

MITTEILUNGEN
DER
ÖSTERREICHISCHEN
BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

HEFT 21

WIEN 1979

MITTEILUNGEN
DER
ÖSTERREICHISCHEN
BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

HEFT 21

WIEN 1979

SCHRIFTFLEITUNG

Prof. Dr. J. FINK und Doz. Dr. F. SOLAR

**Eigentümer, Herausgeber und Verleger:
Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft**

Für den Inhalt verantwortlich:

Prof. Dr. J. FINK u. Doz. Dr. F. SOLAR

1180 Wien, Gregor Mendelstraße 33

INHALTSVERZEICHNIS

ZUM 25 - JÄHRIGEN JUBILÄUM (1954 - 1979)	1
VERLEIHUNG DER EHRENMITGLIEDSCHAFT an Prof. Dr. J. FINK und Prof. Dr. J. FRANZ.....	3
F. SOLAR: Die Talböden, ein allgemeiner Überblick	9
F. BLÜMEL: Regelung des Bodenwasserhaushaltes in Talungen	22
K. HOLZER: Praktische Durchführung von Meliorationen in der Oststeiermark.....	25
A. SCHROM: Standortkundliche und pflanzenbauliche Probleme der Talböden bei intensiver Ackernutzung durch Maisbau.....	31
S. BLASL: Probleme der Maisernährung auf dränagierten Talböden.....	52
F. ORNIG: Möglichkeit der Schaden-Ersatz-Berechnung.....	60
P. STEFANOVITS: Umweltschutz im Spiegel der Bodenkunde.....	62
V. ČERNÝ: Einfluß der Bodenbearbeitung auf Boden und Ertrag unter den Standortbedingungen in der ČSSR.....	82
TÄTIGKEITSBERICHT:	106

Zum 25 - jährigen Jubiläum

(1954 - 1979)

Die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft feiert in diesem Jahr ihr 25- jähriges Bestehen. Anlaß, die Zeit der Gründung in Erinnerung zu rufen und zu prüfen, ob die damals gesteckten Ziele erreicht wurden.

Die Initiative zur Gründung unserer Vereinigung war von Prof. Dipl. Ing. Dr. Franz und Sektionschef Dr. Ramsauer ausgegangen, nachdem entsprechende Impulse und Anregungen durch die in den frühen 50iger Jahren sich anbahnenden internationalen Kontakte erfolgten. Aufgabe unserer Gesellschaft war, als Mittler zur internationalen Vereinigung, der IBG, zu dienen, vor allem aber den in vielen verschiedenen wissenschaftlichen und praktischen Institutionen tätigen Kollegen ein Diskussionsforum zu schaffen. Durch die bald nach dem Krieg voll angelaufene österreichische Bodenschätzung und die damals in Gründung befindliche landwirtschaftliche Bodenkartierung war ein breiter Kreis von Interessenten vorhanden, zu dem noch die Angehörigen der Untersuchungs- und Forschungsanstalten sowie das Hochschulpersonal kamen, somit eine zahlenmäßig ausreichende Basis für die Gründung einer wissenschaftlichen Gesellschaft. Die genannten Organisationen waren es auch, die die Vorbereitung sowie die Durchführung unserer Exkursionen in die Hand nahmen und auch bei der Herausgabe unserer "Mitteilungen" und "Exkursionsführer" unterstützend wirkten.

Nachdem die ersten beiden Hefte unserer "Mitteilungen" Fortdrucke der Zeitschrift "Die Bodenkultur" beinhalten, liegen ab dem Heft 3/1959 originale Beiträge aus allen Sparten der Bodenkunde und Bodenwirtschaft vor. Freilich zwang der ständige Geldmangel zu bescheidenem Umfang, dennoch sind bis heute 20 Hefte erschienen, ferner zusätzlich gut ausgestattete Führer zu den meist jährlich stattfindenden Exkursionen. Für die Zukunft ist das regelmäßige Erscheinen eines "Mitteilungsheftes" pro Jahr geplant.

Eine weitere Aktivität unserer Gesellschaft besteht in der Abhaltung wissenschaftlicher Vorträge, die vorwiegend in den Wintermonaten durchgeführt werden, da mit Beginn der schönen Jahreszeit viele Mitglieder im Außendienst

tätig sind. Die thematische und räumliche Schwerpunktbildung bei Exkursionen und Vorträgen zeigt die wachsende Bedeutung unserer Gesellschaft. Sie entspricht der Zielvorstellung bei der Gründung, wie sie im Vorwort zum ersten Heft unserer Mitteilungen niedergelegt ist. In diesem Sinne bitten wir unsere Mitglieder, Freunde und Förderer, auch weiterhin die gleiche Aktivität wie in den vergangenen Jahren zu entfalten.

o. Prof. Dr. J. Fink
Schriftleiter

Hofrat Dipl. Ing. Dr.F. Ornig
Präsident

Die außerordentliche Generalversammlung vom 6. Oktober 1978 in Groß-Wilfersdorf, Steiermark, hat über Antrag des Vorstandes beschlossen, in Anerkennung des Wirkens für die österreichische Bodenkunde den Herren

o. Univ. Prof. Dr. Julius F i n k und
em. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Herbert F r a n z

die Würde eines "Ehrenmitgliedes der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft" zu verleihen.

Dr. Julius F i n k

Der 60. Geburtstag von o. Univ. Prof. Dr. Julius F i n k (geboren am 18. April 1918 in Wien) wurde von der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft zum Anlaß genommen, ihm in Anerkennung seiner Arbeiten für die österreichische Bodenwissenschaft und für unsere Gesellschaft die Ehrenmitgliedschaft zu verleihen. Hier soll kurz auf das Wirken Julius F i n k s in Österreich eingegangen werden, bei dem die Bodenkunde einen besonderen Schwerpunkt bildet: Eine fachbezogene Würdigung ist deshalb möglich, weil zum gleichen Anlaß von H. Nagl eine allgemeine Darstellung erschien (Mitt. Österr. Geogr. Ges. 120, p. 142 - 148, 1978), der auch ein Schriftenverzeichnis beigegeben ist.

Nach der Matura 1936 und dem nachfolgenden Einjährig-Freiwilligenjahr beim österreichischen Bundesheer blieb bis zum Beginn des 2. Weltkrieges nur wenig Zeit für ein normales Studium an der Universität Wien, das nach langer Unterbrechung 1944 vom Lazarett aus mit dem Doktorat abgeschlossen wurde. Zuerst Assistent am Geologischen Institut, folgte der erste Stellungswechsel 1946 an die (damalige) Hochschule für Bodenkultur an das Institut für Geologie und Bodenkunde. Dieser Schritt bedeutete eine sinnvolle Ergänzung der bisherigen Schwerpunkte Geographie und Geologie. Hier war nicht nur ein gewaltiger Neuaufbau des Institutes zu bewältigen, sondern auch für die übergroße Zahl von Kriegsteilnehmern verpflichtende Übungen der genannten Disziplinen sowie der "Bodenkartierung" abzuhalten. In letzterer Lehrveranstaltung mußte die 1938 nicht mehr weitergeführte österreichische Kartierungsmethode den Studenten vermittelt werden. Daß es Assistent F i n k verstand, daneben zumindest kursorisch auch andere Methoden zu demonstrieren, insbesondere die amerika-

nische Serienkartierung, die von W. Kubiena den Österreichern bekanntgemacht worden war, sollte für seine und unsere Entwicklung – der Verfasser kann als sein erster Dissertant dies gut beurteilen – von ausschlaggebender Bedeutung sein; waren doch die ersten Themata für Dissertanten, als Dozent F i n k nach dem Abgang von Prof. Till im Studienjahr 1951/52 Lehrkanzel und Institut supplierte, der Vergleich verschiedener Kartierungsmethoden (DDr. Janik), die Transponierung der Bodenschätzung in eine Bodentypen – Bodengütekarte (Dr. Ornig) und die Kartierung eines Problemgebietes im südöstlichen Österreich (Dr. Jaklitsch).

In dieses Studienjahr fällt auch der Anstoß zur Installierung der österreichischen Bodenkartierung, die von verschiedenen Seiten diskutiert und dank der Initiative der damaligen Sektionschefs Leopold und Ramsauer realisiert werden konnte. Parallel zu den Genannten kam von Hofrat Jesser, dem damaligen technischen Leiter der österreichischen Bodenschätzung, der Plan einer Kartierung; leider waren wegen der Abwanderung von W. Kubiena nach Spanien durch diesen keine weiteren Impulse möglich. Nach intensiven Vorarbeiten wurde eine Organisation geschaffen, die anfangs in engster Zusammenarbeit mit der österreichischen Bodenschätzung stand, von der auch die fachliche Einschulung neu aufgenommener Kräfte erfolgte. Julius F i n k oblag die wissenschaftliche Leitung, die später durch einen Konsulentenvertrag institutionalisiert wurde, der mit seiner Berufung an die Universität Wien schließlich zu Ende ging.

Das zweite außeruniversitäre Wirkungsfeld von Julius F i n k war die österreichische Bodenschätzung, zu der er sehr früh Kontakte suchte, viele Erfahrungen sammeln konnte und dies schließlich bei seiner Tätigkeit im Bundes-schätzungsbeirat zu verwerten verstand. Als über gesetzlichen Auftrag anfangs der 70iger Jahre eine "Überprüfung" der österreichischen Bundesmusterstücke und entsprechende Bereisungen notwendig wurden, stellte sich Julius F i n k wieder gerne zur Verfügung. Seine großen Erfahrungen aus den ersten Reisen ebenso wie seine wissenschaftlichen Kenntnisse konnten sinnvoll eingesetzt werden. In Anerkennung dieser ehrenamtlichen Tätigkeit erhielt er aus der Hand des Bundesministers für Finanzen das ihm am 30.12. 1976 vom Bundespräsidenten verliehene "Große Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich".

Von großem Gewinn für die schulische Tätigkeit Julius F i n k s war die enge Bindung zu diesen beiden Organisationen. Sein Lehrauftrag für "Bodenschätzung und Bodenkartierung" bildet die letzte Klammer zur Universität für Bodenkultur, aber auch in die seit den frühen 60iger Jahren laufende Vorlesung "Bodenkunde für Geographen" flossen viele aus der Praxis gewonnene Kenntnisse ein.

Eine besondere Aufgabe sieht Julius F i n k in der Dokumentation des bodenkundlichen Materials, das zugleich einen Beitrag Österreichs im internationalen Rahmen bildet. Bereits 1959 wurde für den Atlas von Niederösterreich eine Bodentypenkarte mit einer den Substrat - und Zeitbezug veranschaulichenden Legende hergestellt. Mehrere Bodenkarten kleineren Maßstabes betrafen das ganze Bundesgebiet. Eine Bodenkarte von Österreich im Maßstab 1 : 500 000 für den Nationalatlas ist eben in Druck. Vor einigen Jahren wurde eine Karte für die von der FAO geplante Bodenkarte Europas entwickelt, bei der er als Korrelator für den mitteleuropäischen Raum weit über Österreich ausgreifen mußte. Erkenntnisse dieser Arbeit fließen auch in die zur Zeit in Bearbeitung befindliche Bodenkarte der Donauländer ein. Viele Begehungen in Nachbarstaaten und enge Kontakte mit den ausländischen Kollegen ermöglichten diese grenzüberschreitenden Arbeiten. Die jüngst erfolgte Ernennung von Julius F i n k zum Ehrenmitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften ist ein Zeichen der Anerkennung auch dieser genannten Tätigkeiten.

Zu den kartographischen Arbeiten gehören technische Darstellungen, wobei auf die Literaturliste der Laudatio von H. Nagl verwiesen werden darf. Hier sei nur Heft 6 unserer Mitteilungen erwähnt, das anlässlich der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft erschien und Heft 13, in dem eine im Rahmen unserer Gesellschaft geführte, eingehende Diskussion zur Normierung der Bodentypenbezeichnungen verarbeitet ist. Sehr eng ist naturgemäß die Bindung Julius F i n k s an unsere Gesellschaft. Nachdem in den frühen 50iger Jahren, ange-regt durch internationale Kontakte, Prof. Franz und Sektionschef Ramsauer den Plan zur Gründung einer nationalen wissenschaftlichen Gesellschaft faßten, war ab der Gründung unserer Gesellschaft 1954 Julius F i n k Vorstandsmitglied und zwar zuerst Schriftführer, dann von 1961 - 1965 Präsident und danach Vizepräsident. Zahlreiche Exkursionen unserer Gesellschaft sind von Julius F i n k wissenschaftlich betreut worden, der sich ab der Mitte der 60iger

Jahre wieder mehr der Geographie und Geologie zuwenden mußte: 1967 war er auf das neugeschaffene Extraordinariat für Geologie an der Hochschule für Bodenkultur berufen worden und zwei Jahre später auf den im Wirkungsbereich weit größeren Lehrstuhl für Physische Geographie der Universität Wien. Doch gerade dort ergaben sich für Julius F i n k neue Schwerpunkte, bei denen der Boden von besonderer Bedeutung ist; stellt doch der Boden das Produkt aus dem Zusammenwirken verschiedenster Umwelteinflüsse auf einen Standort dar und ist dieser daher bei einer landschaftlichen Betrachtung von zentraler Bedeutung. Er hat besonderes Gewicht im Lehrplan für die angehenden AHS (BHS)-Lehrer, die im Rahmen der Geographie eine intensive landschaftsökologische Schulung erhalten. Aber auch bei allen Fragen zum Landschaftspotential, zur Tragfähigkeit eines Raumes und den natürlichen Ressourcen; die heute in der "Umweltkunde" diskutiert werden, stellt der Boden im wahren Sinn des Wortes die Basis dar. Die Auswertung der Ergebnisse der Bodenschätzung, insbesondere deren reiches agroklimatologisches Material, sowie die Umsetzung seiner Erfahrungen aus der Kartierungstätigkeit bedeuten permanente Forschungsziele für Julius F i n k . Sie gelten auch für seine Tätigkeit als Leiter des österreichischen Mab-Programms, das ihm jüngst von der österreichischen Akademie der Wissenschaften übertragen wurde.

So zeigt die Tätigkeit von Julius F i n k letztlich die unserer Gesellschaft auf, nämlich engste Kontakte mit der Praxis zu halten, das dort gewonnene Material wissenschaftlich umzusetzen und weiterzugeben. Die Wurzeln hiezu liegen nicht nur in der dynamischen Kraft dieser Persönlichkeit, sondern auch in seinem besonderen Talent der Zusammenschau mehrerer Fachbereiche und schließlich der außergewöhnlichen pädagogischen Fähigkeit, all dies weiterzugeben.

Wir wünschen unserem Ehrenmitglied auch für die kommenden Jahre viel Erfolg, damit er seine weitgesteckten Ziele erreichen kann!

Dipl. Ing. Dr. F. Ornig

Dipl. Ing. Dr. Herbert F r a n z

Vor 25 Jahren - einige Jahre nach den Ereignissen, die Österreich seine Selbstständigkeit wiedergaben - wurde die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft gegründet. Die politische Turbulenz jener Jahre, beginnend schon 1938, hatte im Personenkreis bodenkundlicher Forscher unseres Landes gewisse Lücken gerissen. Herbert F r a n z war einer jener Männer, die diese Lücke schließen halfen. Aus einer Zeit stammend, in der Wien und das heutige Österreich Zentren eines großen Staates waren, wurde er als junger Mensch von Idealen geprägt, die stets Leitlinien seines Handelns blieben. Sein unübertreffbarer Fleiß, sein wissenschaftlicher Eifer, sein Streben nach Wahrheit und nach Universalität der Bildung sind uns allen bekannt. Und jeder, der ihn kennt, weiß, welch großes Anliegen es Herbert F r a n z stets war, diese Ideale als Erbe seinen Schülern weiterzugeben. Es ist daher nicht verwunderlich, daß er vor 25 Jahren tatkräftig an der Gründung der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft mitwirkte.

Jener Mann, den wir nun als Ehrenmitglied unserer Gesellschaft würdigen, hat nicht nur einen erfolgreichen und intensiven Studiengang hinter sich, sondern war auch in verschiedenen Sparten der Naturwissenschaft mit gleicher Hingabe tätig. Diese Vielseitigkeit ist heute kaum mehr anzutreffen, und sie ist auch als Folge der Spezialisierung kaum mehr möglich. Sie ist aber einstens doch die Basis für viele grundlegende Entdeckungen gewesen, die uns heute in Theorie und Praxis immer noch zugute kommen. Weit über 250 Publikationen zeigen die intensive wissenschaftliche Tätigkeit des neuen Ehrenmitgliedes.

Im Jahre 1952 - einige Jahre vor der Gründung unserer Gesellschaft - wurde Herbert F r a n z als Ordinarius für Bodenkunde an die (damalige) Hochschule für Bodenkultur berufen. Er war daher auch amtshalber an der Gründung der Bodenkundlichen Gesellschaft interessiert. Vom Anfang an setzte er sich für die junge Gesellschaft intensiv ein und konnte ihr durch seine internationalen Verbindungen und durch Schaffung von Kontakten wertvolle Dienste leisten. Besonders verdienstvoll war seine Aktion beim Internationalen Bodenkundlichen Kongreß in Leopoldville, die die Wiedereinführung der deutschen Sprache als Kongreßsprache zur Folge hatte. Wie uns allen aus zahlreichen Vorträgen bekannt ist, führten Herbert F r a n z viele Reisen durch alle Länder Europas, nach Nord-, Ost-,

Zentral- und Südafrika, nach Süd- und Mittelamerika, Nepal, Japan, auf die Galapagos und andere Inselgruppen. Das durch Forschung und Reisen erworbene Wissen hat Herbert F r a n z in vorzüglicher Weise seinen Schülern zu vermitteln verstanden. Viele von ihnen sind heute Mitglieder dieser Gesellschaft und sie werden bezeugen können, daß er während seiner langen Tätigkeit an der Universität für Bodenkultur der ihm anvertrauten akademischen Jugend nicht nur fachlich, sondern auch in bezug auf Lebens- und Weltanschauung ein Vorbild gegeben hat. Seinen engeren Mitarbeitern gegenüber war Herbert F r a n z stets - seine aktive Dienstzeit an der Universität für Bodenkultur währte ein Vierteljahrhundert - ein verständnisvoller Förderer. Nach all dem ist es daher nicht verwunderlich, daß das reiche und unermüdliche Schaffen von Herbert F r a n z im In - und Ausland höchste Anerkennung gefunden hat.

Die Österreichische Akademie der Wissenschaften ehrte ihn 1971 durch die Ernennung zum korrespondierenden Mitglied und 1975 durch jene zum wirklichen Mitglied. 1973 wurde ihm das Österreichische Ehrenzeichen für Wissenschaft und Kunst verliehen. Das Kollegium der Universität für Bodenkultur wählte ihn 1974 zum Rektor. Eine weitere Anerkennung in seiner Heimat stellte die Wahl zum Koordinator des Mab-Programmes, dessen Mitbegründer er war, für die Jahre 1972 - 1977 dar. Ebenso ehrenvoll war die Übertragung der Leitung der Regionalen Alpentagung. Die Österreichische Gesellschaft für Raumordnung und Raumplanung verlieh ihm die Ehrenmitgliedschaft.

Auch die internationale Fachwelt honorierte die Tätigkeit von Herbert F r a n z mit verschiedenen Ehrungen. Schon seit 1962 war er Mitglied des Consejo Superior de Investigaciones Cientificas in Spanien. Die Universitäten von Helsinki und Hiroshima haben ihn durch Verleihung von Medaillen geehrt. Die Ungarische Entomologische Gesellschaft ernannte ihn zu ihrem Ehrenmitglied und die Internationale Bodenkundliche Gesellschaft ernannte Herbert F r a n z auf Lebzeiten zum Ehrenpräsidenten. 1977 wurde ihm von der Universität Gödöllő das Ehrendoktorat verliehen.

In Anbetracht dieser Umstände ist es für die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft in ihrem Jubiläumsjahr eine ehrenvolle Pflicht, ihrem Mitbegründer, em. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Herbert F r a n z, durch die Verleihung der Ehrenmitgliedschaft zu danken und ihn so für seine Verdienste auszuzeichnen.

Dr. W. Loub

DIE TALBÖDEN, EIN ALLGEMEINER ÜBERBLICK

von F. S o l a r

(Inst. f. Bodenforschung u. Baugeologie, Univ. f. Bodenkultur)

Eine umfassende Zustandsaufnahme der Talböden und ihrer Entwicklung ist eines der drängendsten Probleme, das sich der Bodenkunde heute stellt. Seine Vordringlichkeit resultiert aus der stürmischen Entwicklung, in welche die Talböden gegenwärtig eingetreten sind.

Die allgemeine Bodenkunde setzt sich mit diesem Problemkreis in Österreich seit etwa 1960 intensiver auseinander. Der sichtbare Ausdruck dafür sind die im ÖBG-Nomenklatursystem niedergelegten Teilregelungen; die noch offenen Fragen lassen sich relativ einfach klären. Drängender ist dieses Problem für die angewandte Bodenkunde. Es fehlt eine einheitliche Beurteilung der Phänomene. Ein breiter Konsens, was Begriff und Sprachgebrauch betrifft, ist unaufschiebbar geworden.

Sinn und Zweck der ÖBG-Exkursion 1977 soll es demnach sein, den dargelegten Sachverhalt in der geschlossenen und gut überschaubaren Landschaft des Machlandes zu demonstrieren, seine Problematik aufzurollen und dabei eine allgemeine, den Rahmen der Nomenklaturkonvention übersteigende, gegenseitige Abstimmung zu suchen.

Unter dem Talboden wird stets die tiefstgelegene Landschaftseinheit des Raumes, die Flußlandschaft im weitesten Sinn, verstanden. Der Begriffsinhalt ist konventionell nicht festgelegt. Werden die inneren Entwicklungsbeziehungen und die regionalen Gegebenheiten sinnvoll berücksichtigt, dann sind alle Fluren der Au und der Niederterrasse unter dem Überbegriff Talboden zusammenzufassen. Der Grund dafür ist, daß der Übergang vom semiterrestrischen zum terrestrischen Formungsgeschehen eine zusammenhängende Entwicklungsreihe darstellt und daß sich dieses Geschehen in der Landschaftseinheit Talboden vollzieht. Die Differenzierung von Au und Niederterrasse ist nur ein örtlich begrenzter Teilausdruck dieses Geschehens; der Entwicklungsprozeß in seiner Gesamtheit ist aber mit dem Übergang von der Au zur Niederterrasse nicht allgemein abgeschlossen. Die Niveautrennung von Au und Niederterrasse ist keine allgemeine, an allen Flußstrecken generell vorhandene Erscheinung; dieser Sachverhalt trifft gerade für weite Bereiche der Vorländer und Beckenlandschaften zu.

Die Entwicklung des Talbodens von der wiederkehrend überfluteten Au zum festen Land erfolgt weder unter zonal-räumlichen noch unter zeitlich gleichbleibenden Bedingungen. Die Erscheinungsformen dieses Prozesses können

demnach sehr verschieden sein. Immer aber gilt, daß der Hydromorphismus mit dem Trockenfallen nur in Sonderfällen aufgehoben, im allgemeinen aber lediglich modifiziert wird.

Der unmittelbare Grund dieser Verschiedenheit sind die entlang der Flußstrecken wechselnden Gefällsverhältnisse. Diese ändern sich im Umkreis von Gebirgskörpern in zonaler und irreversibler Anordnung. Bei Sammelgerinnen von großer Länge können sie hingegen eine mehrfache Änderung entlang der Flußlaufstrecke erfahren. Zu diesen zonalen Gefällsänderungen treten auch azonale. Diese sind sedimentationsbedingt, treten im Mündungsbereich von Haupt- und Nebenflüssen auf und führen zu allen Erscheinungen "verschleppter Gerinne". Zwischen den zonalen und azonalen Phänomenen sind keine Unterschiede vorhanden. Die zonalen können mit A. WINKLER v. HERMADEN (1957) als Ausdruck des (tektonischen) Entwicklungszustandes von Flußstreckenabschnitten gewertet werden.

Es ist ein erstes Problem der Bodenkunde, diesen Sachverhalt in einer für sie relevanten Form zu erfassen. Tragfähig hat sich die Differenzierung in drei Flußtrockenabschnitte erwiesen, u. zw. in den Gebirgs-, Mittel-, und Tieflandstreckenabschnitt (F. SOLAR, 1971). Diese Gliederung gilt wegen der Unterschiedslosigkeit sowohl für die zonalen wie für die extra-zonalen Phänomene.

Diese drei Flußstrecken sind drei Faciesbereiche, die sich nach Morphologie, Sedimentologie, (Hydro) Geologie und Pedologie wesentlich unterscheiden. Die Gebirgsstreckenabschnitte haben entweder keinen Talboden oder einen durch Muren und Schwemmkegel überformten. Die Mittelstrecken sind der Normalfall der getreppten Flur und zählen zur Sand/Schotter-Facies. Die Tieflandstrecken gehören zur Ton/Schluff-Facies, es sind die Flußstrecken der konvergierenden Fluren. Die Beschreibung ihrer Morphologie erfordert die Verwendung der drei zusätzlichen Begriffe: Audamm, Mittlere Talbodenzone und Talbodenrandzone (F. SOLAR, 1963, 1965).

Der Audamm (AD) ist der eigentliche Außereich. Er überragt dammförmig das übrige Talbodenniveau und ist durch sandig/schluffige Sedimente ausgewiesen.

Er kann auch in Form verwilderter Audämme verzweigt sein. Nur im Bereich zonaler Tieflandstrecken haben Haupt- und Nebengerinne eigene Audämme, auf extrazonalen Strecken sind die Audämme auf die Nebengerinne beschränkt.

Die Audämme der Nebengerinne höheren Grades sind rudimentär, degenerieren zu Schwemmfächern und verschmelzen mit den Schleppen zur Talbodenrandzone. Randliche Überlagerungen der Mittleren Talbodenzone sind häufig und führen zur Bildung von Texturstockwerksprofilen.

Die Mittlere Talbodenzone (MTZ) ist der untertiefte und vernäßte Zentralbereich des Talbodens und zählt zur eigentlichen Ton/Schluff-Facies der Tieflandstrecken; als Synonym gilt der Begriff Gleyfenster. Es ist die ursprüngliche offene Tümpellandschaft, die nach Art der vorherrschenden Böden in die mineralische Subfacies (Gleye) und in die organische Subfacies (Pechanmoore, Niedermoore) gegliedert ist. Die MTZ ist das älteste Glied des Talbodens. Ihre Sedimente sind im Aubereich größerer Gerinne vollständig, im Aubereich kleinerer Gerinne und im Bereich verwilderter Audämme aber nur z.T. ausgeräumt und dann durch junge Alluvionen überlagert. Die Sedimentmächtigkeit beträgt in der MTZ 1 - 5, stellenweise auch bis zu 20 m; sie kann in gebirgsabgelegenen Vorlandtiefen bis zu 60 m und mehr ansteigen.

Die Talbodenrandzone (TRZ) ist der engverzahnte Bereich von Schlepphängen und Schwemmfächern mit Neigung zwischen 0 Grad und 5 Grad. Ihre Entwicklung ist von der Ausformung des Hinterlandes, namentlich aber vom Vorhandensein von Hanglagen unabhängig. Ihre Sedimente zählen zur Sand/Schluff-Facies und überlagern randlich die Sedimente der MTZ. Die entstehenden Textur-Stockwerksprofile sind für die Weiterentwicklung maßgeblich (s.u.). Die Überlagerung der MTZ durch die solifluidalen Sedimente der Schleppen ist ein wichtiges Indiz für die Alterseinstufung der MTZ. Die Talbodenrandzone ist ein semihydro-morpher Bereich.

Diese Talbodengliederung ist allgemein und wurde aus den verschiedensten Räumen beschrieben (vgl. M. EISENHUT, 1965, A. J. HAVINGA, 1971, 1974, I.S.S.-Exkursion 1967, F. SOLAR, 1971). Teilglieder der zugehörigen Boden-catenen wurden im Rahmen von ÖBG-Exkursionen sowohl in Oberösterreich (1964)

als auch in Niederösterreich (1974) und im Burgenland (1976) schon vorgeführt.

Das allgemeine Merkmal der Tieflandstreckenabschnitte, das Konvergieren der Fluren und die geringe Reliefenergie wird von einer Ausnahme unterbrochen. Diese Ausnahme sind Hängetälchen (H. RIEDL, 1961). Hängetälchen sind Talböden von Nebengerinnen, die bis zu mehrere Meter hoch über dem Talboden des Hauptflusses ausmünden. Sie können im Niveau älterer Terrassen angelegt sein, unterscheiden sich aber von diesen in Form von Bodenunterschieden. Die älteren Terrassen können durch den Grundwasserstrom der Hängetälchen geprägt sein. Dieser Sachverhalt äußert sich besonders deutlich auf Terrassenspornen, die zwischen dem eingeschnittenen Hauptfluß und dem höher fließenden Nebengerinne angelegt sind; er kann zu einer wesentlichen Differenzierung der Terrassenböden führen.

Diese Zusammenhänge sind i. a. ein Ausdruck der Entfernung eines Terrassenpunktes vom unterschneidenden (Haupt)Gerinne und geben Anlaß zur Unterscheidung der flußzugewandten, relativ trockenen Terrassenaußenbereiche von den gerinneferneren und (semi) hydromorphen Terrassenbereichen. Diese Differenzierung tritt auf den Niederterrassen Mittlerer Flußstreckenabschnitte meist nicht auf; von Bedeutung wird sie erst ab der Hochterrasse. Bilden Niederterrassen hingegen die Barriere gegen die verschleppten Seitenflüsse, dann können ihre Innenbereiche sehr wohl hydromorph geprägt sein. Eine zuzügliche Differenzierung tritt dort auf, wo die Niederterrassen gegen die Au konvergieren und im Außenbereich vom Hauptfluß überflutet werden.

Alle Erscheinungsformen des Talbodens können als zeit- und ortsverschobene Phänomene seiner Landwerdung und seines Trockenfallens gelten. Dieser Prozeß ist unter natürlichen Bedingungen als quasistatische Zustandsänderung zu werten, da sie über weite Zeiträume verteilt ist. Er wurde durch die umfangreichen Flußregulierungs- und Entwässerungsmaßnahmen sehr beschleunigt. Dabei erfuhren die Tieflandstrecken, und dort vor allem die MTZ, die stärksten Veränderungen.

Der umgekehrte Prozess, die sekundäre Vernässung, ist gegenwärtig nirgends in Österreich ein natürlicher Prozeß; seine Verifizierung ist zumindest ausständig bzw. nicht gelungen. Anthropogene Vernässungen sind allerdings

häufig und treten in Rückstaubereichen von Wehranlagen auf. Eine umfassende Beurteilung dieses Problemkreises ist nicht möglich; die eingeleiteten Untersuchungen umfassen noch zu kurze Zeiträume. Bisher wurden auch eine Reihe von Nebenerscheinungen beobachtet; dazu zählen Änderungen in der Sedimentation und Auflandung (siehe auch BVA Petzenkirchen) sowie Vergiftungen von Kulturen durch das im Fluß mitgeführte giftige Abwasser (F. ORNIG, mündl.).

Die Böden sind ein Spiegelbild des allgemeinen Talbodenzustandes. Auf den Talböden haben sich vier bzw. unter Berücksichtigung der zonalen Gegebenheiten sechs verschiedene Bodentypen entwickelt: Auböden, Gleye und Pechanmoore bzw. Feuchtschwarzerden, vereinzelt auch Niedermoore und schließlich Braunerden und Tschernoseme. Das Vorkommen der verschiedenen Böden ist an die einzelnen Talbodeneinheiten streng gebunden, die Böden unterscheiden sich bis zu den Einzelmerkmalen nach den dort jeweils herrschenden Standortbedingungen. Der entscheidende Faktor ist in allen Fällen der Wasserhaushalt; mit ihm sind Profilprägung, Bodenart und Chemismus festgelegt bzw. gekoppelt. Klimatogene Faktoren sind auf den rein terrestrischen Bereich beschränkt. Bodenzonale Unterschiede im hydromorphen Bereich, die sich namentlich in der Unterscheidung von Gleyen und Feuchtschwarzerden äußern, sind ein Ausdruck des (hydro)geologischen Raumes; zwischen beiden steht das Pechanmoor als extrazonales Bindeglied.

Unter den Einzelmerkmalen kommen der Bodenart, dem Humus und dem Perkolattypus wesentliche Differenzierungseigenschaften zu. Die Bodenart ist ein sedimentologisches Erbe. Das bedingt, daß die Gleye und Pechanmoore der MTZ, der verlandeten Altarme und der Niveaurandbegleitmulden auch zu den schwersten Böden zählen (tL, tZ, T). Die Auböden sind leicht bis mittelschwer (S-sL, sZ-1+Z), wobei die Auböden der Tieflandstrecken i. a. schwerer sind und bis zur Bodenart zL reichen. Die Braunerden und Tschernoseme der Niederterrassen sind vorwiegend mittelschwer, wobei in den Braunerden meist der Sand vorherrscht (IS-sL). Die vergleyten Braunerden und die vergleyten Tschernoseme der TRZ sind meist etwas schwerer.

Diese Humusform reicht vom Mull (sehr selten vom mullartigen Moder) bis zum Feuchtmull und geht bei extremer Vernässung in Anmoorhumus und Torf über. Der Anmoorhumus ist in der besonders charakteristischen Form des Pechanmoores ausgebildet. Die wesentlichen Merkmale dieser Humusform sind die vollständige Zersetzung bis zum Amorphismus, der starke Kohlenstoffabbau und die relative Anreicherung von Stickstoff und Schwefel; enge C:N und C:S-Verhältnisse und Pyritbildungen sind die Folge (vgl. a. ÖBG-Exkursion 1970, S. 75; ÖBG-Exkursion 1974, Profil 1).

Der Perkolattypus wandelt sich nicht allein mit dem Substrat, sondern auch mit dem Grad des Hydromorphismus. Der hydromorph bedingte Perkolattypus ist ein charakteristischer Wesenszug der Talböden. Er wandelt sich mit zunehmendem Hydromorphismus vom vorherrschenden Kalzium(bi)Karbonat-Typus zum Magnesium-, Natrium- oder Magnesium/Natrium-Typus. Dies geschieht unabhängig von pH und Bodenzone. Saure Reaktion und Magnesiumübersättigung sind an der Südabdachung die Regel und sind auch entlang der March verbreitet. Mit dem pH-Abfall tritt lediglich die Modifikation auf, daß zu den Terralk-Typen auch der Sesquioxid-Typus tritt. Es resultieren Perkolat-Mischformen, am häufigsten ist der Mg/Fe/Al-Typus, oft auch der Allaun-Typus. Mischtypen dieser Art sind besondere Problemfälle für die angewandte Bodenkunde.

Dieser Sachverhalt schildert den quasistatischen Zustand der Böden. Er ist relativ problemlos und liefert weder der allgemeinen noch der angewandten Bodenkunde größere Schwierigkeiten bei der Beurteilung. Die Probleme beginnen erst, wenn die Bodenentwicklung den quasistatischen Rahmen überspringt und durch das rasche Trockenfallen beschleunigt wird. Dann tritt eine Reihe zuzüglicher Phänomene auf. Das Trockenfallen liefert dazu den initialen Impuls und hat direkte und indirekte Auswirkung. Die indirekte Auswirkung tritt als Folge der Aktivierung endogener Bodenfaktoren durch das graduell abgestufte Trockenfallen auf.

Die direkte Auswirkung geht vom Wasserentzug selbst aus. Dieser schafft zwei maßgebliche Umprägungsbedingungen: er verringert die Löslichkeit und läßt neuen Perkolationsraum entstehen. Das wiederum zeigt zwei allgemeine Folge-

erscheinungen. Eine davon sind Fällungen und Ausflockungen und damit die Bildung von Konkretionen und Krusten; der Perkolattypus ist für diesen Vorgang unmaßgeblich. Die zweite Folgeerscheinung sind das einsetzende Quellen und Schrumpfen der ehemals wassergesättigten Profilpartien und damit die Ausbildung pedogener Strukturen. Die Struktur ist vertikal orientiert und führt damit zum Aufzehren allenfalls vorhandener, horizontal orientierter Sedimentstrukturen. Diese Strukturphänomene sind allgemein und umso deutlicher, je schwerer die Bodenart wird. Konkretions- und Krustenbildungen sind hingegen auf die hydromorphen Böden bzw. die hydromorphen Profilpartien beschränkt.

Zu den indirekten Auswirkungen zählen die Stoffentmischungs- und Stoffumlagerungsprozesse im neugeschaffenen Perkolationsraum. Sie sind an endogene Bedingungen geknüpft; die wichtigsten sind Bodenart, Texturgrenzflächen, Humus sowie pH und Sättigung. Stoffentmischungs- und Stoffumlagerungsprozesse werden durch zunehmende Bodenschwere gehemmt (Inaktivierung gegebener Wassermengen). Verfahlungen sind bei mittelschwerer Bodenart am häufigsten und am deutlichsten im Grenzflächenbereich von Stockwerksprofilen. Stockwerksprofile fördern die profilmorphologische und die funktionelle Profildifferenzierung in Stauzone und Staukörper. Homogen texturierte Böden neigen bei mäßiger Grundwasserabsenkung oder/ und neutraler bis schwach saurer Reaktion zur Verbraunung. Diese erfaßt in der Regel nur die kolloidalen Überzüge, was auch das Maskierungsphänomen bedingt.

Diese Umprägungsprozesse erfassen die hydromorphen Böden in vollem Umfang, d.h. ab Profiloberkante. In den semihydromorphen Böden beschränken sie sich auf die vergleyten Profilpartien; der staufreie Raum bleibt meist in ursprünglicher Mächtigkeit erhalten. Veränderungen im staufreien Raum können durch schwere Bodenart ausgelöst werden; der Sonderfall des "wachsenden Staukörpers" ist auf Talböden noch belanglos.

Das allgemeine Reifungsmerkmal der Landböden ist das Deutlichwerden der Struktur und die vorwiegend vertikale Orientierung der Strukturkörper. Strukturdeutlichkeit und Vertikalorientierung nehmen mit der Bodenschwere zu. Bei schwerer Bodenart können hydromorphe Erscheinungen neu hinzutreten: ihre

Deutlichkeit und Auswirkung sind zonal verschieden.

Das ganze Ausmaß der Problematik trockenengefallener Talböden rührt also daher, daß das Trockenfallen den Hydromorphismus nicht einfach aufhebt, sondern ihn nach Maßgabe ursprünglicher Profilprägung und gegebener Bodenmerkmale modifiziert, variiert und umformt. Dieser Umprägungsprozess trägt die Charakteristik der Pseudovergleyung. Mithin treten Pseudogley-Phänomene an die Stelle der ursprünglichen Gley-Phänomene. Dieser Sachverhalt wurde schrittweise und relativ spät erkannt (vgl. F. SCHNEIDER, 1954, F. SOLAR, 1963, 1965) und noch später als allgemeine Entwicklungscharakteristik in den verschiedensten Bodenzonen verifiziert (F. SOLAR, 1971 a, 1971 b).

Extrazonale Pseudogleyphänomene, der innere Konnex zwischen Gley und Pseudogley sowie der Talboden als Wandlungsraum von der Grundwasser- zur Tagwasservergleyung vollzogen einen scheinbaren Bruch mit der klassischen Meinung. Nach dieser war der Wandel ein rein räumlicher ohne inneren genetischen Konnex und vollzog sich mit dem Übergang der Niederterrasse zur Hochterrasse. Zu allem Überfluß ließen sich extrazonale Phänomene nirgend zuordnen.

Die Beurteilung dieser Prozesse ist in der ÖBG-Nomenklatur durch Teilregelungen festgelegt. Die Teilregelungen gelten für die Abgrenzung Auboden/Landboden und für zwei trockenengefallene Gley-Subtypen (trockenengefallener Gley, verbrauchter Gley). Die Beurteilung der semihydromorphen, vergleyten Landböden ist per Analogie zu verstehen (vergleyt-trockenengefallene Braunerde, vergleyt-trockenengefallener Tschernosem). Ausständig sind Regelungen betreffend die $A-G_{rel}$ $P-G_{rel}$ $S-G$ Profile. Sie wurden unter Bedacht auf die Regelung betreffend die Verwendung von Doppelnamen und die Ausdrucksform von Merkmalen im Bodennamen als trockenengefallen - pseudovergleyte Gleye und als junge Primäre Pseudogleye bezeichnet (F. SOLAR, 1971 b). Die Entstehung sprachlicher Monstren legt hier eine Neuregelung nahe. In Anlehnung an den MÜCKENHAUSEN'schen Begriff "Amphi" - ist die Benennung Amphipseudogley in Erwägung zu ziehen. Analog dazu könnte der verschiedentlich verwirrende Ausdruck "trockenengefallener Gley" durch den Ausdruck Amphigley ersetzt werden. Ausstehend sind auch Regelungen betreffend die

extrazonalen Phänomene. Die ÖBG hatte Gelegenheit, diese auf zwei Exkursionen vorzubeurteilen (Kärnten 1970, Marchfeld-Lasseer Wanne 1974).

Das Trockenfallen und alle damit verbundenen Zustandsänderungen scheinen zumindest in ihrem Wesen erfaßt zu sein. Abrundende Untersuchungen und konventionelle Teilregelungen sind zwar noch ausständig, lassen aber für die allgemeine Bodenkunde keine Schwierigkeiten erwarten. Gleiches gilt aber nicht in vollem Umfang für die angewandte Bodenkunde. Die angewandt orientierte Beurteilung des neuen Zustandes, die zielgerichtete Lenkung der Zustandsänderungen, die optimale Nutzung und die hierfür erforderlichen bodenwirtschaftlichen Maßnahmen sind noch durchaus offene Probleme.

Die Neubewertung des Talbodenzustandes durch die angewandte Bodenkunde stößt auf eine Reihe von Schwierigkeiten. Diese sind dort am größten, wo die Neubewertung den rein fachlichen Rahmen übersteigt und eine interdisziplinäre Dimension erreicht; umgekehrt sind die Probleme dort wesentlich gemildert, wo fachlich autonom entschieden werden kann. Von Bedeutung ist es auch, wie weit eine Neubewertung die Abkehr von überbrachten Modellvorstellungen und Methoden bringt und ob eine allfällige Abkehr mit dem Beginn eines neuen Programmes zeitlich zusammenfällt oder in ein laufendes Programm einbricht.

Das günstige Zusammenwirken dieser Gründe ist zum Großteil dafür verantwortlich, daß die fiskalische Bonitierung den neuen Talbodenzustand in vollem Umfang berücksichtigt und in sachgerechter Weise neu bewertet. Die sachgerechte Beurteilung wurde durch die ausgewogene Berücksichtigung vererbter und neu entstandener Bodenmerkmale in der "Zustandsstufe" und die gleichzeitige Mitbewertung des Bodenchemismus möglich. Damit gelang eine tiefgreifende Wertzahlflechtung österreichischer Talandschaften; sie war naturgemäß am stärksten in der MTZ.

Die Problematik tritt in vollem Umfang dort auf, wo die Talbodenentwicklung ziel- und zweckgerichtet gelenkt werden soll. Sie betrifft damit nahezu alle Bereiche des Kultur- und Ackerbaues. Die Bodenkunde kennt zwar eine Reihe von Methoden und weiß die Zweckentsprechung gesetzter Maßnahmen abzuschätzen; die Ziel- und Zweckfestlegung sind aber kein bodenkundliches, sondern ein betriebswirtschaftliches Problem und neuerdings auch ein Problem der

Landschaftsplanung. Die angewandte Bodenkunde bezieht die Schwierigkeiten daher aus dem interdisziplinären Charakter des Problemkreises, namentlich aber aus mangelhaften oder gar irrationalen Nutzungsdispositionen.

Die praktische Landwirtschaft wird vom Wunsch nach mehr an überschwemmungsfreiem Land geleitet, über das sie nach Bedarf und Marktlage verfügen will. Ursprünglich waren nur die Niederterrassen und die semihydromorphen Talbodeneinheiten (Au, TRZ) ackerbar; die Niederterrassen waren Ackerstandorte, die Au und die TRZ waren Grünland/Ackerstandorte. Die MTZ waren saure Pferdeheu- und Streuwiesen. Daher konzentriert sich heute das Hauptinteresse der Landwirtschaft naturgemäß auf die MTZ als potentiell neues Neuland. Sie unterliegt dabei noch weitgehend dem entscheidenden Irrtum, daß sie den Hydromorphismus mit dem Trockenfallen für aufgehoben hält, die nach wie vor vorhandenen Störungen im Stoffhaushalt übersieht und die Böden der freien betriebswirtschaftlichen Disposition zur Verfügung gestellt erachtet. Das sind Gründe, die eine den kulturbaulichen Maßnahmen vorausgehende Nutzungsdisposition bisher verhinderten und im weiteren auch nicht auf die Einhaltung von Folgemaßnahmen drängten.

Der Landschaftsschutz wird in Zukunft sicherlich stärker nach Berücksichtigung seiner Anliegen drängen. Dieser Umstand wird die Diskussion über Nutzungsdispositionen ausweiten und zwischen Landwirtschaft und Landschaftsschutz in realer Form ausgetragen werden müssen. Die Bodenkunde wird dadurch aber vor keine neuartigen Probleme gestellt sein.

Die Diskussion dieses interdisziplinären Problemkreises wird seit dem Bewußtwerden der Zustandsänderungen geführt. Sie war zunächst auf die einzelnen Teildisziplinen der Bodenkunde beschränkt und dehnte sich ab etwa 1970 zunehmend auf die landwirtschaftliche Praxis aus. Diese Ausdehnung nahm ihren Ausgang von der Frage, wie weit das neu gewonnene Ackerland auf den Talböden zu den berechtigten Hoffungsgebieten der Produktionsausdehnung und -verlagerung gerechnet werden kann.

Diese Diskussion erbrachte bisher drei Resultate. Es kam zunächst zu einem ersten Abgleichen in der Beurteilung der Talbodenphänomene zwischen der

allgemeinen, der landwirtschaftlichen und der kulturtechnischen Bodenkunde. Zum zweiten nahm die landwirtschaftliche Praxis Kenntnis von der Notwendigkeit betriebswirtschaftlicher Vorausdisposition und von der Notwendigkeit der Folgemaßnahmen. Schließlich gelang der BA Petzenkirchen auch die Anlage zweckentsprechender Versuche; sie wurden nach eingehenden Vorarbeiten durch die Landw. chem. BVA auf der MTZ der Strem N Güssing angelegt.

Die Kernpunkte der rein bodenkundlichen Fachdiskussion bildeten die Hinweise auf die Unzulänglichkeit geübter meliorationstechnischer Maßnahmen und die Forderung nach Folgemaßnahmen. Auslösend dafür war die Erkenntnis, daß die herkömmlichen Maßnahmen zu keiner umfassenden Regulierung des Stoffhaushaltes, vor allem nicht in produktionsrelevanter Form, führen und unter gewissen Bedingungen überhaupt in Frage zu stellen sind. Sie wurden anfangs nicht ohne Vorbehalt geführt und spießten sich an der unterschiedlichen Sicht und Beurteilung ebenso wie an den verschiedenen Aufträgen, die die einzelnen Teildisziplinen der Bodenkunde haben.

Folgemaßnahmen haben eine umfassende und zweckgerichtete Regulierung des Stoffhaushaltes nach erfolgtem Trockenfallen zur Aufgabe. Sie werden im allgemeinen auf die Unterbindung der Entwicklung von Pseudogleyphänomenen und auf die Optimierung des Perkolattypus ausgerichtet sein. Dieses Ziel wird durch Maßnahmen zur Erhöhung der Infiltration und Aktivierung des vorhandenen Wasserspeichervolumens, durch Verbesserung des Gashaushaltes, und da vor allem der Grundluftausbruch-Bedingungen, und durch die Applikation von Meliorations-salzen erreicht. Es gibt eine Reihe von Methoden diesen Zustand herbeizuführen, nicht alle aber sind unter allen Umständen zweckdienlich. Die Orientierungskriterien der Methodenwahl sind Profilmorphologie und diagnostische Einzelmerkmale. Daher ist das Methodenangebot variabel zu halten.

Der angestrebte und vorerwähnte Strukturzustand wird durch Anwendung mechanischer Maßnahmen erreicht. An Geräten stehen Maulwurfsdränflüge und tiefgreifende Bodenmeißel zu Verfügung. Wirkung und Wirkungsweise der Maulwurfdrängung sind wohlbekannt und erprobt (vgl. u.a. F. FEICHTINGER u. H. SCHLEIFER, 1962, A. TRAPPEL, 1955); das gilt aber für die speziellen Anwendungsfälle des

Bodenmeißels nicht. Der Einsatz des einen oder des anderen oder eine sinnvolle Kombination beider muß von der Bodenart, vom Texturprofil und der Krustenbildung abhängig gemacht werden. Sind Krustenberechnungen im Untergrund der ausschließliche Zweck, dann scheinen Bodenmeißel geeigneter zu sein. Eine Kombination beider ist bei kombiniertem Auftreten von schweren Böden und Untergrundkrusten naheliegend. Die Maulwurfsdränung hat sich sowohl bei Tagwasserstau ab Profiloberkante als auch bei Tagwasserstau ab Profilmittelpartie bewährt. Da Krustenbildungen im Untergrund ein spezifisches Problem von Feuchtschwarzerden sind, zeichnet sich ein regional differenzierter Einsatz beider Geräte ab.

Meliorationssalze erfüllen zwei Funktionen: sie stabilisieren den mechanisch herbeigeführten bodenphysikalischen Zustand und sie ändern den Perkolattypus in einer der Pflanzenernährung dienenden Weise. Wahl, Menge und Ausbringungsform der Meliorationssalze hängt von den Störfaktoren ab. Da diese weder von Boden zu Boden gleich sind, noch in ein und demselben Profil homogene Verteilungen aufweisen, muß der Applikation die Analyse über die gesamte standortsbestimmende Tiefe von rund 100 cm vorangehen.

Die häufigsten Meliorationssalze sind Kalk und Gips; sie werden je nach Reaktion und Anion verabreicht. Die erforderlichen Mengen liegen zwischen 5 bis 50 t/ha. Sie sind in der Regel nicht homogen über die gesamte Meliorationstiefe einzubringen, die von Profilabschnitt zu Profilabschnitt abzustufenden Mengen können um über 300 % differieren. Die Mitausbringung reiner Dünger ist zumeist unerlässlich. Sie verfolgt zwei Ziele: die in der Regel mageren Böden sollen in optimaler Tiefenverteilung aufgedüngt werden, und ferner ist das Verhältnis zum Meliorationssalz auszubalancieren; die Mengen werden aus der angestrebten Relation zum Meliorationssalz berechnet.

Das Ausbringungsgerät muß zwei Bedingungen erfüllen: es soll die zwei Arbeitsgänge Lockerung und Applikation kombinieren und es muß die placierte Ausbringung über die gewünschte Tiefe gewährleisten. Entscheidende Entwicklungsanstöße gingen von der Ostdeutschen Bodenkunde aus (vgl. O. GORA, 1964). Das Problem wird heute allgemein durch mehrscharige, in der Tiefe verstellbare

Meißel gelöst, von denen jedes über eine eigene Meliorationssalzzufuhr aus dem mitgeführten Tank verfügt. Wesentliche Aufschlüsse können vom Versuch Strembach/Güssing erwartet werden.

REGELUNG DES BODENWASSERHAUSHALTES IN TALUNGEN

von F. Blümel

(BA. f. Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt)

In diesem kurzen Referat kann weder das Problem der Regelung des Bodenwasserhaushaltes in Talungen im allgemeinen, noch in bezug auf die Exkursion in das Machland und jene in das südliche Alpenvorland erschöpfend dargelegt werden. Es bleibt daher nur der Versuch, an Beispielen der erwähnten Exkursionen die Problematik der Regelung des Bodenwasserhaushaltes für eine Diskussion aufzuzeigen.

In den weiträumigen Talungen der Ströme und größeren Flüsse bilden sich nach der Geländemorphologie der Beckenlandschaften vorwiegend zwei Gruppen von vernäbten Böden aus. Einerseits die durch Grundwasser vernäbten Gleye, Anmoore usw., die an den Geländetiefstellen auftreten und die in ihrem Vernässungsgrad von den mitunter starken Grundwasserspiegelschwankungen abhängen. Diese Bodentypen weisen vorwiegend leichte Bodenarten auf. Andererseits treten in Talrandgebieten und am Hangfuß der angrenzenden Hügel- und Berglandschaften hanggrundwasservernäbte Gleye, Anmoore usw. auf (siehe Machlandkarte). Auch am Rand der mittleren Talbodenzone und in der Talbodenrandzone des Machlandes kommen, wie das Profil 7 der Exkursion 1977 gezeigt hat, Gleye vor, die durch Hanggrundwasser beeinflusst werden.

Eine dritte Form von Vernässungen kommt vorwiegend in den Tälern kleinerer Flüsse und Bäche sowie in den Talrandzonen größerer Gerinne vor. In diesen Landschaftsbereichen haben sich vielfach auf schweren kolluvialen und fluvialen Sedimenten Böden ausgebildet, die nicht nur unter dem Grund- bzw. Hanggrundwassereinfluß stehen, sondern auch durch Oberflächenwasser vernäbt werden. Nun ergibt sich noch ein weiteres Phänomen. Je nach der Grob- bzw. Rohstruktur (Skizze), die in diesen Böden vielfach festzustellen ist, bilden sich Risse und Klüfte aus, die sich auch nach längerer Durchfeuchtung nicht immer völlig schließen. In diesen bewegt sich das Wasser sowohl nach abwärts, als auch aufwärts. Die Endinfiltrationsraten betragen daher für einen größeren Bodenkörper einige Meter pro Tag. Die Durchlässigkeitswerte kleinerer Bodenkörper

(Stechzylinder) liegen dagegen im Bereich von mm bis cm pro Tag. Wenn nun, wie die Grundwassermessungen ergaben, die Grundwasserspiegelhöhen zeitweise bis knapp unter die Bodenoberfläche ansteigen, so ergibt sich zumindest im Bereich der Kluftflächen eine Grundwasserbeeinflussung. Diese Grundwassermessungen wurden in Tobaj durch mehrfache Durchführung und verschiedene Methoden abgesichert. Die Wasserbewegung in dem Bodenkörper zwischen den Klüften und die zeitweise Vernässung der Bodenpartien um diese Klüfte prägt sich auch morphologisch aus. In diesem Rahmen ist es jedoch nicht möglich, auf die Ergebnisse der morphologischen Untersuchungen näher einzugehen. Es soll nur auf die Erkennung der Reduktion an den Kluftflächen und die Bildung von Konkretionen im Inneren der Bodenkörper hingewiesen werden.

Auf Grund der dargestellten Vernässungsursachen müssen unterschiedliche Maßnahmen zur Regelung des Bodenwasserhaushaltes in Talungen vorgenommen werden.

Der Bodenwasserhaushalt von Gleyen, Anmooren usw., die durch einen weiträumigen, geschlossenen Grundwasserkörper entstanden sind und mächtige feinstoffreiche Bodenkörper aufweisen, muß, sollte eine landwirtschaftliche Kultur optimale Erträge bringen, größtenteils durch eine systematische Dränung geregelt werden. Für Böden mit geringmächtigerem feinstoffreichem Aufbau und größerer Durchlässigkeit in den C-, G- oder D/G-Horizonten wird eine weitmaschige Dränung, die in den durchlässigeren Horizonten verlegt wird, das Zuviel an Wasser ableiten können.

Durch Quellen und Quellfluren vernäßte Hanganmoore, Hanggrundwassergleye und andere hydromorphe Böden bedürfen zur Erreichung eines für die Landwirtschaft hinreichenden Wasserhaushaltes im allgemeinen einer Bedarfdränung. Diese wird in Form von Fangdränen ausgeführt, die im Bereich der Quellen und Quellfluren eine Abfuhr des überschüssigen Wassers herbeiführen.

Nun zu jenen schweren und dicht gelagerten Böden, die in Talungen kleiner Gerinne oder auch in Talrandzonen größerer Gerinne auftreten. Diese Böden werden, wenn sie dem Grundwassereinfluß entzogen sind, nur durch Oberflächenwasser (Niederschläge usw.) vernäßt. Ihre Wasserhaushaltsregelung kann durch

eine Tieflockerung oder eine Maulwurfdränung erfolgen.

Nun gibt es Böden, die Übergänge bzw. Zwischenformen darstellen, aber auch solche, die zumindest nach der Profilmorphologie nur sehr schwer die Vernässungsursachen und den Vernässungsgrad erkennen lassen. In diesen Fällen kann man nur durch eingehende morphologische Untersuchungen und andere Nachweise wie Grundwasserganglinien, physikalisch-chemische Untersuchungen sowie durch andere Methoden eine sichere Aussage über Vernässungsgrad bzw. -ursache machen. Solche Untersuchungen werden, wie bereits ausgeführt, auch in Tobaj vorgenommen. Nach diesen Untersuchungen wäre zur Verhinderung einer zeitweisen Vernässung bis zur Oberfläche das Grundwasser bis zu einer Tiefe von ca. 1 m abzusenken. Wenn die Grundwasserbeeinflussung in den oberen Horizonten auch nur zeitweise auftritt, ist zur Sicherung der Erträge doch eine Ableitung des Grundwassers durch eine Röhrendränung erforderlich. Dadurch wäre noch immer ein Kapillaraufstieg gegeben.

Weiters soll zur Vermeidung einer stellenweise auftretenden Oberflächenwasservernässung, die besonders bei langzeitiger Wassersättigung auftreten kann, und zur Gefügeverbesserung der dicht gelagerten Bodenkörper eine Tieflockerung mit Stabilisierung angewendet werden.

PRAKTISCHE DURCHFÜHRUNG VON MELIORATIONEN IN DER OSTSTEIERMARK

von K. H o l z e r

Entsprechend den geographischen, geologischen und klimatologischen Gegebenheiten des Landes Steiermark ergeben sich zwangsläufig in der regionalen Verteilung der Meliorationsmaßnahmen verschiedene Schwerpunkte.

Hinsichtlich der meliorativen Tätigkeit stellt das tertiäre oststeirische Graben- und Hügelland mit seinen ausgedehnten mächtigen Lehmdecken den absoluten Schwerpunkt dar. Dieses Gebiet leidet in seinen Verflachungen infolge der sehr dichten Lagerung überwiegend an Staunässe, während in den Hanglagen über den sogenannten Opokschichten umfangreiche Rutschungen auftreten. Diese Hangbewegungen werden insbesondere nach rascher Schneeschmelze im Frühjahr, bei nicht gefrorenem Boden sowie bei Starkregen im Gefolge von V b Mittelmeerzyklonen akut.

Der Wunsch des Menschen, seinen ureigenen Boden durch Maßnahmen wie Lockerung, Düngung, Entwässerung und dergleichen mehr, zu verbessern und damit eine Ertragssteigerung zu erzielen, ist wohl so alt wie der Mensch selbst. Der Wert und der Erfolg all dieser Maßnahmen ist aber immer bestimmt von der richtigen Kenntnis über den Boden und seine Struktur, von der Art der Bewirtschaftung sowie vom Stand der jeweiligen Technik bzw. vom Vorhandensein technischer Hilfsmittel.

Ein gesunder Boden ist ein lebendiges System mit einer abgestimmten Harmonie von Wasser, Nährstoffen und Lebensprozessen, in dem vom Wurm bis zum Mikroorganismus alles zueinander in einer ökologischen Beziehung steht und unnachahmlich ist. Gerade die "Grüne Revolution" der jüngsten Zeit hat uns gelehrt, daß keiner der vorgenannten Faktoren ersetzt oder willkürlich verändert werden kann. Einerseits mußte der fehlende bzw. zu wenig anfallende natürliche Dünger des Bauernhofes alter Prägung durch Handelsdünger, sprich chemische Erzeugnisse, ersetzt und der verheißungsvolle Mehrertrag mußte durch zusätzliche chemische Behandlung gegen Schädlinge und Krankheiten der äußerst empfindlich gewordenen Kulturpflanzung erkauft werden. Andererseits entstanden

Strukturveränderungen im Boden durch den ständig fortschreitenden Einsatz immer schwererer und leistungsfähigerer Maschinen, weil die billigen landwirtschaftlichen Hilfskräfte nicht mehr vorhanden waren.

Natürliche Verdichtungshorizonte im Untergrund werden durch die ständig schwere maschinelle Belastung oftmals bis an die Oberfläche angehoben und verhindern zunehmend das Einsickern von Niederschlagswässern in einen speicherfähigen Unterboden. Den Pflanzenwurzeln steht nurmehr ein eng begrenzter Lebensraum zur Verfügung. In niederschlagsarmen Zeiten kann so durch kapillaren Hub den Pflanzenwurzeln kaum mehr Speicherwasser zugeführt werden. Diese Probleme beschäftigen nun den Meliorationstechniker.

In der vorindustriellen Zeit wurde durch seichte, händisch ausgehobene offene Gräben oder Künetten, in deren Sohle Faschinen, Steine oder Holzrohre verlegt wurden, ein bescheidener Entwässerungserfolg erzielt. Durch die Bewirtschaftung mit Zugtieren konnten Arbeitsbehinderungen durch die Anlage von offenen Gräben leichter in Kauf genommen werden.

Mit Beginn der 50 iger Jahre begann in der Steiermark bei der Ausführung von Flächendränungen das eigentliche Maschinenzeitalter. Waren es zu Beginn Dränfräsen aus amerikanischen Armeeüberschußgütern, die zur Verfügung standen, wie etwa die Buckeye-Dränfräsen, mußten in der Folgezeit aus einem enormen Angebot von Fräsrاد-oder Fräskettenbaggern die für die jeweiligen Bedürfnisse geeigneten Maschinen ausgewählt werden. Zurzeit stehen 3 amerikanische Fräsrادbagger Type Parsons im Einsatz. Wie in fast allen Bereichen der Wirtschaft so ist auch in der Meliorationstechnik ein endgültiger Trend zur Spezialisierung festzustellen. Soll doch der gewissenhafte Techniker beginnend von den Finanzierungsmöglichkeiten, der Geldmittelbeschaffung, der genauen Kenntnis des Bodens, der zu treffenden meliorationstechnischen Maßnahmen, der richtigen Auswahl von Maschinen bis zur Beratung über die Folgemaßnahmen immer die geeignete Entscheidung treffen.

Große Teile der tag- oder grundwasservernäßten Böden in den Talungen des oststeirischen Hügellandes sind in den vergangenen Jahren melioriert worden.

Entwässerungsansuchen der jüngsten Zeit zeigen, daß mit den künftigen Sanierungswünschen zum Teil völlig neue Probleme zu bewältigen sein werden. Die vorhin erwähnten bereits melorierten Talböden, deren kulturtechnische Sanierung als abgeschlossen angesehen werden kann, ließen in der Folge eine Umstellung von Wiesen auf Ackerflächen zu bzw. wurde oftmals überhaupt erst eine geordnete landwirtschaftliche Nutzung erreicht. Die Bodenuntersuchungen für diese Flächen erfolgten nach durchgeführten Schlemmanalysen nach Ramsauer und Laatsch.

In Bedarfsfällen wurden die Untersuchungen durch Diserens - Versuche ergänzt. Für die Abfluß- und Dimensionsbestimmungen der Dränanlagen wurden entsprechend einem Jahresniederschlag von 700 - 900 mm Abflußspenden von $1 - 1,2 \text{ l/sec./ha}$ angenommen bzw. Tafeln und Tabellen von Scheviar verwendet. Das Ergebnis dieser Bestimmungsmethode führt in der Regel zu Dränabständen von 14 - 20 m, in Ausnahmefällen bis 10 bzw. 22 m. Die Sammler und Sauger der Dränsysteme wurden in Form von Volldränung fast geometrisch angelegt. Oft kritisiert, hatte jedoch diese Methode richtig ausgeführt ihre volle Berechtigung für die damalige Problemstellung. Dies mag auch daraus ersehen werden, daß moderne Methoden von der Landwirtschaft sehr schwer angenommen werden, weil man eben mit der althergebrachten Flächendränung voll zufrieden war bzw. ist.

Der moderne fortschrittliche Landwirt stellt nun neue Forderungen. Seine Felder sollen die kurzfristige Umstellung auf verschiedene, den geänderten Marktverhältnissen angepaßte Kulturen wie Mais, zuletzt jedoch im vermehrten Umfang wieder Getreide- und Kürbisanbau erlauben, wobei eine maschinelle Bewirtschaftung jederzeit möglich sein soll und muß. Bei Flurbegehungen, die einem eingelangten Entwässerungsansuchen folgen, kann in der Regel festgestellt werden, daß das Problem der Grundwasservernässung kaum mehr relevant angetroffen wird. In der Hauptsache betrifft es tagwasservernäßte Grundstücke, hochwasserbefreite Talflächen oder Grundstücke, die nach einer erfolgten Grundzusammenlegung den Landwirten neu zugeteilt wurden. Die Sanierung dieser Bodenflächen erfordert nun die Anwendung neuer Techniken, die von folgenden Faktoren bestimmt werden:

Bezüglich der Planung:

Die Abfuhr der abflußbehinderten Tagwässer bzw. in geringer Tiefe stauenden Niederschlagswässer kann je nach Geländeneigung auch durch die Anlage von Saugsträngen mit einem Abstand von 20 - 50 m erreicht werden. Je nach Beschaffenheit der Bodenhorizonte (Bestimmung nach Hooghoudt Ernst) sowie der Feststellung, daß sich das Aushubmaterial nach dessen Rückfüllung als natürlicher Filter nicht eignet, müssen jedoch ortsfremde Filter wie Schotter \varnothing 20 - 30 mm, Schlacke, Kunststofflocken oder Holzrinde als Abfälle der Säge- bzw. Papier- und Zellstoffindustrie eingebracht werden. Eine Lockerung des dichten, stauenden Untergrundes durch Anlage von Maulwurfdräns oder anderen Untergrundlockerungen wird jedoch künftig unerlässlich sein.

Bezüglich der Ausführung:

Für die Herstellung der Dränleitung ist oftmals das verwendete technische Gerät entscheidend. Besonders unter der Berücksichtigung, daß bei Verwendung gewisser Baggertypen die Einbringung des teuren Filtermaterials eingespart werden kann. Diese Entscheidung ist oft sehr schwer zu treffen, weil moderne Aushubgeräte, mit bis zu 250 KW (340 PS) Motorleistung, Tagesleistungen von 4000 - 5000 lfm Dränleitungen erbringen. Allerdings auf Kosten der Aushubbreite. Das althergebrachte gute Tonrohr wird zunehmend vom Kunststoffrohr verdrängt, und zwar nicht etwa deshalb, weil es in seiner Funktion wirkungsvoller und daher besser wäre, sondern weil die Manipulation auf den Baustellen infolge seines geringen Gewichtes vorteilhafter ist. Außerdem werden vorgefertigte Wechsel-, Reduktions-, End- und Auslaufstücke angeboten, die eine einwandfreie Verlegung auch von kurzfristig eingewiesenen Hilfskräften ermöglichen. Infolge des kurzen Beobachtungszeitraumes kann über die Lebensdauer bzw. Funktionsfähigkeit der Kunststoffdräne noch nichts mitgeteilt werden. Die grabenlose Dränung sowie die Meliorationskalkung (Brandkalk) wird in der Steiermark bisher nicht angewendet. Die immer mehr geforderte Untergrundlockerung bis zu einer Tiefe von 90 cm ist mit modernen Geräten ebenfalls exakt durchführbar. Aber auch hier ist die Wahl eines geeigneten Gerätes aus einem Angebot verschiedener Systeme nicht einfach.

In der Steiermark wird die Projekterstellung für Meliorationsanlagen im allgemeinen von der Landesbaudirektion – Fachabteilung III b durchgeführt. Bei größeren Vorhaben oder in Zweifelsfällen wird für die Bodenuntersuchung die Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen kontaktiert.

Die Bauausführung erfolgt unter Bauaufsicht der Organe der Fachabteilung III b und wird der Bau selbst in Eigenregie des jeweiligen Rechtsträgers durchgeführt.

Die Kosten für 1 ha Flächendränung nach den Erfahrungen der jüngsten Zeit können wie folgt angegeben werden:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Herstellung mit Fräsradbagger
0,30 m Aushubbreite, Dränabstand
15 – 18 m | S 18.000.- – S 22.000.- |
| 2. wie vor, jedoch eine Aushubbreite
von 0,40 m | S 21.000.- – S 24.000.- |
| 3. Herstellung mit Fräsradbagger
Aushubbreite 0,30 m, mit einem
Dränabstand von 30 – 50 m,
Filterung der Dränschlitze
und anschließender Untergrund-
lockerung mit Wippschar-
lockerer | S 19.000.- – S 25.000.- |
| 4. Herstellung mit hydraulischem
Tieflöffelbagger, Aushub-
breite 0,40 m, Dränabstand
15 – 18 m | S 28.000.- – S 32.000.- |

Die vorstehenden Preise verstehen sich bei Einsatz von landeseigenen Baumaschinen.

Hoher Eisengehalt im Untergrund bildet das größte Problem bei der Ausführung von Meliorationsanlagen. Infolge Zufuhr von Luftsauerstoff durch die verlegten Dränrohre wird das zunächst im Boden durch Staunässewirkung in zweiwertiger Form gebildete Eisen in dreiwertige Form, in limonitisches Eisen verwandelt und unter anderem im Dränrohr schichtweise als sogenannter Eisenocker abgelagert. Diese Verockerung kann bei extremen Verhältnissen innerhalb eines Jahres zu totaler Funktionslosigkeit eines Dränsystemes führen. Wenn in der Steiermark derartige Fälle auch verhältnismäßig selten auftreten, so wurden

doch laufend Überlegungen angestellt, wie diesem Problem begegnet werden könnte. Derzeit laufen Versuche, einen Filter aus Abfällen der Holz- und Zellstoffindustrie (Baumrinde) einzubringen und kann dessen Wirkung vorerst als erfolgsversprechend angesehen werden. Allerdings ist der Beobachtungszeitraum noch sehr kurz und der Erfolg mehr praktisch augenscheinlich als wissenschaftlich fundiert.

Abschließend darf festgehalten werden, daß der Fachabteilung III b der Landesbaudirektion auf Grund bestehender Gesetze, Verordnungen und Erlässe der klare und eindeutige Auftrag erteilt ist, im Interesse der Erhaltung eines wirtschaftlich gesunden Bauernstandes eine zeitgemäße Entwicklung der Landwirtschaft in der Steiermark durch Erhöhung der Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit zu sichern, dies insbesondere in ihren Formen, der Voll-, Zu- und Nebenerwerbsbetriebe, dies nicht zuletzt zum Wohl der Allgemeinheit.

In Erfüllung dieses Auftrages ist der Fachabteilung ein konkretes Gesamtziel gesetzt. So wird durch Regelung des Bodenwasserhaushaltes die Beseitigung von Nutzungserschwernissen angestrebt und durch strukturelle Maßnahmen eine volkswirtschaftlich notwendige Produktionsumstellung ermöglicht. Gleichzeitig ist mit diesen Maßnahmen die Erhaltung landwirtschaftlich genutzter Böden verbunden und die landwirtschaftliche Ertragssicherung gewährleistet.

STANDORTSKUNDLICHE UND PFLANZENBAULICHE PROBLEME DER
TALBÖDEN BEI INTENSIVER ACKERNUTZUNG DURCH MAISBAU

von A. S c h r o m

Die Ausführungen zu diesem Thema anlässlich der Vortragsveranstaltung der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft am 22. November 1978 an der Universität für Bodenkultur wurden im vorliegenden Text vom Verfasser teilweise gestrafft und andererseits in einigen Punkten ergänzt, um eine gewisse Ab-
rundung in der Behandlung des Themas zu erzielen.

Inhalt:

1. Der Maisbau als agrarwirtschaftliche Anpassung der Produktion
2. Standortkundliche Aussage als pflanzenbauliche Information
3. Bodenwirtschaftliche Aspekte des Maisbaues in Kärnten
 - 3.1. Der Einfluß der Witterung
 - 3.2. Die Merkmale aufgrund der chemischen Bodenuntersuchung
 - 3.3. Physikalische und standortkundliche Merkmale des Bodens
 - 3.4. Bodenwirtschaftliche Folgerungen am Beispiel des Humusproblems
4. Die Bewirtschaftungstechnik als ökonomisches Korrelat
5. Merkmale des Bestandesaufbaues als ökologische Indikatoren
6. Phytopathologische Aspekte des Standortes
7. Zusammenfassung

Anhang: Tabellen 1 bis 11

1. Der Maisbau als agrarwirtschaftliche Anpassung der Produktion

Die Behandlung des Themas bezieht sich zunächst auf die Exkursion der Bodenkundlichen Gesellschaft in die Ost- und Südsteiermark im Herbst 1978. Die breit angelegten Talungen einschließlich der pleistozänen Terrassentreppe sind standortkundlich und pflanzenbaulich repräsentativ für die Entwicklung der Talböden. Eindrucksvoll ist die landschaftsweite "Transgression" des Maisanbaues. Es stellt sich die Frage nach den Ursachen für diese über unterschiedliche Standorte hinweggehende uniforme Entwicklung der Landeskultur. Nach Dr. P a t t e r (Exkursionsführer ÖBG, 1978) ist sie bedingt durch den Übergang zahlreicher landwirtschaftlicher Betriebe vom Vollerwerb zum Nebener-

werb. In Kärnten gab es eine analoge Entwicklung. Hier jedoch nicht aufgrund kleinstrukturierter Besitzverhältnisse, sondern in Anpassung an die veränderte marktwirtschaftliche Situation, gekennzeichnet durch die erreichte Bedarfsdeckung auf dem Milchsektor einerseits und die damalige Versorgungslücke bei Mais und Futtergetreide andererseits. Leitlinien dieser Entwicklung sind:

- o Arbeitswirtschaftliche Extensivierung, - der moderne Maisbau ist vollmechanisiert.
- o Steigerung der Flächenproduktivität durch das hohe Ertragspotential des Maises.
- o Durch die Auflassung der Rinderhaltung ist der Zwang bedingt, mit der Ackernutzung durch eine Marktfrucht soweit als möglich in die Grünlandstandorte zu gehen .

Ergebnis: Agrarwirtschaftliche Anpassung durch aufwendiges Produktionsverfahren, zugleich deutliche Phänomene ökologischer Grenzüberschreitung in klimatischer und bodenbedingter Hinsicht.

Vom überregionalen Standpunkt ist im Zuge des agrarwirtschaftlichen Strukturwandels die Veränderung der Rangordnung landwirtschaftlicher Funktionen im Blickfeld der Allgemeinheit zu verzeichnen: Akzentverschiebung von der Produktion auf die ökologischen Funktionen innerhalb eines bestimmten Raumes. Den spezifischen Aspekten im Talbereich (z.B. Grundwasser in quantitativer und qualitativer Hinsicht) stehen gravierende Probleme im bergbäuerlichen Bereich gegenüber.

2. Standortskundliche Aussage als pflanzenbauliche Information

Optimale pflanzenbauliche Information setzt fundierte ökologische Beurteilung der Produktionsgrundlagen voraus, dies auch vorausschauend auf eventuelle Rückwirkungen moderner Produktionsverfahren und Erschließungsmaßnahmen.

Bodenwirtschaftliche Informationsquellen: Darstellung der Bodenlandschaft anhand von Kartierungsergebnissen (Profilbeschreibungen und Bodenkarten) und Ergebnisse der chemisch-physikalischen Bodenuntersuchung. Ergebnisse der Bodenkartierung:

- o Aus dem Profilaufbau ebenso wie aus dem räumlichen Wechsel der Bodeneinheiten im gesamten Talverlauf (Terrassen) wird die Entstehung des Bodens aus der Landschaft in ihrer funktionalen Einheit verständlich: Die Auswirkungen von Bewirtschaftungs- und Meliorationsmaßnahmen unterliegen Gesetzmäßigkeiten, die durch die Bodenentstehung in gewissen Grenzen vorgegeben sind.
- o Pflanzenbaulich besonders aktuell sind Indikatoren für die Bodendynamik im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung (Horizontsymbole, Indexbezeichnungen).

Ergebnisse der chemisch-physikalischen Bodenuntersuchungen:

- o Großes Angebot der Analysendaten.
- o Die pflanzenbauliche Interpretation ist schwierig. Es erscheint fraglich, wie weit die statistischen Parameter für den bodenwirtschaftlichen Stand und die raschen Veränderungen zufolge der modernen Produktionsverfahren signifikant sind.

Das generelle Problem wurde durch die Exkursion an verschiedenen Beispielen demonstriert. Unter Bezugnahme auf die durch Dränagierung eingeleitete Strukturveränderung (Entstehung bzw. Aufwachsen eines Staukörpers im Pseudogley) wird im folgenden vom pflanzenbaulichen Standpunkt die Frage nach dem veränderten Wirkungsmechanismus gestellt. Es können sich Folgerungen für die Düngung, Bodenbearbeitung und Fruchtfolge ergeben. Aufgrund von Anzeichen konvergenter Entwicklungen auf verschiedenen Standorten, bedingt durch intensive ackerbauliche Produktionsverfahren, wird über Beobachtungen im Kärntner Maisbau berichtet.

Hier ist unter anderem auffallend, daß es auf locker gelagertem Boden (Struktur krümelig) im Stadium des Maisaufwuchses zu deutlichen Wachstumsstörungen kommen kann, während auf Krümenverdichtungen (plattige Struktur z.T. bis an die Bodenoberfläche) der Pflanzenbestand gesund und wüchsig ist. Die Verdichtungen entstehen zumeist unbeabsichtigt auf Fahrspuren, z.T. gezielt durch Bearbeitungsmaßnahmen (Formwalzen). Die Umkehrung und Gegenläufigkeit von Zielsetzungen der Bodenbearbeitung und effektivem Pflanzenwachstum

entsteht aus dem Ungleichgewicht von ein- und zweiwertigen Kationen in der Bodenlösung (zu hoher Anteil von einwertigen), wie Dozent Dr. S o l a r anläßlich der Maisbautagung 1976 an der Bäuerlichen Volkshochschule Krastowitz, Klagenfurt, im Rahmen der bodenwirtschaftlichen Thematik erklärte. Ebenso käme auch die höhere Wärmeleitfähigkeit bei Dichtlagerung des Bodens als wachstumsbegünstigender Faktor in Betracht. Das anhand von Farbdias und Boden-
diagrammen ausführlicher erörterte Phänomen erscheint als Teilaspekt moderner pflanzenbaulicher Verfahren, im besonderen des Maisbaues. Im Sinne der Themenstellung wird im folgenden über systematische pflanzenbauliche Beobachtungen in Kärnten berichtet.

3. Bodenwirtschaftliche Aspekte des Maisbaues in Kärnten

Die im Kärntner Maistest angestellten Untersuchungen hatten die laufende Information über die jährlichen praktischen Ergebnisse und Erfahrungen durch die Kammer für Land- und Forstwirtschaft in Kärnten zum Zweck. Auf das technische und statistische Verfahren dieser Felduntersuchung ist hier nicht näher einzugehen. Mit durchschnittlich 60 Wiederholungen je Jahr wurden die Anbaugelände in den Kärntner Beckenlagen erfaßt. Die besondere Aussage beruht auf dem Vergleich aus mehreren Jahren, und zwar von 1969 bis 1972, die zufälligerweise einen sehr unterschiedlichen Witterungsverlauf hatten.

3. 1. Der Einfluß der Witterung (Tabellen 1 bis 5)

Zieht man die Tabellen 1 bis 5 heran (im Anhang), so ergibt sich aufgrund der Niederschläge und deren gravierenden Einflusses auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt der Böden folgende Gruppierung: Die Jahre -69 und -72 weisen besonders in der Wachstumsperiode (pauschal Mai bis September) eine überdurchschnittliche Niederschlagsmenge auf gegenüber den trocken getönten Jahren - 70 und - 71. Der Temperaturfaktor bewirkt eine weitere Differenzierung: Während das Jahr - 69 trotz höherer Niederschlagsmengen temperaturmäßig begünstigt war, ist das Jahr - 72 nicht nur niederschlagsreich, sondern auch besonders kühl. Der direkte ebenso wie der indirekte Einfluß der Witterung über die bodenphysiologischen Vorgänge auf den Kornertrag zeichnet sich sowohl in der Ertragshöhe der einzelnen Jahre, besonders aber auch an der Ertragsbeziehung

der datenmäßig erfaßten Bodenfaktoren ab. Bei dem Versuch eines regionalen Vergleiches der Ertragsmittel der einzelnen Jahre aufgrund der Beobachtungsdaten der Wetterstelle Klagenfurt-Flugplatz bestätigt die hohe Ertragskorrelation der Temperatursummen in der Wachstumsperiode die bekannte Wärmeabhängigkeit des Maisbaues. Nicht so hoch, aber doch sehr deutlich, ist die Ertragsbeziehung der Sonnenscheindauer, noch geringer der Einfluß der Bewölkung. Nicht minder beachtenswert, und zwar im Zusammenhang mit den noch zu erörternden bodenphysiologischen Anzeichen, erscheint die absolut negative Ertragsbeziehung des Temperaturverlaufes vor der Maisaussaat, d.h. in den Monaten Februar bis April. Die negative Ertragskorrelation der Niederschläge, besonders während der Wachstumszeit, ist für die regionalklimatischen Voraussetzungen ebenfalls kennzeichnend. Auffallend ist im Monat August (Blüte, Fruchtausatz) die anscheinende Trendumkehr: Keine Ertragsbeziehung der Temperatur, starke Abhängigkeit vom Niederschlag.

3.2. Die Merkmale aufgrund der chemischen Bodenuntersuchung

(Tabelle 6)

Die Daten der Tabelle 6 beziehen sich auf die nach den gängigen Untersuchungsmethoden bestimmten Bodeneigenschaften lt. Liste der Variablen in Tabelle 11. Die Bodenmerkmale sind jeweils gekennzeichnet durch den statistischen Mittelwert \bar{x} und den Korrelationskoeffizienten r in Bezug auf den Kornertrag bei 15,5% Wassergehalt. Zur Veranschaulichung der Korrelationen kann die Vorstellung dienen, daß positive Koeffizienten einen effektiven oder scheinbaren Mangel für die Ertragsbildung bedeuten, während negative Koeffizienten eine ertragsdrückende Funktion oder einen Überschuß anzeigen.

Der gleichbleibende Pegel: Sehr beachtenswert erscheint der annähernd gleichbleibende Pegel durch die Jahre hin, angezeigt durch die Mittelwerte. Dadurch ergibt sich gewissermaßen das statistische Bild, wie es jedermann bekommt, wenn er Bodenproben untersuchen läßt. Eine Vorstellung von der Dynamik kann man erhalten, wenn man den durch die Jahre wechselnden Einfluß auf den Ertrag anhand der Korrelationen in Betracht zieht.

Das Kalzium: Das austauschbare Kalzium ist im Gunstjahr - 70 und im Trockenjahr - 71 deutlich positiv korreliert, d.h. die Pflanze hätte gewissermaßen mehr gebraucht. In den feucht getönten Jahren - 69 und -72 besteht hingegen kein Mangel, gekennzeichnet durch Indifferenz bzw. eine negative Ertragskorrelation. Es wurden- bei fallenden pH-Werten- eben ausreichend Ca^{++} Ionen desorbiert.

Das Kalium (K_2O): Der Gang der Kalium- Korrelationen bestätigt die im Zusammenhang mit dem Verdichtungsphänomen ausgesprochene Vermutung: Bei etwa konstanten Gehaltswerten zeigt die negative Korrelation in den trocken getönten Jahren - 70 und - 71 den ertragsdrückenden Überschuß an im Zusammenhang mit der Unausgeglichenheit zu den zweiwertigen Kationen. Dieses Ungleichgewicht erscheint aufgrund der Indifferenz in den feucht getönten Jahren antagonistisch nicht aufgehoben. Im Zusammenhang mit den Mittelwerten sind die Schlüsse daraus für das Produktionsverfahren naheliegend: Kontinuierliche Kalziumversorgung, Zurücksetzen bzw. Anpassen der Kaliumdüngung.

Das Magnesium: Die Ertragsbeziehung des austauschbaren Magnesiums bestätigt offensichtlich den bereits angezeigten Antagonismus der einwertigen und zweiwertigen Kationen für die Pflanze. Der Verlauf in der Jahresabfolge ist ganz ähnlich dem des Kalziums. Die Folgerungen für die Praxis sind analog.

Das Bor: Es unterliegt zwar nicht den Austauschvorgängen wie die (zweiwertigen) Alkalien, ist aber ebenfalls in den feucht getönten Jahren nur schwach ertragskorreliert, d.h. annähernd ausreichend verfügbar. In den trocken getönten Jahren nimmt trotz der steigenden Bodenwerte die Verfügbarkeit ab, angezeigt durch die stark positive Ertragskorrelation. In praktischer Anwendung: Die Borversorgung sollte allgemein angehoben werden.

Eisen, Mangan: Die Ertragsbeziehung erscheint im Zusammenhang mit der Konstellation insgesamt pflanzenbaulich sehr beachtenswert: Die Werte beider sind in den feucht getönten Jahren zum Ertrag negativ korreliert bis indifferent. Reduktionsvorgänge, wodurch niederoxydierte Eisen- und Manganverbindungen in Lösung gehen, dürften demzufolge witterungsbedingt auch in den durchlässigen Braunerden einen negativen Einfluß auf die Ertragsbildung haben. Unter den

warmfeuchten Bedingungen des Jahres - 69 tritt dieser Mechanismus verstärkt in Erscheinung. Ein deutlicher Zusammenhang zur Organischen Substanz ist aus Tabelle 8 ersichtlich.

Kupfer, Zink: Beide verhalten sich ähnlich wie Eisen und Mangan. Hinsichtlich der Pflanzenernährung dürfte eine positive Ertragskorrelation, wie etwa bei Zink im guten Ertragsjahr - 70, anders zu bewerten sein als bei Eisen.

Der Phosphor verhält sich anders als die bisher erwähnten Faktoren im Jahresablauf. Die Ertragsbeziehung unterliegt anscheinend einer Art Massenwirkung, bedingt durch den Pflanzenentzug bzw. die Höhe des Ertrages. Der verfügbare Phosphor ist in den guten Jahren - 69 und - 70 deutlich stärker ertragsbestimmend als in den ertragsschwachen Jahren - 71 und - 72. Etwa spiegelgleich verhält sich die fixierte Komponente.

Der pH-Wert: In den pH-Wert werden die vorher genannten Mechanismen (Austausch-, Reduktions- und Massenwirkung) gewissermaßen eingesteuert, wobei der besonders starke Anstieg der Ertragskorrelation im Trockenjahr - 71 sowie das Abfallen in den feucht getönten Jahren im Zusammenhang mit der Kalziumdesorption auffallend ist.

3.3. Physikalische und standortkundliche Merkmale des Bodens

(Tabelle 7)

Die Bodenbonität weist durchgehend eine hohe Ertragskorrelation auf. Das negative Vorzeichen ergibt sich aus der Bewertungsskala, wonach 1 gut, 2 mittel und 3 gering bedeutet. Die Ertragsbeziehung ist im Gunstjahr - 70 am geringsten und in den witterungsbedingt ungünstigen Jahren stark ansteigend, und zwar im Feuchtjahr - 72 mit $r = 0,50$ deutlich höher als im Trockenjahr - 71 mit $r = -0,41$. In der pflanzenbaulichen Praxis verifiziert sich damit die feldbodenkundliche Beurteilung sehr gut. Abgesehen von der Humusgruppe liegen hier die höchsten Ertragskorrelationen der Bodenmerkmale vor.

Die Textur der untersuchten Böden, dem Typ nach Braunerden, entspricht durchaus dem entstehungsgeschichtlichen Aspekt würmeiszeitlicher bis spätglazialer Ablagerungen im semihumiden bis humiden Bereich: Tongehalt im Mittel 11%,

Schluff 23 %, Sand 40 %. Der Wasserhaushalt wird zumeist durch die Regenkapazität bestimmt, d.h. er hängt von der Gründigkeit der bodenbildenden Feinsedimentdecke über dem Schotter bzw. Geschiebe ab.

Auffallend ist die konträre Ertragsbeziehung von Ton, Schluff und Sand in den an sich feucht getönten Jahren - 69 und - 72. Zur Beurteilung wäre die bereits erwähnte Differenzierung durch den Temperaturverlauf in Betracht zu ziehen (Tabelle 1). Es hat den Anschein, daß durch die überdurchschnittliche Wärme im Jahr - 69 gegenüber dem starken Wärmedefizit im Jahr - 72 pflanzenphysiologisch ungünstige Prozesse bei höherem Ton- und Schluffgehalt stärker gefördert werden als bei geringeren Gehalten. In einem derartigen Mechanismus wären auch die umgekehrten Vorzeichen der Sandfraktion verständlich. Im Hinblick auf das weiter unten erörterte Zusammenwirken von Organischer Substanz und Schwermetallen dürfte es sich bei dem negativen Einfluß im Jahre - 69 um die verstärkte Wirkung unter zunehmend anaeroben, reduzierenden Bedingungen handeln. Der gleiche Aspekt ergibt sich auch im regionalen Vergleich aus der total negativen Ertragsbeziehung steigender Temperaturen in der Zeit vor der - relativ späten - Maisaussaat, d.h. vom ausgehenden Winter bis Ende April.

Die Organische Substanz (Tabellen 7 und 8) : Beachtlich sind die Gehaltswerte im Vergleich zum Ton- und Schluffanteil. Das C/N-Verhältnis (nicht durchlaufend festgestellt) liegt durchwegs bei 10. Wie bei Ton und Schluff weist die deutlich negative Ertragsbeziehung im warmfeuchten Jahr - 69 gegenüber der Indifferenz im kaltfeuchten Jahr - 72 auf die wärmebedingte Verstärkung des bodenphysiologischen Prozesses hin. Die Vermutung eines kausalen Zusammenhanges mit Reduktionsvorgängen und Chelierungsprozessen wird bestätigt durch die aus Tabelle 8 ersichtlichen Korrelationen der organischen Substanz: Mit $r = 0,86$ zu Eisen im Jahr - 69 ist das engste Verhältnis angezeigt, das in der Matrix überhaupt anzutreffen ist. Auch zu Kupfer besteht sogar in allen Jahren eine hohe Korrelation, nicht so ausgeprägt bei Zink. Pflanzenbaulich sehr bedeutsam erscheint die hohe Korrelation zu Ton: In den Feuchtjahren $r = 0,69$ bzw. $-0,39$ und Indifferenz in den trocken getönten Jahren. Das heißt: Unter feuchten Be-

dingungen wird sogar in den durchlässigen Braunerden die Humifizierung durch zunehmenden Tongehalt gehemmt, es entstehen vermutlich Abbauprodukte (Huminsäuren), welche zur Reduzierung und Komplexierung und damit zur Mobilisierung der Schwermetallverbindungen beitragen. Der Sandanteil begrenzt hingegen die Humifizierung von der trockenen Seite her. Typisch für diesen Zusammenhang ist mit $r = 0,44$ die hohe Korrelation im Trockenjahr - 71. Aber unter ariden Bedingungen kann die Organische Substanz keine derartigen ungünstigen Lösungsprozesse hervorrufen, wie die in Tabelle 7 ersichtliche Indifferenz zum Ertrag anzeigt. Insgesamt tritt auch hier wiederum im Vergleich der Jahre - 69 und - 72 die starke Wärmeabhängigkeit dieser Vorgänge differenzierend in Erscheinung.

3.4. Bodenwirtschaftliche Folgerungen am Beispiel des Humusproblems

Die in Kurzform dargestellten Ergebnisse der Felduntersuchung sind spezifisch für den Maisbau in den Becken- und Tallagen der Südostabdachung der Alpen. Sie dürften damit aber auch weitgehend typisch sein für die intensive Ackerwirtschaft auf diesem Standort im allgemeinen. Aus einer Reihe von pflanzenbaulichen Aspekten und Folgerungen wird das Humusproblem wegen der besonderen bodenwirtschaftlichen Bedeutung im folgenden eingehender erörtert:

- o Aus den Analysendaten bzw. aus der statistischen Auswertung ergibt sich der Hinweis auf einen gewissen Wirkungszusammenhang in der Natur. Der analytisch definierte Begriff der organischen Substanz wird pflanzenbaulich objektiviert durch die aufgezeigten Ertragsbezeichnungen.
- o Produktionstechnisch wird das Problem der Rückführung der großen organischen Massen des Bestandesabfalls im Körnermaisbau aufgezeigt. Eine gewisse Besorgtheit in der Humusfrage beim Übergang zur viehlosen Wirtschaftsweise ist in quantitativer Hinsicht unbegründet. Der negative Aspekt ist qualitativ bestimmt. Möglicherweise fehlt die Düngerstätte als "Zwischenglied" für die schädlichen Vorstufen des Abbaues. Doch wie wäre sie zu ersetzen?
- o Der Zwischenfruchtbau mit Raps ist unter den erörterten Voraussetzungen nicht angezeigt. Dies wird auch im Gegensatz zu den üblichen Empfehlungen aus der praktischen Erfahrung von Seite der Maisbauern bestätigt. Der Begriff der Bodengesundheit erscheint unter den durch die intensive Ackerwirtschaft

veränderten Bedingungen offensichtlich nicht generell durch die "Lebendverbauung" als Strukturphänomen ökologisch determiniert. Der gleiche Aspekt ergibt sich auch, wie bereits angedeutet, im Zusammenhang mit den Austauschvorgängen.

- o In standortkundlicher Hinsicht ebenso wie allgemein in Anpassung an den Witterungsverlauf erscheint die stets und unter allen Umständen angestrebte Einackerung des Maisstrohs vor dem Winter in Frage gestellt. Es wäre eventuell möglich, daß bei Frühjahrsackerung die ungünstigen Abbau- und Reduktionsvorgänge zeitlich verkürzt und abgeschwächt werden. Derartige Überlegungen dürften besonders für schwere Böden aktuell sein. Die bekannten Einwände gegen die Frühjahrsackerung wegen der Vermehrung des Maiszünslers wären in diesem Zusammenhang noch genauer zu prüfen.
- o Rückschlüsse hinsichtlich der Düngung sind von vornherein naheliegend, vor allem mit dem Ziel einer kontinuierlichen Kalziumversorgung im Wurzelbereich.

4. Die Bewirtschaftungstechnik als ökonomisches Korrelat (Tabelle 9)

In Weiterführung der Thematik wird im folgenden versucht, die vorliegenden Daten der Bewirtschaftungstechnik im engeren Sinn, ebenfalls aus dem Kärntner Maistest stammend, als ökonomisches Korrelat zu den standortkundlichen Aspekten zu erörtern.

Der Mineraldüngeraufwand: Im Zusammenhang mit der Wirksamkeit der Nährstoffe im Boden sind die Erhebungen über den Aufwand an Mineraldüngern bemerkenswert. Mit annähernd 500 kg/ha Reinnährstoffen jährlich liegt er bei weitem über den bis dahin in anderen Verfahren aufgewendeten Düngermengen. Das NPK-Verhältnis beträgt im Durchschnitt 1:1,2:1,4. Ohne der Aussagefähigkeit der Daten zu viel Gewicht beimessen zu wollen - die Daten beruhen auf nicht überprüfaren Praxisangaben - ergibt sich daraus ein Bild, das im wesentlichen mit dem Ergebnis aufgrund der Bodenuntersuchungen übereinstimmt: Bei N und P Indifferenz bis negative Ertragsbeziehung in den ertragsschwachen

Jahren - 71 und - 72; deutlich positiver Ausschlag im günstigen Jahr - 70 vor allem bei Phosphor; unter den warmfeuchten Bedingungen des Jahres - 69 deutlich negative Ertragskorrelation bei Stickstoff. Der Ausschlag von Kali ist flach und untypisch.

Die Verunkrautung: Gekennzeichnet durch ein fünfstufiges Klassifizierungsschema, ist die Verunkrautung im Durchschnitt gering. Daß sich trotzdem die negative Ertragsbeziehung so deutlich anzeigt, könnte als Hinweis auf die Empfindlichkeit des Maiswachstums, bedingt durch die geringe Konkurrenzkraft (besonders gegenüber den Wildhirsearten) auf den gegebenen Standorten, zu verstehen sein.

Das Hacken: Am ehesten wäre der negative Einfluß des Hackens im Trockenjahr - 71 anzumerken. Für den Mais als Flachwurzler erscheint das Gebot eines schonenden Einsatzes der Hacke bei Trockenheit und besonders auf leichten Böden mit diesem Ergebnis bestätigt.

Der Sätermin: Die Notwendigkeit einer möglichst rechtzeitigen Aussaat zum optimalen Termin (etwa in der letzten Aprilwoche) wird durch die Ertragskorrelationen verdeutlicht. Der Einfluß ist in den günstigen Jahren - 69 und - 70 sichtlich stärker als in den witterungsbedingt ungünstigen Jahren - 71 und - 72. Aus diesem Erfordernis ergibt sich für die Praxis in organisatorischer Hinsicht (Schlagkraft im technischen Einsatz) ein wichtiges betriebswirtschaftliches Kalkül.

5. Merkmale des Bestandesaufbaues als ökologische Indikatoren (Tabelle 10)

Der Bestandesaufbau bzw. diesbezügliche Daten signalisieren dem Pflanzenbauer und im weiteren dem Pflanzenzüchter gewissermaßen konstitutive Merkmale der Ertragsbildung. Standortkundlich handelt es sich nicht um kausale Faktoren, wenngleich eine Information über pflanzenphysiologische Relationen und deren Variabilität in Abhängigkeit von Schwankungen der Standortsfaktoren, vor allem auch der klimatischen, ökologisch signifikant und stets Gegenstand pflanzenbaulichen Interesses sind. Darüber hinaus geht es etwa bei der Bestandesdichte um produktionstechnisch sehr bedeutende Maßnahmen in Anpassung an

den Standort (Sortenwahl, physiologische Qualität des Saatgutes als "Schlechtwetterresistenz", Herstellung der optimalen Säedichte durch Einzelkornablage, optimale Saatbettvorbereitung und noch anderes mehr). Ebenso ist schließlich nicht nur die Quantität des Kornertrages sondern in hohem Maße auch die Qualität des Produktes, etwa angezeigt durch die Relation von Gut- und Kümmerkolben, im Zusammenhang mit den technischen Bedingungen für die Ernte und Lagerung (Mähdrusch, Trocknung, Bruchanteil, Verpilzungsgefahr) ausschlaggebend für die Durchführung und die Rentabilität des Verfahrens überhaupt.

Die Wüchsigkeit: Im Jungpflanzenstadium (vor dem Schossen) bonitiert, zeigt die Ertragskorrelation der Wüchsigkeit der Pflanzen bzw. des Bestandes den enormen Einfluß günstiger Startbedingungen im Maisbau an. Vice versa sind ungünstige Voraussetzungen häufig schon in einem frühen Wachstumsstadium erkennbar.

Die Bestockung: Der Austrieb von Nebenpflanzen aus den bodenständigen untersten Halmknoten ist in erster Linie sortenspezifisch, es dürfte aber auch eine gewisse Abhängigkeit vom Standort und von der Nährstoffversorgung bestehen. An sich aus erntetechnischen Gründen unerwünscht, zeigt die deutliche, durchgehend positive Ertragskorrelation, daß die Bestockung in dem gegebenen Ausmaß (etwa 20 bis 35 % der Pflanzen) für die Quantität des Ertrages kein Nachteil ist.

Die Bestandesdichte: Die optimale Bestandesdichte, resultierend aus dem Einzelpflanzenenertrag und der Pflanzenanzahl je Flächeneinheit (angegeben je ar), ist auch im Maisbau einer jener durch die Verfahrenstechnik regulierbaren Faktoren, die im höchsten Maße ertragsbestimmend sind. Eine stärkere statistische Streuung der Bestandesdichte, bedingt durch diverse Unzulänglichkeiten der Verfahrenstechnik, kann unter Umständen an der Ertragsvarianz insgesamt stark beteiligt sein. Die Ertragskorrelationen zeigen im Zusammenhang mit den Mittelwerten den erreichten Stand der Verfahrenstechnik an: In Anpassung an die Standortbedingungen vor allem in klimatischer Hinsicht durch die fast ausschließliche Verwendung von Sorten der mittelfrühen Reifeklasse (Inra 258, LG 11 und ähnliche) liegt das Optimum bei 700 Pflanzen je ar. Das Unterschreiten des Optimums im Jahr - 70 um kaum 8 % wird durch einen deutlichen positiven

Ausschlag der Ertragskorrelationen angezeigt. Für das Trockenjahr - 71 liegt die als optimal fixierte Bestandesdichte etwas zu hoch und im Feuchtjahr - 72 etwas zu tief. Der Einfluß klimatischer Schwankungen ist demzufolge nur gering, sodaß sich daraus keine Folgerungen für die Praxis ergeben, - sofern dies überhaupt möglich wäre.

Die Pflanzenhöhe ist durchgehend in allen Jahren positiv ertragskorreliert, und zwar in den ertragsschwachen Jahren stärker als in den witterungsbedingt günstigen Jahren. Im kaltfeuchten Jahr - 72 ist bei größter mittlerer Bestandeshöhe die Ertragsbeziehung mit $r = 0,46$ am stärksten ausgeprägt.

Das Kolbengewicht konstituiert in hohem Maß den Kornertrag und ist in den witterungsbedingt günstigen Jahren deutlich höher als in den ungünstigen.

Gutkolben: Die Werte beziffern den Anteil der Pflanzen mit voll bzw. normal entwickelten Kolben zum Erntezeitpunkt in Prozenten. Mit 85 % ist der Anteil in den günstigen Jahren - 69 und - 70 konstant. Der Anstieg auf 89 % im Trockenjahr - 71 ist nur gering im Vergleich zum deutlichen Abfall auf 75 % im kaltfeuchten Jahr - 72.

Kümmerkollen: Damit wird der Anteil der Ernte an schwach und kümmerlich entwickelten, zumeist unreifen Kolben zu den normal ausgebildeten "Gutkolben" gewichtsmäßig in Beziehung gesetzt. Dieser Kümmerkollenanteil ist in den trocken getönten Jahren niedriger als in den feucht getönten. Dies ist besonders ausgeprägt im Vergleich der Extremjahre - 71 und - 72. Ebenso wie beim Gutkollenanteil (Kollenbesatz) verstärkt sich die Ertragsbeziehung mit zunehmender Ungunst der Witterungsbedingungen (hier mit negativen Vorzeichen).

Im Sinne einer standortkundlichen, ökologischen Interpretation der Indikatoren für die Wachstums- und Ertragsleistung (Pflanzenhöhe, Kornertrag, Kolbengewicht, Kollenbesatz und -ausbildung) ist festzustellen, daß sich bei zunehmend ungünstigen klimatischen (humiden) Bedingungen das Verhältnis von negativem und generativem Zuwachs erweitert. Das geht aus dem Vergleich der Jahresmittelwerte hervor, wonach die Korrelation der Pflanzenhöhe zum Kornertrag $r = 1,00$ und zum Kolbengewicht $r = 0,76$ beträgt. Dies könnte als der statistische Aspekt eines physiologisch gesteuerten "Ausweichens" in

das vegetative Wachstum aufgefaßt werden. Höchst beachtenswert ist, daß dieses Phänomen ganz konträr zu dem bereits aufgezeigten Ergebnis aus dem Vergleich innerhalb der einzelnen Jahre ist. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich aus der verschiedenen kausalen Verknüpfung:

Der Vergleich innerhalb der einzelnen Jahre zeigt die Kausalität auf, die durch den physiologischen Mechanismus der Pflanze an sich bedingt ist und der innerhalb eines Jahreszyklus wie in einem geschlossenen System abläuft. In diesem Zusammenhang erscheint es evident, daß ein kräftigeres vegetatives Wachstum Voraussetzung für einen höheren Kornertrag ist. Zum Unterschied davon beruht der Vergleich mehrerer Jahre nur insofern auf dem Ergebnis der einzelnen Jahre, als darin die Varianz im Verhältnis von vegetativem und generativem Wachstum zum Ausdruck kommt. Die Erweiterung dieses Verhältnisses durch die Verschlechterung der klimatischen Faktoren muß daher für die Pflanzenhöhe einen negativen Aspekt ergeben. Er veranschaulicht die regional-klimatischen Voraussetzungen für den Maisbau im allgemeinen. Aus dieser Sicht stellt sich das Problem der Anpassung an ungünstigere, humide Standortbedingungen als eine Frage der genetisch verankerten Begrenzung des vegetativen bzw. Sproßwachstums durch die Wahl "früher" Sorten dar.

6. Phytopathologische Aspekte des Standortes

Es bestehen deutliche Zusammenhänge zwischen bestimmten Standortseigenschaften und Schädlingsbefall. Das gilt vor allem für die beiden ärgsten Schadorganismen im Maisbau, nämlich das Fusarium als Erreger der Stengelbruchkrankheit und den Maiszünsler. Der Fusarium-Pilz (verschiedene Arten) verursacht eine Art Trockenfäule, die gegen die Reifezeit zu (Alterskrankheit des Mais) alle Organe der Pflanze befällt (beginnend bei den untersten Internodien) und dadurch zum Umbrechen der Pflanzen vor der Ernte führt. Der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) ist ein Nachtfalter, dessen Larven im Reifungsfraß die Pflanze zerstören und ein ähnliches Schadbild verursachen wie die Stengelbruchkrankheit. Der dadurch verursachte Ertragsausfall ist im Jahresdurchschnitt, je nach Standort und Witterungsverlauf, beträchtlich. Dabei steht das Auftreten bzw. die Vermehrung beider Schadorganismen in deutlicher Abhängigkeit zum

bodenbedingten Wärmehaushalt des Standortes, abgesehen von gewissen Resistenzunterschieden der verwendeten Sorten. So bevorzugt der Maiszünsler bereits bei der Eiablage etwa Mitte Juli in auffallender Weise die besonders leichten, flachgründigen, schotterigen Böden mit geringer Wärmeleitung und demzufolge stärkerer nächtlicher Rückstrahlung. Wegen der aufwendigen Technik erfolgte bisher in den beschriebenen Anbaugebieten keine Anwendung von Insektiziden gegen den Maiszünsler. Gegebenenfalls würde jedoch eine Abgrenzung der besonders gefährdeten Bodeneinheiten (Bodenkarte) für die rationelle Durchführung entschieden von Vorteil sein.

7. Zusammenfassung

Die starke Ausweitung des Maisbaues im Talbereich (Alpenvorland, inneralpine Beckenlagen) resultiert aus dem allgemeinen Strukturwandel in der Landwirtschaft ebenso wie aus der Anpassung an die agrar- bzw. marktwirtschaftlichen Veränderungen. Die "Transgression" dieses modernen (massiven) pflanzenbaulichen Verfahrens über unterschiedliche Standorte hinweg führt bodenkundlich und bodenwirtschaftlich zu Konvergenzerscheinungen. Durch die Auswertung eines umfangreichen Datenmaterials aus dem Kärntner Maistest ergaben sich vielfache Zusammenhänge in pflanzenbaulicher, bodenwirtschaftlicher und standortkundlicher Hinsicht. In diesem Sinn stellt sich die Bewirtschaftungstechnik als ökonomisches Korrelat zu den standortkundlich umschriebenen Gegebenheiten dar. Eine differenzierte Betrachtung des Bestandesaufbaues liefert ebenfalls Indikatoren für die ökologische Angepaßtheit des Verfahrens. Der Hinweis auf phytopathologische Phänomene soll das Bild vervollständigen, das sich im Sinne einer ökologisch - ökonomischen Zusammenschau aufgrund von mehrjährigen systematischen Beobachtungen im Kärntner Maisbau ergibt. Die Untersuchungen beruhen auf den Ergebnissen der Praxis. Sie hatten den Zweck, laufend Informationen für eventuelle Korrekturen zur Optimierung des Produktionsverfahrens zu liefern.

Verfasser: Hofrat Dipl. Ing. Dr. Alois Schrom

Dienstlich: Amt der Kärntner Landesregierung
Abt. Landesplanung, 9020 Klagenfurt

Privat: 9020 Klagenfurt, 8. Maistraße 7

Klimadaten

Messstelle Klagenfurt - Flugplatz, Seehöhe 447 m

Die Abweichungen des Monatsmittels vom vieljährigen Mittel sind auf die Periode 1931 bis 1960 bezogen, mit Ausnahme der Sonnenscheindauer (Periode 1929 bis 1968). Der Korrelationskoeffizient bezieht sich auf die Jahresmittel des Kornertrages bei 15,5 % Wassergehalt.

Tabelle 1

Temperatur °C, Monatsmittel

Jahr	1969		1970		1971		1972		1969 - 72		
	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	\bar{x}	Abw.	r
Jän.	-3,9	1,4	-3,2	2,1	-4,7	0,6	-4,8	0,5	-4,1	1,2	0,76
Feb.	-3,5	-0,9	-1,5	1,1	-1,1	1,5	0,4	2,2	-1,4	1,2	-0,81
März	2,6	-0,5	1,1	-2,0	0,6	-2,5	5,2	2,1	2,4	-0,7	-0,83
Apr.	8,0	-0,7	6,7	-2,0	9,4	0,7	8,4	-0,3	8,1	-0,6	-0,40
Mai	15,8	2,0	11,7	-1,6	14,4	1,1	12,6	-0,7	13,6	0,3	0,27
Juni	16,0	-1,0	18,4	1,4	15,6	-1,4	16,8	-0,2	16,7	-0,3	0,14
Juli	19,0	0,4	18,2	-0,4	18,8	0,2	18,0	-0,6	18,5	-0,1	0,59
Aug.	16,3	-1,4	18,0	0,3	19,1	1,4	17,4	-0,3	17,7	0,0	0,01
Sept.	14,6	0,5	14,6	0,5	11,4	-2,7	10,3	-3,8	12,7	-1,4	0,87
Okt.	8,1	0,0	6,8	-1,3	6,4	-1,7	6,3	-1,8	6,9	-1,2	0,58
Nov.	3,2	0,9	3,4	1,1	1,3	-1,0	0,8	-1,5	2,2	-0,1	0,85
Dez.	-5,3	-2,8	-3,2	-0,7	-3,4	-0,9	-3,0	-0,5	-3,7	-1,2	-0,49
Jahr	7,6	-0,1	7,6	-0,1	7,3	-0,4	7,4	-0,3	7,5	-0,2	0,55
V-IX+	2502	31	2475	4	2431	-40	2301	-170	2427	-44	0,98
II-IV+	223	-61	193	-91	270	-14	424	140	278	-6	-1,00

+ Temperatursumme

Tabelle 2

Niederschlag mm

Jahr	1969		1970		1971		1972		1969 - 72		
	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	x	Abw.	r
Jän.	49,9	10,9	26,4	-12,6	46,3	7,3	40,8	1,8	40,8	1,8	-0,14
Feb.	88,5	46,5	50,1	8,1	24,6	-17,4	56,3	14,3	54,9	12,9	0,13
März	36,5	-2,5	103,0	64,0	36,1	-2,9	60,4	21,4	59,0	20,0	0,14
Apr.	58,6	-10,4	112,7	43,7	51,2	-17,8	137,2	68,2	89,9	20,9	-0,61
Mai	61,4	-26,6	71,3	-16,7	47,7	-40,3	152,3	64,3	83,2	-4,8	-0,90
Juni	113,1	-10,9	62,1	-61,9	77,0	-47,0	131,6	7,6	95,9	-28,1	-0,72
Juli	127,8	5,8	89,3	-32,7	91,0	-31,0	150,8	28,8	114,7	-7,3	-0,74
Aug.	191,7	89,7	176,1	74,1	98,1	-3,9	67,2	-34,8	133,3	31,3	0,87
Sept.	67,1	-19,9	18,3	-68,7	48,3	-38,7	85,2	-1,8	54,7	-32,3	-0,75
Okt.	19,9	-67,1	97,2	10,2	37,9	-49,1	34,0	-53,0	47,2	-39,8	0,37
Nov.	119,3	46,3	96,4	23,4	94,8	21,8	119,1	46,1	107,4	34,4	-0,48
Dez.	49,9	-4,1	58,1	4,1	28,3	25,7	37,1	-16,9	43,3	-10,7	0,54
Jahr	983,7	7,7	961,0	35,0	681,3	-244,7	1072,0	146,0	924,5	-1,5	-0,37
V-IX+	561,1	38,1	417,1	-105,9	362,1	-160,9	587,1	64,1	481,8	-41,2	-0,52
II-IV+	183,6	33,6	265,8	115,8	111,9	-38,1	253,9	103,9	203,8	53,8	-0,25

+ Niederschlagssummen

Tabelle 3

Bewölkung, 1 wolkenlos, 10 bedeckt

Jahr	1969		1970		1971		1972		1969 - 72		
	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	x	Abw.	r
Jän.	8,8	1,8	8,2	1,2	8,3	1,3	8,4	1,4	8,4	1,4	0,10
Feb.	7,9	2,0	7,4	1,5	4,7	-1,2	8,4	2,5	7,1	1,2	-0,31
März.	7,1	1,4	6,9	1,2	6,6	0,9	5,2	-0,5	6,4	0,7	0,99
Apr.	5,6	-0,4	7,3	1,3	5,6	-0,4	7,9	1,9	6,6	0,6	-0,60
Mai	4,9	-1,4	6,3	0,0	5,9	-0,4	6,7	0,4	5,9	-0,4	-0,63
Juni	6,8	0,7	5,5	-0,6	6,4	0,3	5,2	-0,9	6,0	-0,1	0,59
Juli	4,8	-0,6	5,2	-0,2	4,6	-0,8	6,5	1,1	5,3	-0,1	-0,86
Aug.	6,4	1,1	6,1	0,8	3,9	-1,4	4,8	-0,5	5,3	0,0	0,50
Sep.	6,2	0,5	4,5	-1,2	5,0	-0,7	6,3	0,6	5,5	-0,2	-0,58
Okt.	4,9	-1,8	5,5	-1,2	3,6	-3,1	5,6	-1,1	4,9	-1,8	-0,28
Nov.	6,4	-1,5	6,4	-1,5	6,8	-1,1	6,7	-1,2	6,6	-1,3	-0,61
Dez.	8,3	0,4	8,0	0,1	6,5	-1,4	8,3	0,4	7,8	-0,1	-0,18
Jahr	6,5	0,2	6,4	0,1	5,6	-0,7	6,7	0,4	6,3	0,0	-0,34
V-IX	5,8	0,0	5,5	-0,3	5,2	-0,6	5,9	0,1	5,6	-0,2	-0,42
II-IV	6,9	1,0	7,2	1,3	5,6	-0,3	7,2	1,3	6,7	0,8	-0,17

Tabelle 4

Sonnenscheindauer, Stunden

Jahr	1969		1970		1971		1972		1969 - 72		
	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	Mittel	Abw.	\bar{x}	Abw.	r
Jän.	35,6	-38,4	39,7	-34,3	32,8	-41,2	42,7	-31,3	37,7	-36,3	-0,59
Feb.	74,3	-43,7	108,9	-9,1	149,5	31,5	52,7	-65,3	96,3	-21,7	0,53
März	134,8	-32,2	131,8	-35,2	137,1	-29,9	178,0	11,0	145,4	-21,6	-0,99
Apr.	213,2	26,2	149,4	-37,6	204,9	17,9	122,0	-65,0	172,4	-14,6	0,65
Mai	270,2	56,2	226,3	12,3	233,1	19,1	196,7	-17,3	231,6	17,6	0,77
Juni	208,0	-26,0	265,5	31,5	207,0	-27,0	251,5	17,5	233,0	-1,0	-0,24
Juli	280,4	22,4	273,2	15,2	294,7	36,7	178,5	-79,5	256,7	-1,3	0,91
Aug.	193,8	-48,2	215,1	-26,9	289,7	47,7	240,0	-2,0	234,6	-7,4	-0,31
Sep.	167,4	-15,6	227,3	44,3	193,7	10,7	162,4	-20,6	187,7	4,7	0,61
Okt.	161,4	42,4	144,1	25,1	229,3	110,3	130,1	11,1	166,2	47,2	0,32
Nov.	108,0	55,0	95,1	42,1	82,2	29,2	73,6	20,6	89,7	36,7	0,82
Dez.	37,8	-5,2	36,3	-6,7	66,4	23,4	20,3	-22,7	40,2	-2,8	0,49
Jahr	1884,9	-7,1	1912,7	20,7	2120,4	228,4	1648,5	-243,5	1891,6	-0,4	0,68
V-IX	1119,8	-11,2	1207,4	76,4	1218,2	87,2	1029,1	-101,9	1143,6	12,6	0,79
II-IV	422,3	-49,7	390,1	-81,9	491,5	19,5	352,7	-119,3	414,1	-57,9	0,49

Tabelle 5

Temperatur °C, tägliches Maximum und Minimum (Monatsmittel)

Jahr	1969		1970		1971		1972		vielj. Mittel	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Jän.	-1,5	-6,2	-0,4	-6,0	-1,4	-7,3	-1,7	-7,4	-1,1	-7,6
Feb.	0,5	-7,3	2,7	-6,0	5,0	-5,2	3,7	-2,1	2,6	-6,5
März.	7,0	-1,5	6,1	-3,1	6,4	-3,8	12,2	0,1	8,9	-1,6
Apr.	14,6	1,4	12,4	1,9	16,5	3,7	14,0	4,0	14,7	3,4
Mai	22,7	8,9	17,4	5,1	21,0	8,6	19,1	7,2	19,4	8,4
Juni	21,2	10,3	24,9	11,7	21,8	10,2	23,6	10,6	23,1	11,8
Juli	25,5	12,2	24,2	11,8	26,3	12,2	24,1	13,5	25,1	13,5
Aug.	22,2	11,9	23,9	13,3	26,6	13,2	24,3	11,9	24,0	12,8
Sept.	20,6	10,1	21,3	9,4	18,4	6,3	16,9	5,7	19,9	9,9
Okt.	15,2	3,2	13,0	2,1	15,5	0,4	12,9	1,8	13,1	4,5
Nov.	7,9	-0,8	8,2	-0,6	6,5	-2,3	5,2	-2,2	5,9	0,5
Dez.	-2,7	-7,9	-0,6	-5,7	-0,1	-6,0	-0,7	-4,6	0,1	-4,2
Jahr	12,8	2,9	12,8	2,8	13,5	2,5	12,8	3,2	13,0	3,7
V-IX	22,4	10,7	22,3	10,3	22,8	10,1	21,6	9,8	22,3	11,3
II-IV	7,4	-2,5	7,1	-2,4	9,3	-1,8	10,0	0,7	8,7	-1,6

Tabelle 6

Maistest Kärnten

Nährstoffe - Kornertrag

Jahr	69		70		71		72	
Variable	\bar{x}	r	\bar{x}	r	\bar{x}	r	\bar{x}	r
Kornertrag	79,82		81,06		75,67		61,00	
pH-Wert	6,16	0,11	6,35	0,17	6,32	0,40	6,16	0,11
Natrium	0,77	-0,24	1,17	0,04	2,48	0,23		
Ca aust.	100,79	-0,35	105,53	0,13	110,96	0,28	85,03	-0,07
Mg aust.	11,80	-0,21	11,08	0,17	11,02	0,24	8,08	-0,06
P ₂ O ₅	17,52	0,13	17,14	0,14	17,43	0,09	16,43	0,09
K ₂ O	25,30	0,07	20,08	-0,08	20,17	-0,15	20,68	-0,02
Bor	0,60	0,03	0,89	0,22	0,66	0,20	0,58	0,10
Eisen	47,67	-0,15	45,17	0,22	43,17	0,23	42,00	0,02
Mangan	27,12	-0,59	34,04	0,30	30,41	0,34	27,37	0,04
Kupfer	8,36	-0,02	7,72	0,10	9,00	0,07	8,17	0,07
Zink	5,58	-0,28	4,58	0,20	4,04	0,07	5,15	0,17
P-verfügb.	43,03	0,15	39,72	0,14	56,24	0,03	48,68	0,05
P-fixiert	35,30	-0,11	17,09	-0,20	21,13	-0,04	38,57	0,08

Tabelle 7

Maistest Kärnten

Standort - Kornertrag

Jahr	69		70		71		72	
Variable	\bar{x}	r	\bar{x}	r	\bar{x}	r	\bar{x}	r
Kornertrag	79,82		81,06		75,67		61,00	
Bonität	1,59	-0,38	1,77	-0,21	1,89	-0,41	1,92	-0,50
Ton	11,99	-0,30	9,59	0,20	11,68	0,17	11,21	0,14
Schluff	23,38	-0,19	24,32	0,10	24,72	0,02	21,59	0,16
Sand	37,51	0,27	38,82	-0,08	39,79	-0,29	44,17	-0,14
Org. Subst.	3,28	-0,24	3,60	0,04	3,53	0,04	3,16	-0,14

Tabelle 8
Maistest Kärnten

Korrelationen der Org. Substanz

Jahr	69	70	71	72
Eisen	0,86	0,31	0,73	0,0
Mangan	0,30	0,28	-0,15	-0,04
Kupfer	0,61	0,29	0,64	0,32
Zink	0,20	0,37	-0,04	0,14
Ton	-0,66	0,06	0,07	-0,39
Sand	-0,25	-0,23	-0,44	0,21

Tabelle 9
Maistest Kärnten

Bewirtschaftungstechnik - Kornertrag

Jahr	69		70		71		72	
	\bar{x}	r	\bar{x}	r	\bar{x}	r	\bar{x}	r
Kornertrag	79,82		81,06		75,67		61,00	
Sätermin	8,39	-0,19	13,61	-0,11	7,04	-0,06	9,88	0,06
Unkraut	1,39	-0,15	0,61	-0,19	1,39	-0,13	0,77	-0,04
Hacken	1,12	0,04	0,79	0,23	0,87	-0,12		
N-Dünger	134	-0,30	123	0,13	133	-0,12	151	-0,03
P-Dünger	150	0,06	160	0,27	162	-0,17	160	-0,07
K-Dünger	181	0,12	212	-0,09	185	0,12	187	0,06
N-gestaff.	1,36	0,17	1,46	0,19	1,24	0,17	1,26	0,10

Tabelle 10
Maistest Kärnten

Bestandesaufbau - Kornertrag

Jahr	69		70		71		72	
	\bar{x}	r	\bar{x}	r	\bar{x}	r	\bar{x}	r
Kornertrag	79,82		81,06		75,67		61,00	
Wüchsigk.	2,45	0,55			2,30	0,49	2,34	0,19
Bestockung	35,27	0,47	17,97	0,19	27,43	0,28		
Best.Dich.	670	0,03	647	0,20	714	-0,06	702	0,07
Pflz. Höhe	194	0,20			198	0,38	220	0,46
Kolbengew.	140,85	0,62	143,09	0,60	117,26	0,84	110,86	0,78
Gutkolben	85,15	0,71	85,30	0,43	88,61	0,69	75,14	0,76
Kümmerkol.	10,76	-0,64	7,51	-0,35	3,98	-0,66	11,00	-0,76

Tabelle 11

Maistest Kärnten

Liste der Variablen

- 1) Testertrag dz/ha Körner bei 15,5% Wassergehalt
- 2) Kolbengewicht in Gramm, bezogen auf Körner bei 15,5% Wassergehalt
- 3) Gutkolben, Anzahl in Prozent der Pflanzen bei Ernte
- 4) Kümmerkolben, Gewichtsprozente der Gutkolben bei Ernte
- 5) Anbauermin: vor 20.4. = 1, 20.4. = 2, ... 10.5. = 22, danach = 23
- 6) Wüchsigkeit im Jungpflanzenstadium: 1 mäßig, 2 gut, 3 sehr gut
- 7) Höhe des Bestandes nach der Blüte in cm
- 8) Bestockungstriebe, Anzahl in Prozent der Pflanzen
- 9) Bestandesdichte, Pflanzen je ar bei Ernte
- 10) Unkraut: 0 frei, 1 schwach, 2 mittel, 3 stark, 4 total
- 11) Hacken: 0 nicht, 1 einmal, 2 zweimal gehackt
- 12) N kg/ha Mineraldünger
- 13) P_2O_5 kg/ha Mineraldünger
- 14) K_2O kg/ha Mineraldünger
- 15) N-Düngung zeitlich gestaffelt: 1 alles auf einmal, 2 auf zwei oder mehr Gaben verteilt
- 16) Bodenbonität: 1 gut, 2 mittel, 3 gering
- 17) Tongehalt in Prozent, Fraktion kleiner als 2 My
- 18) Schluff in Prozent, Fraktion 2 bis 20 My
- 19) Sand in Prozent, Fraktion 60 bis 2000 My
- 20) Organische Substanz in Prozent des Bodens
- 21) pH-Wert (KCl)
- 22) Na aust. mg/100 g Boden
- 23) Ca aust. mg/100 g Boden
- 24) Mg aust. mg/100 g Boden
- 25) P_2O_5 mg/100 g Boden (CAL-Methode)
- 26) K_2O mg/100 g Boden (CAL-Methode)
- 27) Bor azet. mg/1.000 g Boden
- 28) Eisen mg/100 g Boden
- 29) Mangan mg/100 g Boden
- 30) Kupfer mg/1.000 g Boden
- 31) Zink mg/1.000 g Boden
- 32) N in Prozent der organischen Substanz
- 33) Phosphor verfügbar
- 34) Phosphor fixiert

} adsorptionsflammenfotometrisch aus ÄDTA-Auszug

Untersuchung der Bodenproben:

Landwirtschaftlich chemische Bundesversuchsanstalt Linz

PROBLEME DER MAISERNÄHRUNG AUF DRÄNAGIERTEN TALBÖDEN

von S. B l a s l

Themabezogene Charakteristika von Mais:

Mais stammt aus Gebieten wärmerer Klimate. Für eine Ertragskennzeichnung im humiden Anbauggebiet muß daher der mögliche Wärmekonsum an erster Stelle genannt werden, obwohl durch Züchtung von Hybriden mit niedrigerer Reife-klasse (ausreichende Temperatursumme für Abreife) dieser Einfluß etwas in den Hintergrund gedrängt wurde. Aus Ernteergebnissen von 32 Versuchen (4 Jahre, 8 Standorte) des humiden Anbauggebietes konnte eine sehr enge Beziehung der Temperatursummen zu den Absolut-Kornerträgen der einzelnen Standorte und Jahre errechnet werden ($r = 0,85^{+++}$, $y(dt) = 0,077 x + 77,8$ - Temperatursummen errechnet aus Monatsmittelwerten x Tage von Mai bis 10. Oktober). Bodenkundlich differierende Standorte können daher in ertraglicher Hinsicht in einem erheblichen Maße von jahresklimatischen Einflüssen überlagert werden.

Eine klimatische Sonderstellung in Österreich hat das alte steirische Maisanbauggebiet mit höheren Temperatursummen und ausreichenden Niederschlägen zur Blütezeit (vgl. PATTER, ÖDB, Beitrag im Exkursionsführer 1978).

Die österreichischen Jahresdurchschnittserträge weisen stärkere Jahreschwankungen auf.

Tab. 1

Durchschnittliche Maiskornerträge (dt/ha) der letzten Jahre in Österreich und der Steiermark (Österr. Stat. Jahrbuch 1977)

Jahr	1973	'74	'75	'76	'77
Österreich	65,7	57,6	68,2	58,6	69,8
Steiermark	70,3	61,0	65,8	59,2	67,8

Lagen die Erträge in der Steiermark 1973 und 1974 deutlich über dem österreichischen Durchschnitt, so zeigte sich in den letzten Jahren, daß in günstigen Maisjahren die Erträge vergleichsweise niedriger, im ungünstigen

Jahr 1976 etwas höher lagen; d. h. daß in naßkalten Jahren besonders in den nördlichen Anbaugebieten von Oberösterreich und dem westlichen Niederösterreich die Erträge stärker absinken als im bevorzugten steirischen Maisbaugebiet. In trockenwarmen Jahren wirkt sich jedoch der agrotechnische Fortschritt der jüngeren Maisbaugebiete - besonders eine optimale Bestandesdichte - vorteilhaft aus.

Bezüglich Nährstoffaufnahme und Nährstoffbedarf von Mais lassen sich drei wesentliche Phasen unterscheiden: Vorschoß-, Schoßphase und Kornfüllung.

In der Vorschoßphase reagiert der Mais empfindlich und häufig auch optisch sichtbar auf Mangelzustände, Disharmonien, niedrige Temperaturen, stauende Nässe und Reduktionszustände im Boden. In dieser Periode bedarf der Mais bei zwar geringer Nährstoffaufnahme, jedoch hoher Aufnahmeleistung pro Wurzeleinheit und hoher Nährstoffkonzentration in der Pflanze auch einer hohen Nährstoffkonzentration im Boden.

Der Schoßphase geht eine Zeit der starken Wurzelbildung voraus bzw. ist der Mais in diesem Stadium so stark genetisch determiniert, daß er nun als Nährstoffräuber auftreten kann. Mängel und Disharmonien werden nur mehr durch reduzierte Ertragsanlagen ersichtlich bzw. bleiben dem Praktiker nicht selten verborgen.

Tab. 2

Beziehung zwischen Alter der Maispflanze und Phosphataufnahmerate/Tag/m Wurzel im Feld (n. BARBER, 1977)

Alter der Pflanze (Tage)	Aufnahmerate pro Tag $\mu\text{g} / \text{m}$ Wurzel
20	350 höchste Aufnahmeleistung
30	28
40	26
50	21
60	12 mengenmäßig größte Aufnahme
70	5
80	3
90	3
100	7

Die 3. Phase - die Zeit der Kornbildung - ist für die Nährstoffaufnahme eher unbedeutend.

Auf eine Eigenheit des Maises sei noch in Hinblick auf die Nährstoffaufnahme hingewiesen: Nach BROUWER (1965) behält der Mais im Gegensatz zu anderen Getreidearten nach Ausbildung der sekundären Adventiwurzeln noch das ursprüngliche Keimwurzelsystem bei, welches gegenüber den Nährstoffen an der Wurzeloberfläche ein höheres Aufnahme-, jedoch ein geringeres Selektionsvermögen besitzt. Wurzeln und Stengel dienen zur Abpufferung von Nährstoffimbalancen.

Der Mais hat einen hohen N - und K - Bedarf, leidet bei naßkalter Witterung unter Phosphatmangel, benötigt im Vergleich zu Dikotylen weniger Kalium und Magnesium und deutlich weniger Kalzium. Er gilt als Zeigerpflanze für Zn-Mangel, hat im Vergleich zu Zuckerrübe einen niedrigen Borbedarf (Zuckerrübe : 1,0 - 1,5 kg/ha, Mais bei 8.000 kg Korn 70 - 100 g/ha Gesamtzug, davon im Korn 15 - 20 g), welcher im Vergleich zu anderen Getreidearten etwas höher liegt. Der Mais kann zwischen pH-Werten von 4,0 - 8,5 optimal wachsen.

Tab. 3

Optimaler Nährstoffgehalt im Mais zur Zeit der Ernte bzw. bei Spurenelementen zur Zeit der Blüte

Ernte - % i. TrS	Korn	Stroh
N	1,6	0,8
P_2O_5	0,75	0,25
K_2O	0,50	2,00
Blüte - Ges. Pfl. -	(ppm)	
Fe	30 - 250	
Mn	20 - 150	
Zn	20 - 70	
Cu	6 - 20	
B	4 - 10	

In weiten Ca - und Mg - Versorgungsbereichen ist an der Pflanzenwurzel mit einem Überangebot dieser beiden Ionen zu rechnen. Ehemals durch Grundwasser beeinflusste Standorte weisen meist hohe verfügbare Mg-Werte auf.

Maisanbau nach Wiesennumbruch:

(Vergl. im Exkursionsführer Bodenuntersuchungswerte Profile 6 und 7, Halbenrain - Oberboden!)

Nach Wiesennumbruch hat der Gehalt an organischer Substanz in der Ackerkrume einen wesentlichen Einfluß auf den Maisaufwuchs. Je nach ursprünglicher Auflagemächtigkeit und Umbruchtiefe schwankt er zwischen 4 und 10 Gewichtsprozent, d.h. bei über 4 % ist mit einer stärkeren Quellung im Winter und mit zu lockerer Lagerung und schlechtem Bodenschluß im Frühjahr zu rechnen. Der Mais bleibt nach der Keimung in der Entwicklung stehen. Es kommt zu Ernährungsschwierigkeiten durch ein gestörtes Luft/Wasser/Boden-Verhältnis. Unter diesen Umständen leidet in erster Linie die Kaliversorgung, da die meist niedrigen austauschbaren Kaliwerte vor dem Umbruch durch das Vermischen der Oberschicht mit dem Mineralboden weggepuffert und fixiert worden sind und nun auch der K-Transport zu den Wurzeln weitgehend unterbrochen ist. Eine höhere, dem Tongehalt angepaßte Kali-Vorratsdüngung, Verlegen der Kalidüngung in das Frühjahr bzw. Festwalzen des Bodens vor dem Aufgang verbessern oder beheben die Situation.

Tab. 4

Einfluß von Menge und Zeitpunkt der K-Düngung auf den Korn- und Strohertrag von Mais auf K-fixierenden Wiesennumbruchstandorten (1975, 2. Versuchsjahr)

Bodenuntersuchungswerte	Org.S %	N tot. %	CaCO ₃ %	Kornfrakt. < 2/2-20/60	T tot mval%	K ₂ O-mg % CAL K-Fix.V	
Krengelbach, OÖ. (3 J. Wiesennumbr.)	9,4	0,64	2,9	17/26/12	56	5	88
Gerersdorf, NÖ. (10 J. Wiesennumbr.)	3,7	0,25	0,2	15/25/33	23	6	54

K ₂ O kg/ha	0 120		120	240	240	360	720	1440
	Herbst		Frühj.	Herbst	Frühj.	Herbst		
<u>Korn - TrS</u>								
Krengelbach, dt/ha	17,0	22,7	27,3	42,8	32,4 ⁺	60,4	75,4	83,4
Gerersdorf, dt/ha	39,0	43,7	53,8	55,6	61,2	59,9	62,7	64,4

⁺ = Abnahme des Strohertrages infolge starker Zunahme der Stroh-Frischmasse.

P-Mangel und Fe-Überschuß in der Pflanze sind trotz hoher Fe-EDTA-Werte im Boden selten anzutreffen. Nach Beseitigen der ertragsbegrenzenden Faktoren können infolge der intensiv einsetzenden Mineralisierung der organischen Substanz nicht selten Höchstserträge erzielt werden.

Mit Fortdauer der Ackernutzung und in Abhängigkeit von Bodenschwere und Wasserführung ("Wechselfeuchtigkeit") stellt sich auf schluffreichen Standorten der Gehalt an organischer Substanz auf einem relativ niedrigen Niveau ein. Tritt nun vor dem Schossen des Maises kühles Wetter zusammen mit höherer Niederschlagstätigkeit auf, so bleibt der Mais im Wachstum stehen, färbt sich bei stauender Nässe hellgrün bis gelblich und wird unter reduktiven Wachstumsbedingungen purpurrot bis blau-violett. Je nach Dauer dieses Zustandes und nachfolgender Witterung treten unterschiedlich hohe Ertragsverluste ein. In Extremfällen wird die nötige Kornreife nicht erreicht. In Oberösterreich und im westlichen Niederösterreich treten diese Störungen in manchen Jahren besonders stark auf. Leichte sandige und schwere tonreichere hydromorphe Böden bleiben davon meist verschont. Außerdem kann unter bestimmten Umständen dieses Phänomen auch auf Böden mit anderer Genese auftreten.

Das Bodenuntersuchungsergebnis zeigt folgendes Bild:

Verdichtungszone,
niedriger Gehalt an organischer Substanz bei engem C/N-Verh.,
mäßige bis gute K-Versorgung,
niedrige bis mittlere P₂O₅-CAL-, jedoch meist höhere
P₂O₅-TRUOG-Werte ("verfügbares P₂O₅"),
hohe Mn- und Fe-EDTA-Werte, letztere jedoch niedriger als unmittelbar nach Wiesenumbbruch.

Die Pflanzenanalyse zeigt folgendes typisches Bild:

Tab. 5 (Mais 30 cm hoch, Hörsching, 1978)

Nährstoff	Mais, blau gefärbt	Normalwerte
P %	0,19	0,3 - 0,5
K %	3,85	3,0 - 4,0
N %	3,33	3,5 - 5,0
Mn ppm	98,00	30,0 - 300,0
Fe ppm	1547,00	50,0 - 350,0
P/Fe-Verhältnis	1,23	4,0 - 20,0 (12 = Opt.)

Bei normalen K-, N- und Mn-Werten zeigt sich ein P-Mangel und ein Fe-Überschuß. Dadurch kommt es zu einem völlig gestörten P/Fe-Verhältnis im oberirdischen Pflanzenteil. KANDALA und Ma. (1973) sowie NAIR und BABU (1975) kamen bezüglich Fe/Zn- und P/Zn-Beziehungen, welche auch auf P/Fe-Beziehungen zutreffen dürften, auf folgende physiologische Zusammenhänge:

Nährstoffimbilanzen werden nach Möglichkeit in den Wurzeln und in den Nodien-aufsteigend-abzupuffern versucht, damit die genetische Phase optimale Zustände vorfindet. Dies trifft für Phosphor und in abgeschwächtem Maße auch für Eisen zu. Ist im gegenständlichen Falle der Fe-Überschuß zu groß, so wird auch Phosphor festgehalten und in der Wurzel, zum Teil auch im unteren Stengelteil, als Fe-Phosphat ausgefällt. Dadurch kann es durch Fe-Überschuß zu einem P-Mangel kommen. Im Versuch brachte die P-Düngung keine Wirkung, da die Fe-Dominanz zu groß war (der Mangel an einem Nährstoff muß mit dem Überschuß eines anderen Nährstoffes in Beziehung gebracht werden!). Voraussetzung dafür sind reduktive Zustände im Boden, in deren Folge es zu einem Fe-Überangebot und zu höheren N-Verlusten durch Denitrifikation kommen kann. Dabei spielt die Art der zugeführten organischen Substanz eine wesentliche Rolle.

MUNCH und OTTOW (1976) konnten in einem Laborversuch mit *Chlostridium butyricum*, welches befähigt ist, Nitrat zu reduzieren, nach Zusatz von Glukose

innerhalb von 4 Tagen 400 ppm Fe^{3+} zu Fe^{2+} reduzieren. Vorhandenes Nitrat und Mangan wurden noch vor dem Eisen reduziert. Möglicherweise sind die bessere Durchlüftung und das hohe Nitratangebot im Boden unmittelbar nach Wiesenumbbruch verantwortlich für das Hintanhalten eines Fe-Überschusses.

Unter den beschriebenen Umständen ist zu erwarten, daß die Fe-EDTA-Untersuchung des Bodens wenig Anhaltspunkte zur Charakterisierung der Fe-Versorgung der Pflanzen bietet.

Tab. 6

Vergleich von Fe-EDTA-Bodenwerten mit dem Fe-Gehalt im jungen Mais (30 cm hoch, 1978)

Probe am 6. Juni	im Boden Fe-EDTA ppm	in der Maispflanze ppm
Naarn, OÖ.	210	630
Ulmerfeld, NÖ.	320	820
Zweikirchen, Ktn.	290	2350
Lavamünd, Ktn.	270	1200
Gr. Wilfersdorf, Stmk.	570	990
St. Georgen, Stmk.	450	730
St. Georgen, Stmk.	970	950
St. Martin, Stmk.	1310	2600
Seibersdorf, Stmk.	290	1820
Normalwert		50 - 350

In St. Martin zeigen die hohen Fe-EDTA-Werte einen Standort mit zeitweisem Wasserstau an. Die Fe-Werte in den Maispflanzen liegen allgemein sehr hoch, an manchen Standorten mit deutlicher Diskrepanz zu den Fe-Werten im Boden.

Zugleich mit der Reduktion des Eisens und nachfolgendem Aufoxidieren und Ausfällen kommt es zu stärkeren jährlichen Schwankungen der P_2O_5 -CAL-Werte,

wie an Hand von Versuchen nachgewiesen werden konnte. Die Folge sind schlechte Ausnutzung des zugeführten Düngungsphosphates, in manchen Zeitspannen aber auch verstärkte Löslichkeit und überhöhtes Angebot.

Ganz allgemein kommt es zu stark wechselnden Nährstoffangeboten und höheren N-Verlusten.

Literatur:

- BARBER, S. A.: (1977), Application of Phosphat fertilizers: methods, rates and time of application in relation to the Phosphorus status of soils, Phosphorus in Agriculture, No. 70, S. 109 - 116
- BROUWER, R.: (1965), Root growth of grasses and cereals, Proceedings of the 12th Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham, S. 153 - 166, Verlag F. L. MILTHORPE and J. D. IRVINS, London
- KANDALA, J. C., SHARMA, D., RATHORE, V. S.: (1973), Studies on uptake and transport of ⁵⁹iron in maize seedlings at different zinc levels. Proc. Symp. use of isotopes and radiations in agriculture, biology and animal sciences 1/2, Zit. n. Fert. Abstr. 9, 973, 1976
- NAIR, K. P. P., BABU, G. R.: (1975), Zinc-phosphorus-iron interaction studies in maize (zea mays L.) grown on sandy inceptisols in western Nigeria, Agron. J. 65, S. 875 - 877
- MUNCH, J. C., OTTOW, J. C. G.: (1977), Modelluntersuchungen zum Mechanismus der bakteriellen Eisenreduktion in hydromorphen Böden, Z. Pfl. ernähr. Bodenkd. 140, S. 549 - 562
- ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT: (1978), Ergebnisse der Landwirtschaftlichen Statistik im Jahre 1977, Wien

MÖGLICHKEIT DER SCHADEN - ERSATZ - BERECHNUNG

von F. O r n i g

(FLD Stmk., Bodenschätzung)

Für Flußkraftwerksbauten ist ein Wasserrechtsbescheid, erlassen vom zuständigen Amt einer Landesregierung, eine Voraussetzung. Dieser Bescheid beinhaltet meist folgende Bedingungen:

- 1.) Feststellung und allfällige Beweissicherung der Ertragsverhältnisse von nicht im Eigentum des EVU stehenden land- und forstwirtschaftlichen Grundstücken, die möglicherweise von Veränderungen der Grundwasserverhältnisse beeinflußt werden können.
- 2.) Sollte sich später eine nachteilige Veränderung des land- und forstwirtschaftlichen Ertrages von Grundstücken ergeben, die auf den Bau, Bestand oder Betrieb des KW zurückzuführen ist, hat das EVU aufgrund von Sachverständigengutachten angemessenen Schadenersatz zu leisten.

Aufgrund dieser Bedingungen sind - meist von einem land- und forstwirtschaftlichen Sachverständigen - die Ertragsverhältnisse vor dem Einstau festzustellen. Diese Feststellungen können sich nur auf die natürlichen Ertragsbedingungen beziehen - mit den 3 Hauptfaktoren Boden, Klima und Gelände. Als Grundlage wird zweifelsohne die Heranziehung der rechtskräftigen Ergebnisse der Bodenschätzung primär dienen. Dies umso mehr, da diese Ergebnisse nicht nur eine Beschreibung der natürlichen Ertragsbedingungen, sondern auch eine wertmäßige Erfassung beinhalten. Es wird jedoch in den meisten Fällen eine zuzügliche Erhebung hinsichtlich der Grundwasserverhältnisse erforderlich sein. Maßgebend ist hierbei, in welcher Tiefe der Go- bzw. der Gr-Horizont liegt, bzw. - umgekehrt ausgedrückt - wie hoch die "Überdeckung" vor dem Einstau bei den jahreszeitlich bedingten Schwankungen des Grundwasserspiegels ist. Demnach sind auf jeden Fall im Alluvialbereich des aufstauenden Flusses subhydrische und semiterrestrische Bodenbildungen durch Längs- und Querschnitte zu erfassen. Weiters müssen aber auch terrestrische Bodenbildungen auf eventuell trockengefallenen Austufen bzw. auf den tiefsten Teilfluren anschließender

Terrassen erfaßt werden, wenn die Grundwasserüberdeckung nicht mehr als 2 bis 3 Meter ausmacht.

Treten nach dem ersten Einstau, also nach Inbetriebnahme eines Kraftwerkes, veränderte Ertragsverhältnisse ein, so muß zuerst der "Verursacher" eindeutig festgestellt werden. Dazu dienen Unterlagen der Beweissicherung im Zusammenhang mit rechtskräftigen Ergebnissen der Bodenschätzung, die beide offen vorliegen.

Nach Klarstellung des Verursachers ist eine neue Feststellung der veränderten Ertragsverhältnisse, primär bei den bereits fixierten Vergleichsprofilen, von dem berufenen Sachverständigen vorzunehmen. Wenn erforderlich, könnte eine "Überprüfung" nach § 2 des Bodenschätzungsgesetzes beantragt und durchgeführt werden.

Anschließend sind die sich ergebenden Wertdifferenzen in Zahlen bzw. in Prozenten von den Ausgangswerten auszudrücken. Diese Ertragsminderungen können bis zum totalen Ertragsausfall reichen und sich auf ein Jahr oder viele Jahre beziehen.

Für die hierauf vorzunehmende Schadenersatzberechnung sind die prozentmäßig festgestellten Ertragsminderungen bei den alljährlich für die verschiedenen Kulturpflanzen veröffentlichten Flurschadenssätzen der Landes-Landwirtschaftskammern in Anwendung zu bringen. Es kann hierbei auf Roherträge, in Schilling ausgedrückt, zurückgegriffen werden, da die Ansicht vertreten werden kann, daß der Aufwand innerhalb des betroffenen landwirtschaftlichen Betriebes praktisch unverändert bleiben wird. Sollte es sich um einen immerwährenden, also unabänderlichen Schadensfall handeln, dann steht dem betroffenen Grundeigentümer der errechnete und kapitalisierte Rohertragsausfall, bezogen auf die Schadensfläche, zu.

UMWELTSCHUTZ IM SPIEGEL DER BODENKUNDE

von P. S t e f a n o v i t s (Budapest)

Die Entwicklung neuer Teildisziplinen der Bodenkunde wurde größtenteils durch die in der landwirtschaftlichen Produktion eingetretenen Veränderungen hervorgerufen. Solange die Kenntnis der Böden allein der Steuereinhebung diene, genügte das Registrieren der in der Fruchtbarkeit der Böden bestehenden Unterschiede. Durch die Einführung der Bewässerung, die Bekämpfung der Erosion, die Entwässerung sowie die Mechanisierung der Bodenbearbeitung erfolgte ein Vorstoß der Bodenphysik, und die Düngung brachte einen schnellen Fortschritt der Bodenchemie.

Im großen und ganzen wurde also nur eine Funktion des Bodens in Betracht gezogen, nämlich diejenige, die unmittelbar der Produktion dient. Die andere wichtige Rolle, die der Boden als Teil der Umwelt spielt, wurde außer Acht gelassen oder vernachlässigt.

Der Charakter der landwirtschaftlichen Produktion hat sich in den letzten Jahrzehnten in unseren Ländern grundlegend geändert. Ein großer Teil der Arbeitsvorgänge wurde mechanisiert und die umfangreiche Anwendung von verschiedenen Chemikalien schien eine unerläßliche Vorbedingung für den Produktionserfolg zu sein. Infolgedessen verdoppelten sich zwar die Erträge, gleichzeitig verursachten aber die in den Boden eingebrachten chemischen Stoffe einerseits im Boden selbst Änderungen, andererseits veränderten sie - aus dem Boden in das Wasser, in die Luft und in die Pflanzen - und Tierwelt gelangend - die ganze Umwelt. Diese Wirkungen können in den meisten Fällen als sekundär betrachtet werden, aber infolge ihrer Häufigkeit wächst ihre Bedeutung ständig.

Damit die Bodenkunde den durch den gegenwärtigen Stand der Entwicklung in der Landwirtschaft aufgeworfenen Aufgaben gerecht werden kann, muß man im Interesse der Produktion die durch die Mineraldünger und Pestizide hervorgerufenen Veränderungen und die durch Dränage und Bewässern verursachten, ihrem Wesen nach neuen, bodendynamischen Vorgänge kennen lernen. Andererseits müssen im Interesse des Umweltschutzes jene Wechselwirkungen mit Aufmerksamkeit verfolgt werden, die unter den neuen Bedingungen zwischen Boden und anderen

Teilen der Umwelt entstehen (STEFANOVITS, 1977). Zur Unterstützung dieser Aussage führe ich einige Beispiele an:

Abbildung 1 gibt den zwischen der Menge der verwendeten Mineraldünger und dem Ertrag an Weizen bzw. an Mais bestehenden Zusammenhang an. Die Darstellung beweist die primäre Wirkung der Mineraldünger, doch bleiben jene bodendynamischen Vorgänge verborgen, die damit parallel auftreten. Es ist bekannt, daß im Falle der einzelnen Mineraldüngerarten diese Wirkungen sehr verschieden sein können, wie dies von OLSON (1972) in seiner Studie dargestellt worden ist.

Wir wissen, daß Stickstoffdünger die Reaktion des Bodens in den sauren Bereich verschieben, das Gleichgewicht der Reduktions- und Oxidationsvorgänge beeinflussen und die Auslaugung von Ca und Mg fördern. Bekannt ist auch, daß die Pflanze nur einen Teil des in den Boden eingebrachten Stickstoffdüngers aufnimmt, während ein anderer Teil desselben in die Luft gelangt, ausgewaschen, bzw. im Boden gebunden wird. Die Angaben der in Bulgarien drei Jahre hindurch geführten Versuche von DINTSCHEW und BADSCHOW (1976) – welche in Tab. 1 und 2 zusammengefaßt sind – bestätigen einerseits, daß im Falle von Weizen nur die Hälfte des Mineraldünger-Stickstoffes, bei Mais hingegen nur ein Zehntel desselben in die Pflanzen gelangt. Was mit der anderen Hälfte bzw. mit den neun Zehnteln des Mineraldünger-Stickstoffes geschieht, kann erst durch weitere Versuche geklärt werden. Die Verwendung von durch Isotope markiertem N-Dünger ermöglicht das Verfolgen der Spur von in den Boden gelangtem Stickstoff. Aufgrund dieser Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß nur ein Teil des Stickstoffes im Boden verbleibt und zwar entweder in organische Verbindungen eingebaut oder im Gitter von Tonmineralien gebunden. Der andere Teil gelangt infolge der chemischen und mikrobiologischen Vorgänge in Form von gasförmigen Stickstoffverbindungen in die Luft, während die löslichen Stickstoffverbindungen aus den oberen Bodenschichten durch Auswaschung in die Tiefe gelangen.

Aus der zusammenfassenden Arbeit von KORENKOV, LAVROVA und FILIMONOV (1978) wissen wir, daß der Stickstoff des Mineraldüngers bis zu 20 - 30% in organischen Stoffen des Bodens gebunden wird. Es ist aber auch bekannt, daß

dies in hohem Maße vom Bodentyp, vom Gehalt an organischen Stoffen und ganz besonders von der Form des in den Boden eingebrachten Stickstoffes abhängig ist. Die Grenzwerte zeigen einen von 7 - 60% in organischer Form gebundenen Stickstoffgehalt. Ebenso konnte durch Untersuchungen festgestellt werden, daß von dem in Form von Ammonium in den Boden gelangten Stickstoff 1,5 - 2 mal soviel als von dem aus dem Nitrat-N stammenden Stickstoff gleicher Menge in organischen Verbindungen gebunden wurde. Die absolute Menge des gebundenen Stickstoffes nimmt infolge der ansteigenden Mineraldüngergaben zu, doch wird von den hohen Mineraldüngergaben nur ein geringerer Anteil gebunden. Der Stickstoff, der in organische Verbindungen gelangte, verwandelt sich in verhältnismäßig kurzer Zeit wieder in eine Form, die für die Pflanzen aufnehmbar ist. Die Versuche von KONONOWA und ALEXANDROWA (1973) sprechen zwar dafür, daß der in Humusstoffe eingebaute Stickstoff durch die Pflanzen schwerer aufgenommen werden kann, aber die mit markiertem Stickstoff durchgeführten Untersuchungen bestätigen, daß durch die gleichzeitige Anwesenheit von mineralisch und organisch gebundenem Stickstoff die Absorbierbarkeit beider Verbindungen verbessert wird, wie dies aus Tab. 3 ersichtlich ist.

Die andere Form der Immobilisierung des Stickstoffes ist eine Anlagerung an die mineralischen Bodenanteile. Die sich an der Oberfläche der organischen Bodenkolloide abspielende Adsorption bindet die Ammoniumionen in einer für Pflanzen leicht aufnehmbaren Form. Ein anderer Teil der Ammoniumionen wird im Gitter der Tonminerale gebunden. Dieser Vorgang hängt in erster Linie vom Tonmineralgehalt des Bodens und von der Art der Tonminerale ab. Laut MOGILEVKINA (1965) lag die Fixierung der Ammoniumionen zwischen 3,7 und 10,7 mg/100 g Boden in den Podsol-, Derno-Podsol-, Tschernosem- und Serosem-böden der Sowjetunion. Dies bedeutet - auf die Ackerkrume bezogen - 86 - 240 kg N/ha bzw. „auf eine Bodenschicht von 1 m berechnet, 520 - 1600 kg N/ha.

Über die Aufnehmbarkeit von den durch Fixierung in das Gitter der Tonminerale eingebauten Ammoniumionen informieren uns die Untersuchungen von PETERBURGSKIJ und KORTSCHAGINA (1973), die im Falle von auf Vermiculit fixiertem Ammoniumstickstoff eine Aufnahmefähigkeit von 10-24% festgestellt haben. Die Versuche von SILOVA (1970) wiesen darauf hin, daß der durch Fixierung der Ammoniumionen des Mineraldüngers gebundene Stickstoff durch Pflanzen leichter aufgenommen

werden kann als der ursprüngliche, in gleicher Bindung vorhandene Stickstoffgehalt des Bodens.

Ein Teil des wirksamen Anteiles der Stickstoffdünger gelangt in die Luft und geht so für die Pflanzen verloren. Aufgrund der Ergebnisse von mehreren hundert Gefäß- und Kleinparzellenversuchen, die DINTSCHEW und BADSCHOW (1978) beschrieben haben, kann festgestellt werden, daß der gasförmige N-Verlust bedeutend ist. Sein Ausmaß hängt von der Dichte der Pflanzendecke ab, denn der Verlust ist auf einem mit Pflanzen bedeckten Boden geringer als bei einem unbedeckten, kahlen Boden. Auch die Art des Mineraldüngers ist von Bedeutung, denn während wässriges Ammoniak einen Wirkstoffverlust von 14,7% aufweist, beträgt derselbe bei Ammoniumsulfat 20,1%, bei Harnstoff 24,5%, bei Kalium- oder Calciumnitrat 32,1%. Die relative Menge des gasförmigen N-Verlustes nimmt auch mit den ansteigenden Düngergaben zu. Während im Falle einer 90 kg/ha Stickstoffgabe der Verlust 40,5% betrug, gingen bei 450 kgN/ha schon 65% der verwendeten Menge in Form von Gas verloren. Modellversuche zeigten, daß ein großer Teil in Form von N_2 und N_2O entweicht, während die Bildung von NO und NO_2 weniger bedeutend ist. Mittels der Abbildung von DINTSCHEW und BADSCHOW (1975) wird demonstriert, in welchem Verhältnis sich N_2 und N_2O infolge der Denitrifikation bilden und zwar auf verschiedenen Böden und bei unterschiedlichen Mineraldüngern (Abb. 2). Ein N-Verlust in Form von Ammoniak erfolgt in erster Linie bei Ammoniumionen enthaltenden Mineraldüngern und bei Böden mit einer alkalischen Reaktion. Bezüglich eines N-Verlustes in Form von Ammoniak geben die Untersuchungen von LIPPOLD, FÖRSTER und HEBER (1976) Aufklärung. Der in verschiedene Böden eingebrachte Harnstoff wird in mit Wasser gesättigten Böden zu 5 - 25% frei. Je saurer der Boden und je geringer seine Adsorptionskapazität ist, desto größer ist der Anteil des Harnstoffes, der sich in Ammoniak umwandelt und in die Luft entweicht.

Das Auswaschen von Stickstoff aus dem Boden ist besonders bei Sandböden bedeutend. Nach den Versuchen von VARGA und SZÜCS (1976) konnten in nicht bepflanzten Sandböden nur 8 - 16% des in den Boden eingebrachten N-Düngers nachgewiesen werden; hingegen verblieben noch 70% des Düngers bis zum Ende

der Vegetationsperiode im Boden, wo dieser mit Pflanzen bestanden war. Bedeutende Unterschiede entstanden in der N-Verteilung innerhalb des Bodenprofils infolge Einwirkung der Bewässerung, wie in Abb. 3 gezeigt wird.

BACSO und TUSZ (1976) haben gleichfalls den N-Verlust eines Sandbodens gemessen. Eine mit Dränrohren versehene Weinrebenpflanzung erhielt binnen 5 Jahren 760 kg/ha N-haltigen Mineraldünger und 685 dt/ha Stallmist. Aufgrund des untersuchten Dränwassers gelangten während eines Jahres 100 - 120 kg/ha N in das Wasser, demzufolge dessen N-Gehalt bei jeder Probenahme 50 mg N/Liter überstieg. Eine gleichmäßige N-Auswaschung angenommen, betrug die binnen 5 Jahren ausgewaschene N-Menge 40 - 50% des Stickstoffes, der mit den Düngemitteln in den Boden gelangt war. Diese Angabe ist zweifellos höher als jene aus der zusammenfassenden Arbeit von PUSZTAI (1978), wo die Auswaschungsverluste mit 5% bis 15% angegeben werden. Die unterschiedlichen Angaben werden verständlicher, wenn die unterschiedlichen, voneinander abweichenden Nebenumstände in Betracht gezogen werden: Unter die Weinreben wurden hohe Mineraldüngergaben eingebracht und auch Stallmist wurde reichlich verwendet; dazu waren die Weinreben auf dem Sandboden noch nicht ins Tragen gekommen, d.h., daß ihre Wurzeln noch nicht voll entwickelt waren.

Wenn wir zu diesen Tatsachen jene Kenntnisse hinzufügen, welche sich auf die durch Oberflächen- Abfluß und durch Erosion in die Oberflächenwässer gewaschene N-Menge beziehen, können wir uns davon überzeugen, daß die im Interesse der Steigerung der Produktion so wichtige N-Düngung die Umweltbedingungen verändert, d.h. den Boden selbst, die Oberflächen- und Grundwässer wie auch die Luft. Wenn wir das Schicksal des Stickstoffes weiter verfolgen, können wir feststellen, daß es für seine Aufnahme durch die Pflanzen und über diese durch die Tiere wesentliche Unterschiede zwischen Produkten mit durchschnittlicher N-Düngung und solchen mit hohen N-Gaben gibt. Es ist bekannt, daß infolge der N-Düngung der Ertrag sowie der N-Gehalt von einigen Pflanzen nur wenig, von anderen hingegen bedeutend verändert wird. Während sich der N-Gehalt eines Weizenkornes oder Maiskornes infolge der N-Düngung kaum ändert, sind andere Pflanzen, in erster Linie Gemüsearten und Sorghumarten, fähig, große Mengen Stickstoff aufzunehmen. Allerdings verschiebt sich infolge dieser

Aufnahme in den Pflanzen die Proportion der verschiedenen N-Formen, und im Verhältnis zu den wertvollen Eiweiß-N-Verbindungen häuft sich stets mehr Stickstoff in organischen Verbindungen mit kleinen Molekülen, in Extremfällen auch Nitrat in der Pflanze an.

Mit dem Phosphor, dem anderen Hauptnährstoff, will ich mich nur insofern befassen, als wir dessen schädliche Wirkung auf die Umwelt kennen. Hier muß jene Rolle hervorgehoben werden, die der Phosphor bei der Eutrophierung der Gewässer spielt. Die Mineraldüngung kann diese Wirkung verstärken, wenn die Düngerstoffe aus der Ackerkrume infolge Erosion abgeschwemmt werden und in das Fluß- oder Stillwasser gelangen.

Die aufgrund der Nährstoffbilanz berechnete P-Ausnützung beträgt im ersten Jahr 10 - 20% und erreicht erst in der Nachwirkungsperiode von mehreren Jahren 50 - 70%. Die Phosphate werden nach Lösung des P-Düngers an der Oberfläche der Bodenkolloide gebunden; deshalb werden sie nicht ausgewaschen, sondern erhöhen den P-Vorrat des Bodens.

Die auf die Umwelt ausgeübte Wirkung des Phosphors äußert sich in der Beeinflussung der Aufnehmbarkeit einiger Spurenelemente, in erster Linie von Zink. Es wurde beobachtet, daß durch eine längere Zeit hindurch in hohen Gaben verabreichte P-Düngung der Zn-Gehalt der produzierten Futterpflanzen absinken kann. Demzufolge können die damit gefütterten Tiere Zn-Mangelserscheinungen aufweisen, in Rinderzucht-Stationen kamen z.B. die Kälber haarlos auf die Welt.

Der dritte Nährstoff, der mit der Mineraldüngung in den Boden eingebracht wird, ist das Kalium. Seine Bindung geht einerseits an der Oberfläche der Bodenkolloide vor sich, andererseits erfolgt sie im Gitter der Tonminerale, in erster Linie aber zwischen den Schichten der glimmerartigen Tonminerale.

In zu großen Mengen verwendeter Kalidünger kann aus dem Boden ausgewaschen werden und in das Sicker- bzw. Grundwasser gelangen. In erster Linie tritt dies bei Sandböden auf. In dem von BACSO und TUSZ (1976) untersuchten Weingarten betrug der Kaliumgehalt des Drainwassers allerdings nur ein Zehntel des N-Gehaltes, d.h. von der eingebrachten K-Menge wurde während eines

Jahres nur ein Hundertstel ausgewaschen. Ich wiederhole, daß auch dies nur bei extreme Eigenschaften aufweisenden Sandböden und im Falle hoher Mineraldüngergaben eintritt.

Versuche auf den Betrieben des Maisproduktionssystemes erbrachten interessante Ergebnisse bezüglich der Wechselwirkung zwischen den K-Mineraldüngern und dem Boden. Die gemeinsame Anwendung der Röntgendiffraktion und der Elektro-Ultrafiltration ermöglichte gute Einblicke in bestimmte Vorgänge der Bodenbildung. Die Röntgenuntersuchungen von Tschernosemböden aus Löß ergaben, daß das Tonmineral des bodenbildenden Gesteins in die Gruppe der Smectite gehört; im Solum aber und gegen die Oberkante hin zunehmend überwiegen Illite neben einer unveränderten Menge Chlorite. Dieser Vorgang, den PAQUET und MILLOT (1973) "Aggradation", NIEDERBUDE (1975) "Illitisierung" genannt haben, war im ungarischen Tiefland bei auf Löß entstandenen Tschernosemböden in jedem Falle nachweisbar (E. M. VARJU, P. STEFANOVITS, 1978). Über die gleiche Erscheinung berichten auch HUDCOVA und SIROVY (1973) im Falle von auf Löß entstandenen Böden in der Tschechoslowakei und weisen auf den Zusammenhang zwischen der in den Tonmineralen erfolgten Veränderung und der K-Fixierung hin. Die von NEMETH (1976) beschriebene Elektroultrafiltrationsmethode bestätigt die in der Kaliumbindung der einzelnen Bodenschichten bestehenden Unterschiede, wie dies Abb. 4 zeigt. Daraus ist ersichtlich, daß sowohl die leicht- als auch die schwer-desorbierbare K-Menge auf tschernosemartigen Böden/1,2,4/ bedeutend ist. Die Parabraunerde (3) enthält nur leicht-desorbierbares Kalium, während in Smectit sowie in Illit-Montmorillonit enthaltenden Böden (5,6) bei gleicher K-Düngung keine größere desorbierbare K-Menge vorhanden ist, was Ernteerträge und Pflanzenanalysen bestätigen. Die Ergebnisse der fünf Jahre hindurch ausgeführten Blattanalyse auf Montmorillonitböden bestätigten, daß die K-liefernde Kapazität des Bodens trotz der jährlich 100 - 120 kg/ha K enthaltenden K-Düngung ständig abnimmt und daß der K-Gehalt der Maisblätter von 2% stufenweise unter 1% gesunken ist.

Die Illitisierung der oberen Bodenschichten ändert aber nicht nur den K-Haushalt der Böden. Das chemische und physikalische Verhalten des Bodens hängt

auch von den Tonmineralen ab. Es ändert sich die Adsorptionskapazität, aber auch die Struktur gestaltet sich anders und demzufolge ändert sich auch der Wasserhaushalt. Eine geringere Porosität und damit ein geringerer Gehalt an fest gebundenem Wasser verbessern nicht nur den Wasserhaushalt des Standortes, sondern auch denjenigen seiner Umgebung und schaffen dadurch günstigere Umweltbedingungen. Eine durch K-Düngung beschleunigte Illitisierung fördert also nicht nur einen zwecks Erreichens eines höheren Ertrages notwendigen geringeren Mineraldüngerverbrauch, sondern dient auch dem Umweltschutz. Die einzelnen Nährstoffe, die mit den Mineraldüngerarten in den Boden gelangen, beeinflussen auch die gegenseitige Wirkung, PETERBURGSKIJ und KOTSCHARGINA (1973), wie auch SCHILOWA und BRONNIKOW (1968), haben durch Versuche die auf die Fixierung der Ammoniumionen ausgeübte Wirkung der K-Mineraldüngung bewiesen. Ihren Versuchen zufolge haben die ansteigenden K-Gaben die Aufnahme des fixierten Stickstoffes erschwert; hingegen war die Ammoniumfixierung geringer, wenn der Boden vorher reichlich mit Kalium gedüngt worden war. PUSZTAI (1978) bringt Ergebnisse, wonach die P-Düngung den N-Verlust senkt; das gilt sowohl für die Auswaschung als auch für die gasförmigen Verluste.

Diese Zusammenhänge werden noch komplexer, wenn man nicht nur die Hauptnährstoffe der Mineraldünger, d.h. N, P und K in Betracht zieht, sondern auch die mit ihnen zugleich in den Boden gelangenden Mengen an Ca, S, Cl, Mg und die Mikronährstoffe.

Die Kenntnisse des Zusammenhanges von Umwelt und Boden rechtfertigt auch jene Anschauung, die in Betracht zieht, daß der in Form von Mineraldünger in den Boden gelangende Nährstoff nur einen geringen Anteil des ursprünglichen Nährstoffvorrates des Bodens ausmacht (STEFANOVITS, 1978). Der Ertrag wie auch die Umwelt werden durch jene gesteigerten oder verminderten Wirkungen beeinflußt, die mit dem Einbringen der Mineraldünger, deren Wirkung sich zum größten Teil innerhalb des Rahmens der Mobilisation der Bodennährstoffe abspielt, beginnen. Als Beispiel sei auf Abb. 5 und 6 die Menge und Wasserlöslichkeit von P und K im Boden und in Mineraldünger angeführt. Daraus können

wir ersehen, daß zur Sicherung der Nährstoffversorgung der Pflanzen der ursprüngliche Nährstoffvorrat des Bodens mobilisiert werden muß, und zwar entweder durch Mineraldünger oder durch andere Mittel. Es ist kein Zufall, daß im Handel immer mehr Erzeugnisse erscheinen, die diesem Zweck dienen.

Die andere große Gruppe der in den Boden gelangenden Chemikalien sind die Pestizide. Von diesen gelangen die Herbizide in engsten Kontakt mit dem Boden, weshalb sowohl ihre Beweglichkeit als auch ihre Anwendungsart es motivieren, daß wir uns mit ihnen befassen. Zu Veranschaulichung des Ausmaßes ihrer Beweglichkeit dient Abb. 7 von HARRIES (1969). Die Herbizide werden für ihre Umgebung dann schädlich, wenn sie nicht am Ort und zur Zeit ihrer Anwendung ihre Wirkung ausüben. Ihre Bindung im Boden, das Schicksal ihrer Metaboliten gehört heute ebenfalls in den Kreis der Untersuchungen der Bodenkunde. Gebrauchen wir von diesen Stoffen weniger als nötig ist, sind sie wirkungslos, weil ihr Wirkstoff im Boden gebunden wird. Verwenden wir dagegen mehr als auf einer Fläche zur Bekämpfung des Unkrautes notwendig ist, kann der Überschuß in das Grundwasser oder in die Oberflächengewässer gelangen. Deshalb ist die Kenntnis ihres Bindungsmechanismus sowie der Menge, die durch den Boden fixiert wird, sehr wichtig. Unsere Aufgabe besteht also darin, das sich von Boden zu Boden ändernde Optimum an Herbizid-Gaben zu bestimmen, wie das im Falle von "Buvinol" (STEFANOVITS, TOMKO 1976) und von "Hungazin PK" (TOMKO, 1978) geschehen ist. Abb. 8 und 9 zeigen die in der Fortbewegung der beiden Komponenten des "Buvinol" - von Klorinol /TCPE/ und Aktinit/ Atrazin/ - auftretenden Unterschiede in der Ackerkrume eines Tschernosembodens und einer Parabraunerde. Die Untersuchungen wurden mit aus 1 cm dicken Schichten zusammengestellten Bodensäulen - wobei der Boden bis zur Wasserkapazität gesättigt war - bei verschiedener Beregnung vorgenommen. Mit Weißem Senf (*Sinapis alba*) wurde auf den in Schichten getrennten Bodensäulen ein Biotest durchgeführt, um zu beweisen, daß sich die Komponenten auf den zwei verschiedenen Böden auf abweichende Art bewegt und gebunden haben.

Abb. 10 zeigt die ausweisbare phytotoxische Wirkung von "Hungazin PK"

auf fünf verschiedenen Böden im Falle unterschiedlich hoher Gaben. Auf der von den Sandböden bis zu tonigen Wiesenböden reichenden Skala beeinflussen der Humusgehalt, die Azidität bzw. Alkalität, die Adsorptionsfähigkeit sowie die Art der Tonminerale den bei Anwendung der gleichen Dosis auftretenden Unterschied in der phytotoxischen Wirkung.

In den angeführten Beispielen war ich bestrebt zu illustrieren, daß sich die Bodenkunde nach der geänderten Produktion in der Landwirtschaft richten muß und daß sie neben der Besorgung der traditionellen Aufgaben einen Weg zur Erkenntnis der aktuellen bodendynamischen Vorgänge suchen muß. Nur so kann sie ihrer Doppelaufgabe entsprechen und der Produktion in einer Weise dienen, die zugleich die Umweltbedingungen nicht verschlechtert, sondern sie nach Möglichkeit noch verbessert.

Tabelle 1 Ausnutzung des Stickstoffes aus $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, (100 kg/ha);
nach DINTSCHEW und BADSCHOW (1978)

Stickstoff in % des Düngers - N		
	¹⁵ N-Methode	Differenz-Methode
Karbonat-Tschernosem		
Weizen	42,6	48
Mais	13,0	20
Degradierter Tschernosem		
Weizen	45,8	58
Mais	9,0	21
Grauer Waldboden		
Weizen	42,0	58
Mais	11,0	37

Tabelle 2 Entzug des Boden - N und des Dünger - N $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ durch Winterweizen und Mais; nach DINTSCHEW und BADSCHOW (1978)

Boden:	Karbonat-Tsch.		Degradierter Tsch.		Grauer Waldboden	
	Weizen	Mais	Weizen	Mais	Weizen	Mais
N in der Pflanze (g/m^2)	11,50	8,60	13,30	9,40	9,88	8,20
Dünger-N (g/m^2)	4,65	1,30	4,30	0,85	4,00	1,03
Dünger (% des Pfl. N)	40,43	15,10	32,30	9,00	40,40	11,70
Boden-N (g/m^2)	6,85	7,30	9,00	8,55	5,88	7,17
Boden (% des Pfl. N)	59,57	84,90	67,70	91,00	59,60	88,30

Tabelle 3 Stickstoff-Ausnutzung der Hirse aus verschiedenen N-Formen in Sandkultur, nach KONONOWA und ALEXANDROWA (1973)

Düngung /20 mg N/Gefäß/	Stickstoff in der Pflanze				
	Gesamt	mg/Gefäß		% des Dünger-N	
		Min.-N	Humus-N	Min.-N	Humus-N
KNO_3	7,31	7,31	--	36,6	--
Humus-N	2,88	--	2,88	--	14,4
KNO_3 +Humus-N	7,57	4,77	2,80	47,7	28,0

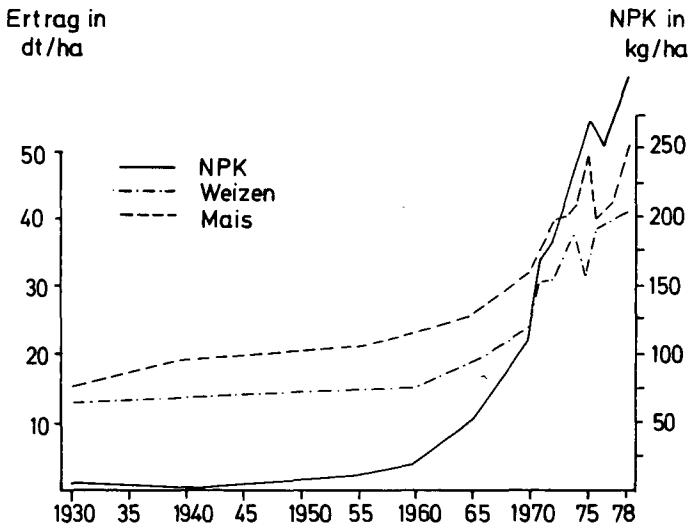


Abb. 1: Mineraldüngerverbrauch und die Weizen- bzw. Maiseerträge in Ungarn

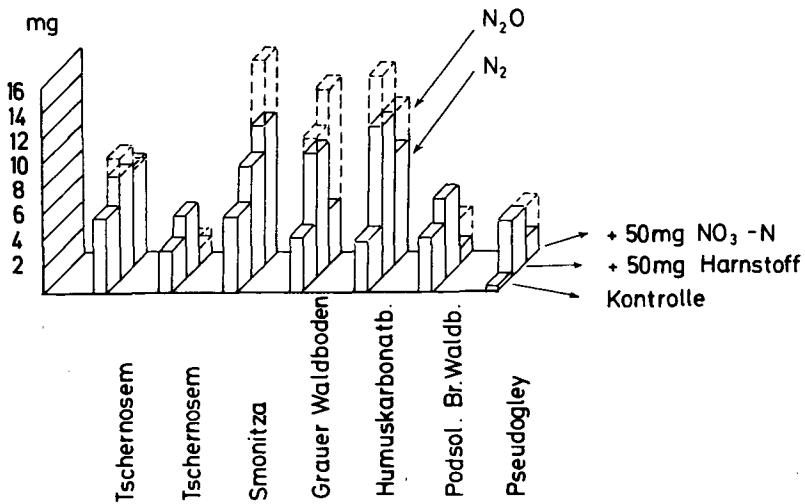


Abb. 2: Bildung von gasförmigen Denitrifikationsprodukten während einer 30-tägigen Inkubation aus mit Wasser gesättigten Böden in mg/100 g Boden (Nach DINTSCHEV und BADSCHOW, 1975)

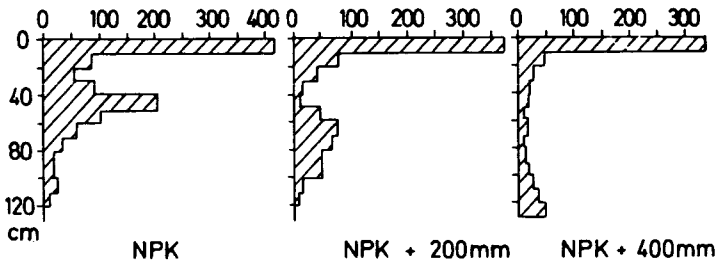


Abb.3: Verteilung des Stickstoffs von 200 kg/ha Mineraldünger in einem mit Gras bewachsenen Boden. In der 10 cm-Schicht der Bodensäule konnten folgende Mengen an Mineraldünger-N nachgewiesen werden (in mg): NPK = bei natürlichem Niederschlag, NPK+200 = bei Niederschlag + 200 mm Bewässerungswasser, NPK+400 = bei Niederschlag + 400 mm Bewässerungswasser (VARGA-SZÜCS, 1976)

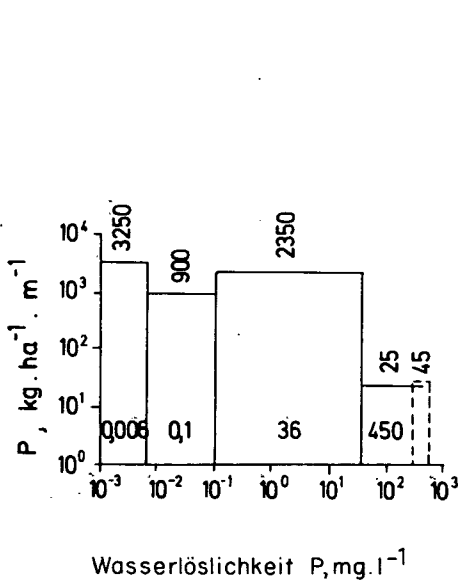


Abb.5

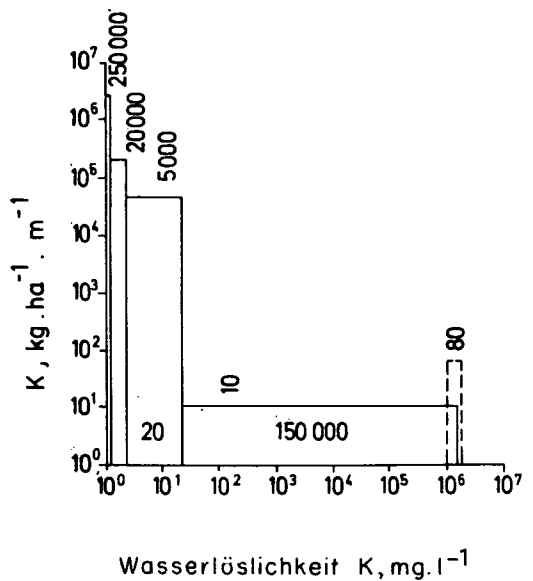


Abb.6

Abb.5: Menge der verschiedenen löslichen P-Fractionen in einer 1 m dicken Bodenschicht sowie ihr Verhältnis zu dem durch eine einmalige Düngung in den Boden eingebrachten Phosphor / gestrichelte Linie (STEFANOVITS, 1978)

Abb.6: Menge der verschiedenen löslichen K-Fractionen in der 1 m dicken Bodenschicht sowie ihr Verhältnis zu dem durch eine einmalige Düngung in den Boden eingebrachten Kalium / gestrichelte Linie (STEFANOVITS, 1978)

Kalium mg / 100g Boden

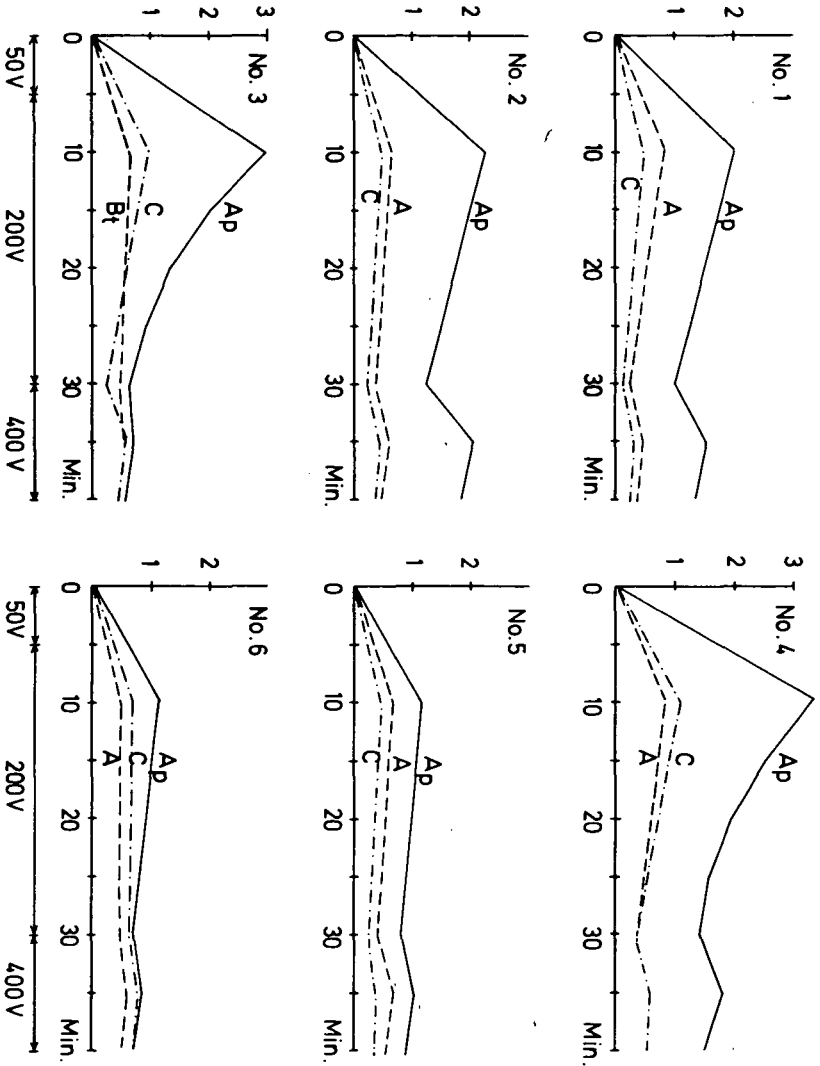


Abb. 4: Kalium-Desorptionskurven der charakteristischen Horizonte von verschiedenen Bodenprofilen: 1 und 2 Tschernosemböden, 3 Parabraunerde, 4 und 5 Wiesenböden, 6 Alluvialböden

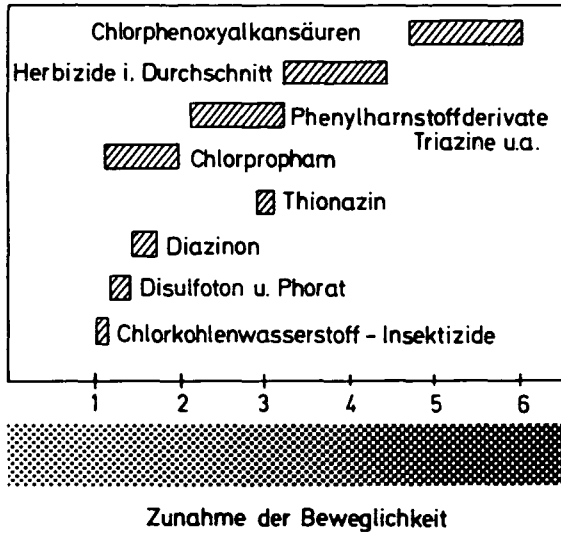


Abb.7: Relative Beweglichkeit von Pestiziden im Modellversuch (Nach HARRIES, 1969)

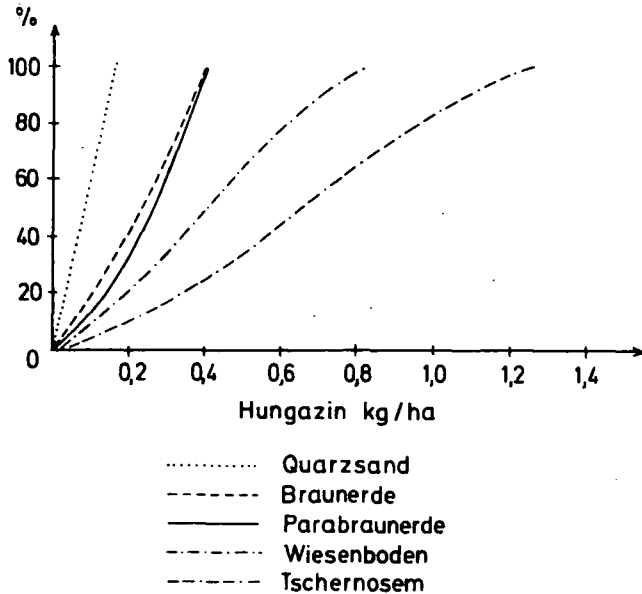


Abb.10: Phytotoxische Wirkung der ansteigenden "Hungazin PK"-Gaben:
 1 = Quarzsand, 2 = sandige Braunerde, 3 = Lößparabraunerde,
 4 = toniger Wiesenboden, 5 = karbonathaltiger Tschernosemboden
 (Nach TOMKÓ, 1978)

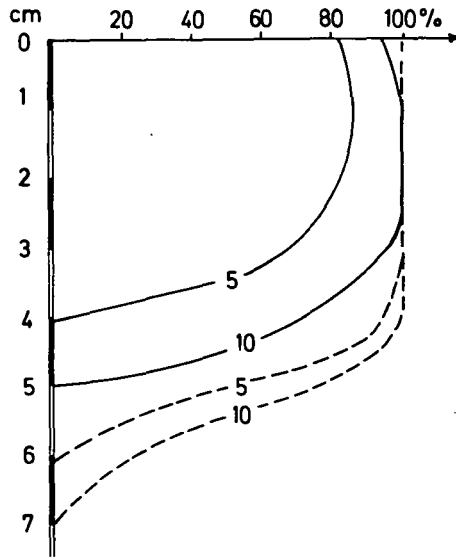


Abb.8: Bewegung von Klorinol (—) und Aktinit (---) bei einer 5 und 10 kg/ha Dosis und im Falle von 20 mm Beregnung in einer Lößparabraunerde (STEFANOVITS-TOMKÓ, 1976)

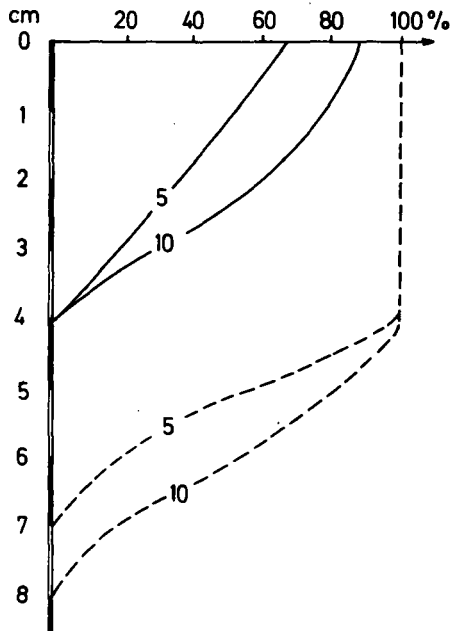


Abb.9: Bewegung von Klorinol (—) und Aktinit (---) bei einer 5 und 10 kg/ha Dosis und im Falle von 20 mm Beregnung in einem karbonathaltigen Tschernosemboden (STEFANOVITS-TOMKÓ, 1976)

Literatur

- 1/ BACSO, A.; TUSZ, Zs.: A trágyázás hatása a tápanyagkilugzás mértékére, a talajviz kémiai összetételére drénezett szőlőben /Wirkung der Düngung auf das Ausmaß der Nährstoffauswaschung und die chemische Zusammensetzung des Grundwassers in einem mit Dränrohren versehenen Weingarten/
Agrokémia és Talajtan, 25, 339 - 352, 1976
- 2/ DINTSCHEW, D.; BADSCHOW, K.: Stickstoffverluste im Boden.
in: Umwandlung des Stickstoffes im Boden und seine Ausnutzung durch die Pflanzen. 89 - 129
Akad. d. Landwirtschaftswiss.d. DDR., Berlin, 1978
- 3/ HARRIES, C. I.: Movement of pesticides in soil./Bewegung der Pestizide im Boden/
J. Agr. Food Chem. 17, 80 - 82, 1969
- 4/ HEINISCH, E. et al.: Agrochemikalien in der Umwelt.
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1976
- 5/ HUDCOVA, O.; SIROVY, V.: Fixace draslíku pudami na sprasovych pokryvech/
Kalifizierung in Böden der Lößdecken/
Agrochemia, 13,4. 102 - 104. 1973
- 6/ KONONOWA, M. M.; ALEXANDROWA, I. V. : Wirkung der Humifikationsprodukte auf die Ausnutzung des mineralischen Stickstoffes durch die Pflanzen/ russisch
in: Primenenie stabilnovo isotopa ¹⁵N v issledovaniach po zemledelju. Moszkva, 1973
- 7/ KORENKOW, D. A.; LAWROWA, I.A.; FILIMONOW, D. A.: Umwandlung des Düngerstickstoffes im Boden.
in: Umwandlung des Stickstoffes im Boden und seine Ausnutzung durch die Pflanzen. 47 - 88.
Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR., Berlin, 1978

- 8/ LATKOVICS, I.: Ausnutzungskoeffizient des Stickstoffes von Mineraldüngern.
in: Umwandlung des Stickstoffes im Boden und seine Ausnutzung durch die Pflanzen. 9 - 46.
 Akad. d. Landwirtschaftswiss. d. DDR., Berlin, 1978
- 9/ LIPPOLD, H.; FÖRSTER, I.; HEBER, R.: Ammonia alakban bekövetkezö nitrogénveszteségek karbamid trágyázás esetén / In Form von Ammoniak erfolgende N-Verluste bei Harnstoffdüngung.
in: Umwandlung des Stickstoffes im Boden und seine Ausnutzung durch die Pflanzen.
 Akad. d. Landwirtschaftswiss. d. DDR., Berlin, 1978
- 10/ MOGILEWKINA, I. A.: Fixierter Ammonium-N-Gehalt in einigen Bodentypen und deren NH_4 -Fixierfähigkeit/russisch Agrochimia, / Moszkva/, No. 7., 1965
- 11/ NEMETH, K.: The determination of effective and potential availability of nutrients in the soil by electro-ultrafiltration/ Bestimmung der effektiven und potentiellen Verwertung von Bodennährstoffen durch Elektro-Ultrafiltration/
 Applied Sciences and Development, 8, 89 - 111. 1976
- 12/ NIEDERBUDE, E. A.: Veränderungen von Dreischicht-Tonmineralien durch natives K in holozänen Lössböden Mitteldeutschlands und Niederbayerns.
 Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 217 - 234. 1975
- 13/ OLSON, R.: Effects of intensive fertilizer use on the human enviroment. A summary review./ Wirkungen intensiver Düngung auf die Umwelt des Menschen. Eine Übersicht./ FAO Soils Bulletin, No. 16. Rome. 15 - 34. 1972
- 14/ PAQUET, H.; MILLOT, G.: Geochemical evolution of clay minerals in the weathered products and soil of mediterranean climates./
 Geochemische Evolution von Tonmineralien in den Verwitterungsprodukten und Böden der Mittelmeerzone/
 Proc. Intern. Clay Conf. 1972. 199 - 206. 1973

- 15/ PETERBURGSKIJ, A. V.; KORTSCHAGINA, Ju. I.: Verwendung von ^{15}N zur Bestimmung der NH_4 -Fixierfähigkeit des Bodens/russisch/
in: Primenenie stabilnovo isotopa ^{15}N v issledovaniach po zemledelju. Moszkva. 1973
- 16/ PFAFF, G.: Das Verhalten des Stickstoffes im Boden nach langjährigen Lysimeterversuchen, I - III.
Z. Acker- und Pflanzenbau. 117. 77 - 99. 100 - 113. 117 - 128.
1963
- 17/ PUSZTAI, A.: Intenzív műtrágyázás és a környezetszennyezés./ Intensive Mineraldüngung und die Umweltverschmutzung/
Agrokémia és Talajtan 27. 219 - 227. 1978
- 18/ SCHILOWA, E. I.: Bilanz der N-Düngeranwendung auf Böden mit großer Fixierkapazität / russisch/
Pochvovedenie, 10. 1970
- 19/ SCHILOWA, E. I.; BRONNIKOV, V. I.: Wirkung des Kaliums auf die Aufnahme von fixiertem Ammonium-N bei Hafer und Weizen. /russisch/
Dokladi TCXA. Moszkva, 154. 1968
- 20/ STEFANOVITS, P. et al.: Talajvédelem, környezetvédelem./ Bodenschutz, Umweltschutz/
mg. Kiadó, Budapest, 1977
- 21/ STEFANOVITS, P.: Talaj és környezet. / Boden und Umwelt/
Agrartud. Közl. 37. 13 - 24. 1973
- 22/ STEFANOVITS, P.; TOMKÓ, B.: A "Buvinol" és hatóanyag komponenseinek mozgása és adszorpciója a talajban./ Bewegung und Adsorption des "Buvinols" und seiner Wirkstoffkomponenten im Boden/
in: BÁNKI, L.: The development of a pesticide as a complex scientific task / Entwicklung eines Pestizides als eine komplexe wissenschaftliche Aufgabe/
Medicina, Budapest, 1976
- 23/ TOMKÓ, B.: The role of soil composition and soil properties in the phytotoxic effects of herbicides./ Die Rolle der Bodenzusammensetzung und der Bodeneigenschaften in der phytotoxischen Wirkung der Herbicide/
Proc. 18th Hung. Ann. Meet. Biochem. Salgótarján, 1978

24/ VARGA, Gy.; SZÜCS, L.: A nitrogénműtrágya vertikális mozgásának vizsgálata szabadföldi kísérletben ^{15}N indikációval / Untersuchung der vertikalen Bewegung des N-Düngers in Feldversuchen mit ^{15}N Indikation/

Agrokémia és Talajtan. 25. 55 - 70. 1976

25/VARJU, E. M.; STEFANOVITS, P.: Clay mineral composition and potassium availability of some typical Hungarian soils./ Tonmineral-Zusammensetzung und Aufnehmbarkeit des Kaliums in einigen typischen ungarischen Böden/1978

EINFLUSS DER BODENBEARBEITUNG AUF BODEN UND ERTRAG
UNTER DEN STANDORTSBEDINGUNGEN IN DER ČSSR

von Vladimír Č e r n ý

(Institut für Pflanzenproduktion , 161 06 Prag 6 - Ruzyně , ČSSR)

Einleitung

Die Bodenbearbeitung als Maßnahme, die verschiedenste Wirkungen auf den Boden und über diesen auf die Pflanzen ausübt, nimmt in der Landwirtschaft eine traditionelle und sehr wichtige Stellung ein. Zugleich handelt es sich um eine anspruchsvolle Position, nicht nur vom acker- und pflanzenbaulichen Standpunkt aus, sondern auch von ökonomischen, landtechnischen, energetischen und organisatorischen Gesichtspunkten aus betrachtet.

Um sich die Größe der Bedeutung der Bodenbearbeitungsmaßnahmen besser vorstellen zu können, sei ein kleines Beispiel aus der Tschechoslowakei angeführt: Wenn man die bisher allgemein angewendeten Bodenbearbeitungssysteme zugrundelegt, d.h. die Arbeitsgänge von der Schälfurche und vom Pflügen bis zu den mechanischen Kultivationsmaßnahmen während der Vegetationsperiode, müssen jährlich ungefähr 23 Millionen Hektar bearbeitet werden - das ist die doppelte Fläche des ganzen Staates. Auf die Saat- und Winterfurche entfallen dabei mehr als 3,5 Mill. ha, wobei je Zentimeter der Pflugtiefe 350 Mill. m³ Boden bewegt werden müssen.

Geschichte der Bodenbearbeitung auf dem Gebiet der ČSSR

Die ersten Bodenbearbeitungsprobleme entstanden in der Zeit, als der Mensch bewußt zu wirtschaften und die Pflanzen zur Nutzung anzubauen begonnen hatte. Von den ersten hölzernen Hacken und Haken bis zu den später benützten mit Eisenteilen ausgerüsteten Geräten war es ein jahrtausendelanger Weg, der mit dem "technischen" Fortschritt und dem Einsatz von Spannkraft eng verbunden war. Auf unserem Staatsgebiet stammt das älteste erhaltene Exemplar eines Bodenbearbeitungsgerätes - eines Hakens - aus dem Anfang des XII. Jahrhunderts (in der romanischen Rotunde in Znojmo, Südmähren). Erst in den Jahren 1825-27 haben die Vettern VEVERKA, Dorfschmiede

in der Nähe der Stadt Pardubice (Ostböhmen), einen echten Pflug erfunden, ein Gerät, welches nicht nur den Boden gekrümelt und gelockert, sondern auch zugleich gewendet hat. Diese Neuheit stellte eine sehr wichtige Stufe in der Entwicklung der Bodenbearbeitung vor. Die Kombination dieses Pfluges mit einer Untergrundlockerungsschar, die František Horský in den Jahren 1850-1887 in der Umgebung von Kolin (Elbe-Tiefebene) verwendete - das alles, auch die Dampfplüge (Seilplüge) am Ende des XIX. Jahrhunderts, ergab die Grundlage für die Bodenbearbeitungssysteme, die praktisch bis in die Gegenwart zur Anwendung gelangen.

Die Bodenbearbeitung hat in der Tschechoslowakei erst in den Zwanzigerjahren unseres Jahrhunderts auch die Aufmerksamkeit der Wissenschaft erregt, vorher wurde jede neue Maßnahme direkt von Landwirten geprüft. Im Jahre 1924 wurden unter Leitung des Professors Václav NOVÁK die ersten echten exakten Feldversuche (mit 3 Wiederholungen) angelegt. Diese Versuche wurden nicht nur vom pflanzenbaulichen, sondern auch vom bodenkundlichen Gesichtspunkt studiert.

Probleme der Schälffurche

Feldversuche über die Wirkung der Schälffurche wurden schon in den Jahren 1924 bis 1929 auf einem alluvialen, schweren Boden durchgeführt. Sie hatten 4 Versuchsglieder:

- I. Schälffurche spätestens 3 Tage nach der Mahd,
- II. Schälffurche 2 Wochen nach der Mahd,
- III. Schälffurche 4 Wochen nach der Mahd,
- IV. ohne Schälffurche.

Die Ergebnisse haben gezeigt, daß es keine Bodenfeuchtigkeitsunterschiede zwischen Var. I. und II. gibt, ein schwacher Rückgang wurde aber nach der Var. III und besonders nach der IV. Variante festgestellt. Während der Vegetationsperiode der Nachfrucht (Erbse nach Sommergerste) wurden die Unterschiede ziemlich verwischt. Auf den Parzellen ohne Stoppelsturz war nach Winterfurche ein höherer Anteil an groben Schollen im Vergleich mit geschälten Flächen. Zwischen den anderen Versuchsgliedern (I.-III.) wurden weder im Porenvolumen noch im Ausmaß der Scholligkeit größere Unterschiede gefunden. Die Ernteergeb-

nisse haben keine Differenzen zwischen den Versuchsgliedern I. und II. gezeigt, die Erträge von Flächen der Var. III. lagen aber niedriger. Die Erträge der ungeschälten Parzellen lagen im Vergleich zu den geschälten bis zu 59% niedriger. Diese Differenzen verursachte nicht nur der Bodenzustand, sondern auch die Verunkrautung, besonders stark war die Quecke (*Agropyron repens L.*) vertreten (NOVÁK 1925, NOVÁK, ŠIMEK 1930).

Nach dem II. Weltkrieg wurden mehrere Versuche über die Wirkung der Schälfurche durchgeführt. MAŘAN (1955) hat eine umfangreiche Studie auf verschiedenen Standorten, die sich in der Bodenart unterschieden, mit und ohne Schälfurche nach Getreide durchgeführt. Er kam zu der Schlußfolgerung, daß der rechtzeitige Stoppelumbruch je nach Bodenart das Porenvolumen (340 Messungen) um 10 bis 40% erhöht. Die Geschwindigkeit der Wassereinsickerung war auf den Sandböden 2,6 mal und auf den Tonböden 34 mal größer als auf den ungeschälten Stoppelfeldern.

In den Jahren 1953 - 1956 wurde das Problem der optimalen Tiefe der Schälfurche untersucht. Auf dem Gebiet der ČSSR wurden an 11 Versuchsorten die Schältiefen von etwa 5, 10 und 15 cm sowie Parzellen ohne Schälfurche geprüft. Besonders wichtige Ergebnisse hat man über den Einfluß der Klimabedingungen und der Bodenarten gewonnen. In trockeneren Lagen (weniger Niederschlag als 600 mm/Jahr) und auf mittleren bis schweren Böden war der Feuchtigkeitsgehalt auf den ungeschälten Flächen, aber auch nach dem flachen Schälen (5 cm) am niedrigsten (Beispiel Abb. 1). Nach der flachen Schälfurche wurde auch eine Depression der vegetativen Formen der Bodenmikroflora in der ganzen Ackerkrume festgestellt. Nach dem Stoppelsturz bis in die Tiefe 15 cm erhöhte sich bei günstigen Niederschlagsbedingungen die Anzahl der Mikroflora - Individuen in der gelockerten Schicht ziemlich stark im Vergleich mit den nur weniger tief behandelten Teilstücken der Versuche. Diese Erhöhung trat nicht im gesamten Ackerkrumenprofil ein, sondern nur in der mittleren Krumenschicht, und zwar im direkten Zusammenhang mit dem Feuchtigkeitszustand. Die höhere Feuchtigkeit und größere Lockerung nach tiefem Schälen wirkte sich auch positiv auf schweren und mittleren Böden auf den Zugkraftbedarf bei der nachfolgenden Winterfurche aus. Z.B. in Nordwestböhmen (Kašnice) war auf einem lehmigen Ton der Pflugwiderstand nach der tiefen Schälfurche nur 37,8 kp/100 cm²

(= 100%), auf der ungeschälten Parzelle schon $73,3 \text{ kp} / 100 \text{ cm}^2$ (= 193,9%). Auch der Anteil von großen, groben Schollen war nach tieferem Schälén deutlich niedriger als nach der flachen Schäl-furche. Der Einfluß auf die Nachfrucht-erträge (Sommergetreide) war relativ schwach, statistisch sehr selten gesichert, aber es gab doch immer eine bestimmte Tendenz - die tiefere Schäl-furche in Gebieten und Jahren mit Mangel an Niederschlägen sowie auf schweren Böden führte zu Ertragssteigerungen bei den nachfolgenden Getreidearten. In feuchteren, höheren Lagen waren die erwähnten Vorteile der tiefen Schäl-furche verwischt, doch auf den Besatz an einigen Unkrautarten (z.B. Huflattich - *Tussilago farfara* L.) wirkte sich die tiefere Schälung günstig aus (ČERNÝ 1963).

Im Zusammenhang mit der Bodenbearbeitung nach der Ernte wurde eine kleine Studie durchgeführt (ČERNÝ 1968 c) - Änderungen der Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit unmittelbar nach der Ernte der Sommergerste. Es wurde während eines wolkenfreien Tages am Anfang August nachmittags die Bodentemperatur in Tiefen 1, 3 und 5 cm unter dem Bestand und nach der Mahd in kurzen Zeitspannen abgelesen und die Bodenfeuchtigkeit in der Zone 0 - 3 cm gemessen. Aus der Abb. 2 kann man den schnellen Temperaturanstieg an der Bodenoberfläche nach der Beseitigung des Bestandes und den Temperaturrückgang bei sinkender Sonne ablesen. Der Anstieg in der Tiefe von 3 cm war kleiner. Zu einer deutlichen Verspätung kam es in der Tiefe von 5 cm: hier trat nämlich das Maximum erst 135 Min. nach der Mahd ein. Die Feuchtigkeitsänderungen (Abb. 3) wurden erst nach 90 Min. deutlich erkennbar und das Minimum zeigte sich erst nach 135 Minuten. Später nahm die Bodenfeuchtigkeit als Folge der Kapillarbewegung und des Wärmehaushaltes wieder zu.

Pflügen

Besondere Aufmerksamkeit wurden den Problemen der Tiefe des Pflügens gewidmet. Abgesehen von den Versuchen in den Jahren 1928 - 1939 (ber. ČERNÝ 1960) wurde die erste große Versuchsserie in den Jahren 1954 - 58 mit verschiedenen Tiefen und Arten der Winterfurche nach Hackfrüchten für Sommergerste untersucht. Die Standortbedingungen der wichtigsten Versuchsorte sind in der Tab. 1 angeführt. In Ruzyně und Čáslav war das Versuchsfeld mit Zuckerrübe und in Lukavec mit Kartoffeln bebaut. Die Bodenbearbeitungsvarianten:

flach mit Scheibeneggen gelockert (8 -10 cm), Pflugtiefen 15 -18 cm, 20 - 22 cm, 25 - 28 cm (in Čáslav bis 30 cm).

Aus den vierjährigen Ergebnissen ist zu ersehen, daß die verschiedenen Bearbeitungstiefen auf allen Versuchsorten weder den Ertrag der Sommergerste noch die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften wesentlich beeinflußt haben. Bemerkenswert ist in Hinblick auf die damals verwendete Sorte mit langem Halm die Tatsache, daß praktisch jedes Jahr, besonders auf dem Versuchsort Lukavec, die tiefere Bodenbearbeitung die Lagerung des Bestandes verstärkte. Diese Erscheinung ist durch den höheren Mikroorganismenbesatz und den teilweise erhöhten Nitratgehalt im Boden verständlich. Daß es praktisch keine größeren Ertragsunterschiede und bodenphysikalische Konsequenzen gab, kann man dadurch erklären, daß die Ackerkrume, besonders nach der Zuckerrübenernte, ziemlich tief gelockert ist und eine tiefere Pflugarbeit deshalb normalerweise nicht notwendig erscheint. Es genügte daher die Lockerung oder eine flache Furche, allerdings unter der Voraussetzung, daß keine starke Schädigung des Bodens während der Ernte und Abfuhr der Hackfrüchte eintritt. Die flache Bearbeitung fördert jedoch (damals waren noch keine Herbizide im Einsatz) die Verunkrautung der Sommergerste, besonders die Ackerdistel (*Cirsium arvense* Scop.) trat sehr stark auf. Die Herbstbearbeitung mit Scheibeneggen hatte, besonders auf dem schweren Boden in Ruzyně, einen Nachteil gezeigt: im Frühjahr war die Bodenoberfläche länger sehr feucht, sodaß die Aussaat der S. Gerste auf den Scheibeneggenparzellen im Vergleich mit allen anderen Varianten erst um 7 bis 14 Tage später durchgeführt werden konnte (ČERNÝ 1961, 1963).

In Verbindung mit diesen Versuchen wurden auch Pflüge mit und ohne Vorschäler für die mitteltiefe und tiefe Pflugfurche geprüft. Es zeigte sich eine günstige Wirkung des Vorschälchares auf die Qualität des Pflügens. In Ruzyně z.B. waren die Oberflächennachwirkungen nach dem Pflügen mit Vorschäler geringer, besonders nach tiefem Pflügen, als nach dem Pflügen ohne Vorschälchar (Abb.4). Auch die Bodenkrümelung war besser, der Anteil der großen Schollen (größer als 10 cm) war nach dem Vorschälen niedriger (Beispiel Ruzyně, Abb. 5, ČERNÝ 1961).

In den Jahren 1962 - 1968 wurden in Ruzyně, Bystrice und Piešťany (Standortsbedingungen Tab. 2) verschiedene Varianten der Pflugtiefe, Krumenvertiefung, Düngung und Fruchtfolge geprüft (ČERNÝ, APLTAUER 1970, NOVÁČEK 1970, TURČÁNY 1970). Von diesen umfangreichen Versuchen seien nur einige Beispiele erwähnt, deren Versuchsschemata in Tab. 3 und 4 wiedergegeben sind. Die Varianten der Düngung waren: A = ungedüngt; B = NPK (Mineraldünger); C=30 t Stallmist je ha zu Hackfrüchten in der Fruchtfolge und NPK wie in der Var. B. In diesen allen Versuchen wurden nicht nur die Erträge festgestellt, sondern es wurde auch untersucht, ob sich physikalische, chemische und mikrobiologische Änderungen im Boden ergeben haben.

Die günstigste Wirkung auf die bodenphysikalischen Eigenschaften in Piešťany hatte die Untergrundlockerung und die allmähliche Vertiefung der Krume (Var. II., III.), wodurch die Porosität erhöht worden war. Diese Varianten hatten auch am Ende der Vegetationsperiode den niedrigsten Wassergehalt im Boden. Auf der Braunerde in Ruzyně hat das meliorative Pflügen (Var. V.) den Feuchtigkeitsgehalt im Profil bis in die Tiefe 60 cm, besonders in den ersten Versuchsjahren, erhöht. Gleichfalls wiesen diese Versuchspartzellen (4 Wiederholungen) die höchste Porosität und Wasserinfiltrations-Geschwindigkeit auf. Die Untergrundlockerung verbesserte die Durchlüftung der tiefen Schichten, was sich im zweiten Versuchsjahr deutlicher äußerte als direkt nach dem Tiefpflügen. Im ersten Jahr nach der Untergrundlockerung kam es Ende August und im September zu einer auffallenden Senkung der Bodenfeuchte. Die Tieflockerung mit dem Gerät ohne Streichblech hat ähnlich gewirkt. Im dritten Versuchsjahr waren alle erwähnten Unterschiede schon kaum mehr merkbar. In Bystrice erhöhte die Untergrundlockerung die Porosität, noch markanter war es nach der Meliorationspflüfung, aber nur im ersten Jahr. Die Variante IV. (Lockerung ohne Streichblech) verursachte ungünstige physikalische Bodenverhältnisse im gesamten Bodenprofil.

Bestimmte chemische Eigenschaften des Bodens wurden in Piešťany durch das meliorative Pflügen negativ beeinflusst; so ist es zum relativ schnellen Abbau der Humusstoffe gekommen. In Ruzyně wies der Gehalt an den einzelnen Stickstoffformen keine wesentlichen Unterschiede im Zusammenhang mit den Boden-

bearbeitungsmethoden auf, ebenso wenig zeigten sich Unterschiede im pH und im P- und K-Gehalt. In Bystrice hatte das Einmischen des Unterbodens nach Tiefpflügen eine Herabsetzung des pH-Wertes in der oberen Schicht zur Folge. Im Gegensatz dazu hat sich in der vertieften Schicht der pH-Wert erhöht. Die direkte Vertiefung führte auch allgemein zur Verarmung der oberen Schicht an Stickstoffformen sowie an pflanzenannehmbarem P und K. Im Laufe der Versuchsjahre zeigte sich eine Tendenz zur Angleichung der Werte an das Niveau der I. Variante.

In Piešťany hatte die Untergrundlockerung einen günstigen Einfluß auf die Bodenmikroorganismen-Entwicklung in der Variante III; in der Var. IV. ist es zu einer schwachen und in der Var. V. zur einer ausgeprägt ungünstigen Wirkung gekommen. Im Unterboden konnte man nach allen Tiefbearbeitungsmaßnahmen eine stärkere Entwicklung der Mikroflora beobachten. In Ruzyně dagegen wurde praktisch im Besatz an Bakterien, Aktinomyceten und Schimmelpilzen kein Unterschied durch die Bodenbearbeitung verursacht. In Bystrice trug das meliorative Pflügen nicht zur anhaltenden Anreicherung von Mikroben im vertieften Profil bei. Im ganzen hatte keine der geprüften Varianten im Vergleich zur Var. I. zu einer wesentlichen und anhaltenden Anreicherung mit Mikroorganismen geführt.

Die Ertragsergebnisse schwankten auf allen Versuchsorten ziemlich stark. Die Düngung hat die Ertragsunterschiede verringert, besonders auf dem Standort Bystrice. Eindeutige Resultate kann man aus dieser Versuchsserie nicht ziehen. Eventuelle positive Wirkungen der Krumenvertiefung hingen von der Fruchtart (besser bei Getreide als bei Hackfrüchten), der Witterung (je mehr Niederschlag, desto günstigere Wirkung der Untergrundlockerung und je größer die Trockenheit, desto besser die Wirkung der tiefsten Furche) und vom Standort (niedrigere Bodenfruchtbarkeit ohne Zusatzdüngung führt zu größeren Unterschieden nach verschiedener Bearbeitung) ab.

Bodenbearbeitung und Vegetationsfaktoren

Größte Aufmerksamkeit bei der Bodenbearbeitung muß dem Bedarf der Pflanzen gewidmet werden, d.h. den Möglichkeiten der Regelung der einzelnen Vegetationsfaktoren, welche in Komplexwirkung die wichtigste Tätigkeit

der Pflanzen, die Photosynthese, bedingen. Licht, Wärme, Luft, Wasser und Nährstoffe in optimalen Verhältnissen sind die Grundlagen und die Voraussetzung für die Ertragsbildung. Diese Faktoren kann der Landwirt durch verschiedene Maßnahmen, u.a. auch durch die Bodenbearbeitung, ändern.

Obwohl es paradox erscheint, ist doch allgemein die Zwischenreihenbearbeitung als Maßnahme gegen Unkraut bzw. für die Regulierung der Lichtverhältnisse in jungen Maisbeständen aus den vergangenen Jahren gut bekannt. Auch die Wärmewirkung und Durchlüftung nach Grubbern im Frühjahr, besonders auf schweren, kalten Böden, ist eine allgemein bekannte Tatsache, obwohl sie bei uns niemals versuchsweise geprüft wurde.

Für den Standort Ruzyně geht aus allen bisher durchgeführten Feldversuchen, in welchen die physikalischen Eigenschaften der Braunerde geprüft worden sind, hervor, daß wir auf diesem Versuchsfeld durch Pflügen kaum im Stande sind, die einzelnen physikalischen Werte, wie Porenvolumen, Struktur u.a., soweit zu ändern, daß sich diese Änderungen direkt auf den Ertrag auswirken. Das einzige, was wir eventuell mit Erfolg in diesem Sinne zeitweise erreichen können, ist die indirekte Wirkung einzelner physikalischer Eigenschaften auf den Wasserhaushalt und das Wasserregime des Bodens. Wir können manchmal zeitweise den Vegetationsfaktor "Wasser", wenn er vom Optimum stark abweicht, durch Bodenbearbeitung soweit ändern, daß dies den Ertrag beeinflusst. Aus diesem Grunde besteht auch eine ziemlich enge Verbindung zwischen Bodenbearbeitung und Witterung.

Aus unseren Ergebnissen (ČERNÝ 1966, 1968 a, 1968 b) geht klar hervor, daß der Wasserhaushalt im Bodenprofil bis in die Tiefe von 60 cm nach dem Pflügen auf 41 bis 45 cm günstiger war als in den flach (12 bis 18 cm) bearbeiteten Parzellen. Eine ähnliche Situation gab es auch nach der Untergrundlockerung (27 + 14 cm), aber nur während der Frühlings- und Frühlommer-Monate. Im August und besonders im September bis zur Ernte der Zuckerrübe fanden wir regelmäßig einen niedrigeren Wassergehalt nach der Untergrundlockerung als auf den nur auf dieselbe Tiefe (27 cm) gepflügten Teilstücken, obwohl es im Frühjahr ganz umgekehrt war. Die Unterschiede in der Bodenschicht 0 bis 60 cm reichten bis 5 Vol.%, z.B. im Jahr 1962 (ČERNÝ 1966).

Bei der Auswertung der Zuckerrübenversuche ergab sich, daß der Rüben-ertrag bei Steigerung der Niederschläge während der Vegetationsperiode nach der Untergrundlockerung höher war als bei den nicht gelockerten Varianten; in Trockenjahren kam es zu Mindererträgen. Die statistische Auswertung mit Hilfe des Spearman-Testes mit 5% GD zeigte, daß es im Bereich von 402 bis 617 mm für je 100 mm Niederschlag 8,1% Mehrertrag gab, unter 402 mm gab es von diesen 13 ausgewerteten Versuchen zwei Fälle, welche Mindererträge brachten (ČERNÝ u.a. 1967). Diese Beispiele sind in der Tab. 5 bei Silomais übersichtlich (ČERNÝ 1969). Die tiefste Furche, bis 41 cm, hatte bei Zuckerrübe eine gesicherte positive Wirkung auf die Erträge, nur in den relativ trockenen Jahren und nur auf den ungedüngten Varianten gezeigt (Beispiel Tab.6).

Vom Standpunkt der Bodenbearbeitung können wir die Nährstoffversorgung prinzipiell auf folgende zwei Weisen beeinflussen:

1. durch die Art des Einbringens der Düngemittel in den Boden,
2. durch Mobilisation der Nährstoffe.

In der Versuchsserie 1954 bis 1959 auf 4 Standorten (Schwarzerde, degradierte Schwarzerde, 2 Braunerden) in Böhmen haben wir die Wirkung verschiedener Arten und Termine des Einpflügens von Stallmist auf die Zuckerrübe untersucht. Ein Beispiel der Ergebnisse bringt die Tab. 7 (Ruzyně). Allgemein hat sich gezeigt, daß das flache Einpflügen des Stallmistes (16 cm) mit später folgendem tiefem Umpflügen anfangs November eindeutig die Erträge bei Zuckerrübe erhöhte. Nach der Anwendung von 60 kg N/ha war die gute Einarbeitung des Stallmistes in das gepflügte Bodenprofil für die Ernährung der Pflanzen sehr wichtig, ebenso die biologische Tätigkeit, wie der Vergleich mit einmaligem Einpflügen zeigte (Var. 2), wobei der Stallmist rasch abgebaut wurde und nur in der flachen Schicht nahe der Oberfläche lag.

Während der Jahre 1955 - 1959 liefen Feldversuche mit verschiedenen Arten und Terminen des Einpflügens der Luzerne und Klee-grasbestände für den Winterweizen. Auf 5 Standorten in Böhmen (POKORNÝ u.a. 1962) und auf 2 Versuchsorten in Mähren (NOVÁČEK u.a. 1961) wurden folgende Varianten geprüft:

- I. Schäl-furche Ende August, Einpflügen Ende September;
- II. Pflügen Ende August;
- III. Pflügen Ende September.

Bei der Variante I wurde die relativ höchste Durchlüftung, Porosität und Bodenfeuchtigkeit im Herbst festgestellt. Infolge dieser günstigen Bedingungen kam es auch früher zur maximalen Vermehrung der die Ernte- und Wurzelrückstände zersetzenden Mikroflora (Abb. 6). Ein ähnlicher, jedoch etwas schwächerer Ablauf wurde bei der II. Variante gefunden. Nach dem späten, einmaligen Einpflügen war die Entwicklung im Herbst am schwächsten und verschob sich bis ins Frühjahr und in den Sommer, mit dem Maximum in der 2. bis 3. Dekade im Juli, d.h. die durch Mikroorganismen freigesetzten Nährstoffe standen erst am Ende der Vegetationsperiode des Winterweizens zur Verfügung. Diesen Beobachtungen entsprachen die Kornerträge (Tab. 8).

Neuzeitliche Bodenbearbeitungsmethoden

In den letzten Jahren hat man sich auch für neue Bodenbearbeitungsgeräte und Methoden interessiert. Ergebnisse dreijähriger Versuche (1962 - 1964) mit dem Rotawator (HOWARD EMC 70) stammen vom Versuchsort Ruzyně (BURDA u.a. 1965). Dieses Gerät wurde bei Winterweizen geprüft (Arbeitstiefe 20 cm ohne Saatbeetvorbereitung) und seine Wirkung wurde mit der Pflugfurche verglichen (Pflugtiefe 20 cm, Saatbeetbereitung mit Eggen und Sternwalze). Obwohl die Qualität des Saatbeetes nach dem Rotawator sehr gut war und keine Nachbearbeitung brauchte - der Aufgang des Weizens war regelmäßiger - war in der Zeit der Bestockung der Zuwachs der Biomasse schon niedriger als nach dem Pflügen. Es kam nicht nur zu einer höheren Verdichtung der Ackerkrume, sondern auch zu einer Herabsetzung der Infiltration von Wasser. Z.B. im Mai 1963 dauerte die Einsickerung von 500 ml Wasser auf einer Fläche von 100 cm² nach dem Pflügen nur 26 bis 69 Sekunden, nach dem Rotawator 107 bis 276 Sekunden; außerdem entstanden Anfang Juni im Boden immer breite und tiefe Risse, was nach dem Pflügen erst Anfang bis Mitte Juli auftrat. Diese ungünstigen Bedingungen führten dann auf diesem tonigen Lehm zu Mindererträgen (Tab. 9).

Als die ersten Modellversuchs-Ergebnisse (1959 bis 1963) eine positive Wirkung der erhöhten Bodendichte beim Weizen (1,46 bis 1,54 g/cm³) und anderen Getreidearten (bis 1,63 g/cm³ beim Hafer) gebracht hatten (STRAŇÁK 1968), Gramoxone und ebenso die erste Maschine für Direktsaat importiert worden waren, hat man eine große Anzahl Minimalbearbeitungs- und Pfluglos - Versuche angelegt. Die ersten Versuche mit Direktsaat des Winterweizens nach Luzerne im

Vergleich mit jenen nach Pflugfurche versagten; die Kornerträge waren nach der Direktsaat niedriger, nur nach Kartoffeln ergaben sich gleiche Ergebnisse (STRÁŇÁK 1971). Die Luzerne als Vorfrucht wurde damals durch Paraquat nicht vollkommen vernichtet, ebenso wie die mehrjährigen Unkrautpflanzen nicht. In weiteren Arbeiten (NOVÁČEK 1973), in welchen verschiedene Vorfrüchte und Stickstoffgaben geprüft wurden, haben sich die Vorteile der Direktsaat oder der ganz flachen Bearbeitung erwiesen. Auch die wiederholte Direktsaat in einer Fruchtfolge mit Getreide (W. Weizen - S. Gerste - W. Weizen) in Südmähren (NOVÁČEK 1976) hat keine negative Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit (biologische und chemische Eigenschaften) im Vergleich mit Pflügen gezeigt. Die Kornerträge waren gleich, manchmal nach Direktsaat sogar höher.

Die Direktsaat von Silomais wurde in Ruzyně nach Luzerne, die mit Paraquat - und Atrazin - Mischung bespritzt wurde, geprüft (ŠIMON 1973 a, 1973 b). Die Erträge der Grünmasse auf den ungedüngten Teilstücken lagen nach der Direktsaat um 10% niedriger als nach Pflugarbeit, aber mit Mineraldüngung des ganzen Versuches (200 kg N, 28 kg P, 38 kg K/ha) ergaben sich nach der Direktsaat Mehrerträge zwischen 12 bis 16%.

Eine gegen Stickstoff sehr empfindliche Pflanze, der Senf (*Sinapis alba* L.), reagierte in Ruzyně auf Direktsaat auf den pfluglosen Varianten ohne Düngung sehr negativ (- 25 bis - 40% im Vergleich zu den gepflügten Parzellen). Erst die Gaben 200 kg N/ha haben die Pflugfurche vollkommen "ersetzt" und die Erträge waren im vierjährigen Durchschnitt gleich (ŠIMON 1974). Diese und weitere Versuche (Übersicht der Ergebnisse siehe ŠIMON 1976) zeigen anschaulich, daß die niedrigere Stickstoffmineralisation, die durch pfluglose Systeme verursacht ist, durch erhöhte Mineralstickstoffgaben auf bestimmten Standorten und zu bestimmten Kulturpflanzen ersetzt werden muß.

Ökonomische und organisatorische Vorteile führen in der ČSSR besonders beim Winterweizen dazu, daß die Direktsaat sehr schnell in den Betrieben um sich greift. Außerordentliches Interesse für diese Maßnahme besteht in trockenen Gebieten auf Standorten mit mittleren und schweren Böden; es werden Direktsaatmaschinen der tschechoslowakischen Produktion eingesetzt. Die Direktsaat kann nach verschiedenen Messungen und Studien (SUŠKEVIČ 1976) bis 73%

Treibstoffe und 61% der Produktionskosten sparen.

Auf dem Gebiet der Wissenschaft und des Versuchswesen müssen, besonders in höheren Lagen (u. a. auch vom Standpunkt der Bodenerosion und des Umweltschutzes), noch viele weitere Probleme gelöst werden.

Schlußwort

Die Bodenbearbeitung bzw. die Schaffung der besten Verhältnisse für die Saatguteinbringung in den Boden, für die weitere Entwicklung und den Wuchs der Kulturpflanzen und zugleich die Beeinflussung dieser Vorgänge durch andere Maßnahmen und durch natürliche Faktoren sind Probleme, die trotz der vorliegenden Versuchsergebnisse auch in Zukunft die Aufmerksamkeit der Wissenschaft verdienen.

L i t e r a t u r

1. BURDA, V., ČERNÝ, V., SNOB, J. : (1965), (Beitrag zur Ermittlung des Einflusses der Rotationsbearbeitung auf den physikalischen Zustand von tonigem Lehm und auf den Ertrag von Winterweizen). Rostlinná výroba, Jg. 11, H. 10 : 1021 - 1030
2. ČERNÝ, V. : (1960), (Entwicklungen und Ergebnisse der Forschung auf dem Gebiet der Bodenbearbeitung in der Tschechoslowakei). Rostlinná výroba, Jg. 6, H. 9 : 1319 - 1332
3. ČERNÝ, V. : (1961), (Beitrag zur Bestimmung des Einflusses verschiedener Furchentiefen und der Art der Herbstfurche für Sommerfrüchte nach Hackfrüchten). Rostlinná výroba, Jg. 7, H. 12, : 1571 - 1584
4. ČERNÝ, V. : (1963), Forschung auf dem Gebiet der Agrotechnik in der ČSSR. Für die soz. Landwirt., Jg. 12, H. 1 : 25 - 44
5. ČERNÝ, V. : (1966), (Einfluß der Bodenvertiefung auf die Änderungen der physikalischen Eigenschaften der Braunerde). Rostlinná výroba, Jg. 11, H. 12 : 1211 - 1219
6. ČERNÝ, V. : (1968 a), (Verschiedene Arten der Bodenvertiefung und ihr Einfluß auf die Erträge und auf die Entwicklung der Wurzelsysteme bei den Feldfrüchten). Rostlinná výroba, Jg. 14, H. 11/12 : 1011 - 1017

7. ČERNÝ, V.: (1968 b), Influence of pressure on the changes of some physical properties of soil and on the plants. Proc. Internat. Symp., June 22 - 24 th 1966, Brno : 77 - 91
8. ČERNÝ, V. : (1968 c), (Die Änderungen der Temperatur und Feuchtigkeit der oberen Bodenschicht unmittelbar nach der Mahd der Sommergerste). Rostlinná výroba, Jg. 14, H. 9/10 : 979 - 982
9. ČERNÝ, V.: (1969), Untergrundlockerung und Vertiefung der Ackerkrume in Verbindung mit Düngung. Symp. über Tiefenbearbeitung des Bodens, Giessen 1969 : 56 - 62
10. ČERNÝ, V.: (1971), Wplyw nowoczesnych technologii na glebe i jej uprawę, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., Nr. 112 : 35 - 42
11. ČERNÝ, V., APLTAUER, J.: (1970), Versuch Praha - Ruzyně. In: Tagungsberichte der DAL zu Berlin, Nr. 107 : 77 - 87
12. ČERNÝ, V., BELZA, J., MÜLLEROVÁ, V.: (1967), (Der Einfluß der Ackerkrumenvertiefung von Braunerde bei gleichzeitig gesteigerter Düngung auf die Pflanzen). Rostlinná výroba, Jg. 13, H. 11 : 1133 - 1144
13. ČERNÝ, V., KRÍŠŤAN, F., STRNAD, P., VRKOČ, F.: (1972), (Anteil einiger acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen auf den Ertrag der Feldfrüchte). Rostlinná výroba, Jg. 18, H. 9 : 905 - 916
14. MAŘAN, B.: (1955), (Bedeutung der Schälffurche für den Wasserhaushalt der Böden). Sborník ČSAZV, Jg. 10, 28 : 749 - 760
15. NOVÁČEK, J.: (1970), Versuch Bystrice. In: Tagungsber. der DAL zu Berlin, Nr. 107 : 99 - 113
16. NOVÁČEK, J.: (1976), (Minimum tillage in three-years cereal crops rotation in South Moravia). Rostlinná výroba, Jg. 22, H. 5 : 439 - 449
17. NOVÁČEK, J., ŘÍDKÝ, K., TALAFANTOVÁ, A.: (1961), (Versuche mit dem Einpflügen der Luzerne in Süd-Mähren). Rostlinná výroba, Jg. 7, H. 3/4 : 489 - 514
18. NOVÁK, V. : (1925), L' experimentation dans la technologie du sol. C. R. du XII - me Congrès internat. d'agric. à Varsavie, 21. - 24. Juin 1925 : 121 - 127

19. NOVÁK, V., ŠIMEK, J.: (1930), (Einfluß des Zeitabstandes zwischen Schälffurche und Mahd auf Boden und Ertrag). Věstník ČAZ, Jg. 6, H. 6/7 : 51 - 59
20. POKORNÝ, V., ČERNÝ, V., KRÍŠŤAN, F., STRNAD, P.: (1962), (Einfluß der Zeit und Art des Umbruches von Kleegrasschlägen auf die erste Nachfrucht). Vědecké práce ÚVÚRV Ruzyně, Jg. 6 : 119 - 138
21. STRAŇÁK, A.: (1968), (Dependence of growth and yield of cereals on the physical properties of soil). Proc. Internat. Symp. June 22 - 24 th 1966, Brno : 17 - 29
22. STRAŇÁK, A.: (1971), (Minimum tillage for winter wheat. I. Preceeding crops - luzerne and potatoes). Rostlinná výroba, Jg. 17, H. 10 : 1085 - 1099
23. STRAŇÁK, A.: (1973), (Minimum tillage in winter wheat after different forecrops and fertilizers rates). Rostlinná výroba, Jg. 19, H. 11 : 1103 - 1112
24. SUŠKEVIČ, M.: (1976), (Minimum tillage in sugarbeet region). Rostlinná výroba, Jg. 22, H. 5 : 451 - 458
25. ŠIMON, J.: (1973 a), (Direct drilling of silage maize. I. Yields). Rostlinná výroba, Jg. 19, H. 7 : 695 - 702
26. ŠIMON, J.: (1973 b), (Direct drilling of silage maize. II. Physical properties of soil). Rostlinná výroba, Jg. 19, H. 9, : 941 - 952
27. ŠIMON, J.: (1974), (The production of biomass of white mustard (*Sinapis alba* L.) in zero - tillage system). Rostlinná výroba , Jg. 20, H. 10 : 1039 - 1051
28. ŠIMON, J.: (1976), Investigation of some problems of direct drilling in Czechoslovakia. Outlook on Agric., Jg. 9, H. 1 : 26 - 29
29. TURČÁNY, J.: (1970), Versuch Piešťany. In: Tagungsber. der DAL zu Berlin, Nr. 107 : 77 - 87

Tabelle 1

Standortsbedingungen der Versuchsorte
des Institutes für Pflanzenproduktion

Versuchsort:	Ruzyň	Časlav	Lukavec
Höhe über NN (m)	347	260	600
Bodentyp	Braunerde	degr. Schwarzerde	leicht podsoliert
Bodenart	toniger Lehm	Lehm	sandiger Lehm
Ø Lufttemperatur (°C)	+ 7,8	+ 8,7	+ 7,3
Ø Niederschl. (mm/Jahr)	503	600	665
pH (KCl)	6,5	7,0	4,8
Humusgehalt (%)	2,3	2,5	1,5
P ₂ O ₅ mg/100 g	6,2	14,3	1,9
K ₂ O mg/ 100 g	15,0	9,6	26,5

Tabelle 2

Standortsbedingungen der Versuchsorte
mit Krumenvertiefung (1962 - 1968)

Versuchsort	Piešťany		Ruzyně		Bystrice	
Höhe über NN (m)	175		347		554	
Bodentyp	degrad. Schwarzerde		Braunerde		schwach podsolierte Braunerde	
Bodenart	Lehmboden		toniger Lehm		sandiger Lehm	
Ø Lufttemperatur (°C)	+9,2		+7,8		+6,5	
Ø Niederschlag (mm)	625		503		651	
	Krumme Untergrund		Krumme Untergrund		Krumme Untergrund	
pH (KCl)	6,9	7,3	6,7	6,5	5,4	4,8
C _t %	1,13	0,61	1,30	0,71	1,30	0,37
N _t %	0,132	0,075	0,141	0,092	0,103	0,025
P ₂ O ₅ mg/100g	5,25	2,75	6,2	0,8	2,3	0,53
K ₂ O mg/100g	10,04	7,50	15,0	10,0	12,2	7,20
S - Wert mval	20,6	19,5	12,0	17,7	15,0	14,5
T - Wert	22,5	21,3	17,7	21,8	21,6	21,3
V - Wert	91,7	91,5	67,9	81,2	69,4	68,2

Tabelle 3

Feldversuche über Krumenvertiefung
(1962 - 1968)

Var.	Standort: Bodenbearbeitung	Piešťany cm	Ruzyně cm	Bystrice cm
I.	Jährlicher Wechsel von tiefen und mittleren Furchen .	27 / 24	27 / 24	22 / 18
II.	Tiefe Furche + Untergründlockerung zu Hackfrüchten, sonst wie Var. I.	27 + 18	27 + 14	22 + 13
III.	Allmähliche Vertiefung der Krume, jedes Jahr + 2 cm bis in die Tiefe	45	41	35
IV.	Tiefe Lockerung (cm) ohne Streichblech zu Hackfrüchten, sonst Scheibenggen 10 cm tief	45	41	35
V.	Melioratives Pflügen im ersten Versuchsjahr, sonst wie Var. I.	45	41	35

Tabelle 4

Versuche über Krumenvertiefung; Fruchtfolge

Jahr	Piešťany	Ruzyně	Bystrice
1962	Zuckerrübe	Zuckerrübe	Kartoffeln
1963	S. Gerste	S. Gerste	S. Gerste
1964	Futtergemenge	Futtergemenge	Futtergemenge
1965	Körnermais	Silomais	Kartoffeln
1966	W. Weizen	W. Weizen	W. Weizen
1967	Futtergemenge	Futtergemenge	Hafer
1968	Zuckerrübe	Zuckerrübe	Zuckerrübe

Tabelle 5

Silomaiserträge (t Grünmasse/ha)
 (Jahr = Niederschläge mm während der
 Vegetationsperiode)

Tiefe der Bodenbearbeitung (cm)	27	41	27 + 14	GD bei P = 0,05% (t)
1961 = 206,0 mm	38,3	41,9	34,6	2,9
1965 = 317,1 mm	44,2	41,0	47,8	3,9

Tabelle 6

Zuckerrübenenerträge (t Rüben/ha)
 Versuchsjahr 1961

Düngung	0	NPK
Tiefe der Pflugfurche		
27 cm	24,7	27,0
41 cm	30,9	29,1

GD bei P = 0,05%

Pflügen = 3,6 t/ha

Düngung = 1,6 t/ha

Tabelle 7

Stallmist - Einpflügen
 Zuckerrübenenerträge (t Rüben/ha, rel.%)

Variante:	1.		2.		3.	
Schälen	Juli		Juli		Juli	
Pflügen 16 cm	September		November		0	
Stallmist	September		November		November	
Pflügen 29 cm	November		September		November	
Jahr	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
1955	54,6	106,4	49,2	96,0	51,3	100,0
1956	27,1	108,7	22,6	90,8	24,9	100,0
1957	49,0	109,5	43,0	95,4	44,7	100,0
1958	58,0	105,1	54,7	99,2	55,1	100,0

Tabelle 8

Einpflügen von Luzerne - (L) und Klee grasbeständen (K)

Kornerträge - Winterweizen (t/ha, rel.%) - Durchschnitt 1955 - 59

Versuchsort	Bestand	Variante	t/ha	%
Ruzyně	L	I.	4,25	100,0
		II.	4,21	99,0
		III.	3,89	91,5
Lukavec	K	I.	3,18	100,0
		II.	3,26	102,5
		III.	2,89	90,4
Čáslav	L	I.	4,34	100,0
		II.	4,31	99,3
		III.	3,96	91,4
Kaštice	L	I.	4,57	100,0
		II.	4,65	101,8
		III.	4,55	99,5
Sobětice	K	I.	2,47	100,0
		II.	2,38	96,2
		III.	2,56	103,5

Tabelle 9

Bodenbearbeitung mit dem Rotawator

Winterweizenertrag (t Korn/ha, rel. %)

Durchschnitt 1962 - 64

Bodenbearbeitung	t/ha	%	t-Test
Pflügen (20 cm)	5,47	100,0	-
Rotawator (20 cm)	4,78	87,4	4,06

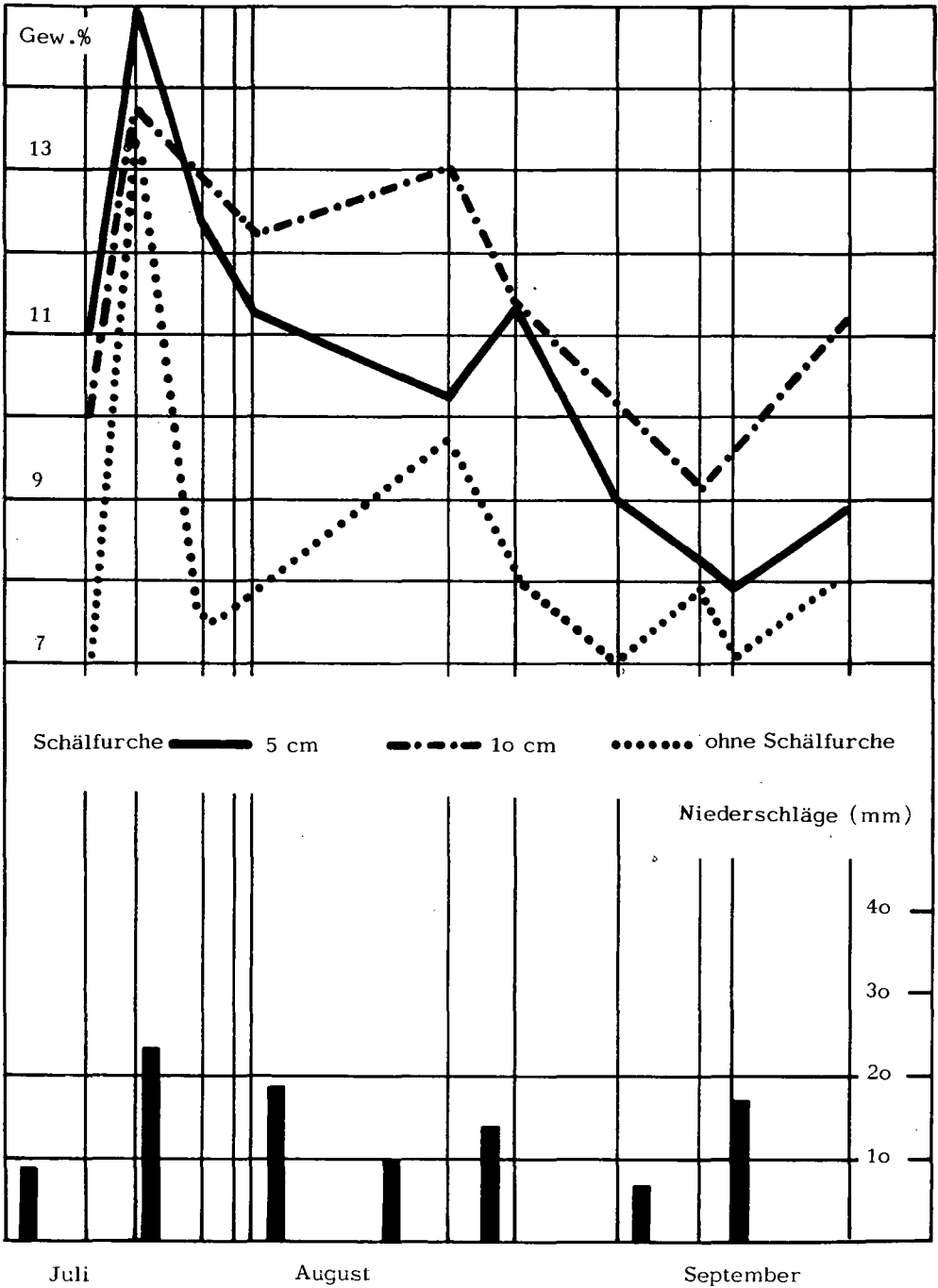


Abb. 1: Veränderung der Bodenfeuchtigkeit in der Tiefe 0 - 30 cm

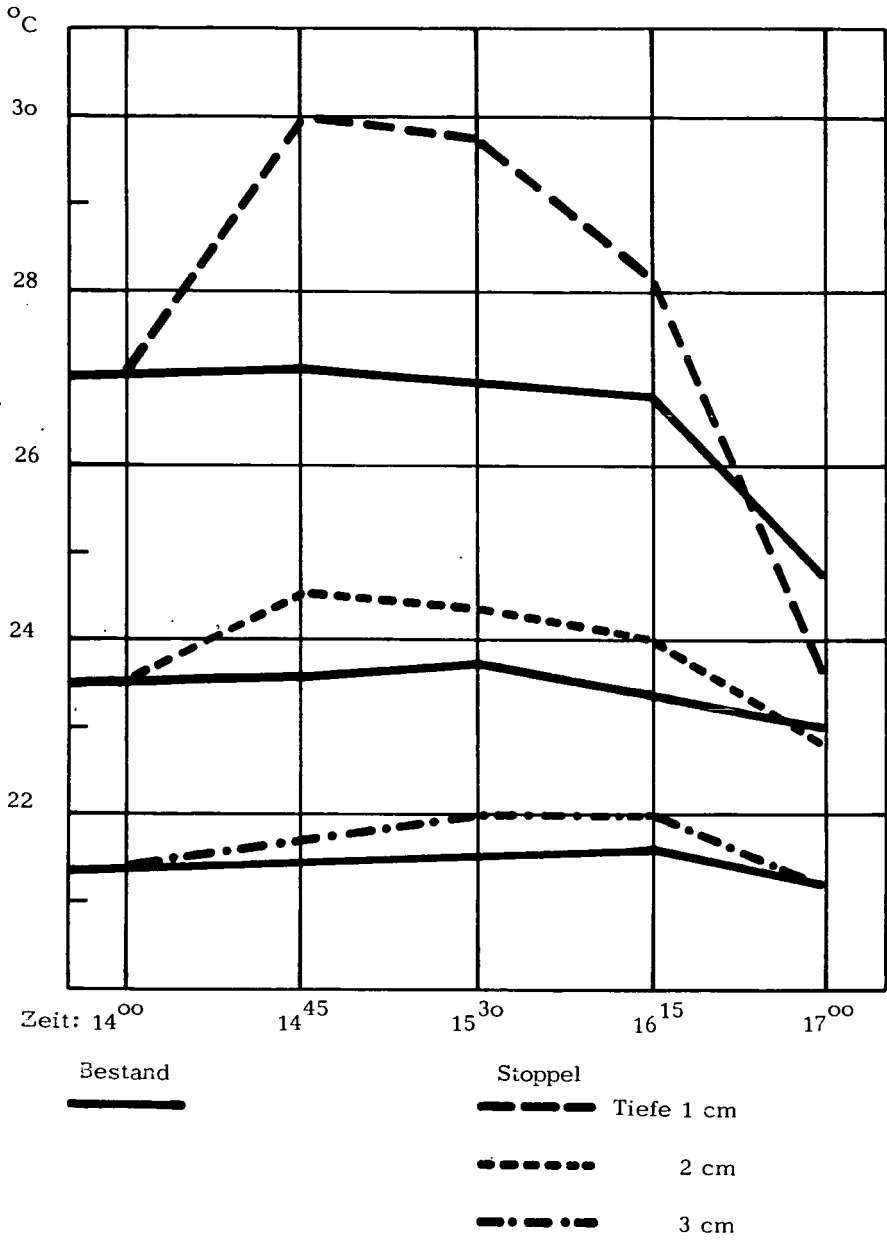


Abb. 2: Bodentemperatur

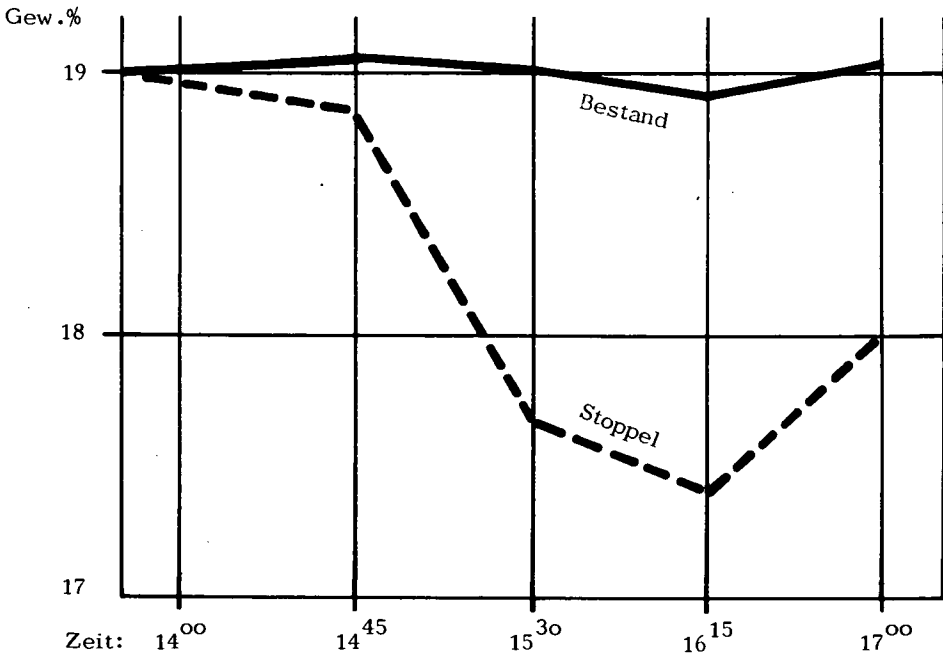


Abb.3: Bodenfeuchtigkeit in der Tiefe 0 - 3 cm

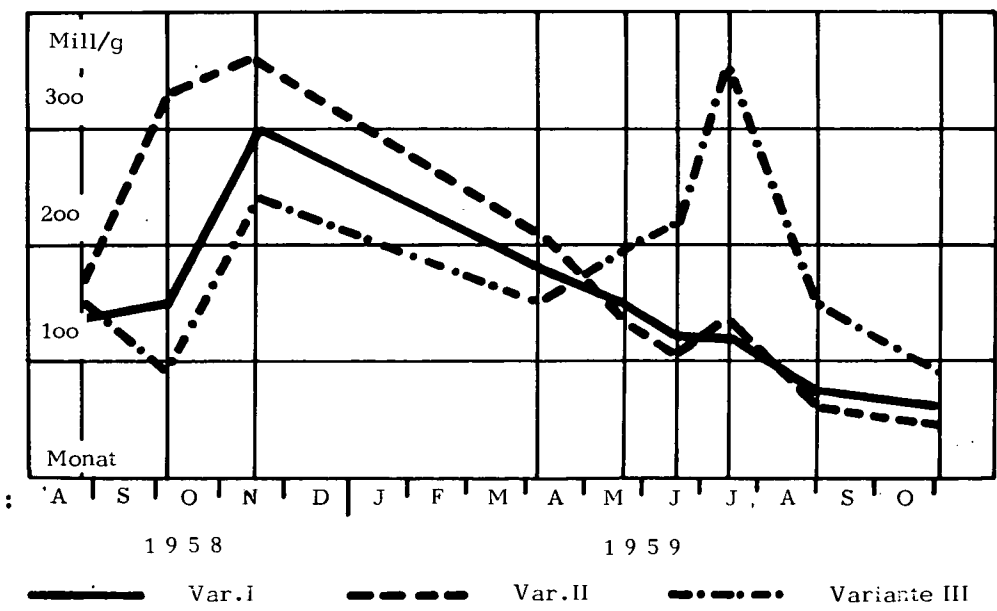


Abb.6: Dynamik der Mikroflora (in Mill/g trockenen Bodens) nach unterschiedlichem Zeitpunkt des Einpflügens der Luzerne

Pflugtiefe 22 cm ohne Schälschar

Abweichung $\pm 3,8$ cm



Pflugtiefe 22 cm mit Schälschar

Abweichung $\pm 3,1$ cm



Pflugtiefe 28 cm ohne Schälschar

Abweichung $\pm 4,4$ cm



Pflugtiefe 28 cm mit Schälschar

Abweichung $\pm 2,8$ cm



0

40

80

120

160

200 cm



Abb. 4: Oberfläche des gepflügten Bodens

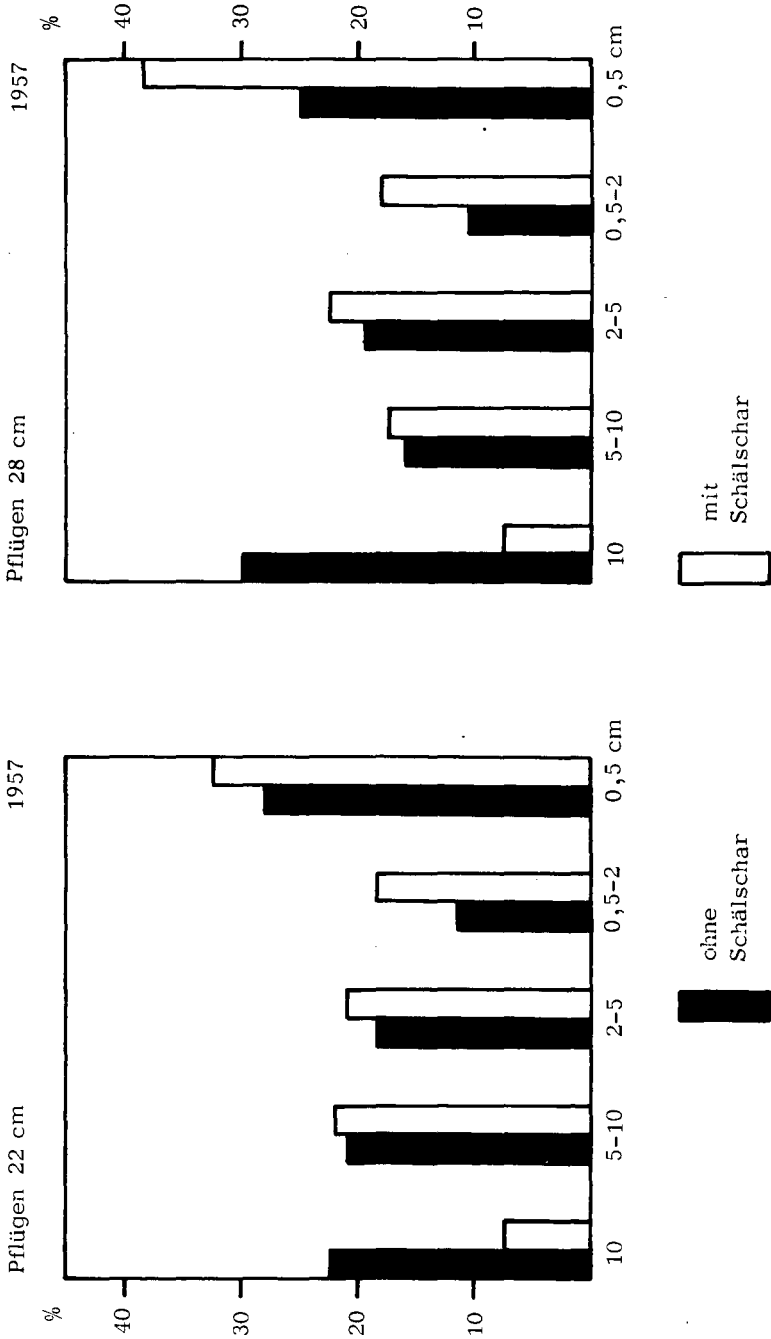


Abb. 5: Anteil der Schollen (in Gew. %)

AUS DER GESELLSCHAFT

Tätigkeitsbericht 1978

Veranstaltungen:

25. 1. Generalversammlung mit der Neuwahl des Vorstandes:
Hofrat Dr. F. Ornig (Präsident), Doz. Dr. F. Solar (Vizepräsident),
Dr. M. Eisenhut (Schriftführer), Hofrat Dr. F. Stelzer (Kassier).
Anschließend fand ein Vortrag von Univ. Prof. Dr. H. Kick, Bonn,
statt: Die heutigen Aspekte der Verwendung von Siedlungsabfällen
im Landbau.
- 6.-7. 10. Exkursion in das südöstliche Alpenvorland.
Thema: Landformung und Bodenbildung in den Tälern des südöstlichen
Alpenvorlandes.
22. 11. Vortragsveranstaltung im Zusammenhang mit den Exkursionen
1977 und 1978, Thema: Standorts- und Meliorationsprobleme in den
Talungen.
Prof. Dr. J. Fink: Einführung in die Thematik
Doz. Dr. Solar: Zielformulierungen des Bodenkundlers
Dr. Schrom: Vorstellungen und Wünsche des Pflanzenbauers und
Landesplaners.
Dr. Blasl: Probleme der Pflanzenernährung auf den beschriebenen
Standorten
Doz. Dr. Blümel: Möglichkeiten der Melioration von Talböden
Dipl.-Ing. Holzer: Praktische Durchführung von Meliorationen
Dr. Ornig: Entschädigungsberechnungen im Zusammenhang mit
Kraftwerksbauten
13. 12. Berichte über den 11. Internat. Bodenkundl. Kongreß in Edmonton,
Canada:
Dr. Ornig: Bericht über das Kongreßgeschehen
Dipl.-Ing. Stecker: Exkursionseindrücke von den verschiedenen
Landschaftsräumen in der Provinz Alberta
Dr. Kilian: Eindrücke von der Forstwirtschaft im westlichen Teil
Canadas