

**MITTEILUNGEN  
DER  
ÖSTERREICHISCHEN  
BODENKUNDLICHEN  
GESELLSCHAFT**

**WIEN XVIII, GREGOR-MENDELSTRASSE 33**

**HEFT 5 1961**

*Gedruckt mit Unterstützung des Notringes  
der wissenschaftlichen Verbände Österreichs.*

# SCHRIFTFLEITUNG

Prof. Dr. J. FINK

Prof. Dr. Ing. H. FRANZ

---

## INHALTSVERZEICHNIS

H. FRANZ: RUDOLF DIETZ † .....	2
H. FRANZ: ARRIEN G. WINTER † .....	3
S. BARBIER, H. FRANZ, J. GUSENLEITNER, K. LIEBSCHER und H. SCHILLER: Untersuchungen über die Auswirkungen langjährigen Gemüsebaues auf den Boden bei mangelnder animalischer Düngung .....	4
H. FRANZ: I. Einleitende Bemerkungen .....	4
H. SCHILLER: II. Die Eigenschaften eines gemüsebaulich genutzten Bodens nach langjähriger Minereraldüngung ohne Stallmist .....	7
J. GUSENLEITNER: III. Ergebnisse von Humusdüngungsversuchen im Feldgemüsebau auf unterschiedlichen Bodenformen .....	17
S. BARBIER: IV. Vergleichende Prüfung der Ertragswirkung von Stallmist, Kompost, Vollhumon und mineralischer Düngung im Gefäßversuch .....	25
H. FRANZ und K. LIEBSCHER: V. Das Gesamtergebnis der Gemeinschaftsuntersuchungen über die Auswirkung langjährigen Gemüsebaues auf den Boden bei mangelnder animalischer Düngung .....	40
O. NESTROY: Jahreszyklische Schwankungen des Wassergehaltes in zwei niederösterreichischen Lößböden .....	43

## Rudolf Dietz †

Am 12. April 1960 starb Dipl. Ing. Dr. techn. RUDOLF DIETZ nach kurzem Leiden an einem Herzinfarkt. Der Tod riß ihn für uns alle unerwartet aus seinem beruflichen Schaffen heraus, das durch 35 Jahre der Bodenkunde gewidmet war. Der Verstorbene hätte 2 Tage nach seinem Heimgang den 61. Geburtstag feiern können, denn er wurde am 14. April 1899 in Wien geboren. Hier besuchte er auch die Volks- und Realschule, an der er im März 1917 die Kriegsmatura ablegte, um anschließend zum Kriegsdienst einzurücken. Nach dem 1. Weltkrieg studierte er an der Technischen Hochschule in Prag, wo er nach Ablegung der beiden Staatsprüfungen im Mai 1925 das Ingenieurdiplom erwarb. Seine Promotion erfolgte wesentlich später, nämlich erst am 10. Juli 1943, an der Technischen Hochschule in Wien. Nach Abschluß seiner Studien kehrte der Verstorbene, der schon während derselben zeitweilig berufstätig gewesen war, nach Wien zurück, wo er am 1. Juli 1925 als Agrikulturchemiker bei der Landwirtschaftskammer für Niederösterreich angestellt wurde. Damit begann seine Laufbahn als Bodenchemiker, in welcher Eigenschaft er am 1. November 1927 in den Dienst der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt in Wien übernommen wurde. Hier war seine Tätigkeit vor allem der chemischen Bodenuntersuchung gewidmet, in der er große Erfahrung erwarb. Am 30. Dezember 1948 wurde er an der Anstalt zum Laboratoriumsvorstand ernannt, am 1. Jänner 1958 mit der Leitung der landwirtschaftlichen Bodenkartierung betraut.

Als gewissenhafter Beamter hat der Verstorbene stets seine Kräfte für alle ihm anvertrauten Aufgaben vorbehaltlos eingesetzt, so auch noch für das ihm zuletzt zugewiesene neue Arbeitsfeld, das zu bewältigen seine Kräfte nicht mehr reichten.

Mit der ihm eigenen Hilfsbereitschaft hat er sich trotz der auf ihm lastenden Berufsarbeit sogleich der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft zur Verfügung gestellt, als diese an ihn mit der Bitte herantrat, als Vorstandsmitglied am Aufbau der Gesellschaft und bei der Vorbereitung der für den Sommer des Jahres 1961 in Wien geplanten Tagung der deutschen Schwestergesellschaft mitzuwirken. Auch aus dieser Arbeit haben ihn Krankheit und Tod unvermittelt herausgerissen. Die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft wird RUDOLF DIETZ stets ein ehrendes Andenken bewahren.

H. FRANZ

## Arrien G. Winter †

Als am 27. November 1960 Prof. Dr. A. G. WINTER nach langem, schwerem Leiden im Krankenhaus in Bonn am Rhein für immer die Augen schloß, fand das Schaffen eines auf Grenzgebieten der Bodenkunde, Pflanzenphysiologie und Chemie in durchaus origineller Weise tätigen Forschers ein allzu frühes Ende. Vor allem die zahlreichen Arbeiten über den Wirkstoffkreislauf im Boden und die Aufnahme organischer Verbindungen durch die Pflanzenwurzeln haben WINTER und seine Schüler weit über die Grenzen der Bundesrepublik Deutschland hinaus bekannt gemacht. Den Mitgliedern der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft sind die interessanten Vorträge, die er vor ihnen in Wien gehalten hat, noch in lebhafter Erinnerung.

Möge dieses schlichte Gedenken die Wertschätzung zum Ausdruck bringen, die WINTER in österreichischen Fachkreisen auch über seinen Tod hinaus genießt.

H. FRANZ

# Untersuchungen über die Auswirkungen langjährigen Gemüsebaues auf den Boden bei mangelnder animalischer Düngung

S. BARBIER, H. FRANZ, J. GUSENLEITNER, K. LIEBSCHER und H. SCHILLER

## I. Einleitende Bemerkungen

Von H. FRANZ

Vorstand des Institutes für Bodenforschung der Hochschule für Bodenkultur in Wien

Landwirtschaftliche oder gärtnerische Betriebe, die seit langer Zeit keine animalische Düngung verwenden und über deren Düngung, Fruchtfolge und sonstige den Boden beeinflussende Wirtschaftsmaßnahmen genaue Aufzeichnungen vorliegen, sind äußerst selten. Ein fortschrittlich wirtschaftender Gärtnerbetrieb im Raume von Linz an der Donau erfüllt alle diese Bedingungen und war infolge aufgetretener Ertragsausfälle selbst daran interessiert, daß die Frage, ob die Mindererträge durch den Mangel animalischer Düngung verursacht sind, exakt untersucht werde. Der Betrieb verfügt über Freilandflächen im Ausmaße von 7,68 ha und hat dem Großteil derselben auf Grund bestehender Vorschriften seit etwa 20 Jahren keine animalische Düngung mehr zuführen können. Leider wurde es versäumt, zu Beginn dieser Periode den Bodenzustand genau zu untersuchen, eine erste Aufnahme desselben liegt aus dem Jahre 1954 vor.

Während die Flächen des Betriebes in weiter zurückliegenden Jahren einer normalen Ackernutzung unterlagen, wird auf ihnen seit etwa zwei Jahrzehnten intensiver Gemüsebau betrieben, auf kleinen Flächen werden auch Freilandblumen kultiviert. Handelsdünger wurde dem Boden alljährlich reichlich zugeführt, zum Teile in solchem Maße, daß eine Aufstockung der Krumenschicht an einzelnen Mineralnährstoffen, besonders an Kalk, erfolgen konnte. Aus den Aufzeichnungen des Betriebes geht hervor, daß z. B. im Jahre 1952 10.100 kg Düngekalk, 1953 5.000 kg Düngekalk, 1954 15.600 kg Düngekalk und 18.520 kg Mischkalk gegeben wurden, also recht bedeutende Mengen, die auf dem wenig tätigen Boden vielleicht nicht nur positive Wirkungen ausgelöst haben. Auch um die Zufuhr organischer Substanz in Form nichtanimalischer organischer Düngemittel war der Betrieb bemüht, indem er einerseits Pflanzenkompost erzeugte und andererseits reichlich Torferde und Torfmull zukaufte. Die erzeugte Kompostmenge belief sich auf jährlich 50 bis 80 m<sup>3</sup>, die großen Mengen an Torferde und Torfmull, die dem Boden im Laufe der Jahre zugeführt wurden, sind aus den Mengen ersichtlich, die vom Betrieb in den einzelnen Jahren gekauft wurden. Die Buchhaltung verzeichnet z. B. für das Jahr 1952 10.800 kg Torferde, für 1953 30.400 kg, für 1954 69.300 kg, für 1955 80.000 kg, für 1956 15.600 kg Torferde und zusätzlich 5.750 kg Torfmull.

Aus vorliegenden Gutachten und aus den Unterlagen der sehr sorgfältig geführten Betriebsbuchhaltung ist zu ersehen, daß die Gemüserträge seit Jahren unter dem im Linzer Raum erzielbaren Durchschnitt liegen, was einerseits durch langsames Wachstum und andererseits bei den meisten Gemüsesorten durch einen auffällig hohen Anteil minderer Qualitäten bedingt ist.

Die geschilderten Umstände ließen den Betrieb als ein interessantes Studienobjekt

erscheinen und erwarten, daß eine eingehende bodenkundliche und pflanzenbauliche Untersuchung nicht bloß für den Betrieb zu praktisch wertvollen Erkenntnissen sondern wahrscheinlich auch zu wissenschaftlich interessanten Ergebnissen führen werde. Da vom Betriebsführer offenbar mit Recht der Mangel an animalischer Düngung für den Ertragsausfall verantwortlich gemacht wurde, war von vornherein klar, daß bei einer wissenschaftlichen Untersuchung das Schwergewicht auf die Humusfrage gelegt werden mußte und daß dabei nicht nur die Humusmenge sondern auch die Humusqualität zu berücksichtigen war. Das Untersuchungsobjekt erforderte damit die Bearbeitung eines zwar gegenwärtig sehr aktuellen, aber zugleich methodisch sehr schwierigen Fragengebietes.

Die Erfahrung lehrt, daß durch wirtschaftliche Maßnahmen ausgelöste Veränderungen im Humuszustand des Bodens meist erst nach Jahren eindeutig nachweisbare Auswirkungen auf den Bodenzustand haben und diese mit den verfügbaren Methoden meist auch erst nach Jahren analytisch nachgewiesen werden können. Wollte man daher eine lange Untersuchungs- und Versuchsdauer vermeiden, zu der sich ein praktischer Betrieb nicht zu verpflichten vermag, so konnte man nur von einer sehr umfangreichen bodenkundlichen und pflanzenbaulichen, durch Versuche unterstützten Untersuchung eine ausreichend klare Beantwortung der gestellten Fragen erwarten.

Eine so umfassende Untersuchung konnte nur in Gemeinschaftsarbeit einer Mehrzahl von Fachleuten und mit Hilfe der Einrichtungen mehrerer Institute geleistet werden. Zur Bildung einer solchen Arbeitsgemeinschaft boten sich in Linz besonders günstige Möglichkeiten. An der Untersuchung wirkten mit:

1. die Herren Dipl. Ing. Dr. HERWIG SCHILLER (Bodenanalysen) und Dr. J. GUSENLEITNER (Anlage und Betreuung der Feldversuche), beide Herren an der Landwirtsch. chemischen Bundesversuchsanstalt in Linz tätig; 2. Herr Dr. S. BARBIER von der Biologischen Forschungsabteilung der Österr. Stickstoffwerke (Anlage und Betreuung der Gefäßversuche); 3. Herr Dipl. Ing. Dr. KURT LIEBSCHER, Pflanzenbaudirektor der Tiroler Landwirtschaftskammer (Planung der Feld- und Gefäßversuche, Beurteilung der Pflanzenbestände, Verarbeitung der Versuchsergebnisse und Erhebungen im Betriebe gemeinsam mit dem Verfasser dieser Zeilen); 4. der Verfasser selbst, Vorstand des Institutes für Bodenforschung der Hochschule für Bodenkultur in Wien (Untersuchung der Bodenverhältnisse des Betriebes, Erstellung einer Bodenkarte desselben, Profilbeschreibungen, Probenahme, Mitwirkung an der Versuchsplanung und Verarbeitung der Ergebnisse).

Es war von vornherein klar, daß trotz der im Betriebe vorhandenen Aufzeichnungen nur durch Exaktversuche solche Unterlagen beschafft werden konnten, wie sie für die exakte Beantwortung der zu untersuchenden Probleme erforderlich waren. Es wurde daher folgendes Arbeitsprogramm aufgestellt:

1. Genaue Aufnahme der Bodenverhältnisse, wobei sich ergab, daß auf den in Frage stehenden Flächen im wesentlichen zwei voneinander recht verschiedene Böden vorhanden sind, die der Einfachheit halber im folgenden Boden A und B benannt werden.

2. Anlage paralleler Feldversuche auf Boden A und B. In diesen Versuchen sollte die Wirkung verschiedener mineralischer und organischer Düngung auf verschiedene Gemüsearten geprüft werden. Animalische Dünger konnten in diese Versuche leider nicht einbezogen werden, da ihre Anwendung auf den in Frage stehenden Flächen untersagt ist.

3. Um diesem Mangel abzuhelpen, wurden mit Boden A und B Gefäßversuche angelegt, in denen die Wirkung verschiedener mineralischer und organischer Dünger einschließlich Stallmist auf verschiedene Gemüsesorten vergleichend geprüft wurde und

außerdem durch Nährstoffanalysen der Böden und des Erntegutes die Aufstellung von Nährstoffbilanzen ermöglicht war.

4. Da sich in Gefäßversuchen die natürlichen Bodenverhältnisse nicht reproduzieren lassen, weil sich die Böden in den Gefäßen nicht in natürlicher Lagerung befinden und überdies in ihnen der Wasser- und Lufthaushalt des Bodens künstlich optimal gestaltet wird, wurde ein Weg gesucht, in einem Feldversuch auch die Wirkung des Stallmistes zu erfassen. Hiezu ergab sich für Boden A dadurch die Möglichkeit, daß derselbe auch in einem Nachbarbetriebe auf größerer Fläche vorkommt, auf der animalische Düngung gegeben werden kann und auch tatsächlich regelmäßig gegeben wird. Es gelang einen Teil dieser Fläche für einen Kartoffelanbauversuch zur Verfügung gestellt zu erhalten und parallel dazu auf dem Versuchsbetrieb Kartoffeln derselben Sorte und Herkunft zum gleichen Termin ohne Stallmistdüngung in einem Parallelversuch anzubauen.

Für die Durchführung der Gefäßversuche stellte die Biol. Forschungsabteilung der Österr. Stickstoffwerke die erforderliche große Zahl von Mitscherlichgefäßen zur Verfügung und ermöglichte die Aufstellung der Gefäße auf ihrem Gelände. Hiefür sowie für die mustergültige Betreuung der Versuche sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

Ebenso schuldet die Arbeitsgemeinschaft der Landw.-chemischen Bundesversuchsanstalt in Linz, besonders deren Direktor Herrn Hofrat Dipl. Ing. Dr. EGON BURGASSER, großen Dank für die verständnisvolle Förderung der gesamten Arbeit. Die Anstalt hat nicht bloß die gesamten umfangreichen Analysen durchgeführt, sondern auch den Herren Dipl. Ing. Dr. SCHILLER und Dr. GUSENLEITNER die Mitwirkung an den Untersuchungen in dem durch das beträchtliche Arbeitspensum erforderlichen großen Umfange ermöglicht.

Um sichtbar werden zu lassen, welche Teilgebiete der Gemeinschaftsarbeit von deren einzelnen Mitgliedern geleistet wurden, wurde beschlossen, die Ergebnisse in der Form zu veröffentlichen, daß die einzelnen Mitarbeiter über ihre Arbeiten in selbständigen Publikationen berichten, die sich an diese einleitenden Ausführungen anschließen.

In diesem Sinne berichtet H. SCHILLER anschließend über die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen, wobei er auch auf die Standortsverhältnisse des Versuchsbetriebes eingeht. J. GUSENLEITNER beschreibt die Feldversuche und erörtert deren Ergebnisse. S. BARBIER bearbeitet die Gefäßversuche. Da in diesen Arbeiten auch die angewandten Arbeitsmethoden angegeben und die Versuchsanlagen beschrieben werden, erübrigt es sich darauf hier näher einzugehen.

## II. Die Eigenschaften eines gemüsebaulich genutzten Bodens nach langjähriger Mineraldüngung ohne Stallmist

Von H. SCHILLER

Aus der Landw.-chemischen Bundesversuchsanstalt Linz  
Direktor Hofrat Dipl. Ing. Dr. E. BURGASSER

Als grundlegendes Unterscheidungsmerkmal des Bodens gegenüber dem Gestein und dessen Verwitterungsprodukten ist sein Gehalt an organischer Substanz anzusehen. Ihre Menge und Beschaffenheit im Boden hängt von einer Vielfalt an Faktoren ab, unter denen das Klima, das Ausgangsgestein und die Vegetation von entscheidender Bedeutung sind. Aber auch der Mensch kann tiefreichend in die Ab-, Um- und Aufbauprozesse der organischen Bodensubstanz eingreifen und so zu einer Verbesserung oder Verschlechterung der Fruchtbarkeit eines Standortes beitragen. Ein Beispiel hierfür bilden seit jeher die gartenbaulich genutzten Böden, wo durch die Zufuhr reichlicher organischer Düngung bedeutende Leistungssteigerungen erzielt werden. Gartenbaubetriebe mit alleiniger Mineraldüngung sind selten anzutreffen, weshalb das Angebot, in einer Gemeinschaftsarbeit die bodenkundlichen Untersuchungen eines solchen zu übernehmen, mit großem Interesse aufgegriffen wurde. Wie schon einleitend von H. FRANZ erwähnt, kann diese Gärtnerei seit zwei Jahrzehnten keinen Stallmist mehr geben, der als Ersatz für die, infolge der intensiven Hackfruchtkultur, rasch abgebaute organische Substanz erforderlich wäre. Trotz reichlichen Nährstoffangebotes stellten sich Ertragsschäden ein, die auf die Bedeutung des Stallmistes als Bodendünger hinweisen. Eine Verschlechterung bestimmter, mit der organischen Substanz in Zusammenhang stehenden Bodeneigenschaften war deshalb anzunehmen, und es wurde versucht, deren Änderungen durch Laboratoriumsuntersuchungen zu erfassen. Zu diesem Zwecke wurde ein der Gemüseparzelle nächstgelegenes Ackergrundstück mit normaler landwirtschaftlicher Bewirtschaftung herangezogen und der Boden nach denselben Methoden untersucht. Um die Streuung der Analysenwerte, die durch eine vielleicht doch nicht vollkommene Gleichmäßigkeit der Bodenbeschaffenheit verursacht ist, kennenzulernen, wurden sowohl auf der Gemüse- als auch auf der Ackerparzelle je vier Teilstücke in einer Größe von 100 m<sup>2</sup> ausgemessen, von ihnen Mischproben entnommen und getrennt untersucht. Von den wichtigsten Analysenergebnissen wurden die Mittelwerte und deren Streuung berechnet.

Zu erwähnen wäre noch, daß auf der Gemüseparzelle im Jahre 1955, vor der Probeentnahme, Krautarten und 1959 Tomaten, auf dem Acker zu den gleichen Zeiten Klee bzw. Futterrüben angebaut waren. Die Handelsdüngung lag auf dem Grundstück der Gärtnerei mit 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 240 kg K<sub>2</sub>O/ha und 160 kg N/ha um fast das 3-fache höher als auf jenem des landwirtschaftlichen Betriebes. Die Gemüseparzelle erhielt als Ersatz für den fehlenden Stallmist 1953 120 q/ha selbst hergestellten Kompost, i. J. 1956 Lupine und 1958 Pferdebohne als Gründüngung. Die letzten Stallmistdüngungen in der Höhe von 300 q/ha zum Acker erfolgten 1953 und 1958; es waren somit 2 bzw. 1 Jahr bis zur ersten bzw. zweiten Bodenprobeentnahme verflossen. Als Erhaltungskalkung wurden der Gartenparzelle i. J. 1953 1500 und dem Acker 1958 2000 kg/ha Mischkalk gegeben.

Die Untersuchungen im Laboratorium erstreckten sich auf die Feststellung des Struktur-, Reaktions-, Sorptions- und Nährstoffzustandes der Böden bei einer eingehenden Charakterisierung der organischen Substanz. Vorher wurde das Gelände in entgegenkommender Weise von Herrn Prof. Dr. H. FRANZ abgebohrt und Profile aufgenommen, um nicht ungleiche Bodenbildungen miteinander zu vergleichen. Zum besseren Verständnis der angetroffenen Bodenformen wird es angebracht sein, zuerst die geographischen, geologischen und klimatischen Voraussetzungen des Standortes kurz zu erläutern.

## Standortsbeschreibung

Der überwiegende Teil der gärtnerischen und landwirtschaftlichen Nutzfläche liegt auf der Niederterrasse der Donau im Bereich von Linz/Urfaehr. Auf den fluvioglazialen Schottern der Niederterrasse liegen sandige und lehmige Deckschichten, die überwiegend Material aus dem benachbarten Kristallin enthalten. Im nordwestlichen Teil des Betriebes ist auf diese Deckschichten kolluviales Material, vorwiegend aus Löß, aufgelagert. Die für die Feldversuche ausgewählten Flächen sind fast eben. Die Seehöhe beträgt ca. 250 m. Der Grundwasserspiegel schwankt zwischen 9 und 17 m und zeigt eine größere Abhängigkeit von den Niederschlägen als vom Wasserstand der Donau. Auf Grund seiner Tiefe ist ein Einfluß auf die Vegetation auszuschließen.

Das Klima ist einer der wirksamsten Faktoren in der Bodenentwicklung. Zum besseren Verständnis der vorgefundenen Bodenbildung seien deshalb aus dem Zeitraum 1901 bis 1950 die wichtigsten meteorologischen Daten der Station Linz angeführt. Jährliche Niederschlagssumme 844 mm, Jahrestemperatur 9,1<sup>0</sup> C, relative Luftfeuchtigkeit 75 %. Die dauernde Schneedecke liegt im Mittel 29 Tage und in der Wachstumszeit (April—September) ist mit 543 mm Niederschlag zu rechnen. Im 50-jährigen Durchschnitt wurden 273 frostfreie Tage, davon 231 mit einer Temperatur über 5<sup>0</sup> C festgestellt. Aus den angeführten Klimafaktoren ist die beherrschende Rolle der Niederschläge für die im Boden ablaufenden Verwitterungsvorgänge klar ersichtlich und es drückt sich dies besonders deutlich in einer Verlagerung des Rohtones bei den leicht tagwasservergleyten Sols bruns lessivés aus.

## Profilbeschreibungen

### Gemüseparzelle A

Leicht tagwasservergleyter Sol brun lessivé auf grobsandig-grusigem, saurem, silikatischem Schwemmaterial.

Ap	0—23 cm	humoser sandiger Lehm, sehr schwach grusig, schwach gekrümelt, Farbe 10 YR 4/2, übergehend in
AB	23—35 cm	schwach humoser sandiger Lehm, schwach grusig, in Regenwurmkanälen stärkerer Humusgehalt, Struktur undeutlich granulär, übergehend in
B	35—75 cm	noch gut durchwurzelter Lehm mit wechselndem, überwiegend schwachem Grusgehalt, undeutlich granulär, Farbe 10 YR 4/4, mäßig dicht gelagert, übergehend in
Bg	75—125 cm	humusfreier sandiger Lehm bis lehmiger Sand, Grus mit der Tiefe zunehmend, schwache Reduktionserscheinungen und größere Eisenkonkretionen, Durchwurzelung und Regenwurm-tätigkeit bis auf 100 cm feststellbar. Farbe 10 YR 5/4—4/4, ziemlich dicht gelagert, Einzelkornstruktur, übergehend in
D	ab 125 cm	toniger Sand, Farbe 2,5 Y 4/4.

### Gemüseparzelle B

Braunerde auf kalkfreiem Kolluvium, vorwiegend Löß, frei von Grus und Steinen.

Ap	0—25 cm	humoser schluffiger Lehm, undeutlich feinkrümelig, Farbe 10 YR 3/3—4/2, übergehend in
A(B)	25—35 cm	schwach humoser schluffiger Lehm, ziemlich dicht lagernd, rasch übergehend in
(B)	35—80 cm	humusfreier schluffiger Lehm, in einzelnen Schichten auffällig dicht lagernd, Farbe 10 YR 4/4.
(B)g	80—100 cm	schluffiger Lehm, dicht lagernd mit stecknadelkopf-großen, schwarzbraunen Konkretionen.
C	ab 100 cm	Kolluvium mit einem kalkfreien Lößanteil.

### Ackerparzelle

Schwach tagwasservergleyter Sol brun lessivé auf grobsandig-grusigem Material des kristallinen Sedimentes.

Ap	0—23 cm	humoser, sandiger Lehm, sehr schwach grusig, gekrümelt, Farbe 10 YR 4/2, übergehend in
AB	24—29 cm	hellgrau-brauner, schwach humoser, sandiger Lehm, locker gelagert und gekrümelt, übergehend in

B	30–50 cm	schwächst humoser, sandiger Lehm, mit wenigen stecknadelkopfgroßen Eisenkonkretionen, noch gute Durchwurzelung, granulär, mäßig dicht gelagert, Farbe 10 YR 4/4, übergehend in
Bg	50–85 cm	humusfreier sandiger Lehm, schwach grusig, von wenigen Wurmgängen durchzogen, granulär*, mit der Tiefe zunehmende Reduktionsfarben und größere Rostflecken, ziemlich dicht gelagert, Farbe 10 YR 5/4–4/4, übergehend in
Cg	85–160 cm	stark rostfleckiger tonig-lehmiger Sand, mit der Tiefe zunehmender Grusgehalt, ohne Durchwurzelung und biologische Tätigkeit. Einzelkornstruktur, dicht gelagert, Farbe 2,5 Y 4/4–10 YR 4/4, übergehend in
D	ab 160 cm	toniger Sand ohne Eisenbewegung, mit einem Tagwasserstau bei 180 cm, Farbe 2,5 Y 4/4.

\* Scharfkantig-blockige Aggregate in lockerer Lagerung.

Nach dem Profilaufbau der Böden besteht kein grundsätzlicher Unterschied zwischen der Gemüseparzelle A und dem Acker, weshalb die Vergleichsflächen für die eingehenden bodenkundlichen Untersuchungen auf diese beiden Grundstücke gelegt wurden. Wegen der anders gearteten Bodenentwicklung auf dem kalkfreien Lößkolluvium war es notwendig, die Gemüseparzelle B für eigene Feld- und Gefäßversuche auszuscheiden.

Vor der Erläuterung der Analyseergebnisse der Vergleichsflächen sollen noch die Untersuchungsergebnisse der Profile näher besprochen werden.

### Auslegung der Analysendaten der Profile

Viele wichtige Eigenschaften des Bodens werden von seiner Textur bestimmt und es ist deshalb erforderlich, die Ergebnisse der mechanischen Bodenanalyse, siehe Tab. 1 und 2, vorerst zu erläutern. Die Korngrößenzusammensetzung der Proben wurde mittels der Schlämmanalyse nach J. KOPETZKY in Verbindung mit der Aräometermethode nach A. CASAGRANDE ermittelt; die Vorbereitung der Proben geschah nach der internationalen Vorbehandlungsmethode B (Methodenbuch). Zur weiteren Charakterisierung der Bodenproben erfolgten Karbonatbestimmungen nach SCHEIBLER (Methodenbuch) und die Feststellung des Humusgehaltes nach A. WALKLEY und J. ARMSTRONG. Unter Zuhilfenahme der erhaltenen Analysenwerte und der Nomenklatur von B. RAMSAUER sind die A- und B-Horizonte der Sols bruns lessivés als sandige Lehme anzusprechen, die auf einem tonigen Sand, der mit der Tiefe einen zunehmenden Grusgehalt aufweist,

Tabelle 1

Die Textur der Bodenprofile

Bezeichnung	Mächtigkeit des Horizontes in cm	Korngrößen in mm und % Kopecky				Casa-grande < 0,002	CaCO <sub>3</sub> %	Humus %	Bodenart
		2–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	< 0,01				
<b>Gemüseparzelle A</b>									
Ap	0–23	32,4	9,8	23,2	34,6	11,5	0,2	2,22	hsl
B	23–75*	25,2	9,6	26,0	39,2	20,1	0,2	0,55	sl
Bg	75–125	29,6	8,4	26,4	35,6	16,2	0	0,39	sl
D	ab 125	73,6	3,0	7,4	16,0	6,8	0	0,36	ts
<b>Gemüseparzelle B</b>									
Ap	0–25	18,6	13,6	40,8	27,0	12,5	0	2,4	l
A(B)	25–35	17,8	12,2	39,6	30,4	12,1	0	1,0	l
(B)	35–80	17,2	12,6	41,2	29,0	16,0	0	0,6	l
(B)g	80–100	20,4	12,8	35,2	31,6	16,3	0	< 0,36	sl
C	ab 100	36,2	12,8	24,6	26,4	13,3	0	< 0,36	sl
<b>Acker</b>									
Ap	0–23	31,6	9,4	24,8	34,2	14,3	0	2,62	hsl
B	23–50**	22,6	9,6	28,2	39,6	18,5	0	0,97	sl
Bg	50–85	22,2	9,4	26,2	42,2	20,2	0	0,53	sl
Cg	85–160	40,8	8,0	19,2	32,0	15,0	0	< 0,36	ts
D	ab 160	71,0	7,8	9,0	12,2	8,1	0	< 0,36	ts

Tabelle 2  
Der Kolloidzustand der Bodenprofile

Bezeichnung	Mächtigkeit der Horizonte in cm	Kolloidfractionen in ccm						Koagulationsfaktor K	Stabilitätsfaktor St	Kolloidbeweglichkeit (in Ohm <sup>-1</sup> $\frac{1}{K+St}$ pro/cm <sup>-1</sup> )	Leitfähigkeit (in Ohm <sup>-1</sup> $\cdot 10^{-8}$ )
		Wasser			0,2 % Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>						
		I	II	III	I	II	III				
<b>Gemüseparzelle A</b>											
Ap	0-23	0,7	0,7	0,4	1,0	1,4	1,0	1,4	2,2	0,28	68
B	23-75*	2,7	4,0	0,7	3,6	3,8	2,8	1,3	1,4	0,37	63
Bg	75-125	2,7	Sp.	Sp.	1,3	3,6	3,3	0,5	< 100	< 0,01	79
D	ab 125	1,3	0,7	Sp.	1,5	0,8	0,7	1,1	2,1	0,31	48
<b>Gemüseparzelle B</b>											
Ap	0-25	1,2	0,9	0,7	2,7	1,4	0,9	2,2	1,4	0,28	68
A(B)	25-35	1,3	1,5	0,8	2,4	1,2	0,8	1,8	0,9	0,48	75
(B)	35-80	1,0	2,6	1,8	3,3	1,5	1,3	3,3	0,6	0,24	62
(B)g	80-100	0,2	1,0	4,0	1,9	1,7	1,6	10,0	0,7	0,09	62
C	ab 100	1,0	1,7	1,2	1,6	0,8	0,7	1,6	0,4	0,50	62
<b>Acker</b>											
Ap	0-23	0,6	0,8	0,6	0,9	1,4	1,8	1,5	2,3	0,26	50
B	23-50**	2,4	1,3	Sp.	2,4	3,2	3,0	1,0	4,8	0,17	44
Bg	50-85	3,8	0,5	Sp.	2,2	3,5	2,9	0,6	12,8	0,07	75
Cg	85-160	Sp.	0,4	0,9	3,2	3,5	2,0	1,0	3,9	< 0,01	39
D	ab 160	-	-	-	2,0	1,7	1,6	1,0	1,0	< 0,01	35

\* Bodenprobe entnommen aus 35-75 cm.

\*\* Bodenprobe entnommen aus 30-50 cm.

auffliegen. Hervorzuheben ist der hohe Rohtongehalt, der für die autochthonen Verwitterungsböden des Mühlviertels charakteristisch ist und hier in den Profilen auf den kristallinen Sedimenten eine auffallende Verlagerung mit der Tiefe zeigt. In der Korngrößenverteilung sind demnach die Vergleichsprofile der Gemüseparzelle A und des Ackers weitgehend ähnlich. Dagegen weist das Profil des ersteren Standortes in den zwei obersten Horizonten einen schwachen Karbonatgehalt von 0,2% auf, welcher vermutlich auf eine starke Zufuhr kalkreicher Düngemittel zurückzuführen ist. Nicht parallel laufen die Humuswerte in den Profilen, da sie in allen Horizonten der Gemüseparzelle etwas niedriger liegen; auf die Ursache dieses Unterschiedes wird noch später zurückzukommen sein. Im Gegensatz zu den Sols bruns lessivés (Gemüseparzelle A und Acker) weist die Braunerde auf dem kalkfreien Lößkolluvium bis zum (B)<sub>g</sub>-Horizont herab einen hohen Staubsandanteil (0,05-0,01 mm) auf. Die Rohtonwerte zeigen wohl auch hier eine Zunahme mit der Tiefe, doch sind sie im (B)-Horizont nicht 1,5mal so groß wie im A-Horizont. Entsprechend dem Vorschlag von P. KUNDLERS wurde daher das Profil der Gemüseparzelle B zu den Braunerden eingestuft. Der Humusgehalt ist im Braunerde-Profil bis zum (B)-Horizont höher als in jenem der Gemüseparzelle A und weist somit auf kolluviale Umlagerungen des Materials hin.

Zur weiteren Kennzeichnung der Böden wurde in der Tab. 2 ihr Kolloidzustand angegeben, worunter das Mengenverhältnis des im Wasser beweglichen Anteils der sekundären Tonminerale ( $< 0,2 \mu$ ) zu jenem, der sich in einer 0,2% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung dispergieren läßt, zu verstehen ist. Die Methodik dieses Untersuchungsverfahrens ist in den Tätigkeitsberichten der Landw.-chemischen Bundesversuchsanstalt Linz, L/1, LX/4 beschrieben. Im Gegensatz zum Rohton ist der Gehalt an kolloidalem Ton, dem eigentlichen Träger des Sorptionsvermögens im Boden, nicht hoch anzusetzen. So wurden z. B. bei den fruchtbaren Sols bruns lessivés des westlichen Alpenvorlandes in den Ap-Horizonten Summen der drei Lithiumfraktionen bis zu 13,5 cm<sup>3</sup> ermittelt, während

sie in der Krume der Gemüseparzelle A nur 3,4 bzw. am Acker 4,1 cm<sup>3</sup> erreichten. Infolge der intensiven Verwitterung und Verlagerung findet man im B-Horizont der Gemüseparzelle A die größte Menge an kolloidalem Ton, sowohl bei der Wasser- wie auch bei der Lithiumfraktion. Die Kolloidbeweglichkeit ist besonders im Oberboden dieser Gemüseparzelle groß, im B<sub>g</sub>-Horizont dagegen infolge des größeren Elektrolytgehaltes, wie die Leitfähigkeitswerte in der Tab. 2 zeigen, kleiner. Im Profil der Ackerparzelle ist eine noch stärkere Verlagerung der hochdispersen Verwitterungsprodukte bis in den C<sub>g</sub>-Horizont wahrzunehmen und dürfte dies seine Begründung in der größeren Bodenversauerung haben, siehe Tab. 4. Beim Kolloidzustand fällt die bessere Koagulation des Feintones in allen Horizonten der Braunerde (Gemüseparzelle B) auf. Dagegen ist seine Stabilität geringer als in den Sols bruns lessivés und gibt so einen Hinweis auf nur schwach ausgebildete Konkretionen.

Bevor auf die Bodenazidität mit ihrer großen Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenentwicklung eingegangen wird, möge an Hand der Tab. 3 die Grobstruktur der Bodenprofile zur Besprechung gelangen. Nach den Arbeiten von LEE (zitiert bei H. FRANZ) und anderen Forschern sind auf humosen sandigen Lehmböden die günstigsten Wachstumsbedingungen bei einem Porenvolumen von 50–54% gegeben, wobei dieses je zur Hälfte mit Wasser und Luft gefüllt sein soll. Die geforderten Verhältnisse bezüglich

Tabelle 3

Die Grobstruktur der Bodenprofile und die Ermittlung der Rk.

Bezeichnung	Mächtigkeit des Horizontes in cm	Erd- Volumen in	Wasser- Volumen in	Luft- %	Poren- Vol. %	träg bewegliches H <sub>2</sub> O in	normal Vol. %	leicht H <sub>2</sub> O in	Note der Wasser- ergiebigkeit
Gemüseparzelle A									
Ap	0–23	46	34	20	54	18	18	18	4
B	23–75*	53	34	13	47	17	17	13	4
B <sub>g</sub>	75–125	58	35	7	42	16	16	10	4
D	ab 125	53	16	31	47	13	13	21	3
Gemüseparzelle B									
Ap	0–25	59	35	6	41	16	16	9	4
(B)	35–80	59	31	10	41	14	14	13	3
(B) <sub>g</sub>	80–100	58	31	11	42	14	14	14	3
C	ab 100	61	31	8	39	14	14	11	3
Acker									
Ap	0–23	51	36	13	49	18	18	13	4
B	23–50**	51	35	14	49	17	17	15	4
B <sub>g</sub>	50–85	54	35	11	46	18	18	10	4
C <sub>g</sub>	85–160	56	31	13	44	14	14	16	3
D	ab 160	51	31	18	49	13	13	23	3

des Porenvolumens werden in den A<sub>p</sub>-Horizonten bei der Gemüseparzelle A und beim Acker erreicht. Das Mehr an Hohlräumen bei der Gemüseparzelle A dürfte daher rühren, daß in der Zeit der Probenahme die Winterfurche noch nicht bearbeitet war. Das Porenvolumen nimmt in den beiden Profilen in den B<sub>g</sub>-Horizonten gleichsinnig ab. Die Verringerung des Hohlraumvolumens führte zu einer Verschlechterung des Luftaushaltes und zu einer Verminderung der Versickerungsgeschwindigkeit des Niederschlagswassers in der betreffenden Bodenschichte. Alle die genannten Faktoren trugen zur Ausbildung von leicht tagwasservergleyten Horizonten in den Profilen auf den Lockersedimenten aus vorwiegend kristallinem Feinschutt bei. Im tonigen Sand des Untergrundes, mit Ausnahme der Gemüseparzelle B, kann wieder eine lebhaftere Wasserbewegung angenommen werden, da ein größeres spannungsfreies Porenvolumen vorhanden ist. Infolge

der im Boden noch vorhandenen Winterniederschläge liegt der ermittelte Wassergehalt bei den naturfeuchten Proben sämtlicher Horizonte aller untersuchten Profile um 10% über der geforderten optimalen Größe von 25 Volumsprozentsen; die Werte dürften ungefähr der Feldkapazität entsprechen.

Die Profiluntersuchungen mit Hilfe der Stechzylinder ermöglichten außerdem noch die Berechnung der nutzbaren Regenspeicherung des Bodens. Diese soll nach F. SEKERA 400 mm erreichen, um die über Winter gefallenen Niederschläge im Wurzelraum für die Vegetation speichern zu können. Um diese Zahl zu erhalten, ist es notwendig, das träg bewegliche, für die Pflanzen nicht nutzbare Wasser mit Hilfe des kritischen Wassergehaltes (F. SEKERA), zu ermitteln. Für die drei Profile ergab sich eine biologisch nutzbare Regenspeicherung von ungefähr 300 mm. Der Wasserbedarf der Pflanzen kann daher auf keiner der Vergleichsparzellen vollauf befriedigt werden.

Mit der Ermittlung des Reaktionszustandes des Bodens erhält man einen wertvollen Maßstab für dessen Fruchtbarkeit, da der Säuregrad in seiner Wirkung oft alle anderen Faktoren überdeckt. Im neutralen Reaktionsbereich bietet der Boden die günstigsten Voraussetzungen für die chemischen und biologischen Umsetzungen. Es wird daher im Ackerbau vor allem anderen danach getrachtet, die Versauerung der landwirtschaftlichen Nutzflächen hintanzuhalten, welche im humiden Klima eine stete Gefahr darstellt. Mit den Niederschlägen wird vor allem das Ca-Ion ausgewaschen, wozu noch der Entzug anderer Kationen durch die Ernten tritt. Je feuchter die Witterung, je höher die Ernten und je basenärmer das Gestein, umso größer ist die Gefahr einer Bodenversauerung; all diese Faktoren treffen verstärkt für den untersuchten Standort zu. Die aktuelle Azidität des Bodens wurde mittels des pH-Wertes, die potentielle durch Titration ermittelt. In die Tab. 4 sind deshalb nicht nur die Ergebnisse der pH-Bestimmungen aus den H<sub>2</sub>O-, n/KCl- und n/Kalziumacetatsuspensionen, sondern auch die Titrationswerte der Austauschsäure und hydrolytischen Säure aufgenommen. Die Untersuchungen zeigen, daß die Bodenreaktion im Ap-Horizont der Gemüseparzelle A etwas günstiger liegt als beim Vergleichsprofil. Auf Grund des pH/nKCl-Wertes von 5,80 ist der Reaktionszustand

Tabelle 4  
Die Reaktionsverhältnisse der Böden

Bezeichnung	Mächtigkeit des Horizontes in cm	H <sub>2</sub> O	pH in n/KCl	n/Calcium acetat	A. S. y <sub>1</sub>	H. S. y <sub>1</sub>	AK y <sub>1</sub>	AK-min mval/100 g
<b>Gemüseparzelle A</b>								
Ap	0 - 23	7,00	5,80	6,70	0,3	10,6	14,6	8,3
B	23 - 75*	5,70	3,90	6,60	1,9	14,5	13,7	—
Bg	75 - 125	5,40	3,60	6,20	6,2	20,5	13,7	—
D	ab 125	5,40	3,60	6,30	2,5	15,5	6,2	—
<b>Gemüseparzelle B</b>								
Ap	0 - 25	7,10	6,50	6,70	1,2	8,1	15,2	8,0
A(B)	25 - 35	6,90	5,80	6,50	1,2	8,1	10,0	—
(B)	35 - 80	6,10	4,70	6,20	0,6	12,5	10,0	—
(B)g	80 - 100	5,90	4,50	6,20	0,6	13,7	8,7	—
C	ab 100	5,70	4,10	6,20	1,2	15,6	8,7	—
<b>Acker</b>								
Ap	0 - 23	6,10	5,20	6,30	0,6	15,0	13,1	7,2
B	23 - 50**	5,40	4,10	6,10	1,2	17,5	12,5	—
Bg	50 - 85	5,30	3,70	6,20	2,5	17,0	11,2	—
Cg	85 - 160	5,10	3,60	6,20	5,6	13,5	8,7	—
D	ab 160	5,10	3,60	6,20	3,0	15,5	6,2	—

\* Bodenprobe entnommen aus 35 - 75 cm.

\*\* Bodenprobe entnommen aus 30 - 50 cm.

in der Krume der Gartenparzelle als schwach sauer, dagegen auf dem Acker (pH 5,2) als sauer anzusprechen. Auffallend hoch liegt der Titrationswert der hydrolytischen Säure bei der Probe aus der Ackerkrume. Die günstigen Reaktionsverhältnisse der Gemüseparzelle weisen auf eine intensive Kalkdüngung hin, deren Einfluß auch bei der Humusqualität zur Geltung kommt. Die intensive Kalkdüngung reichte jedoch nicht aus, den Reaktionszustand im Unterboden zu verbessern. Aus den Titrationswerten der hydrolytischen Säure, sowie aus den pH-Werten der Kalziumacetatsuspensionen (Methodenbuch) ist nämlich bei beiden Profilen ein nicht zu vernachlässigender H-Ionenbelag in den B und Bg-Horizonten zu erkennen. Übersichtsweise ergibt sich ein Sättigungsgrad (V-Wert) von nur rund 20% in den tieferen Horizonten der Gemüseparzelle A und am Acker. Im Reaktionszustand unterscheidet sich die Braunerde auf dem kalkfreien Lößkolluvium grundsätzlich durch die niedrigeren  $y_1$ -Werte der Austauschsäure (A. S.) und die höheren pH-Zahlen in der n/KCl-Suspension von den Sols bruns lessivés. Die Verwitterung hat also hier bei weitem noch nicht so viele Al-Ionen, die bekanntlich pflanzenschädlich sind, freigesetzt, wie in den Unterböden auf den kristallinen Sedimenten.

Entsprechend der Herkunft des Bodens (kolluviale Ablagerungen aus dem benachbarten Kristallin) ist die Austauschkapazität (AK) niedrig. Daraus ist eine gewisse Empfindlichkeit gegen Düngungsmaßnahmen abzuleiten, welche durch die Zufuhr organischer Düngemittel zu mildern wäre. Bisher aber konnte die Austauschkapazität des Bodens weder durch die Stallmistzufuhr auf der Ackerparzelle, noch durch die Torf- und Kompostgaben in der Gärtnerei gehoben werden. Die Ursache dürfte in einem Mangel an sekundären Tonmineralen, welche zum Aufbau der Ton-Humuskomplexe erforderlich sind, beruhen. Die T-Werte wurden mittels der Methode RIEHM-ULRICH bestimmt.

#### Nähere Charakterisierung der Vergleichsproben aus den Ap-Horizonten

Die Intensitätsstufe der Düngung spiegelt sich im Gehalt des Bodens an pflanzenaufnehmbaren Nährstoffen wider, wie man aus den Untersuchungen auf die Düngedürftigkeit landwirtschaftlicher Nutzflächen immer wieder ersehen kann. Um auch in dieser Hinsicht ein Urteil abgeben zu können, wurden die Mischproben der Teilstücke, u. zw. getrennt von beiden Vergleichsflächen, auf ihren Gehalt an pflanzenaufnehmbarer Phosphorsäure, austauschbarem Kali und Magnesium, aktivem Mangan nach P. SCHACHTSCHABEL und im Heißwasserextrakt auf Bor (Methodenbuch) untersucht. In der Tab. 5 sind die betreffenden Mittelwerte für die Vergleichsflächen angeführt. Als Bestätigung der vorangegangenen Ausführungen liegen die Nährstoffzahlen bei der Gemüseparzelle höher als beim Acker, u. zw. auch hier als Folge einer stärkeren Mineraldüngung. Besonders mit Phosphorsäure muß die Gemüseparzelle als sehr gut und der Acker nur

Tabelle 5  
Der Nährstoffzustand der Böden

Bezeichnung	Untersuchungs-jahr	pH/KCl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O	Mg	Mn	Bor mg/1000 g
Gemüseparzelle A	1955	6,4	> 25	18	—	—	—
Vergleichsteilstücke 1-4							
Acker		5,2	19,8	12,5	—	—	—
Vergleichsteilstücke 1-4							
Gemüseparzelle A	1959	7,0	65	17	13	1,6	0,6
Vergleichsteilstücke 1-4							
Acker		5,8	17,8	18,5	9,5	3,5	0,3
Vergleichsteilstücke 1-4							

als gut versorgt angesehen werden. Im Gegensatz dazu ist die Gemüseparzelle mit nur 18 mg  $K_2O/100$  g Boden nicht ausreichend mit Kali versorgt, denn erst bei einem doppelt so hohen Gehalt könnte man sich auf eine Kali-Ersatzdüngung im Feldgemüsebau beschränken. Gegenüber dem Jahr 1955 hat sich beim Acker der  $K_2O$ -Gehalt um 6 mg erhöht, so daß dieser nurmehr schwach kalibedürftig ist. An austauschbarem Magnesium wiesen beide Flächen keinen so reichlichen Gehalt wie die übrigen Böden des öö. Alpenvorlandes auf. Überraschend niedrig liegt mit 0,6 bzw. 0,3 ppm der Gehalt an wasserlöslichem Bor, der für eine volle Ernährung von Gemüse im Garten- bzw. von Hackfrüchten im Ackerbau kaum ausreichen dürfte. Gleichfalls ist der Gehalt an aktivem Mangan für einen pH-Bereich von 7,0 als nicht hoch zu bezeichnen. In Übereinstimmung mit dem niedrigeren pH-Wert der Ackerparzelle nahm dort das aktive Mangan zu. Für die Gefäßversuche wurde eine Mischprobe aus den Krümen von den Feldversuchsflächen A und B entnommen, die Nährstoffbefunde sind in der Arbeit von S. BARBIER, Tab. 9 angegeben.

Wegen des Fehlens der Stallmistdüngung ist den Analyseergebnissen über den Humuszustand der Gemüseparzelle eine besondere Bedeutung beizumessen. Es wurde deshalb versucht, neben der Ermittlung des Gesamtgehaltes an organischer Substanz auch die Humusqualität näher zu charakterisieren. Für dieses Vorhaben wurden die Humin- von den Nichthuminstoffen nach der Acetylbromidmethode von U. SPRINGER getrennt und weiters die Stabilitätszahl nach A. HOCK bestimmt. In der Tab. 6 ist außerdem noch der nach KJEHLDAL ermittelte Stickstoffgehalt des Bodens und die Krümelbeständigkeit nach F. SEKERA angeführt, da beide Werte in engstem Zusammenhang mit dem Humuszustand stehen.

Bei der Gegenüberstellung der Werte von der Tab. 6 fällt auf, daß die organische Substanz der Gemüseparzelle um 0,40% tiefer liegt als jene des Ackers. Dies kann aber nicht allein mit dem Mangel an Stallmist erklärt werden, da vom Stalldünger nach Angaben von K. MARWALD höchstens 5% dem mikrobiellen Abbau standhalten. Weiters ist bei einer durchschnittlichen Stallmistzufuhr von 120 q/ha und Jahr nach F. SCHEFFER

Tabelle 6  
Der Humuszustand der Vergleichsflächen

Bezeichnung	Mächtigkeit des Horizontes in cm	Untersuchungsjahr	Organ. Substanz %	echte Humusstoffe %	ZG	N %	C/N	Stabilitätszahl nach Hock	Krümelbeständigkeit
Gemüseparzelle A	0-23	1955	2,22 ± 0,06	0,87	39	0,14	9,2	1,65	3,2
		1959	2,21			0,13	9,8		4,8
Acker	0-23	1955	2,62 ± 0,05	0,80	31	0,14	10,8	1,09	3,8
		1959	2,48			0,14	10,2		3,8

nur eine jährliche Dauerhumusanreicherung von 0,02% anzunehmen. Im Vergleich zur Ackerparzelle, die alle 4 Jahre 300 q/ha Stallmist erhielt, müßte dies einen Verlust von rund 0,15 bis 0,20% organischer Substanz in 2 Jahrzehnten bedeuten. Der stärkere Humusabbau dürfte mit der intensiveren Hackkultur des Gartenbaubetriebes und mit der höheren Zufuhr an Kalkdüngemitteln zu erklären sein. Durch die Verschiebung der Bodenreaktion zum Neutralwert hin wird nämlich die abbauende Tätigkeit der Bodenbakterien, welche die leicht zersetzbare organische Substanz angreifen, verstärkt. Nicht parallel dazu verlief der Abbau an „echten“ Humusstoffen, da diese in ihrem Prozentgehalt bei der Gemüseparzelle schwach erhöht sind. Hiezu dürfte vor allem die Zufuhr an Kompost und Torf in der Gärtnerei beigetragen haben. In Verbindung damit steht

der günstigeren Zersetzungsgrad (ZG) und die höhere Stabilitätszahl von 1,67 des Humus bei der Gemüseparzelle A; beide Werte weisen auf die Bildung von Grauhuminsäuren hin.

Der Stickstoffgehalt von 0,14% kann nach F. WOHLTMANN für beide Vergleichsflächen als gut angesprochen werden, doch ist er auf der Gemüseparzelle in den letzten 5 Jahren schwach abgesunken. Das Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis (C/N), besonders jenes vom Acker, ist etwas höher als bei den übrigen Sols bruns lessivés auf den Niederterrassen Oberösterreichs (H. SCHILLER, V. JANIK); es schließt aber immerhin noch dystrophe Humusformen aus.

Eine Bestätigung für obige Auffassungen erbrachte die mikroskopische Beurteilung der Bodenfraktionen, welche durch die Abtrennungsmethode mit Hilfe des spezifischen Gewichtes nach S. HENNIN und L. TURC erhalten wurden.

Bezeichnung:	Prozentueller Anteil der Schwebemasse bei einer Dichte des Aufschwemmungsmittels von:				
	1,5	1,75	2,00	2,25	2,50
Gemüseparzelle A	2,0	1,8	3,7	7,1	85,4
Ackerparzelle	1,9	2,0	5,0	9,7	81,4

Die höheren Fraktionsprozentage der Probe vom Acker bei den Aufschwemmungsmitteln mit der niedrigeren Dichte geben einen Hinweis auf den höheren Anteil an nicht humifizierter Substanz in diesem Grundstück. Im Gegensatz dazu liegen sie bei der Gemüseparzelle tiefer, wobei noch hinzugefügt werden muß, daß hier bei den Rückständen von 1,5 und 1,75 im mikroskopischen Bild Reste von unverbrauchten kleinen Kohlenstücken zu sehen waren. Die Reserve an abbaufähiger organischer Substanz ist demnach bei der Gemüseparzelle geringer anzusetzen. Ebenso weisen diese Messungen, u. zw. wegen der höheren Fraktionsprozentage bei der Dichte von 2,5, auf eine mullartige Humusbildung bei der Gemüseparzelle hin. Von einer Wiederholung der qualitativen Humusanalyse wurde im Jahre 1959 abgesehen, da sich keine größeren Differenzen zwischen dem Gehalt an organischer Substanz und Stickstoff zu den Werten aus dem Jahre 1954 ergaben.

Der Mangel an biologisch abbaufähiger organischer Substanz äußert sich weiterhin auch in einer ungünstigen Krümelstabilität, siehe letzte Spalte der Tab. 6. Die biologische Aggregatbildung, die im Sinne von F. SEKERA als Lebendverbauung angesprochen wird, blieb wegen der unzureichenden Ernährung der Bodenorganismen — außer an Stallmist fehlt es an ausreichenden Stoppel- und Wurzelrückständen — und der im Gartenbau selten gegebenen Bodenbedeckung aus. Als Folge hat sich ein Gareschwund eingestellt, der zu einem Strukturverfall des Bodens führte.

#### Zusammenfassung

In einem Gemüsebaubetrieb, der zwei Jahrzehnte hindurch seine Grundstücke nur mit Mineräldünger, aber nicht mit Stallmist versorgen konnte, wurden eingehende bodenkundliche Untersuchungen vorgenommen. Auf Grund der Analysen können folgende Ergebnisse hervorgehoben werden:

1. Die auf der Niederterrasse der Donau liegenden Böden des Betriebes entwickelten sich zu leicht tagwasservergleyten Sols bruns lessivés (Gemüseparzelle A), wobei als Ausgangsmaterial vorwiegend Sedimente des benachbarten Kristallins in Betracht kommen. Neben diesem Bodentyp wurde im Norden des Gebietes eine Braunerde auf kalkfreiem Lößkolluvium (Gemüseparzelle B) vorgefunden.
2. Um die Änderungen der Bodeneigenschaften durch die fehlende Stallmistdüngung im Gemüsebaubetrieb feststellen zu können, wurde eine nächstgelegene Ackerparzelle mit normaler landwirtschaftlicher Bewirtschaftung in die bodenkundlichen Untersuchun-

gen mit einbezogen. Der Boden letzteren Standortes glich nicht nur im morphologischen Aufbau, sondern auch nach den Laboratoriumsresultaten weitgehend den anderen leicht tagwasservergleyten Sols bruns lessivés der Niederterrasse. Es war deshalb zulässig, zu den speziellen Untersuchungen Krumenproben von je 4 Vergleichsteilstücken des Ackers und der Gemüseparzelle A heranzuziehen.

3. Aus den Analysenergebnissen war ein Verlust an Nährhumus und eine geringe Krümelbeständigkeit infolge der fehlenden Stallmistdüngung bei den Krumenproben von der Gemüseparzelle A zu ersehen. Dagegen waren im Gehalt an schwer zersetzbarer organischer Substanz und in der Höhe der Austauschkapazität keine Änderungen gegenüber der Ackerparzelle zu verzeichnen. Hervorzuheben wäre, daß der Nährstoffzustand des Bodens im Gemüsebaubetrieb wesentlich günstiger lag als bei der landwirtschaftlich genutzten Fläche.
4. Der Boden der Gemüseparzelle B wies durch seinen geregelten Wasserhaushalt, besseren Reaktionszustand, höheren Grobschluff- und Humusgehalt, günstigere Eigenschaften als jener von der Parzelle A auf.

#### Literatur

- FRANZ, H.: *Feldbodenkunde*, Verlag Fromme, Wien 1959.
- HENIN, ST. et TURC L.: *Essais de fractionnement des matières organiques du sol*, Academie d'Agriculture de France, 1949.
- HERRMANN, R., R. THUN und E. KNICKMANN: *Handbuch der landwirtschaftl. Versuchs- und Untersuchungsmethode (Methodenbuch)*. Die Untersuchung von Böden, 1., 2. und 3. Aufl., Verl. Neumann, Radebeul, Berlin.
- HOCK, A.: Farbtiefen und Farbtonwerte als charakteristische Kennzeichen für Humusform und Humustyp in Böden nach neuen Verfahren. *Z. f. Bodenk. u. Pflanzenern.*, Bd. 2, (47), S. 304–315, Bd. 5 (5), S. 1–24, 1937.
- KUBIENA, W. L.: *Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas*, Verl. Enke, Stuttgart, 1953.
- KUNDLER, P.: Zur Charakterisierung und Systematik der braunen Waldböden. *Z. Pflanzenern., Düng., Bodenk.* 78 (123), 209–232, Verl. Chemie, Weinheim 1957.
- MAIWALD, K.: *Stand der stofflichen Untersuchung und Bewertung des Stalldüngers*. Landw.-Forsch., 6. Sonderh., Sauerländer Verl., Frankfurt 1955.
- RIEHM, H. und B. ULRICH: Schnelle Bestimmung der Kationensorptionskapazität, *Landw. Forsch.*, Bd. 6, S. 95, 1954.
- SCHACHTSCHABEL, P.: Die Umsetzung der org. Substanz des Bodens in Abhängigkeit von der Bodenreaktion und der Kalkform. *Z. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk.*, Bd. 61, (106), S. 146–163, 1953.
- SCHAEFFER, F.: *Humusdüngung und Humusanreicherung der Böden*. Der Forschungsdienst, Sonderh. 14, S. 60, Verl. Neumann-Neudamm, Berlin 1941.
- SCHILLER, H.: Die Kolloidbeweglichkeit in naturfeuchten und lufttrockenen Böden, *Festschrift z. 50-jähr. Bestand der Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz*, 1949.
- SCHILLER, H. und V. JANIK: Ein Beitrag zur Kenntnis der oberöstr. Böden. *Die Bodenkultur*, Bd. 10, S. 137, Verl. Fromme, Wien 1959.
- SCHILLER, H., F. BLÜMEL und V. JANIK: Die Mikromorphologie und der Kolloidzustand unterschiedlicher Bodentypen. *Festschrift LX/4 der Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz*, 1959.
- SEKERA, F.: *Die Ernährung der Pflanzen*, Bd. 28, S. 21, 1932.
- SKUTEZKY, R.: Zur Humusbestimmung in Böden. *Festschr. z. 50-jähr. Bestand der Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz*, 1949.
- TILL, A. und B. RAMSAUER: *Österreichische Bodenkartierung*, Wien 1937.
- WALKLEY, A. und J. ARMSTRONG: *Z. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. (Ref.)*, Bd. 37, S. 372, 1935.
- WOHLTMANN, F.: *Das Nährstoffkapital westdeutscher Böden*, Bonn 1901.

### III. Ergebnisse von Humusdüngungsversuchen im Feldgemüsebau auf unterschiedlichen Bodenformen

Von J. GUSENLEITNER

Aus der Landw.-chemischen Bundesversuchsanstalt Linz  
Direktor Hofrat Dipl. Ing. Dr. E. BURGASSER

#### 1. Fragestellung und Versuchsanlage

Für die Versuchsanlage stand im ausgewählten Betrieb kein Stallmist zur Verfügung und es konnten deshalb als Humusdüngervarianten nur solche mit Kompost und Vollhumen (Österr. Stickstoffwerke Linz) aufgenommen werden. Diesen beiden Prüfnummern wurde eine mineralische Volldüngung gegenübergestellt und mit einer vollkommen ungedüngten Prüfnummer ergänzt. Es ergaben sich somit folgende Düngungsvarianten:

1. ungedüngt
2. NPK Volldüngung mineralisch
3. NPK Volldüngung + Vollhumen
4. NPK Volldüngung + Kompost.

Über die Düngermengen bzw. Streutermine wird in einem eigenen Abschnitt noch eingehend berichtet.

Auf den Flächen des Betriebes werden, wie H. SCHILLER bereits ausführte, folgende zwei unterschiedliche Bodenformen angetroffen:

- a) Ein leicht tagwasservergleyter Sol brun lessivé auf saurem silikatischem Schwemmaterial = Gemüseparzelle A.
- b) Eine Braunerde aus Lößkolluvium = Gemüseparzelle B.

Auf diesen beiden Bodenformen gelangten jeweils die gleichen Versuche zur Durchführung.

Außer den unterschiedlichen Bodenformen wies auch die Krume der Parzelle B gegenüber jener von A eine andere Textur und einen höheren Humusgehalt auf. Wie die unterschiedlichen Ergebnisse zeigten, erhielt man gerade dadurch sehr interessante Hinweise über den Einfluß dieser Faktoren.

Auf den beiden Bodenformen wurde die Wirkung der Düngungsvarianten bei folgenden Früchten geprüft:

1. Kohlrabi
2. Rote Rüben
3. Buschbohne

4. Als Nachfrucht bei allen drei Gemüsearten Winterrettich und zwar im Herbst des selben Jahres.

Neben dem Ertrag bei den einzelnen Früchten wurde, soweit dies notwendig war, auch eine Qualitätssortierung vorgenommen und die Trockensubstanz bestimmt.

Die Versuchspartellen wurden für alle Versuchsfrüchte im ungeordneten Block mit fünf Wiederholungen je Düngungsvariante angelegt, wobei die Parzellengröße nach Art des Gemüses schwankte, sie betrug:

Kohlrabi:	Anlage: 8 Reihen, 5,10 m Länge
	Reihenentfernung 30 cm
	Abstand in der Reihe 30 cm
	Ernte: 6 Reihen
Rote Rübe:	Anlage: 6 Reihen, 3,75 m Länge
	Reihenentfernung 30 cm
	Abstand in der Reihe 15 cm
	Ernte: 4 Reihen

Buschbohne: Anlage: 6 Reihen, 5,00 m Länge  
Reihenentfernung 40 cm  
Abstand in der Reihe 20 cm

Ernte: 4 Reihen

Winterrettich: Anlage: Parzellengröße entsprechend der Vorfrüchte  
Reihenentfernung 30 cm  
Abstand in der Reihe 15 cm

Ernte: Bei allen Parzellen 4 Reihen mit 3,75 m Länge (entsprechend der kleinsten vorhandenen Prüfflächen, siehe Rote Rüben).

Bei Kohlrabi und Rote Rüben wurden gleichmäßig aufgewachsene Pflanzen aus dem Mistbeet des Betriebes auf das Feld gepflanzt. Buschbohnen und Winterrettich wurden feldmäßig ausgesät, letzte Frucht nach dem Auflaufen vereinzelt.

Außer den oben besprochenen Gemüseversuchen auf den beiden Bodenformen wurde noch ein Kartoffelversuch auf der Gemüseparzelle A mit zwei Düngungsstufen angelegt. Im Vergleich zu diesem wurde noch ein Parallelversuch mit gleicher Sorte und bleichem Saatgut (Sieglinde Original) und gleichen Düngungsstufen in ca. 200 m Entfernung auf gleichem Boden \*) jedoch im Nachbarbetrieb bei einer zusätzlichen Stallmistgabe von 300 dz/ha durchgeführt und die Erträge dem erstgenannten gegenübergestellt.

Bei diesen Kartoffelfeldversuchen betrug die Parzellengröße bei einer Reihenentfernung von 62,5 cm und einem Abstand in der Reihe von 35 cm, 25 m<sup>2</sup>. Geerntet wurden 12,5 m<sup>2</sup>.

Vorfrucht war auf der Gemüseparzelle A Spätkarfiol und am Acker des benachbarten landwirtschaftlichen Betriebes Sommergerste.

Nach der Ernte wurden entsprechende Mengen von den Krümen dieser beiden Standorte entnommen und in einem Gefäßversuch im darauffolgenden Jahr auf die Nachwirkung (Versuchsf Frucht Kohlrabi) geprüft. Die Ergebnisse brachten keine gesicherten Unterschiede zwischen den Böden, sodaß von ihrer Wiedergabe abgesehen werden kann.

## 2. Temperatur und Niederschlagsverhältnisse

Zur Charakterisierung des Witterungsverlaufes im Versuchsjahr werden in Tab. 1 die meteorologischen Durchschnittswerte angegeben.

Tabelle 1

### Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse

	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.
Niederschlag mm								
1959	-76	93	174	115	131	12	10	20
Ø 1901-1950	64	79	95	120	96	69	55	57
Temperatur C°								
1959	10,7	14,4	17,0	19,6	18,3	14,3	8,7	4,1
Ø 1901-1950	9,3	14,5	17,3	18,9	18,1	14,7	9,0	3,7

## 3. Die Höhe der Düngergaben und die Streutermine

Als Grunddüngung wurde zu allen Gemüseversuchen, mit Ausnahme der unge düngten Parzellen, am 2. und 3. April eine Grunddüngung, bestehend aus

1.400 kg Superphosphat = 240 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

1.300 kg Patentkali = 360 kg/ha K<sub>2</sub>O

verabreicht. Auch die Humusdünger u. zw.

\* Siehe H. SCHILLER: Ackerparzelle.

50 dz/ha Vollhumon = 930 kg C und 170 kg N

350 dz/ha Kompost = 1260 kg C und 105 kg N

wurden bei den entsprechenden Parzellen an diesen Tagen eingefräst.

Die Stickstoffdüngung wurde bei den Gemüseversuchen wie folgt festgelegt:

Bei Kohlrabi und Rote Rüben wurde bei der Prüfnummer 2 (NPK mineralisch)

750 kg Nitramoncal = 150 kg/ha N gegeben.

Auf Grund der chemischen Untersuchungen der organischen Düngermittel erhielt Vollhumon keine Ergänzungsdüngung, dagegen

Kompost zusätzlich 45 kg/ha N.

Außerdem bekamen alle Düngungsparzellen der Roten Rüben noch eine Kopfdüngung in der Höhe von 40 kg/ha N.

Zum Ausgleich für den Stickstoffgehalt in den organischen Düngemitteln erhielten bei den Buschbohnen nur die Parzellen mit der mineralischen P- und K-Grunddüngung noch 70 kg/ha N als Nitramoncal.

Bei den Winterrettichversuchen wurde nur nach Kohlrabi 60 kg/ha N ebenfalls als Nitramoncal verabreicht. Nach Buschbohnen und Rote Rüben haben die Versuche keine N-Düngung mehr erhalten. Die Streutermine für das Nitramoncal waren:

29. 4. 1959 Kohlrabiversuch auf Gemüseparzelle A,

5. 5. Kohlrabiversuch auf Parzelle B und

Buschbohnenversuche auf Parzelle A und B,

15. 5. 1959 Rote Rübenversuche auf Parzelle A und B,

25. 6. 1959 Kopfdüngung zu Rote Rüben,

17. 7. 1959 Winterrettich nach Kohlrabi.

Zu den beiden Kartoffelversuchen wurden Anfang April (2. 4. 1959) folgende Mineraldünger gegeben:

Prüfnummer I: 400 kg Superphosphat = 70 kg/ha  $P_2O_5$

300 kg Patentkali = 85 kg/ha  $K_2O$

200 kg schwefels. Amoniak = 40 kg/ha N

Prüfnummer II: 800 kg Superphosphat = 140 kg/ha  $P_2O_5$

600 kg Patentkali = 170 kg/ha  $K_2O$

400 kg schwefels. Amoniak = 80 kg/ha N.

#### 4. Auswertung der Feldversuche

Die Ertragsergebnisse der angelegten Feldversuche werden in der Folge tabellarisch wiedergegeben, wobei bei jeder Frucht die Sorte, sowie die Aussaat-, (Sä-) und Erntetermine bei den entsprechenden Bodenformen angegeben sind. Zu den Ertragszahlen, welche auf 1 Hektar umgerechnet wurden, sind die Relativprozente, sowie der Gehalt an Trockensubstanz vermerkt. Die Grenzdifferenz (GD) auf 5 % wurde varianzanalytisch errechnet.

Die angegebenen Qualitätsunterschiede wurden nicht varianzanalytisch ausgewertet sondern nur der Durchschnitt von den einzelnen Prüfnummern angegeben. Die Abstufung der Qualitätsgruppen bedeutet:

A ausgezeichnete Verkaufsqualität,

B mindere Qualität, jedoch mit Preisabschlag noch verkaufsfähig,

C für den Verkauf ungeeignet.

#### Kohlrabi

Sorte: Prager weißer Frühkohlrabi.

Parzelle A: Aussaattermin 29. 4. 1959

Parzelle B: Aussaattermin 5. 5. 1959

Tabelle 2

	Parzelle A			Parzelle B		
	Ertrag q/ha	rel. %	TS %	Ertrag q/ha	rel. %	TS %
1. ungedüngt	177,1	100,0	9,57	287,6	100,0	7,04
2. NPK - mineralisch	244,7	138,2	9,50	382,1	132,9	4,25
3. NPK + Vollhumon	269,6	152,2	9,96	328,6	114,3	4,05
4. NPK + Kompost	269,4	152,1	9,48	352,7	122,6	4,11
GD 5 %	45,7	19,0		47,9	14,2	

Tabelle 3

Qualitätsanteile bei Kohlrabi in % des Gesamterntegewichtes

	Parzelle A			Parzelle B		
	A	B	C	A	B	C
1. ungedüngt	20,0	41,7	38,3	38,4	30,3	31,3
2. NPK - mineralisch	33,7	9,0	57,3	46,9	19,7	33,4
3. NPK + Vollhumon	32,1	23,5	44,4	40,6	25,1	34,3
4. NPK + Kompost	33,9	19,3	46,8	41,6	17,9	40,5

Tabelle 4

Anteil des Erntegewichtes in % bei Kohlrabi bei den verschiedenen Ernteterminen

Erntetermin	Parzelle A			Parzelle B		
	12.6.	18.6.	25.6.	12.6.	18.6.	30.6.
1. ungedüngt	0,2	0,6	99,2	0,5	1,7	97,8
2. NPK - mineralisch	15,2	7,6	77,2	3,3	4,5	92,2
3. NPK + Vollhumon	6,8	5,1	88,1	1,6	3,0	95,4
4. NPK + Kompost	10,3	7,0	82,7	1,2	3,0	95,8

Bei dem leicht tagwasservergleyten Sol brun lessivé (Gemüseparzelle A) führen im Frischgewicht der Gesamternte die beiden Humusvarianten nicht gesichert gegenüber der mineralischen Volldüngung. Auf der Parzelle B (Braunerde auf Löß) verursachte vermutlich der leicht aufnehmbare Stickstoff der mineralischen Volldüngung eine wesentliche Ertragssteigerung (Tab. 2).

Die Qualitätsprozentage der A-Ware (Tab. 3) fielen bei der ungedüngten Vergleichsnummer bei dem leicht tagwasservergleyten Sol brun lessivé gegenüber den gedüngten Parzellen (33,9:20) stärker ab als bei Braunerde (46,9:38,4).

Die Ursache dieser Unterschiede ist vor allem das geringere Größenwachstum (Verschiebung zur Qualität B). Eine allgemeine Verminderung der Qualität war durch das stärkere Auftreten von Kohlgallrüsslern (*Ceutorrhynchus pleurostigma* MARSH) trotz Bekämpfung zu verzeichnen.

Bei Kohlrabi als einziger Versuchsfrucht wurden auch Frühernten durchgeführt. Die Ernteanteile zu den Terminen sind in Tab. 4 ersichtlich. Die unterschiedlichen Ausspflanztermine bei den beiden Versuchen wirkten sich deutlich auf die Erntemengen aus. Wie aus den Prozentzahlen zu entnehmen, erwies sich der frühe Anbauzeitpunkt bei Kohlrabi auf Parzelle A als vorteilhaft. Der Anteil an früh geernteter Ware ist nämlich im Vergleich zu Parzelle B wesentlich höher, obwohl die Gesamterträge hier bedeutend besser waren.

## Rote Rüben

Sorte: Rote Kugel.

Parzelle A und B: Ausspflanztermin 15. 5. 1959

Erntetermin 22. 7. 1959

Tabelle 5

	Ertrag q/ha	Parzelle A		Ertrag q/ha	Parzelle B	
		rel. %	TS %		rel. %	TS %
1. ungedüngt	245,1	100,0	9,40	363,5	100,0	10,40
2. NPK - mineralisch	371,8	151,7	9,70	519,3	142,9	10,29
3. NPK + Vollhumon	449,7	183,5	11,30	476,0	130,9	10,00
4. NPK + Kompost	404,9	162,2	10,00	445,8	122,6	9,30
GD 5 %	79,0	21,5		65,1	14,4	

Tabelle 6

Qualitätsanteile bei Roten Rüben in % des Erntegewichtes.

	Parzelle A		Parzelle B	
	A	C	A	C
1. ungedüngt	64,4	35,6	77,9	22,1
2. NPK - mineralisch	86,4	13,6	87,9	12,1
3. NPK + Vollhumon	84,0	16,0	87,7	12,3
4. NPK + Kompost	86,3	13,7	84,7	15,3

Bei den Roten Rüben sind die hohen Frischgewichtserträge ebenfalls auf die zusätzliche Stickstoffpädüngung zurückzuführen. Auch hier waren, wie beim Kohlrabi-versuch die Erträge auf der Braunerde wesentlich höher als auf dem leicht tagwasser-vergleichten Sol brun lessivé. Auch die Ertragsbildung bei den einzelnen Prüfnummern ist ähnlich. Während bei der Parzelle A die Prüfnummer mit Vollhumon gefolgt von jener mit Kompost ertragsmäßig an der Spitze liegt, war es bei der Parzelle B die mineralische Volldüngung ohne zusätzliche Humusdüngung (Tab. 5).

Die Aufnehmbarkeit des mineralischen Stickstoffes ist bei der Braunerde eindeutig besser und es kann die Erklärung durch die leichtere Wasserversickerung und den damit in Verbindung stehenden günstigeren Wasser- und Lufthaushaltes des Bodens gegeben werden. Die Qualitätsbeurteilung erstreckte sich bei dieser Gemüseart nur auf die Unterscheidung der A- und C-Ware. Mit Ausnahme der ungedüngten Prüfnummern, welche einen geringeren Anteil an Qualität A brachten, sind bei beiden Bodenformen bei allen Düngungsvarianten ähnliche Verhältnisse anzutreffen (Tab. 6).

### Buschbohnen

Sorte: Saxa

Parzelle A und B: Anbautermin 5. 5. 1959

Erntetermin 29. 7. 1959

Tabelle 7

	Ertrag q/ha	Parzelle A		Ertrag q/ha	Parzelle B	
		rel. %	TS %		rel. %	TS %
1. ungedüngt	97,4	100,0	19,83	101,6	100,0	11,78
2. NPK - mineralisch	108,4	111,3	18,44	103,2	101,6	12,12
3. NPK + Vollhumon	100,5	103,2	18,58	100,0	98,4	12,35
4. NPK + Kompost	93,6	96,1	18,37	95,1	93,5	12,71
GD 5 %	14,9	15,0		10,8	9,8	

Auf Grund ihrer Fähigkeit durch Knöllchenbakterien Stickstoff zu sammeln, ergaben sich bei den Buschbohnen keine gesicherten Ertragsdifferenzen zwischen den einzelnen Prüfnummern. Die Ergebnisse weisen somit auch auf eine Stickstoffwirkung bei der Ertragsbildung bei den anderen Versuchen hin.

Auffallend ist, daß selbst die mineralische Volldüngung keine signifikanten Mehrerträge bei beiden Versuchen gegenüber den ungedüngten Prüfnummern brachte. Nur durch die helle Blattfärbung während der Vegetationszeit waren die ungedüngten Parzellen gegenüber den anderen gekennzeichnet. Hervorzuheben wäre noch, daß die Erträge der Kompostvarianten in beiden Fällen unter denen der ungedüngten Flächen lagen (Tab. 7).

Der gut verrottete Kompost konnte den Mangel an Nährhumus und damit das Fehlen einer Quelle an leicht mineralisationsfähigen Stickstoff nicht ausgleichen. Hohe einmalige Mineralstickstoffgaben bilden aber keinen Ersatz, da sie einmal zu einer geringeren Haltbarkeit der gärtnerischen Produkte führen und zum anderen leicht ausgewaschen werden.

Abschließend sei noch bemerkt, daß die Erntezahlen sich auf die gepflückten Fisolen beziehen. Der Unterschied in der Trockensubstanz zwischen den Parzellen A und B ist auf eine bessere Reifung bei ersterer zurückzuführen.

### Winterrettich

Sorte: Münchner Weißer Bierrettich.

	Parzelle A	Parzelle B
Anbauertermin	17. 8. 1959	14. 8. 1959
Erntetermin	30. 10. 1959	29. 10. 1959

Tabelle 8

#### Vorfrucht Kohlrabi

	Ertrag q/ha	Parzelle A rel. %	TS %	Ertrag q/ha	Parzelle B rel. %	TS %
1. ungedüngt	194,6	100,0	11,3	298,2	100,0	11,1
2. NPK - mineralisch	229,3	117,8	11,3	280,4	98,8	11,2
3. NPK + Vollhumon	222,7	114,4	11,8	271,1	95,5	11,6
4. NPK + Kompost	224,0	115,1	11,8	286,2	96,2	11,4
GD 5 %	34,9	16,0		28,7	10,1	

Tabelle 9

#### Vorfrucht Rote Rüben

	Ertrag q/ha	Parzelle A rel. %	TS %	Ertrag q/ha	Parzelle B rel. %	TS %
1. ungedüngt	119,8	100,0	11,2	250,7	100,0	10,4
2. NPK - mineralisch	157,5	131,5	10,7	285,3	113,8	10,6
3. NPK + Vollhumon	152,0	126,9	11,4	266,2	106,2	10,1
4. NPK + Kompost	154,7	129,1	10,6	255,5	101,9	10,5
GD 5 %	27,5	18,8		55,8	21,1	

Tabelle 10

#### Vorfrucht Buschbohnen

	Ertrag q/ha	Parzelle A rel. %	TS %	Ertrag q/ha	Parzelle B rel. %	TS %
1. ungedüngt	173,8	100,0	10,7	284,0	100,0	10,1
2. NPK - mineralisch	192,9	111,1	11,0	294,6	102,9	10,4
3. NPK + Vollhumon	200,4	115,4	11,7	300,4	105,0	10,6
4. NPK + Kompost	182,7	105,1	11,4	265,7	92,6	10,6
GD 5 %	30,0	16,0		44,8	15,7	

Qualitätsanteile bei Winterrettich in % des Erntegewichtes

Tabelle 11  
Vorfrucht Kohlrabi

	Parzelle A		Parzelle B	
	A	B	A	B
1. ungedüngt	12,1	87,9	30,3	69,7
2. NPK - mineralisch	21,9	78,1	25,4	74,6
3. NPK + Vollhumon	23,5	76,5	25,7	74,3
4. NPK + Kompost	19,2	80,8	31,1	68,9

Tabelle 12  
Vorfrucht Rote Rüben

	Parzelle A		Parzelle B	
	A	B	A	B
1. ungedüngt	0,1	99,1	23,6	76,4
2. NPK - mineralisch	8,0	92,0	37,1	62,9
3. NPK + Vollhumon	2,0	98,0	24,9	75,1
4. NPK + Kompost	3,2	96,8	22,6	77,4

Tabelle 13  
Vorfrucht Buschbohnen

	Parzelle A		Parzelle B	
	A	B	A	B
1. ungedüngt	0,6	99,4	30,2	69,8
2. NPK - mineralisch	6,5	93,5	34,8	65,2
3. NPK + Vollhumon	4,0	96,0	34,9	65,1
4. NPK + Kompost	2,2	97,8	27,8	72,2

Einleitend sei bemerkt, daß der späte Anbautermin bei dieser Nachfrucht auf die ungünstigen Witterungsbedingungen während der Sommermonate zurückzuführen ist.

Der als Nachfrucht im Herbst gebaute Winterrettich läßt primär wieder einen großen Ertragsunterschied bei den verschiedenen Bodenformen erkennen. Die Frischgewichte sind bei der Braunerde bei allen Vorfrüchten durchwegs höher, wobei weder die Stickstoffdüngung nach der Kohlrabiernte noch der durch die Buschbohnen gesammelte Stickstoff gesicherte Ertragssteigerungen bringt. Anders ist dies bei dem leicht tagwasservergleyten Sol brun lessivé, hier bringt der Nachbau nach Kohlrabi höhere Erträge als nach Buschbohnen und dieser wieder einen Mehrertrag gegenüber den Parzellen mit der Vorfrucht Rote Rüben. Auch sind die Ertragsunterschiede der mineralischen Volldüngung bzw. den verschiedenen Humusdüngern gegenüber den ungedüngten Prüfnummern im Durchschnitt gesichert höher (Tab. 8-10).

Durch die Qualitätsbeurteilung des Winterrettichs waren sehr große Unterschiede festzustellen, wobei die Braunerde in den Erträgen und in der Qualität A wesentlich günstiger abschneidet als der leicht tagwasservergleyte Sol brun lessivé (Tab. 11-13).

#### Kartoffeln

Sorte: Sieglinde

Anbautermin: 2. 4. 1959

Erntetermin: 28. 7. 1959

Tabelle 14

	Düngungsstufe	Ernte q/ha	A-Ware q/ha
a) Gemüseparzelle A	I	181,6 ± 12,2	146,1
	II	223,0 ± 10,9	185,4
b) Ackerparzelle	I	301,6 ± 4,9	245,8
	II	358,0 ± 7,4	308,3
p-Werte in %:	a), Düngung I:II	4,0	
	b), Düngung I:II	0,1	
	a) I:b) I	0,1	
	a) II:b) II	0,1	

Da die mineralische NPK-Düngung bei beiden Versuchsflächen in gleicher Höhe verabreicht wurde und keine wesentlichen Bodenunterschiede zwischen der Gemüse- und Ackerparzelle bestehen, muß der Mehrertrag auf die normale Bewirtschaftung in der Landwirtschaft mit Stallmistdüngung und Fruchtwechsel zurückgeführt werden.

Schon während der Vegetation wies die Ackerparzelle auf eine bessere Entwicklung der Kartoffeln hin. Sehr interessant war dabei die unterschiedliche Ausbildung in Bezug auf Viruskrankheiten, obwohl das verwendete Pflanzgut gleicher Herkunft war und nach dem Igel-Langetest einen Befall von 19% an blattrollkranken Knollen aufwies. Denselben Prozentsatz an blattrollkranken Stauden hatten auch die Kartoffeln auf der Gemüseparzelle, während auf dem Acker die Reihen dicht schlossen und die Auszählung nur 4% an kranken Stauden ergab. Erst knapp vor dem Abreifen wurde auch hier ein höherer Befall an Blattrollern sichtbar. Die Testung der abgeernteten Kartoffeln nach dem Igel-Langetest ergab bei der Gemüseparzelle 61%, bei der Ackerparzelle 38%. Durch das Fehlen an organischer Düngung dürften den Kartoffeln die Abwehrstoffe gegen die rasche Vermehrung des Virus in der Pflanze abgehen, was dazu beigetragen haben mag, daß eine weitere Ertragsverminderung eintrat. Die Sortierung der Kartoffeln nach der Ernte zeigte einen Prozentsatz an A-Ware der sich eng an den Gesamtertrag hielt.

#### Zusammenfassung

1. In einem Gartenbaubetrieb, der zwei Jahrzehnte keinen Stallmist verwendete, wurden auf zwei Bodenformen, einem leicht tagwasservergleyten Sol brun lessivé auf sauren kristallinen Sedimenten und einer Braunerde auf kalkfreiem Lößkolluvium, Humusdüngungsversuche zu Kohlrabi, Rote Rüben, Buschbohnen und als Nachbau Winterrettich durchgeführt.
2. Als organische Düngemittel kamen zur Anwendung: Vollhumon und Unkrautkompost im Vergleich zu mineralischer Volldüngung und ungedüngt.
3. Außerdem wurde noch zur Feststellung der Wirkung von Stallmist auf einer benachbarten, mit diesem organischen Dünger versehenen Ackerparzelle ein Kartoffeldüngungsversuch durchgeführt und einem Versuch mit gleicher Handelsdüngermengen auf der Gemüseparzelle A gegenübergestellt.
4. Die Auswertung der Versuche ergab eine weitgehende ertrags- sowie qualitätsmäßige Überlegenheit der Ernten von der Braunerde gegenüber jenen von leicht tagwasservergleyten Sol brun Lessivé auf kristallinen Sedimenten.
5. Die Stallmistwirkung auf gleichem Bodentyp erbrachte nicht nur eine wesentliche Ertragssteigerung bei den Kartoffeln, sondern auch eine geringere Manifestierung der Blattrollkrankheit.

#### IV. Vergleichende Prüfung der Ertragswirkung von Stallmist, Kompost, Vollhumon und mineralischer Düngung im Gefäßversuch

Von S. BARBIER

(Aus der Biologischen Forschungsabteilung der Österreichischen Stickstoffwerke Aktiengesellschaft, Linz. Leiter: Dr. Dipl. Ing. H. MAYR)

##### 1. Versuchsziel

Als Ergänzung der in den vorstehenden Arbeiten beschriebenen Bodenuntersuchungen und Feldversuche wurde in den vorliegenden Gefäßversuchen der Versuch unternommen, die Ertragswirkung der im Vergleich angewandten Humusdünger und Böden zu analysieren. Es wurden drei Wirkungsmöglichkeiten der Humusdünger ins Auge gefaßt: Reine Nährstoffwirkung, physikalische Wirkung und spezifische Wirkung von Bestandteilen (Chinone, Huminsäuren usw.). Durch Einschaltung von Vergleichsreihen mit rein mineralischer Düngung, Analysen der Düngemittel, der Versuchsböden und des Erntematerials und der so ermöglichten Aufstellung von Nährstoffbilanzen sollte vor allem eine deutliche Trennung der Nährstoffwirkung von der sonstigen Humuswirkung vollzogen werden.

Die Schwierigkeit dieses Unternehmens lag von allem Anfang an auf der Hand. So gut sich Nährstoffwirkungen im Gefäßversuch erkennen und ermessen lassen, so schwierig ist das bei physikalisch — bodenverbessernden Wirkungen auf die Ertragsleistung, weil der Versuchsboden im Gefäß gut durchlüftet und optimal mit Wasser versorgt ist. Hiezu kommt ganz allgemein, daß über die eigentliche Humuswirkung, gemessen an der Ertragsleistung, noch wenig ziffernmäßige und reproduzierbare Unterlagen vorliegen.

Um Nachwirkungen zu erfassen, wurden einige Versuchspflanzen in Rotation angebaut.

##### 2. Versuchsdurchführung

Die Anlage und wichtigsten Daten des Versuches sind in Tab. 1 zusammengefaßt. Es standen 6 Versuchsreihen zum Vergleich: Kontrolle, rein mineralische Düngung, mineral. Düngung + Stallmist, mineral. Düngung + Kompost, mineral. Düngung + Vollhumon und mineral. Düngung + N-Ausgleich. Die mineralische Düngung wurde in Form eines Volldüngers (ohne Spurenelement-Beigabe) zu allen Versuchsreihen (außer Kontrolle) in gleicher Menge verabreicht, und zwar in möglichst optimaler Höhe (entsprechend 1,2 g N/Gef.), um die darauf aufbauende Humuswirkung weitgehend von der Nährstoffwirkung unabhängig zu machen. Diese Anlegungsmethode wurde jener in den analogen Feldversuchen, nämlich PK-Grunddüngung + Humusdünger mit mineral. N-Ausgleich, vorgezogen, weil sich die so zustandekommenden verschiedenen organischen und mineralischen N-Mengen in den einzelnen Reihen im Gefäßversuch erfahrungsgemäß sehr deutlich auf die Ertragsbildung auswirken.

Die einzelnen Humusdünger wurden in folgenden Mengen verabreicht: Stallmist entsprechend 250 dz/ha (in etwas zerkleinerter Form), Kompost in der doppelten Menge vom Stallmist (entsprechend seinem niedrigeren C- und N-Gehalt) und Vollhumon entsprechend 50 dz/ha.

Infolge des sehr unterschiedlichen Gehaltes an organischer Substanz und Stickstoff zwischen Vollhumon einerseits und den organischen Wirtschaftsdüngern (Stallmist und Kompost) andererseits, mußten auch zwangsläufig verschiedene Mengen an diesen Gehaltsstoffen in die Gefäße verabreicht werden. Der N-Gehalt bei Vollhumon und Stallmist verhält sich ungefähr wie 6:1, der C-Gehalt aber nur wie 2:1. Mit dem Vollhumon wurde

im Vergleich zu Stallmist kaum die Hälfte an C verabreicht aber um etwa entsprechend 18 kg N/ha mehr N. Hinzu kommt, daß der N im Vollhumon zum Teil leichter verfügbar ist. Dieser Umstand ist für die Deutung der Versuchsergebnisse von großer Bedeutung. Ergänzend sei noch bemerkt, daß Vollhumon mehr  $P_2O_5$  und  $K_2O$  enthält als der verwendete Stallmist und Kompost.

In der letzten Versuchsreihe wurde zusätzlich zur NPK-Volldüngung noch ein mineralischer N-Ausgleich in der halben Höhe des in der Stallmist-Reihe verabreichten Stickstoffs (Verfügbarkeit im 1. Jahr) durchgeführt. Damit sollte die allfällige N-Wirkung der Humusdünger — sei es wachstumsfördernd oder hemmend — egalisiert werden.

Der Versuch wurde in gleicher Weise auf zwei Böden angelegt (in der Folge als Boden A und B bezeichnet). Die Böden stammen von einem Gemüsebaubetrieb auf der Niederterasse der Donau, sie wurden schon seit Jahren nicht mit Stallmist gedüngt und erhielten nur wenig organische Düngung. Die Analysenkennzahlen der zwei Versuchsböden sind in Tab. 9 wiedergegeben, weitere Beschreibungen finden sich in den vorangegangenen Arbeiten.

Auf jedem Versuchsboden wurden 3 Pflanzen angebaut; mit späteren Nachfrüchten. Es ergibt sich somit folgender Umfang des Versuches: 2 Böden mit je 3 Pflanzen zu je 6 Varianten, jede fünffach wiederholt (insgesamt 180 Gefäße). Als Versuchspflanzen dienten: Kohlrabi (Prager Treib), Rote Rüben (Rote Kugel) und Buschbohnen (Saxa). Als Folgefrucht nach Kohlrabi kamen Karotten, nach Roten Rüben und Bohnen kam Winterrettich. Die Anzahl der Pflanzen pro Gefäß betrug bei Kohlrabi und Roten Rüben 3, bei Buschbohnen 4, bei Karotten 6 und bei Winterrettich 4 Stück.

Der Versuch wurde im zweiten Jahr in reduzierter Form fortgesetzt: Der Boden-B wurde verworfen, vom Boden A wurde die Rotation Kohlrabi-Karotten mit Bohnen und die Rotation Bohnen-Winterrettich mit Kohlrabi fortgesetzt. Die Böden waren über Winter in Plastik-Säcken aufbewahrt und erhielten im Frühjahr eine NPK-Nachdüngung (außer den Kontrollreihen).

Nachstehend die wichtigsten Daten der technischen Versuchsdurchführung: Mitscherlich-Gefäße mit 6 Liter Inhalt und einer Bodenfüllung von etwa 6,8 kg; Standort in Drahthallen, die bei anhaltendem Schlechtwetter abdeckbar sind; gestreute Aufstellung; Düngemittel mit der gesamten Bodenmenge unmittelbar vor dem Füllen der Gefäße vermengt; Wassergraben auf 70 % der maximalen Kapazität des Bodens; Pflanzenschutzmaßnahmen im Bedarfsfalle.

Die phänologischen Versuchsdaten sind folgende:

Im 1. Versuchsjahr:

20. 4. 1959 Auspflanzen von Kohlrabi und Roten Rüben; 15. 5. Auslegen der Bohnen; 25. 5. Auflaufen der Bohnen; 26. 6. Aberntung vom Kohlrabi; 30. 6. Anbau von Karotten nach Kohlrabi; 9. 7. Auflaufen der Karotten; 16. 7. Aberntung der Roten Rüben; 23. 7. Anbau von Winterrettich nach Roten Rüben (Nachdüngung mit 0,5 g N/Gef., das gleiche auch vorher zu Karotten); 29. 7. Aberntung der Buschbohnen; 30. 7. Anbau von Winterrettich nach Bohnen (keine N-Nachdüngung!); 22. 10. Ernte der Karotten; 28. 10. Ernte des Winterrettichs.

Im 2. Versuchsjahr:

29. 4. 1960 Auspflanzen von Kohlrabi; 5. 5. Anbau der Bohnen; 16. 5. Auflaufen der Bohnen; 9. 6. Vereinzeln der Bohnen; 27. 6. Aberntung von Kohlrabi; 28. 7. Aberntung der Buschbohnen.

Die Auswertung des Versuches bestand in laufender Führung des Beobachtungsprotokolls, Bestimmung der Ertragsgewichte, Analysen des Erntematerials und der Versuchsböden sowie Lichtbildaufnahmen. Nachdem die Unterschiede zwischen den

Versuchsreihen rein optisch kaum zu erkennen waren (mit Ausnahme der Kontrollen), wird auf die Wiedergabe der Versuchsbeobachtungen verzichtet und zur Veranschaulichung auf Abb. 1 verwiesen.



Abb. 1. Erklärung im Text.

### 3. Versuchsergebnisse

#### A. Erträge

Die Erträge der einzelnen Kulturpflanzen sind in den Tabellen 2–8 angeführt. Übersichtshalber sei der Anbauplan noch einmal schematisch wiedergegeben:

Kohlrabi — Karotten — Bohnen (2. Jahr)  
 Rote Rüben — Winterrettich  
 Bohnen — Winterrettich — Kohlrabi (2. Jahr)

Der Anbau erfolgte in gleicher Weise auf Boden A und B, im zweiten Jahr nur auf Boden A. Die in den Tabellen teilweise abweichenden Ertragsbestimmungen (Frisch- und Trockengewicht, Gewicht der Wurzel und Sprosse) ergab sich teils aus der Pflanzenart und teils aus arbeitstechnischen Gründen.

Bei den Erstfrüchten Kohlrabi und Rote Rübe weisen die Reihen mit Vollhumon und mineral. Düngung + N die besten Erträge, hingegen Kompost die schwächsten auf (Tab. 2 und 3). Bei den Bohnen (besonders auf Boden A) sind die Ertragsunterschiede zwischen den einzelnen Reihen nicht so deutlich, auch die Kontrollreihe ist nicht um so viel schwächer als bei den anderen Pflanzen (Tab. 4).

Tabelle 1

#### Anlegungsplan des Versuches

Versuchsreihen: 1. ungedüngt

2. NPK

3. NPK + Stallmist, 77 g/Gef. (entsprechend 250 dz/ha)

4. NPK + Kompost, (entsprechend dem N des Stallmistes)

5. NPK + Vollhumon, 15,4 g/Gef. (entsprechend 50 dz/ha)

6. NPK + mineralischer N-Ausgleich in der halben N-Gabe vom Stallmist

6 Versuchsreihen × 5 Wiederholungen × 3 Pflanzen × 2 Böden = insgesamt 180 Gefäße

Versuchspflanzen: 1. Kohlrabi\* — Karotten\*\* — Bohnen (2. Jahr)

2. Rote Rüben\* — Winterrettich

3. Buschbohnen — Winterrettich\*\* — Kohlrabi (2. Jahr)

\* Nachdüngung 0,5 gN/Gef.

\*\* Nachdüngung NPK

## Einwaagen in Gramm pro Gefäß:

Versuchsreihe	Gef.-Nr.	"Vollkorn" 10-10-15	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 34,7% N	Stallmist C = 8,1% N = 0,6%	Kompost C = 3,7% N = 0,3%	Vollhumon C = 18,58% N = 3,4%	N aus 10-10-15	N org. Düngung	N aus NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	C aus org. Substanz
ungedüngt	1345-1349	1	-	-	-	-	-	-	-	-
NPK	1350-1354	12	-	-	-	-	1,2	-	-	-
NPK + Stallmist	1355-1359	12	-	77	-	-	1,2	0,46	-	6,22
NPK + Kompost	1360-1364	12	-	-	154	-	1,2	0,46	-	5,70
NPK + Vollhumon	1365-1369	12	-	-	-	15,4	1,2	0,52	-	2,86
NPK + minera- lisch, N-Aus- gleich	1370-1374	12	0,663	-	-	-	1,2	-	0,23	-

Tabelle 2  
Ertragsgewichte von Kohlrabi (Erstfrucht)  
in g/Gef.

Boden A	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewicht der gesamten Pflanzen	m %	Trocken- gewicht der Pflanzen	m %	in % der Frisch- gewicht	Kontrolle Trocken- gewicht
	1345-1349	ungedüngt	88,98 ± 1,74	1,95	14,46 ± 0,28	1,24	100	100
	1350-1354	NPK - mineralisch	626,70 ± 27,28	4,35	83,06 ± 1,53	1,84	704,31	574,41
	1355-1359	NPK + Stallmist	713,61 ± 19,89	2,78	83,99 ± 1,13	1,34	801,99	580,84
	1360-1364	NPK + Kompost	670,64 ± 22,40	3,34	80,53 ± 2,16	2,68	753,70	556,92
	1365-1369	NPK + Vollhumon	758,50 ± 19,81	2,62	87,38 ± 3,41	3,90	852,44	604,29
	1370-1374	NPK + N-Ausgleich mineralisch	721,90 ± 29,42	4,07	80,36 ± 3,79	4,71	811,31	555,74

Boden B	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewicht der gesamten Pflanzen	m %	Trocken- gewicht der Pflanzen	m %	in % der Frisch- gewicht	Kontrolle Trocken- gewicht
	1435-1439	ungedüngt	89,14 ± 2,87	3,21	14,08 ± 0,43	3,05	100	100
	1440-1444	NPK - mineralisch	653,46 ± 10,42	1,59	79,00 ± 1,24	1,56	733,07	561,08
	1445-1449	NPK + Stallmist	670,84 ± 21,90	3,26	78,70 ± 2,86	3,63	752,57	558,95
	1450-1454	NPK + Kompost	640,68 ± 19,26	3,00	77,80 ± 1,96	2,50	718,73	552,57
	1455-1459	NPK + Vollhumon	688,78 ± 14,72	2,13	84,82 ± 0,92	1,08	772,69	602,41
	1460-1464	NPK + N-Ausgleich mineralisch	705,00 ± 21,45	3,04	81,82 ± 0,91	1,11	790,89	581,11

Tabelle 3  
Ertragsgewichte von Roten Rüben (Erstfrucht)  
in g/Gef.

Boden A	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewicht der gesamten Pflanzen	m %	Trocken- gewicht der Pflanzen	m %	in % der Frisch- gewicht	Kontrolle Trocken- gewicht
	1375-1379	ungedüngt	70,94 ± 2,61	3,67	10,54 ± 0,36	3,41	100	100
	1380-1384	NPK + mineralisch	544,00 ± 18,80	3,45	81,22 ± 1,72	2,11	766,85	770,59
	1385-1389	NPK + Stallmist	523,88 ± 9,70	1,85	82,05 ± 1,59	1,90	738,48	771,46
	1390-1394	NPK + Kompost	506,60 ± 10,30	2,03	72,56 ± 2,13	2,93	714,12	688,43
	1395-1399	NPK + Vollhumon	593,40 ± 16,71	2,81	84,20 ± 0,93	1,10	836,48	798,86
	1400-1404	NPK + N-Ausgleich mineralisch	595,18 ± 15,18	2,55	85,04 ± 1,04	1,22	838,99	806,83

Boden B	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewicht der gesamten Pflanzen	m %	Trocken- gewicht der Pflanzen	m %	in % der Frisch- gewicht	Kontrolle Trocken- gewicht
	1465-1469	ungedüngt	58,78 ± 2,78	4,72	8,10 ± 0,39	4,81	100	100
	1470-1474	NPK - mineralisch	559,62 ± 8,55	1,52	82,78 ± 2,04	2,46	952,06	1013,9
	1475-1479	NPK + Stallmist	539,94 ± 19,07	3,53	79,42 ± 5,51	6,93	918,58	980,49
	1480-1484	NPK + Kompost	550,06 ± 12,14	2,20	80,98 ± 1,90	2,34	934,79	999,75
	1485-1489	NPK + Vollhumon	594,38 ± 9,10	1,53	88,96 ± 0,81	0,92	1011,19	1098,27
	1490-1494	NPK + N-Ausgleich mineralisch	574,12 ± 17,17	2,99	87,02 ± 2,98	3,42	976,73	1074,32

Tabelle 4: Ertragsgewichte von Buschbohnen (Erstfrucht) in g/Gef.

Boden A	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewichte in g/Gefäß		Trockengewichte in g/Gefäß		in % der Kontrolle:					
			Gesamtgewicht der Pflanzen	Früchte ohne Früchte	Gesamtgewicht der Pflanzen	Früchte ohne Früchte	Gesamte Pflanzen	Pflanzen ohne Früchte				
	1405 - 1409	ungedüngt	204,20 ± 4,04	103,58 ± 1,86	100,62 ± 3,21	38,58 ± 1,37	22,90 ± 0,98	15,68 ± 0,47	100	100	100	100
	1410 - 1414	NPK - mineralisch	374,24 ± 9,20	198,12 ± 12,39	176,13 ± 5,72	60,90 ± 1,19	39,96 ± 1,69	21,54 ± 0,58	183,27	191,27	173,03	157,85
	1415 - 1419	NPK + Stallmist	412,59 ± 8,65	201,98 ± 5,23	210,60 ± 5,63	61,12 ± 0,92	35,56 ± 1,38	25,56 ± 1,09	202,04	185,00	209,30	158,48
	1420 - 1424	NPK + Kompost	386,10 ± 8,70	188,94 ± 7,26	197,16 ± 7,80	62,08 ± 1,56	37,26 ± 0,64	24,82 ± 0,85	189,07	182,41	195,95	160,91
	1425 - 1429	NPK + Vollhumon	406,28 ± 9,70	186,42 ± 5,27	219,86 ± 14,45	61,92 ± 0,53	36,42 ± 0,53	25,50 ± 0,50	198,96	179,98	218,51	160,50
	1430 - 1434	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	400,42 ± 12,73	236,26 ± 19,01	164,16 ± 10,74	62,04 ± 1,42	42,90 ± 0,45	19,14 ± 0,93	196,09	238,09	163,15	160,81

Boden B	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewichte in g/Gefäß		Trockengewichte in g/Gefäß		in % der Kontrolle:					
			Gesamtgewicht der Pflanzen	Früchte ohne Früchte	Gesamtgewicht der Pflanzen	Früchte ohne Früchte	Gesamte Pflanzen	Pflanzen ohne Früchte				
	1 - 5	ungedüngt	274,74 ± 2,60	116,34 ± 7,60	131,40 ± 3,09	42,34 ± 1,21	23,04 ± 1,33	19,30 ± 0,93	100	100	100	100
	6 - 10	NPK - mineralisch	496,66 ± 5,50	238,70 ± 4,82	187,96 ± 7,29	75,16 ± 1,03	49,14 ± 1,40	26,02 ± 1,18	155,29	205,17	143,04	177,51
	11 - 15	NPK + Stallmist	423,48 ± 6,41	212,70 ± 2,14	210,78 ± 3,25	70,78 ± 0,94	41,44 ± 0,31	29,34 ± 0,19	184,13	182,82	160,41	167,17
	16 - 20	NPK + Kompost	419,08 ± 2,88	229,30 ± 12,46	189,38 ± 9,90	66,62 ± 1,01	40,66 ± 0,93	25,96 ± 0,80	152,93	187,26	144,27	187,34
	21 - 25	NPK + Vollhumon	425,82 ± 17,20	233,44 ± 10,77	192,38 ± 16,10	78,52 ± 1,54	48,52 ± 1,29	30,00 ± 0,85	184,99	200,65	146,40	185,45
	26 - 30	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	446,22 ± 28,97	244,36 ± 26,85	201,86 ± 2,81	68,92 ± 1,17	42,06 ± 0,38	26,86 ± 1,13	162,41	210,03	153,62	162,77

Tabelle 5: Ertragsgewichte von Karotten (Zweitfrucht) in g/Gef.

Boden A	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewichte in g/Gefäß		Trockengewichte in g/Gefäß		in % der Kontrolle:					
			Gesamtgewicht der Pflanzen	Früchte ohne Früchte	Gesamtgewicht der Pflanzen	Früchte ohne Früchte	Gesamte Pflanzen	Pflanzen ohne Früchte				
	1345 - 1349	ungedüngt	521,74 ± 6,33	456,40 ± 7,95	64,94 ± 1,35	60,50 ± 1,89	49,26 ± 1,73	11,24 ± 0,19	100	100	100	100
	1350 - 1354	NPK - mineralisch	554,94 ± 19,40	485,60 ± 19,33	69,34 ± 0,99	67,68 ± 1,70	55,84 ± 1,49	11,80 ± 0,33	106,44	106,40	106,77	111,86
	1355 - 1359	NPK + Stallmist	592,48 ± 14,83	519,24 ± 16,36	73,24 ± 2,59	74,72 ± 1,74	61,84 ± 1,56	12,88 ± 0,59	113,77	113,77	112,78	123,50
	1360 - 1364	NPK + Kompost	558,26 ± 8,55	485,32 ± 9,15	72,94 ± 1,12	68,46 ± 1,12	55,70 ± 0,97	12,76 ± 0,46	107,08	106,33	112,32	113,56
	1365 - 1369	NPK + Vollhumon	556,34 ± 9,25	481,64 ± 8,85	66,70 ± 0,52	69,06 ± 1,44	57,08 ± 1,41	11,98 ± 0,41	106,71	106,84	107,19	114,15
	1370 - 1374	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	547,26 ± 14,51	478,58 ± 16,40	68,68 ± 1,38	66,92 ± 1,37	55,06 ± 1,02	11,86 ± 0,23	104,97	104,85	105,76	106,11

Boden B	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewichte in g/Gefäß		Trockengewichte in g/Gefäß		in % der Kontrolle:					
			Gesamtgewicht der Pflanzen	Früchte ohne Früchte	Gesamtgewicht der Pflanzen	Früchte ohne Früchte	Gesamte Pflanzen	Pflanzen ohne Früchte				
	1435 - 1439	ungedüngt	515,62 ± 11,79	449,20 ± 12,51	66,42 ± 2,61	59,56 ± 1,13	48,42 ± 0,99	11,14 ± 0,58	100	100	100	100
	1440 - 1444	NPK - mineralisch	548,46 ± 7,80	473,64 ± 7,90	74,32 ± 1,77	66,30 ± 1,62	53,96 ± 1,37	12,34 ± 0,40	106,36	105,44	112,65	111,32
	1445 - 1449	NPK + Stallmist	579,52 ± 10,57	509,34 ± 11,45	70,18 ± 2,59	69,64 ± 1,38	58,10 ± 1,80	11,54 ± 0,50	112,39	113,38	105,66	116,93
	1450 - 1454	NPK + Kompost	545,34 ± 13,84	478,56 ± 14,19	66,78 ± 2,56	67,42 ± 1,95	56,46 ± 1,95	10,96 ± 0,38	105,76	106,54	100,54	113,20
	1455 - 1459	NPK + Vollhumon	596,62 ± 12,61	533,80 ± 9,20	62,82 ± 1,61	73,28 ± 1,94	62,76 ± 1,70	10,52 ± 0,33	115,71	118,83	94,58	123,04
	1460 - 1464	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	548,64 ± 9,75	483,92 ± 9,55	64,72 ± 2,52	72,32 ± 2,17	60,80 ± 2,70	11,52 ± 0,47	106,40	107,73	97,44	121,42

Tabelle 6: Ertragsgewichte von Winterrettich (Zweitfrucht nach Roten Rüben) in g/Gef.

Boden A	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewichte in g/Gefäß			Trockengewichte in g/Gefäß			in % der Kontrolle:			
			Ges. Gew. der Pflanzen	Laub	Wurzeln	Ges. Gew. der Pflanzen	Laub	Wurzeln	Frischgewichte der Pflanzen	Trockengewichte der Pflanzen	Ges. Gew. Wurzeln Laub	Trockengewichte der Pflanzen
	1375 - 1379	ungedüngt	210,24 ± 9,85	69,66 ± 1,79	140,58 ± 9,80	37,16 ± 0,62	22,28 ± 0,82	14,88 ± 0,38	100	100	100	100
	1380 - 1384	NPK - mineralisch	146,50 ± 4,06	66,20 ± 2,76	146,30 ± 5,00	37,90 ± 0,56	23,76 ± 0,63	14,14 ± 0,32	104,07	95,03	101,99	106,64
	1385 - 1389	NPK + Stallmist	268,56 ± 16,94	71,28 ± 1,95	197,28 ± 17,15	45,56 ± 1,16	31,18 ± 1,08	14,38 ± 0,88	127,73	140,33	122,60	96,64
	1390 - 1394	NPK + Kompost	240,58 ± 16,14	67,14 ± 1,05	173,44 ± 17,90	41,52 ± 1,32	27,62 ± 1,26	13,90 ± 0,34	114,43	123,37	111,73	93,14
	1395 - 1399	NPK + Vollhumon	222,52 ± 18,92	69,22 ± 2,73	153,30 ± 18,08	41,12 ± 1,89	25,66 ± 1,28	15,46 ± 0,59	105,84	109,05	99,37	115,17
	1400 - 1404	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	232,62 ± 13,09	70,98 ± 2,56	161,94 ± 15,79	41,82 ± 1,19	27,04 ± 1,55	14,78 ± 0,40	110,64	115,19	101,46	121,36
Boden B												
	1465 - 1469	ungedüngt	228,92 ± 15,71	67,44 ± 2,84	161,48 ± 13,80	38,12 ± 2,60	24,50 ± 2,13	13,62 ± 0,65	100	100	100	100
	1470 - 1474	NPK - mineralisch	218,12 ± 7,10	63,72 ± 2,57	154,38 ± 8,50	38,04 ± 1,62	24,68 ± 1,44	13,36 ± 0,50	95,28	94,48	99,79	100,73
	1475 - 1479	NPK + Stallmist	238,24 ± 6,61	73,34 ± 5,61	124,90 ± 15,35	41,14 ± 0,74	26,28 ± 0,88	12,86 ± 0,33	104,07	77,35	107,92	107,26
	1480 - 1484	NPK + Kompost	212,80 ± 7,24	70,80 ± 2,86	142,00 ± 9,35	39,98 ± 0,80	25,70 ± 1,11	14,28 ± 0,43	92,95	87,93	104,99	104,85
	1485 - 1489	NPK + Vollhumon	148,54 ± 13,14	66,06 ± 2,75	82,48 ± 13,41	43,46 ± 1,02	29,82 ± 1,02	13,64 ± 0,74	109,47	114,28	97,95	114,01
	1490 - 1494	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	229,00 ± 13,44	66,46 ± 4,49	162,54 ± 12,03	41,68 ± 2,59	27,54 ± 2,05	14,14 ± 0,69	100,03	100,66	98,54	109,34

Tabelle 7: Ertragsgewichte von Winterrettich (Zweitfrucht nach Bohnen) in g/Gef.

Boden A	Gefäß-Nr.	Düngung	Frischgewichte in g/Gefäß			Trockengewichte in g/Gefäß			in % der Kontrolle:			
			Ges. Gew. der Pflanzen	Laub	Wurzeln	Ges. Gew. der Pflanzen	Laub	Wurzeln	Frischgewichte Gesamt Wurzeln Laub	Trockengewichte Gesamt Wurzeln Laub	Ges. Gew. Wurzeln Laub	Trockengewichte Gesamt Wurzeln Laub
	1405 - 1409	ungedüngt	72,80 ± 7,95	22,80 ± 1,03	50,00 ± 7,95	9,52 ± 1,15	6,52 ± 0,57	3,00 ± 0,21	100	100	100	100
	1410 - 1414	NPK - mineralisch	67,06 ± 5,29	21,78 ± 0,93	45,28 ± 5,00	8,95 ± 0,65	6,12 ± 0,66	2,82 ± 0,25	92,12	90,56	95,53	94,01
	1415 - 1419	NPK + Stallmist	70,50 ± 3,96	24,42 ± 1,25	46,08 ± 3,37	9,80 ± 0,49	6,66 ± 0,46	3,14 ± 0,43	96,84	92,16	107,11	102,94
	1420 - 1424	NPK + Kompost	57,78 ± 3,51	18,96 ± 0,47	38,88 ± 2,67	7,44 ± 0,48	5,28 ± 0,42	2,16 ± 0,11	79,36	77,76	82,89	78,15
	1425 - 1429	NPK + Vollhumon	68,34 ± 4,41	21,46 ± 1,27	46,80 ± 7,39	8,98 ± 0,86	6,44 ± 0,35	2,54 ± 0,27	93,87	93,60	94,12	94,33
	1430 - 1434	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	62,60 ± 6,60	22,22 ± 0,71	40,38 ± 6,45	8,44 ± 0,89	5,52 ± 0,67	2,92 ± 0,19	85,98	80,76	97,37	88,24
Boden B												
	1 - 5	ungedüngt	64,68 ± 2,71	24,10 ± 0,92	40,58 ± 1,58	9,12 ± 0,82	4,94 ± 0,48	4,18 ± 0,53	100	100	100	100
	6 - 10	NPK - mineralisch	56,96 ± 5,02	23,48 ± 1,55	33,48 ± 3,88	8,88 ± 0,80	5,46 ± 0,53	3,43 ± 0,22	88,06	82,50	97,43	97,37
	11 - 15	NPK + Stallmist	59,26 ± 6,62	20,96 ± 1,16	38,30 ± 6,24	8,36 ± 1,20	5,42 ± 1,07	2,94 ± 0,28	91,62	94,38	86,97	91,67
	16 - 20	NPK + Kompost	62,86 ± 5,57	43,78 ± 4,89	19,08 ± 5,57	7,98 ± 0,43	5,70 ± 0,30	2,25 ± 0,11	97,18	107,89	79,17	87,50
	21 - 25	NPK + Vollhumon	60,28 ± 5,88	21,48 ± 0,69	38,80 ± 5,80	8,34 ± 0,63	5,60 ± 0,72	2,74 ± 0,15	93,20	95,61	89,13	91,44
	26 - 30	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	59,62 ± 1,67	22,02 ± 0,79	37,60 ± 1,73	8,38 ± 0,37	5,56 ± 0,45	2,83 ± 0,1	92,17	92,66	91,88	112,50

Bei den Zweitfrüchten (Tab. 5—7) teilen sich Vollhumon (besonders auf Boden B) und Stallmist (besonders auf Boden A) die ersten Plätze.

Diese Ergebnisse lassen weitgehend folgern, daß die Nährstoffwirkung (vor allem Stickstoffwirkung) für die Ertragsbildung ausschlaggebender war als die Humuswirkung. In den Reihen Vollhumon und mineral. Düngung + N war in der ersten Rotation der meiste Stickstoff vorhanden; bei der Bohne als N-Sammler sind die Erträge weitgehend nivelliert; in den ertragsschwachen Kompostreihen war wenig leicht verfügbarer Stickstoff vorhanden (infolge seiner fortgeschrittenen Verrottung). Bei den Pflanzen der zweiten Rotation kam Stallmist am besten zur Wirkung.

Winterrettich als Zweitfrucht nach Bohnen brachte sehr niedrige und zwischen den Reihen schwach differenzierte Erträge (Tab. 7). Die Erträge derselben Pflanze nach Roter Rübe waren die dreifachen (Tab. 6). Das läßt sich damit begründen, daß nach den Bohnen kein Stickstoff verabreicht wurde, und der Winterrettich den im Boden hinterlassenen Stickstoff der Knöllchenbakterien (vgl. Bodenanalysenergebnisse nach der ersten Rotation, Tab. 12), nicht gut zu verwerten vermochte. Außerdem war auch die Jahreszeit schon ziemlich fortgeschritten (vgl. phänologische Daten auf S. 18).

Tabelle 8  
Erträge der Bohnen (2. Jahr)

Gefäß-Nr.	Düngung	Trockengewicht in g/Gef.				in % der Kontrolle				
		Ges. Gew. der Pflanzen	m %	Gew. der Schoten	m %	Ges. Gew. der Pflanzen ohne Schoten	m %	Ges. Gew. der Pflanzen	Gew. der Schoten	Gew. der Pflanzen ohne Schoten
728 - 731	ungedüngt	16,18 ± 1,86	11,49	4,28 ± 0,79	18,45	11,90 ± 1,21	10,16	100	100	100
732 - 735	NPK - mineralisch	43,95 ± 2,74	6,23	11,20 ± 1,94	17,32	32,75 ± 1,10	3,35	271,63	261,68	275,21
736 - 739	NPK + Stallmist	44,45 ± 1,23	2,76	9,30 ± 0,72	7,74	35,15 ± 0,62	1,76	274,72	217,29	217,29
740 - 743	NPK + Kompost	35,90 ± 1,29	3,59	5,85 ± 0,57	9,74	30,10 ± 1,21	4,02	221,87	136,68	136,68
744 - 747	NPK + Vollhumon	44,78 ± 1,93	4,31	8,65 ± 0,93	10,75	36,13 ± 1,47	4,06	276,76	202,10	202,10
748 - 751	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	40,65 ± 3,81	9,36	7,85 ± 2,23	28,40	32,80 ± 1,97	6,00	521,23	183,14	183,14

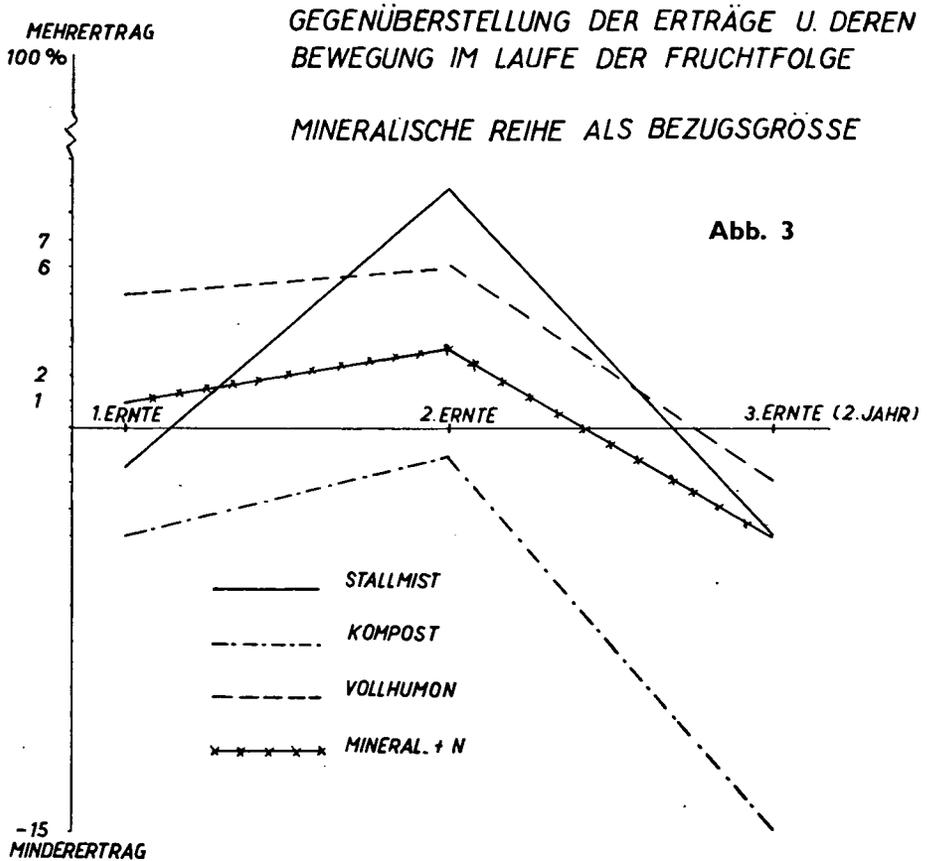
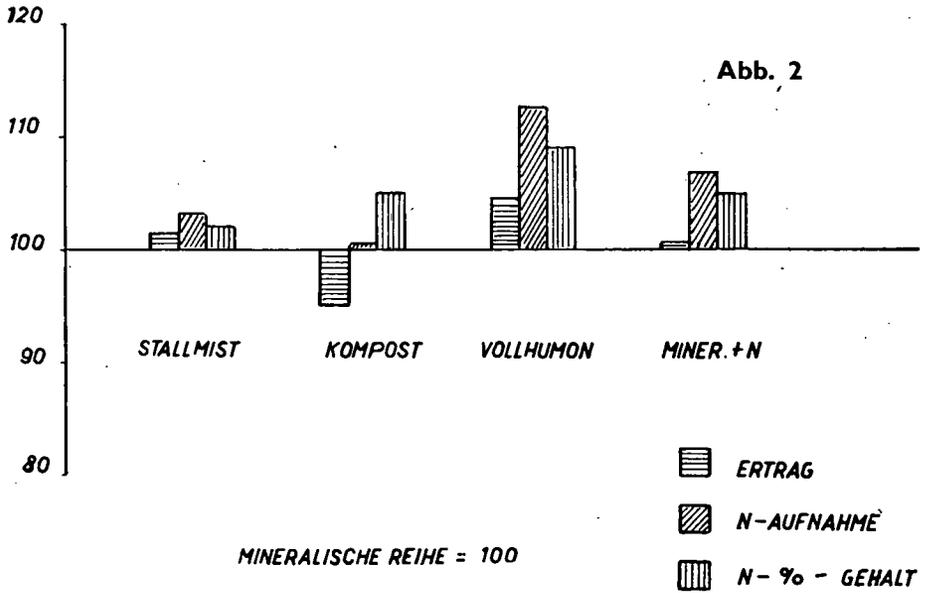
Erträge von Kohlrabi (2. Jahr)

704 - 707	ungedüngt	16,00 ± 0,62	3,87	100
708 - 711	NPK - mineralisch	78,75 ± 2,31	2,93	492,18
712 - 715	NPK + Stallmist	74,23 ± 1,98	2,66	463,93
716 - 719	NPK + Kompost	68,50 ± 2,62	3,82	428,12
720 - 723	NPK + Vollhumon	75,58 ± 1,31	1,73	472,37
724 - 727	NPK + N-Ausgleich (mineralisch)	76,95 ± 1,00	1,29	480,93

Im zweiten Jahr erhielten die Pflanzen eine NPK-Nachdüngung. Wenn auch hier die rein mineralisch gedüngten Reihen nicht schwächer sind als die Humus-Reihen, so ist das ein Zeichen, daß auch im zweiten Jahr eine Humuswirkung auf den Ertrag ausgeblieben ist (Tab. 8).

Eine Gesamtübersicht des Ertragsbildes bringen die umseitigen Abbildungen 2 und 3. Da sich die darin aufgezeichneten Gesamt-Erträge (Trockensubstanzwerte) aus den Erträgen mehrerer Pflanzen zusammensetzen, sind sie als Relativwerte ausgedrückt. Nach einer so vorgenommenen Zusammenfassung sind die Unterschiede zwischen den Versuchsreihen noch geringer geworden und es müßten daher die Ordinaten der graphischen Darstellung ziemlich stark auseinandergezogen werden. Wie aus dem Dia-

**GEGENÜBERSTELLUNG VON ERTRAG U. N-GEHALT,  
SUMME AUS BEIDEN BÖDEN U. ALLEN PFLANZEN**



gramm 1 ersichtlich, sind auch im gesamten die Erträge von Vollhumon und Stallmist die höchsten. Während aber bei Vollhumon auch die N-Aufnahme im Vergleich zu den anderen Versuchsreihen am höchsten ist, liegt die N-Aufnahme bei Stallmist tiefer als die N-Aufnahme bei mineral. Düngung + N. Das ließe vermuten, daß die gute Ertragsbildung beim Stallmist nicht nur eine Funktion der N-Wirkung war. Andernfalls müßte die Reihe mineral. Düngung + N analog ihrer N-Aufnahme auch im Ertrag höher liegen. Im Diagramm 2 fällt der ausgeprägte Höhepunkt der Ertragsleistung von Stallmist bei der zweiten Ernte auf. Die Kompost-Reihe ist bei allen 3 Ernten und somit auch im Gesamtertrag am schwächsten.

### B. Bodenanalysen

Die Versuchsböden wurden dreimal analysiert, u. zw. vor der Anlegung des Versuches (Vollanalyse), nach der ersten Ernte (nur auf N) und nach der zweiten Ernte (Vollanalyse). Die Analysenzahlen sind in den Tabellen 9–15 enthalten. Über die Bewegung der einzelnen Hauptnährstoffe lassen sich folgende Feststellungen machen:

a) Stickstoff: Der Gesamt-N-Gehalt der Böden ist nach 2 Ernten etwas gesunken. Zwischen den einzelnen Versuchsreihen sind weder an Gesamt- noch an pflanzenaufnehmbarem N deutliche Unterschiede zu erkennen. Der pflanzenaufnehmbare N ist nach der zweiten Ernte höher als nach der ersten. Diese Erscheinung ließe sich — neben der ausreichenden Nachdüngung — mit einer stärkeren Nitrifikation während der Sommermonate erklären. Von den 3 Erstfrüchten hinterließen die Roten Rüben am wenigsten und die Buschbohnen am meisten Stickstoff im Boden (Tab. 10–12). Dieses Ergebnis stimmt mit der rechnerischen Überprüfung des N-Entzuges der Erstfrüchte an Hand der Erntegewichte (Tab. 2 und 3) und N-Prozentgehalte des Erntematerials (Tab. 16) gut überein. Das bezieht sich vorwiegend auf den Vergleich Rote Rüben — Kohlrabi, während bei den Bohnen als Leguminosen die N-Bilanzrechnung etwas komplizierter ausfällt. Es geht aus der Bodenanalyse deutlich hervor, daß die Bohnen zur Deckung ihres N-Bedarfes primär den mineralischen N aus dem Boden und sekundär den Luftstickstoff aufnehmen. Andernfalls müßten sich nach der Ernte im Boden nicht durchschnittlich 0,8 (Tab. 12) sondern 18 mg N/100 g Boden (entsprechend der Zufuhr von 1,2 g N pro Gefäß vor dem Anbau) vorfinden.

Was mit der rechnerischen Überprüfung nicht übereinstimmt, ist der gleich hohe und manchmal sogar höhere N-Gehalt der Kontrollreihen gegenüber den Düngungsreihen. Betrachten wir zum Beispiel folgenden krassen Fall (Tab. 10):

	Kontrollreihe	Reihe mit mineral. Düng. + N-Ausgl.
Zufuhr (Düngung)	0	1,2 gN/Gef. = 18 mgN/100 g Boden 0,23 „ = 3,2 mgN/100 g Boden 21,2 mgN/100 g Boden
Entzug (Ernte)	0,16 gN/Gef. = 2,4 mgN/100 g Boden	1,16 gN/Gef. = 17 mgN/100 g Boden
Errechneter Wert	- 2,4 mgN/100 g Boden	+ 4,2 mgN/100 g Boden
Gefundener Wert	+ 0,7 mgN/100 g Boden	+ 0,4 mgN/100 g Boden

Das Beispiel deutet auf eine Art Nivellierung des Gehaltes an aufnehmbarem N zwischen den Versuchsreihen und zeigt einmal mehr, wie undankbar jede Ermittlung des Gehaltes an aufnehmbarem N während der Sommermonate (ausreichende Feuchtigkeit im Gefäß!) ist.

b) Phosphorsäure und Kali: Wie aus Tabelle 9 hervorgeht, wären die Böden von Haus aus hinreichend mit P und K versorgt. Bei P findet man nach Abschluß des Versuches ungefähr denselben Gehalt an P wie zu Beginn (Tab. 13—15). Das weist darauf hin, daß sich der Entzug (durch zwei Ernten) und die Zufuhr mit der Düngung ungefähr die Waage hielten. Nach der ertragsschwachen Fruchtfolge Bohnen — Winterrettich ist der Gehalt an P im Boden sogar höher als zu Beginn (Tab. 15).

Bei Kali hingegen steht einem Gehalt von 30 bzw. 25 mg  $K_2O/100$  g Boden zu Beginn des Versuches ein Gehalt von 3—4 mg  $K_2O/100$  g Boden am Ende des Versuches gegenüber (Tab. 9 und 13, 14). Hier reichte also die einmalige Zufuhr von Düngerkali nicht aus, um den Bedarf zweier aufeinanderfolgender Gemüsepflanzen zu decken und es mußte der Bodenvorrat an K angegriffen werden.

Folgende rechnerische Überprüfung am Beispiel Rote Rüben — Winterrettich bestätigt diese Annahme:

a. Kali-Aufnahme durch Rote Rüben in der Versuchsreihe NPK + Vollhumon bei 84,2 g Erntetrockensubstanz (Tab. 3 und 2,5 % $K_2O$ in der Trockensubstanz (Mittelwert aus Früchten und Blättern) .....	2,10 g $K_2O/Gef.$	
b. Kali-Aufnahme durch Winterrettich in der Versuchsreihe NPK + Vollhumon bei einer Ernte von 41,1 g Trockensubstanz (Tab. 6) und 2 % $K_2O$ in der Erntetrockensubstanz (Mittelwert aus Wurzeln und Blättern im Verhältnis ihres Erntegewichtes) .....	0,82 g $K_2O/Gef.$	
	Gesamtentzug	2,92 g $K_2O/Gef.$
a. Kali-Gehalt des Bodens .....	1,98 g $K_2O/Gef.$	
b. Volldünger (12 g/Gef.) .....	1,80 g $K_2O/Gef.$	} Zufuhr mit der Düngung 2,26 g $K_2O/Gef.$
c. Vollhumon (15,4 g/Gef.) .....	0,46 g $K_2O/Gef.$	
Gesamt-Kali im Boden .....	4,24 g $K_2O/Gef.$	
Davon mit der Düngung zugeführt .....	2,26 g $K_2O/Gef.$	
Davon im 1. Jahr ausnützbar (60 %) .....	1,35 g $K_2O/Gef.$	

Dem verfügbaren Düngekali von 1,35 g  $K_2O/Gef.$  steht also ein Entzug von 2,92 g  $K_2O/Gef.$  gegenüber; der Unterschied von 1,57 g  $K_2O$  mußte der Bodenreserve entnommen werden. Diese Zahl deckt sich auch ziemlich genau mit dem auf dem Analysenwege festgestellten Verlust an Bodenkali von 1,7 g  $K_2O/Gef.$  (entsprechend 26 mg  $K_2O/100$  g Boden).

Mit der ertragsschwächeren Fruchtfolge Bohnen — Winterrettich wurden nur etwa 12 mg  $K_2O/100$  g Boden von der Bodenreserve entnommen (Tab. 9 und 15).

Der sehr hohe Kalibedarf der Gemüsepflanzen geht auch aus der Literatur hervor. Es wird ein Entzug von durchschnittlich 3,6 kg  $K_2O$  auf 1 kg  $P_2O_5$  angegeben. Von den im vorliegenden Versuch verwendeten Gemüsepflanzen sind folgende Entzugszahlen bekannt (in kg/ha):

	$P_2O_5$	$K_2O$
Rote Rüben	50	275
Buschbohnen	15	50
Kohlrabi, früh	40	105
Karotten	50	200
Retlich	60	100

Tabelle 9  
Bodenanalyse vor Anlegung des Versuches  
(Untersuchungsjahr 1958)

Schlag	pH in KCl	Kalkgeb. Scheibler %	mg $P_2O_5$ in 100 g Boden	mg $K_2O$ in 100 g Boden	Krümelmständig-keit*	Humus %	N %	AK mval
Boden A	6,8	0,6	52,0	30,0	4—5	2,2	0,15	14
Boden B	7,0	0,4	56,0	25,0	4—5	2,6	0,15	15,2

\* Note 4: der Boden zeigt beachtliche Gareschäden.

Tabelle 10

## Bodenanalyse nach der Ernte von Kohlrabi

Boden	Reihe	Pflanzenaufnehm. N mg/100 g	H <sub>2</sub> O % Trs.	Ges. N %
A	O	0,7	28,0	0,13
A	NPK	0,6	21,5	0,14
A	Kompost	0,4	19,8	0,12
A	Stallmist	0,5	22,1	0,13
A	Vollhumon	0,6	21,5	0,13
A	-NAusgleich	0,5	12,7	0,12
B	O	0,6	31,8	0,13
B	NPK	0,5	18,2	0,13
B	Kompost	0,5	15,6	0,14
B	Stallmist	0,6	32,8	0,14
B	Vollhumon	0,6	14,2	0,14
B	N-Ausgleich	0,6	16,0	0,13

Tabelle 11

## Bodenanalyse nach der Ernte von Roten Rüben

Boden	Reihe	Pflanzenaufn. N. mg/100 g	H <sub>2</sub> O % Trs.	Ges. N. %
A	O	0,4	21,7	0,13
A	NPK	0,3	18,6	0,12
A	NPK + Stallmist	0,4	21,2	0,14
A	NPK + Vollhumon	0,4	18,1	0,13
A	NPK + Kompost	0,3	20,0	0,12
A	NPK + N-Ausgleich	0,3	17,6	0,13
B	O	0,3	23,5	0,23
B	NPK	0,3	17,4	0,14
B	NPK + Stallmist	0,3	16,8	0,14
B	NPK + Vollhumon	0,4	15,1	0,13
B	NPK + Kompost	0,4	16,4	0,13
B	NPK + N-Ausgleich	0,6	14,8	0,13

Tabelle 12

## Bodenanalyse nach der Ernte von Buschbohnen

Boden	Reihe	Pflanzenaufn. N mg/100 g	H <sub>2</sub> O % Trs.	Ges. N %
A	O	0,8	16,0	0,13
A	NPK	0,8	13,7	0,13
A	NPK + Stallmist	0,7	13,8	0,14
A	NPK + Vollhumon	1,25	13,8	0,14
A	NPK + Kompost	0,6	14,3	0,13
A	NPK + N-Ausgleich	0,7	14,0	0,14
B	O	0,7	16,2	0,14
B	NPK	0,6	12,6	0,14
B	NPK + Stallmist	0,9	12,6	0,14
B	NPK + Vollhumon	0,8	13,4	0,14
B	NPK + Kompost	0,7	12,8	0,14
B	NPK + N-Ausgleich	0,7	13,2	0,14

Tabelle 13

## Bodenanalyse nach der Ernte von Karotten (Vorfrucht Kahlrabi)

Boden	Reihe	pH (KCl)	Pflanzen- aufn. N mg/100 g Trs.	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in 100 g Boden	mg K <sub>2</sub> O in 100 g Boden	H <sub>2</sub> O Trs. Boden	N %
A	O	7,0	0,9	47	4	18,30	0,12
A	Stallmist	6,9	0,8	51	4	13,30	0,13
A	Kompost	6,8	0,8	58	4	16,10	0,13
A	Vollhumon	6,7	0,7	53	4	15,60	0,12
A	NPK	6,8	0,8	58	4	16,00	0,12
A	N-Ausgleich	6,7	0,7	56	4	18,20	0,13
B	O	6,9	0,8	51	4	16,00	0,14
B	Stallmist	7,0	0,6	40	4	14,9	0,14
B	Kompost	6,9	0,7	58	3	16,1	0,14
B	Vollhumon	7,0	0,6	56	3	15,5	0,14
B	NPK	7,0	0,7	59	3	16,0	0,14
B	N-Ausgleich	7,1	0,6	51	3	16,4	0,14

Tabelle 14

Bodenanalyse nach der Ernte von Winterrettich  
(Vorfrucht Rote Rüben)

Boden	Reihe	pH (KCl)	Pflanzen- aufn. mg N/100 g Trs.	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in 100 g Boden	mg K <sub>2</sub> O in 100 g Boden	N %	H <sub>2</sub> O % Boden Trs.
A	ungedüngt	6,8	1,2	48	6,0		22,3
A	NPK mineralisch	6,8	1,1	49	3,0	0,13	24,6
A	NPK + Kompost	6,9	1,2	63	3,0	0,14	24,4
A	NPK + Vollhumon	6,8	1,0	58	4,0	0,14	23,2
A	NPK + Stallmist	6,8	1,0	58	3,0	0,14	18,4
A	NPK + N-Ausgleich	6,7	1,2	53	3,0	0,13	19,0
B	NPK - Kompost	6,9	1,0	61	3,0	0,14	23,6
B	NPK - Vollhumon	7,0	1,0	70	3,0	0,14	17,1
B	NPK - Stallmist	7,0	0,9	61	3,0	0,14	15,5
B	NPK mineralisch	7,1	1,1	63	3,0	0,14	22,4
B	NPK + Stallmist	7,0	1,1	60	3,0	0,14	20,5
B	ungedüngt	7,2	1,1	55	3,0	0,14	21,8

Tabelle 15

Bodenanalyse nach der Ernte von Winterrettich  
(Vorfrucht Buschbohnen)

Boden	Reihe	pH (KCl)	Pflanzen- aufn. mg N/100 g Trs.	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in 100 g Boden	mg K <sub>2</sub> O in 100 g Boden	N %	H <sub>2</sub> O % Boden Trs.
A	NPK	6,9	1,1	56	18,0	0,13	22,0
A	NPK-Kompost	7,1	1,2	65	22,0	0,14	24,1
A	ungedüngt	7,0	1,0	60	8,0	0,14	19,0
A	NPK + Vollhumon	6,9	1,2	70	27,0	0,12	26,5
A	NPK + Stallmist	6,9	1,1	63	23,0	0,14	22,1
A	NPK - N-Ausgleich	6,8	1,3	61	17,0	0,13	27,3
B	NPK + Kompost	6,9	1,0	67	12,0	0,14	23,0
B	NPK + Vollhumon	7,0	1,2	75	17,0	0,14	25,7
B	NPK + Stallmist	7,1	1,2	70	14,0	0,13	23,6
B	NPK mineralisch	7,0	1,1	70	11,0	0,14	22,3
B	NPK, N-Ausgleich	7,0	1,2	75	12,0	0,14	24,4
B	ungedüngt	7,1	0,9	63	6,0	0,14	16,6

## C. Pflanzenanalysen

Von den gesamten Analysen des Erntematerials werden nur die N-Werte — weil sie, wie wir feststellen konnten, mit der Ertragsbildung in engem Zusammenhang stehen — in der Tabelle 16 in zusammengefaßter Form wiedergegeben.

Im allgemeinen zeigen die Analysenzahlen eine ähnliche Tendenz wie die Ertragszahlen. Bei den Erstfrüchten (Kohlrabi und Rote Rüben) weisen die Reihen mit Vollhumon und mineral. Düngung + N-Ausgleich die höchsten Werte auf. Bei den Nachfrüchten sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Reihen nicht mehr so ausgeprägt, beziehungsweise es fallen teilweise sogar die Werte für die Reihe mit mineral. Düngung + N-Ausgleich etwas unter jene der übrigen Reihen. Die Bohnen unterscheiden sich in ihrem N-Gehalt von den übrigen Versuchspflanzen durch wesentlich höhere Werte, geringe Differenzierung und höchste Werte in den Kontrollreihen (geringerer Ertrag steht einer hohen N-Ansammlung gegenüber). Der hohe N-Gehalt der Kompost-Reihen im zweiten Jahr läßt auf eine späte N-Verfügbarkeit schließen, was aber das gewohnte Ertragsbild (Kompost-Reihen am Ende) nicht zu ändern vermochte, weil alle Reihen vor dem Anbau eine ausreichende NPK-Düngung erhielten.

Tabelle 16

N-Gehalt des Erntematerials  
% — N in der Trockensubstanz (Früchte + Blätter):

Boden A:	Kohlrabi	Rote Rüben	Bohnen	Karotten	Rettich (n. Rüben)	Rettich (n. Bohnen)	Bohnen	Kohlrabi
Kontrolle	1,10	1,37	2,12	0,90	1,15	1,33	3,27	1,25
Mineraldüngung	1,41	1,49	2,04	0,85	1,19	1,32	2,62	1,69
Stallmist	1,52	1,51	2,00	0,89	1,19	1,30	2,84	1,77
Kompost	1,51	1,68	2,13	0,89	1,15	1,30	3,31	2,02
Vollhumon	1,66	1,72	2,14	1,15	1,17	1,35	2,82	1,77
N-Ausgleich	1,73	1,66	2,09	0,83	1,09	1,39	2,65	1,86
Boden B:								
Kontrolle	1,22	1,47	2,19	1,02	1,07	1,32		
Mineraldüngung	1,56	1,48	1,88	1,02	1,14	1,21		
Stallmist	1,54	1,43	1,99	1,01	1,14	1,26		
Kompost	1,58	1,54	1,88	1,01	1,14	1,29		
Vollhumon	1,65	1,62	2,05	0,93	1,15	1,37		
N-Ausgleich	1,70	1,58	2,16	0,89	1,11	1,34		

## 4. Zusammenfassung

## A. Versuchsdurchführung

1. Stallmist, Kompost, Vollhumon und mineralische Düngung wurden auf zwei Krumenproben, und zwar von einer leicht tagwasservergleyten Parabraunerde (aus saurem kristallinem Schwemmaterial) und einer Braunerde (aus Lößkolluvium), in einem zweijährigen Gefäßversuch auf ihre Ertragsleistung geprüft.
2. Auf einer relativ hohen und einheitlichen mineralischen Volldüngung aufbauend, unterschieden sich die Humusdünger zusätzlich in ihrem Angebot an organischer Substanz und Stickstoff. Solcherart konnte verglichen werden, ob die bewirkten Ertragsdifferenzen vorwiegend auf die eigentliche Humuswirkung oder Nährstoff- namentlich Stickstoffwirkung zurückzuführen ist.
3. Die im Vergleich zur Nährstoffwirkung wesentlich schwierigere Erfassung der Humuswirkung auf den Ertrag war im vorhinein aus dreifachen Gründen gegeben:
  - a) Es sind allgemein noch wenig Maßstäbe für die Überprüfung der direkten Beziehung Humus: Ertrag bekannt.

- b) Bei optimaler Wasserversorgung und guter Durchlüftung des Bodens im Gefäßversuch sind die Möglichkeiten der indirekten Wirkung von Humussubstanzen auf den Ertrag weitgehend herabgesetzt.
  - c) Über die Menge der in die Gefäße zu verabfolgenden organischen Substanz, die einen Humuseffekt erzielen soll, liegen wenig Angaben vor. Es kann angenommen werden, daß analog der mineralischen Düngung im Gefäßversuch diese Menge eine vielfach höhere sein müßte als die unter Freilandverhältnissen üblichen Mengen.
4. Auf jedem der 2 Versuchsböden wurden 3 verschiedene Gemüsepflanzen mit darauf folgenden Zweitfrüchten angebaut. Es wurden zum Anbau frühe und späte Termine, ertragreiche und ertragsarme Pflanzen und eine Leguminose gewählt. Im zweiten Jahr wurde nur mehr ein Boden mit zwei Pflanzen angesetzt.
  5. Durch die Auswertung in Form von Ertragsbestimmungen, Boden- und Pflanzenanalysen war es möglich, die Nährstoffbewegungen zu verfolgen und Bilanzrechnungen aufzustellen.

### B. Versuchsergebnisse

1. Nachfolgende Ergebnisse deuten darauf hin, daß, gemessen am Ertrag, die Nährstoffwirkung (vorwiegend N-Wirkung) stärker war als die Humuswirkung:
  - a) In der ersten Rotation verlaufen die Erträge parallel mit der N-Verfügbarkeit in den Versuchsreihen, d. h. die Vollhumon-Reihe und die Reihe mit mineralischer Düngung + N rangieren an erster und die Kompost-Reihe an letzter Stelle.
  - b) Bei den Buschbohnen, wo die N-Verfügbarkeit aus den Düngemitteln eine geringere Rolle spielt, sind die Ertragsunterschiede auch viel geringer. Hier liegen auch die Kontrollreihen, die an und für sich mit P und K gut versorgt sind, nicht weit hinter den Düngungsreihen zurück.
  - c) Der N-Gehalt des Erntematerials verläuft weitgehend parallel mit den Erntegewichten.
  - d) Nach NPK-Nachdüngung (besonders im 2. Jahr) sind die Erträge stark ausgeglichen.
2. Die Ertragsdifferenzen bei der ersten Rotation sind bei den Folgefrüchten nicht mehr so deutlich ausgeprägt, ja sie kehren stellenweise sogar ins Gegenteil um (mineral. Düngung + N), sodaß sich im Durchschnitt der Gesamt-Erträge keine sehr großen Ertragsunterschiede ergeben. Die Ursachen dieser Nivellierung sind komplexer Natur: Nachdüngung, Erschöpfung der N-Mengen durch die Mehrerträge der Vorfrüchte, N-Aufschluß aus der organischen Substanz und überlagerte Humuswirkung.
3. Auffallend gut im Ertrag sind die Stallmist-Reihen in der zweiten Rotation. Hier kann eine parallele Wirkung von Stickstoff und Humus angenommen werden.
4. Auch im Durchschnitt der Gesamt-Erträge liefern die Stallmist-Reihen ein Anzeichen von spezifischer Humuswirkung. Wie aus Abb. 2 u. 3 ersichtlich, läßt die Stallmist-Reihe im Durchschnitt aller Pflanzen einen etwas höheren Ertrag erkennen als die Reihe mit mineral. Düngung + N, obwohl bei letzterer Reihe die N-Aufnahme eine höhere ist.
5. Das wichtigste Ergebnis der Nährstoffbilanz-Rechnung ist die Feststellung des überaus hohen Kali-Entzuges durch intensive Gemüse-Rotation (Kohlrabi—Karotten und Rote Rüben—Rettich). Eine einmalige hohe Kali-Düngung zu Beginn der Vegetationsperiode reichte zur Abdeckung der K-Entzüge von zwei aufeinanderfolgenden Pflanzen nicht aus (K-Ausnützung mit 60 % gerechnet).
6. Vergleiche der N-Analysen der Böden nach der Ernte und der N-Entzugszahlen durch die Ernte lassen auf starke Umsetzung dieses Nährstoffes im konstant feuchten Bodensubstrat der Gefäße während der Sommermonate schließen.

7. Auf Grund der Bodenanalysen kann weiterhin geschlossen werden, daß die Buschbohnen ihren N-Bedarf zum großen Teil aus dem vorhandenen mineralischen N entnahmen.
8. Das schwache Abschneiden der Kompost-Reihen wurde mit einem Mangel an leicht aufnehmbarem Stickstoff begründet. Erst in der letzten Rotation (2. Jahr) wiesen die Kompost-Reihen den höchsten N-%-Gehalt der Pflanzensubstanz auf. Diese Erscheinung, die zum Teil auch als Konzentrationseffekt infolge geringen Ertragsgewichtes erklärlich ist, konnte den Ertrag nicht mehr beeinflussen, weil alle Reihen eine einheitliche N-Nachdüngung erhielten.

## V. Das Gesamtergebnis der Gemeinschaftsuntersuchungen über die Auswirkung lang-jährigen Gemüsebaues auf den Boden bei mangelnder animalischer Düngung

Von H. FRANZ und K. LIEBSCHER

Die durchgeführten Versuche und Untersuchungen lieferten ein sehr großes Zahlenmaterial, das zwar im einzelnen in den dieser Zusammenfassung vorangestellten Veröffentlichungen von H. SCHILLER, J. GUSENLEITNER und F. BARBIER ausgewertet worden ist, das aber darüber hinaus doch noch einer Gesamterörterung bedarf. In dieser sollen die wichtigsten Teilergebnisse der Gemeinschaftsarbeit nochmals hervorgehoben und miteinander in Verbindung gebracht werden.

Betrachtet man die erzielten Resultate in ihrer Gesamtheit, so stellt man fest, daß sie nur zum Teile mit der Fragestellung in unmittelbarem Zusammenhang stehen, zum Teile gewissermaßen „am Rande“ bei der Auswertung des umfangreichen Untersuchungsmaterials angefallen sind.

1. Ein solches Nebenresultat, das jedoch besonders hervorgehoben zu werden verdient, ist das verschiedene Verhalten der Böden A und B. Beide unterscheiden sich im Profilaufbau nur wenig, sie zeigen beide eine geringe Tendenz zur Tondurchschlämmung, Boden A darüber hinaus einen leichten, im übrigen an verschiedenen Stellen seines Vorkommens nicht gleich wirksamen Tagwasserstau. Trotzdem verhalten sich beide Böden recht verschieden, sie haben vor allem auf das Fehlen der organischen Düngung nicht gleich stark reagiert. Boden B, ein karbonatfreier Lößlehm, erweist sich als wesentlich weniger empfindlich gegenüber ungünstigen Bewirtschaftungseinflüssen als der humusärmere, stark versauerte, reichlich gröberes Mineralskelett enthaltende Boden A. Es dürften für dieses Verhalten neben physikalischen Bodenmängeln auch chemische verantwortlich sein. Wie Tabelle 4 zeigt, liegen die für Boden A ermittelten  $y_1$ -Werte der Austauschsäure um das Vierfache höher als bei Boden B, so daß, wie H. SCHILLER betont hat, bei Boden A mit einer pflanzenschädigenden Wirkung durch freie Al-Ionen zu rechnen ist. Im Feldversuch äußerten sich die Unterschiede der beiden Vergleichsböden darin, daß der aus dem Vergleich mit einer Normalernte errechnete Minderertrag bei Boden A beträchtlich größer ist als bei Boden B.

Gegenüber einem sorgfältig errechneten Durchschnittsertrag ergab sich im Feldversuch bei der Düngungsvariante mit dem höchsten erzielten Ertrage eine Minderernte in Prozenten von:

Gemüseart	bei Boden A	bei Boden B
Kohlrabi	41,4*	27,5*
Rote Rüben	31,0	12,4
Buschbohnen	28,0	24,2

\* B-Ware mit 50 % eingerechnet.

In den Gefäßversuchen kommen diese Unterschiede nicht zum Ausdruck, was darauf hindeutet, daß dieselben durch die Versuchsanordnung ausgeglichen worden sind. Dieser Ausgleich kann für die chemischen Bodeneigenschaften mit Ausnahme der Nullparzellen, die bei beiden Böden schlecht abschnitten, durch die reichliche Minereraldüngung als gegeben angesehen werden. Unterschiede in physikalischen Bodeneigenschaften kommen in Gefäßversuchen erfahrungsgemäß deshalb kaum zur Geltung, weil bei diesen der Wasser- und Lufthaushalt optimal gehalten wird.

2. Ein zweites interessantes Nebenresultat stellte der außerordentlich hohe Kaliverbrauch in den Gefäßversuchen dar. Durch die Fruchtfolgen Kohlrabi—Karotten und Rote Rüben—Winterrettich wurde nicht bloß die beträchtliche Menge an Düngekalium der Düngung mit Humon + Minereraldüngung, entsprechend 1130 kg  $K_2O$  pro ha, soweit sie

pflanzenaufnehmbar war, verbraucht, sondern darüber hinaus die Reserve des Bodens an pflanzenaufnehmbarem Kali weitgehend erschöpft (vgl. die Berechnung auf Seite 34).

Es ist daraus die Folgerung abzuleiten, daß auf Flächen mit intensiven Gemüserotationen zur Ersatzdüngung sehr hohe Kalimengen erforderlich sind.

3. Sowohl die Gefäß- als auch die Feldversuche lassen deutlich erkennen, daß die festgestellten Ertragsunterschiede vor allem auf Stickstoffwirkungen zurückgehen, wobei der mineralische Stickstoff dem organischen zunächst wegen seiner leichten Verfügbarkeit überlegen ist. Da bei der Humifizierung organischer Abfallstoffe, also auch von Stallmist, zunächst Stickstoff in der lebenden Masse der Mikroorganismen und Kleintiere und auch im Humus festgelegt wird, waren die mit organischer Substanz und durch diese mit organischem Stickstoff versehenen Pflanzen in den Düngungsversuchen zunächst schlechter mit Stickstoff versorgt als die rein mineralisch gedüngten oder über Humon mit leicht aufnehmbarem Stickstoff versorgten. Es verdient deshalb Beachtung, daß in den Gefäßversuchen der Stallmist schon in der zweiten Tracht die höchsten Erträge von allen Düngungsvarianten erzielt hat (vgl. Diagramm 2 Seite 32).

Trotzdem konnten bei so kurzer Versuchsdauer, wie sie die gegebenen Verhältnisse erzwungen haben, nicht erwartet werden, daß direkte Wirkungen einer Humusdüngung auf die Ertragsbildung klar zum Ausdruck kommen würden.

4. Es war daher ein besonders günstiger Umstand, daß das zum Kartoffelversuch verwendete Pflanzgut nach dem Igel-Langetest 19 % blattrollkranke Knollen aufwies und die Viruserkrankung auf der seit zwei Jahrzehnten nicht mit animalischer Düngung versorgten Versuchsfläche an den Kartoffelpflanzen früher und stärker zur Auswirkung kam als auf der in drei bis vierjährigem Turnus und auch unmittelbar vor dem Kartoffelanbau mit Stallmist versorgten Vergleichsfläche. Dies führte zu außerordentlichen Ertragsunterschieden wie folgt:

Versuchsparzelle	Virusbefall		Knollenernte dz/ha	
	in %	festgestellt am Felde	Düngungsstufe I	Düngungsstufe II
Gemüseparzelle ohne Stallmist	19		181,6 ± 12,2	223,9 ± 10,9
Ackerparzelle mit Stallmist	4		301,6 ± 4,9	358,0 ± 7,4

In diesem Versuch wurde eine indirekte Wirkung der animalischen Düngung auf die Kartoffelpflanzen sichtbar, nämlich eine Erhöhung der Resistenz der Pflanzen gegen das Virus. Worauf diese beruht, bedarf weiterer Untersuchungen, es ist aber wahrscheinlich, daß auch die Resistenz der Pflanzen gegen andere Krankheiten durch organische Düngung erhöht wird.

5. Direkte Humuswirkungen lassen sich nur aus dem Vergleich der seit zwei Jahrzehnten nicht mehr animalisch gedüngten Böden des Versuchsbetriebes mit gleichartigen, regelmäßig mit Stallmist versorgten Böden ableiten. Zu einem solchen Vergleich bietet der Boden A Gelegenheit, da er sich in weitgehend gleicher Beschaffenheit im Versuchsbetrieb und in einem normal bewirtschafteten Nachbarbetrieb vorfindet. Aus der von H. SCHILLER gegebenen Darstellung der Bodenverhältnisse (Seite 14), ist zu entnehmen, daß der während zwei Jahrzehnten nicht mehr animalisch gedüngte Boden um 0,40 % weniger Humus enthält als der Vergleichsboden, wobei allerdings der humusärmere Boden resistenter Humusstoffe aufweist als der humusreichere. Weiters sind die Strukturverhältnisse im humusärmeren Boden ungünstiger als im humusreicheren. Bei der Beurteilung dieser Befunde muß man allerdings berücksichtigen, daß die festgestellten Unterschiede auf eine Komplexwirkung zurückgehen, die nicht bloß durch die unterschiedliche Düngung sondern auch durch Unterschiede in der Fruchtfolge und in der Intensität der Bodenbearbeitung ausgelöst worden sind.

Dessen ungeachtet sind deutliche Unterschiede vorhanden und sie sind nicht gering zu bewerten, auch wenn man mit F. SCHEFFER (vgl. Seite 14) optimistisch annimmt, daß

einer jährlichen Stallmistzufuhr von 120 dz/ha eine Humusanreicherung von 0,02 % entspricht. Mit Rücksicht auf die mit dem Gemüsebau verbundene intensive Hackkultur muß man annehmen, daß im Beispiel des Versuchsbetriebes der Humusaufbau aus Stallmist langsamer vor sich gehen würde als von SCHEFFER angegeben.

Das untersuchte Beispiel zeigt, daß es nicht leicht ist im intensiven Gemüsebau die animalische Düngung durch andere organische Düngemittel zu ersetzen und daß es in Hinblick auf die fortschreitende Verknappung des Stallmistes außerordentlich notwendig wäre, organische Ersatzdünger in langfristigen Versuchen auf ihre Leistung im Gemüsebau zu prüfen.

# Jahreszyklische Schwankungen des Wassergehaltes in zwei niederösterreichischen Lößböden

Von O. NESTROY

(Aus dem Institut für Bodenforschung der Hochschule für Bodenkultur, Vorstand: o. Prof. Dr. Dipl. Ing. H. FRANZ)

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Untersuchungen sind am Institut für Bodenforschung der Hochschule für Bodenkultur mit Unterstützung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft durchgeführt worden. Die Fürstlich-Liechtensteinsche Güterdirektion in Wilfersdorf und ein Landwirt in Wieselburg an der Erlauf stellten die Flächen zur Verfügung, auf denen periodisch Bodenproben entnommen werden konnten. Dem Direktor, Herrn Dr. R. MOSER, sei dafür sowie für zahlreiche Anregungen und Hinweise auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

Infolge der wichtigen Funktionen des Wassers im Boden bildeten Untersuchungen über den Bodenwasserhaushalt schon seit Jahrzehnten den Gegenstand spezieller Forschung und es fehlte nicht an Versuchen, Gesetzmäßigkeiten in den Schwankungen des Wassergehaltes im Boden zu erfassen. Ein Großteil dieser Versuche ging von einer zu engen Fragestellung aus: teils fanden nur chemische oder physikalische Bodenmerkmale bei der Anlage und Auswertung Berücksichtigung, oftmals liegt eine ungenaue Flächenauswahl und Profilbeschreibung vor und nur in wenigen Fällen wurde die stehende Vegetation berücksichtigt. Hinzu kommt, daß die meisten Bestimmungen des Wassergehaltes im Boden meist nur zu einem, selten zu mehreren Zeitpunkten eines Jahres durchgeführt wurden und deshalb gewissermaßen nur eine Momentaufnahme der Wasserverhältnisse und keineswegs die jahreszeitlichen und vegetationsbedingten Schwankungen erfassen.

Von diesen Überlegungen ausgehend hat sich der Verfasser die Aufgabe gestellt, auf zwei bodentypologisch genau definierten Flächen mit gleichem Muttergestein, jedoch in verschiedenen Klimabereichen, in Form von jahreszyklischen Entnahmen Wassergehaltsbestimmungen durchzuführen. Beide Flächen sind intensiv ackerbaulich genutzt und weisen Bodentypen von großer Verbreitung auf. Die einzelnen Profilstellen sind nach sorgfältiger Sondierung mittels Schlagbohrers ausgewählt worden.

Neben den Untersuchungen des Wassergehaltes, die sich in periodischen Abständen über den Zeitraum von zwei Jahren erstreckten, wurden auch chemische und physikalische Daten erhoben.

Der Standortbeschreibung möchte ich eine kurze Besprechung des Klimas und der Untersuchungsmethoden voranstellen.

Niederösterreich stellt nach J. HANN (1904) das Übergangsgebiet zweier verschiedener Klimagebiete dar: das westeuropäische Klima, ausgezeichnet durch milde und nasse, relativ kühle Sommer, geht gegen Osten in das kontinentale Klima, charakterisiert durch strenge, kalte Winter und heiße Sommer, über.

Die Niederschlagsmengen sind daher sehr unterschiedlich: im Thayatal liegen sie unter 500 mm, nehmen gegen das Marchfeld etwas zu und steigen schließlich im Westen Niederösterreichs, schon im Alpenvorland, auf Werte um 800 mm. J. FINK (1956) unter-

scheidet deshalb im niederösterreichischen Raum: im Osten eine trockene Lößlandschaft mit Niederschlägen unter 600 mm, westlich anschließend ein Übergangsgebiet mit Niederschlägen von 600 bis 700 mm und weiter im Westen eine feuchte Lößlandschaft mit Niederschlägen zwischen 700 und 800 mm. Das Versuchsfeld Wilfersdorf liegt in der trockensten, das Versuchsfeld Wieselburg an der Erlauf in der feuchten Lößlandschaft.

Die Verteilungskurve der Niederschläge zeigt ihr Maximum im Juni und Juli mit je 14 % der Jahresmenge, ihr Minimum im Februar. Trockenperioden treten häufig im April und September auf. Im Juni sind oft Regenperioden zu verzeichnen.

Tabelle 1  
Klimadaten von Wilfersdorf

Wahre Jahresmittel der Temperatur	Andauer der 5° 10° Temperatur		Mittlere Jahressummen der Niederschläge	Mittlere Niederschlagssummen der Vegetationszeit	Wahre Temperaturmittel
1891–1950 *	1891–1950		1891–1950	1901–1950	
1958	1958		1958	1958	
1959	1959		1959	1959	
9–10° C	220–230	170–180	500–600 mm	200–225 mm	16–17° C
9,3	Tage	Tage	514	174	17,9
9,3			691	404	16,7

\* Die Angaben der Mittelwerte aus dem Zeitraum von 1891–1950 (bzw. 1901–1950) sind dem Atlas von Niederösterreich, Wien 1958 (herausgegeben von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien) entnommen.

Wilfersdorf liegt im Weinviertel, dem trockensten Gebiet von Niederösterreich. Der Mai ist regenarm, die relative Luftfeuchtigkeit erreicht im Sommer (in den Mittagsstunden) Werte um 50 bis 60 %. Jährlich sind im Durchschnitt 115 Tage mit Temperaturen über 15° C zu verzeichnen. Im Frühjahr treten starke Nordwinde, im Frühsommer und Herbst trocknende Südostwinde auf.

Tabelle 2  
Klimadaten von Wieselburg

Wahre Jahresmittel der Temperatur	Andauer der 5° 10° Temperatur		Mittlere Jahressummen der Niederschläge	Mittlere Niederschlagssummen der Vegetationszeit	Wahre Temperaturmittel
1891–1950	1891–1950		1891–1950	1901–1950	
1958	1958		1958	1958	
1959	1959		1959	1959	
8–9° C	220–230	160–170	800–900 mm	300–350 mm	16–17° C
8,8	Tage	Tage	848	227	17,2
8,8			821	433	16,2

Wieselburg an der Erlauf zeigt andere klimatische Verhältnisse. Es liegt im Alpenvorland, einem regenreichen Gebiet Niederösterreichs. Die Niederschläge steigen gegen die Kalkalpen noch weiter an. Die Luftfeuchtigkeit fällt nicht unter 60 %, die Durchschnittswerte liegen zwischen 70 und 80 %. Das Tagesmittel der Temperatur liegt nur an 98 Tagen über 15° C; Westwinde herrschen vor.

Bei der Bodenuntersuchung gelangten folgende Methoden zur Anwendung: Die Korngrößenbestimmung erfolgte nach der Pipettmethode (Methodenbuch, 1955) nach vorangegangener Dispergierung der Probe mittels Natriumpyrophosphat (J. LÜTNER, 1955). Humus wurde nach dem Naßverbrennungsverfahren von WALKLEY (1935), Kalk nach SCHEIBLER bestimmt. Die Schnellmethode von ULRICH-RIEHM (1954) wurde zur Bestimmung der Kationenumtauschkapazität, die von KAPPEN (1929) zur Ermittlung

des S-Wertes herangezogen. Der pH-Wert wurde in nKCl Lösung bei einem Bodenflüssigkeitsverhältnis von 1 : 2,5 bestimmt.

Die Probeentnahme für die laufenden Wassergehaltsbestimmungen erfolgte mit Hilfe einer Schappe, die Bestimmung des Wassergehaltes gravimetrisch im Labor. Die Umrechnung der so gewonnenen Gewichtsprozent Wasser in Volumsprozent erfolgte mit Hilfe des an ungestörten Proben ermittelten scheinbaren spezifischen Gewichtes.

Die Beschreibung der Versuchsfächen:

1. Wilfersdorf, Bezirk Mistelbach, NÖ.

Lage: Die Versuchsfäche liegt im Zistersdorfer Hügelland an der Bundesstraße Nr. 7 (Brünner Straße), nahe der Abzweigung nach Ebendorf, in 225 m Seehöhe, eben.

Das Gebiet gehört geologisch der Mistelbacher Hochscholle an. Im Liegenden sind kalkreiche Sande des Oberpannon, die von etwa 1,5 m mächtigem Löß überlagert sind.

Witterungsverlauf: Die speziellen Klimadaten sind den Tabellen 1, 5 und 7 zu entnehmen. Bemerkenswert sind die geringen Niederschläge während der Vegetationszeit im Jahre 1958, der trockene Mai und der äußerst feuchte Juni des gleichen Jahres. Bei den Niederschlägen im Jahre 1959 fällt die ungünstige Verteilung auf: einem trockenen, schneearmen Februar folgte ein feuchter Juni und Juli. Sehr ungünstig wirkte sich der äußerst niederschlagsarme Herbst aus. Es zeigt sich, daß trotz der höheren Gesamtniederschläge das Jahr 1959 landwirtschaftlich gesehen ungünstiger war als das Jahr 1958; die Niederschlagsverteilung gab dafür den Ausschlag.

Im Jahre 1958 wurde Sommergerste gebaut, 1959 stand Körnerapps auf dem Versuchsfeld.

### Profilbeschreibung:

Bodentyp: Tschernosem.

A <sub>p</sub>	0-19 cm	humoser, schluffiger Lehm, feinkrümelig, locker, vereinzelt Steine, stark durchwurzelt, Farbe*: 10 YR 3/4, allmählich übergehend in
A	19-35 cm	humoser, schluffiger Lehm, blockig, dichter gelagert, gut durchwurzelt, Farbe 10 YR 3/4, übergehend in
AC	35-45 cm	schwächst humoser, schluffiger Lehm, feinkrümelig kantig, gut durchwurzelt, Einmischung Übergangshorizont durch Regenwurmtätigkeit, Pseudomycel, Mischfarbe 10 YR 5/4-4/4; abgesetzt zu
C	45-170 cm	Löß; Kapillaren mit Kalk ausgefüllt, nach unten zu Kalkausscheidungen schwächer, Material gröber. Farbe 10 YR 4/6-5/4; nach schwacher Übergangszone übergehend in
D	ab 170 cm	kalkhaltiger Tertiärsand mit vereinzelt Kiesen, noch durchwurzelt, mit Kalkausscheidungen, Farbe 10 YR 5/5.

\* Die Bestimmung der Farbe erfolgte an Proben im Zustand der Fließgrenze und wurde nach den amerikanischen Farbtafeln (Soil Color Charts der Firma Munsell) ermittelt.

Tabelle 3

### Analysendaten zum Tschernosem von Wilfersdorf

Tiefe cm	< 2 $\mu$ Rohton	2-20 Schluff in Gewichtsprozent des Feinbodens	20-200 Feinsand	200-2000 Grobsand	org. Substanz	CaCO <sub>3</sub>	U. K. mval/100 g Boden	S-	V- Wert %	pH KCl
0-19	24,5	30,6	43,2	1,7	2,3	9,6	24,0	n. b.	100	6,8
19-35	27,5	27,7	43,6	1,2	1,7	12,4	23,5	n. b.	100	6,8
35-45	23,8	30,4	44,7	1,1	0,6	29,4	18,0	n. b.	100	7,0
45-170	15,6	27,7	55,5	1,2	Spuren	29,8	12,5	n. b.	100	7,1
170+	5,9	4,2	30,1	59,8	0	8,2	3,0	n. b.	100	7,0

Die Korngrößenbestimmung zeigt eine deutliche, gleichmäßige Verlehmung des Lösses bis zu 45 cm Tiefe, darüber hinaus noch die Maxima im Schluff- und Feinsandbereich an\*\*. Die Humusgehalte liegen selbst in der Krume tief, der Kalkgehalt ist

\*\* Bei Verwendung der Aterberg-Skala tritt das Maximum zwischen 20-50  $\mu$ , das für Löss charakteristisch ist, nicht hervor.

hingegen durchwegs als hoch anzusprechen. Kationenumtauschkapazität und S-Wert zeigen einen guten Speicher- und Versorgungsgrad des Bodens an.

## 2. Wieselburg an der Erlauf, Bezirk Scheibbs, NÖ.

Lage: Die Versuchsfläche liegt im Süden der Kirche von Wieselburg, Seehöhe: 270 m, eben, auf einer lößbedeckten Hochterrasse, die hier als Sporn vor dem Zusammenfluß der Großen und Kleinen Erlauf ausgebildet ist.

Witterungsverlauf: Gegenüber den klimatischen Bedingungen von Wilfersdorf sind einige Unterschiede erkennbar: im Durchschnitt liegt das wahre Jahresmittel der Temperatur um  $0,5^{\circ}$  C tiefer, die Jahressummen der Niederschläge sind um etwa 300 mm höher und auch die mittleren Niederschlagssummen während der Vegetationszeit liegen bedeutend höher.

Im Jahre 1958 waren die Monate Februar und Juni besonders niederschlagsreich und auch der Herbst sehr feucht. Im Jahre 1959 waren im Juni und Juli hohe Niederschläge zu verzeichnen, es folgte ein trockener Herbst; die Jahresniederschlagssumme war höher als 1958 (vgl. Tabellen 2, 9 und 11).

Im Jahre 1958 stand Hafer, 1959 Futterrübe auf dem Felde.

### Profilbeschreibung:

Bodentyp: tagwasservergleyte Parabraunerde.

A <sub>1p</sub> 0–20 cm	humoser, schluffiger Lehm, deutlich krümelig, locker gelagert, gut durchwurzelt, Farbe 10 YR 4/2, übergehend in
A <sub>2</sub> 20–35 cm	schwächst humoser, feinsandiger Lehm, undeutlich krümelig, etwas dichter gelagert, schwach durchwurzelt, Farbe 10 YR 4/3, allmählich übergehend in
B <sub>g1</sub> 35–85 cm	schluffiger Lehm, schwach kantig-blockig, schwach durchwurzelt, Farbe 10 YR 4/3, einige Eisen- und Mangankonkretionen enthaltend, übergehend in
B <sub>g2</sub> 85–155 cm	toniger Lehm, blockig-kantig, schwer zerdrückbar, schwach durchwurzelt, Farbe 10 YR 5/4, mehrere Eisen- und Mangankonkretionen, einige Fahlflecken enthaltend, abgesetzt gegen
C ab 155 cm	Löß, feinblockig porös, stark kalkhaltig, Farbe 10 YR 5/4–5/6.

Tabelle 4

### Analysendaten zur tagwasservergleyten Parabraunerde von Wieselburg

Tiefe cm	< 2 $\mu$ Rohton	2–20 Schluff in Gewichtsprozenten des Feinbodens	20–200 Feinsand	200–2000 Grobsand	org. Substanz	CaCO <sub>3</sub>	U. K. mval/100 g Boden	S- Wert	V- Wert %	pH KCl
0–20	11,2	37,0	48,5	3,3	2,5	0,8	12,5	12,5	100	6,7
35–85	19,4	31,1	46,6	2,9	Spuren	0,3	11,0	9,3	84,5	6,3
85–155	32,3	25,8	41,3	0,6	0	0,4	21,0	20,3	96,6	6,0
155+	15,9	32,2	51,1	0,8	0	13,0	14,5	n. b.	100	6,9

In der Rohtonfraktion ist eine deutliche Zunahme gegen die Tiefe (bis 155 cm) feststellbar, damit verbunden eine deutliche Abnahme des Schluffanteiles. Humus- und Kalkgehalt zeigen typische Werte. Die Kationenumtauschkapazität zeigt einen dem Rohtonanteil ähnlichen Verlauf: bis 155 cm Tiefe eine deutliche Zunahme, dann wiederum ein Absinken. Die Sättigungsgrade liegen recht günstig.

### Untersuchungsergebnisse:

1. Wilfersdorf (vgl. Tabellen 6 und 8). Hier erfolgte die erste Probenahme am 9. 4. 1958. Das Feld befand sich kurz nach der Schneeschmelze, war aber bereits oberflächlich abgetrocknet. Der Kurvenverlauf gibt folgendes Bild: bis etwa 30 cm Tiefe ist

eine geringe Abtrocknung erkennbar, tiefer — im Bereich von 40 bis 100 cm — ist der Boden völlig mit Wasser gesättigt. Darunter wird eine allmähliche Abnahme des Wassergehaltes erkennbar, bis dieser in 180 cm Tiefe seinen kleinsten Wert erreicht. Die Ursache für diese Erscheinung dürfte sein, daß die von der Schneeschmelze ausgelöste Sickerwasserfront zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht bis zu dieser Tiefe vorgedrungen war und die Wasserverarmung durch die vorjährige Vegetation noch nicht wettgemacht hatte. ROTMISTROFF (nach H. FRANZ, 1960) gibt eine durchschnittliche Sinkgeschwindigkeit des Wassers in Löß zwischen 0,02 und 0,03 cm pro Stunde an; dies ergibt etwa 6 mm pro Tag oder rund 18 cm pro Monat. Bei derart geringen Geschwindigkeiten ist daher ein so langsamer Feuchtigkeitsausgleich ohne weiteres möglich.

Am 12. Mai kamen weitere Proben zur Untersuchung. In der vorangegangenen Woche war es sehr heiß gewesen und seit fast zwei Wochen waren keine Niederschläge gefallen. Die Sommergerste stand etwa 80 cm hoch. Der Wassergehalt des Bodens hat bis 60 cm Tiefe stark abgenommen: stehende Vegetation und hohe Temperaturen verursachten diesen Verbrauch. In einer Tiefe von über 120 cm zeigt sich ein höherer Wassergehalt als bei der ersten Messung anfangs April; die nach der Schneeschmelze langsam vordringende Sickerwasserfront dürfte hier diese Anreicherung bewirkt haben.

Die nächsten Proben wurden am 17. Juni entnommen; sie erbrachten einen sehr interessanten Kurvenverlauf. Wie dem Niederschlagsdiagramm zu entnehmen ist, war der Probenahme eine achtwöchige Trockenperiode vorangegangen, nur wenige Tage vor der Untersuchung fielen etwa 30 mm Regen. Der Kurvenverlauf läßt dies klar erkennen: die Krume ist durch stärkere Niederschläge der letzten Tage bereits etwas angefeuchtet, in den darunterliegenden Horizonten zeigt sich jedoch eine stärkere Abnahme des Wassergehaltes, der schließlich in 60 cm Tiefe mit nur 17 Volumsprozenten sein Jahresminimum aufweist. In großer Tiefe steigt der Wassergehalt wieder langsam an und übertrifft ab 120 cm sogar den des Maitermines.

Der 17. 9. 1958 war der nächste Untersuchungstermin. Die Krume zeigt starke Austrocknung, hervorgerufen durch Wasserverbrauch der Sommergerste und durch Ackerung. In 40 cm Tiefe ist diese Austrocknung kaum mehr feststellbar. Der weitere Kurvenverlauf liegt — etwas gegen die trockene Seite hin verschoben — nahezu dem im Mai gemessenen parallel.

Einen ausgeglichenen Kurvenverlauf ergibt die Auswertung der am 28. 10. entnommenen Proben. Die Herbstniederschläge haben die Krume bereits wieder ausreichend befeuchtet und auch in den tieferen Lagen ist der Wassergehalt günstiger.

Die letzte Probenahme des Jahres 1958 erfolgte am 25. 11. Das kühl-feuchte Herbstwetter und das Fehlen einer wasserzehrenden Vegetation bewirkten, daß die Niederschläge nahezu verlustfrei gespeichert wurden. In 160 cm Tiefe ist eine unerwartete Abnahme des Wassergehaltes zu verzeichnen, deren Ursache nicht geklärt werden konnte.

Das Jahr 1959 wies, wie schon erwähnt, eine ungünstigere Niederschlagsverteilung auf als das Vorjahr; in den ermittelten Wassergehaltsprozenten spiegelt sich dies deutlich wider.

Im stehenden Raps, einige Tage nach starken Niederschlägen (rund 50 mm), wurde am 21. 4. die erste Probenserie entnommen und untersucht. Die Krume zeigte sehr hohe Feuchtigkeitswerte, während ab 30 cm der Wassergehalt stetig abnahm. Dieser Kurventeil deckt sich fast mit dem der letzten Messung des Jahres 1958 (am 25. 11.). Wir können daraus ableiten, daß bis zu diesem Zeitpunkt noch keine Sickerwasserfront in größere Tiefen vorgedrungen und noch keine Auffüllung des Wasserdefizites — bewirkt durch den Wasserverbrauch der vorjährigen Vegetation — eingetreten war. Ferner gestattet diese Kurve die Feststellung, daß der Winterweizen des Jahres 1957 das Feld in einem

bedeutend trockeneren Zustand hinterlassen hatte als die Sommergerste im darauffolgenden Jahr.

Die nächste Messung fiel auf den 2. 6., den Zeitpunkt des größten Wasserverbrauchs der Vegetation. In den geringen Wasserprozenten zwischen 30 und 40 cm Tiefe kommt dies sinnfällig zum Ausdruck. Darunter ist durch Sickerwasserbewegung eine Zunahme des Wassergehaltes zu verzeichnen.

Während einer Schönwetterperiode, am 27. 6., wurden folgende Werte ermittelt: der sehr dichte Rapsbestand verursachte einen hohen Wasserverbrauch, was zu einem deutlichen Absinken des Wassergehaltes bis 160 cm Tiefe führte; das Profil weist den kleinsten Wassergehalt während des laufenden Jahres auf. In 160 cm Tiefe finden wir wiederum einen etwas höheren, während des ganzen Jahres fast konstanten Wert.

Der 25. 8. war der vierte Untersuchungstermin im Jahre 1959. Das Feld war abgeerntet, geackert und — wie man dem Niederschlagsdiagramm entnehmen kann — durch ausgiebige Niederschläge reichlich mit Wasser versorgt. Bis 180 cm Tiefe ist eine starke Zunahme des Wassergehaltes erkennbar, die ihre Ursache in den starken Niederschlägen und vermutlich auch, hervorgerufen durch die Temperaturdifferenz zwischen Luft und Boden, in Kondensationserscheinungen hat; die Befeuchtung durch das Vordringen einer Sickerwasserfront allein wäre in einem so kurzen Zeitraum nicht zu erwarten.

Einen sehr interessanten Kurvenverlauf zeigt die Auswertung der Proben vom 22. 9. Das Feld war geschält und geackert; seit der letzten Untersuchung waren nur 1,8 mm Regen gefallen. Oberflächlich war der Boden stark ausgetrocknet und verhärtet. Bereits ab 30 cm Tiefe stellt sich der Wassergehalt auf den gleichen Wert wie vor vier Wochen ein. Trotz der Trockenperiode war nur in der Krume ein Wasserverlust eingetreten: dieser Horizont deckte das darunterliegende Material ab und verhinderte dadurch eine weitere Austrocknung.

Eine weitere Probenserie während dieser Trockenzeit ergab den gleichen Sachverhalt (Probennahme am 20. 10.): durch das Fehlen einer wasserverzehrenden Vegetation, das Vorherrschen von niederen Temperaturen (Temperaturmittel vom Oktober  $8,4^{\circ}$  C) und unter dem Schutz einer geackerten Krume waren keine Verdunstungsverluste eingetreten.

Die letzte Probennahme erfolgte am 16. 11. Auf dem Feld war Winterweizen angebaut. Durch die letzten Niederschläge war in der Krume eine merkliche Feuchtigkeitzzunahme zu verzeichnen.

Zusammenfassend kann über die Schwankungen des Wassergehaltes im Tschernosem von Wilfersdorf folgendes gesagt werden:

- a) Die Kurven des Wassergehaltes zeigen in den Jahren 1958 und 1959 ein ähnliches Bild. Sie können als charakteristisch für dieses Gebiet angesprochen werden.
- b) Der Kurvenverlauf zeigt ein Maximum des Wassergehaltes in etwa 60 cm Tiefe, ein Minimum bei 80 bis 100 cm und ein zweites Maximum bei 150 cm Tiefe. Darunter nahm der Wassergehalt — durch den Profilaufbau bedingt — ab und erreichte bei etwa 180 cm einen nahezu während des ganzen Jahres konstanten Wert.
- c) In der Krume vollzogen sich — hervorgerufen durch menschliche und klimatische Einflüsse — die größten, in einer Tiefe von 60 cm die geringsten Wassergehaltsschwankungen.
- d) Durch eine Pflanzendecke im vollen Wachstum wurde bedeutend mehr Wasser (auch aus tieferen Horizonten) verbraucht, als durch eine herbstliche Trockenperiode (Messung vom 27. 6. in Vergleich zu 22. 9. und 20. 10.).

2. Wieselburg an der Erlauf (vgl. Tabellen 10 und 12). Die erste Probenentnahme erfolgte am 22. 4. 1958. Auf dem Felde stand Hafer in gutem Entwicklungszustand. Oberflächlich war eine leichte Abtrocknung zu erkennen, während der Boden in einer Tiefe von 20 bis 30 cm — bedingt durch das Schmelzwasser — den größten Wassergehalt im Jahresverlauf aufwies. Unter dieser Tiefe zeigte der Wassergehalt, nach einer kleinen Abnahme, eine allgemeine Zunahme mit einem zweiten Maximum im Bereich von 90 bis 110 cm.

Die Wassergehaltslinie der zweiten Meßreihe (Probenahme am 8. 5.) zeigte ein anderes Bild: trotz der inzwischen gefallenen Regenmengen nahm der Wassergehalt bis zu einer Tiefe von 130 cm merklich ab. Erklärlich ist diese Tatsache durch den hohen Wasserverbrauch des Hafers während der Zeit des stärksten Wachstums. Ab 120 cm nahm der Wassergehalt — als Folge der langsam eindringenden Winterfeuchte — gegenüber der ersten Messung zu.

Der 28. 5. war der dritte Untersuchungstermin. Eine Trockenperiode ging gerade zu Ende; während des Monats Mai waren nur wenige Niederschläge zu verzeichnen. In den oberen 40 cm des Bodens ließ sich eine extreme Austrocknung feststellen: die geringen Niederschläge, Wasserentzug durch die Vegetation und hohe Lufttemperaturen (Temperaturmonatsmittel im Mai 16,6° C) sind als Ursachen anzusehen.

Die nächste Untersuchung erfolgte am 26. 6., etwa zwei Tage nach dem letzten Regen. Wie aus dem Niederschlagsdiagramm (Tabelle 9) ersichtlich ist, fielen im Juni reichlich Niederschläge (insgesamt 149 mm), wobei an zwei Tagen rund 40 mm zu verzeichnen waren. Die Wasserverhältnisse im Boden zeigen uns deutlich diese Zunahme, speziell im oberen Bereich der Krume. Interessanterweise schritt im Bereich zwischen 40 und 100 cm die Austrocknung noch weiter fort, ein Beweis für das äußerst langsame Vordringen einer Sickerwasserfront im Boden. Die langsame Verschiebung des Feuchte-minimums nach unten wird auch durch das stufenweise Ineinandergreifen der Wassergehaltslinien vom 28. 5., 26. 6. und 23. 9. sinnfällig zum Ausdruck gebracht.

Die fünfte Probenreihe — entnommen am 23. 9. — läßt eine gegen die Tiefe zunehmende Wasseranreicherung erkennen. Bei etwa 80 cm liegt der Schnittpunkt mit der Wassergehaltskurve der vorangegangenen Serie, was bedeutet, daß oberhalb dieser Marke der Boden bereits wieder feuchter, darunter dagegen aber noch trockener war als bei der vorigen Untersuchung. Die starke frühsummerliche Austrocknung wirkte sich also erst Ende September in dem Tiefenbereich ab 80 cm aus.

Ein ausgeglichenes und für den Standort charakteristisches Bild ergab die Probenreihe vom 4. 11.: der Wassergehalt nahm in allen Tiefen zu und die Kurve zeigt einen deutlich S-förmigen Verlauf.

Eine weitere allgemeine Feuchtigkeitszunahme ließ die letzte Messung dieses Jahres am 3. 12. erkennen. Die Kurve deckt sich fast mit jener der ersten Meßreihe (vom 22. 4.), ausgenommen die durch Bearbeitung etwas ausgetrocknete Krume. Daraus kann man erkennen, daß durch die Herbstniederschläge die Wasserverluste ausgeglichen wurden und der Boden gesättigt für die nächste Vegetationsperiode zur Verfügung stand.

Im zweiten Untersuchungsjahr (1959) wurde am 15. 4. die erste Messung durchgeführt. Das Feld war für den Rübenanbau vorbereitet. Die Wassergehaltslinie zeigt, von einer Ausnahme abgesehen, den charakteristischen S-förmigen Verlauf. Gegenüber dem Wassergehalt vom 3. 12. 1958 ist diese nur um einen kleinen Betrag gegen die trockenere Seite hin verschoben.

Der 8. 7. war der zweite Untersuchungstermin. Die angebaute Futterrübe war schwach entwickelt. Durch hohe Lufttemperaturen (Temperaturmonatsmittel im Mai 14,3° C) und hohen Wasserverbrauch der Vegetation fand eine merkliche Abnahme des

**Wilfersdorf**  
**Niederschläge 1958**

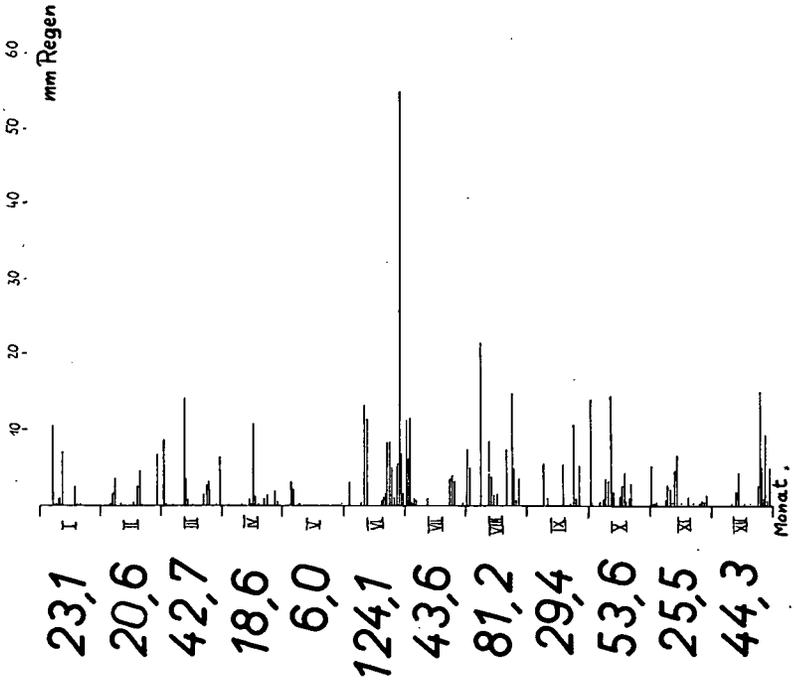


Tabelle 5

**Wilfersdorf**  
**Veget.: S.Gerste**  
**Bodenfeuchte**

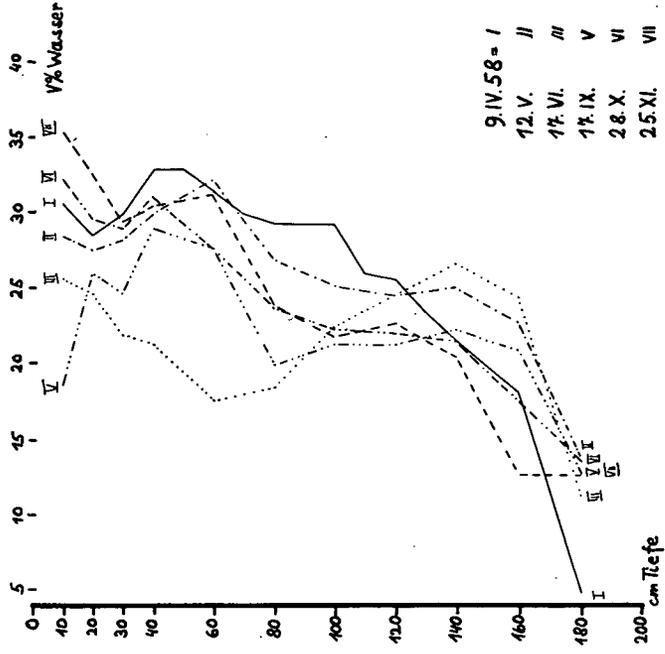


Tabelle 6

**Wilfersdorf**

**Niederschläge 1959**

13,8  
6,9  
34,5  
64,4  
84,5  
112,6  
206,8  
25,5  
1,8  
4,3  
34,2  
101,3

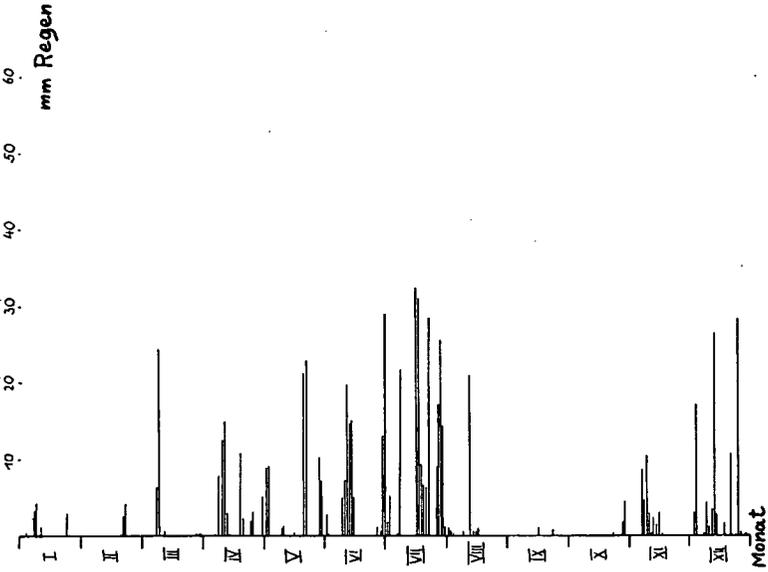


Tabelle 7

**Wilfersdorf**  
**Veget.: W.Raps**  
**Bodenfeuchte**

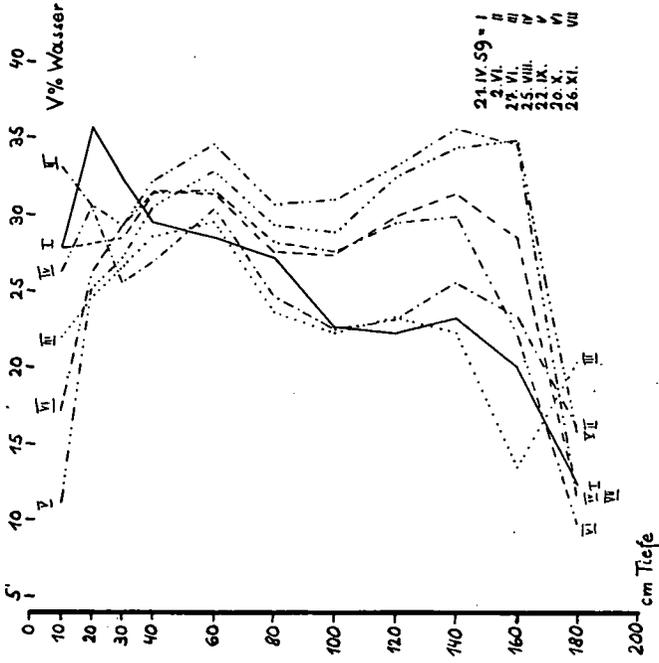


Tabelle 8

**Wieselburg**  
**Niederschläge 1958**

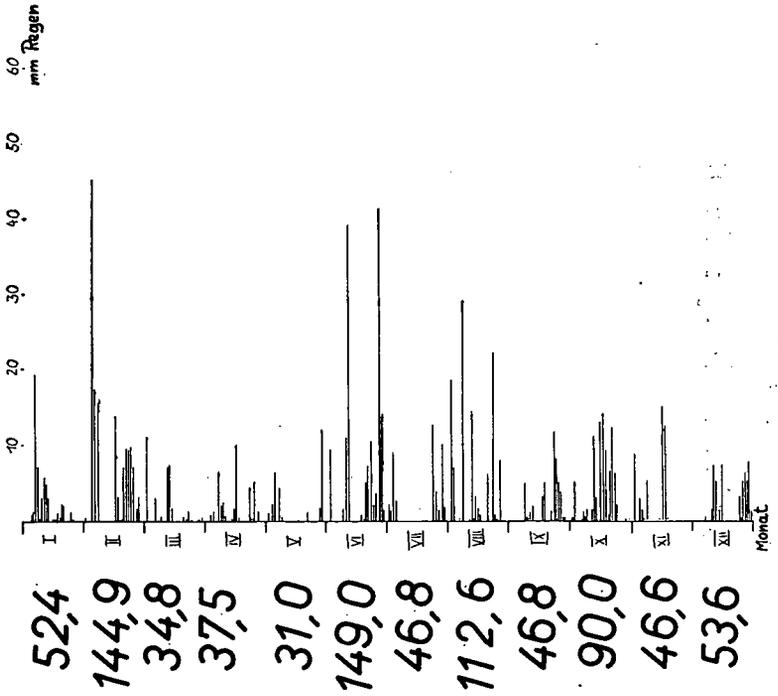


Tabelle 9

**Wieselburg**  
**Veget.: Hafer**  
**Bodenfeuchte**

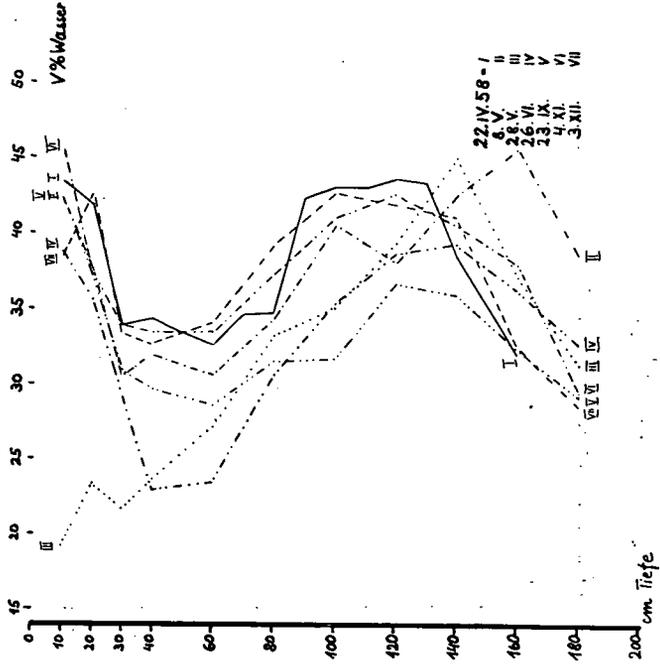


Tabelle 10

# Wieselburg

## Niederschläge 1959

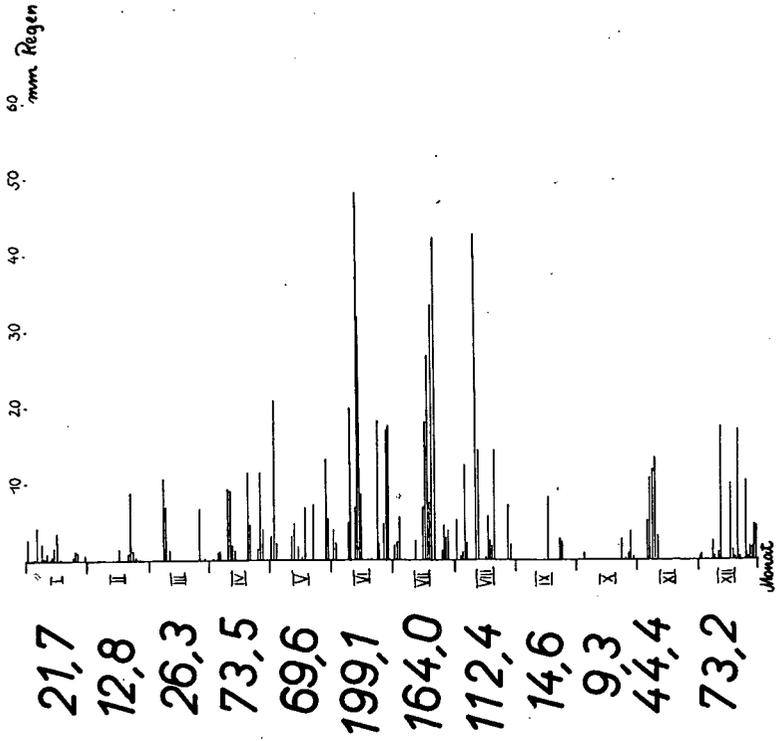


Tabelle 11

# Wieselburg

## Veget.: Futterrübe

### Bodenfeuchte

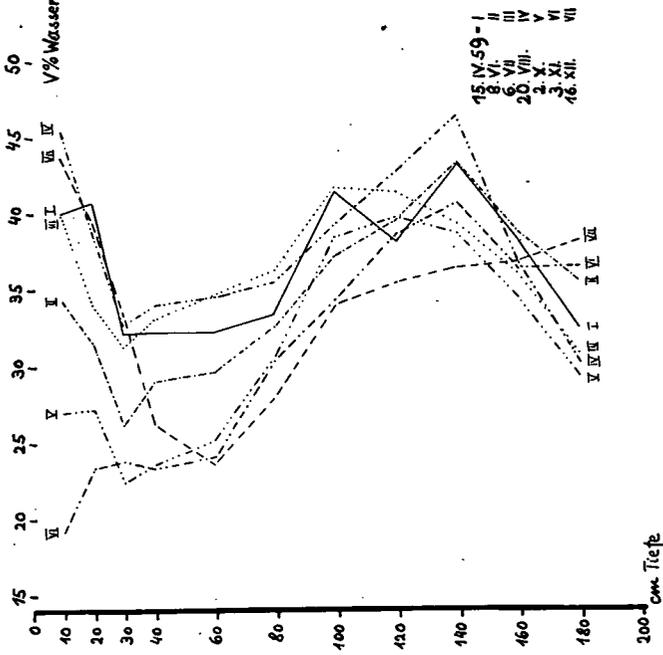


Tabelle 12

Wassergehaltes bis etwa 100 cm statt; diese Abnahme tritt speziell in der Krume durch einen deutlichen Knick hervor.

Nach den ausgiebigen Niederschlägen im Juni (nahezu 200 mm) gelangte am 6. 8. die nächste Serie zur Untersuchung. Das Wasserdefizit wurde voll ausgeglichen und darüber hinaus erfolgte eine Auffüllung über den Gehalt zu Beginn des Jahres. Nur ab 120 cm Tiefe waren noch Spuren der Wasserverarmung feststellbar.

Bei der Untersuchungsreihe vom 20. 8. ergab sich ein ähnliches Bild: die starken Niederschläge im Juli und August führten zu einer völligen Sättigung des Bodens. Sein Wassergehalt lag über dem des zeitigen Frühjahres und ist somit der höchste des Jahres 1959.

Am 2. 10. hatte sich die Situation völlig geändert. Die Futterrübe stand in voller Blattentwicklung. Durch hohe Lufttemperaturen (Temperaturmonatsmittel im September  $12,8^{\circ}\text{C}$ ), geringe Niederschläge und Wasserentzug durch die Futterrübe nahm der Wassergehalt des Bodens ungemein stark ab. Der Unterschied gegenüber der vorigen Messung betrug rund 15%; Dieser Unterschied verringerte sich jedoch mit zunehmender Tiefe.

Auf Grund der Untersuchungen vom 3. 11. zeigte es sich, daß — wie bereits im Vorjahr beobachtet werden konnte — die Trockenzone langsam der Tiefe zuwandert. In der Krume und in 60 cm Tiefe sind Feuchteminima feststellbar. Im tieferen Bereich lag der Wassergehalt noch höher als bei den nächsten Untersuchungen am 16. 12. Während der geringe Wassergehalt in den obersten Zentimetern auf die Feldbearbeitung und den ankeimenden Winterweizen zurückzuführen war, stellte der geringe Wassergehalt im Bereich von 60 cm eine Folge der oben erwähnten Trockenzeit dar.

Unter einer dünnen Schneedecke, jedoch aus ungefrorenem Boden, wurden schließlich am 16. 12. die letzten Proben entnommen. Die Krume war von den November- und Dezemberrniederschlägen stark durchfeuchtet, ab 60 cm Tiefe machte sich die sommerliche Austrocknung noch bemerkbar: der Boden wies in 60 cm ein Feuchteminimum auf und auch in größerer Tiefe zeigte er die geringsten während des Jahres 1959 gemessenen Wassergehaltsprozente. Im Gegensatz zum Vorjahr konnten die verbrauchten Wassermengen durch die Herbstniederschläge nicht wettgemacht werden.

Die Untersuchungsergebnisse der Jahre 1958 und 1959 lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

- a) Die Wassergehaltskurve vom Standort Wieselburg zeigt einen annähernd S-förmigen Verlauf, wobei die größten Jahresschwankungen erwartungsgemäß in der Krume auftreten. In 130 cm Tiefe verursacht eine Staunässesohle zeitweilig Staunässe und übt daher auf die Wassergehaltskurve einen großen Einfluß aus.
- b) Die Austrocknung des Bodens geht nur sehr langsam von oben nach unten vor sich; in Wieselburg umfaßt dieser Vorgang (für den Bereich von der Krume bis 160 cm Tiefe) einen Zeitraum von etwa drei Monaten. Für eine Wiederbefeuchtung muß etwa mit den gleichen Zeiträumen gerechnet werden.
- c) Im Jahre 1958 war bereits im Herbst der Wasserverbrauch der Vegetation durch Niederschläge ausgeglichen worden und der Boden mit Wasser gesättigt. Hingegen fand im folgenden Jahr dieser Ausgleich und diese Sättigung nicht statt.
- d) Die größten Schwankungen des Wassergehaltes traten während der Vegetationsperiode in der Krume und in 60 cm Tiefe, die geringsten dagegen im Bereich unter 120 cm auf.

### Zusammenfassung

Durch periodische Entnahme von Bodenproben aus verschiedenen Tiefen bis zu 180 cm wurden während eines Zeitraumes von zwei Jahren die Schwankungen des Wassergehaltes in zwei verschiedenen Lößböden (bei Wilfersdorf und Wieselburg an der Erlauf) verfolgt. Es läßt sich folgendes erkennen:

- a) Die Kurven der Wassergehaltsprozente zeigen in Wilfersdorf und Wieselburg klimabedingte Unterschiede.
- b) Eine Auffüllung der Wasservorräte durch die Herbstniederschläge war in Wilfersdorf in keinem Untersuchungsjahr, in Wieselburg dagegen im feuchteren Jahr 1958 zu verzeichnen.
- c) Austrocknung und Wiederbefeuchtung des Bodens sind Prozesse, deren Auswirkungen auf die tieferen Bodenschichten einen Zeitraum von Monaten in Anspruch nehmen.
- d) Die ungünstige Wirkung einer Trockenperiode auf die Wasservorräte des Bodens wird im größtem Maße vom Entwicklungs- und Wachstumszustand der Vegetation, von der Bodenbearbeitung und der herrschenden Lufttemperatur bestimmt. Die Auswirkungen der einzelnen Faktoren wurden zahlenmäßig erfaßt.

### Literatur

- FINK, J.: Zur Systematik fossiler und rezenter Lößböden in Österreich. 6. Int. Kongreß f. Bodenkunde, Paris 1956.
- HANN, J.: Klimatographie von Niederösterreich. Verlag W. Braunnüller, Wien 1904.
- HERRMANN, R., R. THUN und E. KNICKMANN: Handbuch der landw. Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch), Bd. I. Verl. Neumann, Radebeul u. Berlin, 1955.
- KAPPEN, H.: Die Bodenazidität. Berlin 1929.
- LÜTTMER, J und L. JUNG: Über die Eignung des Natrium-Pyrophosphates zur Dispergierung bei der mechanischen Bodenanalyse. Sonderdr. aus dem Notizblatt d. Hess. Landesamtes f. Bodenforschung zu Wiesbaden, Bd. 83, 1955.
- RIEHM, H., B. ULRICH und M. ULRICH: Schnelle Bestimmung der Kationensorptionskapazität. Landw. Forschung, Bd. 6, Heft 2, 1954.
- ROTMISTROFF, W. G.: zit. aus H. FRANZ, Feldbodenkunde, S. 188, Verlag G. Fromme, Wien und München, 1960.
- SKUTETZKY, R.: Zur Humusbestimmung in Böden. Festschr. z. 50-jähr. Bestand d. Landw. chem. BVA., Linz, 1949.
- WALKLEY, A. und J. ARMSTRONG: Zeitschr. f. Pflanzenern. Düngg. Bodenk., Bd. 37, 1935.