Auboden

Profil 5: Nasse Weidenau Vogelsang (AV): Seehöhe 185 m. Vegetation: *Phalaris arundinacea-Phragmites australis-Silberweidenau* (H. Jelem, 1974). Die Probenfläche befindet sich in einem teilweise ausgetrockneten Seitenarm der Donau mit aufgeforsteten Weiden. Die Bäume sind relativ jung (Stammdurchmesser bis 30 cm), aber dicht. Relief: Aubereich, eben; Areal der Probenahmestelle leicht grabenförmig eingesenkt. Wasserverhältnisse: naß; Überflutungen bereits bei mittlerer Hochwasserführung der Donau. Ausgangsmaterial: Schwemmaterial der tieferen Austufe.

A_h 0 - 0,5 cm feinsandiger Schluff, humusreich (Mull), hoher Kalkgehalt, krümelig, gut porös, n: 2,5 Y 3/2, intensiv durchwurzelt, übergehend

A_hB_vD 0,5 - 3 cm stark sandiger Schluff, mittelhumos (Mull), sehr kalkreich, feinkrümelig bis schwach blockig, gut porös, n: 2,5 Y 4/3 - 4/4, vereinzelt Sandlinsen und Sandbänder, gut durchwurzelt, absetzend

B_{beg} 3 - 10 cm sandiger Lehm, humusreich, sehr kalkreich, krümelig bis schwach blockig, gut porös, locker, n: 2,5 Y 4/4, vereinzelt Humusflecken, Kot- und Schalenreste, gut durchwurzelt, allmählich übergehend in D-Horizont.

Bodentyp: Grauer, überlagerter Auboden

Profil 6: Feld B (FB): Seehöhe 189 m. Wirtschaftsform: Fruchtwechselwirtschaft (Weizen, Mais, Kartoffel) mit Einsatz von Mineraldüngern und Pestiziden. Die Ernterückstände werden eingeackert. Relief: Aubereich, eben. Wasserverhältnisse: trocken; Überflutungen bei Katastrophenhochwässern möglich und beobachtet. Ausgangsmaterial: Schwemmaterial der höheren Austufe.

In den oberen 10 cm keine Horizontierung. Sandiger Lehm, schwach humos mit hohem Dauerhumusanteil (Mull), kalkreich, feinkrümelig, mittel porös, leicht verdichtet, n: 10 YR 4/3, Humusflecken, zahlreiche Feinwurzeln, vereinzelt Regenwurmlosung.

Bodentyp: Kalkhaltiger Grauer Auboden.

Profil 7: Baumgarten-Wald (B): Seehöhe 260 m. Vegetation: Rotbuche, Stieleiche, Waldmeister, Maiglöckchen (*Asperulofagetum* s.l., K. Zukrigl, 1973). Relief: schwach geneigter NE-Hang des Auberges, etwa 1 km nördlich des Ortes Baumgarten. Die Probefläche liegt etwa 20 m im Inneren des Waldes. Wasserverhältnisse: mäßig trocken. Ausgangsmaterial: Mergel.

O _p O _h	1 - 0 cm	organische Auflage aus schwach bis gut zersetztem Fallaub, eumyzetische Humusbildung (Moder), zahlreiche Pilzhyphen, schwach absetzend
A _h	0 - 1 cm	schluffiger Lehm, sehr humusreich, modriger Mull, kalkfrei, feinkrümelig, gut porös, locker, n: 10 YR 2/2 - 3/2, intensiv durchwurzelt, übergehend
A _h B _v	1 - 6 cm	schwach toniger Lehm, humusreich, modriger Mull, geringer Kalkgehalt, undeutlich blockig bis krümelig, gut porös, n: 10 YR 4/3, vereinzelt Fahlflecken (n: 10 YR 5/4) und Humusflecken (n: 10 YR 3/4), gut durchwurzelt, übergehend
B _v B _t	ab 6 cm	toniger Lehm, humos, mäßiger Kalkgehalt, blockig, mäßig dicht, im Feuchtzustand sehr plastisch, n: 10 YR 4/6, schwach durchwurzelt.

Bodentyp: Entkalkte Lockersediment-Braunerde

4.1.2. Analytische Kennzeichnung (Tabelle 1)

Bodenreaktion, pH-Wert: Die pH-Werte liegen im neutralen bis schwach alkalischen Bereich. Innerhalb der einzelnen Horizonte treten keine größeren Unterschiede auf.

Kalkgehalt: Mit Ausnahme der Lockersediment-Braunerde, die oberflächlich entkalkt ist, beträgt der Karbonatgehalt in den übrigen Böden mehr als 15%. Er nimmt in den flachgründigen Böden der Heißländen nach unten hin zu, in den tiefgründigeren Böden der Auen leicht ab.

Humus, abbaubare organische Substanz (AOS): Die Humusgehalte sind sehr unterschiedlich. Am höchsten sind sie in der entkalkten Lockersediment-Braunerde (>12%), am niedrigsten im Tschernosem und im kalkhaltigen Grauen Auboden (1,3 - 2,8%). Die Böden der Auen sind etwas humusreicher als die der Heißländen, lediglich der Horizont 0 - 2 cm vom Braunen, humusreichen Auboden bildet eine Ausnahme. Innerhalb des Profils nehmen die Humusgehalte im allgemeinen ab. Abweichend verhalten sich auf Grund des gestörten Oberbodens (Tschernosem, kalkhaltiger Grauer Auboden und Grauer, überlagerter Auboden).

Gesamtstickstoff, N_{ges} und C/N-Verhältnis: Die Gesamtstickstoffgehalte schwanken zwischen 0,64% in der entkalkten Lockersediment-Braunerde und 0,11 bzw. 0,21% im Tschernosem und kalkhaltigem Grauen Auboden. Die enge Beziehung zum Humusgehalt kommt in den verschiedenen humosen Böden der Auen und Heißländen sowie in den überlagerten Horizonten des Tschernosems, des kalkhaltigen Grauen Aubodens und des Grauen, überlagerten Aubodens zum Ausdruck. Die C/N-Verhältnisse unterscheiden sich nur wenig, lediglich die Felder setzen sich etwas ab. Im allgemeinen dürften gute Zersetzungsbedingungen vorherrschen. Über die effektive N-Versorgung geben diese Werte jedoch keinen Aufschluß.

Austauschbares Phosphat (P_2O_5), Kali (K_2O) und Magnesium (Mg): Hinsichtlich der Versorgung mit P und K überwiegt

die räumliche Differenzierung. Die Reihenfolge lautet: Entkalkte Lockersediment-Braunerde < Brauner, humusreicher Auboden; Vergleyter, Grauer Auboden < Brauner Auboden; Grauer, überlagertes Auboden < Tschernosem; kalkhaltiger, Grauer Auboden. In der Regel sind die Böden der Auen etwas besser versorgt als die der Heißländen. Die meisten Standorte leiden unter extremem P-Mangel, nur der vergleyte Graue Auboden und die entkalkte Lockersediment-Braunerde sind etwas P-reicher. Günstiger ist die Situation beim Kali, wobei nur die Felder unterversorgt sind. Hohe Kaligehalte kommen vor allem in der entkalkten Lockersediment-Braunerde und im vergleyten, Grauen Auboden vor. Beim Magnesium sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten nicht so eklatant, selbst die Felder sind ausreichend versorgt. Mit zunehmender Bodentiefe nehmen die Nährstoffgehalte ab, außer bei den überlagerten Horizonten.

Korngrößenzusammensetzung: Der Großteil der Böden liegt im Bereich des schluffigen Lehms bzw. des lehmigen Schluffs. Einen höheren Sandanteil besitzt der Braune, humusreiche Auboden, einen höheren Tonanteil die entkalkte Lockersediment-Braunerde. Innerhalb der einzelnen Horizonte sind die Unterschiede gering. Nur im Grauen, überlagerten Auboden fällt eine stärkere Veränderung im Korngrößenspektrum auf.

Porenvolumen (PV), Raumgewicht (RG) und Dichte (s): Porenvolumen und Raumgewicht hängen eng zusammen. Die meisten Böden sind gut porös (60 - 70% PV) und nur wenig verdichtet. Jene der Auen sind etwas lockerer als die der Heißländen. Am stärksten verdichtet sind die Felder mit 1,16 bis 1,49 g/cm³. Ab 5 cm Bodentiefe nimmt der Verdichtungsgrad allgemein zu und die Porosität ab. Eine Ausnahme bildet auch hier der Graue, überlagerte Auboden. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 2,11 g/cm³ in der entkalkten Lockersediment-Braunerde und 2,50 g/cm³ im Tschernosem und kalkhaltigem Grauen Auboden.

CO₂-Abgabe, Katalase- und Dehydrogenaseaktivität: Die höchsten Enzymaktivitäten kommen übereinstimmend bei allen Methoden in der entkalkten Lockersediment-Braunerde vor, die niedrigsten im Tschernosem und kalkhaltigem Grauen Auboden. Der Tschernosem ist etwas aktiver als der kalkhaltige Graue Auboden. Bei den Böden der Auen und Heißländen sind die Ergebnisse unterschiedlich. So ist der CO₂-Ausstoß, bis auf den obersten Horizont vom Braunen, humusreichen Auboden, in den Auen höher als in den Heißländen. Bei der Dehydrogenaseaktivität gilt dies nur mehr für den Grauen, überlagerten Auboden und für den tiefsten Horizont vom vergleyten, Grauen Auboden. Bei der Katalaseaktivität sind nur mehr die unteren Horizonte vom vergleyten, Grauen Auboden aktiver; ansonsten übertreffen hier die Heißländen die Auen. Der räumliche Vergleich zeigt, daß die Böden von Althann aktiver sind als jene von Vogelsang, was auch für die Humus- und Nährstoffversorgung gilt. Mit zunehmender Bodentiefe nimmt die Enzymaktivität mit einem meist deutlichen Sprung in 5 cm ab, lediglich im Tschernosem, kalkhaltigem Grauen Auboden und im Grauen, überlagerten Auboden sind die Verhältnisse wieder umgekehrt.

4.1.3. Bewertung

Die chemischen, physikalischen und enzymatischen Befunde weisen den Buchenwald als den günstigsten Standort aus. Der Boden wird vom Muttergestein und vom Biomasseanfall gut versorgt und stellt sich als weitgehend intaktes und geschlossenes System dar. Allerdings haben innerhalb des Profiles bereits Umlagerungen stattgefunden, die zu einer oberflächlichen Entkalkung führten, von der die übrigen Nährstoffe aber noch nicht betroffen sind. Der höhere Tonanteil in den tieferen Horizonten könnte auch stratigraphische Ursachen haben. Eine Weiterentwicklung in Richtung Parabraunerde bzw., bei stärkerer Untergrundverdichtung,

zur pseudovergleyten Lockersediment-Braunerde ist wahrscheinlich.

Wesentlich jünger sind die Böden der Auen. Sie werden noch gelegentlich eingestaut und mit Sedimenten überlagert (Grauer, überlagerter Auboden), sind feucht und gegenüber der entkalkten Lockersediment-Braunerde nährstoffärmer. Ihr Stoffumsatz vollzieht sich vor allem in der lebenden Biomasse, wodurch eine stärkere Nährstoffanreicherung im Boden verhindert wird (H. Margl, 1972). Auf eine ausreichende N-Versorgung weisen die vielen Stickstoffzeiger. Das Ausgangsmaterial ist sehr kalkreich, dürfte aber im Gebiet von Althann etwas silikatischer, vielleicht auch besser sortiert sein als im Gebiet von Vogelsang, ein Umstand, der sich im vergleyten, Grauen Auboden durch eine höhere Nährstoffverfügbarkeit bemerkbar macht. Änderungen in der Sedimentzusammensetzung treten in Auegebieten immer wieder auf und sind von H. Jelem (1974) und W.E.H. Blum und M. Sali-Bazze (1981) als morphogenetisch äußerst bedeutsam dargestellt worden. Pflanzensoziologisch steht der Graue, überlagerte Auboden auf einem jüngeren Entwicklungsstand als der vergleyte Graue Auboden und repräsentiert den Übergang von der "Feuchten" zur "Frischen Weidenau" (H. Jelem, 1974).

In den Heißländern sind die Böden flachgründig, trocken und nur spärlich bewachsen. Es fehlen vor allem Phosphor und Stickstoff, und auch die Humusgehalte sind niedriger als in den Auen. Dennoch ist die Enzymaktivität in der Humusschicht meist sehr hoch. Es scheint, daß das Bakterienleben in den Heißländern auf die obersten Horizonte konzentriert ist, während es sich in den Auen auf einen größeren Bereich verteilt. Darauf deutet auch die Vertikalverteilung der Protozoen. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß bei den enzymatischen Untersuchungen noch methodische Schwierigkeiten auftreten, die eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschweren (E. Ahrens, 1975; F. Schinner und A. Pfitscher, 1978). Dazu kommt, daß die Enzymaktivität be-

trächtlichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt und auch kleinstratigraphisch stark variiert (T. Peer und W. Foissner, 1984). Genetisch repräsentiert der Braune Auboden ein reiferes Entwicklungsstadium mit besseren Zersetzungsbedingungen und evolvierterer Pflanzenbesiedlung als der Braune, humusreichere Auboden.

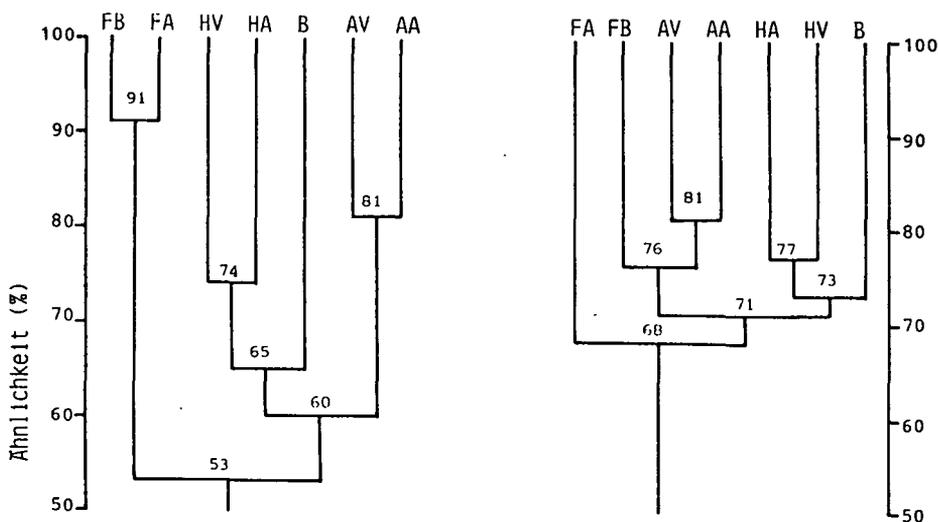
Zu den am schlechtesten versorgten Standorten zählen die Ackerstandorte. Sie sind extrem nährstoffarm, humusarm, verdichtet und gering aktiv. Langjährige einseitige Nutzung dürfte diesen Zustand herbeigeführt haben. Trotzdem werden sie relativ hoch eingestuft und gelten als ertragssichere Standorte. Von der Ertragsleistung sind sie daher auf jeden Fall vor den Heißbländen einzustufen. Die geringen Unterschiede, die zwischen den beiden Flächen bestehen, dürften genetische Ursachen haben: so kann Standort 3 bereits dem Tschernosem zugeordnet werden, während bei Standort 6 noch der Graue Auboden dominiert.

4.2. Protozoologische Untersuchungen

4.2.1. Artenzahl, Artenspektrum, Artenidentität

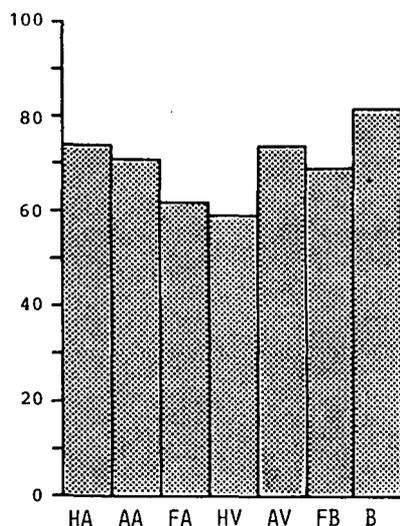
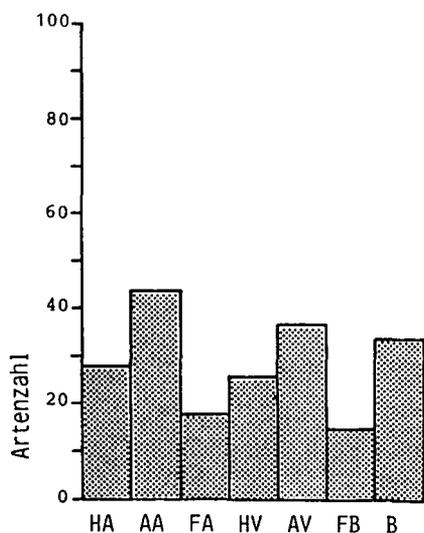
In den 7 Böden wurden 65 Testaceen- und 132 Ciliatenspecies gefunden (Tab. 2, 3). Viele Arten sind für die Wissenschaft neu (Beschreibungen z.B. bei W. Foissner, 1982). Bemerkenswert ist die hohe Artenzahl der Ciliaten, sowohl insgesamt als auch an den einzelnen Standorten (Tab. 3, Abb. 2). Ähnlich hohe Werte aus standörtlich vergleichbaren Biotopen waren bisher unbekannt, was nur damit erklärt werden kann, daß die faunistischen Angaben anderer Autoren offensichtlich sehr unvollständig sind. In den durch periglaziale Bedingungen geprägten Gebirgsregionen ist die Artenzahl im Durchschnitt bedeutend geringer (W. Foissner, 1984). Vergleichbares gilt für die Metazoen (H. Franz, 1979). Die Artenzahlen der Testaceen entsprechen

Abbildung 2: Artenidentität nach Sørensen und Gesamtartenzahl der Testaceen und Ciliaten in 0-10 cm Bodentiefe. Es sind alle im Verlaufe der 10 qualitativen und quantitativen Untersuchungen festgestellten Arten berücksichtigt.



Testacea

Ciliophora



jenen anderer Untersuchungen. Dies hängt wohl damit zusammen, daß ihre taxonomische Bearbeitung viel weiter fortgeschritten und die Untersuchungsmethodik weniger schwierig ist als bei den Ciliaten. Im Durchschnitt ist sie aber ebenfalls deutlich höher als jene über der Waldgrenze (vgl. W. Foissner und H. Adam, 1981; H. Laminger et al., 1980; J. Vergeiner et al., 1982).

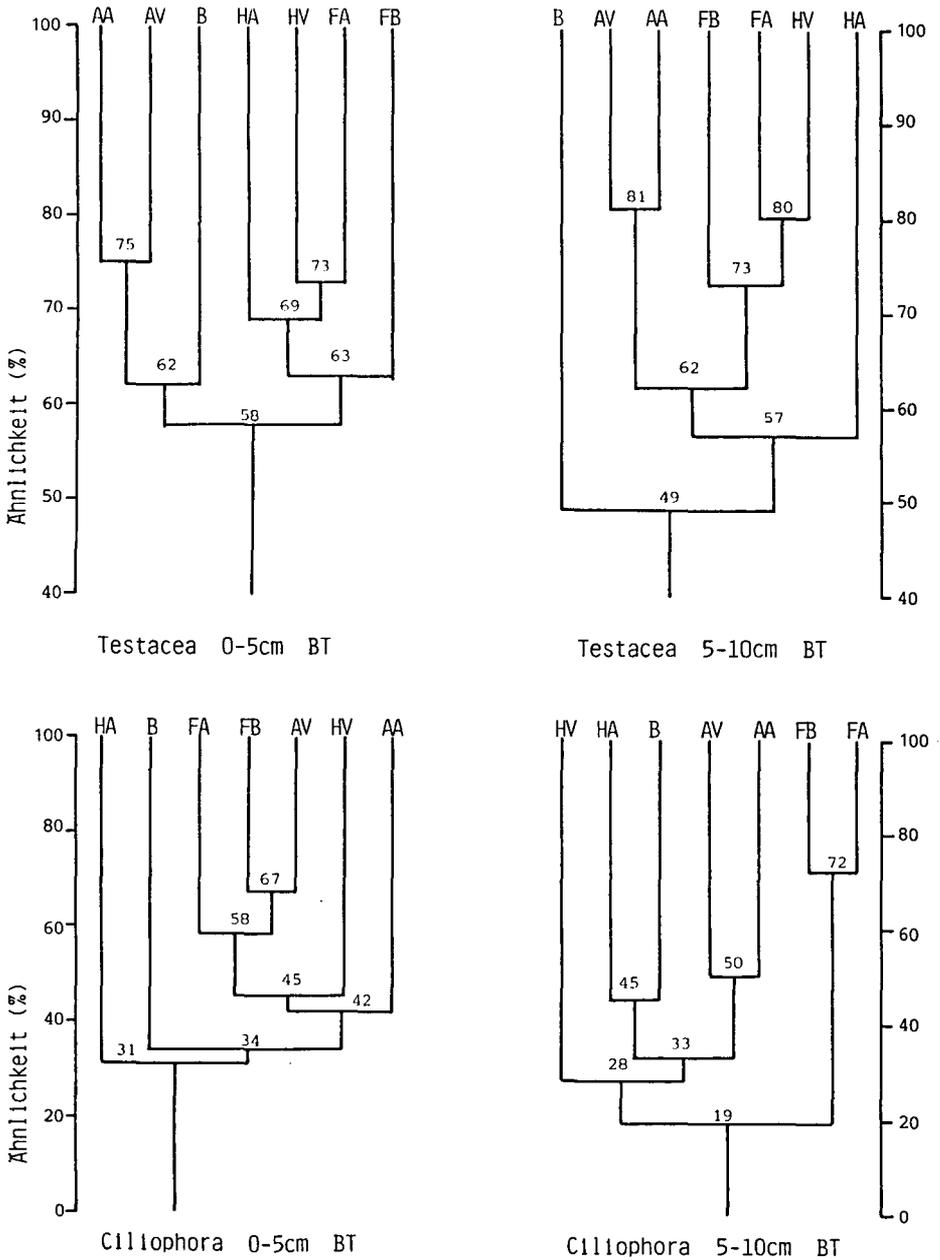
Die höchste Testaceen-Artenzahl besitzen der vergleyte Graue Auboden, der Graue überlagerte Auboden und die entkalkte Lockersediment-Braunerde, die niedrigste der Tschernosem und der kalkhaltige Graue Auboden, jene vom Braunen, humusreichen Auboden und Braunem Auboden liegt dazwischen. Die Unterschiede sind statistisch signifikant ($P \leq 0,05$). Bei den Ciliaten ist die Artenzahl in allen Böden sehr ähnlich und statistisch nicht signifikant verschieden ($P \geq 0,05$). Dies bestätigt Ergebnisse von W. Foissner und T. Peer (1984), wonach die Testaceen auf eine Störung des natürlichen Lebensraumes (Ackerland) deutlicher mit einem Artenverlust reagieren als die Ciliaten (Tab. 2, Abb. 2).

Hinsichtlich der Übereinstimmung im Artenspektrum gruppieren sich die 7 Standorte deutlich in 4 "sinnvolle" Einheiten, die den botanischen und pedologischen Biotopcharakteristika entsprechen: die Auen (vergleyter Grauer Auboden und Grauer, überlagerter Auboden), die Ackerstandorte (Tschernosem, kalkhaltiger Grauer Auboden), die Heißländen (Brauner, humusreicher Auboden und Brauner Auboden) und der Wald (entkalkte Lockersediment-Braunerde), dessen Artenspektrum am meisten dem der Heißländen ähnelt (Abb. 2). Bei den Ciliaten setzt sich der Tschernosem leicht ab. Diese Gruppierung macht die Eignung der Protozoen für die Standortscharakterisierung und damit zur Bioindikation deutlich. Dies deckt sich mit früheren feldökologischen und experimentellen Untersuchungen (J.D. Lousier, 1975; W. Foissner, 1981, 1984; W. Foissner und H. Adam, 1981; W. Foissner et al., 1982; J. Vergeiner et al., 1982; H. Berger et al., 1984).

4.2.2. Konstanz, Dominanz, Dominantenidentität, Charakterisierung der Taxozönosen

Die Auen stimmen in den konstanten und dominanten Testaceenspecies sehr gut überein (Tab. 4). In den Vordergrund tritt die Gattung *Centropyxis*, wobei *C. constricta* und *C. elongata* auf diese Standorte beschränkt sind. Das Artenspektrum läßt nur die Eingliederung in die Ordnung *Centropyxidetalia* zu, und zwar in die Allianz *Centropyxidion constricta* Bonnet, 1964. Auch die Heißländen stimmen in den konstanten und dominanten Arten weitgehend überein (Tab. 4). In diesen Böden tritt die kryptostome (Austrocknungsschutz!) Gattung *Plagiopyxis* stärker in den Vordergrund als in den Auen. Das legt eine Einordnung in die Allianz *Plagiopyxidion* nahe. Sie befindet sich ebenfalls in der Ordnung *Centropyxidetalia*, die wenig entwickelte, skelettreiche Böden charakterisiert, was mit den bodenkundlichen Untersuchungen gut übereinstimmt. Der Standort entkalkte Lockersediment-Braunerde muß dagegen in die Ordnung *Plagiopyxidetalia* gestellt werden, da hier die Pliopyxidae und charakteristische autochthone Arten (*Plagiopyxis* spp., *Schwabia terricola*, *Pseudawerintzewia orbistoma*, *Tracheleuglyphia acollae*) auffallend dominieren (Tab. 4). Innerhalb dieser Ordnung, die evolvierte, humusreiche Böden charakterisiert, kann sie vermutlich zur Allianz *Tracheleuglyphion accollae* L. Bonnet (1964) gestellt werden. Die Ackerflächen sind wegen ihres wenig charakteristischen Spektrums nicht sicher zuzuordnen, dürften aber ein degradiertes *Plagiopyxidion* sein, da sie im Dominanten-Identitätsdiagramm den Heißländen nahe stehen (Abb. 3). Diese 3 Allianzen werden auch in der Dominantenidentität klar ersichtlich, wobei die Bodentiefen 0-5 cm und 5-10 cm weitgehend übereinstimmen (Abb. 3); Hinweis auch darauf, daß die Unterschiede in der Vertikalverteilung weniger qualitativer als vielmehr quantitativer Natur sind.

Abbildung 3: Dominantenidentität nach Renkonen der Testaceen und Ciliaten in 0-5 cm und 5-10 cm Bodentiefe. Es sind alle im Verlaufe der 10 Untersuchungen quantitativ nachgewiesenen Arten berücksichtigt.



Scheidet man bei den Ciliaten die überall dominanten und konstanten Arten aus (*Colpoda fastigata*, *C. inflata*, *Gonostomum affine*, *Homalogastra setosa*, *Leptopharynx costatus*), so bleiben mit Ausnahme der Ackerflächen, die bei den quantitativen Untersuchungen ein sehr eintöniges Artenspektrum zeigen, an jedem Standort noch viele Arten mit einer charakteristischen Assoziation übrig (Tab. 4). Im Braunen, humusreichen Auboden, Braunem Auboden und der entkalkten Lockersediment-Braunerde treten die Colpodea stark in den Vordergrund, und zwar mit streng autochthonen (*Nivaliella plana*, *Pseudoplatyophrya nana*) und/oder sicher bryophilen Species (*Cyrtolophosis acutus*, *Bresslauer vorax*, *Platyophrya macrostoma*, *P. spumacola*). Im vergleyten Grauen Auboden und Grauen, überlagerten Auboden überwiegen dagegen die Polyhymenophora, und zwar sowohl in den Dominanten als auch im Artenspektrum (Tab. 4, 5). Dieser bemerkenswerte Unterschied kann auf die verschiedenen Lebensansprüche der Taxa zurückgeführt werden: Die Polyhymenophora, die schwerer Cysten bilden als die Colpodea, haben in den häufig austrocknenden Heißländern und in dem recht trockenen Wald schlechtere Entwicklungsmöglichkeiten als in den nassen Auen. Daneben sind dafür sicher auch noch die unterschiedlichen pedologischen Verhältnisse verantwortlich, da die Ackerflächen in dieser Hinsicht mehr den Auen als den Heißländern ähneln.

Die Konstanz der Ciliaten ist im vergleyten Grauen Auboden, Grauen überlagerten Auboden, Tschernosem und kalkhaltigem Grauen Auboden geringer als im Braunen, humusreichen Auboden, Braunem Auboden und der entkalkten Lockersediment-Braunerde, was auf den hinsichtlich der Wasserversorgung astatischeren Charakter dieser Biotope zurückgeführt werden kann (Tab. 4). Die Testaceen reagieren darauf nicht. Der Astatismus und die durch die Kulturmethode bedingten methodischen Einschränkungen bewirken vermutlich die wenig "sinnvoll" erscheinende Gruppierung der Standort in 0-5 cm Bodentiefe nach der Dominanteniden-

tität (Abb. 3). In 5-10 cm Bodentiefe, wo der Astatismus mancher Faktoren sicherlich geringer ist, entspricht die Clusterung dagegen weitgehend der Erwartung und stimmt mit jener der Testaceen überein (Abb. 3).

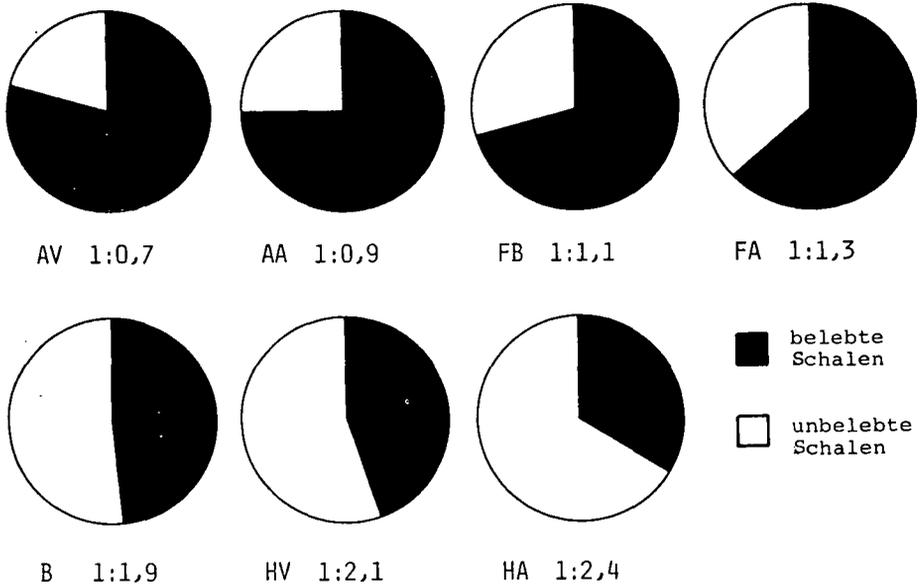
In den 7 Böden treten in 0-10 cm Bodentiefe folgende Ciliaten-Arten mit einer Gesamtkonstanz von mehr als 50% auf (Tab. 3, 4): *Colpoda aspera*, *C. cucullus*, *C. fastigata*, *C. inflata*, *Cyrtolophosis acutus*, *Gonostomum affine*, *Homalogastra setosa*, *Oxytricha setigera*, *Paracolpoda steinii*, *Perisincirra gellertii*, *P. gracilis*, *Leptopharynx costatus*, *Platyophrya macrostoma*, *Pseudochilodonopsis mutabilis*, *Pseudoplatyophrya nana*, *Sathrophilus muscorum*, *Urosomoida agilis*, *Vorticella astyliiforme*. Diese Species, die eine hohe gemeinsame Antreffwahrscheinlichkeit besitzen, bilden die charakteristische Artenverbindung im Untersuchungsgebiet. Sie weicht wenig, aber doch deutlich genug von jener in den Hohen Tauern ab, die durch folgende Species charakterisiert ist (W. Foissner, 1981, 1984): *Colpoda aspera*, *C. inflata*, *Cyclidium glaucoma*, *Cyrtolophosis muscicola*, *Gonostomum affine*, *Gonostomum franzi*, *Leptopharynx costatus*, *Paracolpoda steinii*, *Pseudocyrtolophosis alpestris*, *Platyophrya vorax*, *Pseudoplatyophrya nana*, *Sathrophilus muscorum*, *Urosomoida agilis*. Diese Unterschiede sind ein weiterer Hinweis für die schon früher geäußerte Vermutung, daß in verschiedenen Böden unterschiedliche Ciliatenzönosen existieren (W. Foissner, 1981).

Die häufigsten ($K > 30\%$) Testaceen des Untersuchungsgebietes sind *Centropyxis plagiostoma*, *C. sphagnicola*, *C. aerophila*, *C. orbicularis*, *C. sylvatica*, *C. elongata*, *Cyclopyxis kahli*, *C. eurystoma*, *Phryganella acropodia*, *Plagiopyxis declivis*, *P. minuta* und *Trinema lineare* (Tab. 4). Diese Assoziation weicht deutlich von jener des Großglocknergebietes ab, in der *Centropyxis plagiostoma* fehlt und die euryöke *Phryganella acropodia* weit aus mehr in der Vordergrund tritt (W. Foissner und H. Adam, 1981).

4.2.3. Einstufung der Humusform mit Indikatorarten

Die Festlegung der Humusform ist nach den pedologischen Untersuchungen schwierig, da an allen Standorten Übergangsformen dominieren: Dauerhumus und Mull im Tschernosem, kalkhaltigen Grauen Auboden, Grauen überlagerten Auboden und vergleytem Grauen Auboden, mullartiger Moder im Braunen, humusreichen Auboden und Braunen Auboden und mullartiger Moder vermischt mit etwas Rohhumus in der entkalkten Lockersediment-Braunerde. L. Bonnet (1964), W. Schönborn (1973) und W. Foissner (1984) geben für milden und sauren Humus charakteristische Protozoen an. Nach den pedologischen Untersuchungen ist eine "gemischte Verteilung" dieser Arten zu erwarten. Dies ist tatsächlich der Fall (Tab. 6, 7). Präferenzen sind jedoch eindeutig erkennbar, was belegt, daß die Protozoen ein hervorragendes Hilfsmittel bei der Einstufung der Humusform sind. Die Indikatorarten für Mull dominieren im Tschernosem, kalkhaltigem Grauen Auboden, vergleyten Grauen Auboden und Grauen, überlagerten Auboden, jene für Moder und Rohhumus treten vermehrt im Braunen, humusreichen Auboden, Braunen Auboden und der entkalkten Lockersediment-Braunerde auf. Letztere kommt jedoch mit sehr geringen Abundanzen vor, was darauf hinweist, daß der Humus überwiegend in Form von Mull vorliegt. Dies wird auch durch das Verhältnis belebter/unbelebter Testaceen-Schalen bestätigt, das im Mull kleiner als 1:2, im Moder 1:2 bis 1:10 und im Rohhumus meist größer als 1:10 ist (W. Schönborn, 1973; W. Foissner, 1984). Danach befinden sich alle Böden in dem für Mull typischen Bereich, wobei die entkalkte Lockersediment-Braunerde mit 1:1,9 und der Braune, humusreiche Auboden und der Braune Auboden mit 1:2,1 und 1:2,4 zum Moder tendieren (Abb. 4).

Abbildung 4: Anteil der belebten Schalen an der Gesamtanzahl der Testaceen-Schalen. Eingetragen sind die Mittelwerte aus allen 10 Untersuchungen und den Bodentiefen 0-5 cm und 5-10 cm.



Die bei L. Bonnet (1964) und W. Schönborn (1973) als Charakterart für sauren Humus angeführte *Plagiopyxis declivis*, verhält sich indifferent, worauf schon W. Foissner (1984) hinwies.

Bei den Ciliaten ist der Aufbau eines entsprechenden Indikatorsystems erst in den Anfängen (W. Foissner, 1984). Für milden Humus scheint besonders *Urosomoida agilis* typisch zu sein. *Frontonia depressa*, *Bryometopus pseudochilodon* und *Dileptus breviprobois* dürften charakteristisch für sauren, schwer zersetzbaren Humus sein (Tab. 7).

4.2.4. Vertikalverteilung

Tabelle 8 zeigt, daß die Vertikalverteilung der Artenzahl und Abundanz der Testaceen vollständig mit den pedologischen Befunden korreliert. Dies belegt die enge Bindung dieser Gruppe an das biotische und abiotische Faktorengewebe des Bodens. Bei den Ciliaten ist dagegen im Braunen, humusreichen Auboden, vergleyten Grauen Auboden, Grauen, überlagerten Auboden, Tschernosem und kalkhaltigen Grauen Auboden ein entgegengesetzter Trend zu verzeichnen, der sich bei Einschluß aller 10 Probenahmeterminen noch verstärkt. Darüber wird in einer anderen Arbeit berichtet werden.

4.2.5. Datensammlung zur Autökologie terricoler Protozoen

Aus den Angaben der Tabellen 2 und 3 ist ablesbar, in welcher Bodentiefe eine Art vorkommt (K bei den Testaceen, GK in 0-2, 0-5, 5-10 cm bei den Ciliaten). Da diese Strata auch standörtlich und pedologisch eindeutig charakterisiert sind (Kap. 2.4.1., Tab. 1), lassen sich für die einzelnen Arten leicht Milieuspektren exzerpieren (vgl. W. Foissner und T. Peer, 1984). Solche Spektren sind eine wesentliche Bereicherung der Kenntnisse über die Lebensansprüche der einzelnen Arten und damit ein Beitrag zur Bioindikationsforschung.

Tabelle 1. Chemische, physikalische und enzymatische Analysen der untersuchten Böden.

Standort	Bodentiefe (cm)	pH	CaCl ₂	CaCO ₃ %	Humus %	N _{ges} %	C/N %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Mg	Ton %	Schluff fein grob %	Sand %	RG g/cm ³	s	PV %	CO ₂ mg/100g	Dehy. % Abs.	Kata. ml O ₂ /g
HA	0-2	7,2	15,9	8,7	0,48	10,5	2,0	23,5	29,5	13,2	20,4	19,7	46,7	-	-	-	167,2	0,231	12,2
	0-5	7,2	16,0	5,6	0,34	9,6	1,6	19,1	21,0	12,8	18,2	15,2	53,8	0,61	2,2	72,5	134,1	0,146	5,5
	5-10	7,2	19,5	3,6	0,22	9,3	0,8	8,4	13,5	9,8	20,7	18,4	51,1	0,90	2,3	61,7	71,8	0,040	3,3
AA	0-2	7,3	22,0	6,9	0,35	11,4	7,5	34,5	30,0	25,3	48,7	19,6	6,4	-	-	-	162,3	0,044	5,9
	0-5	7,3	21,9	6,6	0,35	10,9	7,7	35,5	29,0	21,7	49,3	21,4	7,6	0,68	2,2	69,4	169,2	0,061	5,7
	5-10	7,2	14,6	6,9	0,42	9,5	1,8	16,8	22,0	20,3	50,2	20,7	8,8	0,81	2,2	63,5	122,2	0,047	5,0
FA	0-2	7,3	19,5	2,4	0,18	7,7	0,5	7,0	21,0	20,1	26,1	19,0	24,8	-	-	-	45,2	0,000	1,5
	0-5	7,1	21,6	2,6	0,20	7,5	0,8	8,9	16,5	19,3	26,2	18,6	35,9	-	-	-	56,7	0,000	2,1
	5-10	7,1	22,2	2,8	0,21	7,6	1,0	9,6	17,0	18,9	26,4	17,1	37,6	1,16	2,5	53,6	67,9	0,000	2,9
HV	0-2	7,3	20,6	3,7	0,23	9,2	0,8	12,5	18,0	15,8	25,2	25,9	33,1	-	-	-	97,2	0,039	5,6
	0-5	7,3	21,1	3,9	0,22	10,2	0,8	12,5	15,0	14,4	27,5	25,5	35,6	0,87	2,3	63,0	89,3	0,029	3,7
	5-10	7,2	22,2	3,4	0,22	8,9	0,5	9,1	10,0	14,3	27,1	30,5	28,1	0,91	2,2	59,0	82,0	0,003	4,0
AV	0-2	7,3	22,9	5,5	0,31	10,2	1,5	21,5	15,0	9,8	28,3	26,4	35,5	-	-	-	163,6	0,050	3,4
	0-5	7,3	23,7	4,7	0,26	10,4	1,0	13,2	26,5	7,2	29,9	29,5	33,4	0,74	2,2	65,9	89,8	0,033	2,4
	5-10	7,3	22,8	7,8	0,39	11,6	1,5	15,9	42,0	25,3	40,4	24,5	9,8	0,61	2,1	71,6	156,8	0,054	2,6
FB	0-2	7,4	16,8	1,3	0,11	6,8	1,2	6,1	16,0	16,1	21,5	21,6	40,8	-	-	-	25,2	0,000	0,6
	0-5	7,5	16,9	1,6	0,14	6,5	1,2	6,8	18,2	16,0	22,2	21,7	40,1	-	-	-	34,8	0,000	0,7
	5-10	7,5	16,7	1,8	0,15	6,9	1,6	7,5	20,0	15,1	21,1	21,5	42,3	1,49	2,5	40,4	39,0	0,000	0,8
B	0-2	6,9	0,0	12,2	0,64	11,0	14,5	47,0	27,5	30,1	23,0	29,0	17,9	-	-	-	206,8	0,252	12,6
	0-5	7,0	1,5	8,2	0,42	11,4	13,8	38,6	30,0	30,9	22,9	14,8	31,4	0,61	2,1	71,1	160,3	0,381	7,6
	5-10	7,2	3,4	4,1	0,25	9,5	5,8	23,6	25,5	32,5	22,3	15,9	29,3	0,95	2,2	52,9	92,3	0,170	4,7

CaCO₃ nach Scheibler; Humus nach De Leenheer; N_{ges} = Kjeldahl-Stickstoff; P₂O₅ und K₂O nach Schüller (CAL-Methode);

Mg nach Schachtschabel; Raumgewicht (RG): Volumen des trockenen Bodens bei 105°C; s = spezifisches Gewicht; Masse durch

Volumen (ohne Hohlräume); CO₂ nach Isermeyer; Dehydrogenase nach Lephard; Katalase nach Beck; PV = Porenvolumen: 100 - $\frac{RG}{5}$

Korngrößen: nach Dispergierung mit 0,4 N Na-Pyrophosphat mittels Naßsiebung und Pipettierung

Tabelle 2. Artenliste, Vorkommen und Konstanz der Testaceen. K = Konstanz belebter Schalen in 0-5 cm Bodentiefe (vor dem Schrägstrich) und 5-10 cm Bodentiefe (nach dem Schrägstrich). GK = Gesamtkonstanz einer Art in 0-5 cm Bodentiefe (vor dem Schrägstrich) und 5-10 cm Bodentiefe (nach dem Schrägstrich) an allen Standorten und Sammeltagen. Da 7 Standorte je 10 mal untersucht wurden, bedeutet die Angabe von GK = 90%, daß diese Species in den 70 Proben 63 mal gefunden wurde. Nur belebte Schalen berücksichtigt! L = nur unbelebte Schalen gefunden.

Species	K(HA)	K(AA)	K(FA)	K(HV)	K(AV)	K(FB)	K(B)	GK
<i>Arcecella arenaria</i> GREEFF	-	10/0	-	-	-	-	-	1/0
<i>Arcecella arenaria</i> var.								
<i>Compressa</i> CHARDEZ	L/0	50/20	-	20/0	10/0	-	10/L	13/3
<i>Arcecella arenaria</i> var.								
<i>Sphagnicola</i> DEFLANDRE	-	10/10	-	-	10/0	-	-	3/1
<i>Arcecella megastoma</i> PENARD	-	0/10	-	-	0/20	-	-	0/3
<i>Arcecella rotundata</i> var.								
<i>Stenostoma</i> DEFLANDRE	L/0	60/L	10/10	-	L/0	10/0	-	11/1
<i>Assulina muscorum</i> GREEFF	40/20	L/0	-	L/10	30/10	-	L/L	10/6
<i>Assulina seminulum</i> (EHRENBERG)	-	-	-	-	-	-	L/10	0/1
<i>Bullinularia gracilis</i> THOMAS	10/0	-	-	-	-	-	-	1/0
<i>Centropyxis aculeata</i> (EHRENB.)	-	10/10	-	-	-	-	-	1/1
<i>Centropyxis aerophila</i> DEFLAND.	40/20	70/70	0/10	30/0	100/60	0/10	60/20	43/26
<i>Centropyxis cassis</i> (WALLICH)	-	10/0	-	-	-	-	-	1/0
<i>Centropyxis constricta</i> (EHRENBERG)	-	80/70	-	10/0	50/70	-	-	20/20
<i>Centropyxis elongata</i> (PENARD)	40/30	100/90	-	40/20	90/80	-	10/10	40/33
<i>Centropyxis gibba</i> DEFLANDRE	-	10/0	-	-	0/20	-	-	1/3
<i>Centropyxis laevigata</i> (PENARD)	-	40/30	0/L	-	30/30	10/0	-	11/9
<i>Centropyxis orbicularis</i> DEFLANDRE	20/10	70/60	20/0	20/10	50/80	0/20	80/20	37/29
<i>Centropyxis plagiostoma</i> BONNET & THOMAS	60/10	90/80	40/40	80/30	80/80	20/30	80/40	64/44
<i>Centropyxis sphagnicola</i> DEFLANDRE	80/60	100/100	70/60	90/80	100/100	80/80	90/60	87/77
<i>Centropyxis sylvatica</i> (DEFLANDRE)	30/20	90/90	L/10	60/10	60/80	10/10	70/20	46/34
<i>Corythion dubium</i> TARANEK	0/10	10/0	-	-	-	-	10/0	3/1
<i>Corythion pulchellum</i> PENARD	-	-	-	20/0	-	-	-	3/0
<i>Cyclopyxis ambigua</i> BONNET & THOMAS	-	-	-	-	-	-	30/20	4/3
<i>Cyclopyxis arcelloides</i> (PENARD)	-	10/10	-	-	0/20	-	0/L	1/4
<i>Cyclopyxis eurystoma</i> (DEFLANDRE)	70/10	40/30	20/10	60/20	30/10	30/20	-	36/14
<i>Cyclopyxis kahli</i> (DEFLANDRE)	80/30	100/90	30/50	70/50	100/90	40/40	60/70	69/60
<i>Cyphoderia</i> sp.	-	L/0	-	-	-	-	-	-
<i>Diffflugia oblonga</i> (?) EHRENBERG	-	20/10	-	-	10/0	-	-	4/1
<i>Diffflugia gramen</i> PENARD	-	10/0	-	-	0/10	-	-	1/1
<i>Diffflugia</i> sp.	-	-	0/L	-	-	-	-	-
<i>Difflogiella oviformis</i> (PENARD)	-	-	-	L/0	-	-	-	-
<i>Euglypha ciliata</i> (EHRENBERG)	10/0	-	-	-	L/0	-	0/20	1/3
<i>Euglypha compressa</i> CARTER	10/0	-	-	-	-	-	10/0	3/0
<i>Euglypha laevis</i> (EHRENBERG)	-	60/10	0/10	-	30/30	0/10	30/10	17/10

Fortsetzung Tabelle 2

Species	K(HA)	K(AA)	K(FA)	K(HV)	K(AV)	K(FB)	K(B)	GK
<i>Euglypha rotunda</i> WAILES & PEN.	50/20	0/10	-	30/10	10/20	-	L/10	13
<i>Euglypha strigosa</i> LEIDY	-	0/L	-	-	-	-	-	-
<i>Euglypha tuberculata</i> DUJARDIN	-	-	-	-	10/0	-	-	1
<i>Euglypha tuberculata</i> <i>f. glabra</i> WAILES	-	-	-	-	-	-	40/20	6
<i>Heleopera petricola</i> LEIDY	0/10	-	-	-	-	-	20/0	3
<i>Heleopera rosea</i> PENARD	-	0/10	-	-	-	-	-	0
<i>Heleopera sp.</i>	-	-	-	L/0	-	-	-	-
<i>Hoogenraadia sp.</i>	-	0/L	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalosphenia elegans</i> LEIDY	-	10/0	-	-	L/0	-	-	1
<i>Nebela parvula</i> CASH	-	-	-	-	-	-	L/0	-
<i>Phryganella acropodia</i> (HERTWIG & LESSER)	100/100	100/80	90/70	100/70	90/100	60/60	90/80	90
<i>Phryganella paradoxa</i> var. <i>alta</i> BONNET & THOMAS	30/0	-	0/10	20/10	-	10/10	-	9
<i>Plagiopyxis sp. 1</i>	-	0/20	L/10	10/0	L/10	-	30/20	6
<i>Plagiopyxis callida</i> PENARD	-	-	-	-	-	-	20/0	3
<i>Plagiopyxis declivis</i> THOMAS	80/10	100/100	60/60	70/50	90/80	60/70	80/80	77
<i>Plagiopyxis labiata</i> PENARD	40/10	-	-	50/10	-	-	30/L	17
<i>Plagiopyxis minuta</i> BONNET	70/30	70/50	30/10	20/L	80/70	20/20	70/10	51
<i>Plagiopyxis sp. 2</i>	-	-	-	-	-	-	30/30	4
<i>Pontogulasia elisa</i> (PENARD)	-	0/20	-	-	0/10	-	-	0
<i>Pseudodifflugia gracilis</i> SCHLUMBERGER	-	10/0	-	-	-	-	-	1
<i>Pseudawerintzewia orbistoma</i> SCHÖNBORN, FOISSNER & MEISTE.	-	40/40	-	10/0	0/10	-	20/10	10
<i>Schoenbornia humicola</i> (SCHÖNBORN)	0/L	10/20	-	10/0	-	-	30/20	7
<i>Schoenbornia viscidula</i> SCHÖNBORN	L/0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schwabia terricola</i> BONNET & THOMAS	-	20/30	0/10	-	30/20	10/10	60/20	17
<i>Tracheleuglypha acollae</i> BONNET & THOMAS	-	30/0	-	-	10/20	-	20/0	9
<i>Tracheleuglypha dentata</i> (VEJDOVSKY)	-	20/L	-	-	-	-	-	3
<i>Trigonopyxis arcula</i> (LEIDY)	0/L	-	-	-	20/0	-	-	3
<i>Trinema complanatum</i> PENARD	30/0	100/0	-	L/0	10/0	-	10/0	21
<i>Trinema enchelys</i> (EHRENBERG)	L/0	0/60	-	L/10	40/70	-	-	6
<i>Trinema lineare</i> PENARD	60/10	70/20	0/10	10/0	80/50	-	10/L	33
<i>Trinema penardi</i> THOMAS & CHARDEZ	-	-	-	-	-	-	10/0	1
<i>Quadrullella symmetrica</i> (WALLICH)	-	-	-	-	L/0	-	-	-
Artenzahl (incl. der unbelebten)	24/19	36/33	11/17	26/15	31/27	12/13	32/25	
Gesamtartenzahl (0-5 und 5-10 cm Bodentiefe)	28	44	18	26	37	15	34	

Tabelle 3. Artenliste, Vorkommen und Konstanz der Ciliaten. K = Konstanz in 0-10 cm Bodentiefe nach den qualitativen und quantitativen Untersuchungen. Zum Beispiel bedeutet die Angabe K = 20%, daß diese Species an 2 der 10 Sammeltage gefunden wurde. GK in 0-2, 0-5 und 5-10 cm Bodentiefe = Konstanz einer Art in diesen Bodentiefen an allen Standorten und Sammeltagen. Da 7 Standorte je 10 mal untersucht wurden, bedeutet die Angabe von GK = 11%, daß diese Species in den 70 Proben 8 mal gefunden wurde. Dieser Wert gibt Auskunft darüber, in welcher Bodentiefe diese Art vorkommt bzw. am häufigsten anzutreffen ist. GK in 0-10 cm Bodentiefe: Konstanz in dieser Bodentiefe an allen Standorten und Sammeltagen. Da 7 Standorte je 10 mal untersucht wurden, bedeutet die Angabe von GK 0-10 cm Bodentiefe = 16%, daß die Art in den 70 Proben in 0-10 cm Bodentiefe 11 mal gefunden wurde. Dieser Wert gibt Auskunft darüber, wie regelmäßig eine Art im Untersuchungsgebiet vorkommt.

Species	K	K	K	K	K	K	K	GK	GK	GK	GK
	HA	AA	FA	HV	AV	FB	B	0-2	0-5	5-10	0-10
cm Bodentiefe											
<i>Amphisiella acuta</i> FOISSNER	20	0	40	0	0	10	10	9	9	3	11
<i>Amphisiella terricola</i> GELLÉRT	0	10	0	0	10	0	0	0	1	1	3
<i>Balantidioides dragescoi</i> FOISSNER, ADAM & FOISSNER	0	0	10	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Blepharisma hyalinum</i> PERTY	20	0	0	10	0	0	80	11	7	0	16
<i>Blepharisma undulans</i> STEIN	0	0	0	0	30	0	0	4	0	0	4
<i>Bresslaua vorax</i> KAHL	80	0	0	100	0	20	0	24	17	9	29
<i>Bryometopus pseudochilodon</i> KAHL	30	0	0	20	0	0	30	7	7	1	11
<i>Chilodonella uncinata</i> EHRENBERG	0	10	0	10	10	10	10	4	3	0	7
<i>Cinetochilum margaritaceum</i> PERTY	70	10	10	20	0	10	90	16	21	7	30
<i>Cohnilembus fusiformis</i> (KAHL)	20	0	0	10	20	0	50	10	3	0	14
<i>Colpoda aspera</i> KAHL	70	70	30	60	60	40	90	37	31	19	60
<i>Colpoda cucullus</i> O.F.MÜLLER	60	100	90	100	80	90	100	64	47	41	89
<i>Colpoda edaphoni</i> FOISSNER	70	40	0	10	10	10	40	11	9	9	25
<i>Colpoda elliotti</i> BRADBURY & OUTKA	0	0	20	0	0	0	0	3	0	0	3
<i>Colpoda fastigata</i> KAHL	100	100	90	100	100	60	100	84	63	64	93
<i>Colpoda henneguyi</i> FABRE-DOMERGUE	20	10	50	20	0	20	80	27	7	0	29
<i>Colpoda inflata</i> KAHL	100	100	90	100	90	40	90	63	73	71	87
<i>Cyclidium glaucoma</i> O.F. MÜLLER	50	40	30	20	70	20	90	30	29	4	47
<i>Cyrtolophosis acuta</i> KAHL	90	40	10	30	70	10	100	17	37	30	50
<i>Cyrtolophosis elongata</i> SCHEWIAKOFF	60	30	50	50	20	20	60	21	21	14	41
<i>Cyrtolophosis mucicola</i> STOKES	10	10	0	30	40	0	10	6	6	4	14
<i>Dileptus amphileptoides</i> KAHL	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	1
<i>Dileptus anser</i> (O.F.MÜLLER)	0	10	0	0	0	10	0	3	0	0	3
<i>Dileptus breviprobois</i> FOISSNER	100	0	10	0	0	0	10	17	9	3	17
<i>Dileptus terrenus</i> FOISSNER	0	0	0	0	0	0	20	0	3	0	3
<i>Drepanomonas revoluta</i> PENARD	10	90	0	0	40	10	40	24	9	1	27
<i>Drepanomonas sphagni</i> KAHL	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	1
<i>Enchelydium polynucleatum</i> FOISSNER	0	0	10	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Engelmanniella mobilis</i> (ENGELMANN)	10	20	0	10	70	10	10	9	11	7	19
<i>Eschaneustyla terricola</i> FOISSNER	80	0	0	10	0	0	0	11	4	0	13
<i>Euplotes muscicola</i> KAHL	0	70	0	10	60	20	100	30	13	1	37
<i>Frontonia depressa</i> (STOKES)	0	0	0	0	0	0	50	7	3	0	7

Species	K	K	K	K	K	K	K	GK	GK	GK	GK
	HA	AA	FA	HV	AV	FB	B	0-2 cm	0-5 Bodentiefe	5-10	0-
<i>Fuscheria terricola</i> BERGER,FOISSNER&ADAM	10	60	60	0	70	80	40	11	27	27	46
<i>Gastrostyla steinii</i> (ENGELMANN)	0	70	10	10	70	40	10	30	17	6	30
<i>Gonostomum affine</i> (STEIN)	100	100	100	100	100	70	100	81	74	50	96
<i>Gonostomum franzi</i> FOISSNER	0	10	30	0	10	10	0	7	3	1	9
<i>Grossglockneria acuta</i> FOISSNER	60	30	30	70	50	40	30	25	19	13	44
<i>Grossglockneria hyalina</i> FOISSNER	10	10	10	10	10	10	0	9	0	0	9
<i>Halteria grandinella</i> (O.F.MÜLLER)	10	90	10	40	80	70	20	31	24	20	46
<i>Haplocaulus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	1
<i>Histiculus muscorum</i> (KAHL)	10	90	10	60	80	50	40	36	33	21	49
<i>Holosticha binucleata</i> FOISSNER	0	0	0	10	0	0	0	1	0	0	1
<i>Holosticha multistilata</i> (KAHL)	40	20	40	20	20	10	70	20	11	4	31
<i>Holosticha muscorum</i> KAHL	10	0	10	0	0	10	0	4	0	0	4
<i>Holosticha sigmoidea</i> FOISSNER	10	10	0	0	20	10	50	6	6	6	14
<i>Holosticha sylvatica</i> FOISSNER	0	0	0	0	0	0	50	6	1	0	7
<i>Holosticha tetracirrata</i> BUITKAMP & WILBERT	0	10	0	10	0	0	20	3	3	0	6
<i>Homalogastra setosa</i> KAHL	100	70	90	80	100	100	100	64	83	54	91
<i>Hypotrichidium tisiae</i> (GELEI)	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Keronopsis algivora</i> (GELLÈRT)	0	0	0	0	10	0	0	1	0	0	1
<i>Leptopharynx costatus</i> MERMOD	100	90	100	90	100	70	100	71	69	50	93
<i>Litonotus</i> spp.	10	0	0	0	10	0	30	7	0	0	7
<i>Metopus hasei</i> SONDHEIM	0	20	0	0	40	0	0	3	4	3	9
<i>Metopus rectus</i> KAHL	0	10	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Microdiaphanosoma arcuata</i> GRANDORI & GRANDORI	20	10	0	0	10	0	10	4	3	0	7
<i>Microthorax simulans</i> (KAHL)	0	0	0	0	10	0	10	1	1	0	3
<i>Nassula</i> sp.	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	1
<i>Nivaliella plana</i> FOISSNER	100	0	20	80	50	0	20	29	23	9	39
<i>Odontochlamys alpestris</i> FOISSNER	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Odontochlamys gouraudi</i> CERTES	0	0	0	0	0	0	30	3	3	0	4
<i>Opercularia arboricolum</i> (BIEGEL)	10	10	20	0	10	10	40	11	4	1	14
<i>Opisthonecta minima</i> FOISSNER	0	10	0	0	30	0	0	3	3	1	6
<i>Oxytricha granulifera</i> FOISSNER & ADAM	20	20	0	30	40	10	40	16	13	0	23
<i>Oxytricha setigera</i> STOKES	50	60	50	50	80	30	80	31	29	23	59
<i>Oxytricha siseris</i> VUXANOVICI	30	0	10	30	0	30	0	7	9	6	14
<i>Oxytricha</i> sp.	0	0	0	0	10	0	0	1	0	1	1
<i>Parabryophrya penardi</i> (KAHL)	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	1
<i>Paracolpoda steinii</i> (MAUPAS)	90	50	40	80	70	40	90	36	33	40	66
<i>Paraenchelys terricola</i> FOISSNER	0	0	10	0	0	0	10	3	0	0	3
<i>Parafurgasonia sores</i> (PENARD)	0	0	0	0	0	0	30	4	1	0	4
<i>Paraurostyla buitkampi</i> FOISSNER	0	0	10	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Paruroleptus muscorum</i> (KAHL)	20	30	0	0	0	0	90	19	10	1	20
<i>Paruroleptus notabilis</i> FOISSNER	0	0	0	0	0	10	0	0	1	0	1
<i>Perisincirra filiformis</i> FOISSNER	80	20	50	70	40	20	10	21	14	25	41
<i>Perisincirra gellerti</i> FOISSNER	70	60	80	70	20	60	100	43	40	25	66
<i>Perisincirra gracilis</i> FOISSNER	90	20	60	90	20	20	80	30	46	29	54
<i>Perisincirra polynucleata</i> FOISSNER	10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Perisincirra viridis</i> FOISSNER	0	0	0	0	40	0	0	1	0	4	6
<i>Phacodinium metchnicoffi</i> CERTES	0	0	0	0	0	0	20	3	0	0	3
<i>Phialina binucleata</i> BERGER,FOISSNER & ADAM	10	10	0	0	0	10	0	3	1	0	4
<i>Phialina terricola</i> FOISSNER	10	0	20	0	0	0	0	1	1	1	4
<i>Plagiocampa rouxi</i> KAHL	10	40	40	20	20	10	10	16	10	3	21
<i>Platyophrya macrostoma</i> FOISSNER	100	10	50	70	20	0	40	27	24	7	56
<i>Platyophrya spumacola</i> KAHL	90	40	40	90	10	20	10	34	21	10	43
<i>Platyophrya vorax</i>	20	20	30	50	30	30	40	20	9	6	31

Species	K	K	K	K	K	K	K	GK	GK	GK	GK
	HA	AA	FA	HV	AV	FB	B	0-2 cm	0-5 Bodentiefe	5-10	0-10
<i>Podophrya terricola</i> FOISSNER	40	0	0	0	0	10	0	7	1	0	7
<i>Protospathidium bonneti</i> (BUI TKAMP)	40	0	40	0	10	0	10	10	6	4	14
<i>Protospathidium serpens</i> (KAHL)	20	30	10	0	30	10	30	7	9	7	19
<i>Pseudochilodonopsis mutabilis</i> FOISSNER	90	40	60	70	30	10	80	30	39	13	54
<i>Pseudochilodonopsis polyvacuolata</i> FOISSNER & DIDIER	0	0	0	0	10	0	30	6	4	0	6
<i>Pseudocohnilembus putrinus</i> (KAHL)	0	0	0	0	10	0	0	1	0	0	1
<i>Pseudocyrtolophosis alpestris</i> FOISSNER	60	30	40	20	40	30	20	16	14	14	34
<i>Pseudoholophrya terricola</i> BERGER, FOISSNER & ADAM	30	10	10	0	20	30	80	23	7	1	24
<i>Pseudokreyella terricola</i> FOISSNER	0	0	0	0	0	0	30	3	1	0	4
<i>Pseudoplatyophrya nana</i> (KAHL)	90	50	50	80	60	50	60	31	30	27	63
<i>Pseudoplatyophrya terricola</i> FOISSNER	10	0	10	10	10	0	10	6	3	0	7
<i>Pseudoprorodon</i> (?) sp.	0	0	0	0	10	0	0	1	0	0	1
<i>Pseudovorticella sphagni</i> FOISSNER & SCHIFFMANN	0	10	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Sathophilus muscorum</i> (KAHL)	100	50	30	60	50	50	90	43	36	16	61
<i>Spathidium amphoriforme</i> GREEFF	0	20	0	0	0	0	90	13	3	1	16
<i>Spathidium claviforme</i> KAHL	0	10	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Spathidium deforme</i> KAHL	0	10	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Spathidium lagyniforme</i> KAHL	0	0	20	0	0	0	0	1	1	1	3
<i>Spathidium lionotiforme</i> KAHL	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	1
<i>Spathidium longicaudatum</i> BUI TKAMP&WILBERT	40	70	80	20	10	10	30	11	23	17	36
<i>Spathidium muscicola</i> KAHL	20	60	20	20	50	30	80	37	14	0	40
<i>Spathidium muscorum</i> DRAGESCO & DRAGESCO-KERNEIS	0	50	50	20	40	10	30	24	11	7	29
<i>Spathidium piliforme</i> KAHL	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	1
<i>Spathidium procerum</i> KAHL	60	0	20	20	0	0	0	7	10	0	14
<i>Spathidium scalpriforme</i> KAHL	0	0	10	0	0	10	0	3	0	0	3
<i>Spathidium spathula</i> O.F.MÜLLER	0	0	10	0	0	0	10	1	1	0	3
<i>Stammeridium kahli</i> (WENZEL)	20	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
<i>Steinia candens</i> KAHL	10	40	0	30	50	10	0	11	7	0	20
<i>Steinia citrina</i> FOISSNER	0	10	0	0	20	10	0	4	3	0	6
<i>Steinia muscorum</i> KAHL	10	10	0	30	20	20	80	14	9	1	24
<i>Steinia</i> sp.	0	10	0	20	0	0	0	4	0	0	4
<i>Strongylidium muscorum</i> KAHL	0	0	0	0	0	10	0	0	1	0	1
<i>Strongylidium wilberti</i> FOISSNER	0	0	10	0	10	0	0	1	1	1	3
<i>Stylonychia mytilus</i> EHRENBERG	0	0	0	0	10	0	0	1	0	0	1
<i>Tetrahymena corlissi</i> THOMPSON	50	20	0	0	40	10	70	24	9	0	27
<i>Tetrahymena pyriformis</i> (EHRENBERG)	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	1
<i>Tillina magna</i> GRUBER	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	1
<i>Trithigmostoma bavariensis</i> (KAHL)	10	0	0	0	0	0	10	3	1	0	3
<i>Urosoma acuminata</i> (STOKES)	10	0	0	0	0	10	0	1	1	1	3
<i>Urosoma cienkowskii</i> KOWALEWSKI	0	0	10	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Urosoma macrostyla</i> (WRZESNIEWSKI)	0	10	0	0	10	30	0	4	3	1	7
<i>Urosomoida agilis</i> (ENGELMANN)	80	90	90	100	70	100	30	34	66	53	80
<i>Urosomoida agiliformis</i> FOISSNER	20	70	30	10	70	40	100	33	30	19	49
<i>Urosomoida dorsii</i> incisura FOISSNER	10	30	60	30	20	10	20	19	13	3	24
<i>Urostyla</i> sp.	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	1
<i>Vorticella astyliforme</i> FOISSNER	50	60	60	20	40	40	90	33	25	16	51
<i>Vorticella infusionum</i> DUJARDIN	0	40	0	20	50	0	0	14	7	1	16
Artenzahl	74	71	62	59	74	69	82				

Tabelle 4. Eukonstante (K = 75-100%) und konstante (K = 50-75%) sowie eudominante (D > 10%) und dominante (D = 10-5%) Testaceen- und Ciliatenspecies in den untersuchten Böden nach den quantitativen Untersuchungen. Konstanz der Ciliaten in 0-10 cm Bodentiefe (s. Tab. 3) und nach den qualitativen und quantitativen Untersuchungen; daher nur Arten mit einer Konstanz $\geq 90\%$ angeführt. Erste Zahl: 0-5 cm Bodentiefe. Zweite Zahl: 5-10 cm Bodentiefe.

Stand-ort	Testacea	K	D	Ciliophora	K	D
HA	<i>Centropyxis plagiostoma</i>	60/10		<i>Colpoda fastigata</i>	100	5/2
	<i>Centropyxis sphagnicola</i>	80/60	13/20	<i>Colpoda inflata</i>	100	62/89
	<i>Cyclopyxis eurystoma</i>	70/10	7/1	<i>Cyrtolophosis acutus</i>	90	
	<i>Cyclopyxis kahli</i>	80/30	11/6	<i>Dileptus breviprobooscis</i>	100	
	<i>Euglypha rotunda</i>	50/20		<i>Gonostomum affine</i>	100	
	<i>Phryganella acropodia</i>	100/100	25/36	<i>Homalogastra setosa</i>	100	
	<i>Plagiopyxis declivis</i>	80/10		<i>Nivaliella plana</i>	100	
	<i>Plagiopyxis labiata</i>		7/2	<i>Paracolpoda steinii</i>	90	
	<i>Plagiopyxis minuta</i>	70/30	11/6	<i>Perisincirra gracilis</i>	90	
	<i>Trinema lineare</i>	60/10		<i>Leptopharynx costatus</i>	100	
				<i>Platyophrya macrostoma</i>	100	
				<i>Pseudochilonopsis mut.</i>	90	
				<i>Pseudoplatyophrya nana</i>	90	
				<i>Sathrophilus muscorum</i>	100	5/0
			<i>Platyophrya spumacola</i>	90		
AA	<i>Arcella arenaria comp.</i>	50/20		<i>Colpoda cucullus</i>	100	
	<i>Arcella rotundata sten.</i>	60/0		<i>Colpoda fastigata</i>	100	
	<i>Centropyxis aerophila</i>	70/70		<i>Colpoda inflata</i>	100	4/21
	<i>Centropyxis constricta</i>	80/70		<i>Drepanomonas revoluta</i>	90	
	<i>Centropyxis elongata</i>	100/90	5/5	<i>Gonostomum affine</i>	100	3/6
	<i>Centropyxis orbicularis</i>	70/60		<i>Halteria grandinella</i>	90	6/1
	<i>Centropyxis plagiostoma</i>	90/80	7/7	<i>Histiculus muscorum</i>	90	
	<i>Centropyxis sphagnicola</i>	100/100	18/13	<i>Leptopharynx costatus</i>	90	1/7
	<i>Centropyxis sylvatica</i>	90/90	8/7	<i>Urosomoida agilis</i>	90	15/17
	<i>Cyclopyxis kahli</i>	100/90	10/15	<i>Cinetochilum margarita.</i>		0/9
	<i>Euglypha laevis</i>	60/10		<i>Cyrtolophosis mucicola</i>		0/6
	<i>Phryganella acropodia</i>	100/80	8/9	<i>Gastrostyla steinii</i>		5/0
	<i>Plagiopyxis declivis</i>	100/100	8/12	<i>Homalogastra setosa</i>		15/0
	<i>Plagiopyxis minuta</i>	70/50		<i>Oxytricha setigera</i>		9/0
	<i>Trinema complanatum</i>	100/0		<i>Perisincirra filiformis</i>		7/0
	<i>Trinema enchelys</i>		6/3	<i>Pseudocyrtolophosis alp.</i>		3/6
<i>Trinema lineare</i>	70/20		<i>Urosomoida agiliformis</i>		10/11	
FA	<i>Centropyxis sphagnicola</i>	70/60	20/16	<i>Colpoda cucullus</i>	90	2/6
	<i>Cyclopyxis kahli</i>	30/50	10/16	<i>Colpoda fastigata</i>	90	
	<i>Phryganella acropodia</i>	90/70	32/24	<i>Colpoda inflata</i>	90	18/4
	<i>Plagiopyxis declivis</i>	60/60	12/19	<i>Gonostomum affine</i>	100	7/4
	<i>Centropyxis plagiostoma</i>		6/7	<i>Homalogastra setosa</i>	90	6/17
	<i>Cyclopyxis eurystoma</i>		2/6	<i>Leptopharynx costatus</i>	100	
	<i>Plagiopyxis minuta</i>		11/2	<i>Urosomoida agilis</i>	90	18/29
				<i>Cyclidium glaucoma</i>		17/0
			<i>Fuscheria terricola</i>		0/10	
			<i>Perisincirra gellerti</i>		11/17	

Fortsetzung Tabelle 4

Stand- ort	Testacea	K	D	Ciliophora	K	D
HV	<i>Centropyxis plagiostoma</i>	80/30	8/9	<i>Bresslaua vorax</i>	100	
	<i>Centropyxis sphagnicola</i>	90/80	22/21	<i>Colpoda cucullus</i>	100	
	<i>Centropyxis sylvatica</i>	60/10	6/1	<i>Colpoda fastigata</i>	100	
	<i>Cyclopyxis eurystoma</i>	60/20	4/6	<i>Colpoda inflata</i>	100	10/20
	<i>Cyclopyxis kahli</i>	70/50	6/13	<i>Gonostomum affine</i>	100	4/6
	<i>Phryganella acropodia</i>	100/70	28/24	<i>Perisincirra gracilis</i>	90	4/9
	<i>Plagiopyxis declivis</i>	70/50	7/9	<i>Leptopharynx costatus</i>	90	
	<i>Plagiopyxis labiata</i>	50/10	3/22	<i>Urosomoida agilis</i>	100	8/0
				<i>Platyophrya spumacola</i>	90	
				<i>Homalogastra setosa</i>		32/36
				<i>Oxytricha setigera</i>		1/14
				<i>Paracolpoda steinii</i>		5/0
				<i>Perisincirra filiformis</i>		0/6
AV	<i>Centropyxis aerophila</i>	100/60	6/2	<i>Colpoda fastigata</i>	100	
	<i>Centropyxis elongata</i>	90/80	9/9	<i>Colpoda inflata</i>	90	14/38
	<i>Centropyxis orbicularis</i>	50/80		<i>Gonostomum affine</i>	100	6/5
	<i>Centropyxis plagiostoma</i>	80/80	9/9	<i>Homalogastra setosa</i>	100	19/2
	<i>Centropyxis sphagnicola</i>	100/100	12/10	<i>Leptopharynx costatus</i>	100	
	<i>Centropyxis sylvatica</i>	60/80	4/5	<i>Engelmanniella mobilis</i>		5/0,7
	<i>Centropyxis constricta</i>	50/70		<i>Halteria grandinella</i>		0/9
	<i>Cyclopyxis kahli</i>	100/90	10/16	<i>Urosomoida agilis</i>		25/8
	<i>Phryganella acropodia</i>	90/100	9/15	<i>Urosomoida agiliformis</i>		2/16
	<i>Plagiopyxis declivis</i>	90/80	8/6			
	<i>Plagiopyxis minuta</i>	80/70	6/3			
	<i>Trinema enchelys</i>	40/70				
	<i>Trinema lineare</i>	80/50	5/2			
	FB	<i>Centropyxis sphagnicola</i>	80/80	25/19	<i>Colpoda cucullus</i>	90
<i>Phryganella acropodia</i>		60/60	13/15	<i>Homalogastra setosa</i>	100	21/15
<i>Plagiopyxis declivis</i>		60/70	24/23	<i>Urosomoida agilis</i>	100	30/39
<i>Cyclopyxis eurystoma</i>			6/11	<i>Colpoda inflata</i>		17/2
<i>Cyclopyxis kahli</i>			12/11	<i>Perisincirra gellerti</i>		10/17
B	<i>Centropyxis aerophila</i>	60/20	7/3	<i>Cinetochilum margarita.</i>	90	
	<i>Centropyxis orbicularis</i>	80/20		<i>Colpoda aspera</i>	90	
	<i>Centropyxis plagiostoma</i>	80/40	10/5	<i>Colpoda cucullus</i>	100	
	<i>Centropyxis sphagnicola</i>	90/60	13/8	<i>Colpoda fastigata</i>	100	35/39
	<i>Centropyxis sylvatica</i>	70/20	5/2	<i>Colpoda inflata</i>	90	12/41
	<i>Cyclopyxis kahli</i>	60/70	5/6	<i>Cyclidium glaucoma</i>	90	
	<i>Phryganella acropodia</i>	90/80	12/13	<i>Cyrtolophosis acutus</i>	100	
	<i>Plagiopyxis declivis</i>	80/80	13/10	<i>Euplotes mucicola</i>	100	
	<i>Plagiopyxis minuta</i>	70/10	6/1	<i>Gonostomum affine</i>	100	
	<i>Schwabia terricola</i>	60/20	5/12	<i>Homalogastra setosa</i>	100	11/4
	<i>Plagiopyxis labiata</i>		10/0	<i>Paracolpoda steinii</i>	90	
	<i>Plagiopyxis sp. 2</i>		10/4	<i>Paruroleptus muscorum</i>	90	
	<i>Pseudawerintzewia orbi.</i>		4/36	<i>Perisincirra gellerti</i>	100	
	<i>Tracheleuglypha acollae</i>		6/10	<i>Leptopharynx costatus</i>	100	8/1
				<i>Sathrophilus muscorum</i>	90	
				<i>Spathidium amphoriforme</i>	90	
			<i>Urosomoida agiliformis</i>	100		
			<i>Vorticella astyliforme</i>	90		

Tabelle 5. Prozentueller Anteil der Colpodea und Polyhymenophora an der Gesamtartenzahl (s. Tab. 3) in den untersuchten Böden.

Standort	HA	HV	AA	AV	FA	FB	B
Taxon							
Colpodea	30	36	25	26	29	25	27
Polyhymenophora	34	39	38	39	32	39	29

Tabelle 6. Dominanz (%) der Indikatorarten (Testacea) für Mull und Moder in den untersuchten Böden. + = nur qualitativ nachgewiesen.

Standort	FA	FB	AA	AV	HA	HV	B
Humusform	Dauerhumus/Mull				modriger Mull mullartiger Moder		
<i>Centropyxis plagiostoma</i>	6,5	3,7	6,7	9,4	3,9	8,2	8,4
<i>Centropyxis elongata</i>	0,0	0,0	5,2	8,9	3,4	2,1	0,4
<i>Centropyxis constricta</i>	0,0	0,0	3,8	4,2	0,0	0,3	0,0
<i>Plagiopyxis minuta</i>	5,7	3,7	2,4	4,6	1,0	0,8	4,8
<i>Corythion dubium</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2
<i>Corythion pulchellum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0
<i>Assulina muscorum</i>	0,0	0,0	+	0,6	1,7	0,5	+
<i>Assulina seminulum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
<i>Nebela parvula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+
<i>Trigonopyxis arcuata</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
<i>Plagiopyxis labiata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	2,6	0,6
<i>Plagiopyxis callida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
<i>Plagiopyxis declivis</i>	15,4	23,5	9,8	6,9	3,4	7,4	11,9

Tabelle 7. Dominanz (%) der Indikatorarten (Ciliaten) für Mull und Moder in den untersuchten Böden. + = nur qualitativ nachgewiesen.

Standort	FA	FB	AA	AV	HA	HV	B
Humusform	Dauerhumus/Mull				modriger Mull mullartiger Moder		
<i>Colpoda fastigata</i>	0,8	1,0	1,5	1,7	3,5	3,9	36,7
<i>Fuscheria terricola</i>	3,8	1,0	1,6	0,6	0,05	0,0	1,6
<i>Protospathidium serpens</i>	+	+	+	0,2	+	0,0	0,1
<i>Spathidium longicaudatum</i>	1,5	+	+	+	0,04	0,6	0,1
<i>Spathidium muscicola</i>	+	+	+	+	+	+	0,4
<i>Steinia candens</i>	0,0	+	+	0,4	+	+	0,0
<i>Urosomoida agilis</i>	22,4	34,0	16,1	16,1	3,4	6,9	0,4
<i>Urosomoida agiliformis</i>	+	1,0	10,5	9,2	0,7	+	1,9
<i>Engelmanniella mobilis</i>	0,0	1,0	0,7	2,9	0,05	+	+
<i>Halteria grandinella</i>	+	+	3,6	4,4	+	+	+
<i>Bryometopus pseudochilodon</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2
<i>Frontonia depressa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Phacodinium metchnikoffi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+
<i>Blepharisma hyalinum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	+	+	0,2
<i>Dileptus breviprobois</i>	+	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	+
<i>Holosticha sylvatica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
<i>Paruroleptus muscorum</i>	0,0	0,0	+	0,0	+	0,0	1,0

Tabelle 8. Artenzahl und Abundanz der Testaceen und Ciliaten am 20.2.1981 (= Tag der Entnahme der Profilmusterstücke für die pedologischen Analysen). Die Werte für die Testaceen basieren auf Direktzählung, jene für die Ciliaten auf einer Kulturmethode (s. Foissner 1984). Bei den Testaceen nur belebte Individuen angeführt.

Standort	Boden- tiefe (cm)	HA	AA	FA	HV	AV	FB	B
Parameter								
Artenzahl der Testaceen	0-5	10	17	4	11	11	4	14
	5-10	4	16	5	3	15	5	6
Abundanz der Testaceen (Individuen/g Trockengewicht)	0-5	731	3043	145	723	1449	169	1177
	5-10	140	1134	237	75	2293	182	303
Artenzahl der Ciliaten	0-5	8	0	2	2	6	1	13
	5-10	4	2	1	1	2	0	5
Abundanz der Ciliaten (Individuen/g Trockengewicht)	0-5	543	0	72	18	110	9	800
	5-10	967	40	9	9	40	0	510

6. Literatur

- Ahrens, E.: Zur Frage der Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Dehydrogenaseaktivität bei lufttrockenen und feuchten Bodenproben.
Landwirtsch. Forsch. 28, 310-316, 1975.
- Berger, H., W. Foissner und H. Adam: Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). IV. Experimentelle Studien zur Wirkung der Bodenverdichtung auf die Struktur der Testaceen- und Ciliatentaxozönose.
Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern (im Druck, 1984).
- Blum, W.E.H. und M. Sali-Bazze: Zur Entwicklung und Altersstellung von Böden der Donau- und Marchauen.
Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges. 23, 29-73, 1981.
- Bonnet, L.: Le peuplement thécamoebien des sols.
Rev. Ecol. Biol. Sol 1, 123-408, 1964.
- Davis, R.C.: Structure and function of two antarctic terrestrial moss communities. Ecol. Monogr. 51, 125-143, 1981.
- Fink, J.: Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs.
Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges. 13, 1-93. 1969.
- Foissner, W.: Die Gemeinschaftsstruktur der Ciliatenzönose in alpinen Böden (Hohe Tauern, Österreich) und Grundlagen für eine Synökologie der terricolen Ciliaten (Protozoa, Ciliophora).
Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern 4, 7-52, 1981.
- Foissner, W.: Ökologie und Taxonomie der Hypotrichida (Protozoa, Ciliophora) einiger österreichischer Böden.
Arch. Protistenk. 126, 19-143, 1982.

Foissner, W.: Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). III. Struktur und Dynamik der Testaceen- und Ciliatentaxozönose.

Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern (im Druck, 1984).

Foissner, W. und H. Adam: Die Gemeinschaftsstruktur und Produktion der terricolen Testaceen (Protozoa, Rhizopoda) in einigen Böden der Österreichischen Zentralalpen (Hohe Tauern, Glocknergebiet).

Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern 4, 53-78, 1981.

Foissner, W. und T. Peer: Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). I. Charakteristik der Taxotope, Faunistik und Autökologie der Testacea und Ciliophora.

Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern (im Druck, 1984).

Foissner, W., H. Franz und H. Adam: Terrestrische Protozoen als Bioindikatoren im Boden einer planierten Ski-Piste.

Pedobiologia 24, 45-56, 1982.

Franz, H.: Ökologie der Hochgebirge.

E. Ulmer, Stuttgart, 495 pp.

Führer zur Exkursion durch das Marchfeld am 14. und 15.10.1982.

Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges. 26, 1-160, 1983.

Gel'cer, J.G. und Geptner, V.A.: The protistocidal effect of herbicides. Pedobiologia 16, 171-184, 1976.

Jelem, H.: Die Auwälder der Donau in Österreich.

Mitt. FBVA Wien 109, 1-287, 1974.

Kasi Viswanath, G. und S.C. Pillai: Influence of superphosphate on soil protozoa.

J. Indian Inst. Sci. 59, 113-120, 1977.

- Laminger, H., K. Geisler-Moroder, A. Siess, E. Spiss und B. Spiss: Populationsdynamik terrestrischer Protozoen (Testacea, Rhizopoda) in zentralalpinen Lagen Tirols. I. Untersuchungen subalpiner Böden im Raum Obergurgl (Tirol/Österreich).
Arch. Protistenk. 123, 280-323, 1980.
- Lousier, J.D.: Effects of experimental soil moisture fluctuations on turnover rates of Testacea.
Soil Biol. Biochem. 6, 19-26, 1974.
- Lousier, J.D.: Relationships between distribution of Testacea (Protozoa, Rhizopoda) and the soil habitat.
Naturaliste can. 102, 57-72, 1975.
- Margl, H.: Die Ökologie der Donauauen und ihre natürlichen Waldgesellschaften.
Naturgeschichte Wiens 2, 675-706, 1972.
- Österreichische Bodenkartierung: Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25.000, Kartierungsbereich Tulln, KB 28.
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien 1976. 214 pp.
- Peer, T. und W. Foissner: Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich): II. Bodenkundliche Analysen mit besonderer Berücksichtigung der stark belebten Zone.
Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern (im Druck, 1984).
- Piffl, L.: Zur Gliederung des Tullner Feldes.
Ann. Naturhistor. Mus. Wien, 75, 293-310, 1971.
- Schinner, F. und A. Pfitscher: Urease- und Katalaseaktivität sowie CO₂-Freisetzung in verschiedenen Böden der oberen subalpinen Stufe.
Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern 2, 259-273, 1978.
- Schönborn, W.: Humusform und Testaceen-Besatz.
Pedobiologia 13, 353-360, 1973.

Schönborn, W.: Ermittlung der Jahresproduktion von Boden-Protozoen. I. Euglyphidae (Rhizopoda, Testacea).
Pedobiologia 15, 415-424, 1975.

Schönborn, W.: Estimation of annual production of Testacea (Protozoa) in mull and moder (II).
Pedobiologia 23, 383-393, 1982.

Vergeiner, J., H. Laminger, C. Jaitner-Knaden und H. Bayer: Populationsdynamik terrestrischer Protozoen (Testaceae, Rhizopoda) in zentralalpinen Lagen Tirols II. Untersuchungen gestörter und relativ ungestörter Böden im Raume Patsch (Tirol, Österreich).
Arch. Protistenk, 126, 173-201, 1982.

Wendelberger, E.: Die Auwaldtypen der Donau in Niederösterreich.
Cbl. ges. Forstwesen 77, 65-92, 1960.

Zukrigl, K.: Montane und subalpine Waldgesellschaften unter mitteleuropäischem, pannonischem und illyrischem Einfluß.
Mitt. FBVA Wien 101, 1-386, 1973.

Anschrift der Verfasser: Univ.-Doz. Dr. Wilhelm Foissner
und Univ.-Prof. Dr. Hans Adam,
Institut für Zoologie der Universität Salzburg,
Akademiestraße 26,
5020 Salzburg.

Univ.-Doz. Dr. Thomas Peer, Institut für Botanik der Universität Salzburg,
Freisaalweg 16,
5020 Salzburg.

Die Viruskontamination des Bodens und Methoden ihrer Kontrolle
von R. W a l t e r

Zusammenfassung

In der vorgelegten Übersicht wurden medizinisch-virologische Aspekte dargestellt, die sich aus der Notwendigkeit der Verwertung fester und flüssiger Abfallstoffe in der Landwirtschaft ergeben. Aus der Tatsache, daß es sich bei der Bodenvirologie noch um einen jungen Wissenschaftszweig handelt, leitet sich die Bedeutung der virusökologischen Forschung ab. Prioritäre Bedeutung hat dabei die Vertiefung der Erkenntnisse über Persistenz und Migration von Viren in Böden unter Beachtung des weiten Spektrums der klimatischen und hydrologischen Bedingungen. Im Interesse des vorbeugenden Gesundheitsschutzes für Mensch und Tier sind die anerkannten und etablierten Behandlungsverfahren für Klärschlämme, Fäkalien, Gülle und Siedlungsmüll auf ihre viruseliminierende Wirkung zu überprüfen und gegebenenfalls zu optimieren.

Im weiteren Fortschreiten des Erkenntnisstandes können konkrete Empfehlungen erwartet werden, welches Niveau der Virusbelastung ohne Destabilisierung des ökologischen Gleichgewichtes zwischen Mensch, Tier und Umwelt den verschiedenen Bodentypen übergeben werden kann und welche Anforderungen an Technologie und Einsatzbedingungen für die Landaufbringung von Abfällen zu stellen sind.

Summary

In this paper, medical-virological aspects are presented that focus on the necessity of recycling solid and liquid waste products of agriculture. Because of the fact that soil-virology is a branch of science that developed fairly recently, virological-ecological research is of great importance, with priority given to a deeper insight into the persistence and migration of viruses in soils with respect to the broad spectrum of climatic and hydrological conditions. In the interest of prophylactic hygienic measures for protecting man and animal the approved and well-established processes for treating sewage sludge, fecal matter, semi-liquid manure, and refuse ought to be tested and, if need be, improved and optimized.

An increase in knowledge will accord concrete recommendations as to the maximum amount of viral contamination of specific types of soil that will not overstep the threshold of tolerance and destabilize the ecological equilibrium between man, animal and natural surroundings and as to the technology and appropriate conditions for disposing of refuse on arable land.

Der Boden als Grundlage alles menschlichen Lebens auf unserem Planeten stellt ein sich selbst regulierendes ökologisches System dar. Im Laufe der Evolution sind für alle organischen Verbindungen und für die aus ihnen zusammengesetzte Materie Abbauvorgänge entstanden, die diese Selbstregulation tragen. Die im Biotop Boden vorhandenen Mikroorganismen besitzen so vielfältige Enzymmuster, daß jeder Abfall natürlichen Ursprungs zersetzt werden kann. Bei einer solchen kompletten Entgiftungsarbeit könnte vom Boden eigentlich niemals ein Risiko für die menschliche Gesundheit entstehen. Und doch war dies in der Vergangen-

heit oft der Fall. Man kann in der Geschichte der Medizin weit zurückgehen und findet bereits ein umfassendes Verständnis über die Wirkung des Bodens auf die Gesundheit des Menschen. Hippokrates, der bedeutendste Arzt der Antike, sagt in seiner Schrift über den Einfluß der Umwelt auf die Gesundheit, dem Corpus Hippocraticum Teil II bereits: "Wenn also jemand in eine Stadt kommt, die er nicht kennt, so muß er sich genau überlegen, wie ihre Lage zu den Winden und zum Aufgang der Sonne ist..... weiter die Beschaffenheit des Bodens, ob er kahl und wasserarm ist oder dicht bewachsen und bewässert" (P. Diepgen, 1949).

M. Pettenkofer, Mitbegründer der wissenschaftlichen Hygiene im 19. Jahrhundert, führte nahezu alle eine Kommune betreffenden Seuchen auf den Boden zurück. Im Zusammenhang mit den Typhusepidemien Münchens entwickelte er seine "lokalistische Bodentheorie". Danach wird die Krankheit durch aus dem Boden aufsteigende Miasmen hervorgerufen. Er unterscheidet gesunde und ungesunde Böden, denn "der Boden hat eine gewisse Kraft sich selbst zu reinigen..... Diese Selbstreinigung des Bodens hängt größtenteils von der Fähigkeit niedrigster Organismen ab" (M. Pettenkofer, 1881). Pettenkofer wandte all seinen Einfluß auf, baute für München eine Wasserversorgung und eine Kanalisation und befreite damit die Stadt von den Typhusepidemien.

Seine Theorien waren wissenschaftlich nicht in jedem Fall haltbar, seine Schlußfolgerungen jedoch richtig und seine Tat ein Markstein in der Entwicklung der Hygiene.

In den Städten des Mittelalters, in denen die Epidemien grassierten, waren es nicht Ausgasungen, die die Menschen gefährdeten, sondern die Verschmutzung des Grundwassers durch Überlastung des Bodens mit Abwasser und Siedlungsmüll. Die eingangs dargestellte Selbstregulation durch den Abbau von Bakterien und Viren beim Durchgang des Wassers durch den Boden funktionierte im Agglomerationsbereich der Städte nicht mehr.

Alle mit der industriellen Revolution beginnenden Entwicklungen der Abfallentsorgung, der Abwasserbehandlung und Siedlungsmüllbeseitigung hatten die Reduzierung der Last von Krankheitserregern zum Ziel. Dieses Ziel wurde im Hinblick auf die Bakterien auch weitgehend erreicht, ohne daß jedoch die Besonderheiten der Viren Berücksichtigung finden konnten, denn die Virologie als selbständiger Wissenschaftszweig hat sich relativ spät entwickelt. Erst 1931 wurden mit dem Brutei allgemein im Labor anwendbare Techniken der Viruszüchtung etabliert, die durch die Entwicklung der Zellkulturen durch J.F. Enders und Mitarbeiter 1949 weiter perfektioniert wurden. Damit hielt die Virologie endgültig Einzug in die Laboratorien, und die Grundlage zur Bearbeitung hygienisch-virologischer Probleme war nun gegeben.

Die Bodenvirologie entwickelte sich als eigenständige Arbeitsrichtung in den späten Sechziger- und frühen Siebzigerjahren. Sie beschäftigt sich mit der Wechselwirkung zwischen Viren und dem Biotop Boden, wobei abiotische Faktoren, wie Klima, Sonnenenergie, Chemismus und Wasserbewegungsvorgänge in die Betrachtungen einbezogen werden. Sie ist ein stark interdisziplinäres Fachgebiet. Ausgehend von den Erkenntnissen der diagnostischen Virologie und der Molekularbiologie werden die Probleme im Systemzusammenhang untersucht und die Ergebnisse in die Beziehung zwischen Wissenschaft und Produktion eingeordnet. Bodenvirologische Erkenntnisse müssen in die Verfahren der Abfallbewirtschaftung integriert werden.

Die Motivation zur Entwicklung der Bodenvirologie wurde von der Beobachtung ausgelöst, daß trotz hochentwickelter Wasserversorgungstechnik immer noch die Hälfte aller Wasser-epidemien durch kontaminiertes Grundwasser ausgelöst werden (G. Craun, 1979, 1980; B.H. Keswick et al., 1982; A.P. Dufour, 1983). Die Entwicklung der Fachrichtung wurde weiter forciert durch den Zwang, Abfallstoffe in steigendem

Maße über den Boden zu entsorgen. Klärschlammverwertung und Abwasseraufbringung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen sind nur dann ohne Schaden für die Gesundheit von Mensch und Tier möglich, wenn die Anwendungsbedingungen den hygienisch-virologischen Erkenntnisstand reflektieren (J.H. Nell et al., 1980; N.E. Kowall et al., 1978, 1982). In Ländern mit angespanntem Wasserhaushalt, wie z.B. in der Deutschen Demokratischen Republik, besteht die Notwendigkeit der Anreicherung von Grundwasser durch Infiltration von Oberflächenwasser. Zum Aufbau und Betrieb solcher Infiltrationsbecken, wie auch bei allen Projekten der Abwasserwiederverwendung, sind Kenntnisse über das Verhalten der Viren bei der Bodenpassage bedeutsam.

Viren sind Krankheitserreger, welche sich von Bakterien in wesentlichen Eigenschaften unterscheiden. Sie sind als Nukleoproteide von makromolekularer Größe obligat parasitäre, präzelluläre Objekte der lebenden Natur. Viren werden durch 5 Merkmale charakterisiert (A. Grafe, 1977):

1. Einfachste Formen bestehen aus einer Nukleinsäure (Genom) und einem Protein.
2. Die Nukleinsäure liegt entweder als DNS oder als RNS vor.
3. Sie besitzen keine Enzyme zur Energiegewinnung.
4. Die Virusreplikation erfolgt über Nutzung der Funktionen einer geeigneten lebenden Zelle.
5. Die obligat intrazelluläre Vermehrung wird vom Virusgenom gelenkt, sie ist in der Regel mit Schädigung des Wirtsorganismus verbunden.

Der Virusaufbau weist verschiedenste Strukturen auf. Generell wird aber das Virusgenom (DNS oder RNS) von einer Proteinhülle (Capsid) umschlossen. Eine weitere Hülle umgibt bei vielen Virusarten dieses Nukleocapsid. Diese Hülle (Envelope) besteht in der Regel aus wirtseigenem oder viruskodiertem Material (Abb. 1). Vorherrschende Strukturen sind Ikosaeder (Abb. 2) sowie Quader- (Abb. 3),

Abbildung 1:
Virusaufbau

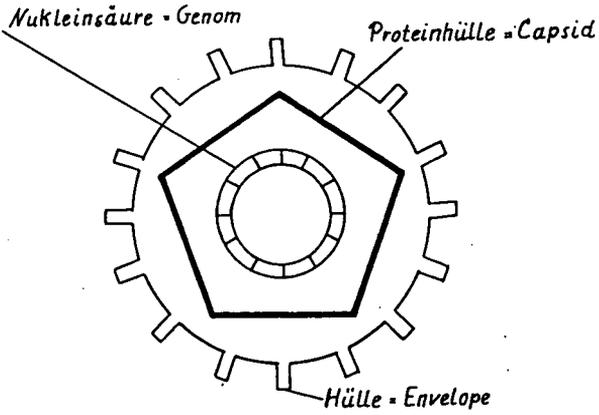


Abbildung 2:
Form der Ikosaederviren

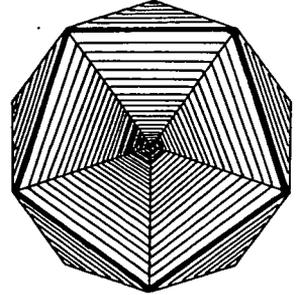


Abbildung 3:
Quaderform

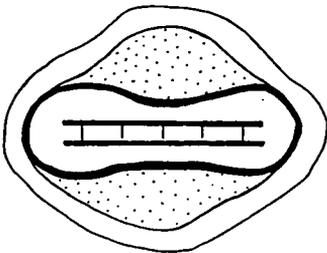


Abbildung 4:
Geschoßform

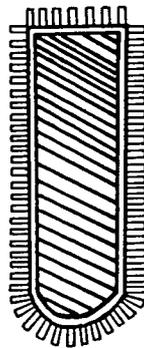
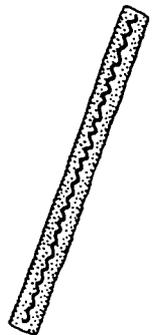


Abbildung 5:
Stabform



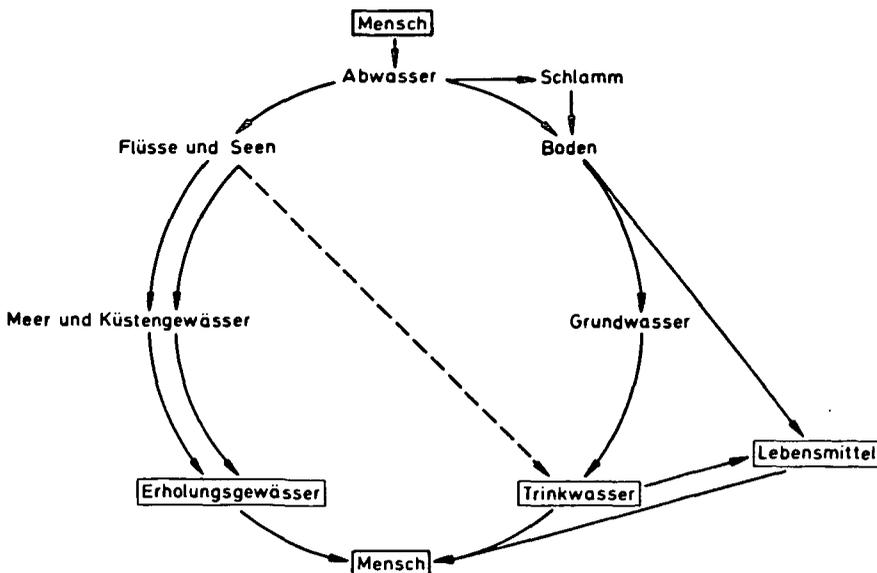
Geschoß- (Abb. 4) und Stabform (Abb. 5). Die Nukleinsäure trägt alle Informationen für die identische Replikation.

Im Boden und Schlamm sind bisher nur die nicht umhüllten (nackten) Viren mit Ikosaederstruktur nachgewiesen, während im Wasser auch Viren mit Hülle gefunden wurden.

Das Virus ist für die lebende Zelle ein Parasit, dessen Replikationsprozesse oft den Tod der Wirtszelle hervorrufen. Viren rufen pathogentoxische, mutagene, teratogene und onkogene Schäden hervor. Das bedeutet, daß neben akuten Infektionskrankheiten auch degenerative Leiden, Tumorerkrankungen und Störungen des Schwangerschaftsverlaufes bis zur Geburt toter oder mißgebildeter Nachkommen verursacht werden können. Die Verbreitung des größten Teils der Viren erfolgt entweder direkt (Mensch zu Mensch, Tier zu Tier, Pflanze zu Pflanze), durch Wirtswechsel (Mensch zum Tier und Pflanze auf das Insekt sowie umgekehrt) oder über Wasser, Boden und Lebensmittel (Abb. 6). Daß Viren auch durch die Umwelt übertragen werden können ist bereits seit Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt (C.B. Plowright, 1896).

Abbildung 6:

ÜBERTRAGUNGSWEGE DER HUMANPATHOGENEN VIREN ÜBER WASSER UND BODEN



Das Spektrum der Virusausscheidung in die Umwelt umfaßt mehr als 100 verschiedene Typen (Tab. 1).

Von der Familie Picornaviridae (Abb. 7) sind die Genera Entero- und Aphtoviren in der Umwelt nachgewiesen worden.

Abbildung 7:



Picornaviridae

Enteroviren treten bei Menschen und Tier auf. Zu ihnen gehört auch das Hepatitis A Virus (Enterovirus 72), welches im Stuhl Infizierter in hoher Konzentration nachweisbar ist und häufig über Bodenpassagen in das Grundwasser übertragen wird. So führte z.B. die Ausbringung von Fäkalien auf Grünland, gefolgt von schweren Regenfällen zu einer Epidemie, in deren Verlauf innerhalb von 22 Wochen 630 Personen an einer infektiösen Gelbsucht erkrankten (H.-K. Scholtze et al., 1977).

Die 7 Typen des foot-and-mouth-disease virus (Maul- und Klauenseuchevirus) treten bei Rindern, Kälbern, Schweinen, Antilopen, Hirschen und anderen "Wiederkäuern" auf und können auch den Menschen befallen. Ihre Übertragung auf dem Wasserwege über Anreicherung an Plankton wurde bereits 1956 von Vechenstedt mit epidemiologischen Methoden erkannt. Infektiöse Aerosole spielen eine bedeutende Rolle bei der territorialen Ausbreitung der Erkrankung (J.W. Vicar et al., 1983). Parvoviridae (Abb. 8) können Durchfall-epidemien verursachen.



Abbildung 8:

Parvoviridae

Verschiedene Typen sind bei Mensch und Schwein, Rind, Geflügel, Hund, Ratte und Maus nachweisbar. Das Hundeparvovirus z.B. kann zu beträchtlichen Verlusten in Zuchtbetrieben führen und ist mit Sicherheit in Abwasser und Klärschlamm vorhanden (G. Siegl, 1983).

Tabelle 1:

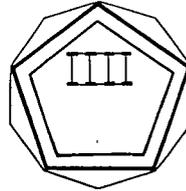
Spektrum der Virusausscheidung in die Umwelt

Familie	Genus	Spezies
Picornaviridae	Enterovirus	H.enterovirus type 1-72 A.enterovirus
	Aphtovirus	Foot-and-mouth-disease-virus
Calciviridae	Calcivirus	Human calcivirus
Parvoviridae	Parvovirus	Gastroenteritis of man A.parvovirus
Reoviridae	Reovirus	Reovirus type 1-3
	Rotavirus	H.rotavirus A.rotavirus
Adenoviridae	Mastadenovirus	H.adenovirus A.adenovirus
Papovaviridae	Papovavirus	H.papillomavirus A.papillomavirus
Orthomyxoviridae	Influenzavirus	Influenzavirus A
----	Astrovirus	

Abk.: H. = Human A. = Animal

Reoviridae (Abb. 9) umfassen die Species Reovirus und Rotavirus. Bei den Reoviren sind drei serologische Typen nachgewiesen.

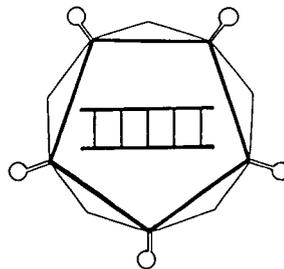
Abbildung 9:

Reoviridae

Man findet diese sowohl beim Mensch wie bei Hund, Affe und Rind. Sie werden mit den Faeces ausgeschieden und sind in Abwasser und Klärschlamm enthalten (Zusammenstellung bei R. Walter, 1975). Rotaviren treten sowohl beim Menschen wie auch bei vielen Tierarten, so u.a. bei Kalb und Schwein auf. Humanpathogene Rotaviren werden weltweit für annähernd 50% aller im Kindesalter auftretenden und zum Teil mit schweren Krankheitsverläufen einhergehenden Darminfektionen verantwortlich gemacht. Die humanpathogenen Rotaviren können auch Infektionen bei Affen, Ferkeln und Kälbern auslösen (R.E.F. Matthews, 1979). Rotaviren werden in extrem hohen Konzentrationen bis zu 10^{10} infektiöse Einheiten/g Stuhl ausgeschieden (J.E. Banatvala, 1980).

Von den Adenoviren (Abb. 10) sind zur Zeit 33 Typen beim Menschen, 18 Typen beim Affen, 7 Typen beim Rind und weitere Typen bei Hund, Schwein, Pferd und Maus nachgewiesen.

Abbildung 10:

Adenoviridae

Sie verursachen beim Menschen vorwiegend Erkrankungen der Augenschleimhäute, des Nasen-Rachen-Raumes und des oberen Atemtraktes und können regelmäßig im Wasser nachgewiesen werden.

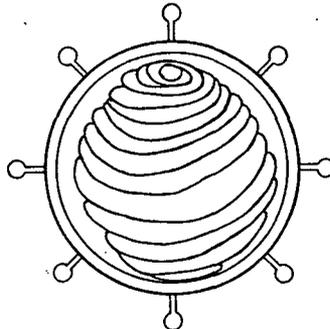
Die Papovaviridae (Abb. 11) findet man außer beim Menschen ebenfalls bei einer Vielzahl von Tierarten. Sie verursachen Tumore, wobei jedes Virus nur seinen spezifischen Wirt befällt.

Abbildung 11:

Papovaviridae

Orthomyxoviridae (Abb. 12) sind die einzigen Vertreter der Viren mit Envelope, die man bisher in der Umwelt nachgewiesen hat.

Abbildung 12:

Orthomyxoviridae

Der letzte Bericht stammt aus einer Entenfarm in Hongkong, wo der Typ H3 N3 regelmäßig aus Entenfaeces und dem Wasser des Ententeiches isoliert wurde. Man beobachtete einen Zyklus wasserbedingter Übertragung, der die kontinuierliche Einführung infektionsempfindlicher Entenküken (obere Altersgrenze 70-80 Tage) zur Voraussetzung hatte.

Die Viruskontamination des Bodens resultiert aus Abwasserlandaufbringung, Klärschlammverwertung als Düngemittel der Landausbringung von Gülle und Fäkalien sowie der ungeordneten Deponie von Siedlungsmüll. Das Abwasser trägt eine große Viruslast als Folge der Virusausscheidung von Mensch und Tier via Stuhl, Urin und Sekrete. Dies ist unabhängig

vom Vorhandensein einer Erkrankung, da viele Viren klinisch stumme Infektionsverläufe verursachen können. Die Viruskonzentration des rohen Abwassers beträgt im Mittel 10^3 infektiöse Viruseinheiten/100 ml Abwasser. Sie unterliegt saisonalen Schwankungen und erreicht das Maximum im Spätsommer und Herbst. Schlamm, die konzentrierte partikuläre Fraktion, welche bei der Abwasserbehandlung produziert wird, enthält ein breites Spektrum und eine hohe Konzentration von humanpathogenen Viren (WHO, 1981). So enthält roher Klärschlamm $10^3 - 10^4$ infektiöse Viruseinheiten pro ml, d.h. er hat eine 10-100-fach höhere Viruskonzentration als rohes Abwasser (WHO, 1979). Die Verwendung solcher Schlämme in der Landwirtschaft ohne vorherige Behandlung stellt ein ernsthaftes Gesundheitsrisiko für Mensch und Tier dar (F.X. Stadelmann, 1983; D. Strauch, 1983).

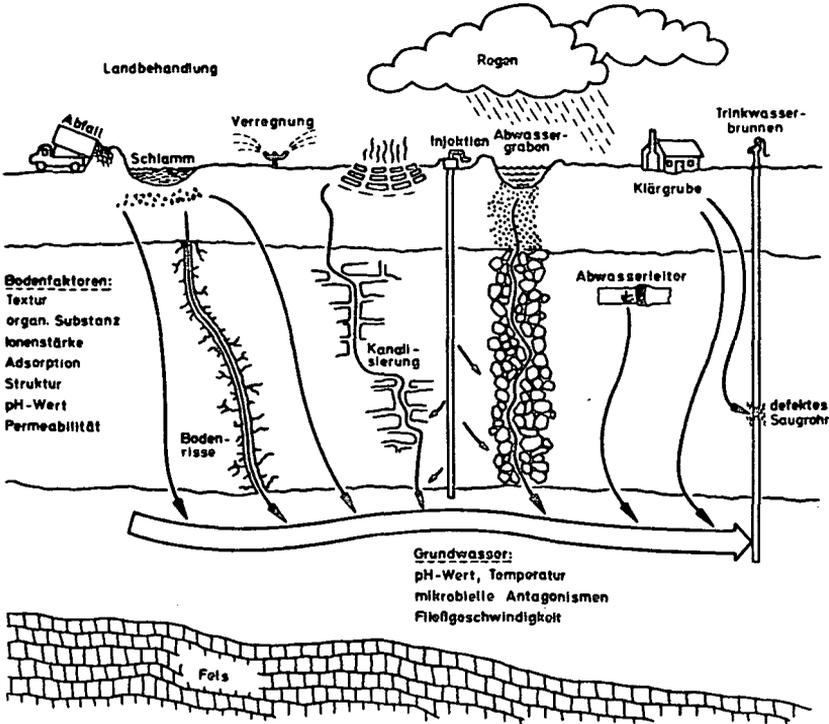
Die Intensivhaltung von Nutztieren in großen Beständen beinhaltet eine Konzentration vieler Einzeltiere auf engem Raum. Der Abfall großer Dung- und Jauchemasse (Gülle) kann zur Massierung von Viren führen, insbesondere bei den Aufstellungsformen ohne Einstreu, dem sogenannten Flüssigmistverfahren. Gülle kann zur Weiterverbreitung von Viren beitragen, da z.B. das Maul- und Klauenseuchevirus in Schweinegülle gute Persistenzbedingungen findet (H.O. Böhm et al., 1980). Viren der Familie Picornaviridae (Teschener Schweinelähmung), Adenoviren (Hepatitis contagiosa canis) und Reoviridae vermögen in Schweinegülle ebenfalls gut zu persistieren (H. Albrecht et al., 1980).

Bei der Ablagerung von Siedlungsabfällen und Fäkalien im Gelände ist die Gefährdung des Bodens abhängig von der Viruslast des aufgebracht Materials und der Fähigkeit zur Perkolation aus dem Deponiebereich in den Untergrund. In einer eigenen Studie zur Wirksamkeit von Fäkalienbehandlungsanlagen gelang uns der Virusnachweis in 75% aller Fäkalienproben nach einer Fauldauer von 3-6 Monaten.

Das Verhalten von Viren im Boden wird von einer Vielzahl von Einflußfaktoren bestimmt, wobei die Fähigkeit des Bodens zur Viruseliminierung von Adsorptionsphänomenen geregelt wird (Abb. 13).

Abbildung 13:

EINFLUSSFAKTOREN AUF EINTRITT, ÜBERLEBEN, UND MIGRATION DER VIREN IM GRUNDWASSER
(nach H.KESWICK und P.GERBA, 1980)



Der Tongehalt des Bodens entscheidet maßgeblich über das Virusadsorptionsvermögen (G. Bitton et al., 1978). Tone haben unterschiedliche Oberflächenreaktivität, diese wird bestimmt von der Mineralsäure, Ladungsdichte und Partikelgeometrie (R. Moore et al., 1981, 1982). So adsorbieren Bentonite, Polygorskite und Vermiculite 99,9% der im Umgebungswasser vorhandenen Viren, während Gips 90% und Olivine nur 78% adsorbieren. Die Adsorption erfolgt in der Regel sofort, das Adsorptionsmaximum wird jedoch mindestens innerhalb einer Stunde (bei +4° Celsius) erreicht. Als Sättigungswerte werden 10^5 - 10^7 PFU/g Feststoffe angegeben (J.G. Yeager et al., 1979). Die maximal mit Viren besetzbare Oberfläche entspricht 1% der Gesamtoberfläche. Virussättigung tritt in natürlichen Systemen nie auf, da

adsorbierte Viren und Viren im Bodenwasser stets im Gleichgewicht sind (V.L. Vilker et al., 1980). Neben dem Tongehalt spielt der pH-Wert eine große Rolle. Die Adsorption wird mitbestimmt von der pH-abhängigen Beweglichkeit der Bodenpartikel (Materialien mit niedriger elektrophoretischer Beweglichkeit sind die besten Adsorbers), dem Aggregationsverhalten der Viruspartikel (R. Vrijssen et al., 1983), dem Virustyp (Ch. Gerba et al., 1981), da die Konfiguration des Proteins im äußeren Capsid die Nettoladung mit beeinflusst und dem isoelektrischen Punkt. Viren sind in Böden mit einem pH-Wert ≈ 5 nicht oder schwach positiv geladen. Tone sind in weiten Bereichen (4,5 - 10,5) streng negativ geladen. So resultiert eine elektrostatische Attraktion im sauren Boden. In alkalischen Böden tritt durch Überlappung der elektrochemischen Doppellager um Ton und Virus eine dominante Abstoßung auf und Viruselution ist das Resultat.

Unter solchen Bedingungen ist der Gehalt des Bodens an Ionen (die Ionenstärke) von erheblichem Belang. Bei hohem Kationengehalt bleibt die Virusfixation bestehen. Bedingt durch die Kationen kommt es zu einer Depression der Ionenwolke um den Virus-Ton-Komplex, wodurch eine starke Annäherung möglich wird. Dies gestattet short range Anziehungskräften, die elektrostatische Barriere zu überspringen. Bei Erniedrigung der Ionenstärke z.B. durch schwere Regenfälle wird das Virus jedoch eluiert und wandert in tiefere Bodenschichten ein bzw. bricht in das Grundwasser durch. Neben diesen grundsätzlich die Adsorption begünstigenden Faktoren treten auch Interferenzphänomene auf. Huminsäuren verhindern die Virusadsorption durch Besetzung der Adsorptionsstellen an den Tonen. Die Viren werden nicht inaktiviert, jedoch zur Aggregatbildung ange-regt (R. Bixby et al., 1979; S.R. Farrah et al., 1976, 1982). Organische Substanzen haben ebenfalls eine kompetitive Wirkung an den Tonoberflächen. Sie behindern in signifikanter Weise die Virusadsorption im Boden (S.M. Du-

boise et al., 1979). So resultiert aus den dargestellten Wechselwirkungen zwischen den Virus- und den Bodenfaktoren das potentielle Risiko der horizontalen und vertikalen Virusmigration (Abb. 14). Der Virusdurchbruch in das Grundwasser findet statt, wenn die Wanderungsgeschwindigkeit im Zeitintervall der natürlichen Viruspersistenz das Erreichen eines Grundwasserleiters ermöglicht. Die Migration wird beeinflusst von der Ionenstärke und der Durchflußrate. Sie steigt an bei kontinuierlichem Wasserdurchgang durch den Boden und fällt ab bei diskontinuierlicher Belastung (V.L. Vilker et al., 1980).

Wir untersuchten Grundwasser aus 30 bis 40 m Tiefe, welches von einem 3 km entfernt liegenden Rieselfeld beeinflusst war und fanden von 62 Proben 13%, d.h. 8 positiv mit 13 Virusstämmen (R. Walter et al., 1977).

Bei Rißbildungen im Boden, im Karst- oder Schottergestein können Viren große Strecken in kürzester Frist zurücklegen. Wir untersuchten eine solche Situation in einem 300 m tief in den Berg getriebenen Stollen. Es kam hier zu einem Wassereinbruch, welcher, wie sich dann zeigte, zum Teil Wasser aus einem oberhalb des Stollens verlaufenden abwasserführenden Bach enthielt. Die von uns im Stollenwasser nachgewiesenen Virustypen entsprachen jenen Virustypen, welche von erkrankten Personen aus diesem Gebiet ausgeschieden wurden. Damit waren die Perkolation des Abwassers und die Migration der in diesem vorhandenen Viren durch die Gesteinsmassen bestätigt (R. Walter et al., 1983).

Virusmigration in und über Grundwasser
(modifiziert nach H. Keswick und P. Gerba, 1980)

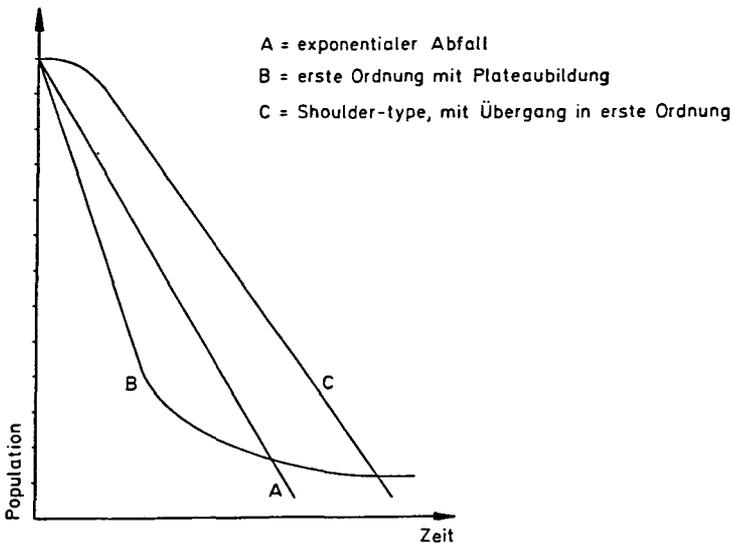
Abwasserlandaufbringung	Max. Distanz der Migration	
	Vertikal	Horizontal
Bodenfilterökosystem (Cypres Dome)	3 m	7-38 m
Abwasserverregnung	3-6 m	--
Bodenfilter (K.A.)	11,4 m	45 m
Deponie (Auslaugung)	22,8 m	408 m
Bodenfilter (schnell)	29,0 m	183 m
Marker Coliphage 72; 50% Entf. 11 Tg. Persist.		
Bodenfilter (schnell)	16,8 m	250 m
Marker Coliphage	--	140-911 m
Transport in 96 Tagen, Persistenz 7 Tage		
Abwasserverregnung	30,5	
Sandinfiltration	67,0	270
(Wiedergewinnungsprojekt)		
Injection im Karst-Terrain	--	Höhlen- strom
Coliphage-Marker		1600 m

Da Viren sowohl zur Adsorption wie zur Migration befähigt sind, bestimmen Inaktivierungsfaktoren das sich einstellende Kontaminationsniveau der natürlichen Umwelt.

Die Viruspersistenz im Boden und Grundwasser ist eine temperaturabhängige Größe. Sie beträgt in den oberen Bodenschichten im Sommer im Mittel 90 und im Winter 175 Tage. Im Grundwasser wurden 28 Tage beobachtet (H. Keswick et al., 1982). Die Inaktivierungskinetik ist linear (Abb. 15). Die Absterberate verdoppelt sich bei einer Erhöhung der Temperatur um 10°C (K.R. Reddy et al., 1981).

Abbildung 15:

VERSCHIEDENE TYPEN VON VIRUSINAKTIVIERUNGSKURVEN (nach W.D. BURGE, 1981)



Mikrobielle Faktoren werden neben der viruziden Wirkung des Ammoniaks als wesentlichste Elemente der Virusinaktivierung während der Schlammfäulung angesehen (R.L. Ward, 1982). Algenprodukte und Algenextrakte können virusinhibierende Wirkungen aufweisen. *Microcytas aeruginosa*, eine Blaualgenart, führte in Modellversuchen zu einer Verkürzung der Persistenz der Adenoviren und zu einer deutlich

veränderten Inaktivierungskinetik (R. Walter et al., 1981).

Feststoffassoziierte Viren haben in jedem Fall eine wesentlich erhöhte Persistenz gegenüber frei suspendierten Viren, so ist z.B. die Chlorresistenz deutlich erhöht (R. La Belle et al., 1982; M. Kaneko et al., 1983).

Dieser protektive Mechanismus wird erklärt aus der Reduzierung der für den Angriff von Inaktivierungsfaktoren zur Verfügung stehenden freien Oberfläche sowie durch die Erhöhung des energetischen Aufwandes, da in jedem Fall von Destruktion erst die Bindungsenergien zwischen Viren und Feststoffen zu überwinden sind.

Tone, wie z.B. Bentonit, können auch selbst einen protektiven Effekt ausüben, indem sie über ihre spezifische Oberfläche als Nukleaseinhibitoren wirken (H. Liebermann, 1982). Allgemein treten in der Umwelt zuerst Veränderungen der Capsidstruktur auf, welche dann zur Freisetzung der Nukleinsäuren führen. Das leere Capsid wird sensitiv gegenüber proteolytischen Enzymen. Die freigesetzte Nukleinsäure ist sensitiv gegenüber den ubiquitär vorhandenen Nukleasen (J.G. Yeager et al., 1979), welche die endgültige Virusinaktivierung herbeiführen, denn Viren sind erst dann vollständig inaktiviert, wenn die virale Nukleinsäure so verändert ist, daß keine Replikation des Virus mehr stattfinden kann.

Viren persistieren länger im anaeroben als im aeroben Bereich und länger in sterilen als unsterilen Böden. Auf Pflanzen (Radieschen und Rettich) wurden Viren bis zu 23 Tagen nach Behandlung mit Abwasser (J.T. Tiermey et al., 1977) nachgewiesen. Viren können sich in der Umgebung von Wurzeln anreichern. Adsorbiert an Wurzeloberflächen werden sie schneller inaktiviert als im Boden (W.H. Murphy et al., 1958). Unter bestimmten Bedingungen konnte Virusaufnahme in die Pflanze über die Wurzel festgestellt werden (P.V. Scarpino, 1983).

Vorbedingung für die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft ist die Abwesenheit infektiöser und parasitärer Lebensformen sowie toxischer Substanzen. Anaerob und aerob stabilisierter Schlamm ist hygienisch noch bedenklich, eine Entseuchung ist deshalb unerlässlich. Diese kann mit Hilfe verschiedener Verfahren erfolgen:

o Die Faulung des Klärschlammes

Sie ist zur Inaktivierung von Viren geeignet. Bedingt durch die Prozeßführung bleibt jedoch immer ein gewisser Prozentsatz (1/35) unzureichend behandelt. Im ausgefaulten Schlamm sind Viren deshalb regelmäßig nachweisbar (WHO, 1979). Ursachen der Virusinaktivierung sind Mikroorganismen (R.L. Ward, 1982) und die Wirkung von Ammoniak und Ammoniumverbindungen. Hier ist nur die nichtionisierte Form wirksam, wie sie oberhalb eines pH-Wertes von 9,2 auftritt (R.L. Ward et al., 1978; W.N. Cramer et al., 1983).

o Die Schlammtrocknung auf Beeten

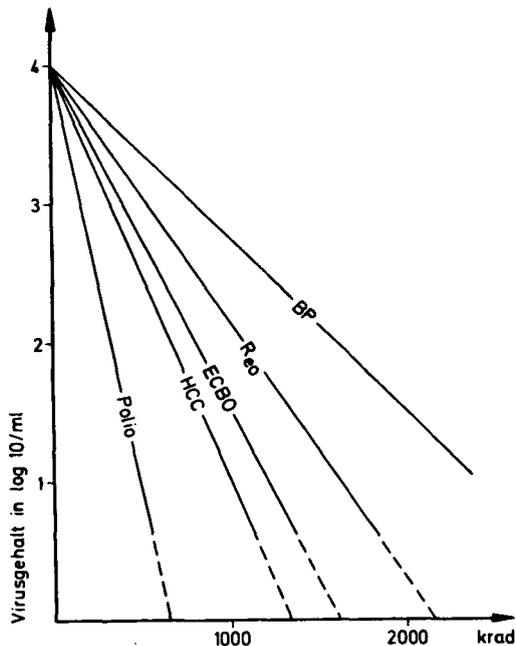
Sie führt zu einem allmählichen Abfall der Infektiosität bis zu einem Feststoffgehalt von 80%. Eine weitere Evaporation führt zu einem rapiden Verlust jeglicher Infektiosität (D.A. Brashear et al., 1983). Generell ist damit zu rechnen, daß Viren aus Schlämmen von Trockenbeeten bis zu 4 Monaten nach der Aufbringung noch nachweisbar sind (WHO, 1979). Hepatitis A Virus persistierte bis zu 30 Tagen in Schlamm bei 42% relativer Feuchtigkeit (D.A. Brashear et al., 1983).

o Die Strahlenbehandlung

Viren lassen sich durch Gammastrahlen zuverlässig inaktivieren. Die Dosis-Wirkungskurven sind Gerade mit konstanter Neigung. Die Strahlendosen variieren nach Viruskonzentration und Virusart und Suspensionsmedium.

Die D_{10} -Werte, d.h. die zur Reduzierung der Viruszahl um eine Zehnerpotenz erforderlichen Dosen, bleiben für dieselbe Virusart unter identischen Bedingungen konstant. Die höchste Strahlendosis benötigen Parvoviren, deutlich weniger Reo- und Enteroviren (Abb. 16; M. Ruf et al., 1979; R.S. Vasl et al., 1983).

Abbildung 16: DIE INAKTIVIERUNG VERSCHIEDENER VIRUSARTEN, SUSPENDIERT IN ROHSCHLAMM, DURCH GAMMASTRAHLEN (nach M. RUF, 1980)



Die Strahlendosis zur vollständigen Virusinaktivierung beträgt für Abwasser 400-500 krad und für Klärschlamm 800-2000 krad. So ist auch die Zerstörung der wichtigsten tierpathogenen Viren in Gülle erreichbar (J. Simon et al., 1983).

- o Verfahren zur Flüssigmistaufbereitung durch Umwälzbelüftung

Bei kontinuierlicher Belüftung der Gülle kommt es zum Temperaturanstieg des Substrates und Verschiebung des pH-Wertes nach der alkalischen Seite. Mindestparameter für die Entseuchung von Maul- und Klauenseucheviren sind pH 8, Temperatur $>50^{\circ}\text{C}$, Behandlungsdauer 48 h (H.O. Böhm et al., 1980). Für die Inaktivierung von Reo-, Teschen- und ECBO Viren sind erforderlich: pH 8-9, Temperatur 50°C und eine Laufzeit von 100 h (H. Albrecht et al., 1980).

o Ammoniakbehandlung

Mischung nassen ausgefaulten Klärschlammes mit 1 Volumen- % unter Druck verflüssigten Ammoniaks und anschließender Lagerung dieser Mischung auf Trockenbeeten führte zu 99,9-99,99%iger Virusinaktivierung innerhalb von 7 Tagen (R. Walter, 1982). Die zur Virusinaktivierung benötigte Konzentration an freiem Ammoniak in belüfteter Schweinegülle wird von J. Wekerle et al. (1983) mit 70-80 mg/100 ml Gülle angegeben.

Literatur

- Albrecht, H. und D. Strauch: Das Umwälzbelüftungsverfahren (System Fuchs) zur Behandlung von flüssigen tierischen und kommunalen Abfällen.
10. Mitteilung Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 93, 86-93, 1980.
- Banatvala, J.E.: Viruses in faeces. In: Viruses and wastewater treatment.
ed. by: M. Goddard and M. Butler, Pergamon Press, 1980.
- Bitton, G., O.C. Pancarbo, A.R. Overman and G.E. Gifford: Retention of viruses during sludge application to soils.
Progress in Water Technology 10 (5), 597, 1978.
- Bixby R.L. and D.J. O'Brien: Influence of fulvic acid on bacteriophage adsorption and complexation in soil.
Appl. Environ. Microbiol. 38 (5), 840-845, 1979.
- Böhm, H.O., C. Sieber und D. Strauch: Das Umwälzbelüftungsverfahren (System Fuchs) zur Behandlung von flüssigen tierischen und kommunalen Abfällen.
8. Mitteilung. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 93, 48-50, 1980.
- Brashear, D.A. and R.L. Ward: Inactivation of indigenous viruses in raw sludge by air drying.
Appl. Environ. Microbiol. 45 (6), 1943-1945, 1983.
- Burge, W.D., D. Colacicco and W.N. Cramer: Criteria for achieving pathogen destruction during composting.
J. Water Poll. Contr. Fed. 53 (12), 1683, 1981.
- Cramer, W.N., W.D. Burge and K. Kawata: Kinetics of virus inactivation by ammonia.
Appl. Environ. Microbiol. 45 (3), 760-765, 1983.
- Craun, G.F.: Waterborne disease outbreak in the United States.
J. Environ. Health 41 (5), 259-265, 1979.

- Craun, G.F.: Disease outbreak caused by drinking water.
Journal WPCF 52 (6), 1833-1839, 1980.
- Diepgen, P.: Geschichte der Medizin. I. Band.
Verlag Water de Gruyter & Co., Berlin 1949.
- Duboise, S.M., B.E. Moore, Ch.A. Sorber, B.P. Sagik:
Viruses in soil systems.
CRC Critical Reviews in Microbiology 7 (3), 245-285,
1979.
- Dufour, A.P.: Disease outbreaks caused by drinking water.
Journal WPCF 55 (6), 905-908, 1983.
- Enders, J.F., Weller, T.H. and C.F. Robbins: Cultivation
of the lansing strain of poliomyelitis virus in cultures
of various human embryonic tissues.
Science 109, 85-87, 1949.
- Farrah, S.R., S.M. Goyal, C.P. Gerba, C. Wallis and P.T.B.
Shaffer: Characteristics of humic acid and organic
compounds concentrated from tapwater using the aquella
virus concentrator.
Water Res. 10, 897-901, 1976.
- Farrah, S.F. and P.A. Shields: Factors influencing the
association of viruses with membrane filters. In:
Viruses and disinfection of water and wastewater.
ed. by M. Butler, A.R. Medlen and R. Morris, University
of Surrey, 1982.
- Gerba, Ch.P. and S.M. Goyal: Quantitative assessment of
the adsorptive behavior of viruses to soils.
Environ. Science & Technol. 15, 940-944, 1981.
- Grafe, A.: Viren - Parasiten unseres Lebensraumes. Heidel-
berger Taschenbücher 192.
Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, 1977.
- Kaneko, M. and H. Igarashi: Effects of suspended solids on
inactivation of poliovirus by chlorine.
Wat. Sci. Tech. 15, 137-143, 1983.

- Keswick, B.H. and Ch.P. Gerba: Viruses in groundwater.
Environ. Science & Technol. 14 (11), 1290-1297, 1980.
- Keswick, B.H., Ch.P. Gerba, S.L. Secor and I. Cech:
Survival of enteric viruses and indicator bacteria in
groundwater.
J. Environ. Sci. Health A 17, 6, 903-912, 1982.
- Kowall, N.E. and H.R. Pahren: Health effects associated
with wastewater treatment and disposal.
Journal WPCF 54 (6), 677-687, 1982.
- Kowall, N.E. and H.R. Pahren: Health effects associated
with wastewater treatment and disposal.
Journal WPCF, 1193-1200, 1978.
- La Belle, R. and Ch.P. Gerba: Investigations into the pro-
tective effect of estuarine sediment on virus survival.
Water Res. 16, 469-478, 1982.
- Liebermann, H.: Reinigung und Konzentrierung animaler
Viren.
VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 114, 1982.
- Matthews, R.E.F.: Classification and nomenclature of viru-
ses.
Intervirology 12 (3-5), 1979.
- Moore, R.S., D.H. Taylor, L.S. Sturman, M.M. Reddy and
G.W. Fuhs: Poliovirus adsorption by 34 minerals and
soils.
Appl. Environ. Microbiol. 42 (6), 963-975, 1981.
- Moore, R.S., D.H. Taylor, M.M. Reddy and L.S. Sturman:
Adsorption of reovirus by minerals and soils.
Appl. Environ. Microbiol. 44 (4), 852-859, 1982.
- Murphy, W.H. and J.T. Syverton: Adsorption and transloca-
tion of mammalian viruses by plants. II. Recovery and
distribution of viruses in plants.
Virology 6, 623-636, 1958.

- Nell, J.H., J.F.P. Engelbrecht, L.S. Smith and E.M. Nupen:
Health aspects of sludge disposal: South African
experience.
Prog. Wat. Tech. 13, 153-170, 1980.
- Pettenkofer, M.v.: Der Boden und sein Zusammenhang mit der
Gesundheit des Menschen. Vortrag in der 1. allgemeinen
Sitzung der Versammlung der deutschen Naturforscher und
Ärzte zu Salzburg am 18.9.1881.
Deutsche Rundschau 29, 217-234, 1881.
- Plowright, C.B.: On an epidemic of jaundice in Kings' Lynn
1895.
Brit. med. J. 1, 1321, 1896.
- Reddy, K.R., R. Khaleel and M.R. Overcash: Behavior and
transport of microbial pathogens and indicator
organisms in soils treated with organic wastes.
J. Environ. Qual. 10 (3), 255, 1981.
- Ruf, M., V. Kuckleutz, W. Popp, W. Pöhlmann, A. Steiner
and K. Scherb: Strahlenbehandlung von Klärschlamm und
Abwasser. In: Entkeimung von Abwasser und Klärschlamm.
Hrsg.: Bayrisches Staatsministerium für Landesentwick-
lung und Umweltfragen, 1979.
- Scarpino, P.V.: Selection of practical indicator systems
for monitoring the virological quality of potable
water, wastewater, solid waste, shellfish, fish and
crops.
Wat. Sci. Tech. 15 (5), 17-32, 1983.
- Scholtze, H.-K., R. Ullmann, M. Poch und B. Schulze: Eine
alimentär bedingte Hepatitisepidemie.
Dt. Gesundh.-Wesen 32 (3), 377-383, 1977.
- Siegl, G.: Viren im Klärschlamm: Epidemiologische Gegeben-
heiten und praktische Bedingungen für eine effektive
Hygienisierung.
Schweiz. Arch. Tierheilk. 125, 661-666, 1983.

- Simon, J., E. Mocsari, M. di Gleria and V. Felkai: Effect of radiation on certain animal viruses in liquid swine manure.
Magyar Allaforvosok Lapja 38 (3), 168-171, 1983.
- Stadelmann, F.X.: Hygienische Qualitätskontrolle des im Futter- und Gemüseanbau verwerteten Klärschlamm.
Schweiz. Arch. Tierheilk. 125, 747-752, 1983.
- Strauch, D.: Ursachen und mögliche Auswirkungen des Vorkommens pathogener Agentien in kommunalem Klärschlamm.
Schweiz. Arch. Tierheilk. 125, 621-659, 1983.
- Tierney, J.T., R. Sullivan and E.P. Larkin: Persistence of poliovirus 1 in soil and on vegetables grown in soil previously flooded with inoculated sewage sludge or effluent.
Appl. Environ. Microbiol. 33 (1), 109-113, 1977.
- Vasl, R.J., E. Eizenberg, M. Lapidot and Y. Kott: Virus behavior in irradiated sludge.
Wat. Sci. Tech. 15, 123-127, 1983.
- Veckenstedt, A.: Über die Haltbarkeit des Maul- und Klauenseuchenvirus im Plankton.
Arch. exp. Veterinärmed. 10, 517-534, 1956.
- Vicar, J.W.Mc. and R.J. Eisner: Aerosol exposure of cattle to foot-and-mouth disease virus.
J. Hyg., Camb. 91, 319-328, 1983.
- Vilker, V.L. and W.D. Burge: Adsorption mass transfer model for virus transfer in soils.
Wat. Res. 14 (7), 783-790, 1980.
- Vrijzen, R., B. Rombaut and A. Boeye: pH-dependent aggregation and electrofocusing of poliovirus.
J. gen. Virol. 64, 2339-2342, 1983.
- Walter, R.: Untersuchungen zur kommunalhygienischen Bedeutung der Gewässerkontamination mit humanpathogenen Viren.
Diss. Humboldt-Universität Berlin, 1975.

- Walter, R. and St. Rüdiger: Untersuchungen zum Virusvorkommen im Grundwasser.
Z. ges. Hyg. 23 (7), 461-463, 1977.
- Walter, R., W. Diener und A. Namaschk: Zur Problematik der Virusinaktivierung in Wässern.
III. Internat. Hydromikrobiologisches Symposium
Smolenice, 3.-6. Juni 1980.
VEDA Verlag der Slowakischen Akademie der Wissenschaften Bratislava, 1981.
- Walter, R., W. Diener und A. Namaschk: Virological aspects of chemical disinfection of sewage sludge. In: Viruses and disinfection of water and wastewater.
ed. by: M. Butler, A.R. Medlen and R. Morris, University of Surrey, 1982.
- Walter, R. und J. Dürkop: Zur virologischen Belastung des Gera-Stollens und der damit in Zusammenhang stehenden Gewässer.
Gutachterliche Stellungnahme, 1983.
- Ward, R.L. and C.S. Ashley: Comparative effects of ammonia and related compounds on poliovirus.
Appl. Environ. Microbiol. 36 (1), 198-200, 1978.
- Ward, R.L.: Evidence that microorganisms cause inactivation of viruses in activated sludge.
Appl. Environ. Microbiol. 43 (5), 1221-1224, 1982.
- Wekerle, J. and H. Albrecht: Inactivation of vaccinia virus and a bovine enterovirus in aerated pig slurry with special regard to pH, temperature and free ammonia modification during aeration.
Agricultural Wastes 7, 39-50, 1983.
- WHO: Human viruses in water, wastewater and soil. Report of a WHO Scientific Group.
Technical Report Series 639, Genova, 1979.

WHO: The risk to health of microbes in sludge applied to land.

Report on a WHO Working Group, Stevanagl 6.-9.1.1981, Euro Report and Studies 54, 1981.

Yeager, J.G. and R.T. O'Brien: Structural changes associated with poliovirus inactivation in soil.

Appl. Environ. Microbiol. 38 (4), 702, 1979.

Anschrift der Verfasserin: MR. Prof. Dr. sc.med. Renate
Walter
Institut für Allgemeine und
Kommunale Hygiene der Medizi-
nischen Akademie "Carl Gustav
Carus" Dresden
Borsbergstraße 13
8019 Dresden

KURZFASSUNGEN DER VORTRÄGE

Zuckerrohrproduktion und Standortproblematik.

Angewandte Beispiele aus Afrika

von H. Z a d r a z i l

(Vortrag, gehalten am 7.12.1983)

63 Prozent der jährlichen Weltzuckerproduktion von ca. 100 Mio Tonnen entfallen auf die Verarbeitung von Zuckerrohr, das sich besonders für den Betrieb von Großplantagen eignet und wesentlich zur Verbesserung des Lebensstandards in Entwicklungsländern beiträgt.

Die ursprüngliche Heimat von *Saccharum officinarum* liegt wahrscheinlich in Neuguinea, von wo es sich über China und Indien später auch in Länder Afrikas und Lateinamerikas ausbreitete. Besonderen Aufschwung verdankt Zucker als Handelsprodukt der Verbesserung des Herstellungsverfahrens zu längerer Haltbarkeit (Raffinerie).

Bedeutende Klimafaktoren wurden an Hand von 4 Standortsbeispielen besprochen: Günstige Temperaturen führen zu Wachstumsraten von 2,5 cm und mehr pro Tag, der jährliche Sonnenschein liegt zwischen 2600 und 3000 Stunden, Jahresniederschlagsmengen von 555 bis 1457 mm sind unregelmäßig verteilt, sodaß Bewässerung erforderlich ist. Die jährliche Verdunstung (class A pan) liegt bei ca. 2100 mm.

Obwohl die Ansprüche an den Boden nicht groß sind, müssen doch häufig Ertragseinbußen auf Grund hohen Sandanteils oft in Verbindung mit toxischem Aluminium, geringer Profiltiefe, schlechter Bodenstruktur und gelöster Salze hin genommen werden. Die Bodenbearbeitung wird häufig mit Raupenfahrzeugen ausgeführt, besonders für die 1. Pflanzung nach der Rodung, später werden auch große Allradtraktoren mit Scheibenpflügen und Scheibeneggen verwendet.

Auf Grund langjähriger Monokultur ist die Nährstoffversorgung mit sämtlichen Makro- Elementen (N, P, K, S, Ca, Mg) zu beachten, obwohl andererseits bei besonders guten Böden oft jahrelang die Düngung mit Stickstoff ausreichend ist. Die Beurteilung des Versorgungsgrades erfolgt über Boden- und Blattanalysen.

Zuckerrohr wird vegetativ vermehrt und meist von Hand gepflanzt. Es kommen aber auch Maschinen zum Einsatz, welche dann gleichzeitig mehrere Arbeitsgänge (Düngung, Fungizid- und Insektizidbehandlung) ausführen. Zur Unkrautbekämpfung kommen sowohl Herbizide, als auch Traktor- und Handarbeit zur Anwendung.

Grundlage für die Auslegung und den Betrieb von Bewässerungssystemen ist die Verdunstung von freier Wasseroberfläche (class A pan). Häufig wird die Furchenbewässerung gegenüber mechanisierten Systemen bevorzugt, wenn es Topographie, Bodenart und Profiltiefe zulassen. Die Aufwendungen für den Bau von Wasserspeichern (Bewässerung erfolgt nur bei Tag) und Bodennivellierungsarbeiten mittels 'Scraper' und 'Grader' machen sich rasch bezahlt. Wesentliche Nachteile mechanisierter Systeme (Beregnungssystem mittels Rohrleitungen oder Rohr- Schlauch-System, selbstfahrende Großregner, verschiedene Pivotsysteme) sind höhere Energiekosten, Devisenaufwand für Anschaffung und Ersatzteile, Bedarf von geschultem Personal für Bedienung und Reparatur. Tropfenbewässerung leidet oft am hohen Schwebstoffgehalt tropischer Flüsse.

Zur Abfuhr der Niederschläge bedarf es oft des Aushubs großer Drainagegräben, verbunden mit Dammbauten zum Schutz gegen Überschwemmungen. Ein besonders intensives System der Oberflächenentwässerung ist die Beetkultur. Besonderes Augenmerk ist auf die Qualität des Bewässerungswassers (elektr. Leitfähigkeit, SAR, pH_C) zu richten und die Erstellung einer Salzbilanz ist erstrebenswert.

Zur Versorgung einer mittelgroßen Fabrik ist die Zulieferung von etwa 3000 t Rohr pro Tag erforderlich. Zur Vermeidung von Qualitätsverlusten durch Inversion von Saccharose ist auf eine rasche Verarbeitung (innerhalb von 48 Stunden) zu achten. Bei der Auswahl des Erntesystems ist zu bedenken, daß ein niedriger Mechanisierungsgrad unter Verwendung vieler Arbeitskräfte am besten den Erfordernissen eines Entwicklungslandes entspricht: Nach dem Abbrennen der trockenen Blätter wird das Rohr mit Messern abgehauen, in Bündel von ca. 6 t aufgeschichtet, mit Ketten umschlossen und mittels Traktor abgeführt. Ein erster Schritt zur Mechanisierung ist die Verladung mittels Greiflader. Der höchste Mechanisierungsgrad wird von Maschinen erreicht, die das Rohr oben und unten abschneiden, in 30 cm lange Stücke schneiden und mittels Förderband in Transportkörbe verladen. Rohrerträge von 100 - 110 t/ha innerhalb einer Wachstumsperiode von 11 - 12 Monaten können ohne weiteres auch auf großen Flächen erreicht werden. Bei einem Saccharosegehalt von 12,5 - 13,5% entspricht dies einem Ertrag von 1,1 - 1,2 t Saccharose pro Hektar und Monat.

Abflußverschärfung durch Bewirtschaftungsänderungen
von E. K l a g h o f e r
(Vortrag, gehalten am 29.2.1984)

Da Hochwasserereignisse in den vorangegangenen Jahren öfters anders als prognostiziert verliefen, vermutete man, daß eine Ursache dafür unter anderem eine geänderte landwirtschaftliche Nutzung der Einzugsgebiete sein könnte. Von der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt wurden daher in den Jahren 1982 und 1983 zur Klärung dieser Fragen Versuche durchgeführt. Diese bestanden im wesentlichen aus der Beregung verschiedener Test-

flächen in der Steiermark, wobei Mais, Wiese und ein unterschiedlich bearbeiteter Boden untersucht wurden.

Diese Berechnungsversuche zeigten z.B., daß bei Niederschlagsereignissen mit hohen Intensitäten und Mengen der Oberflächenabfluß auf hoch wassergesättigten Böden, die mit Mais und Wiese bewachsen sind, gleich verläuft. Das Ausmaß des Oberflächenabflusses hängt dabei wesentlich vom Infiltrationsverhalten des Bodens ab, das wieder eine Funktion des Wassergehaltes, des Bodengefüges und im weit-aus geringeren Ausmaß der Pflanzendecke ist. Eine weitere Folgerung aus den Versuchen ist die, daß bei zur Verschlämmung neigenden Böden die Infiltrationsrate während eines Regenereignisses abnimmt und dadurch ein hoher Oberflächenabfluß auftritt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Hochwasserereignisse, die sehr selten auftreten und von großen Abflüssen begleitet sind, durch eine moderne Feldbewirtschaftung und einen expandierenden Maisanbau nicht wesentlich beeinflußt werden.

Literatur:

Klaghofer, E.: Abflußverschärfung durch Bewirtschaftungsänderungen. Mitteilung der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt Nr. 30, Petzenkirchen; im Druck.

Versuche zur Messung des Bodenabtrags
mit Hilfe der Regensimulation
von B. B a u e r
(Vortrag, gehalten am 29.2.1984)

Der Bodenabtrag durch Wasser auf geneigten Flächen kann auf zweierlei Weisen bestimmt werden. Entweder wartet man auf das natürliche Ereignis Regen (= Input in das System) oder man versucht, den Regen nachzumachen und verschreibt sich der Simulationstechnik.

Vor- und Nachteile beider Varianten wurden angeführt. Bei beiden gilt es natürlich die Input-Größen wie Tropfengröße, Tropfenintensität etc. vorerst zu bestimmen um überhaupt Korrelationen mit dem Output (Abgespültes bzw. Splash) herstellen zu können. Die Angabe der Niederschlagsmenge allein genügt in keinem Fall - zumindest die Niederschlagsintensität ist zu kennen.

Nach einer Beschreibung des apparativen Aufbaus der Regensimulation und der verschiedenen Methoden zur Messung der Tropfengrößen wurden die sich auf drei verschiedenen Böden ergebenden Werte zuerst auf Brachesituation verglichen, um Aussagen über den Einfluß der Bodenparameter zu geben. Danach wurden die Versuche auf verschiedenen Kulturarten vorgestellt, um den Erosionsschutz von Weizen, Kartoffeln und Weinrebe darzustellen.

Ein wichtiges Glied der Bodenabtragskette ist ferner "Splash". Die durch die Prallwirkung der Regentropfen aus dem Verband herausgeschleuderten Bodenteilchen werden auf geneigten Flächen sukzessive hangab befördert. Durch meine Messungen wurde klar, daß gerade am Beginn von Niederschlagsereignissen oder in Niederschlagsereignissen mit geringen Intensitäten die Beförderung von Bodenteilchen durch "Splash" sehr groß ist und den Hauptteil des Bodenabtrags ausmacht. Erst mit beginnendem Abfluß übertrifft dann die Abspülungsleistung den Splashtransport. Die Splashmengen wurden durch Splashgläser und durch das Splashblech gemessen.

Bodenprobleme und Erosionsbekämpfung im Zuge
der Wildbach- und Lawinerverbauung
von G. K r o n f e l l n e r - K r a u s
(Vortrag, gehalten am 21.3.1984)

In der Wildbach- und Lawinerverbauung bekämpft man nicht nur die "Bodenerosion", sondern darüber hinaus die viel weiterreichende "Wildbacherosion". Man versteht darunter alle Erosionserscheinungen, die zum Feststofftransport in Wildbächen beitragen und den gesamten Gebietsabtrag einschließlich Transport- und Ablagerungsvorgänge (Muren). Bei Kenntnis der der Erosion unterliegenden Flächen sowie der Transport- und Ablagerungsverhältnisse läßt sich die Wildbacherosion einschätzen. Allerdings nehmen die Erosionsraten sprunghaft, in Zehnerpotenzen zu: von hundertstel Millimeter pro Jahr in gut bewachsenen Einzugsgebieten und auf Hängen, bis zu plötzlichen Abtragstiefen in Meter- und Dekameter-Dimensionen bei Graben- und Rutschungserosionen während extremer Einzelereignisse.

Die Landnutzung (Vegetation, Besiedlung, etc.) spielt eine entscheidende Rolle und ist in einem gewissen Rahmen auch regelbar. In unseren humiden Breiten vermögen landwirtschaftlich genutzte Flächen bis zu einer gewissen Steilheit (etwa 30°) Erosionen zu vermeiden. Dagegen müssen vegetationslose Geschiebeherde raschest verbaut und begrünt werden, weil sonst in wenigen Jahren Millionen Kubikmeter abgetragen werden können. Dem Wald kommt dabei eine besonders bodenschützende Wirkung zu. Die in der Literatur belegten "Wohlfahrtswirkungen des Waldes" sind allerdings örtlich sehr verschieden.

Um die Auswirkungen von Veränderungen (z.B. von Rodungen zur Anlage von Skipisten) besser beurteilen zu können, wurden Erosion- und Abfluß auf 100 m² großen Meßflächen bei künstlichen Beregnungen gemessen. Dabei zeigte es sich, daß es im Wald hauptsächlich zu oberflächennahen Ab-

flüssen kommt. Dementsprechend treten im Wald praktisch keine Oberflächen-, sondern eher Rutschungserosionen auf. Wo die Wirksamkeit des Waldes gegenüber der Wildbacherosion überfordert wird, sind die bekannten technischen Verbaumaßnahmen erforderlich.

Die komplexen, zusammenhängenden Probleme der Wildbacherosion, der Transport- und Ablagerungsverhältnisse werden in speziell eingerichteten "Mustereinzugsgebieten" studiert. Die Normalausstattung dieser Mustereinzugsgebiete besteht aus Niederschlags-, Abfluß- und Geschiebemeßanlagen, um Hochwasserabläufe und Feststofftransporte genau zu erfassen. Die jeweils gegebenen Verhältnisse bezüglich Topographie, Geologie, Boden, Vegetation, Bewirtschaftung und Verbaumaßnahmen werden vor allem in Karten dargestellt. Die verschiedenen Formen der Wildbach-Erosion und die Schutzwirkung verschiedener Pflanzendecken erfordern weitergehende Versuche und Messungen. Als extremste Form der Wildbach-Erosion wurde beispielsweise der 2 km² große Talzuschub im Gradenbach eingehend untersucht, der die Ortschaft Putschall in Döllach im Mölltal gefährdet. Es gelang dort, das Ausmaß der Hangbewegung in Abhängigkeit der Niederschläge und die Verbaungswirkung zu quantifizieren und damit den Hang unter Kontrolle zu bekommen.

Das große Erosions- und Transportvermögen der Wildbäche führt zur ständigen Ausräumung der Bette, bis diese mit groben Blöcken gepflastert sind. Abflüsse können dann jahrzehntelang praktisch geschiebelos bleiben. Wenn jedoch Decksichten aufgerissen und Rutschmaterialien in die Bette eingeworfen werden, können wieder plötzlich gewaltige Muren die Folge sein. Neben den Abtrags- und Geschiebemesungen in den Mustereinzugsgebieten wurden deshalb alle bei Katastrophen laufend auftretenden Extremwerte erhoben und analysiert. Demnach stehen extreme Wildbachfeststofffrachten mit der Größe eines Einzugsgebietes, der Steilheit und der Gebietsanfälligkeit bzw. Erosionsschutz eines Einzugsgebietes in einem bestimmten Zusammenhang. Die wei-

teren Untersuchungen zielen vor allem darauf ab, die vorläufigen Wildbach-Kennwerte (Torrentialitätsgrad) nach Wildbach-Zonen noch genauer abzugrenzen. Auch für die nach Feststoffablagerung auf Schwemmkegeln und in Talgründen auftretenden Schurfrinnen konnten für die Zwecke der Gefahrenzonenplanung empirische Formeln für mögliche Grenzwerte ermittelt werden. Damit konnten also verschiedene Formen der Wildbach-Erosion einer Quantifizierung nähergebracht werden.

Literatur:

- Kronfellner-Kraus, G.: Über den Geschiebe- und Feststofftransport in Wildbächen. Österr. Wasserwirtschaft, 34, 1/2, 12-21, 1982.
- Kronfellner-Kraus, G.: Zur Kontrolle der Wildbacherosion auf Schwemmkegeln. Allg. Forstzeitung, S 346-347, 1983.

Erosionsgefährdung in steirischen Maisanbaugebieten.

Anwendung der Ergebnisse der Österreichischen Bodenkartierung

von M. E i s e n h u t

(Vortrag, gehalten am 21.3.1984)

Unter "Bodenerosion" wird in dieser Arbeit lediglich die Verlagerung von Bodenmaterial durch Niederschlags-(eventuell auch Schmelz-)wasser im hängigen Gelände verstanden. Sie tritt meist als Folge unsachgemäßer Bodenbearbeitung auf und führt zu einer charakteristischen, oberflächenkonformen Profilprägung.

Im steirischen Hügelland ergaben sich durch die Bodenerosion bis etwa 1970 keinerlei Probleme. Eine vielgliedrige Fruchtfolge, in der alle gegendüblichen Feldfrüchte Platz fanden, relativ kleine, oft hangparallele Parzellen, Ackerterrassen auf steileren Hängen, Buschreihen an den

Flurgrenzen und dergleichen hielten den Bodenabtrag in Grenzen. Erst in den 80er Jahren, als die arbeitsaufwendige Landnutzung infolge wirtschaftlicher Zwänge aufgegeben werden mußte und die Mechanisierung erheblich zunahm, wurde die Bodenerosion allmählich zu einer Gefahr für die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit. Maßgeblich hierfür waren:

- Vereinfachung der Fruchtfolge bis zur Monokultur "Mais",
- Ausräumung der reichgegliederten Kulturlandschaft durch agrarische Operationen,
- Wegfall der Stallmistdüngung und der Leguminosen,
- Befahren und Bearbeiten der Äcker mit zu schweren Geräten in zu feuchtem Zustand.

1. Möglichkeiten der Vorausschätzung der Bodenerosion.

Da Erosionsschäden in den Hügelländern - das Phänomen ist ja nicht auf das südöstliche Alpenvorland beschränkt - stellenweise besorgniserregende Ausmaße annehmen, gewinnen flächendeckende Angaben über erosionsgefährdete Bereiche an Bedeutung. Eine, wenn auch mit einigen Mängeln behaftete Möglichkeit, solche Flächen bundesweit auszuweisen, bieten die aus der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000 abgeleiteten Erosionskarten.

Bei der Bodenkartierung werden unter dem Sammelbegriff "Erosion" Abschwemmung, Auswehung, Hangrutschungen, Überschwemmung und Überstauung erfaßt. Sie wird mit "nicht gefährdet", "mäßig gefährdet" und "stark gefährdet" klassifiziert. Für die gegenständliche Betrachtung wird nur der erste Parameter, die Abschwemmung von Bodenmaterial, herangezogen. Die Klassifizierung wird im Gelände getroffen, wobei vor allem die Zusammenhänge zwischen Geländeausformung und Bodencatena, weiters Textur und Bodenskelett, Humusgehalt und -form, Hangneigung und vorherrschende Nutzung berücksichtigt werden. Besonderes Augenmerk wird auf die Beobachtung aktueller Schadereignisse gelegt.

1.1. Bodencatena und Geländeausformung:

Zwischen dem Aufbau eines Bodens (Bodenprofil) und seiner Lage im Gelände ergeben sich zumeist charakteristische Zusammenhänge, die eine Voraussage der Erosionsanfälligkeit erlauben. Kuppen, Riedel, Hangrippen und Knicke sind der Abtragung am stärksten ausgesetzt. Durch eine kontinuierliche, wenn auch oft wegen der geringen Hangneigung nicht so augenfällig wirkende Bodenabtragung wird die Krume verkürzt, die Bodenentwicklung gehemmt. Daher sind Kulturohoböden, Hangpseudogleye, Ranker und Rendsinen typisch für solche Positionen.

Auf Ober- und Mittelhängen herrscht sowohl Erosion als auch Akkumulation. Besonders bei Niederschlägen geringerer Intensität kommt es hier zur Ablagerung von Bodenmaterial. Wir finden hier in der Regel mittelgründige Profile, wobei für die riedelförmig aufgelösten altpleistozänen Terrassen die pseudovergleyte Lockersedimentbraunerde (A-ABP-S-Profil) charakteristisch ist. Bei den Braunerden liegt unter dem A- meist ein AB-Horizont, ein Zeichen für die Akkumulation.

Ein Teil des abgeschwemmten Bodenmaterials wird am Unterhang oder Hangfuß in Form von Kolluvien abgelagert, ein anderer jedoch geht - hier ist die Lage zum Vorfluter maßgeblich - verloren und trägt zur Belastung der Gewässer bei.

1.2. Weitere Parameter:

Hangneigung - und Hanglänge spielen - dies ist durch zahlreiche Untersuchungen hinlänglich bekannt - bei der Bodenverlagerung eine beachtliche Rolle. Die Hangneigung wird bei der Kartierung insoweit berücksichtigt, als bestimmte Neigungsgrenzen als formengliedernde Kriterien gelten; sie werden im Gelände nach den vorherrschenden Gegebenheiten festgelegt. Im Hügelland ist es vielfach die 15°- Grenze, die von den Kartierungseinheiten nicht überschritten werden soll. Die Hanglänge kann nicht berücksichtigt werden,

da dies den komplexen Charakter der Bodenkarte überforderte.

Bodenart und Skelettanteil werden erfaßt, erstere durch die Schlämmanalyse, letztere durch Anschätzung. Die lehmig-schluffigen Böden im Bereich der pleistozänen Lehmdecken, aber auch auf den schluffreichen Tertiär werden von der Abschwemmung besonders stark betroffen, weil sie zur Verschlümmung neigen und dadurch den oberflächlichen Abfluß fördern. Die Tonböden sind wegen ihrer bedeutenden Kohäsion weniger erosionsanfällig, ebenso die Sandböden wegen ihrer hohen Infiltration. Kommt es jedoch zu einem Oberflächenabfluß, sei es, daß Wasser von einem höheren Hangteil übertritt, oder daß Sperrschichten die Versickerung behindern, so ist wegen des geringen Zusammenhalts der Bodenaggregate bei den leichten Böden eine besonders starke Erosionswirkung festzustellen.

Höherer Skelettanteil setzt - so die Fachliteratur - die Erodierbarkeit herab. Wir können jedoch gerade bei den skelettreichen, sandig-schluffigen Verwitterungsböden am Gebirgsrand bei Silomais, Kartoffeln oder Brache einen sehr bedeutenden Bodenabtrag beobachten. Offenbar mindern die häufig feststellbare Pflugsohle und die relativ geringe Strukturstabilität die schützende Wirkung des Grobanteils.

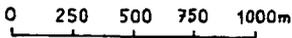
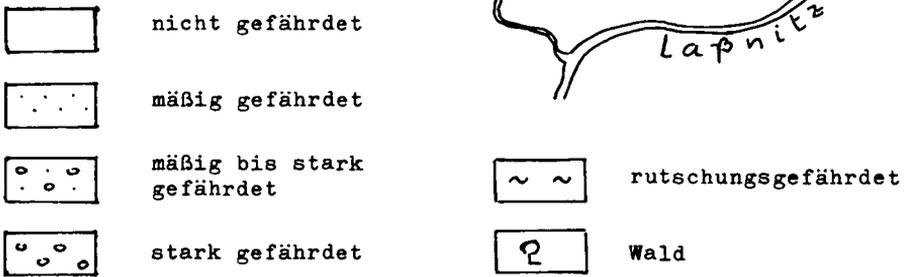
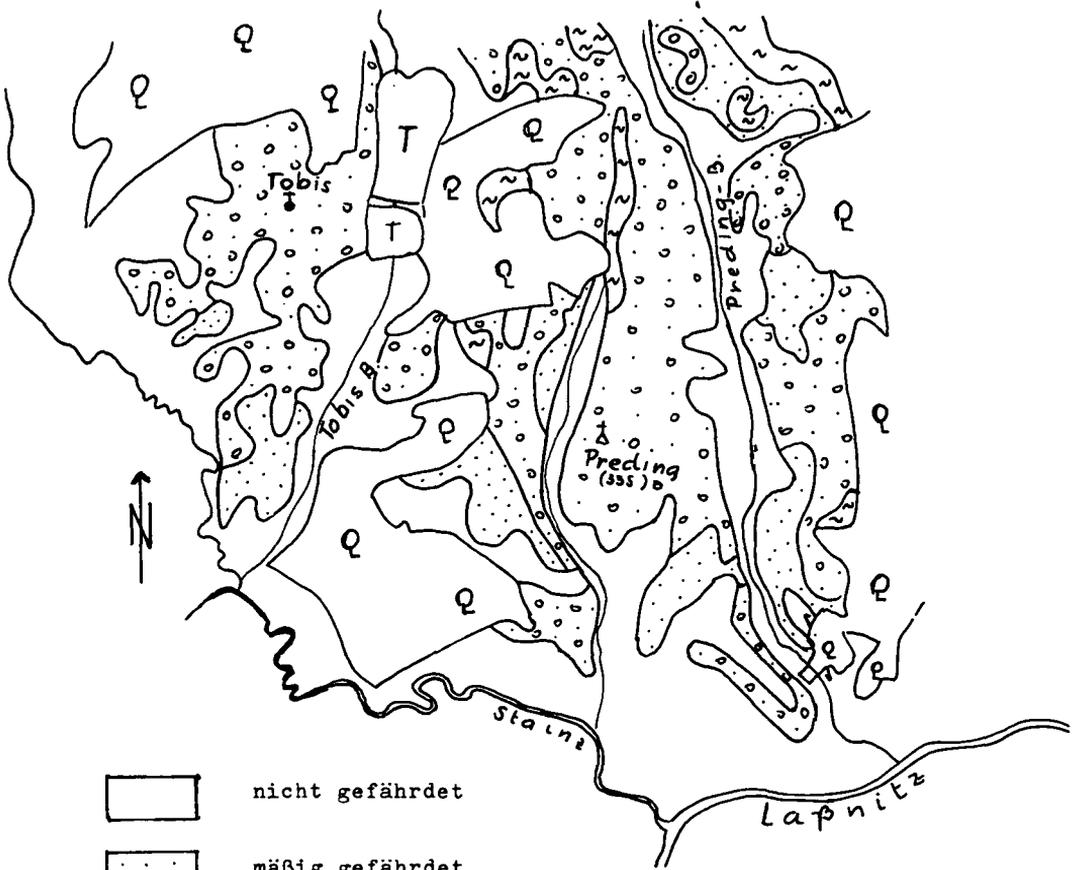
2. Die angewandte Bodenkarte

Die beiliegende Skizze ist der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000, KB. 24 (Deutschlandsberg) entnommen und zeigt die Möglichkeit, erosionsgefährdete Flächen auszuweisen. Der Kartenausschnitt erfaßt die riedelförmig aufgelöste altpleistozäne Terrassenlandschaft im Raume Preding.

Am stärksten von der Abschwemmung sind die schmalen Riedel sowie die exponierten Hangrippen und Geländekanten betroffen; sie können aus Maßstabsgründen nur teilweise dargestellt werden. Mäßig gefährdet sind die glatten, weniger als 15° geneigten Hänge, wenn sie nicht zu langgestreckt

BODENEROSION

Abgeleitet aus den Bodenkarten 1 : 25.000 der Österreichischen
Bodenkartierung, KB. Deutschlandsberg.



sind sowie Hangmulden und Unterhänge. Dort, wo an den Hängen die schichtig aufgebauten "Florianer Tegel" (Badenien) durchspießen, treten zumeist Hangrutschungen auf.

Für die übersichtliche Darstellung der erosionsgefährdeten landwirtschaftlich genutzten Flächen Österreichs ist die aus der Österreichischen Bodenkarte abgeleitete Erosionskarte gut geeignet. Eine parzellenscharfe Erosionsvorausagekarte, wie sie für Teile der USA von Wischmeier und Smith, für Bayern von Schwertmann und Mitarbeitern erstellt werden, könnte in Österreich nur nach längeren, regional gestreuten Exaktversuchen erstellt werden.

Literatur:

Arbeiten der DLG: Bodenerosion, Ursachen des Bodenabtrages und Gegenmaßnahmen. DLG-Verlag Frankfurt, Bd. 174, 1982.

Mieczkowski, Z.: Untersuchungen über die Bodenzerstörung im niederösterreichischen Weinviertel (am Beispiel des Bisamberg-Rußbachgebietes). Mitt. Österr.Bodenk.Ges., Heft 9, Wien, 1965.

Österreichische Bodenkarte 1:25.000 mit Erläuterungsheft, KB. 24 (Deutschlandsberg), Herausgeg.v. BM.f. Land- und Forstwirtschaft, Wien, 1975.

Richter, G.: Bodenerosion - Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. Forschungen z. deutschen Landesk., Bd. 152, BA.f. Landesk.u. Raumforsch., Selbstverl. Bad Godesberg, 1965.

Schwertmann, U.: Die Vorausschätzung des Bodenabtrags durch Wasser in Bayern (Verfahren von Wischmeier und Smith), o.J.

Untersuchungen über den Boden-Stickstoffgehalt
beim ISDV-Linz/Steyr
von K. A i c h b e r g e r
(Vortrag, gehalten am 14.11.1984)

Seit dem Erreichen eines hohen Düngungsniveaus im Ackerbau ist die landwirtschaftliche Forschung bemüht, geeignete Methoden zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Boden-Stickstoffs zu finden, um - ähnlich wie bei den Nährstoffen Phosphor und Kali - Düngungsempfehlungen für laufende oder künftige Vegetationsperioden geben zu können.

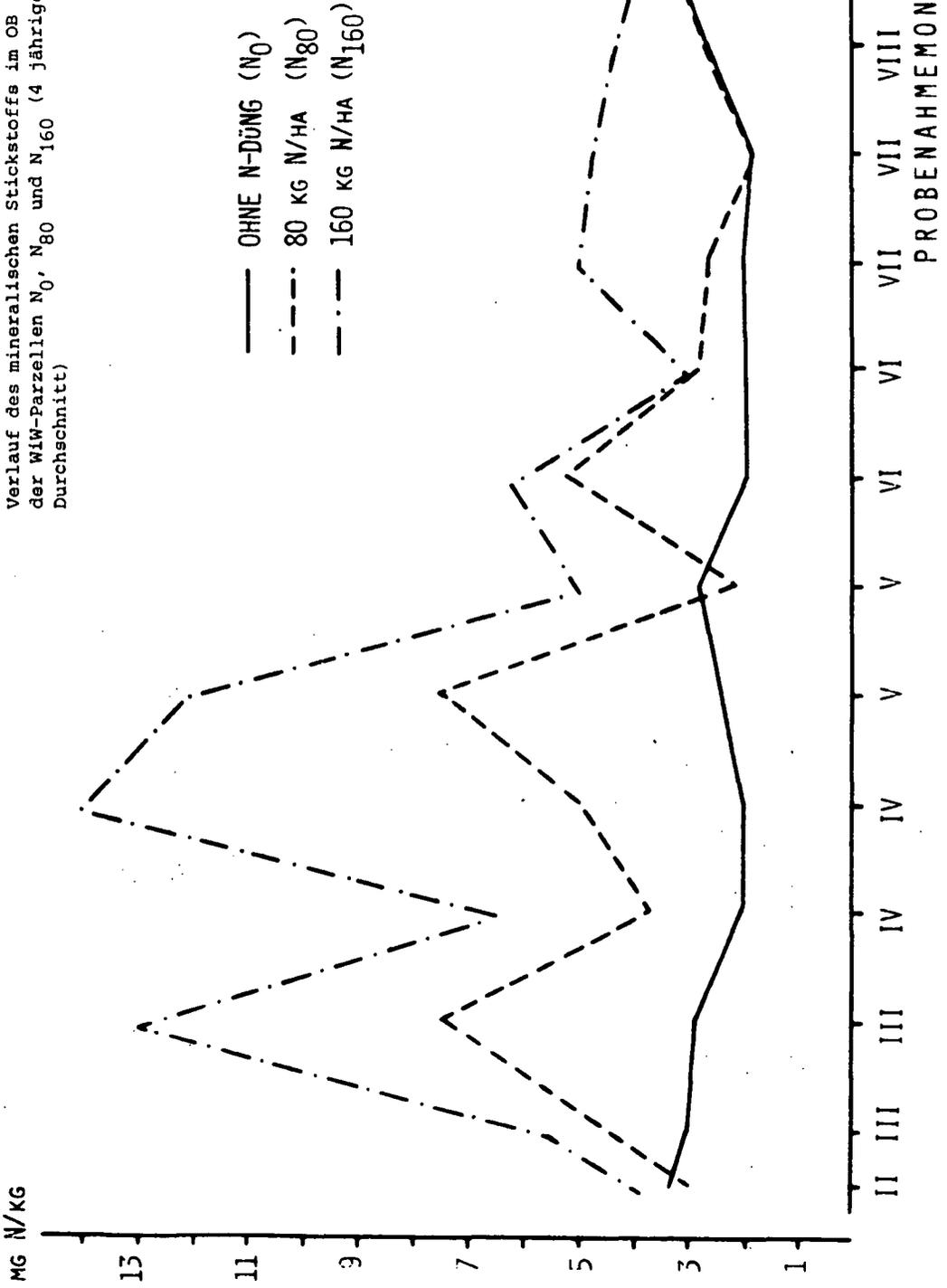
Im Rahmen des Internationalen Stickstoff-Dauerversuchsprogrammes (ISDV) befaßte sich daher die Landwirtschaftlich-chemische Bundesanstalt Linz speziell mit Fragen der Analytik und Pflanzverfügbarkeit von mineralisiertem Boden-Stickstoff. Beim ISDV-Versuch handelte es sich um einen N-Steigerungsversuch in vierfacher Wiederholung, mit der Fruchtfolge Zuckerrübe-Winterweizen-Sommergerste, wobei von den Düngungsstufen N_0 , N_{80} und N_{160} der Winterweizenparzellen über mehrere Jahre hindurch in 14tägigen Intervallen Bodenproben entnommen und nach den Richtlinien der N_{min} -Methode hinsichtlich mineralisiertem Stickstoff untersucht wurden. Der Boden der Versuchsfläche war ein mittelschwerer, lehmiger Schluff und wurde typenmäßig als Parabraunerde kartiert.

Die Untersuchungsergebnisse der Jahre 1977-1980 können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

- 1.) Unter Winterweizen zeigen die Stickstoffgehalte im Boden im Durchschnitt der Jahre einen relativ einheitlichen Verlauf. Von einem bestimmten Ausgangswert nimmt der Gehalt zunächst ab, erfährt sodann eine Steigerung durch die Stickstoffmobilisierung im Frühjahr und verringert sich sehr stark durch den Pflanzenentzug in der Hauptwachstumszeit.

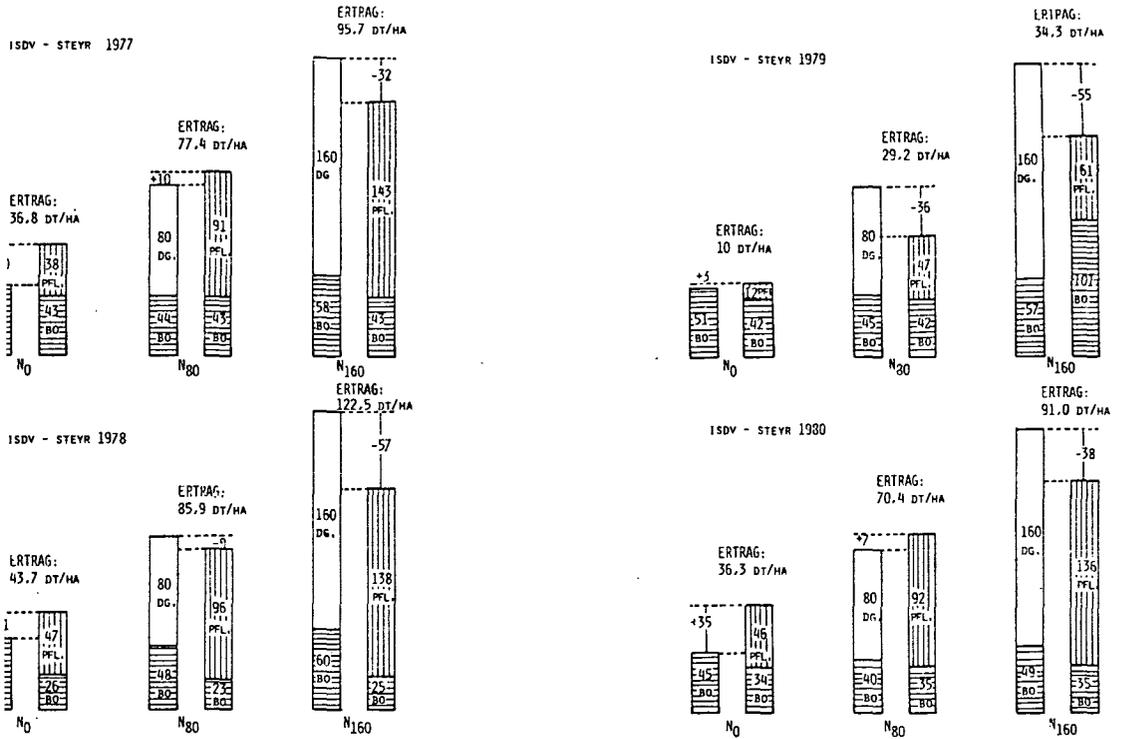
- 2.) Zu Vegetationsbeginn lagen die N_{\min} -Gehalte im Boden über die Jahre hindurch gleich, wobei die Unterschiede zwischen der ungedüngten und der hochgedüngten Parzelle maximal 15 kg betragen. Dies bedeutet für die Praxis, daß man am gleichen Standort unter gleicher Vorfrucht immer mit ähnlichen Ausgangswerten zu rechnen hat und hohe N-Gaben sich im Folgejahr in der N_{\min} -Untersuchung praktisch nicht mehr zeigen.
- 3.) In der Hauptwachstumszeit der Pflanzen (Schossen-Ährenschieben) sind die Böden unabhängig von der Höhe der Stickstoffdüngung leer an N, sodaß sich eine Bodenuntersuchung zur Düngerbedarfermittlung zu diesem Zeitpunkt als sinnlos erweist.
- 4.) Nach der N-Bilanzierung wird der Höchstertrag bei Winterweizen mit Düngeraufwandmengen erreicht, die eine Stickstoff-Nachlieferung von Boden in Frage stellen. Es muß sozusagen Stickstoff im Überschuß verabreicht werden, um hohe Erträge zu bilden.

Verlauf des mineralischen Stickstoffs im OB
der WiW-Parzellen N₀, N₈₀ und N₁₆₀ (4 jähriger
Durchschnitt)



PROBENAHMEMONAT

Stickstoffbilanzen für Winterweizen (kg/ha)
der Jahre 1977-1980



O r d e n t l i c h e G e n e r a l -
v e r s a m m l u n g 1 9 8 4

Die Ordentliche Generalversammlung 1984 fand am Mittwoch, dem 25.1.1984 im Hörsaal 8 der Universität für Bodenkultur, 1180 Wien, Gregor-Mendel-Straße 33 statt.

Beginn 14 Uhr 35, Ende 15 Uhr 10.

Nach der Begrüßung der Teilnehmer stellte der Präsident, Herr O.Univ.-Prof.Dr. W.E.H. BLUM, die Beschlußfähigkeit der Generalversammlung fest. Es waren 30 Mitglieder der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft anwesend (25 Mitglieder für Beschlußfähigkeit notwendig).

Tagesordnung:

- 1) Genehmigung des Protokolls der letzten Generalversammlung. Das Protokoll wurde ohne Gegenstimme angenommen. Auf eine Verlesung wurde verzichtet.

Bericht:

Mittwoch, den 19. Jänner 1983 um 14 Uhr 15 Ordentliche Generalversammlung. Durch den Rücktritt von HR.Dr.F.STELZER, den langjährigen Schatzmeister, und HR.Dipl.-Ing.Dr. F. BLÜMEL, der fast dreißig Jahre unserer Gesellschaft in führender Position angehört hat, waren einige Vorstandsmitglieder neu zu wählen. Zum neuen Schatzmeister wurde Dipl.-Ing.Dr.E.KLAGHOFER ernannt, in den Erweiterten Vorstand wurden neu gewählt: O.Univ.-Prof.Dr.O.PREGL und Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr.O.DANNEBERG. Die übrigen Mitglieder des Geschäftsführenden und Erweiterten Vorstandes bleiben gegenüber 1982 unverändert. Der Präsident, O.Univ.-Prof.Dr. W.E.H. BLUM richtet an beide scheidenden Vorstandsmitglieder Worte des Dankes. Im Anschluß an die Generalversammlung sprach Univ.-Prof.DDr.Dr.h.c. E. MÜCKENHAUSEN, Bonn, über das Thema "Neuere Entwicklung der Bodensystematik in der Bundesrepublik Deutschland".

Vortragsveranstaltung: Mittwoch, den 16. März 1983 um 15 Uhr. Es sprachen Ao.Univ.-Prof.Dr. W. LOUB zum Thema: "Zur mikrobiologischen Charakterisierung natürlicher und bewirtschafteter Böden" und Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr. O. DANNEBERG zum Thema: "Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Huminstoff-Analytik".

Vortragsveranstaltung: Mittwoch, den 20. April 1983 um 15 Uhr. Es sprachen O.Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr. O. PREGL zum Thema: "Aufgaben und Arbeitsmethoden des Erd- und Grundbauingenieurs".

Mittwoch, den 14. bis Freitag, den 16. September 1983
Exkursion in das Mühlviertel.

1. Tag: Nachmittag in Aigen, Kurzvorträge: Univ.-Doz.Dr. H. KOHL: "Geologisch-morphologische Verhältnisse im Mühlviertel", Univ.-Doz.Dir.Dr. W. DUNZENDORFER: "Die Botanik des Mühlviertels", Dir.Dr. E. MAIERHOFER: "Die pflanzenbaulichen Gegebenheiten des Mühlviertels", OR.Dipl.-Ing. K. SCHNETZINGER: "Die bodenkundlichen Verhältnisse im Mühlviertel", Dr. S. BLASL: "Versuche der Chemie Linz AG im Kristallin". Abendessen in Aigen, Bärnsteinhof, auf Einladung der Oberösterreichischen Landesregierung.

2. Tag: Plöckensteingebiet (Steinernes Meer) -Standort 1: Rohrbach, Hopfengarten, kalkfreie Lockersediment-Braunerde aus grobkörnigem Kristallin (Kolluvium), Mittag in Neufelden; Standort 2: St. Peter am Wimberg, Hopfengarten, vergleyte kalkfreie Lockeresediment-Braunerde aus Resten alter Kristallinverwitterung; Standorte 4 und 5: Kleinzell, Acker, kalkfreie Felsbraunerde und kalkfreie L-Braunerde aus feinkörnigem Kristallin. Abendessen in Schlägl, Stiftskeller, auf Einladung der Oberösterreichischen Warenvermittlung.

3. Tag: Waldburg - Standort 6: Lest bei Kefermarkt, Wald, Podsol aus Quarzsand und Schotter; Mittag in

Gutau auf Einladung der Chemie Linz AG; Standort 9: Gutau, Grünland, Ranker aus feinkörnigem Kristallin; Krapfenjause im Lampelmayrhof auf Einladung der Oberösterreichischen Saatbaugenossenschaft; Standort 10: Hagenberg, Acker, Typischer Pseudogley aus schluffig-lehmigen Deckschichten; Linz (16 Uhr 30). An der Exkursion nahmen auch 15 Schweizer Bodenkundler teil.

Am Montag, dem 19. und Dienstag, dem 20. September 1983 wurde für die Schweizer Kollegen eine Exkursion in das Seewinkelgebiet des Neusiedlersees geführt. Vorgestellt wurden Tschernoseme, Paratschernoseme und Salzböden; die Probleme dieser Böden wurde besprochen. Teilgenommen haben auf österreichischer Seite W.E.H. Blum, F. FREILINGER, H. HACKER, P. NELHIEBEL, E. PECINA und am zweiten Tag auch O. NESTROY. Es wurden sehr wertvolle Kontakte mit den Schweizer Kollegen geknüpft.

Vortragsveranstaltung: Mittwoch, den 19. Oktober 1983 um 15 Uhr. Es sprachen O.Univ.-Prof.Dr.H. FISCHER zum Thema: "Reliefentstehung des österreichischen Kristallinmassivs". Dipl.-Ing.Dr.E. KLAGHOFER zum Thema: "Physikalische Kenngrößen zur Beschreibung eines Bodens" und Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr.F. SOLAR zum Thema: "Nachlese der Exkursion in das Mühlviertel".

Vortragsveranstaltung: Mittwoch, den 16. November 1983 um 15 Uhr. Es sprach Dipl.-Ing.R. ÖHLINGER zum Thema: "Bodenenzymatik".

Vortragsveranstaltung: Mittwoch, den 7. Dezember 1983 um 15 Uhr. Es sprach Dipl.-Ing.Dr.H. ZADRAZIL zum Thema "Zuckerrohrproduktion und Standortproblematik. Angewandte Beispiele aus Afrika".

- 2) Tätigkeitsbericht 1983. Prof. BLUM bezog sich auf den schriftlich ergangenen Tätigkeitsbericht und gab einige ergänzende Bemerkungen ab. Als Termine für die nächsten Vortragsveranstaltungen sind der 29.2. und

der 21.3.1984 vorgesehen. Die Vorträge sollen sich mit dem Thema "Bodenerosion" befassen.

Auch auf das Symposium der ÖBG wurde kurz hingewiesen. Es wird am 4. und 5. Juni 1984 in Linz stattfinden und dem Themenkreis "Eignung landwirtschaftlicher Böden für die Verwertung von Siedlungsabfällen" gewidmet sein (4. Juni: Vorträge, 5. Juni: Exkursion). Die Einladungen zu diesen Veranstaltungen werden in eigenen Aussendungen erfolgen.

Zur Mitgliederbewegung 1983 sagte Herr BLUM, daß diese einen sehr erfreulichen Aspekt aufweist, der durch den Eintritt von 2 neuen A - und 28 neuen B- Mitgliedern dokumentiert wird. Andererseits ist der Austritt von 4 C-Mitgliedern (Bundesanstalten), der auf Weisung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft erfolgte, sehr zu bedauern.

M i t g l i e d e r b e w e g u n g 1983

	1.1.1983	1.1.1984
A-Mitglieder	46	48
B-Mitglieder	145	171
C-Mitglieder	23	19
Fördernde Mitglieder	<u>8</u>	<u>8</u>
	222	246

Neue A-Mitglieder: Ing.Gerald REH
Dr.Herbert WEINGARTNER

Neue B-Mitglieder: Dr.Karl AICHBERGER, Dr.Inge GANDER, Monika GRASSLER, Dr.Hermann HÄUSLER, Dipl.-Ing.Alfred HERBIG, Ing.Josef IMLINGER, Ing.Herbert JANESCH, Robert JANDL, Dipl.-Ing.Karl KOPPI, Kurt KREIHSLE, Dipl.-Ing.Karl MADER, Rainer MIKULITS, Michael MIRTL, Dipl.-Ing.Richard ÖHLINGER, Dipl.-Ing.Gerd OHRENBERGER, Dipl.-Ing.Herbert RICHTER, Ing.Waldemar SCHIEBLER, Reinhard

SCHMIED, Sigrid SCHWARZ, Gerhard SIX,
Walter WENZL, Dr.Franz SCHINNER

B-Mitglieder Austritte: AR.Ing.Ludwig ROITHINGER

C-Mitglieder Austritte: Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Landw.-chem. Bundesanstalt Linz, Bundesanstalt für Bodenkunde Wien, Bundesanstalt für Wasserhaushalt von Karstgebieten Wien.

Die Bundesanstalt für Kulturtechnik und Wasserhaushalt, Petzenkirchen, tritt aus der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft aus (Weisung des Ministeriums), bleibt aber weiterhin C-Mitglied.

Wir bedauern in außerordentlichem Maße das Ausscheiden der genannten Bundesanstalten, deren Mitgliedschaft für die wissenschaftliche Entwicklung unserer Gesellschaft von großer Bedeutung war. Im Zuge von Sparmaßnahmen mußte auf Anordnung des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft die Kündigung vorgenommen werden.

Dagegen freuen wir uns sehr über die zahlreichen neuen A- und B-Mitglieder und heißen sie in unserer Gesellschaft herzlich willkommen.

3) Kassabericht 1983 durch den Schatzmeister Dipl.-Ing.Dr. E. Klaghofer:

Die Aktiva per 1.1.1983 betragen 91.946,98 S.

Die Aktiva per 31.12.1983 betragen 61.499,57 S.

Somit ergibt sich für 1983 ein Gebarungsabgang von 30.447,41 S.

Da die bisherigen Mitgliedsbeiträge nicht mehr ausreichen, wurde der Generalversammlung eine Beitragserhöhung um 50,-S

für A- und B-Mitglieder vorgeschlagen, von Prof. BLUM begründet und bei der darauffolgenden Abstimmung ohne Gegenstimme beschlossen. Die Mitgliedsbeiträge für 1984 betragen daher für

A-Mitglieder	350,-- S
B-Mitglieder	200,-- S
C-Mitglieder	700,-- S

Prof. BLUM möchte bei der Werbung neuer Mitglieder selbst aktiv werden (z.B. bei Agrarbehörden).

4) Bericht der Rechnungsprüfer. Der Kassabericht wurde von den Kassenprüfern Dr. BERNHAUSER und Dr. NEUWIRTH durchgesehen, in Ordnung befunden und von der Generalversammlung einstimmig angenommen. Die Entlastung wurde ausgesprochen. Beide Rechnungsprüfer haben sich bereit erklärt, ihre Funktion auch im Jahr 1984 auszuüben.

5) Wahl des Gesamten Vorstandes.

In den Geschäftsführenden Vorstand für die Jahre 1984 und 1985 wurden gewählt:

1. Präsident	O.Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr. Winfried E.H.BLUM
2. Vizepräsident	HR.Dipl.-Ing.Dr. Walter KILIAN
3. Altpräsident	Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr.Franz SOLAR
4. Generalsekretär	OR.Dipl.-Ing.Peter NELHIEBEL
5. Schatzmeister	OR.Dipl.-Ing.Dr.Eduard KLAGHOFER
6. Schriftleiter	Univ.-Doz.Dipl.Ing.Dr.Otmar NESTROY
7.	HR.Dr. Josef GUSENLEITNER
8.	MR.Dipl.-Ing. Alois GEßL

Als weitere Vorstandmitglieder für die nächste Funktionsperiode wurden gewählt: HR.Prof.Dipl.-Ing.Dr. W. BECK, Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr.O. DANNEBERG, HR.Dipl.-Ing.Heinrich HACKER, Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr.Hubert MÜLLER, Univ.-Prof. Dipl.-Ing.Dr.H. MAYR, HR.Dipl.-Ing.Dr.F. ORNIG, Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr. O. PREGL.

Die Wahl erfolgte geheim. Der Wahlvorschlag wurde mit 28 Ja-Stimmen (2 Stimmzettel wiesen Änderungen auf) angenommen.

Der Präsident, Prof. BLUM, dankte im Namen aller Vorstandsmitglieder für das erwiesene Vertrauen. Anschließend richtete er Worte des Dankes an Herrn HR.Dipl.-Ing.A. KRABICHLER, der nach jahrzehntelanger verdienstvoller Tätigkeit aus dem Vorstand ausgeschieden ist. Außerdem dankte Prof. BLUM dem scheidenden Generalsekretär HR.Dipl.-Ing. H. HACKER für die tadellose Ausübung seiner Funktion.

6) Allfälliges. Nachdem keine Vorschläge eingebracht wurden, beendete Prof. BLUM um 15 Uhr 10 die Generalversammlung. Im Anschluß (um 15 Uhr 30) sprach Frau Prof.Dr.R. WALTER aus Dresden über das Thema "Die Viruskontamination von Böden und ihre Kontrolle". Es folgte eine rege Diskussion über diesen außerordentlich interessanten Vortrag.

Dipl.-Ing. P. Nelhiebel
Generalsekretär

O.Univ.-Prof.Dr.W.E.H.BLUM
Präsident

O r d e n t l i c h e G e n e r a l -
v e r s a m m l u n g 1 9 8 5
B e r i c h t

Die Ordentliche Generalversammlung 1985 fand am Mittwoch, dem 23.1.1985 im Hörsaal 8 der Universität für Bodenkultur, 1180 Wien, Gregor-Mendel-Straße 33 statt.

Beginn 14 Uhr 35, Ende 15 Uhr 40.

Nach der Begrüßung der Teilnehmer stellte der Präsident Herr O.Univ.-Prof.Dr.W.E.H. BLUM die Beschlußfähigkeit der Generalversammlung fest. Es waren 34 Mitglieder der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft anwesend (25 Mitglieder für Beschlußfähigkeit erforderlich).

Tagesordnung:

- 1) Genehmigung des Protokolls der letzten Generalversammlung. Auf eine Verlesung wurde verzichtet.
- 2) Ehrung des langjährigen verdienten Vorstandsmitgliedes und ehemaligen Präsidenten unserer Gesellschaft HR.Dipl.-Ing.A. KRABICHLER. Nach der von Univ.-Doz.Dr.O. DANNEBERG vorgetragenen Laudatio, überreichte Prof. BLUM Herrn HR. KRABICHLER die Urkunde und die Ehrenmedaille der ÖBG.

Vortragsveranstaltung am 29.2.1984: Es sprachen Dr.E. KLAGHOFER zum Thema: "Der Einfluß der Bewirtschaftung auf den Oberflächenabfluß" sowie Dr.B. BAUER über "Versuche zur Messung des Bodenabtrages mit Hilfe von Regensimulation. Beitrag des Splash zur Gesamterosion".

Vortragsveranstaltung am 21.3.1984: Dr.G. KRONFELLNER-KRAUS befaßte sich mit "Bodenproblemen und der Erosionsbekämpfung im Zuge der Wildbach- und Lawinenverbauung" und Dr.M. EISENHUT sprach zum Thema: "Erosionsgefährdung in einigen steirischen Maisgebieten. Darstellung der Ergebnisse der Österreichischen Bodenkartierung".

Treffen zwischen deutschen und österreichischen Bodenkundlern am 10. und 11.4.1984 in Salzburg.

Über das Generalthema "Derzeitiger Entwicklungsstand der Bodensystematik in der BRD und in Österreich" diskutierten von deutscher Seite Univ.-Prof. MÜCKENHAUSEN, Univ.-Prof. ZAKOSEK und Dr. WITTMANN mit den Vertretern Österreichs, Univ.-Prof. BLUM, Univ.-Doz. SOLAR, Univ.-Doz. NESTROY, HR. HACKER und Dr. EISENHUT.

Das endgültige Protokoll dieser Veranstaltung (Entwurf Dr. Eisenhut) wird in absehbarer Zeit vorliegen und kann beim Generalsekretär der ÖBG bestellt werden.

Seminar über "Die Verwertung von Siedlungsabfällen aus der Sicht der Landwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Eignung landwirtschaftlicher Böden" am 4. und 5.6.1984 in Linz an Stelle der Jahresexkursion der ÖBG 1984.

Bei dieser Veranstaltung, die von der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesanstalt in Linz, der Oberösterreichischen Landesregierung und der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft gemeinsam organisiert wurde, gab es folgendes Programm:

Einführungsvorträge von Prof.W. BECK über die Stellung der Landwirtschaft, von Univ.-Prof.W.E.H. BLUM über den Boden und von HR. KRIECHBAUM über die Abfallwirtschaft. Es folgten Vorträge von Prof.G. HOFFMANN, LUFÄ Augustenberg, der über "Bodenkundliche und pflanzenbauliche Aspekte beim Einsatz von Siedlungsabfällen in der Landwirtschaft" sprach, von Dipl.-Ing.A. KÖCHL, der sich mit der "Nutz- und Schädigung von Klärschlamm" befaßte sowie von Dipl.-Ing.G. EDER über "Klärschlammhygiene im Grünland". Weiters berichteten Dr.K. AICHBERGER über "Chemische Untersuchungen von Siedlungsabfällen", Ing.H. MÜLLER über "Müllkompost - Gütekriterien und

Anwendung" und Dipl.-Ing.E. MAYR über das "Modell Oberösterreich - Klärschlammanfall und Entsorgung". Der erste Tag des Seminars wurde mit dem Vortrag von Dr.E. MAIERHOFER über die "Erwartungen der Landwirtschaft an die Qualität der Siedlungsabfälle und Forderungen an den Gestzgeber" abgeschlossen. Am zweiten Tag sprach zunächst Dipl.-Ing.P. NELHIEBEL zum Thema: "Einsatzmöglichkeiten von Bodenkarten bei der Ausbringung von Siedlungsabfällen". Dr.J. WIMMER referierte über den "Aufbau und die bisherigen Ergebnisse des Klärschlamm- und Müllkompostversuches St.Florian" und Dipl.-Ing.R. ÖHLINGER berichtete über "Bodenenzymatische Untersuchungen beim Versuch St.Florian".

In der anschließenden Exkursion wurden die Kläranlage in Wallern/Trattnach, die Müllkompostanlage in Taufkirchen/Trattnach sowie der Feldversuch in St.Florian besichtigt. In St.Florian erläuterten Dr.J. WIMMER den Versuch, Univ.-Doz.O. NESTROY die Landschaft und Ing.A. STADLER die Bodenverhältnisse am Beispiel eines Bodenprofils.

Vortragsveranstaltung am 24.10.1984: Dr.M. EISENHUT berichtete über das am 10. und 11.4.1984 in Salzburg stattgefundene Treffen zwischen deutschen und österreichischen Bodenkundlern. Thema: "Derzeitiger Entwicklungsstand der Bodensystematik in der BRD und in Österreich".

Vortragsveranstaltung am 14.11.1984: Univ.-Prof.E. PRIMOST sprach zum Thema "Maximale Produktivität des Standortes bei optimaler Stickstoffversorgung als Ziel des Internationalen Stickstoff-Dauerversuches" und Dr.K. AICHBERGER referierte über die "Untersuchungen auf den Boden-Stickstoffgehalt beim Internationalen Stickstoff-Dauerversuch Steyr".

- 3) Tätigkeitsbericht 1984 und Programmvorschau für das Jahr 1985. Prof. BLUM bezog sich auf den in schrift-

licher Form ergangenen Tätigkeitsbericht vom Dezember 1984, der auch eine Programmvorschau für 1985 enthält, und gab einige ergänzende Bemerkungen ab. So kündigte er für 11. und 12. April 1985 ein Symposium in Wien zum Thema: "Bodeninventur aus ökologischer Sicht" an, das sich hauptsächlich mit Verwertungsmöglichkeiten von Bodenkarte befassen wird.

Die Jahresexkursion der ÖBG wird am 26. und 27. September 1985 im Raume des oberen Mürztales stattfinden. Die Einladungen zu diesen Veranstaltungen werden in eigenen Aussendungen erfolgen.

Prof. BLUM berichtete auch kurz über die beiden Arbeitskreise, die im Rahmen der Gesellschaft ihre Tätigkeit aufgenommen haben: den Arbeitskreis Bodenuntersuchung im Forst und den Arbeitskreis Bodenmikrobiologie. Er forderte interessierte Mitglieder der ÖBG zur Mitarbeit auf.

Abschließend berichtete der Präsident noch über den Kongreß der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft 1986 in Hamburg und über die im Anschluß an diese Veranstaltung durch die Schweiz und Österreich zu führende Exkursion. Er kündigte auch an, daß die ÖBG die Absicht habe, einen Teil der Profile und Standorte dieser Exkursion (Inntal) für die Jahresexkursion der ÖBG 1986 zu nützen (1. Tag). Der zweite Tag könnte den Böden Südtirols gewidmet sein. Zu der Führung des südtiroler Teiles hat sich HR.Dipl.-Ing.W. ROTTER von der Bodenschätzung in Innsbruck bereit erklärt.

Zur Mitgliederbewegung 1984 sagte Prof. BLUM, daß sich die Gesamtmitgliederzahl um 7 verringert hat. Er appellierte an die Mitglieder, in verstärktem Maße der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft beizutreten, um die einmalige Gelegenheit, an einem Kongreß der IBG in Europa teilzunehmen, nützen zu können.

Mitgliederbewegung 1984		
	1.1.1984	1.1.1985
A-Mitglieder	48	44
B-Mitglieder	171	168
C-Mitglieder	19	19
Fördernde Mitglieder	<u>8</u>	<u>8</u>
	246	239

Die beiden langjährigen und verdienten Mitglieder unserer Gesellschaft MR.Dipl.-Ing.Dr.K. GERABEK und Sekt.Chef.Dipl.-Ing.Dr.E. GÜNTSCHL sind im Jahre 1984 verstorben.

Neue Mitglieder: Dipl.Ing.G. EDER, Dipl.-Ing.A. KÖCHL und G. UNGER.

Austritte: Dr.J. DONNER, Dipl.-Ing.K. FISCHER, Dipl.-Ing.E. STODOLA, Dr.R. LIBISELLER.

Wir danken den ausscheidenden Damen und Herren für ihre langjährige Mitgliedschaft.

Die neuen Mitglieder heißen wir in unserer Gesellschaft herzlich willkommen.

- 4) Kassabericht 1984 durch den Schatzmeister Dipl.-Ing.Dr.E. KLAGHOFER:

Die Aktiva betragen per 1.1.1984: S 61.499,57 die Aktiva betragen per 31.12.1984 S 116.124,84, somit ergibt sich für 1984 ein Gebahrungsüberschuß von S 54.625,27.

Der Hauptgrund dieser erfreulichen Entwicklung ist die Tatsache, daß im Jahre 1984 nur ein Heft (28) der Mitteilungen der ÖBG erschienen ist. Die Mitgliedsbeiträge für B-Mitglieder bleiben mit S 200,- gleich. Anders ist die Situation bei den A-Mitgliedern, die bekanntlich (wie die C- und Fördernden Mitglieder) auch der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft angehören. Ihr Beitrag an die IBG ist mit 8 US \$ zwar gleichgeblieben, der Dollarkurs ist jedoch von

S 18,75 vor einem Jahr auf S 22,50 gestiegen, sodaß mit S 150,- (8x18,75) nicht mehr das Auslangen gefunden werden kann. Es mußte daher eine Anpassung der A-Mitgliedsbeiträge an die Dollarparität, also auf S 380,- vorgenommen werden. Im Einklang mit den Statuten unserer Gesellschaft mußten auch die Beiträge der C- sowie die Fördernden Mitglieder entsprechend abgeändert werden. Eine formelle Beschlußfassung über diese Erhöhung wurde nicht vorgenommen, da es sich lediglich um eine Anpassung an den derzeitigen Wechselkurs des öS gegenüber dem US-\$ handelt.

5) Bericht der Rechnungsprüfer:

Der Kassabericht wurde von den Rechnungsprüfern Dr.A. BERNHAUSER und Dr.A. NEUWIRTH durchgesehen, in Ordnung befunden und von der Generalversammlung angenommen. Die Entlastung wurde ausgesprochen. Beide Rechnungsprüfer haben sich bereit erklärt, ihre Funktion auch im Jahre 1985 auszuüben. Prof. BLUM spricht den Prüfern für ihre Tätigkeit seinen Dank aus.

6) Wahl des Erweiterten Vorstandes. In den Erweiterten Vorstand der ÖBG für das Jahr 1985 wurden gewählt:

HR.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Walther BECK
 Dipl.-Ing.Dr. Siegfried BLASL
 Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr. Otto H. DANNEBERG
 Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr. Gerhard GLATZEL
 HR. Dipl.-Ing. Heinrich HACKER
 Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr. Hubert MÜLLER
 HR.Dipl.-Ing.Dr. Fritz ORNIG

Die Wahl erfolgte geheim. Der Wahlvorschlag wurde mit 33 Ja-Stimmen (1 Stimmzettel wies Änderungen auf) angenommen.

7) Allfälliges.

a) HR. BLÜMEL erinnerte an seinen seinerzeit gemachten Vorschlag, Prof. WOLKEWITZ als Vortragenden zu gewinnen. Dieser könnte zum Thema "Umweltschutz und Böden" Stellung nehmen.

- b) Doz. SOLAR betonte den wichtigen Beitrag, den die Bodenkunde und im besonderen die Bodenkarte für die Landesplanung (Flächenschutz) leisten könnte.
- c) Dr. EISENHUT sprach sich dafür aus, Vertreter der Landesplanung zum Symposium "Bodeninventur aus ökologischer Sicht" einzuladen.
- d) Doz. DANNEBERG sagte, daß der Wert der Bodenkarte für die Landesplanung unumstritten sei, daß das Symposium im April aber eine andere Zielrichtung habe.
- e) Prof. BLUM meinte abschließend, daß Landesplaner eingeladen werden sollen, daß aber die Landesplanung nicht zum Generalthema des Symposiums werden sollte. Er sagte schließlich noch, daß die ÖBG ein Archiv errichten möchte und appellierte an die Mitglieder, Dokumentationsmaterial zur Verfügung zu stellen.

Die Generalversammlung wurde um 15 Uhr 40 beendet.

Im Anschluß an die Generalversammlung folgte der Vortrag von em. Univ.-Prof.Dr.Dr. h.c. Philippe DUCHAUFOR aus Paris zum Thema: "Entwicklung der internationalen Bodensystematik aus französischer Sicht".

Dipl.-Ing. P. Nelhiesel
Generalsekretär

O.Univ.-Prof.Dr.W.E.H.Blum
Präsident

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 langjährigen 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 Tscher-nosemtypus 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 18/19* 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 SchlußfolgerungenBenecke, P. und Beese, F.: Bodenstruktur und Stoff-
umsatz - Methodik der Erfassung bodenphysikali-
scher ParameterMüller, 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 Morpho- 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 BodenartLichtenegger, 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 MarchfeldesNestroy, 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-
feldBlum, 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
- Heft 27* 1983, 154 Seiten
 Mückenhausen, E.: Neuere Entwicklung in der Bodensystematik der Bundesrepublik Deutschland
 Verginis, S. und O. Nestroy: Standortkundliche Untersuchungen auf dem Nordwest- und Zentral-Peloponnes
 Loub, W. und G. Haybach: Bodenbiologische Untersuchungen an Böden aus Lockersedimenten
 Kurzfassungen der Vorträge
- Heft 28* 1984, 145 Seiten
 Exkursionsführer Mühlviertel; Thema: Böden des Mühlviertels
 Kohl, H.: Zur Geologie und Morphologie des Mühlviertels
 Stelzer, F.: Die klimatischen Verhältnisse des westlichen Mühlviertels
 Schnetzinger, K.: Die Böden des oberen Mühlviertels
 Grubhofer, G.: Die Boden- und Nutzungsverhältnisse des Mühlviertels
 Dunzendorfer, W.: Pflanzensoziologie des oberen Mühlviertels
 Blasl, S.: Begrenzende Ertragsfaktoren im Ackerbau des Mühl- und Waldviertels
 Maierhofer, E.: Die pflanzliche Produktion des Mühlviertels
 Profilbeschreibungen
 Klaghofer, E.: Bodenphysikalische Kenndaten der Böden im Exkursionsbereich der ÖBG - 1983
 Blum, W.E.H. und H.W. Müller: Mineralogische und bodenchemische Kennwerte ausgewählter Böden des oberen Mühlviertels
 Blum, W.E.H.: Zum Nährstoffversorgungsgrad ausgewählter Böden des oberen Mühlviertels
- Heft 29* 1985, 193 Seiten
 Verwertung von Siedlungsabfällen aus der Sicht der Landwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Eignung landwirtschaftlicher Böden
 Seminar

Begrüßung und Eröffnung durch: W. Beck, W.E.H.
Blum und D. Kriechbaum
Hoffmann, G.: Bodenkundliche und pflanzenbauliche
Aspekte beim Einsatz von Siedlungsabfällen in
der Landwirtschaft
Köchel, A.: Nutz- und Schadwirkung von Klärschlamm
Eder, G., M. Köck und G. Schechtner: Klärschlamm-
hygiene im Grünland
Aichberger, K. und G. Hofer: Chemische Untersuchun-
gen von Siedlungsabfällen
Müller, H.: Müllkompost - Gütekriterien (ÖNORM S
2022) und Anwendung
Mayr, E.: Modell Oberösterreich - Klärschlamm-
fall und Entsorgung
Maierhofer, E.: Erwartungen der Landwirtschaft an
die Qualität der Siedlungsabfälle und Forderungen
an den Gesetzgeber
Nelhiebel, P.: Einsatzmöglichkeiten von Bodenkar-
ten bei der Ausbringung von Siedlungsabfällen
Wimmer, J.: Aufbau und bisherige Ergebnisse des Klär-
schlamm- und Müllkompostversuches St. Florian
Öhlinger, R.: Bodenenzymatische Untersuchungen beim
Versuch St. Florian
Generaldiskussion
Unterlagen zur Exkursion

1. Sonderheft der Mitteilungen der ÖBG (1978, 92 Seiten)
Exkursionsführer südöstliches Alpenvorland;
Thema: Landformung und Bodenbildung auf Talböden
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 - Nutzungsprobleme des montanen und sub-
alpinen Grünlandes

Die Hefte können über die Österreichische Bodenkundliche Gesell-
schaft, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, bezogen werden.

Der Autor trägt für den Inhalt seines Beitrages die Verantwortung.