

**MITTEILUNGEN
DER
ÖSTERREICHISCHEN
BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT**

WIEN XVIII, GREGOR-MENDELSTRASSE 33

HEFT 4 (JÄNNER 1960)

*Gedruckt mit Unterstützung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft
auf Antrag des Notringes der wissenschaftlichen Verbände Österreichs.*

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft. Für den Inhalt verantwortlich: Prof. Dr. Julius Fink. Beide Wien XVIII, Gregor Mendelstr. 33. Druck: F. Berger, Horn, NÖ.

SCHRIFTLEITUNG

Prof. Dr. J. FINK

Prof. Dr. Ing. H. FRANZ

INHALTSVERZEICHNIS

J. FINK: In memoriam ALFRED TILL †	2
J. REICHART: Untersuchungen über die Wirkung intensiver Gülledüngung auf Dauergrünland	5
V. JANIK und H. SCHILLER: Charakterisierung typischer Bodenprofile der Gjidalm	31
J. FINK: Bemerkungen zur Bodenkarte Niederösterreichs	45

In memoriam Alfred Till †

Prof. Dr. phil. ALFRED TILL, der Nestor der österreichischen Bodenkartierung, ist am 19. Oktober 1959 plötzlich gestorben. Sein Nachruf sei uns Anlaß, die Entwicklung der Bodenkunde und Kartierung in Österreich, die mit seinem Namen unlösbar verbunden ist, kurz an uns vorüberziehen zu lassen.

Als Sohn eines Schuldirektors am 18. 2. 1879 geboren, besuchte er das Staatsgymnasium im VIII. Bezirk, anschließend die Universität Wien, wo er unter BECKE, UHLIG, F. E. SUESS u. a. Gelegenheit zu bester Ausbildung fand. 1904 promovierte er mit einer Dissertation über den gewaltigen Bergsturz am Dobratsch⁵ — eine von Pflanzensoziologen und Waldgeschichtlern gern besuchte Lokalität — aus den Fächern physikalische Geographie und Geologie zum Dr. phil. Anschließend war er bis zum Jahre 1907 bei der damaligen k. u. k. Geologischen Reichsanstalt als Volontär tätig. In diese Zeit fällt die Bearbeitung des kristallinen Anteils am Kartenblatt Enns-Steir¹⁰, mehrere geologische Begehungen^{1, 2, 9}, vor allem aber die Bearbeitung fossiler Cephalopodengebisse (Ryncholithen), für die über 1000 Originalstücke verschiedenster europäischer Lokalitäten monographisch bearbeitet wurden^{4, 8, 11} und die der Ammonitenfauna des Kelloway von Villány (Südungarn), die zuerst in kleineren Arbeiten niedergelegt^{3, 6, 7, 12} und dann zur Habilitationsarbeit^{13a + b} zusammengefaßt wurde. Auch für die Folgezeit sind einige in diese Themenkreise fallende Publikationen^{14–16} zu verzeichnen.

1907 kam er als a.o. Assistent an die „Lehrkanzel für Mineralogie, Petrographie, Geologie und Bodenkunde“ der Hochschule für Bodenkultur, welche damals von G. A. KOCH geleitet wurde, welcher als technischer Geologe nicht nur den Grundstein für die Erdölexploration Niederösterreichs, sondern auch jene des Erdgases bei Wels gelegt hatte. Schon im Jahre 1908 mußte TILL den schwerkranken Ordinarius in den Vorlesungen vertreten und ab 1911 die Lehrkanzel bis zum Tode KOCH's supplieren. Eine für den Vorlesungs- und Übungsbetrieb zugeschnittene Anleitung¹⁷ ist zu nennen, ferner eine Reihe populärer Aufsätze über „Erdbeben“, „Bau der Alpen“, „Erdöl“ usw., die im Zusammenhang mit einer intensiven Vortrags- und Exkursionstätigkeit an der Wiener Urania in den Jahren 1908 bis 1910 stehen. Noch war die Bodenkunde in Österreich — wie schon der Titel des Institutes andeutet — ein zeitlich und bedeutungsmäßig kleines Anhängsel der gewaltigen „Geognosie“. Dies aber zu einer Zeit, als in München schon die Schüler RAMANN's lehrten und im östlichen Europa, befruchtet von der bedeutenden russischen Schule DOKUTSCHAJEW-SIBIRZEW-GLINKA, eine ganze Forschergeneration am Werke war. Allmählich setzte sich die Bedeutung der jungen Wissenschaft auch in Österreich durch. Zuerst auf dem forstlichen Sektor, wo analog zu München WESTERBURG-LEININGEN die Bodenkunde in der forstlichen Standortslehre mitverwaltete. Dann in der Landwirtschaft, wo im Rahmen des Institutes für Pflanzenbau unter H. KASERER TILL, der 1921–23 dort o. Assistent war, die Abhaltung einer Vorlesung über „Landwirtschaftliche Bodenkunde und Bodenkartierung“ ermöglicht wurde. Damit begann ein neuer und sein „eigentlicher“ Lebensabschnitt, in dem er sich ganz der Bodenkartierung zuwandte. 1924 arbeitet er gemeinsam mit MURGOCI/Bukarest an den Richtlinien für die Internationale Bodenkarte von Europa und übernimmt auch den österreichischen Anteil derselben. Vom Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft wird er 1925 zum Leiter der Fachkommission für Bodenkartierung ernannt und beginnt schließlich 1927 in Zusammenarbeit mit Kammern und Land mit der systematischen Kartierung der landwirtschaftlich genutzten Fläche Niederösterreichs und des Burgenlandes. 1924 zum a.o. Professor ernannt, stehen ihm für die umfangreichen Geländearbeiten gute Mitarbeiter zur Verfügung.



Alfred Till

18. Februar 1879 — 19. Oktober 1959

Zuerst wurden Gemeindebodenkarten im Maßstab 1 : 10.000 angefertigt, in denen die Bodenmerkmale durch einzelne Signaturen, Farben und Schraffuren dargestellt sind („Alte Karte“). Unabhängig davon wurden Bezirksbodenkarten, wieder vornehmlich in Niederösterreich und Burgenland, im Maßstab 1 : 25.000 (Haag, Kirchschatz, Ravelbach), 1 : 50.000 (Bruck/Leitha, Korneuburg, Langenlois, Mattersburg) oder 1 : 75.000 (Laa/Thaya, Schwechat, Zistersdorf) angefertigt. Nur vom Burgenland sind außerdem zwei Übersichtsarten im Maßstab 1 : 200.000 vorhanden. Nur mehr wenige dieser handkolorierten Karten sind heute vorhanden. Diese Bezirksbodenkarten waren entweder Merkmalskarten (Laa, Kirchschatz) oder Bodentypenarten (z. B. Schwechat). Nur bei der Kartierung des Bezirkes Zistersdorf wurde der Versuch unternommen, die Methode der amerikanischen Serien-(Lokalbodenformen-)Kartierung anzuwenden.

Der damaligen Zeit blieben solche Versuche allerdings fremd, ebenso wie letztlich auch die ganze Kartierung in der Allgemeinheit nicht die richtige Resonanz fand. Es scheint die Zeit noch nicht reif gewesen zu sein, die Früchte aus der Inventur des Bodens zu ziehen, obwohl mit großer Initiative — hier darf u. a. der Vorsitzende der „Arbeitsgemeinschaft für die Bodenkartierung Österreichs“, der damalige und heutige Sektionschef Dr. LEOPOLD, genannt werden — an das Problem herangegangen wurde. Viel Streit war innerhalb und außerhalb der Wissenschaft um die Methode der Kartierung ausgefochten worden. Früh schon wollte sich TILL vom System der „Alten Karte“, in der die Ballung von Zeichen und Signaturen zur Unleserlichkeit führt, lösen. So entstand, auf dem Umweg über eine Kennziffernkarte, die sogenannte „Sprechende Bodenkarte“. Mehrmals veröffentlichte er Aufsätze über diese seine Lieblingsidee, u. a.²⁰ Im Maßstab der „Alten Karte“ gehalten, ist dennoch das gesamte Parzellennetz dargestellt. Die Bodenmerkmale sind nicht einzeln und lagerichtig eingetragen, sondern flächenmäßig zusammengefaßt. Die einzelnen Merkmale werden durch Buchstaben ausgedrückt (im Falle der Ziffernkarte durch Ziffern) und ergeben aneinandergereiht aussprechbare Silben. Gemeinsam mit deren Autoren entstand im Auftrag der „Arbeitsgemeinschaft für Bodenkartierung Österreichs“ eine Arbeitsanweisung²⁴. Nur in Oberösterreich ist die Methode „Till“ bei den dortigen, nicht allzu vielen Kartierungen angewendet worden, während Niederösterreich bis 1938 an der „Alten Karte“ festgehalten hatte. Die anderen Bundesländer fallen nicht ins Gewicht: mit Ausnahme des schon genannten Burgenlandes (wo durch den Assistenten Dr. POZDENA umfangreiche Geländearbeit geleistet wurde) sind noch Kartierungen nur im Salzburger Flachgau (durch den heutigen Sektionschef i. R. Prof. Dr. Ing. RAMSAUER) zu nennen, die heute jedoch nicht mehr greifbar sind. Auch die „Sprechende Bodenkarte“ fand — wenn auch methodisch und kartographisch besser als die „Alte Karte“ — nicht den gewünschten Anklang.

Wenn auch methodische Fragen zu einer Verzögerung der Kartierung führten, so war dennoch die Bodenkunde in ihrer Gesamtheit auch in Österreich von dem allgemeinen Auftrieb erfaßt worden, der in anderen Ländern für jene Zeit typisch ist. Als sichtbarer Ausdruck dafür ist die Tagung der 5. Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft unter H. STREMMER in Wien 1937 zu nennen. Für diesen Zweck war eine mit einer kleinstmaßstäbigen Karte ausgestattete kurze Beschreibung der österreichischen Böden²⁵ veröffentlicht worden, die lange Zeit hindurch die einzige bodengeographische Übersicht unseres Landes darstellte. Kleinere Arbeiten behandeln die Konsistenz der Böden¹⁹, die Bodenart^{18, 31}, eine weitere die Bedeutung des Ausgangsmaterials²² für die Bodenbildung, das im österreichischen Raum stets besonders betont werden muß.

Das Jahr 1938 brachte für den nunmehrigen Ordinarius für „Geologie und Allgemeine Bodenkunde“ — die Ernennung erfolgte im Jahre 1935 relativ spät und war

mit mancher persönlichen Bitternis verbunden — eine harte Zäsur. Zwangspensioniert, begann der nächste, in anderer Richtung entscheidende Lebensabschnitt mit dem Ende des Krieges. Als erster wieder an der Hochschule, wurde er von seinen Kollegen spontan zum Rektor Magnificus vorgeschlagen und durch zwei Jahre (bis 1946/47) im Amt bestätigt. Wie ein Symbol steht sein Name am Beginn einer langen Kette von Rektoren, die im neuerstandenen Staat die Hochschule repräsentieren. Gewaltige Aufbauarbeit war das Charakteristikum der damaligen Zeit, die für ihn aber durch den tragischen Tod seines einzigen Sohnes Norbert (hervorgegangen aus seiner im Jahre 1921 geschlossenen Ehe mit LAURA TOMANEK) auf das schwerste überschattet war.

Der Aufbau der Hochschule und die Zusammenlegung aller bodenkundlichen Fächer zum neuformierten „Institut für Geologie und Bodenkunde“ ließen wenig Raum für wissenschaftliche Arbeit. Neben einer allgemeinen Stellungnahme²⁸ waren lediglich zwei kritische Aufsätze zum Rahmen der Bodenschätzung^{26, 27}, in denen interessante, aber infolge der fortgeschrittenen Arbeit nicht mehr realisierbare Gedanken ausgesprochen wurden, erschienen; damit knüpfte er an eine frühere Behandlung des Taxationsproblems an²⁹. In diese Zeit fallen die ersten Beratungen für eine neue in Verbindung mit der Bodenschätzung stehende Bodenkartierung. Es war die wissenschaftliche Tragik im Leben dieses um die österreichische Kartierung so verdienten Forschers, daß er stets an die Zeit vor 1938 anknüpfen wollte. Die moderne Kartierung ist aber — entsprechend dem Kenntnisstand nicht nur der Bodenwissenschaft, sondern weiter Kreise der Praxis — heute über die Pionierzeit hinaus. Daß sie darüber hinaus ist, verdankt sie der Leistung jener Männer, deren bedeutendster ALFRED TILL war. Stets werden Generationen von Studenten ihrem Lehrer, Professoren der Alma mater viridis ihrem Rektor, Mitarbeiter seines Institutes ihrem Vorstand ein treues Andenken bewahren.

J. FINK

¹ Geologische Exkursionen in das Gebiet des Kartenblattes Znaim: Vh. Geol. R. A. Heft 3, Wien 1906.

² Das geologische Profil von Berg Dienten nach Hofgastein: Vh. Geol. R. A. Heft 12, Wien 1906.

³ Der fossilführende Dogger von Villány (Südungarn): Vh. Geol. R. A. Heft 14, Wien 1906.

⁴ Die Cephalopodengebisse aus dem schlesischen Neocom (Versuch einer Monographie der Rhyndoliten) Jb. Geol. R. A. Heft 1, Wien 1906.

⁵ Das große Naturereignis von 1348 und die Bergstürze des Dobratsch: Mitt. Geogr. Ges. Wien 1907.

⁶ Zur Ammonitenfauna von Villány: Vh. Geol. R. A. Heft 5, Wien 1907.

⁷ Herrn M. v. PALFY zur Entgegnung bezüglich Villány: Vh. Geol. R. A. Heft 10, Wien 1907.

⁸ Die fossilen Cephalopodengebisse: Jb. Geol. R. A. Heft 4, Wien 1908.

⁹ Über einige geologische Exkursionen im Gebiet der Hohen Wand: Vh. G. R. A. 8, Wien 1908.

¹⁰ Die geologischen Aufnahmen des westlichen Teiles des Kartenblattes Enns-Steyr: Vh. Geol. R. A. Heft 15, Wien 1908.

¹¹ Die fossilen Cephalopodengebisse: Jb. Geol. R. A. Heft 4, Wien 1908.

¹² Neues Material zur Ammonitenfauna des Kelloway von Villány (Ungarn): Vh. Geol. R. A. Heft 8, Wien 1909.

^{13a} Die Ammonitenfauna des Kelloway von Villány (Ungarn) I. Geol. Teil; Beiträge zur Pal. u. Geol. Österreich-Ungarns u. d. Orients XXIII, Wien-Leipzig 1910.

^{13b} Die Ammonitenfauna des Kelloway von Villány (Ungarn) II. Geol. Teil; Beiträge zur Pal. u. Geol. Österreich-Ungarns u. d. Orients XXIV, Wien-Leipzig 1911.

¹⁴ Über einige Rhyndoliten: Vh. Geol. R. A. Heft 16, Wien 1911.

¹⁵ Über das Grundgebirge zwischen Passau und Engelhardtszell: Vh. G. R. A. 7—8, Wien 1913.

¹⁶ Exkursionsbericht über das o.ö. Innviertel (II): Vh. Geol. R. A. Heft 14, Wien 1913.

¹⁷ Mineralogisches Praktikum, Anleitung zur Bestimmung der wichtigsten gesteinsbildenden und nutzbaren Mineralien. Schworella und Heick, Wien 1913.

¹⁸ Methoden zur Bestimmung der Bodenarten. Fortschritte der Landw. Heft 23, Wien 1931.

¹⁹ Eine Feldmethode zur Bestimmung der Konsistenz der Böden. Fortschr. d. Lw. 22; Wien 1931.

²⁰ Eine neue Form der landwirtschaftlichen Bodenkarte; Ern. d. Pfl.; 15/16, Wien 1932.

²¹ Über schluffige Bodenarten. Fortschritte der Landw. Wien 1933.

²² Ortsbodentypen; Mitt. Int. Bod. Ges. 1933.

²³ Bodenkundliche Bonitierung im Zuge der Kartierung. Fortschritte der Landw. Wien 1933.

²⁴ — gemeinsam mit B. RAMSAUER u. a. Autoren: Österreichische Bodenkartierung; Wien 1937.

²⁵ Bodenkundlicher Führer durch Österreich (mit einer Bodenkarte 1 : 1,350.000). Im Selbstverlag, Wien 1937.

²⁶ Zur Bewertung landwirtschaftlich-genutzter Böden Österreichs: „Die Bodenkultur“ 4. Jg., Heft 4, Wien 1950.

²⁷ Zur Bewertung landwirtschaftlich genutzter Böden Österreichs II; „Die Bodenkultur“ 5. Jg., Heft 2, Wien 1951.

²⁸ Land- und forstwirtschaftliche Bodenkunde in Österreich: Vh. G. B. A., Wien 1952.

Untersuchungen über die Wirkung intensiver Gülldüngung auf Dauergrünland

VON JOHANN REICHART

(aus dem Institut für Bodenforschung der Hochschule für Bodenkultur)

VORWORT

Die vorliegende Arbeit berichtet auf engstem Raume über die Ergebnisse vergleichender Untersuchungen von 8 verschieden bewirtschafteten Dauergrünlandflächen des vorderen Bregenzer Waldes. Die Grundlage des Vergleiches bilden Pflanzenbestandesaufnahmen, Profileinschläge und die Analyse von Bodenproben aus verschiedenen Schichttiefen. Die Gesamtergebnisse der Untersuchungen wurden vom Verfasser im Jahre 1957 als Dissertation an der Hochschule eingereicht und als Doktorarbeit approbiert. Bezüglich der Detailangaben, die mit Rücksicht auf den begrenzten Raum im folgenden nicht gebracht werden können, muß auf diese Dissertation verwiesen werden.

Die Analysen von über 100 Bodenproben wurden im Laboratorium des Institutes für Bodenforschung an der Hochschule für Bodenkultur in Wien durchgeführt. Die Laboratoriums- und Geländearbeiten wurden durch ERP-Mittel, die das österr. Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft dem genannten Institut gewährt hat, finanziell gefördert. Für die Anregung zu der Arbeit, ihre Ermöglichung sowie für manchen Rat habe ich Herrn Prof. Dr. H. FRANZ herzlich zu danken.

Geschichtliche Entwicklung der Güllerei und derzeitiges Wissen über ihre Wirkung auf Dauergrünland

In stroharmen und niederschlagsreichen Gebieten des Alpenvorlandes, insbesondere des Bodenseeraumes, wird ein von Betrieb zu Betrieb verschieden großer Anteil der Dauergrünlandflächen seit jeher in verschiedenster Weise mit Wirtschaftsdüngern in flüssiger Form gedüngt.

Das Fehlen ausreichender Mengen an Einstreumitteln, sowie die in diesen Gebieten durchwegs hohen Niederschläge, welche die Ansammlung großer Mengen von Sickersaft im Bereich der Stallmistlagerstätten unausweichlich mit sich bringen, zwangen den Grünlandwirt immer dazu, diese flüssigen Dünger zu sammeln und von Zeit zu Zeit auszubringen. Da aber die Ausbringung nun einmal notwendig war, lag der Gedanke nahe, gemeinsam mit der Jauche, welche sich aus dem Sickersaft und dem aus den Stallungen zugeflossenen Harn zusammensetzt und je nach Jahreszeit, beziehungsweise je nach der Häufigkeit der Ausbringung, in mehr oder weniger stark vergorenem Zustand vorlag, auch einen Teil des anfallenden Kotes mit auszubringen. Verschiedentlich wurde dabei der anfallende Kot schon von vornherein in die Jauchegrube geworfen, wo er den ganzen Prozeß der Gärung mitmachte.

Diese im Einzelfall in ihrer Zusammensetzung stark wechselnde Mischung aus Sickersaft, Harn, Kot und allenfalls geringen Mengen Spülwasser aus den Stallungen oder aus den Haushalten nennen wir Dickgülle.

Da die Entleerung der Gruben meist nur in längeren Zeitabständen erfolgte, kam es jeweils zu starken Gärprozessen, in deren Verlauf aus den vorhandenen stickstoffhaltigen Substanzen große Mengen Ammoniak gebildet wurden, die zu einem beträchtlichen Teil sowohl aus der Grube selbst als auch beim Ausbringen in Gasform in die Luft entwichen und damit dem Betrieb verloren gingen. Auf diese Weise wurden hohe Stickstoffverluste verursacht. SAUERLANDT (1951) erwähnt Verluste bis zu 75%.

Infolge der Transportschwierigkeiten wurden vorwiegend die hofnahen Flächen mit diesen flüssigen, beziehungsweise dickbreiigen Wirtschaftsdüngern gedüngt. Dabei kam es infolge der Überdüngung mit Stickstoff und Kali, zum Teil auch infolge der bei der Gärung neben dem Ammoniak gebildeten Giftstoffe wie Benzoate, Phenole und Kresole, zu extremen Verschiebungen in der Zusammensetzung der Pflanzenbestände, in krassen Fällen auch zum Ausbrennen der Grasnarbe und bei der Verfütterung des Grünfutters zu ernsthaften Ernährungsstörungen beim Vieh.

Als bestes Mittel zur Ausschaltung dieser Nachteile wurde eine möglichst starke Verdünnung mit Wasser erkannt. Zu wirtschaftlicher Bedeutung gelangte dieses Verfahren jedoch erst mit der Einführung der fliegenden Leitungen und Hochdruckkolbenpumpen in der Mitte der Zwanzigerjahre. Im Zusammenhang damit erfolgte in zunehmendem Maße der Bau von Gülleanlagen der verschiedensten Systeme. Das gemeinsame Merkmal all dieser Anlagen ist die Schaffung großer Behälter, in denen die täglich anfallenden tierischen Exkremente gesammelt, später gemischt und mit den gewünschten Mengen Wasser verdünnt werden können.

Den flüssigen Wirtschaftsdünger, der in diesen Anlagen bereitet wird, nennen wir Dünngülle.

Angestrebt wird heute, vor allem auf reinen Grünlandbetrieben, auf denen kein Stallmist für die Versorgung von Ackerflächen bereitet werden muß, die Bereitung und Anwendung einer 10er Frisch-Vollgülle.

Wir verstehen darunter eine Gülle, welche dadurch bereitet wird, daß Harn, Sickersaft und Kot, bzw. Mist in demselben Mengenverhältnis, in dem sie anfallen, gemischt und mit Wasser auf das 10fache verdünnt werden. Die Ausbringung soll möglichst oft und in wenig vergorenem Zustand erfolgen.

Ausführliche Angaben über Anfall, Gewinnung und mengenmäßige Zusammensetzung der verschiedenen Arten von Jauche und Gülle finden sich in übersichtlicher Darstellung in der zusammenfassenden Arbeit von SAUERLANDT (1951).

Über die durch sachgemäße Durchführung der Dünngüllerei zu erzielenden Ertragsteigerungen, über die Notwendigkeit und das erforderliche Ausmaß einer Ergänzungsdüngung, sowie über den weittragenden Einfluß dieser Veränderungen auf die gesamte Betriebsorganisation liegen bereits zahlreiche Veröffentlichungen deutscher und schweizer Autoren vor.

Ausführliche Literaturangaben siehe bei KLAPP (1954).

Eine übersichtliche Darstellung all dieser Fragen findet sich auch bei SAUERLANDT (1951).

Als Zusammenfassung der genannten Arbeiten lassen sich die wesentlichen Erkenntnisse wie folgt darstellen:

1. Die Güllerei ist in niederschlagsreichen Grünlandgebieten eine durch die natürlichen Voraussetzungen zwangsläufig gegebene Art der Verwertung der in der Viehwirtschaft anfallenden Wirtschaftsdünger.

2. Der mengenmäßige Anteil an organischen und anorganischen Gehaltsstoffen unterliegt großen Schwankungen.

3. Die Menge der ausgebrachten Gülle beträgt auf typischen Betrieben bei gleichmäßiger Verteilung auf die gesamte Grünlandfläche, welche bei den in Frage stehenden Betrieben gleich 100% der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist, etwa 2000 Hl/ha (= 20 mm).

4. Die Bereitung und Anwendung von Dünngülle auf viehstarken Grünlandbetrieben ermöglicht einen raschen und mehrmaligen Umsatz des Düngerkapitals in einer Vegetationsperiode.

5. Auf Grund des Gehaltes an leicht pflanzenaufnehmbaren Nährstoffen führt die Anwendung der Dünngülle, besonders auf bisher nur wenig gedüngten Dauergrünlandflächen, zu Ertragssteigerungen, welche für den Gesamtbetrieb gegenüber der bisherigen Wirtschaftsweise bis zu 100% und mehr betragen können. In den nachfolgenden Jahren ist auf solchen Flächen, auch wenn eine ausreichende Ergänzungsdüngung mit Handelsdüngern erfolgt, ein geringes Nachlassen der Erträge festzustellen, was auf eine gewisse Verwöhnung des Pflanzenbestandes zurückzuführen sein dürfte. Wie KLAPP (1951) und an anderer Stelle KMOCH (1952) nachgewiesen haben, wird bei zunehmender Häufigkeit der Nutzung, welche auch auf Güllereibetrieben zwangsläufig gegeben ist, der Durchwurzelungsraum der Grasnarbe immer seichter, womit ein Nachlassen der Wurzeleistung verbunden sein dürfte.

6. Die fortgesetzte Anwendung der Dünngülle führt, wenn auch in geringerem Maße, als dies bei der Dickgülle oder Jauche der Fall ist, auf Mähwiesen bei Beibehaltung der herkömmlichen Nutzungsform zu unerwünschten Bestandsverschiebungen. Während die Leguminosen immer mehr unterdrückt werden, nehmen die massenwüchsigen Umbelliferen immer mehr überhand.

7. Diese unerwünschten Verschiebungen in der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes können durch eine größere Häufigkeit der Nutzung weitgehend vermieden werden.

8. Eine Ergänzungsdüngung mit phosphorsäure- und kalkhaltigen Düngemitteln ist in allen Fällen erforderlich.

9. Die erfolgreiche Durchführung der Dünngüllereien setzt eine gesicherte Wasserversorgung und ausreichende Sommerniederschläge voraus.

Über die Wirkungen intensiver Güllerei, als welche wir die durchgreifende Anwendung der Dünngülle auf einem Betrieb bezeichnen können, auf die Fruchtbarkeit, insbesondere auf die Humuswirtschaft von Böden unter altem Dauergrünland, herrscht noch weitgehende Unklarheit.

Diesbezügliche Untersuchungen und Feststellungen, welche auf Zahlenmaterial beruhen, liegen unseres Wissens bis auf den heutigen Tag nicht vor. In nicht wissenschaftlichen Schriften, welche sich mit landwirtschaftlichen Fragen befassen, finden sich gelegentliche Hinweise und Bemerkungen, die die Meinung zum Ausdruck bringen, daß bei fortgesetzter Düngung von Grünflächen mit Gülle eine fortschreitende Erschöpfung der Humusvorräte in den Böden eintritt und daß diese nachteilige Wirkung durch eine ergänzende, beziehungsweise abwechselnde Düngung mit Stallmist auszugleichen sei.

Die genannte Ansicht ist vor allem in Kreisen praktischer Landwirte sehr stark verbreitet. Sie nimmt dort die allgemeine Formulierung an, daß auf Dauergrünland zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit von Zeit zu Zeit eine Düngung mit Stallmist notwendig sei.

Die Frage, inwieweit diese in der landwirtschaftlichen Praxis so weit verbreitete Ansicht auf traditionellen Anschauungen und Gepflogenheiten der Landwirte selbst beruht, und inwieweit sie andererseits durch die oben erwähnten Schriften beeinflusst und gebildet wird, soll hier nicht weiter erörtert werden.

ZÜRN (1956) schreibt in einer seiner neuesten Veröffentlichungen auf Seite 28 wörtlich: „... , zumal in der Düngerlehre die allgemeine Anschauung vertreten wird, daß zur Erhaltung und Vermehrung des Humusgehaltes von Grünlandböden eine regelmäßige organische Düngung erforderlich sei ...“

Die Ergebnisse acht- bis zehnjähriger Versuchsreihen, welche in dieser Veröffentlichung ausgewertet werden, zeigen, daß unter keineswegs besonderen Voraussetzungen eine ausreichende Versorgung von Grünlandflächen mit Mineralstoffen allein den Humusgehalt der Böden zu vermehren imstande ist.

Die allgemeine Tendenz der Humusanreicherung unter Grasnarben ist auch von anderen Autoren schon früher wiederholt festgestellt worden (KLAPP, 1954, S. 72).

Fragstellung und Auswertung geeigneter Untersuchungsobjekte

Im Anschluß an diese Erkenntnisse wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Frage untersucht, ob bei fortgesetzter intensiver Güllerei die Fruchtbarkeit der Böden unter Dauergrünland Schaden leidet, insbesondere, ob im Vergleich mit Standorten anderer Bewirtschaftung eine Verminderung der Humusvorräte eintritt und ob zu deren Kompensation eine abwechselnde Düngung mit Stallmist notwendig ist.

Im Zusammenhang damit wurde auch die Frage des Einflusses verschiedener Bewirtschaftung auf die Pflanzenbestände und Futtererträge der untersuchten Vergleichsstandorte behandelt.

Für die Durchführung von Untersuchungen zur Klärung der gegenständlichen Frage kommen vor allem zwei Möglichkeiten in Betracht:

Der wünschenswerte und erfolgversprechendste Weg wäre die Anlage langjährig vergleichender Düngungsversuche, wobei der Stand der Fruchtbarkeit der einzelnen Versuchspartellen zu Beginn, während und nach Abschluß des Versuches festgestellt und die Ergebnisse in exakter Weise miteinander verglichen werden könnten.

Da ein solcher Versuch über wenigstens 6—8 Jahre laufen müßte, um die Feststellung von Veränderungen in den Böden mit einiger Sicherheit zu ermöglichen, konnte seine Durchführung im Rahmen dieser Arbeit nicht in Erwägung gezogen werden.

Eine andere Möglichkeit ist der einmalige Vergleich benachbarter Flächen, die in den natürlichen Voraussetzungen weitgehend übereinstimmen, deren Bewirtschaftung aber seit geraumer Zeit eine verschiedene ist.

In den Jahren 1950—1951 hat sich über Anregung des verstorbenen Kammeramtsdirektors der Vorarlberger Landwirtschaftskammer, des Herrn Dipl.-Ing. SCHMIEDINGER und des Pflanzenbaudirektors der Tiroler Landwirtschaftskammer, des Herrn Dr.-Ing. K. LIEBSCHER eine Studienkommission österreichischer Landwirtschaftsfachleute mit dem Studium von Güllereibetrieben befaßt.

Mit Hilfe der Angaben dieser Betriebserhebungen wurde in Doren im Vorderen Bregenzer Wald ein Betrieb „L“ ermittelt, welcher für die Durchführung der geplanten eingehenden Untersuchungen von intensiv begüllten Dauergrünlandflächen beste Voraussetzungen bot. Als Vergleichsbetriebe wurden ein benachbarter Betrieb „LP“ am selben Ort sowie zwei weitere Betriebe „R“ und „G“ in Lochau Berg, am Westabhang des Pfänderstockes ausgewählt.

Die Auswahl der Vergleichsbetriebe erfolgte unter Bedachtnahme auf eine größtmögliche Übereinstimmung in den natürlichen Voraussetzungen. Hingegen sollte die Bewirtschaftung der auf diesen Betrieben untersuchten Standorte, insbesondere was die Düngung betrifft, jeweils eine verschiedene sein.

Da es sich nicht um einen in Wiederholungen angelegten Exaktversuch, sondern um einen einmaligen Vergleich praktischer Verhältnisse handelt, konnten die Ergebnisse nicht statistisch gesichert werden. Um so mehr wurde darauf Bedacht genommen, durch eine möglichst große Zahl verschiedener Feststellungen und Analysen eine möglichst breite Basis für die zu ziehenden Schlußfolgerungen zu gewinnen.

Klimatischer und geologisch-bodenkundlicher Charakter des Gebietes

Das Gebiet des Vorderen Bregenzer Waldes im äußersten Westen von Österreich erstreckt sich über die letzten Ausläufer der Alpen gegen den Bodenseeraum. Die höchsten Erhebungen im nordwestlichen Teil, wo die vorliegenden Untersuchungen durchgeführt wurden, liegen nur wenig über 1000 m. Das Klima ist stark ozeanisch beeinflusst, die Jahresniederschläge liegen an den untersuchten Standorten nahe bei 2000 mm, das Jahresmittel der Temperatur beträgt etwa 8° C.

Nach den Angaben von KRASSER (1936) sind sowohl der Pfänderrücken als auch der Sulzberg, an dessen Südabhang Doren gelegen ist, eiszeitlich von Gletschereis überflossen worden.

Ob das Muttergestein der untersuchten Böden im Einzelfall aus Molasse oder Morände besteht, kann aus den Angaben von KRASSER (1936) sowie aus der vorliegenden alten geologischen Karten nicht ermittelt werden.

In gleicher Weise kennzeichnend für alle Standorte ist die tiefgründige Verwitterung des Muttergesteines, sowie die petrographisch sehr vielseitige Zusammensetzung aus wechselnden Mengen auch silikatischer Gesteine verschiedener Zusammensetzung und an einem Profil auch im Oberboden kalkreichen Mergel. Karbonathältige Bestandteile konnten an benachbarten Aufschlüssen in größerer Tiefe vereinzelt festgestellt werden.

Die nachfolgende Zusammenfassung der Ergebnisse der Schlämmanalysen soll einen Überblick über die Korngrößenzusammensetzung der untersuchten Böden geben. Die hiebei gebrauchten Symbole bedeuten in % der lufttrockenen Feinerde:

- R Rohton, unter 0.002 mm
- Z Schluff, von 0.02—0.002 mm
- FS Feinsand, von 0.2—0.02 mm
- GS Grobsand, von 2—0.2 mm
- R + Z Rohton + Schluff, unter 0.02 mm = abschlämmbare Teile.

Tabelle 1

Zusammenfassung der Ergebnisse der Schlämmanalysen. Durchschnittswerte sowie größte Schwankungen der Werte von 21 Profilen

Tiefe in cm	R	Z	FS	GS	R + Z
2—10	4,2 (2,9—6,3)	20,5 (10,4—32,7)	68,4 (59,5—76,3)	7,4 (2,2—14,4)	24,6 (13,9—36,4)
10—20	6,5 (3,8—11,9)	23,1 (16,9—29,0)	59,2 (49,5—71,3)	11,2 (4,8—18,6)	29,6 (21,6—40,6)
20—30	6,2 (2,9—10,1)	26,1 (18,2—36,4)	58,0 (51,0—69,4)	9,6 (3,0—16,7)	32,3 (22,3—44,8)

Die angegebenen Mittelwerte lassen auf die allgemeine Tendenz einer mäßigen, in die Tiefe gerichteten Verlagerung feiner Bodenteilchen schließen, wie eine solche

auch von PALLMANN, FREI und HAMDI (1943) in mäßig entwickelten Braunerden des Züricher Raumes festgestellt worden ist.

Unter Zugrundelegung der von SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL (1952) angegebenen Nomenklatur fallen 62 % aller untersuchten Einzelproben in die Gruppe der sandigen Lehme, 25% in die Gruppe der milden Lehme, 8% sind schwere Lehme und 5% sind als lehmige Sande anzusprechen.

Bilden wir für die einzelnen Profile die Durchschnittswerte über die Schichttiefe von 2—30 cm, so finden wir, daß von insgesamt 21 untersuchten Böden 13 (62%) als sandige Lehme und 8 (38%) als milde Lehme zu bezeichnen sind.

Wirtschaftliche Verhältnisse

Bei den erwähnten Betrieben in Doren, welche als für diese Gegend typisch angesehen werden können, handelt es sich um reine Grünlandbetriebe, deren landwirtschaftliche Nutzfläche sich zu 100% aus Dauergrünland zusammensetzt. Diese seit alters her in solchen Gebieten übliche Betriebsform wird zur Hauptsache durch die natürlichen Voraussetzungen bestimmt. Der starke Einfluß des ozeanischen Klimas und die damit in Zusammenhang stehende starke Graswüchsigkeit sowie die Hängigkeit des Geländes geben der Grünlandwirtschaft eindeutig den Vorzug gegenüber der Ackerwirtschaft. Neben diesen natürlichen Voraussetzungen sind es auch starke und weit zurückreichende traditionelle Bindungen, welche diese Betriebsform bestimmen.

Die erwähnten Betriebe befassen sich fast ausschließlich mit der Produktion von Milch, welche in einer genossenschaftlichen Sennerei verarbeitet wird. Eine Aufzucht der Kälber erfolgt in der Regel nicht. Ebenso wird auch eine Alpung der Viehbestände nicht vorgenommen. Bei bester Fütterung, welche fast ausschließlich auf Rauhfutterbasis aufgebaut ist, liegen die Stalldurchschnitte der Braunviehherden über 4.000 Liter.

Die Nutzung der Grünlandflächen erfolgt in einer etwas abgewandelten Form der Mähweidewirtschaft.

Die Heuwerbung erfolgt in zunehmendem Maße durch künstliche Trocknung mittels Frischluftgebläse. Bei Schönwetter erfolgt ein Vortrocknen am Boden, bei Schlechtwetter am Dünndrahtreuter. Silage wird nicht bereitet, da diese mit Rücksicht auf die Verwertung der Milch zur Emmentalererzeugung nicht verfüttert werden darf.

Der Viehbesatz beträgt auf beiden erwähnten Betrieben 1,6 bis 1,7 GVE/ha.

Die beiden Betriebe in Lochau Berg weisen sowohl gegenüber den oben geschilderten als auch unter sich beträchtliche Unterschiede in der Wirtschaftsweise auf.

Der Betrieb „R“ ist seit einigen Jahren in einer durchgreifenden Umstellung begriffen. Dies berührt nicht den Charakter eines 100%igen Dauergrünlandbetriebes, wohl aber die hauptsächliche Produktionsrichtung sowie die Düngung und vor allem die Erntetechnik. Die Tendenz in der Entwicklung ist auf eine starke Betonung der Produktion von Jungvieh, auf eine möglichst arbeitssparende Verwertung der wirtschaftseigenen Düngemittel, sowie auf eine weitgehende Betriebsvereinfachung ausgerichtet. Bei der Heuwerbung wird größtes Gewicht auf die Erzielung bester Qualität gelegt. Sie erfolgt derzeit ausschließlich auf Dünndrahtreuter. Etwa $\frac{1}{4}$ der anfallenden Grünfutttermassen wird einsiliert.

Die Wirtschaftsweise des Betriebes „G“ war zum Zeitpunkt der Untersuchungen noch ausgesprochen konservativ. Die Grünlandflächen sind bei etwa gleicher Bodengüte getrennt in Mähwiesen und Viehweiden, worunter größtenteils ungedüngte und ungepflegte Standweiden zu verstehen sind. Die Verwertung der anfallenden Wirtschaftsdünger erfolgt zu Stallmist mit der damit zwangsläufig verbundenen Ausbrin-

gung der Jauche auf hofnahe Flächen. Handelsdünger wurden bislang nur gelegentlich und in unbedeutender Menge angewendet. Die Produktionsrichtung ist gekennzeichnet durch eine Kombination zwischen Milchwirtschaft, Aufzucht der weiblichen Tiere und zwei- bis dreiwöchige Milchmast der Stierkälber. Die Mähwiesen werden durch zweimaligen späten Schnitt genutzt. Die Heuwerbung erfolgt größtenteils durch Bodentrocknung. Die Fütterung ist während des ganzen Jahres als sparsam, während des Winters und besonders beim Jungvieh zum Teil als kärglich zu bezeichnen.

Auf diesen vier Betrieben wurden insgesamt 8 Standorte mit jeweils verschiedener Bewirtschaftung ausgewählt:

Standort	I	Mähweide, Vollgülle, Mineraldünger.
Standort	II	Mähweide, Vollgülle, Stallmist, Mineraldünger.
Standort	III	Zweischnittwiese, Mineraldünger inkl. N.
Standort	IV	Zweischnittwiese, Mineraldünger ohne N.
Standort	V	Dreischnittwiese, Stallmist, Mineraldünger.
Standort	VI	Zweischnittwiese, Stallmist jährlich.
Standort	VII	Zweischnittwiese, Stallmist alle 2 Jahre.
Standort	VIII	Hutweide ungedüngt.

Arbeitsweise

An den einzelnen Standorten erfolgte die Auswahl jener Stellen, an denen die Profile ausgehoben und die Bodenproben entnommen werden sollten, nach Maßgabe der Pflanzenbestandesaufnahmen in der Weise, daß jeweils drei bzw. zwei Stellen ausgesucht wurden, an denen der Pflanzenbestand dem Durchschnitt einer größeren zusammenhängenden Fläche entsprach.

An jeder der genannten Stellen wurde ein Bodenprofil ausgehoben und beschrieben. Die Bestimmung der Farbe erfolgte mit Hilfe der Soil color charts von Munsell. Die Beschreibung aller einzelnen Profile findet sich in der Originalarbeit.

Bodenproben wurden entnommen aus den Schichttiefen 0—2, 2—6, 6—10, 10—20 und 20—30 cm. Die Proben der Schichttiefen 0—2, 2—6 und 6—10 cm wurden als Mischproben von jeweils 5 Einstichen im Bereich der Profile entnommen. Die Entnahme der Proben aus den Schichttiefen 10—20 und 20—30 cm erfolgte an den Profilen selbst.

Für die Wahl der Entnahmetiefen war die Überlegung maßgebend, daß sich Einflüsse einer geänderten Bewirtschaftung zunächst in den obersten cm zeigen müssen und daß die Verschiedenheit der Bewirtschaftung möglicherweise in der Abstufung der Analysenwerte von Schichttiefe zu Schichttiefe ihren Ausdruck findet.

An Analysenwerten wurden ermittelt:

Für alle Einzelproben:

PH-Zahl, S-Wert nach KAPPEN, hydrolytische Azidität (T-S-Wert) nach KAPPEN, pflanzenaufnehmbare Nährstoffe im Laktatauszug nach EGNÉR-RIEHM, Gesamtphosphorsäure nach LORCH, Karbonatgehalt gasvolumetrisch nach SCHEIBLER.

Für die Proben der Schichttiefen 0—2, 2—6, 6—10 und 10—20 cm: Organische Substanz nach WALKLEY-ARMSTRONG.

Für die Proben der Schichttiefen 0—2, 2—6 und 6—10 cm: Gesamtstickstoff nach KJELDAHL, mineralischer Stickstoff durch Ausschütteln in 1 n KCL.

Für die Proben der Schichttiefen 2—10, 10—20 und 20—30 cm: Korngrößenzusammensetzung nach dem Pipettverfahren von KUBIENA.

Beschreibung der untersuchten Standorte

Der näherungsweise Berechnung der jährlich im Zuge der Düngung zugeführten Mengen an Reinnährstoffen und organischer Trockensubstanz wurden die von BEINERT-SAUERLANDT (1952) angegebenen Durchschnittszahlen für Kot und Harn sowie die durchschnittliche Zusammensetzung der in Frage stehenden Handelsdünger zugrunde gelegt. Eventuelle Verluste bei der Lagerung und Ausbringung von Stallmist und Gülle mußten, weil unbekannt, unberücksichtigt bleiben.

Standort I: Doren.

Exposition: Fläche bis mittlere Hanglage gegen Süden.

Nutzungsform: Mähweide mit 5-maliger Nutzung im Schnitt der Jahre, hievon $\frac{1}{2}$ Mahd, $\frac{1}{2}$ Beweidung.

Wirtschaftsdünger: seit 30 Jahren wird der gesamte Anfall an wirtschaftseigenen Düngern (Kot und Harn) als Vollgülle in annähernd gleicher Verteilung auf die gesamte Erntefläche ausgebracht. Die einzelnen Gaben belaufen sich auf etwa 200 bis 300 hl/ha. Die Verdünnung beträgt je nach Jahreszeit zwischen 1 : 5 und 1 : 10. Der Grad der Vergärung ist im Sommer gering, im Frühjahr infolge der winterlichen Lagerung höher. Gegüllt wird mit wenigen Ausnahmen, die arbeitstechnisch bedingt sein können, nach jedem Schnitt, bzw. nach jeder Beweidung. Als Einstreu werden Torf und Sägespäne etwa zu gleichen Teilen verwendet, in einer Menge bis zu 1 kg je GVE und Tag.

Handelsdünger: jährlich 300 kg/ha Thomasmehl

alle 4—5 Jahre 2000 kg/ha kohlenaurer Kalk

fallweise: Nitramoncal zum Ausgleich der Güllegaben, im Schnitt der Jahre etwa 100 kg je ha. In den Jahren 1953 und 1954 wurden auf Grund von Bodenuntersuchungsergebnissen je 400 kg/ha 40%iges Kalisalz im Herbst gegeben.

Im Zuge der angegebenen Düngung wurden jährlich näherungsweise nachstehende Mengen an Reinnährstoffen und organischer Trockensubstanz zugeführt (Kalidüngung von 1953 und 1954 nicht mitberücksichtigt).

in kg/ha			in dz/ha	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	organische Trockensubstanz
130	90	175	250	33

Nährstoffwerte, Ph-Zahl und Bodenart

Ø der Schichttiefe 0—10 cm			Ø der Schichttiefe 2—30 cm	
P ₂ O ₅	K ₂ O	Ph(KCl)	% abschl. Teile	
7,2	26,5	5,9	28,3	

Zusammensetzung des Pflanzenbestandes im Mittel von 3 Aufnahmen zum ersten Schnitt.

in % des Ertrages		davon Hauptertragsbildner	
Gräser	73	Trifolium repens	13
Leguminosen	14	Lolium perenne	63
Sonstige	13		

Artenzahl: 20, Ertrag: 90—100 dz/ha und Jahr.

Infolge der häufigen Nutzung in jeweils sehr jungem Wachstumsstadium sind trotz der intensiven Stickstoffdüngung keinerlei unerwünschte Bestandesverschiebungen eingetreten.

Standort II: Doren.

Exposition: Flache Hanglage gegen Süden.

Nutzungsform: Im Wesentlichen dieselbe wie auf Standort I.

Im Schnitt der Jahre 4—5malige Nutzung, hievon $\frac{3}{5}$ Mahd, $\frac{2}{5}$ Beweidung.

Wirtschaftsdünger: Jedes zweite oder dritte Jahr erfolgt im Frühjahr eine Düngung mit ca. 150 dz/ha streuarmem, unverrottetem Wintermist. Eine Gülledüngung erfolgt in diesen Jahren in der Regel nicht. Ausnahmen sind jedoch nicht selten. In den übrigen Jahren erfolgt die Düngung mit Vollgülle in derselben Weise wie auf Standort I. Da die Höhe der erwähnten Stallmistgabe dem jährlichen Anfall an Kot und Harn für 1,6 GVE sehr nahe kommt, kann angenommen werden, daß etwa dieselben Mengen an Reinnährstoffen und organischer Substanz zugeführt werden wie bei ausschließlicher Anwendung von Vollgülle.

Handelsdünger: jährlich 300 kg/ha Thomasmehl

80—100 kg/ha 40%iges Kalisalz

je nach Bedarf kleine Mengen Nitramoncal

alle 4—5 Jahre 2000 kg/ha kohlensaurer Kalk.

Die im Zuge der angegebenen Düngung jährlich zugeführten Mengen an Reinnährstoffen und organischer Trockensubstanz liegen in derselben Größenordnung wie die für Standort I angegebenen.

Nährstoffwerte, Ph-Zahl und Bodenart

ϕ der Schichttiefe 0—10 cm			ϕ der Schichttiefe 2—30 cm
P_2O_5	K_2O	Ph(KCl)	% abschl. Teile
8,2	9,2	5,9	33,3

Zusammensetzung des Pflanzenbestandes im Mittel von 3 Aufnahmen zum ersten Schnitt.

In % des Ertrages	davon Hauptertragsbildner	
Gräser	73	Lolium perenne 53
Leguminosen	13	Poa trivialis 9
Sonstige	14	Trisetum flavescens 11
		Trifolium repens 11

Artenzahl: 23, Ertrag: 90—100 dz/ha und Jahr.

Der Bestand zeigt weitgehend dasselbe Bild wie jener von Standort I. Der erhöhte Anteil an Poa trivialis und Trisetum flavescens dürfte auf die Stallmistdüngung und auf die verringerte Intensität der Beweidung zurückzuführen sein.

Standort III: Doren.

Exposition: Flache bis mittlere Hanglage gegen Süden.

Nutzungsform: Bis vor 20 Jahren als ungedüngte Hutweide, bzw. einschürige Magerwiese. Eine Nachbeweidung im Herbst wird wegen der ungünstigen Verkehrslage nicht durchgeführt. Beide Schnitte erfolgen aus arbeitstechnischen Gründen meist in voller Blüte der Gräser.

Wirtschaftsdünger: keine.

Handelsdünger: jährlich 300 kg/ha Thomasmehl

200 kg/ha 40%iges Kalisalz

150—200 kg/ha Nitramoncal

alle 4—5 Jahre 2000 kg/ha kohlensaurer Kalk.

Im Zuge der jährlichen Düngung werden jährlich folgende Mengen an Reinnährstoffen und organischer Trockensubstanz zugeführt:

in kg/ha			in dz/ha	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	organische Trockensubstanz
35	50	80	250	—

Nährstoffwerte, Ph-Zahl und Bodenart

ϕ der Schichttiefe 0—10 cm			ϕ der Schichttiefe 2—30 cm
P ₂ O ₅	K ₂ O	Ph(KCl)	% abschl. Teile
9,2	7,2	5,8	34,4

Zusammensetzung des Pflanzenbestandes im Mittel von 2 Aufnahmen zum ersten Schnitt.

in % des Ertrages	davon Hauptertragsbildner		
Gräser	60	Arrh. el. 20. Tris. flav.	11
		Dact. glom. 9. Lol. per.	6
Leguminosen	14	Trifolium pratense	10
Umbelliferen	10	Heracleum sphondylium	5
Sonstige	16	Taraxacum officinale	6

Artenzahl: 30, Ertrag: 65 dz/ha und Jahr.

Der gegenüber Standort I geringere Ertrag ist sicher zum überwiegenden Anteil darauf zurückzuführen, daß die Gesamtmenge der zugeführten Nährstoffe, vor allem des Stickstoffes, bei Düngung mit Vollgülle und Mineraldünger wesentlich höher liegt als bei ausschließlicher Düngung mit den angegebenen Mengen an Mineraldüngern. Daß bei entsprechend hohen Mineraldüngergaben, incl. Stickstoffdüngern, auch ohne organische Dünger Höchstserträge von ausgezeichneter Qualität erzeugt werden können, hat in neuester Zeit wieder ZÜRN (1956) deutlich gezeigt.

Standort IV: Doren.

Exposition: mittlere Hanglage gegen Süden.

Nutzungsform: Im Wesentlichen dieselbe wie auf Standort III.

Wirtschaftsdünger: keine.

Handelsdünger: jährlich 250 kg/ha Thomasmehl

100 kg/ha 40%iges Kalisalz

keine Stickstoffdünger

alle 4—5 Jahre 2000 kg/ha kohlensaurer Kalk.

Im Zuge der angegebenen Düngung werden jährlich folgende Mengen an Reinnährstoffen und organischer Substanz zugeführt:

in kg/ha			in dz/ha	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	organische Trockensubstanz
—	40	40	250	—

Nährstoffwerte, Ph-Zahl und Bodenart

Ø der Schichttiefe 0—10 cm			Ø der Schichttiefe 2—30 cm	
P ₂ O ₅	K ₂ O	Ph(KCl)	% abschl. Teile	
5,4	7,3	6,1	30,1	

Zusammensetzung des Pflanzenbestandes im Mittel von 3 Aufnahmen zum ersten Schnitt.

in % des Ertrages		davon Hauptertragsbildner	
Gräser	66	Lolium perenne	20
Leguminosen	22	Tris. flavescens	14
Sonstige	12	Bromus mollis	14
		Holcus lanatus	11
		Trifolium pratense	12
		Trifolium repens	9

Artenzahl: 31, Ertrag: 45 dz/ha und Jahr.

Zufolge der geringen Mengen an Nährstoffen, vor allem wegen des Fehlens jeglicher Stickstoffdüngung, zeigt diese Fläche gegenüber Standort III auch einen dementsprechend niedrigeren Ertrag. Der Anteil an Leguminosen hat sich vergrößert, der Anteil an Umbelliferen fast auf Null erniedrigt.

Standort V: Lochau Berg.

Exposition: Mittlere Hanglage gegen Südwest.

Nutzungsform: Bis vor 8 Jahren als wenig ertragreiche Zweischnittwiese, mit herkömmlicher Stallmistdüngung, Beweidung nur gelegentlich, meist im Herbst. Seit dieser Zeit Dreischnittwiese, in der Regel keine Beweidung. Alle drei Schnitte erfolgen nach Möglichkeit vor oder zu Beginn der Blüte.

Wirtschaftsdünger: Alle zwei bis drei Jahre mittlere Stallmistgabe, meist im Herbst. Pro Jahr entfallen ca. 50 dz/ha.

Handelsdünger: jährlich 300 kg/ha Thomasmehl oder 200 kg/ha Hyperphosphat. 150—200 kg/ha 40%iges Kalisalz.

Fallweise Kopfdüngung mit Nitramoncal, im Schnitt der Jahre 2000 kg/ha kohlen-saurer Kalk.

Im Zuge der angegebenen Düngung werden jährlich näherungsweise folgende Mengen an Reinnährstoffen und organischer Trockensubstanz zugeführt:

in kg/ha			in dz/ha	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	organische Trockensubstanz
60	60	95	250	12

Nährstoffwerte, Ph-Zahl und Bodenart

Ø der Schichttiefe 0—10 cm			Ø der Schichttiefe 2—30 cm	
P ₂ O ₅	K ₂ O	Ph(KCl)	% abschl. Teile	
7,2	8,2	6,0	25,1	

Zusammensetzung des Pflanzenbestandes im Mittel von 3 Aufnahmen zum ersten Schnitt.

in % des Ertrages		davon Hauptertragsbildner	
Gräser	62	Tris. flavescens	28
Leguminosen	12	Dact. glomerata	23
Umbelliferen	10	Trifolium pratense	11
Sonstige	16	Heracleum spondylium	7

Artenzahl: 30, Ertrag: 85 dz/ha und Jahr.

Zufolge der geringeren Nährstoffzufuhr liegen die Erträge etwas niedriger als an den Standorten mit intensiver Güllerei. Eine stärkere Versorgung der Fläche vor allem mit Stickstoffdünger könnte jedoch Nachteile mit sich bringen, weil sich dann die Umbelliferen stärker in den Vordergrund drängen und ihre schnellverholzenden Blüentriebe dem übrigen Bestand vorausziehen würden. Ein noch früherer bzw. öfterer Schnitt kommt jedoch in diesem Falle aus arbeitswirtschaftlichen Gründen nicht in Betracht.

Standort VI: Lochau Berg.

Exposition: Mittlere Hanglage gegen SW—NW, nicht einheitlich.

Nutzungsform: Zweischnittwiese, Nachbeweidung im Herbst. Beide Schnitte in der Regel sehr spät, Umbelliferen jeweils schon verblüht.

Wirtschaftsdünger: Mit wenigen Ausnahmen jährliche Stallmistgabe, teils im Frühjahr, 120—140 dz/ha.

Handelsdünger: keine oder gelegentlich strichweise unbedeutende Mengen.

Im Zuge der angegebenen Düngung werden jährlich näherungsweise nachstehende Mengen an Reinnährstoffen und organischer Trockensubstanz zugeführt:

in kg/ha			in dz/ha	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	organische Trockensubstanz
50	25	60	—	35

Nährstoffwerte, Ph-Zahl und Bodenart

Ø der Schichttiefe 0—10 cm			Ø der Schichttiefe 2—30 cm
P ₂ O ₅	K ₂ O	Ph-Zahl	% absch. Teile
1,9	14,3	5,6	26,3

Zusammensetzung des Pflanzenbestandes im Mittel von 3 Aufnahmen zum ersten Schnitt.

in % des Ertrages		davon Hauptertragsbildner	
Gräser	36	Tris. flavescens	23
Leguminosen	2	Anthoxanthum odoratum	10
Umbelliferen	20	Chaeroph. hirsutum	9
Sonstige	42	Heracl. sphondylium	8
		Rumex acetosa	16
		Melandr. rubrum	10
		Ranunculus acer	5

Artenzahl: 23, Ertrag: 60 dz/ha und Jahr.

Auf Grund des jeweils sehr spät erfolgenden Schnittes sowie auf Grund einer weitgehenden Verarmung des Bodens an Phosphorsäure haben die Umbelliferen und die Sonstigen sehr stark überhandgenommen, während die Leguminosen so gut wie verschwunden sind. Allerdings erscheint der Bestand in dieser Aufnahme etwas verzerrt, weil er zu diesem Zeitpunkt noch sehr jung war (Gräser im Schossen bis Beginn der Blüte). Bei einer späteren Aufnahme in fortgeschrittenem Wachstumsstadium hätte sich der Anteil an den Sonstigen als niedriger ergeben, der Anteil an Umbelliferen jedoch bedeutend erhöht.

Standort VII: Lochau Berg.

Exposition: Flache Hanglage gegen W—SW.

Nutzungsform: Im wesentlichen dieselbe wie auf Standort VI. Etwas frühere Schnittzeiten. Gelegentlich, jedoch selten, Beweidung im Sommer.

Wirtschaftsdünger: Mit wenigen Ausnahmen mittlere Stallmistgabe alle zwei Jahre. Pro Jahr entfallen im Schnitt etwa 80 dz/ha.

Handelsdünger: Keine oder gelegentlich strichweise unbedeutende Mengen.

Im Zuge der angegebenen Düngung werden jährlich näherungsweise nachstehende Mengen an Reinnährstoffen und organischer Trockensubstanz zugeführt:

in kg/ha			in dz/ha	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	organische Trockensubstanz
32	15	40	—	20

Nährstoffwerte, Ph-Zahl und Bodenart

Ø der Schichttiefe 0—10 cm			Ø der Schichttiefe 2—30 cm
P ₂ O ₅	K ₂ O	Ph(KCl)	% absch. Teile
2,2	7,2	5,3	24,2

Zusammensetzung des Pflanzenbestandes im Mittel von 2 Aufnahmen zum ersten Schnitt.

in % des Ertrages		davon Hauptertragsbildner	
Gräser	53	Tris. flavescens	25
Leguminosen	6	Lol. perenne	20
Umbelliferen	3	Anthox. odoratum	5
Sonstige	38	Trifolium pratense	5
		Rumex acetosella	11
		Ranunculus acer	7

Artenzahl: 33, Ertrag: 45 dz/ha.

Mit abnehmender Düngungsstärke, besonders des mit Stallmist zugeführten Stickstoffs, mit Vorverlegung der Schnittzeit und nicht zuletzt auf Grund der etwas sonnigeren Lage erscheint in diesem Bestand der Anteil an Umbelliferen stark vermindert. Der Anteil an Leguminosen ist jedoch nach wie vor gering. Entsprechend der geringeren Düngerezufuhr liegt auch der Ertrag niedriger.

Standort VIII: Lochau Berg.

Exposition: Mittlere Handlage gegen W—SW.

Nutzungsform: Ungedüngte Hutweide.

Nährstoffwerte, Ph-Zahl und Bodenart

Ø der Schichttiefe 0—10 cm			Ø der Schichttiefe 2—30 cm
P ₂ O ₅	K ₂ O	Ph(KCl)	% abschl. Teile
2,0	6,9	5,1	28,5

Eine Erfassung des Pflanzenbestandes war nur qualitativ möglich. Prozentuelle Ertragsanteile konnten nicht angegeben werden, da die Vegetation so kümmerlich ist, daß sie kaum den Boden deckt, mit Ausnahme von Fladenstellen, wo sich üppiges Wachstum zeigt.

Artenzahl: 51, Ertrag (Schätzung über den tierischen Nutzertrag): 400—600 kg STW/ha. Dieser Ertrag in STW entspricht etwa dem Erhaltungsbedarf von 2 GVE während einer Zeit von 100 Tagen.

Tabelle 2 gibt einen Vergleich der untersuchten Flächen.

Nährstoffzufuhr, Nährstoffwerte im Boden (0—10 cm) und Erträge der 8 verschieden bewirtschafteten Dauergrünlandflächen

Tabelle 2

Standort	Nährstoffzufuhr			Nährstoffwerte im Boden		Erträge gesch. dz/ha Heu
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	
I	130	90	175	7,2	26,5	95
II	130	90	175	8,2	9,2	95
V	60	60	95	7,2	8,2	85
III	35	50	80	9,2	7,2	65
VI	50	25	60	1,9	14,3	60
IV	—	40	40	5,4	7,3	45
VII	32	15	40	2,2	7,2	45
VIII	—	—	—	2,0	6,0	15

Auffallend ist zunächst die weitgehende Übereinstimmung der nach EGNÉR-RIEHM gefundenen Werte für P₂O₅ an allen mit Phosphorsäuredüngern versorgten Standorten. Beim Fehlen mineralischer Phosphorsäuredünger liegen auch die Nährstoffwerte im Boden entsprechend niedriger. Die Kaliwerte hingegen liegen auch auf der völlig ungedüngten Hutweide immer noch in annähernd derselben Höhe wie bei den meisten übrigen Standorten. Eine Ausnahme machen nur die Mähweide (Standort I) mit 26,5 mg K₂O und die Zweischnittwiese (Standort VI, Stallmist jährlich) mit 14,3 mg K₂O.

Die Abhängigkeit der Erträge von den im Boden gefundenen Nährstoffwerten ist weit weniger deutlich als jene von den im Zuge der Düngung zugeführten Nährstoffmengen. Hierbei spielt der Düngerstickstoff eine überragende Rolle, ungeachtet dessen, ob er in Form von Gülle, Stallmist oder Handelsdünger gegeben wird. KLAPP (1954) fand, daß bei reichlicher Stickstoffzufuhr ein stärkeres Nachlassen der Erträge erst dann festzustellen sei, wenn die Phosphorsäure- und Kaliwerte im Boden auf ein sehr niedriges Maß abgesunken sind. Die Höhe der Erträge ist allerdings noch nicht gleichbedeutend mit befriedigender Qualität. Daß mit steigender und ausgeglichener Mineralstoffversorgung der Gehalt der Grünlandpflanzen an Inhaltsstoffen beträchtlich ansteigt, geht aus den Untersuchungen von ZÜRN (1951) klar hervor.

Nehmen wir als Maß für die Qualität der untersuchten Bestände den prozentuellen Ertragsanteil der Leguminosen am Gesamtbestand des ersten Schnittes, so zeigt sich folgendes Bild:

Tabelle 3

Prozentueller Anteil der Leguminosen an Pflanzenbeständen von Dauergrünland in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung

Bewirtschaftung	% Leguminosen
2-Schnittwiese, Mineraldünger ohne N	22
2-Schnittwiese, Mineraldünger incl. N	14
Mähweide, Vollgülle, Mineraldünger	14
Mähweide, Vollgülle, Stallmist, Mineraldünger	13
3-Schnittwiese, Stallmist, Mineraldünger	12
2-Schnittwiese, Stallmist alle 2 Jahre	6
2-Schnittwiese, Stallmist jährlich	2

Das Bild, das uns die obige Übersicht zeigt, ist im wesentlichen dasselbe, wie es in zahlreichen soziologischen Studien der Grünlandliteratur immer wieder herausgestellt wird. Es sei hier nur erneut darauf hingewiesen, daß auch bei sehr starker Stickstoffdüngung, wie sie auf den vorliegenden Mähweiden gegeben ist, unter der Voraussetzung einer größeren Nutzungshäufigkeit und vor allem einer geregelten Beweidung der Anteil der Leguminosen, in diesem Falle zur Hauptsache *Trifolium repens*, am Gesamtbestand in der allgemein gewünschten Größenordnung gehalten werden kann.

Hingegen führt jährliche Stallmistdüngung bei Fehlen einer mineralischen Ausgleichsdüngung mit Kalk und Phosphorsäure zu einer extremen Verarmung des Bestandes an Leguminosen und zu einem starken Überhandnehmen der Umbelliferen und der Sonstigen, was durch die Zweischnittnutzung in jeweils sehr spätem Wachstumsstadium ganz besonders begünstigt wird.

Der Anteil der Leguminosen am Pflanzenbestand und der damit verbundene hohe Gehalt an Rohprotein — ein Umstand, auf den in neuester Zeit wieder ZÜRN (1951) hingewiesen hat — gibt allein noch kein Maß für die Qualität des Erntegutes. Wie SCHULZE (1953) — auch wieder an Hand des Rohproteingehaltes — nachgewiesen hat, sind Bestände in jungem Wachstumsstadium immer reicher an leicht verdaulichen Nährstoffen als ältere. Dies gilt in gleichem Maße für die allgemeine Bekömmlichkeit.

So selbstverständlich diese Tatsache an sich ist, so wenig wird sie in der breiten Praxis der Grünlandwirtschaft realisiert. Dies gilt vor allem für die Heuwerbung. Der Grund hierfür liegt in der mangelnden Erntetechnik. Eine durchgreifende Verbesserung derselben ist für den modernen Grünlandbetrieb eines der entscheidendsten Kriterien für Erfolg und Mißerfolg in der Viehwirtschaft.

Einflüsse der Bewirtschaftung auf die Böden und ihre Ertragsleistung

Im Folgenden wollen wir uns nun der Frage zuwenden, inwieweit sich Unterschiede in der Bewirtschaftung auf die Fruchtbarkeit von Böden unter Dauergrünland

auswirken, insbesondere soll untersucht werden, ob intensive Güllerei zu einer Abnahme der Humusstoffe führt und inwieweit zu deren Kompensation eine Düngung mit Stallmist und im weiteren Sinn mit Düngemitteln, welche organische Substanz enthalten, überhaupt notwendig ist.

a) Ph-Zahlen.

Die Ph-Zahlen haben als einmalige Messung nur beschränkten Vergleichswert, sie geben aber doch einen gewissen Einblick in die allgemeinen Verhältnisse. Extreme Unterschiede können als für die ganze Vegetationsperiode gesichert angesehen werden.

Tabelle 4

Ph (KCl) in 5 Schichttiefen, in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung

Tiefe cm	Mähweide Vollgülle, Minerald.	Mähweide, Vollgülle Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Stallmist jährlich	2-Schnittwiese Stallmist alle 2 J.	3-Schnittwiese Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Minerald. incl. N.	2-Schnittwiese Minerald. ohne N.	ungedüngte Hutweide
0—2	6,2	6,3	5,8	5,8	6,7	6,6	6,7	5,6
2—6	5,7	5,7	5,7	5,0	5,7	5,4	5,9	4,9
6—10	5,6	5,6	5,3	5,0	5,9	5,2	5,8	4,9
10—20	5,6	5,4	5,1	5,0	5,7	5,1	5,8	4,8
20—30	5,5	5,3	5,4	4,9	5,9	4,9	5,9	4,8

Einzelne Proben mit einer Ph-Zahl über 6,5 enthalten durchwegs, wenn auch nur in sehr geringen Mengen, Karbonat. Da dies mit Ausnahme eines Profils nur in den Proben der Schichttiefe 0—2 cm der Fall ist, handelt es sich wohl um Rückstände der Kalk- oder Thomasmehl- bzw. Rohphosphatdüngung. Mit Ausnahme jener Standorte, welche nie mit Handelsdünger gedüngt wurden, enthalten alle Proben der Schichttiefe 0—2 cm mehr oder minder starke Spuren Karbonat. Dies zeigt, daß die Lösung auch fein gemahlener kohlenaurer Kalke oder aus anderen kalkhaltigen Düngemitteln stammender Karbonate trotz der hohen Niederschläge typischer Gründlandgebiete und trotz der hohen biologischen Aktivität und CO₂-Produktion der Grasnarbe viel langsamer vor sich geht, als vielfach angenommen wird. Dies gilt offensichtlich auch für Standorte mit intensiver Güllerei.

Ph-Werte über 7,0 waren auch bei Proben mit höherem Karbonatgehalt nicht festzustellen.

Bezeichnend für alle Standorte, ungeachtet der Bewirtschaftung, ist die Tatsache, daß die Ph-Werte in den obersten 2 cm am höchsten sind und mit der Tiefe stetig abnehmen.

b) Humusgehalt.

Unter Humusgehalt ist in diesem Abschnitt die nach WALKLEY-ARMSTRONG (1935) bestimmte gesamte organische Substanz (C_t) zu verstehen.

Tabelle 5
Humusgehalt in 4 Schichttiefen bei verschiedener Bewirtschaftung

Tiefe cm	Mähweide, Vollgülle Mineraldünger	Mähweide, Vollgülle Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Stallmist jährlich	2-Schnittwiese Stallmist alle 2 J.	3-Schnittwiese Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Minerald. incl. N.	2-Schnittwiese Minerald. ohne N.	ungedüngte Hutweide
0—2	13,7	12,3	10,5	10,6	8,4	8,4	10,6	10,5
2—6	10,5	9,8	7,2	7,8	6,5	6,2	8,7	6,7
6—10	6,8	6,7	4,9	5,7	5,4	5,7	7,3	5,0
10—20	3,7	4,6	2,6	3,2	3,4	5,3	6,6	2,8
Relativwerte. Standort I (Mähweide, Vollgülle, Mineraldünger) = 100								
0—2	100	90	77	77	61	62	77	77
2—6	100	93	68	74	62	59	83	64
6—10	100	98	65	84	79	84	107	74
10—20	100	124	70	87	92	143	178	76
Zusammenfassung über 3 bzw. 4 Schichttiefen								
0—10	8,4	7,6	5,8	6,3	5,4	5,4	7,1	5,7
relativ	100	95	72	79	67	67	89	71
0—20	6,7	6,7	4,9	5,3	4,6	5,0	6,4	4,8
relativ	100	99	73	79	68	74	96	72

Die höchsten Werte für die Schichttiefen 0—2 und 2—6 cm zeigen sich auf der Mähweide bei Düngung mit Vollgülle und Mineraldünger. Die geringsten Werte in den 2 vorgenannten Schichttiefen finden wir auf der 3-Schnittwiese bei Düngung mit wenig Stallmist und ausreichend Mineraldünger.

Es mag auf den ersten Blick überraschen, daß demgegenüber die Werte für die ungedüngte Hutweide höher liegen. Dies gilt jedoch nur für die obersten 2 cm und dürfte durch den hohen Anteil an unzersetzten Wurzelresten bedingt sein.

Durch eine intensive, aus Wirtschafts- und Handelsdüngern bestehende, in der mineralischen Zusammensetzung harmonische Düngung der Mähweiden während einer Zeit von 30 Jahren hat eine nicht unbedeutende Anreicherung der obersten Bodenschichten mit organischen Substanzen stattgefunden. Eine mit der starken Düngung in Zusammenhang stehende vermehrte Bildung an frischer Wurzelmasse und vor allem an oberirdischem Bestandesabfall sowie die von KLAPP (1951), KMOCH (1952) und anderen Autoren bei steigender Häufigkeit der Nutzung festgestellte Konzentration der Wurzelmasse in den obersten cm der Grasnarbe dürften die Hauptursachen für das Zustandekommen dieser Anreicherung sein. Die Frage, inwieweit eine günstige Umsetzung der mit der Vollgüllerei in mehreren kleinen Gaben zugeführten und innig in die Grasnarbe eingeschlemmten organischen Düngestoffe mit daran beteiligt ist, kann auf Grund der vorliegenden Untersuchungen nicht mit Sicherheit beantwortet werden. Der Verfasser hält einen solchen Einfluß jedoch für wahrscheinlich.

c) Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff.

Einen besseren Einblick in die Zusammenhänge der Humuswirtschaft als der Gehalt an organischer Substanz schlechthin (C_t) gibt der Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff. Da es sich schon bei der Untersuchung auf organische Substanz

zeigte, daß sich die Einflüsse der Bewirtschaftung auf den Humusgehalt von Dauergrünlandflächen während einer Zeitspanne von 30 Jahren nur auf die obersten Bodenschichten auswirkte, beschränkten wir uns bei der Untersuchung auf organisch gebundenem Stickstoff auf die Schichttiefen 0—2, 2—6 und 6—10 cm. Untersuchungen über größere Tiefen hat GISIGER (1950) durchgeführt.

Tabelle 6

Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff in mg je 100 g Boden, bei verschiedener Bewirtschaftung

Tiefe cm	Mähweide Vollgülle, Minerald.	Mähweide, Vollgülle Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Stallmist jährlich	2-Schnittwiese Stallmist alle 2 J.	3-Schnittwiese Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Minerald. incl. N.	2-Schnittwiese Minerald. ohne N.	ungedüngte Hutweide
0—2	752	593	512	520	415	417	427	475
2—6	597	535	409	457	374	362	478	353
6—10	408	421	304	354	332	342	410	283
Relativwerte. Werte für Mähweide, Vollgülle, Mineraldünger = 100								
0—2	100	79	68	69	55	55	70	63
2—6	100	93	69	76	63	61	80	53
6—10	100	103	75	87	81	84	101	70
∅ 0—10	100	92	70	77	66	66	83	63
∅ 2—10	100	92	71	81	70	70	89	63

Der Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff in den obersten 2 cm ist, was uns besonders erwähnenswert scheint, bei Mähweide, welche als Düngung Vollgülle und Mineraldünger erhält, bedeutend höher als auf jener Mähweide, welche alle 2 bis 3 Jahre statt Vollgülle eine Stallmistgabe erhält. Zum Teil dürfte diese Tatsache darauf zurückzuführen sein, daß die Häufigkeit der Beweidung auf der erstgenannten Fläche etwas größer ist, während auf der zweiten Fläche, teils infolge der Stallmistdüngung, teils aus anderen arbeitstechnischen Gründen, weniger oft beweidet und öfters zum Zwecke der Heugewinnung gemäht wird.

Der starke Viehtritt fördert offensichtlich die Anreicherung humoser Substanzen in den obersten cm der Weidenarbe. Dies scheint bei Vollgüllerei in Verbindung mit ausreichender Mineraldüngerzufuhr ganz besonders der Fall zu sein. Jedenfalls spielt die mit dem starken Viehtritt in Zusammenhang stehende Drosselung der Sauerstoffzufuhr zum Boden mit eine entscheidende Rolle.

Eine vergleichende Betrachtung der Werte aller Standorte und Schichttiefen läßt uns zu folgenden Schlußfolgerungen kommen: Der absolute Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff, ebenso wie der absolute Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff, ist, besonders in tieferen Schichten, zum überwiegenden Teil ein Produkt der natürlichen Voraussetzungen, welche in früheren und sehr langen Zeiträumen wirksam waren.

Ein besseres Maß für die Wirkung einer geänderten Bewirtschaftung in den vergangenen 20—30 Jahren bietet uns die Aufeinanderfolge der Relativwerte von Schichttiefe zu Schichttiefe.

Setzen wir die Relativwerte für alle Schichttiefen der Mähweide, welche Vollgülle und Mineraldünger erhält, gleich 100 und bilden aus den Relativwerten aller anderen Standorte das Mittel, so zeigt sich folgendes Bild:

Tabelle 7

Relativwerte für den Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff bei Mähweide, Vollgülle und Mineraldünger, gegenüber dem Mittelwert von 7 anderen Bewirtschaftungsstandorten

Bewirtschaftung	0—2	2—6	6—10
Mähweide, Vollgülle, Mineraldünger	100	100	100
Mittel von 7 anderen Bewirtschaftungsformen	66	71	86
Differenz	34	29	14
relativ	100	87	42

Die vorstehende Übersicht zeigt folgendes:

Der Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff ist auf der Mähweide, welche Vollgülle und Mineraldünger erhält, in allen untersuchten Schichttiefen höher als der durchschnittliche Gehalt von 7 anderen Bewirtschaftungsstandorten. Der Unterschied der Relativwerte für die obersten 2 cm ist mehr als doppelt so hoch als der Unterschied der Werte für die Schichttiefe 6—10 cm.

Dies deutet mit großer Sicherheit darauf hin, daß im Falle der besagten Mähweide, im Vergleich zu den anderen Standorten, eine starke Anreicherung von organisch gebundenem Stickstoff in den obersten cm stattgefunden hat.

Werden auf Mähweiden, welche ausreichend mit den für das Pflanzenwachstum notwendigen Mineralstoffen versorgt sind, hohe Stickstoffgaben, beispielsweise im Zuge der Güllerei, gegeben, so wird ein nicht unbeträchtlicher Teil dieser Stickstoffmengen im Humuskomplex des Bodens in organischer Bindung festgelegt. Unerwünschte Abbauerscheinungen sind in keiner Weise festzustellen.

d) C/N-Verhältnis.

Das Verhältnis von organisch gebundenem Stickstoff zu organisch gebundenem Kohlenstoff kann als gutes Maß für die Qualität der im Boden vorhandenen Humusmengen angesehen werden. Unterschiede der Bewirtschaftung werden zwangsläufig in dieser Verhältniszahl zum Ausdruck kommen. Als charakteristisch kann auch hierbei wieder vor allem die Aufeinanderfolge der Werte von Schichttiefe zu Schichttiefe sowie der Unterschied der Werte für die obersten 2 cm angesehen werden.

Tabelle 8

C/N-Verhältnis der organischen Substanz in 3 Schichttiefen bei verschiedener Bewirtschaftung

Tiefe cm	Mähweide Vollgülle, Minerald.	Mähweide, Vollgülle Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Stallmist jährlich	2-Schnittwiese Stallmist alle 2 J.	3-Schnittwiese Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Minerald. incl. N.	2-Schnittwiese Minerald. ohne N.	ungedüngte Hutweide
0—2	10,4	11,9	11,8	11,8	11,7	11,8	11,7	12,8
2—6	10,2	10,3	10,1	10,0	10,2	9,9	10,5	11,0
6—10	9,8	9,3	9,4	9,4	9,5	9,6	9,9	10,2

In den Schichttiefen 2—6 und 7—10 cm zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung aller Standorte, mit Ausnahme der ungedüngten Hutweide, deren C/N-Verhältnis merklich weiter ist, als das aller anderen Standorte. Das engste C/N-Verhältnis in den Proben der obersten 2 cm zeigt die Mähweide mit Vollgülle und Mineraldünger.

Alle anderen Standorte, mit Ausnahme der ungedüngten Hutweide, zeigen unter sich eine auffallend enge Übereinstimmung.

Tabelle 9

Vergleich des C/N-Verhältnisses in 3 Schichttiefen zwischen Mähweide, Vollgülle und Mineraldünger — und den Mittelwerten von 7 anderen Bewirtschaftungsstandorten

Bewirtschaftung	Tiefe in cm		
	0—2	2—6	6—10
Mähweide, Vollgülle, Mineraldünger	10,4	10,2	9,8
Mittel von 7 anderen Bewirtschaftungsformen	11,9	10,3	9,6

Während ein Unterschied der Werte in den Schichttiefen 2—6 cm und 6—10 cm praktisch nicht besteht, ist ein solcher in den obersten 2 cm sehr deutlich. Eine graphische Darstellung soll dies veranschaulichen.

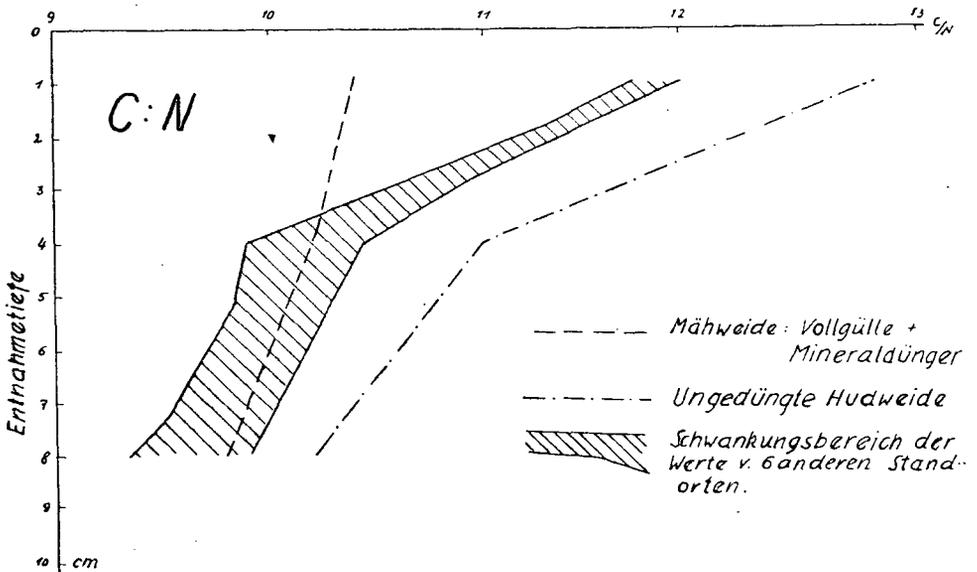


Abb. 1. C/N Verhältnis von Grünlandböden, in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung.

Während die 7 anderen Bewirtschaftungsstandorte eine starke Ausweitung des C/N-Verhältnisses der organischen Substanz gegen die Oberfläche zu aufweisen, ist dieses Verhältnis bei der Mähweide, welche mit Vollgülle und Mineraldüngern gedüngt wurde, in den obersten cm nur um wenig weiter als in den darunterliegenden Schichten. Die stärkste Ausweitung zeigt sich auf der ungedüngten Hutweide.

e) Abhängigkeit des Ertrages vom Humusgehalt

Von besonderem Interesse ist die Frage, inwieweit Grünlanderträge von einem verschiedenen Humusgehalt der Böden abhängig sind.

Tabelle 10

Humusgehalt und Erträge verschieden bewirtschafteter Grünlandflächen

Bewirtschaftung	% Humus		Ertrag dz/ha Heu
	0—10	0—20	
Mähweide, Vollg., Minerald.	8,0	6,7	95
Mähw., Vollg., Stallm., Minerald.	7,6	6,7	95
2-Schnittw., Stallm. jährl.	5,8	4,9	60
2-Schnittwiese, Stallm. alle 2 J.	6,3	5,3	45
3-Schnittwiese, Stallm. Mineraldünger	5,4	4,6	85
2-Schnittw, Minerald. incl. N	5,4	5,0	65
2-Schnittw. Minerald. ohne N	7,1	6,4	45
Hutweide ungedüngt	5,7	4,8	15

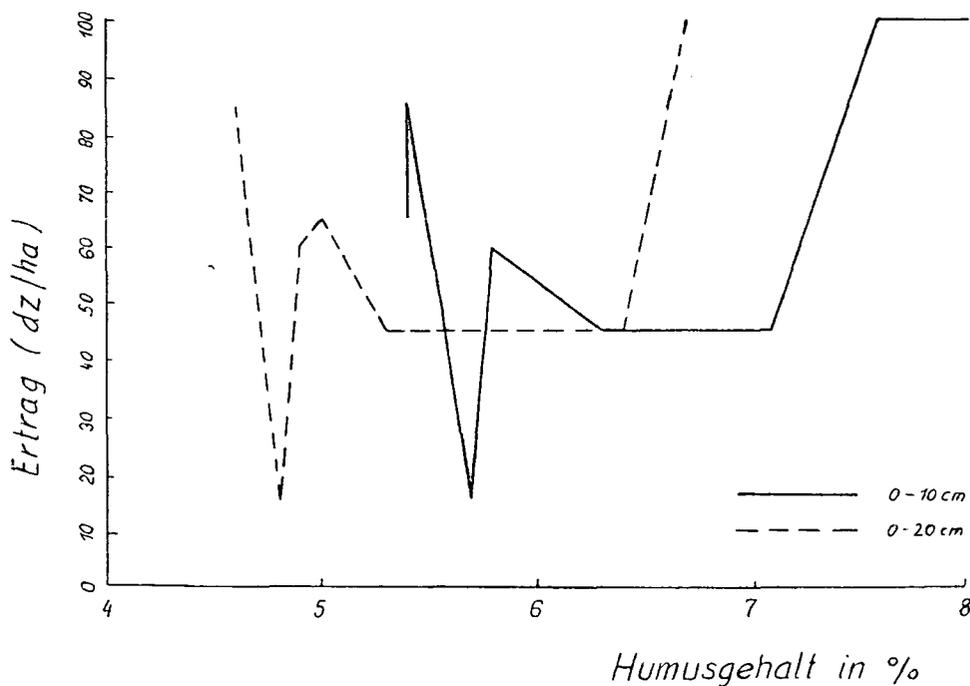


Abb. 2. Humusgehalt und Ertrag von Grünlandflächen.

Die auffallende Unregelmäßigkeit der Werte läßt, auch angesichts der Tatsache, daß die Erträge nur geschätzt sind, auf das weitgehende Fehlen jedweder Gesetzmäßigkeit schließen.

Wie uns das Beispiel der Dreischnittwiese zeigt, genügt ein Gehalt von 5,4% Humus über eine Tiefe von 0—10 cm, bzw. ein Gehalt von 4,6% über eine Tiefe von

0—20 cm vollauf, um den Boden in einer solchen Struktur zu erhalten, daß hohe Erträge von ausgezeichneter Qualität bei sachgemäßer Versorgung mit Mineralstoffen erzielt werden können.

HEINONEN (1955) kommt zu der Feststellung, daß ein Gehalt von mehr als etwa 6% organischer Substanz auch in schweren Böden für das Zustandekommen stabiler Aggregate nicht mehr entscheidend ist.

Verschiedene Forscher, so in jüngster Zeit wieder SAALBACH (1956), haben an Hand von Modellversuchen gezeigt, daß nicht nur die stabilen Humusstoffe durch ihre günstige Wirkung auf die Struktur der Böden mittelbar am Zustandekommen hoher Erträge beteiligt sind, sondern daß auch die aus der organischen Ausgangssubstanz stammenden Umsetzungsprodukte, insbesondere freie Huminsäuren, in direkter Weise eine wachstumsfördernde Wirkung auf die Pflanzen ausüben. Es ist mit einiger Sicherheit anzunehmen, daß eine solche Wirkung in Dauergrünlandböden mit ihrer enormen Organismen-tätigkeit, auf deren Bedeutung besonders FRANZ (1943) hingewiesen hat, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle gegeben ist, zumal dann, wenn diese Böden entsprechend gedüngt werden.

Sicher ist, daß die ertragsbestimmende Wirkung des Humusgehaltes von Dauergrünlandböden in gewissen Grenzen von anderen Faktoren völlig überdeckt wird. Unter sonst gleichen oder wenigstens ähnlichen Bedingungen spielt die Versorgung mit stickstoffhaltigen Düngemitteln eine überragende Rolle. Zu einer ähnlichen allgemeinen Formulierung kommt auch ZÜRN (1956).

f) Nährstoffverteilung und Nährstofffestlegung

Fassen wir zunächst zum Zwecke eines Vergleiches die Werte der begülten und die der nicht begülten Standorte zusammen.

Tabelle 11

Tiefenverteilung der Nährstoffe in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung

Tiefe in cm	P ₂ O ₅		relativ	K ₂ O	
	n. Lorch	n. Egnér		n. Egnér	relativ
begülte Standorte					
0— 2	101	10,9	100	32,5	100
2— 6	23	4,1	49	8,1	57
6—10	39	5,2	47	10,1	31
10—20	16	0,7	6	7,4	23
20—30	12	+	—	6,9	21
nicht begülte Standorte					
0— 2	62	8,3	100	14,3	100
2— 6	23	4,1	40	8,1	57
6—10	21	3,4	41	5,7	40
10—20	10	+	—	4,4	30
20—30	6	+	—	4,5	31

Allgemein kennzeichnend ist die starke Konzentration aller Werte in den obersten cm, wie wir dies schon bei allen Werten für die organischen Stoffe sowie für die Ph-Werte übereinstimmend feststellen konnten. Die Unterschiede in der Tiefenverteilung zwischen begülten und unbegülten Standorten sind ohne Bedeutung. SCHILLER (1955) fand in einem sandigen Wiesenboden des Mühlviertels, daß eine

Erhöhung der Kaliwerte in einer Tiefe von 10—15 cm nur nach einer Jauchedüngung von 6 l/m^2 (= 600 hl/ha, = 6 mm) stattgefunden hat. Eine Erhöhung der Werte in der Tiefe von 23—28 cm war überhaupt nicht festzustellen.

Tabelle 12

Löslichkeit der Phosphorsäure in % der nach LORCH bestimmten Gesamtphosphorsäure, in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung, ϕ der Schichttiefe 0—10 cm; mg je 100 g Boden

P_2O_5	Mähweide Vollgülle, Minerald.	Mähweide, Vollgülle Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Stallmist jährlich	2-Schnittwiese Stallmist alle 2 J.	3-Schnittwiese Stallmist, Minerald.	2-Schnittwiese Minerald. incl. N.	2-Schnittwiese Minerald. ohne N.	ungedüngte Hutweide
n. Lorch	75	63,6	15,7	12,0	36,4	50,5	38,9	25,6
n. Egnér	7,3	8,2	1,9	2,2	7,2	9,2	5,5	2,0
lösl. %	9,8	12,9	12,2	18,3	19,8	18,6	14,2	7,8
relativ	50	63	57	92	100	94	74	39
% R + Z	33,4	39,9	28,1	38,2	22,7	37,4	37,4	28,5
% Humus	8,0	7,6	5,8	6,3	5,4	5,4	7,1	5,7
Ph	5,9	5,9	5,8	6,1	6,0	5,6	5,3	5,1

Eine klare Abhängigkeit der prozentuellen Phosphorsäurelöslichkeit von einem einzelnen in dieser Arbeit untersuchten Faktor besteht nicht.

Die geringste Löslichkeit zeigt sich auf der ungedüngten Hutweide. Die höchste Löslichkeit finden wir auf jenen Standorten, welche keine oder nur wenig Wirtschaftsdünger erhalten. Die vielfach vertretene Anschauung, daß eine Stallmistdüngung für die Löslichkeit der Phosphorsäure in Dauergrünlandböden und deren Wirkung auf das Pflanzenwachstum notwendig sei, wird durch unsere Beobachtungen nicht bestätigt.

Für den Pflanzenertrag ist weniger der Löslichkeitskoeffizient der im Boden vorhandenen Gesamtphosphorsäure maßgebend als vielmehr der absolute Gehalt der Bodenlösung an dem leicht aufnehmbaren Nährstoff. Diese Werte sind eindeutig auf jenen Flächen am höchsten, welche am stärksten mit Phosphorsäuredüngern versorgt werden. Bezugnehmend auf die Werte für Gesamtphosphorsäure nach LORCH sei darauf hingewiesen, daß GISIGER (ohne Jahreszahl, Agriculturchemisches Institut, Liebefeld, Bern) an Hand einer Bilanzrechnung über die Zeit zwischen den beiden Weltkriegen zu der Feststellung kommt, daß im Durchschnitt für die ganze Schweiz eine Anreicherung der Böden mit etwa 500 kg/ha (= etwa 17 mg/100 g Boden) Reiphosphorsäure stattgefunden hat. Durch vergleichende Bodenuntersuchungen erhält diese errechnete Zahl zum Teil ihre Bestätigung. GISIGER kommt zu dem Schluß, daß viele Betriebe den Zukauf von Phosphorsäuredüngern auf Jahre hinaus stark einschränken dürfen. Ähnliches dürfte auch für die von uns untersuchten Mähweiden, sowie für die Zweischnittwiese, welche seit mehr als 20 Jahren ausreichend mit Mineralstoffen, incl. Stickstoff gedüngt wird, zutreffen. Umso dringender notwendig wäre eine starke Gesundungsdüngung für alle untersuchten Standorte des Betriebes „G“, Lochau Berg, welche bislang nur mit Stallmist, zum Teil sogar überhaupt nicht gedüngt worden sind.

g) Sorptionswerte

Ein gutes Maß für die Wirkung verschiedener Bewirtschaftungsformen auf die Sorptionsverhältnisse bietet der Sättigungsgrad, vor allem wieder die Tiefenverteilung der Werte an den einzelnen Bewirtschaftungsstandorten.

Tabelle 13

Sättigungsgrad in 5 Schichttiefen, in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung.

Tiefe cm	Mähweide Vollgülle, Minerald.	Mähweide, Vollgülle Stallmist, Minerald.	2-Schnittweise Stallmist jährlich	2-Schnittweise Stallmist alle 2 J.	3-Schnittweise Stallmist, Minerald.	2-Schnittweise Minerald. incl. N.	2-Schnittweise Minerald. ohne N.	ungedüngte Hutweide
0—2	82	80	74	74	79	88	90	69
2—6	77	67	45	68	77	75	78	40
6—10	69	66	38	54	70	72	86	29
10—20	63	63	34	57	75	60	78	24
20—30	63	62	43	59	82	64	86	20

Zunächst ist wieder die Tatsache festzustellen, daß von einer einzigen in ihrem quantitativen Maß unbedeutenden Ausnahme abgesehen, an allen Standorten, gleich welcher Bewirtschaftung, die höchsten Werte für den Sättigungsgrad in den obersten cm zu finden sind.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch JAKLITSCH (1955) bei der Untersuchung von Ackerböden in der Oststeiermark. Er findet dort den höchsten Sättigungsgrad in der Krume, die geringsten Werte in Tiefen zwischen 35 und 50 cm und mit zunehmender Tiefe ein allmähliches Ansteigen. Für Waldböden desselben Gebietes findet er die niedrigsten Werte unmittelbar unter der Oberfläche und eine fortschreitende Erhöhung derselben mit fortschreitender Tiefe. Auf den von uns untersuchten Standorten finden sich die niedrigsten Werte in allen Schichttiefen, aber auch die rascheste Abnahme derselben bis zu einer Tiefe von 30 cm im Boden der völlig ungedüngten Hutweide. In ähnlicher Weise zeigen alle jene Standorte, welche bislang nicht mit Mineralstoffen gedüngt wurden, geringere Werte als alle anderen, incl. der intensiv begüllten.

Zusammenfassung

Im niederschlagsreichen Vorderen Bregenzer Wald wurden auf 4 reinen Dauergrünlandbetrieben 8 Standorte mit jeweils verschiedener Bewirtschaftung ausgewählt. An diesen Standorten wurden Pflanzenbestandsaufnahmen und Ertragsschätzungen durchgeführt. Insgesamt wurden 21 Bodenprofile ausgehoben und beschrieben. Über 100 Bodenproben wurden entnommen.

Bei der Auswahl der Standorte wurde im Interesse der Vergleichbarkeit auf eine größtmögliche Übereinstimmung in den natürlichen Voraussetzungen geachtet. Dennoch mußten nicht unbeträchtliche Abweichungen der einzelnen Profile auch auf engstem Raum in Kauf genommen werden, ein Umstand, der im Gebirge und besonders in einem durch Gletschertätigkeit stark beeinflussten Gebiet schwer zu umgehen ist. Aus diesem Grunde wurden aus den obersten 30 cm in 5 eng aufeinander folgenden

Schichtabständen Bodenproben entnommen, um auf diese Weise in der Aufeinanderfolge der Analysenwerte von Schichttiefe zu Schichttiefe einen gesicherten relativen Vergleichsmaßstab für die Beurteilung der unterschiedlichen Wirkung von verschiedenen Formen der Bewirtschaftung auf die Fruchtbarkeit des Bodens zu gewinnen.

Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen lassen sich, unter Ergänzung durch die in der einschlägigen Literatur dargelegten Erkenntnisse, folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Der Bodenzustand von Dauergrünlandböden ist, von den obersten Schichten bis etwa 10 cm Tiefe abgesehen, zum überwiegenden Teil ein Produkt der natürlichen Voraussetzungen, bzw. jener Bewirtschaftungsformen, welche in früheren und langen Zeiträumen wirksam waren.

2. Alle festgestellten Analysenwerte, mit Ausnahme jener der Schlämmanalysen, waren, ohne Rücksicht auf die Bewirtschaftung, am höchsten in den obersten 2 cm. Sie zeigten eine rasche Abnahme mit zunehmender Tiefe.

3. Eine Veränderung auch der obersten Schichten unter dem Einfluß verschiedener Bewirtschaftung geht in kurzen Zeiträumen nur in einem sehr geringfügigen Maße vor sich.

4. Auf Mähweideflächen, welche seit nunmehr 30 Jahren mit Vollgülle, bzw. Vollgülle abwechselnd mit Stallmist und zusätzlich mit Mineraldüngern, in einer Menge, wie dies für die harmonische Ernährung der Pflanzen notwendig erscheint, gedüngt werden, konnte eine nicht unbeträchtliche Anreicherung hochwertiger humoser Substanzen in den obersten Bodenschichten erzielt werden.

5. Jährliche Stallmistdüngung bei Fehlen einer ausreichenden zusätzlichen Mineralstoffdüngung zeigt in der Wirkung auf die Humuswirtschaft des Bodens keinerlei Vorteile gegenüber Standorten anderer Bewirtschaftung, ausgenommen eine seit Generationen völlig ungedüngte Hutweide. Die geschilderte Art der Düngung wird von der Vollgüllerei in Verbindung mit Mineralstoffdüngung in der positiven Wirkung auf die Humuswirtschaft von Dauergrünlandböden mit Sicherheit übertroffen.

6. Der Humusgehalt von Dauergrünlandböden ist, sofern er ein gewisses Mindestmaß überschreitet, was in den von uns untersuchten Böden bei einem geringsten gefundenen Wert von 5,4% für die obersten 10 cm mit Sicherheit der Fall ist, für das Zustandekommen von Erträgen von untergeordneter Bedeutung. Seine ertragsbestimmende Wirkung wird in diesen Grenzen von anderen Faktoren der Bewirtschaftung, wie es scheint vor allem durch die Höhe der Stickstoffdüngung, völlig überdeckt.

7. Die Auswaschung von Nährstoffen dürfte auch bei intensiver Güllerei ein wirtschaftlich ins Gewicht fallendes Maß nicht erreichen.

8. Durch eine seit 30 Jahren erfolgte Düngung der Mähweideflächen mit jährlich 300 kg/ha Thomasmehl erfolgte offensichtlich eine nicht unbeträchtliche Speicherung von Phosphorsäure im Humuskomplex des Bodens.

9. Für das Zustandekommen hoher Nährstoffträge auf Dauergrünland sind der allgemeine Ernährungszustand und das Wachstumsstadium zum Zeitpunkt der Ernte ebenso ausschlaggebend wie die artenmäßige Zusammensetzung der Bestände.

Literaturverzeichnis¹

- FRANZ, H.: Die Tätigkeit der Kleintiere im Boden und Wirtschaftsdünger und ihre Bedeutung für das Dauergrünland. Pflanzenbau, Heft 12, Leipzig 1943.
 GISIGER, L.: Organic manuring of grassland. Journal of the British Grassland Society, Vol. 5, No. 1, S. 63—69 (1950).
 HEINONEN, R.: Soil Aggregation in Relation to Texture and organic Matter. Helsinki 1955.

¹ Enthält nur die zitierten Arbeiten.

- JAKLITSCH, L.: Zur Untersuchung von Aulehmböden in der Oststeiermark, insbesondere auf den Terrassen des Ritscheintales. Diss. Wien 1955.
- KAPPEN, H.: Die Bodenazidität. Berlin 1929.
- KLAPP, E.: Wiesen und Weiden. Berlin 1954.
- Leistung, Bewurzelung und Nachwuchs einer Grasnarbe unter verschieden häufiger Mahd und Beweidung. Acker- und Pflanzenbau Bd. 93, Heft 3, S. 270—286 (1951).
- KMOCH, H. G.: Über den Umfang und einige Gesetzmäßigkeiten der Wurzelmassenbildung unter Grasnarben. Diss. Bonn 1952.
- KRASSER, L.: Der Anteil zentralalpiner Gletscher an der Vereisung des Bregenzer Waldes. Zeitschrift für Gletscherkunde, Bd. 24, S. 99—121, Leipzig 1936.
- LANGE, B.: Kolorimetrische Analyse, Weinheim 1952.
- PALLMANN, H., FREI, E., HAMDI, H.: Die Filtrationsverlagerungen hochdisperser Verwitterungs- und Humifizierungsprodukte im Profil der mäßig entwickelten Braunerde. Kolloidzeitschrift Bd. 103, Heft 2, S. 112—119 (1934).
- SAALBACH, E.: Einfluß von Humusstoffen auf den Stoffwechsel der Pflanze. VIe Congrès de la Science du Sol. S. 107—111. Paris 1956.
- SAUERLANDT, W.: Der wirtschaftseigene Dünger. Berlin 1951.
- SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde und Agrikulturchemie I. Stuttgart 1952.
- SCHILLER, H.: Der Einfluß gestaffelter Jauchegaben auf einen Acker- und Wiesenboden. Die Bodenkultur, Bd. 8, Heft 1—2, S. 30—46 (1955).
- SCHULZE, E.: Über den Rohprotein- und Mineralstoffgehalt von Wiesenpflanzen. Das Grünland 11 (1953).
- SKUTETZKY, R.: Zur Humusbestimmung im Boden. Festschrift der landw. chem. Bundesversuchsanstalt in Linz. Linz 1949.
- ZURN, F.: Der Humusgehalt von Grünlandböden. Die Bodenkultur, Bd. 9, Heft 1, S. 27—42 (1956).
- Versuche über praktische Wiesendüngung. Veröffentlichungen der Bundesanstalt für alpine Landwirtschaft in Admont, Heft 4, S. 70—87 (1951).
- Der Nährstoff- und Mineralstoffgehalt von Gräsern, Leguminosen und Kräutern auf Wiesen. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Bd. 93, Heft 4, S. 445—463 (1951).

Charakterisierung typischer Bodenprofile der Gjaidalm

Von V. JANIK und H. SCHILLER *

Auszug aus einer beim Speläolog. Institut in Wien unter dem Titel „Die Böden der Gjaidalm (Dachsteingebiet)“ aufliegenden, nicht veröffentlichten Arbeit.

Im Auftrage des Speläologischen Institutes, Wien, wurden im Sommer 1956 und 1957 die Bodenbildungen auf der Gjaidalm untersucht, um einerseits in Verbindung mit den geologisch-morphologischen und pflanzensoziologischen Untersuchungen die Verkarstungserscheinungen festzustellen und andererseits der Almwirtschaft brauchbare Unterlagen für eine bessere und ertragsreichere Nutzung dieser Flächen zu liefern.

Die Feldaufnahmen erstreckten sich auf das engere Gebiet der Gjaidalm und zu ihrer Ergänzung wurden chemische Analysen an der bodenkundlichen Abteilung der Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz durchgeführt. Der N-Gehalt der Böden wurde an der gleichen Anstalt von Dipl.-Ing. REITERER analysiert, wofür wir unseren Dank aussprechen.

Die Gjaidalm liegt auf dem Dachsteinmassiv (Gemeinde Obertraun, O.Ö.) in einem Gebirgskessel, der ungefähr 10 ha groß ist (N-S Ausdehnung 250 m und O-W 400 m). Ihr tiefster Punkt hat 1716 m Seehöhe und diese Senke war ehemals vom Gletscher bzw. später von einem See erfüllt. Es wurde an zahlreichen Stellen „Seeton“ ** aufgefunden, an den Rändern sind Moränen und Kalkschutt abgelagert.

Das anstehende Gestein ist der hellgraue Dachsteinkalk (norisch-rhätische Stufe der Trias), dessen Analysen nach J. SCHADLER (18) 97% CaCO_3 , 0.7% MgCO_3 und 2.3% tonige Beimischungen ergaben. Ähnliche Analysenresultate wurden auch für den Dachsteinkalk der Gjaidalm vorgefunden. Vereinzelt auftretender Dachsteinkalk mit roter Eigenfarbe kann bis 15% karbonatfreie Substanzen haben. In Moränen und Seeton ist jedoch auch anderes Material eingemischt, da deren Analysen einen geringeren Kalkgehalt ergaben. So haben z. B. Moränen nur 79.6% und Seetone zwischen 63.0—83.6% Karbonate. Die karbonatfreien Bestandteile sind Glimmer, Quarz, Radiolarit und Hornstein. Anscheinend wurde Material der ehemals weitverbreiteten „Augensteinschotter“ (bzw. Sande und Kiese) und ältere Bodenbildungen durch die Gletscher mit zertrümmertem Dachsteinkalk vermengt und verlagert. Auch in den Mineralböden konnten silikatische Bruchstücke festgestellt werden.

Durch Absenkung des Seespiegels infolge (unterirdischer) Karstentwässerung verlandete der ehemalige Seeboden; es entstand ein Moor, das noch in der Gegenwart bei größeren Niederschlägen teilweise überschwemmt wird. Im Westen des Seebeckens wurden in 70—80 cm Tiefe kleine Muscheln (Bivalven) in stark zersetztem Torf, mit Mineralsubstanz vermengt, aufgefunden; sie wurden von Prof. Dr. R. SIEBER, Wien, als Pisidien bestimmt.

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt annähernd 2.0° C und die mittlere Jahresniederschlagsmenge ungefähr 2400—2500 mm. Genaue Messungen liegen derzeit noch

* Anschriften der Verfasser: Dr. Ing. Vinzenz Janik, Linz, Ramsauerstraße 50; Dr. Ing. Herwig Schiller, Landw. chem. Bundesversuchsanstalt Linz, Promenade 37.

** „Seeton“ ist ein allgemein gebrauchter geologischer Ausdruck und nicht identisch mit dem bodenkundlichen Begriff „Ton“.

nicht vor, werden jedoch in der Zukunft durch die neueingerichtete meteorologische Station am Krippenstein und auch im Gjaidalmbereich durchgeführt.

Im engeren Bereich der Gjaidalm wurden 31 Bodenprofile aufgenommen und beschrieben. Die bereits gut erforschten und für die praktische Nutzung bedeutungslosen Initialstadien, wie Protorendsina usw. wurden nicht näher untersucht.

Die vorgefundenen Böden wechseln infolge großer Reliefenergie auf engem Raum, so daß ein Mosaik der verschiedensten Bodenbildungen vorhanden ist. Sie können zweckmäßig zu nachstehenden Bodengruppen zusammengefaßt werden:

- A. Mineralböden der Terrae-Gruppe,
- B. Rendsinen,
- C. Moorböden.

Eine weitere Untergliederung der Böden ergab sich nach Ausgangsmaterial und Gründigkeit, wodurch die wesentlichsten Faktoren der Bodenbildung sowie deren Nutzungsmöglichkeiten erfaßt wurden.

A. Mineralböden der Terrae-Gruppe.

- a) Rotlehm auf Kalkfels (Profil 10) *.
- b) Braunlehm auf Kalkfels (Profil 17),
- c) Braunlehm-Braunerde auf Seeton (Profil 18),
- d) Braunlehm-Braunerde auf Moränenschutt; tiefgründig (Profil 5),
seichtgründig (Profil 12).

B. Rendsinen.

- a) braune Rendsina auf Moränenschutt (Profil 11),
- b) seichtgründige Rendsina auf Seeton (Profil 19),
- c) seichtgründige Rendsina auf festem Kalkgestein (Profil 16),
- d) tiefgründige Rendsina auf festem Kalkgestein (Profil 15).

C. Moorböden.

- a) Moor über Seeton (Profil 4),
- b) Moor, nicht ständig im Grundwasserbereich (Profil 3),
- c) Moor, ständig im Grundwasserbereich (Profil 1),
- d) Umgelagerter Humus (Profil 20, 28).

Von den oben angeführten Bodentypen wurden jeweils mehrere Profile aufgedigelt, doch werden nur die charakteristischen erläutert. Bei den Feldaufnahmen konnten weiters verschiedene Übergänge erfaßt und damit ein Zusammenhang der Bodenbildungen hergestellt werden; die Gesetzmäßigkeiten sind in der Originalarbeit ausführlich behandelt. Die Bodenprofile der Gjaidalm sind durch ihre geringe Mächtigkeit der Horizonte charakterisiert und können zum großen Teil als „Mikroprofile“ angesprochen werden. Ihre Beschreibung erfolgt unter Anlehnung an die von W. KUBIENA (15) und von der österreichischen Bodenkartierung herausgegebenen Richtlinien. Die Farben wurden nach den „Munsell Soil Color Charts“ 1954 bestimmt.

A. Mineralböden der Terrae-Gruppe

Von den Mineralböden der Gruppe A werden nachstehende Profile beschrieben:

Profil 10.

Bodentyp: Rotlehm auf Kalkfels.
Seehöhe: 1830 m, Lage: Oberfeld.

A	0— 4 cm	Moderhumus; locker gelagert, undeutlich krümelnd, Farbe: 10 YR 2/1, wurzelfilzig, nicht klebend, nicht plastisch, rasch übergchend
AB	4— 7 cm	Humoser, graubrauner, stark feinsandiger Lehm; dicht gelagert, undeutlich fein blockige Struktur, Farbe 7.5 YR 3/2, sehr gut durchwurzelt, schwach klebend, plastisch, übergchend

* Die Nummern der Profile beziehen sich auf die am Speläologischen Institut aufliegende Arbeit.

- B₁ 7—12 cm Rotbrauner lehmiger Ton;
sehr dicht gelagert, deutlich blockige Struktur, Farbe: 5 YR 4/4, Durchwurzelung abnehmend, gut klebend, gut plastisch, übergehend
- B₂ 12—27 cm Roter Ton;
sehr dicht gelagert, deutlich blockig-scharfkantige Struktur, Farbe: 2.5 YR 4/4—4/6, vereinzelt Faserwurzel, stark klebend und plastisch, aufsitzend
- D ab 27 cm Kalkfels;
stark zerklüftet, weißer Dachsteinkalk.

Profil 17.

Bodentyp: Braunlehm auf Kalkfels in nicht aktiver Karrenrinne.
Seehöhe: 1760 m, Lage: an eine Felsstufe oberhalb des Weges zur Seilbahn.

- A₀ 2 cm Dichter Wurzelfilz mit eingelagertem Feinmoder, Vegetation: *Viola*, *Alchemilla*, *Deschampsia*, *Epilobium* *)
- A 0—5 cm Humoser, schwach feinsandiger Lehm;
dicht gelagert, undeutlich blockige Struktur, Farbe: 10 YR 4/1, sehr gut durchwurzelt, klebend, plastisch, rasch übergehend
- B₁ 5—15 cm Schwächst humoser, schwach lehmiger Ton;
dicht gelagert, deutlich scharfkantig blockige Struktur, Farbe: 10 YR 3/4, sehr gut durchwurzelt, klebend, gut plastisch, allm. Übergang
- B₂ 15—30 cm Lehmiger Ton;
dicht gelagert, deutlich scharfkantig blockige Struktur, Farbe: 10 YR 4/4—7.5 YR 4/4, sehr gut durchwurzelt, stark klebend, stark plastisch, allm. übergehend
- B₃ 30—50 cm Schwach lehmiger Ton mit eingeschwemmtem Humus und vereinzelt Kalksteinen;
dicht gelagert, undeutlich blockige Struktur, Farbe: 10 YR 3/4—4/4, stark klebend, stark plastisch, vereinzelt Kalksteine, gut abgerundet, aufliegende Bodenaggregate mit starken Kalküberzügen, aufsitzend
- D ab 50 cm Kalksteine;
dicht gelagert, Zwischenräume mit Bodenmaterial gefüllt, große Steine stark angewittert und von Rillen zerfurcht.
Übergehend in festen Kalkfels (Dachsteinkalk).

Profil 18.

Bodentyp: Braunlehm-Braunerde auf Seeton.
Seehöhe: 1730 m, Lage: unterhalb des Weges zum Tiefkar, im Westen der ehem. Seemulde.

- A₀ 2 cm Dichter Wurzelfilz mit wenig Moder; Nardetum
- A₁ 0—5 cm Moderhumoser, feinsandiger Lehm;
mitteldicht gelagert, undeutlich krümelnd, Farbe: 10 YR 3/2—4/2, sehr gut durchwurzelt, schwache Rostflecken entlang den Wurzeln, nicht klebend, schwach plastisch, rasch übergehend
- A₂ 5—8 cm Schwächst humoser, schluffiger Lehm;
mitteldicht gelagert, blockige Struktur, Farbe: 10 YR 4/4 (Mischfarbe), sehr gut durchwurzelt, deutliche Rostflecke, schwach klebend, plastisch
- B₁ 8—18 cm Toniger Lehm;
mitteldicht gelagert, feinblockige Struktur, Farbe: 10 YR 4/4, sehr gut durchwurzelt, Humusspuren, klebend, plastisch, allm. übergehend
- B₂ 18—28 cm Lehm;
mitteldicht gelagert, undeutlich blockig-scharfkantige Struktur, Farbe: 10 YR 4/4, gut durchwurzelt, Humusspuren, klebend, plastisch, aufsitzend
- D₁ 28—45 cm Kalkreicher Schluff (Seeton) mit etwas Kalkgrus;
dicht gelagert, undeutlich schichtig, Farbe: 10 YR 6/4—7/4, Durchwurzelung rasch abnehmend, wasserstauend, nicht klebend, nicht plastisch, aufsitzend
- D₂ ab 45 cm Moränenschutt (Schluff bis Steine 8 cm ϕ);
dicht gelagert, strukturlos, Farbe: 10 YR 7/4—7/3, Steine kantengerundet, ohne Verwitterungsrinde.

Profil 5.

Bodentyp: Braunlehm-Braunerde auf Moränenschutt, tiefgründig.
Seehöhe: 1745 m, Lage: S 8°; Rinne in Moränenschutt, östl. Almhütte.

- A₀ 2 cm Dichter Wurzelfilz mit geringem Moderhumus; Fettweide
- A 0—7 cm Moderhumus, feinsandiger Lehm;
mitteldicht gelagert, undeutlich krümelnd, Farbe: 10 YR 4/1—4/2, sehr gut durchwurzelt, undeutlich vereinzelt Rostflecke, undeutliche Fahlflecke, schwach klebend, schwach plastisch, rasch übergehend
- B₁ 7—25 cm Schwach humoser, in Spuren kiesiger und grusiger, schwach toniger Lehm;
mitteldicht gelagert, deutlich blockig-scharfkantige Struktur, Farbe: 10 YR 3/3, sehr gut durchwurzelt, vereinzelt Quarzkiese, Hornsteine und Kalkgrus, schwach klebend, plastisch, allm. Übergang
- B₂ 25—40 cm In Spuren humoser, toniger Lehm;
mitteldicht gelagert, undeutlich blockig-scharfkantige Struktur, Farbe: 10 YR 3/4—4/4, gut durchwurzelt, Humusspuren, klebend, plastisch, aufsitzend
- D₁ 40—50 cm Verbraunter Moränenschutt, Grobsand und Steine bis 20 cm ϕ ;
locker gelagert, strukturlos, Farbe: 10 YR 6/3—6/4, Durchwurzelung rasch abnehmend, nicht klebend, nicht plastisch, Steine stark angewittert, rasch übergehend
- D₂ ab 50 cm Unverwitterter Moränenschutt;
locker gelagert, strukturlos, Farbe: 10 YR 6/2, Steine bis 20 cm ϕ , schwach kantengerundet, nicht angewittert.

* Die Vegetationsbeschreibung stützt sich auf die pflanzensoziologischen Aufnahmen des Herrn Dr. O. CECH, Wien.

Profil 12.

Bodentyp: seichtgründige Braunlehm-Braunerde auf Moränenschutt
 Seehöhe: 1775 m, Lage: Aufschluß beim Schutzhaus.

A ₀	2 cm	Wurzelfilz mit eingelagertem Moderhumus und Kalksplitter; Vegetation Magermatte
A	0—2 cm	Moderhumus (noch unzersetzte Pflanzenreste) mit Kalksplitter; sehr locker gelagert, undeutlich krümelnd (wurzelfilzig), Farbe: 10 YR 2/1—2/2, sehr gut durchwurzelt, leicht austrocknend, nicht klebend, nicht plastisch, rasch übergehend
AB	2—5 cm	Schwach-moderhumoser, lehmiger Sand; locker gelagert, feinkrümelige Struktur, Farbe: 10 YR 3/1—3/2, sehr gut durch- wurzelt, austrocknend, nicht klebend, nicht plastisch, rasch übergehend
B	5—10 cm	Brauner, stark-schluffiger Lehm; locker gelagert, undeutlich feinklockige Struktur, Farbe: 10 YR 3/4—4/4, sehr gut durchwurzelt, nicht klebend, schwach plastisch, aufsitzend
C	ab 10 cm	Moränenschutt verbraunt, (Grobsand bis Steine 40 cm Ø); locker gelagert, strukturlos, Farbe: 10 YR 5/4—6/4, vereinzelte Faserwurzel, wasser- ableitend, nicht klebend, nicht plastisch, an den aufliegenden Bodenaggregaten schwache Kalküberzüge, allm. übergehend in hellen, unverwitterten Moränenschutt.

Als „Lehme“ werden dichte, plastische, deutlich strukturierte, völlig entkalkte Böden, wie Braunlehm und Rotlehm, bezeichnet. Im Gegensatz hiezu stehen die Braunerden, in deren (B)-Horizont die Bodenkolloide weniger quellfähig und z. T. ausgeflockt sind.

Außer dem Rotlehm, der durch seine intensive rote Farbe leicht erkennbar ist, konnten bei der Feldaufnahme Braunlehme und braunlehmähnliche Braunerden aus-
 geschieden werden. Bei den Schlämmanalysen zeigen die Böden der Terrae-Gruppe keine wesentlichen Abweichungen. Sie haben ca. 30—40% feineren Schluff (0.01—0.002 mm) und 20—40% Rohton. Auffallender Weise liegen letztere Werte bei den Lehmen niedriger als bei den Braunlehm-Braunerden, siehe Tab. 1. Trotzdem fühlen sich die typischen Braunlehme infolge erhöhter Klebrigkeit und Plastizität schwerer an, so daß eine gewisse Divergenz der durch Schlämmanalyse gefundenen Werte zur Fingerprobe auftritt. Die Ursache dürfte in der Probenvorbereitung zu suchen sein, da bei der Vorbereitung zur internationalen Methode B keine vollkommene Dispergierung erreicht wird, worauf von den Autoren dieser Arbeit bereits an anderer Stelle (21) hingewiesen wurde. Der typische Braunlehm unterscheidet sich analytisch gut durch das geringe Raumtrockengewicht, den hohen T-Wert und durch das verschiedene Verhalten bei der Kolloidanalyse von den braunerdeähnlichen Mineralböden. Da die analytischen Werte letzterer Böden jedoch den Braunerden nicht entsprechen und sie eine Zwischenstellung zwischen Braunlehm und Braunerde einnehmen, halten wir es für angebracht, den von E. EHWALD (7) vorgeschlagenen Subtypenbegriff Braunlehm-Braunerde zu übernehmen. Eine Unterscheidung zeigt sich auch morphologisch, da der typische Braunlehm größere Plastizität, erhöhte Klebrigkeit und deutliche scharfkantig-blockige Struktur aufweist. Alle diese Faktoren weisen auf ein relativ höheres Alter des Braunlehms hin, wodurch auch die Ansicht anderer Autoren bestätigt wird.

a) Rotlehm: Vereinzelt in Spaltrissen oder in alten Karrenrinnen werden kleinstflächige Rotlehm-Relikte aufgefunden. Es sind dies grellrote, sehr dichte, hochplastische, tonige Böden mit sehr geringer Wasserdurchlässigkeit und sehr ausgeprägter Struktur. Der Rotlehm ist die Bodenbildung eines warmen Klimas. Seine altersmäßige Stellung konnte auf der Gjaidalm nicht geklärt werden. Die Rotlehm-Bodenprobe hatte ein Bodensubstanzvolumen von 41% und ein Raumtrockengewicht von 115.6 gr/100 ccm Boden, siehe Tab. 4. Das Porenvolumen mit 59% liegt damit höher als bei rezenten Braunerden. Die Umtauschkapazität des untersuchten Rotlehms ist mit 42.8 mval/100 g Boden sehr hoch (s. Tab. 3) und weist auf sorptionsstarke Substanzen hin. Auf Grund dieser Analysendaten, der Bodenmorphologie und des

Mikrogefüges wurde, trotz der geringen Kolloidbeweglichkeit, siehe Tab. 5, dieser Boden als Rotlehm angesprochen.

b) **Braunlehm**: Etwas öfter ist auf der Gjaidalm in alten, inaktiven und höher gelegenen Karrenrinnen der Braunlehm anzutreffen. Doch hat auch er in diesem Gebiet keine flächenhafte Verbreitung und so für die praktische Bodennutzung keine Bedeutung.

Sein Bodensubstanzvolumen ist mit 21% infolge der Quellfähigkeit der Bodenkolloide sehr gering und das Raumtrockengewicht fällt bis auf 40 g/100 ccm, s. Tab. 4, ab. Andererseits liegt die Umtauschkapazität mit 91 mval/100 g sehr hoch. Die Dispersität des Braunlehms wird durch die Kolloidanalyse bestätigt, deren 1. und 2. Wasserfraktionen auffallend hoch sind.

Jüngere Umlagerungen haben Braunlehmrelikte auch in Erosionsrinnen über Moränenschutt abgelagert, jedoch ist er dort stark mit Humus vermischt und hat seine typischen Eigenschaften verloren. Auch in den ehemaligen See haben Einschwemmungen stattgefunden, so daß bei manchen Profilen dünne Braunlehmschichten oder Linsen vorhanden sind.

c) **Braunlehm-Braunerde**: Die Braunlehm-Braunerden haben im Gegensatz zum typischen Braunlehm geringere Plastizität und Klebrigkeit und sind unendlich strukturiert. Ihr Gehalt an organischer Substanz ist selbst in den Verwitterungshorizonten, siehe Tab. 2, als hoch anzusprechen und dürfte auf Umlagerungsvorgänge zurückzuführen sein. Das Raumtrockengewicht liegt mit 80 g auf 100 ccm in der Mitte zwischen typischem Braunlehm und Braunerden. Die Werte des Porenvolumens gleichen mehr jenen des Braunlehms. Sehr niedrig ist ihr Luftvolumen und als Folge muß sich eine schlechte Luft- und Wasserzirkulation einstellen. Die Umtauschkapazität des B₂-Horizontes der Braunlehm-Braunerde des Profiles 18 beträgt 28 mval/100 g Boden und hat damit ebenfalls eine Zwischenstellung zu den Braunerden. Nach den pH-Zahlen zu schließen, dürfte die Braunlehm-Braunerde über Moränenschutt schwächer versauert sein als über Seeton. Karbonate waren im Oberboden nur in geringsten Mengen festzustellen und die Horizonte sind durchwegs arm an laktatlöslicher Phosphorsäure und Kali. Geringe Mengen an beweglichen Bodenkolloiden konnten durch die Kolloidanalyse bestätigt werden, da die Werte der Wasserfraktionen wesentlich niedriger als beim Braunlehm sind. Nach diesen Untersuchungsergebnissen dürften die Braunlehm-Braunerden andere Tonminerale wie die Braunlehme haben; zwecks Klärung des unterschiedlichen analytischen Verhaltens wäre eine Bestimmung der Tonminerale auf röntgenologischem Wege und mittels DTA wünschenswert.

Die Verbreitung der Braunlehm-Braunerden ist an Moränenschutt und Seeton gebunden, d. h. an Substrate mit größeren silikatischen Beimengungen (65—80% Karbonate). Auf Moränenschutt entstehen sie anscheinend aus brauner Rendsina und als Übergang sei das seichtgründige Profil 12 angeführt. Vielfach wird das feine Bodenmaterial von Kuppen und Rücken in Erosionsrinnen und Verebnungsflächen umgelagert. Die Braunlehm-Braunerden auf Seeton neigen infolge des schwer durchlässigen Untergrundes und der Umlagerungsvorgänge mehr zur Verdichtung, als jene auf Moränenschutt. Dies kommt allgemein auch in der Vegetation zur Geltung, da die Böden auf Seeton zumeist Standorte für Bürstling (*Nardetum*) sind. Die Braunlehm-Braunerden zeigen keinerlei Ca-Anreicherungsprofile, der Seeton selbst ist nur mäßig verbraunt (10 YR 6/4—7/4) und auch in den Profilen, die hoch über dem ehemaligen Seebecken liegen, ist keine Zunahme der Farbintensität oder ein Übergang zwischen Seeton und B-Horizont festzustellen.

Tabelle 1
Physikalische Analysenergebnisse der Terrae calcis-Böden

Profil-Nr.	Bodentyp	Horizont	Entnahmetiefe in cm	Korngrößen in %				
				2.0—0.1	0.1—0.05	0.05—0.01	0.01—0.002	0.002 mm
10	Rotlehm	B ₂	12—27	6.8	8.8	19.6	38.9	25.9
17	Braunlehm	B ₂	15—30	1.6	3.2	24.5	43.2	27.5
18	Braunlehm-Braunerde über Seeton	A	0—5	5.1	4.6	18.0	36.3	36.0
		B ₁	8—18	6.3	8.0	19.6	28.6	37.5
		B ₂	18—28	5.4	10.3	23.6	35.5	25.2
5	Braunlehm-Braunerde auf Moränenschutt	D ₁	ab 28	18.6	16.2	25.8	31.4	8.0
		A	0—7	8.3	3.7	17.5	30.3	40.2
		B ₁	7—25	6.8	3.8	13.1	36.3	40.0
12	seichtgründige Braunerde-Braunerde (Moränensch.)	B ₂	25—40	6.3	3.8	15.0	35.1	39.8
		B	5—15	4.0	3.1	44.4	5.4	43.1
		C	ab 15	65.4	10.0	5.6	14.0	5.0

Tabelle 2
Chemische Analysenergebnisse der Terrae calcis-Böden

Profil-Nr.	Bodentyp	Horizont	Org. Subst. %	CaCO ₃ %	pH n/KCl	Laktatlösl.	
						P ₂ O ₅	K ₂ O
18	Braunlehm-Braunerde über Seeton	A	13.5	—	4.8	0.7	1
		B ₁	4.5	—	4.3	0.3	1
		B ₂	3.0	—	4.9	0.4	2.5
		D ₁	0	79.2	7.4	1.4	2.5
5	Braunlehm-Braunerde auf Moränenschutt	A	13.5	0	6.3	1.1	5
		B ₁	5.7	0	5.8	0.4	4
		B ₂	4.5	0.4	6.5	0.7	2.5
12	seichtgründige Braunlehm-Braunerde (Moränenschutt)	B	11.0	6.5	6.5	2.0	4.0
		C	0.9	83.2	7.1	0.6	2.5

Tabelle 3
Die Umtauschkapazität der Terrae calcis-Böden

Profil-Nr.	Bodentyp	Horizont	T	H	V
			Wert		%
			mval/100 g		
10	Rotlehm	B ₂	42.8	1.2	97
17	Braunlehm	B ₂	91.4	41.2	55
18	Braunlehm-Braunerde über Seeton	B ₂	28.0	11.6	59

Tabelle 4
Grobstruktur der Terrae calcis-Böden

Profil-Nr.	Bodentyp	Horizont	Entnahme- tiefe in cm	Wasser-	Luft-	Poren-	Bodens.-	Raumtrocken- gew. gr/100 ccm
10	Rotlehm	B ₂	12—27	46	13	59	41	115.6
17	Braunlehm	B ₂	15—30	69	10	79	21	58.5
		B ₃	30—50	72	14	86	14	40
18	Braunlehm-Braunerde über Seeton	A	0—5	83	4	87	13	27.5
		B ₁	8—18	66	2	68	32	87.3
		B ₂	18—28	67	—	67	33	94.3
		D ₁	ab 28	31	2	33	67	185.4
5	Braunlehm-Braunerde auf Moränenschutt	A	0—7	59	7	66	34	88.9
		B ₁	7—25	69	8	77	23	80.7
		B ₂	25—40	66	13	79	21	78.7
12	seichtgründige Braunlehm- Braunerde über Moränenschutt	B	5—15	61	16	77	23	62.2

Tabelle 5
Dispergierbarer Kolloidton

Profil-Nr.	Bodentyp	Horizont	Dispergierbar in Wasser		
			I	II	III
Fraktion in ccm					
10	Rotlehm	B ₂	0.6	0.6	2.0
17	Braunlehm	B ₂	14.4	10.6	5.4
18	Braunlehm-Braunerde über Seeton	B ₂	6.0	6.2	4.3
5	Braunlehm-Braunerde auf Moränenschutt	B ₂	3.8	5.2	4.9
12	seichtgründige Braunlehm- Braunerde über Moränenschutt	B	3.0	2.2	2.5

B. Rendsinen

Von den Rendsinen wurden folgende Profile ausgewählt:

Profil 11.

Bodentyp: Braune Rendsina auf Moränenschutt

Seehöhe: 1775 m, Lage: Aufschluß am Weg vom Schutzhaus zur Seilbahn.

A ₀	2 cm	Dichter Wurzelfilz mit eingelagertem Moderhumus und Kalksplintern, Vegetation: Magermatte, <i>Polytrichum</i> .
A ₁	0—2 cm	Moderhumus (noch unzersetzte Pflanzenreste) mit zahlreichen Kalksplintern; sehr locker gelagert, undeutlich krümelnd, Farbe: 10 YR 2/1—2/2, sehr gut durchwurzelt, leicht austrocknend, nicht klebend, nicht plastisch, rasch übergehend
A ₂	2—5 cm	Schwach moderhumoser, lehmiger feiner Sand; locker gelagert, feinkrümelig, Farbe: 10 YR 3/1—3/2, sehr gut durchwurzelt, austrocknend, nicht klebend, nicht plastisch, aufsitzend bzw. gering taschenförmig, tiefergreifend
C ₁	5—30 cm	verbraunter Moränenschutt, Grobsand bis Steine 50 cm Ø; mitteldicht gelagert, strukturlos, Farbe: 10 YR 5/6, Durchwurzelung rasch abnehmend, austrocknend, Kalksteine und Kalkgrus mit netzförmig ausgelaugten Rillen, aufliegende Aggregate mit Kalküberzüge, nicht klebend, nicht plastisch, allmählich übergehend
C ₂	ab 30 cm	heller Moränenschutt; nicht verbraunt, nicht angewittert, Farbe: 10 YR 2/6.

Profil 19.

Bodentyp: Rendsina auf Seeton

Seehöhe: 1719 m, Lage: auf Felsplatte im NW des ehem. Seebeckens

- A₀ 0—2 cm Dichter Wurzelfilz mit viel Moderhumus, Vegetation: *Carex firma*, *Salix retusa*, (*Bartschia*) *Soldanella alpina*, *Carex capillaris* usw. (Mischgesellschaft): locker gelagert, wurzelfilzig, Farbe: 10 YR 2/2, austrocknend, aufsitzend
- C₁ 2—3 cm Humoser, grauer Ton;
dicht gelagert, blockige Struktur, Farbe: 2.5 Y 3/0, klebend, stark plastisch, aufsitzend
- C₂ 3—5 cm Kalkgrusband;
dicht, strukturlos, Farbe 2.5 Y 3/0, aufsitzend
- C_{3g} 5—30 cm Kalkreicher Schluff (Seeton);
dicht gelagert, deutlich schichtig, Farbe: 2.5 YR 5/0—6/0, Durchwurzelung rasch abnehmend, zeitweise unter Grundwassereinfluß, vergleht, nicht klebend, nicht plastisch, aufsitzend
- D ab 30 cm Kalkfels (Dachsteinkalk).

Profil 16.

Bodentyp: Rendsina auf Kalkfels

Seehöhe: 1740 m, Lage: geneigt nach N 10°

- A₀ 2 cm Dichter Wurzelfilz mit aufgelagertem Rohhumus (unersetzte *Rhod.*-Blätter).
Vegetation: *Rhododendron hirsutum*.
- A₁ 0—15 cm Moder mit wenig Glimmerschüppchen;
locker gelagert, undeutlich krümelnd (wurzelfilzig), Farbe: 10 YR 2/2, sehr gut durchwurzelt, leicht austrocknend, nicht klebend, nicht plastisch, übergehend
- A₂ 15—18 cm Feinmoder mit vereinzelt Glimmerschüppchen;
mitteldicht gelagert, undeutlich feinblockige Struktur, Farbe: 10 YR 2/1, sehr gut durchwurzelt, wegen geringer Mächtigkeit austrocknend, nicht klebend, nicht plastisch, aufsitzend
- C ab 18 cm Kalkfels (Dachsteinkalk)
von zahlreichen Rillen durchsetzt.

Profil 15.

Bodentyp: Rendsina in Karrenrinne (alpine Pechrendsina) auf Kalkfels

Seehöhe: 1740 m, Lage: geneigt nach N 10°

- A₀₀ 2 cm Förna (Rohhumusaufgabe), Blätter von *Rhododendron* und Latschennadeln mit vereinzelt Glimmerschüppchen
- A₀ 2 cm Moder, mit wenig Glimmerschüppchen;
locker gelagert, wurzelfilzig, Farbe: 10 YR 2/1, gut durchwurzelt, nicht klebend, nicht plastisch, allm. Übergang
- A₁ 0—20 cm Moder mit wenig Glimmerschüppchen;
mitteldicht gelagert, schwach krümelnd, Farbe: 10 YR 2/1—2/2, schwach durchwurzelt infolge geringer Vegetation, nicht klebend, nicht plastisch, allm. übergehend
- A₂ 20—80 cm Feinmoder mit wenig Mineralsubstanz;
etwas dicht gelagert, undeutlich blockige, sehr leicht zerfallende Struktur, Farbe: 10 YR 2/1, schwach durchwurzelt, in der Karrenrinne gut durchfeuchtet, nicht klebend, nicht plastisch, aufsitzend
- C ab 80 cm Kalkfels (Dachsteinkalk)
verkarstet und von zahlreichen Rinnen ausgehöhlt.

Da die Initialstadien der Rendsinen für die praktische Nutzung wenig Bedeutung haben und ihre Entwicklung durch die Arbeiten W. KUBIENA's (15) eindeutig geklärt ist, wurden sie auf der Gjaidalm nicht näher untersucht. Sowohl der feste Dachsteinkalk, als auch der Moränenschutt und der Seeton haben einen so hohen Kalkgehalt, daß die dort vorkommenden Bodenbildungen im Sinne der Bodensystematik als Rendsinen anzusprechen sind. Dennoch ist infolge der karbonatfreien Beimengungen im Moränenschutt und im Seeton, sowie besonders wegen der verschiedenen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes das Aussehen und die Entwicklung der Rendsinen auf festem Kalkgestein gänzlich verschieden von jenen auf lockerem Kalkmaterial. Es wäre hier vielleicht eine Präzisierung der jetzt gebräuchlichen Nomenklatur bzw. eine Auffüllung ihrer Lücken zu erwägen, da eine Unterteilung der Rendsinen nach der physikalischen Beschaffenheit des Muttergesteins, sowie nach Humusgehalt und Humusform notwendig ist.

a) Braune Rendsina auf Moränenschutt: Die Verbraunung äußert sich durch gelbe bis hellbraune Färbung des Ausgangsmaterials (bis 10 YR 5/6), das in größerer Tiefe einen weißlichen Farbton (10 YR 8/2) besitzt. Zwischen Humusaufgabe und Muttergestein ist zumeist ein schmaler, noch humushaltiger A(B)-Horizont vorhanden, jedoch wurde bei den bisherigen Untersuchungen kein Ca-Horizont gefunden.

Der Humusgehalt des A-Horizontes beträgt bei Profil 11 46.1% und unterscheidet sich nicht nur in der Menge, sondern auch im C/N-Verhältnis von der organ. Substanz der Rendsinen auf Kalkfels. In den braunen Rendsinen auf Moränenschutt findet eine lebhaftere Zersetzung der Pflanzenrückstände statt, da die reichlichen Niederschläge gut abgeführt werden. Ein Beweis für die gute Wasserableitung ist das hohe Luftvolumen. Die braunen Rendsinen haben wegen ihres größeren Mineralgehaltes ein relativ höheres Raumtrockengewicht.

b) Rendsina auf Seeton: Auf einer etwas höher gelegenen, terrassenförmigen Verebnung des ehemaligen Seebeckens liegt Rendsina auf Seeton (Profil 19), der keinerlei Anzeichen einer Verbraunung zeigt. Im Humus- und Stickstoffgehalt liegt sie in fast gleicher Höhe wie die braune Rendsina auf Moränenschutt (Profil 11).

c) Rendsina auf Kalkfels: Bei den Rendsinen auf Kalkfels ist es zur Anreicherung organischer Substanz (83.2% bei einem C/N von 27) infolge schwacher Zersetzungs Vorgänge gekommen, deren Ursachen in der niedrigen Temperatur, den reichlichen Niederschlägen und im Fehlen erdiger Substanzen zu suchen sind. Obwohl ein Karbonatgehalt von 7.8% im A-Horizont vorhanden ist, konnte eine schwache Versauerung der Humusaufgabe (pH 6.5) festgestellt werden. Diese dürfte von nicht abgesättigten, sauren Zersetzungsprodukten herrühren, die mit der gebildeten Kohlensäure durch die Niederschläge ausgewaschen werden und eine Lösung des Kalkgesteines bewirken. Die Oberflächenverkarstung ist offenbar eng verbunden mit der Vegetationsdecke, wie die Rinnen- und Rillenbildungen im Kalkfels bei einer Abtragung des Humusbodens deutlich zeigen.

In den Karrenrinnen wird durch Anreicherung der org. Substanz diese Tendenz verstärkt, wodurch die Rinnen vertieft und seitlich erweitert werden. Es entstehen dort alpine Pechrendsinen. Infolge Mineralarmut ist eine Bildung von Ton-Humuskomplexen unterbunden und die organische Masse stark erosionsgefährdet. Aus diesem Grunde können schon geringfügige Eingriffe, wie Viehtritte, die Erosion auslösen. Dies erklärt auch die teilweise Auffüllung des ehemaligen Seebeckens mit abgetragenen Rendsinahumus, besonders an den Mündungen der Erosionsrinnen. Im Bodensubstanzvolumen und im Raumtrockengewicht unterscheidet sich die alpine Pechrendsina nur unwesentlich von der Rendsina auf Kalkfels. Die Analysenergebnisse machen hier die Entwicklung deutlich erkennbar.

Tabelle 6
Chemische Analysenergebnisse der Rendsinen

Profil-Nr.	Bodentyp	Horizont	Entnahmetiefe in cm	CaCO ₃ %	pH/KCl	Org. Subst.	N	C/N
						%	%	
11	Braune Rendsina auf Moränenschutt	A	0—5	2.9	6.7	46.1	1.60	17
		C	ab 5	79.6	7.6	—	—	—
19	Rendsina auf Seeton	A	0—2	2.2	6.8	43.2	1.57	17
16	seichtgründige Rendsina auf Kalkfels	A ₁	0—15	7.8	6.5	83.2	1.81	27
15	tiefgr. alp. Pechrendsina in Karrenrinne	A ₁	0—20	3.3	—	84.5	1.99	25
		A ₂	20—50	3.9	—	81.7	2.23	21
			50—80	5.6	6.4	77.8	2.27	20

Tabelle 7
Grobstruktur der Rendsinen

Profil-Nr.	Bodentyp	Horizont	Entnahmetiefe in cm	Wasser-	Luft-	Poren-	Bodens-	Raumtrocken- gew. Kr/100 cem
				Volumen in %				
11	Braune Rendsina auf Moränenschutt	A	0—5	53	35	88	12	29.0
16	seichtgr. Rendsina auf Kalkfels	A	0—18	72	17	89	11	19.6
15	tiefgr. Rendsina in Karrenrinne	A ₂	50—80	78	12	90	10	20.5

C. Moorböden

Zum Vergleich mit den Rendsinen sollen einige der aufgenommenen Moorbodenprofile beschrieben werden.

Profil 4.

Bodentyp: ehemaliges Moor über Seeton

Seehöhe: 1718 m, Lage: eben, im SW des ehem. Seebodens

O₁ 5 cm Dichter Wurzelfilz, Vegetation: vorwiegend *Nardus stricta*.

T₁ 0—10 cm Stark zersetzter Torf mit viel Mineralsubstanz; mitteldicht gelagert, kein Torfgefüge erkennbar, undeutlich feinblockige Struktur, Farbe: 10 YR 3/2—2/2, sehr gut durchwurzelt, nicht klebend, nicht plastisch, rasch übergehend

T₂ 10—15 cm Stark zersetzter Torf mit sehr viel Mineralsubstanz; etwas dichter gelagert, undeutlich blockige scharfkantige Struktur, Farbe: 10 YR 2/1, sehr gut durchwurzelt, nicht klebend, nicht plastisch, aufsitzend

D₁ 15—20 cm Schwach lehmiger Ton (umgelagerter Braunlehm); sehr dicht gelagert, undeutlich schichtig, massiv, Farbe: 2.5 Y 4/2—5 Y 4/2, Durchwurzelung rasch abnehmend, schlecht durchlüftet, behinderte Wasserführung, undeutliche Rost- und Gleyeflecken, klebend, stark plastisch, aufsitzend

D₂ 20—35 cm Kalkreicher Schluff (Seeton); dicht gelagert, deutlich schichtig, undeutlich blockige Struktur, Farbe: 2.5 Y 7/2, noch schwach durchwurzelt, ehemalige Baumwurzel durchgehend und mit Humus und Tonmaterial gefüllt, nicht im Grundwasserbereich, behinderte Wasserführung, nicht klebend, nicht plastisch, aufsitzend

D₃ ab 35 cm Moränenschutt (Grobsand bis Steine von 20 cm ϕ); dicht gelagert, strukturlos, Farbe: 2.5 Y 7/2, nicht durchwurzelt, von ehem. Baumwurzeln durchzogen, deren Hohlräume mit Humus- und Toneinschlammungen ausgefüllt sind, stärkere Verbrennung des Moränenschuttes entlang der Wurzelbahnen, Steine: Dachsteinkalk, schwach kantengerundet.

Profil 3.

Bodentyp: Moor, nicht ständig im Grundwasserbereich

Seehöhe: 1717 m, Lage: eben, nicht überschwemmt, ehem. Seeboden

O 5 cm Dichter Wurzelfilz, Vegetation: *Nardus stricta*.

T₁ 0—20 cm Stark zersetzter Torf mit viel Mineralsubstanz; locker bis mitteldicht gelagert, noch Torfgefüge, undeutlich feinblockige Struktur, Farbe: 10 YR 2/1—2/2, sehr gut durchwurzelt, nicht mehr überschwemmt, nicht klebend, nicht plastisch, übergehend

T₂ 20—55 cm Stark zersetzter Torf mit sehr viel Mineralsubstanz; mitteldicht gelagert, Torfgefüge nur schwach erkennbar, undeutlich grobblockige Struktur, Farbe: 10 YR 2/2, gut durchwurzelt, zeitweilig im Grundwasserbereich, aufsitzend

G₁ 55—60 cm Kalkgrus-Schichte; locker gelagert, strukturlos, Farbe: 2.5 Y 6/0, Durchwurzelung rasch abnehmend, wasserableitend, zeitweilig im Grundwasserbereich, aufsitzend

G₂ 60—65 cm Kalkreicher Schluff (Seeton-Schichte); dicht gelagert, strukturlos, Farbe: 2.5 Y 6/2—6/0, vereinzelt Faserwurzel, zeitweilig im Grundwasserbereich, wasserstauend, vergleht.

Profil 1.

Bodentyp: Moor, noch ständig im Grundwasserbereich

Seehöhe: 1716 m, Lage: eben, zeitweise überschwemmt, ehem. Seeboden

O 5 cm Dichter Wurzelfilz mit vereinzelt Glimmerschüppchen: Vegetation: *Alacomium palustre* (dominant) und *Carex cf. Goodenougi*.

T₁ 0—20 cm Gut zersetzter Moostorf mit Mineralsubstanz; mitteldicht gelagert, Torfgefüge noch erkennbar, undeutliche Struktur, Farbe: 10 YR 3/2, sehr gut durchwurzelt, noch zeitweise überschwemmt, nicht klebend, nicht plastisch.

T ₄	35—55 cm	Zersetzter Torf mit viel Mineralsubstanz; locker gelagert, Torfgefüge noch erkennbar, fast strukturlos, Farbe: 10 YR 2/2, rezente Durchwurzelung rasch abnehmend, jedoch zahlreiche abgestorbene Wurzeln, zeitweise nicht durchlüftet, ständig im Grundwasserbereich, nicht klebend, nicht plastisch, aufsitzend
G	55—70 cm	Gyttja
D	ab 70 cm	Seeton.

Profil 20.

Bodentyp: umgelagerter Humus über Seeton

Seehöhe: 1719 m, Lage: Westseite des ehem. Seebeckens, auf höherer Platte

A ₀	3 cm	Dichter Wurzelfilz mit Feinmoder, bestehend aus Nardetum, vereinzelt Kalksplitter und Glimmerschüppchen;
A ₁	0—5 cm	Feinmoder und Glimmerschüppchen; locker gelagert, noch wurzelfilzig, Farbe: 10 YR 2/1—2/2, sehr gut durchwurzelt, nicht klebend, nicht plastisch, übergehend
A ₂	5—7 cm	Stark zersetzter Torf mit viel Mineralsubstanz; locker gelagert, schwach krümelnd, Farbe: 5 YR 2/1—2/2, sehr gut durchwurzelt, austrocknend, nicht klebend, nicht plastisch, aufsitzend
A ₃	7—12 cm	Feinmoder; mitteldicht gelagert, undeutlich feinblockige Struktur, Farbe: 10 YR 2/2, sehr gut durchwurzelt, nicht klebend, nicht plastisch, allm. Übergang
A ₄	12—22 cm	Stark-moderhummoser, lehmiger Feinsand; mitteldicht gelagert, undeutlich blockige Struktur, Farbe: 10 YR 2/1—3/1, sehr gut durchwurzelt, nicht klebend, nicht plastisch, allgem. Übergang
A ₅	22—27 cm	Moderhumus mit stark feinsandigen Lehm; mitteldicht bis dicht gelagert, grobblockige Struktur, die bei leichtem Druck in scharfkantige kleine Aggregate zerfällt, Farbe: 10 YR 3/1, sehr gut durchwurzelt, schwach klebend, schwach plastisch, aufsitzend
D ₁	27—32 cm	Lehmiger Ton; sehr dicht gelagert, undeutlich schichtig, massiv, Farbe: 2.5 Y 4/2, Durchwurzelung rasch abnehmend, wasserstauend, vereinzelt schwache Rostflecke, Gleyflecke, vereinzelt größere ehem. Baumwurzel, klebend, stark plastisch, aufsitzend
D ₂	ab 32 cm	Kalkreicher Schluff (Seeton).

Profil 28.

Bodentyp: Umgelagerter Humus und Braunlehm.

Seehöhe: 1716 m, Lage: eben, im S des ehem. Seebeckens am Erosionsrinnende.

A ₁	0—10 cm	Stark humoser, schwach lehmiger, feiner Sand; dicht gelagert, schwach krümelnd, Farbe: 10 YR 2/1—3/1, sehr gut durchwurzelt, zeitweise überschwemmt und vernäbt, nicht klebend, nicht plastisch, allm. übergehend
A ₂	10—35 cm	Stark humoser, stark feinsandiger Lehm; dicht gelagert, deutlich blockige Struktur, Farbe: 10 YR 3/1—2/2, sehr gut durchwurzelt, zeitweise vernäbt, schwach klebend, plastisch, übergehend
A ₃	35—40 cm	Stark lehmige Gyttja; sehr dicht gelagert, undeutlich schichtig, undeutlich blockige Struktur, Farbe 10 YR 2/1, Durchwurzelung rasch abnehmend, wasserstauend, vernäbt, schwach klebend, schwach plastisch, aufsitzend
D ₁	ab 40 cm	Kalkreicher Schluff (Seeton).

Die organischen Böden liegen im Bereich des ehemaligen Seebeckens. Der größere Teil der Moorfläche steht noch dauernd unter Grundwassereinfluss und wird bei starken Regenfällen überschwemmt. Durch Karstentwässerung wurde zuerst das Profil 4 trocken gelegt. Es liegt auf einer etwas höheren Verebnung und hat nur 20 cm Rohhumus- und Torfaufgabe über einer dünnen Schicht umgelagerten Braunlehms, der diskordant auf Seeton aufliegt. Der Gehalt an organischer Substanz des aufliegenden Rohhumus ist 61.5%, das C/N-Verhältnis 1 : 26. Darunter befindet sich ein stark zersetzter Torf mit sehr viel minerogenen Bestandteilen. Er hat nur einen Gehalt von 41.7% org. Substanz (C/N-Verhältnis 1 : 20). Der unterhalb liegende Braunlehm weist geringe Mächtigkeit auf. Der Seeton ist an der Bodenbildung unbeteiligt, er zeigt nur entlang durchgehender Wurzeln eine geringe Verbraunung.

Infolge weiterer Absenkung des Seespiegels wurde ein inselförmig herausragender Teil im Innern des ehemaligen Seebeckens (Profil 3) trockengelegt und später das ganze Becken (Profil 1). Wie die Abnahme der Raumtrockengewichte der Tab. 9 zeigt, ist die Humuszersetzung bei dem ständig vom Grundwasser beeinflussten Moor gering.

Nach der chemischen Analyse sind diese organischen Böden bei den Übergangsmooren einzureihen, da nach F. SCHEFFER und P. SCHACHTSCHABEL (19) für ein Niedermoor der N-Gehalt 2.5% und der CaO-Gehalt 4% betragen müßte.

Die Profile 20 und 28 liegen am Rande des ehemaligen Seebeckens, bei Ausmündung von Erosionsrinnen und bestehen aus umgelagerten Humus mit beigemengter Mineralsubstanz, die besonders in den tieferen Schichten noch erkennbar ist. Über diesem umgelagerten Material und mit ihm vermengt ist Torf, der sich durch Verlandung gebildet hat. Diese Torfschichten unterscheiden sich in Farbe, Gefüge, Humusform usw. vom eingeschlammten Humus. Der Gehalt an organischer Substanz sinkt durch die Vermengung mit mineralischem Material im A₅ bis auf 35.6% herab. Das C/N-Verhältnis im Profil 20 nimmt mit der Tiefe ab. Beim Profil 28 ist eine Zunahme des Raumtrockengewichtes und des Bodensubstanzvolumens gegenüber den Moorproben und Rendsinen feststellbar.

Tabelle 8
Chemische Analysenergebnisse der Moorböden

Profil-Nr.	Bodentyp	Horizont	Entnahmetiefe in cm	CaO %	pH/KCl	Org. Subst. %	N	
							%	C/N
4	Moor über Seeton	T1	0—10	0.81	4.2	61.5	1.35	26
		T2	10—15	0.64	4.6	41.7	1.24	20
3	Moor nicht ständig im Grundwasser	T1	0—20	0.9	4.0	73.5	2.26	19
		T2	20—55	1.46	4.8	57.0	1.83	18
1	Moor ständig im Grundwasser	T1	0—20	1.72	5.8	58.0	1.85	18
		T4	35—55	1.96	5.0	54.4	1.89	17
20	Umgelagerter Humus	A ₁	0—5	8.25	4.1	63.2	1.88	20
		A ₂	5—7	1.75	5.6	84.8	2.31	21
		A ₅	22—27	1.16	5.1	35.6	1.15	18
28	umgelagerter Humus	A ₂	20—35	—	6.1	—	—	—

Tabelle 9
Grobstruktur der Moorböden

Profil-Nr.	Bodentyp	Horizont	Entnahmetiefe in cm	Wasser-	Luft-	Poren-	Rohens-	Raumtrocken-
4	Moor über Seeton	T2	10—15	81	2	83	17	30.4
3	Moor nicht ständig in Grundwasser	T2	20—55	86	—	86	14	28.0
		T4	35—55	86	5	91	9	17.0
28	umgelagerter Humus	A ₂	20—35	81	0	81	19	44.0

Zum besseren Verständnis der Analysenwerte in den Tab. 1—9 werden ergänzend die angewandten Methoden angeführt. Die Korngrößenzusammensetzung der Böden wurde nach J. KOPECKY (14) und A. CASAGRANDE (6) ermittelt, wobei die Proben nach der intern. Methode B vorbereitet wurden. Die Humusbestimmung erfolgte nach A. WALKLEY und J. ARMSTRONG (23) und jene des Karbonatgehaltes nach SCHEIBLER (11). Die pH-Werte wurden in einer n/KCl-Lösung elektrometrisch bei Einhaltung

des konventionellen Flüssigkeitsverhältnisses von 1 : 2,5 bestimmt. Mit dem Doppel-laktatverfahren nach H. EGNER—H. RIEHM (11) wurde der Gehalt an laktatlöslicher Phosphorsäure und im gleichen Extrakt auch jener des Kalis festgestellt. Zur Ermittlung der Umtauschkapazität (T-Wert) des mineralischen und organischen Bodenanteiles, sowie der H-Werte wurde das von P. SCHACHTSCHABEL (11) modifizierte Verfahren nach A. MEHLICH herangezogen. Für die Feststellung der Grobstruktur der Böden hat sich das Luft-Pyknometer von R. LOEBELL (11) gut bewährt. Außer der Porenverteilung hielten wir es erforderlich, auch das Raumtrockengewicht anzugeben, da damit die Braunlehme und Humusböden gut charakterisiert werden. Der mit Wasser dispergierbare Kolloidton ($< \text{als } 0.2 \mu$) läßt sich gut nach dem Verfahren von F. SEKERA und A. SCHNEIDER (22,20) erfassen. Der CaO-Gehalt bei den organischen Böden wurde gravimetrisch aus der Asche, der Gesamtstickstoff aus den naturfeuchten Gesamtproben nach KJELDAHL bestimmt.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Zum Studium des Verkarstungsproblems wurden in einer vom Speläologischen Institut in Wien angeregten Gemeinschaftsarbeit die Böden der Gjaidalm (Dachsteinmassiv) für eine Kartierung aufgenommen. Die vorgefundenen Böden wurden dabei zu Gruppen zusammengefaßt u. zw. Böden der Terrae-Gruppe, Rendsinen und Moore. Eine weitere Untergliederung ergab sich nach Ausgangsmaterial und Bodenentwicklung. Durch ergänzende Laboratoriumsuntersuchungen an der Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt in Linz konnten die aufgefundenen Bodenbildungen näher charakterisiert und untereinander abgegrenzt werden.

Bei den Mineralböden der Terrae-Gruppe wurden neben relikten Rot- und Braunlehmen noch Braunlehm-Braunerden ausgeschieden. Dieser Subtyp konnte auf Grund seiner Eigenschaften zwischen Braunlehm und Braunerde gestellt werden, da er sowohl bei den feldbodenkundlichen Aufnahmen als auch bei den Werten der Grobstruktur, des Raumtrockengewichtes, der Umtauschkapazität und des dispergierbaren Kolloidtones eine Zwischenstellung einnimmt.

Die untersuchten Rendsinen sind durch einen außergewöhnlichen hohen Humusgehalt gekennzeichnet. Der prozentuelle Anteil und die Eigenschaften der organischen Substanz dieses Bodentyps hängen eng von der physikalischen Beschaffenheit des Untergrundes ab.

Nach den chemischen Analyseergebnissen können die vorgefundenen Moore den Übergangsmooren zugeordnet werden.

L i t e r a t u r

- (1) ARNBERGER, E. u. WILTHUM, E.: Die Gletscher des Dachsteinstockes in Vergangenheit und Gegenwart. Jahrbuch des O.Ö. Musealvereines Linz 1952 u. 1953.
- (2) BAUER, F.: Aufgaben und Gliederung einer Karstuntersuchung. Mitt. d. Höhlenkomm. Wien 1955.
- (3) BAUER, F.: Karstuntersuchung des Speläologischen Institutes. Beiträge zur alpinen Karstforschung, Wien 1956.
- (4) BLÜMEL, F., JANIK, V. u. SCHILLER, H.: Die Mikromorphologie und der Kolloidzustand unterschiedlicher Bodentypen. Tätigkeitsbericht der Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz, LX/4, 1959.
- (5) BRANDTNER, F.: Vorläufiger Kurzbericht über die palneologischen Untersuchungsergebnisse von Torfproben aus einem Niedermoor auf der Gjaidalm. Unveröffentl. Gutachten, Wien 1957.
- (6) CASAGRANDE, A.: Aräometermethode, J. Springer Verl. Berlin 1934.
- (7) EHWALD, E.: Bemerkungen zur Abgrenzung und Gliederung der wichtigsten Bodentypen Mitteleuropas unter dem Gesichtspunkt einer internationalen Annäherung in der Bodensystematik. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, Bd. 80/1.
- (8) FINK, J.: Bericht über die bodenkundliche Exkursion Paris—Ostfrankreich. Unveröffentl. Manuskript mit Matrize vervielf. Wien 1957.
- (9) FRANZ, H.: Feldbodenkunde. Verl. Fromme, Wien, 1959.
- (10) GAMS, O., KÜMEL, F., SPENGLER, E.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe. Wissenschaftl. Alpenvereinsheft Verl. Wagner, Innsbruck 1954.

- (11) HERRMANN, R., THUN, R., KNICKMANN, E.: Handbuch der landw. Versuchs- u. Untersuchungsmethodik (Methodenbuch). Die Untersuchung von Böden, 1., 2. u. 3. Auflage. Verl. Neumann, Radebeul u. Berlin, 1955.
- (12) KILIAN, W.: Praktische Karststandsaufnahme im Dachsteingebiet; Mitt. d. Höhlenkomm., Jg. 1953, Heft 1.
- (13) KLEBELSBERG, R.: Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie, Springer, Wien 1948.
- (14) KOPECKY, J.: Int. Mitt. Bodenkunde 4, 199—202, 1914.
- (15) KUBIENA, W.: Entwicklungslehre des Bodens, Springer, Wien 1948.
- (16) — Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas, Ferd. Enke, Stuttgart 1953.
- (17) SAAR, R.: Bemerkungen zur Karstbestandsaufnahme des Speläologischen Institutes. Mitt. d. Höhlenk. Wien 1955.
- (18) SCHADLER, J. — PREISSECKER, H.: Studien über Bodenbildung auf der Hochfläche des Dachsteines (Landfriedalm bei Obertraun), Jahrbuch des o.ö. Musealvereines, Linz, 1937.
- (19) SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P.: Bodenkunde. Ferd. Enke, Stuttgart 1956.
- (20) SCHILLER, H.: Die Kolloidbeweglichkeit in naturfeuchten und luftgetrockneten Böden. Festschrift z. 50jähr. Bestand d. Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz 1949.
- (21) — u. JANIK, V.: Ein Beitrag zur Kenntnis der oberösterreichischen Böden. Die Bodenkultur, Bd. 10, Verl. Fromme, Wien 1959.
- (22) SEKERA, F., SCHNEIDER, A.: Der Kolloidzustand des Bodens. Unveröff.
- (23) WALKLEY, A. u. ARMSTRONG, J.: Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenk., 37, S. 372, 1935.
- (23a) SKUTETZKY, R.: Zur Humusbestimmung in Böden. Festschr. z. 50jähr. Bestand d. Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz, 1949.
- (24) WENDELBERGER, G.: Vegetationsstudien auf dem Dachsteinplateau. Beiträge zur alpinen Karstforschung, Wien 1956.
- (25) ZÖTL, I.: Der Einzugsbereich von Quellen im Karstgebirge. Beiträge zur alpinen Karstforschung, Wien 1957.

Bemerkungen zur Bodenkarte Niederösterreichs

Von J. FINK, Wien

Mit der letzten Teillieferung des Sammelwerkes „Atlas von Niederösterreich“ (herausgegeben von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien, Redaktor Dr. ERIK ARNBERGER) erschienen die Blätter Nr. 22 „Die Bodentypen Niederösterreichs“ und Nr. 23 „Profile und Legende zur Bodentypenkarte von Niederösterreich“. Da bei der Erstellung der Karte und der mit 32 kleinen farbigen Bodenprofilen ausgestatteten Legende inhaltlich und technisch neue Wege beschritten wurden, scheinen nachfolgende Bemerkungen vorteilhaft.

Stärker als bei den meisten kartographisch erfaßbaren Forschungsobjekten ist bei der kartenmäßigen Gliederung und Ordnung der Böden die Frage des Maßstabes entscheidend, der seinerseits wieder vom Zweck bestimmt wird. Karten großen Maßstabes (bis etwa 1 : 10.000) können und sollen viele Details zur Darstellung bringen. Die Benutzer solcher Karten suchen nach Antwort auf spezielle Fragen landwirtschaftlicher, forstlicher, baugrundtechnischer oder anderer Art, so daß kein einheitliches System für Aufnahme und Darstellung möglich ist. Meist sind es die jeweils für den betreffenden Zweck wichtigsten Merkmale des Bodens, die zur Darstellung gebracht werden, etwa Bodenart, Gründigkeit, Humustiefe und -menge, Steingehalt, Reaktion, Kalkgehalt und andere mehr. Die Summe vieler Merkmale — alle zu erfassen wäre für Aufnahme und Darstellung unmöglich — gibt aber noch nicht den Gesamteindruck des Bodens wieder, wie er sich im Bodenprofil in der Aufeinanderfolge bestimmter Horizonte in eindrucksvoller Weise visuell-morphologisch manifestiert. Moderne, großstabmäßige Bodenkarten enthalten deshalb entweder neben einzelnen Merkmalen auch bodentypologische Hinweise — etwa jene von Nordrhein-Westfalen (E. MÜCKENHAUSEN und H. MERTENS 1955), in der die Ergebnisse der Bodenschätzung mit den bodenkundlichen Archivangaben des Geologischen Landesamtes kombiniert sind — oder es wird mit Hilfe von Serien (= Lokalbodenformen) der Boden unmittelbar in seiner Gesamtheit erfaßt und dargestellt, wie dies etwa bei der österreichischen landwirtschaftlichen Bodenkartierung der Fall ist¹. Besondere naturräumliche Bedingungen erfordern eine Ausnahme: So etwa sind die großmaßstäbigen holländischen Bodenkarten meist ohne bodentypologische Hinweise, weil in diesem uniform gebauten Raum die Kenntlichmachung bestimmter Merkmale (Höhe des Gleyhorizontes, des Grundwassers, der Bodenart usw.) wichtiger als eine typologische Charakterisierung ist.

Die Bedeutung der Frage nach der Methode der Aufnahme und Darstellung sinkt in dem Maße, in dem der Maßstab der Karte kleiner wird. Auf die Vor- und Nachteile

¹ Um Unklarheiten zu vermeiden, wird betont, daß die Lokalbodenformen der neuen österreichischen Kartierung der landwirtschaftlich genutzten Fläche, dort „Bodenformen“ genannt, Bodeneinheiten darstellen, die sich bei Beachtung aller natürlichen und bestimmter wirtschaftlicher Faktoren bei einer großmaßstäbigen Kartierung (Aufnahmemaßstab 1 : 2.880) ergeben und abgrenzen lassen. Diese Bodenformen sind nicht im Sinne W. KUBIENA's (1953) die Enden seines strauchförmig nach unten auseinanderlaufenden „Systems“, sondern stehen in ganz verschiedenen Ordnungshöhen (Kategorien). Um eine über den örtlichen Bereich hinausgehende Zusammenschau für das ganze Bundesgebiet zu ermöglichen, werden die einzelnen Bodenformen einem lockeren Schema zugeordnet, das nach bodentypologischen und praktischen Gesichtspunkten aufgebaut ist. Man müßte daher diese Kartierung eine „modifizierte Lokalbodenformenkartierung mit bodentypologischem Überbau“ bezeichnen.

der einzelnen „Systeme“ wurde bereits hingewiesen (J. FINK, 1948, 1952) und braucht daher hier nicht mehr eingegangen zu werden. Bei einem Maßstab von etwa 1 : 20.000 bis 50.000 ist die Darstellung einzelner Merkmale nicht mehr möglich, die Böden müssen nach gesamtheitlichen Gesichtspunkten erfaßt werden. Hiefür kommen die Bodentypenkartierung oder die Serienkartierung in Frage.

Für Übersichts- oder Atlaskarten ist die Serienkartierung nicht mehr geeignet, weil sie lokale Benennungen verwendet, die eben nur für örtliche Bereiche Geltung haben und daher stets einer eingehenden Erklärung bedürfen. Hier muß eine Nomenklatur verwendet werden, die international vergleichbar ist; dies ist bei der Kartierung nach Bodentypen der Fall. Nun ist das Vokabular der Bodentypen keineswegs festgefügt. Dies liegt nicht daran, daß in der Bodenkunde als einer jungen Wissenschaft gleichsam jeden Tag neue Bodentypen entdeckt werden können, sondern daran, daß der zu erforschende und darzustellende Gegenstand, nämlich der Boden, nicht in ein festes System wie die Objekte im Tier- und Pflanzenreich gestellt werden kann. Er zeigt zwar Züge, die einer „Entwicklung“ im Sinne von Tier und Pflanze ähnlich sind, diese sind aber nicht hervorgerufen durch eine in ihm wohnende Gerichtetheit, sondern durch den Einfluß der bodenbildenden Faktoren: Klima (+ Pflanzenkleid), Gestein, Relief, Mensch und Zeit. Diese Faktoren sind verschieden stark und verschieden lang wirksam, sodaß das Produkt ihres Wirkens, die einzelnen Bodentypen, sehr variiert sein muß².

Das Vokabular der Bodentypologie richtet sich vor allem nach dem Stand der Forschung: In der Mitte des vergangenen Jahrhunderts war es das Ausgangsmaterial, nach dem die Böden benannt wurden (Gesteinsbodentypen). Erst später kam mit der Einbeziehung des Klimas (und damit der Vegetation) eine komplexere Erfassung und Benennung der Böden zustande (Vegetationsbodentypen). Schließlich setzte sich die Auffassung durch, zur Benennung und Gliederung der Böden nur „bodeneigene“ Kriterien zu verwenden, wodurch nur mehr „genetische“ Bodentypenbezeichnungen berechtigt sind. Die Verwendung derartiger Termini ist zwar stets möglich, jedoch werden damit Böden, die stärkst von einem bestimmten (bodenbildenden) Faktor geprägt sind, in ihrer „typischen“ Erscheinung nicht erfaßt. Deshalb werden in letzter Zeit auf internationaler Ebene eine Reihe von Bezeichnungen forciert, die im Sinne einer „genetischen“ Nomenklatur als Rückschritt empfunden werden könnten: Pelosol, Lithosol, Regosol u. a. m. Sie werden aber nur der komplexen (und verschieden starken) Wirkung der bodenbildenden Faktoren gerecht: im „Lithosol“ ist der hohe Steingehalt dominierend, im „Pelosol“ das tonige Ausgangsmaterial, welches eine Profilausbildung (und damit einen „genetischen“ Bodentyp) fast verhindert, im „Regosol“ ist es der menschliche Einfluß, der im Vordergrund steht, usw.

Unabhängig von dieser (retardierend erscheinenden) nomenklatorischen Problematik liegt die Aufgabe der modernen Feldforschung darin, die besondere Bedeutung des bodenbildenden Faktors „Zeit“ herauszuschälen. Immer enger wird der Kontakt zwischen Feldbodenkundlern und anderen Quartärforschern, in immer mehr Publikationen wird die zeitliche Stellung der Böden behandelt. Diese auf den ersten Blick sehr hypothetische Frage hat einen sehr realen Kern. So zeigt uns die Kar-

² So bekannt dies ist, so notwendig ist es dennoch, immer wieder darauf hinzuweisen, daß eine „Systematik“ in der Bodentypologie nicht möglich ist, weil die Gliederungsprinzipien entsprechend den verschieden bodenbildenden Faktoren heterogen sind. Eine Systematik wäre nur möglich, wenn der Bodentypus in klar erkennbare, chemisch-physikalisch nachprüfbare Merkmale auflösbar wäre, was nicht oder nur selten der Fall ist. In den u.s.amerikanischen Entwürfen für ein Weltsystem (Outline of a Scheme of Soil Classification, 5th Approximation 1956) wird zwar der Versuch unternommen, eine Klassifikation der Böden auf klar faßbaren visuell-morphologischen Kriterien und chemisch-physikalischen Werten aufzubauen. Die Folge ist aber, daß in der Kategorie der Great Soil Groups grundverschiedene Bodentypen beisammenstehen und nahe „Verwandte“ auseinandergerissen sind. So wenig also Bodentypen für eine Systematik geeignet sind, so wenig eignen sich Grenzwerte und Prozentzahlen, um den komplexen Charakter eines Bodens zu charakterisieren.

tierung in Österreich, daß die altersmäßige Stellung des einzelnen Bodens meist den Schlüssel für die Zuordnung und Gliederung bildet. Sie wird meist aus der Entwicklungsgeschichte der Landschaft erschlossen, in manchen Fällen kann aber auch auf dem umgekehrten Weg der Landschaftsraum durch einen bestimmten Boden erfaßt werden. Das Hineinstellen der Böden in Zeit und (Landschafts-)Raum bildet die wesentliche Grundlage für eine gesicherte und bleibende Gliederung und Gruppierung dieser Naturobjekte. Auf dem Legendenblatt zur Bodentypenkarte wurde diesem Umstand besonders Rechnung getragen. Auch an anderer Stelle (J. FINK 1959 a) wurde darauf verwiesen, daß das (geologische) Alter eines Bodens von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die Tropen und Subtropen weisen hundert- bis tausendmal ältere Böden als der mitteleuropäische Raum auf, in welchem durch die Solifluktionvorgänge während des Pleistozäns, zuletzt am Beginn der letzten Kaltzeit, die meisten älteren Böden und Lockersedimente entfernt wurden und dadurch für den größten Teil der Bodendecke eine zeitlich gleiche Ausgangssituation geschaffen wurde. Wenn wir auch heute auf Grund neuester, richtungsweisender Arbeiten von K. BRUNNACKER (1959 a, 1959 b) und D. JANEKOVIĆ (1960) sowie eigener, vielfach noch nicht publizierter Feldbeobachtungen wissen, daß die Cäsar nicht an der Wende Pleistozän/Holozän liegt, sondern in der periglazialen Landschaft Mitteleuropas bereits im Spätglazial einsetzt, so ist doch im Großen genommen hier eine generelle Abtrennung der „holozänen“ Böden einerseits von den „Reliktböden“ (und fossilen Böden) andererseits möglich.

Der Maßstab der Bodentypenkarte von Niederösterreich ist mit 1 : 500.000 bereits so klein, daß die Frage, wie „tiefere“ Kategorien unter den Bodentypen dargestellt und benannt werden sollen, unbedeutend bleibt. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten: 1. Der Bedeutung des Wortes entsprechend stellt der Bodentypus jeweils das „Typische“ und damit Zentrale dar; das heißt, daß periphere, nicht mehr ganz dem „Typischen“ entsprechende Profile mit Subbenennungen dem zentralen Punkt zuzuordnen wären. Dies kann durch Nennung charakteristischer Merkmale geschehen (z. B. Kalkbraunerde, kalkfreier Tschernosem u. a.) oder durch Erfassung typologischer Momente (z. B. verbrauchte Rendsina, vergleyte Braunerde usw.). 2. Eine andere Möglichkeit ist die Kombination von Bodentypen miteinander, wie dies in neuester Zeit E. MÜCKENHAUSEN (1957) und E. EHWALD (1958) anwenden. Dies ist in jenen Fällen leicht möglich — und auch schon lange gemacht worden (vgl. etwa „Gleypodsol“) — in denen Benennungen gleichen Gliederungsprinzips verwendet werden, z. B. Braunerde-Gley, Pseudogley-Braunerde usw. Die Kombination von typologischen Bezeichnungen verschiedener Einteilungsprinzipien (= bodenbildende Faktoren), wie Pseudogley-Pelosol, Braunerde-Lithosol und ähnliche, scheint wenig glücklich — abgesehen davon, daß jede Kombination die Vorstellung des „Typischen“ als einem begrifflichen Kristallisationspunkt aufhebt. Ergibt eine „Kombination“ wieder etwas „Typisches“, dann sollte sie mit einem eigenen Namen belegt werden. Damit soll nun keineswegs einer Invasion neuer Bezeichnungen Tür und Tor geöffnet werden; dies umso weniger, als die Korrelation der synonymen Bodentypenbezeichnungen erst allmählich auf internationaler Ebene beginnt.

Für die Kennzeichnung der einzelnen Einheiten der Bodentypenkarte wurden stets schon breiteren Kreisen bekannte Bezeichnungen gewählt, wobei der „genetischen“ Bezeichnung (Tschernosem, Podsol usw.) der Vorzug gegenüber dem Vegetationsbodentyp (Steppenboden, Waldboden usw.) oder der lithologischen Benennung (Gneisboden usw.) gegeben wurde, sofern nicht zur Charakterisierung der betreffende Faktor stark herausgestellt werden mußte.

Die 61 auf der Karte aufscheinenden Einheiten (teils Bodentypen, teils Subtypen, teils auch Bodenkomplexe) wurden zu sieben Gruppen, bzw. Reihen zusammengefaßt:

- I) A u-, Gley- u. Schwemmböden
- I/ 1 Rohauböden
 2 Graue Auböden
 3 Gleyauböden im Wechsel mit Mooren
 4 Anmoorige Gleyauböden und Anmoorgleye
 5 Gleyauböden (Aulehme der Südabdachung)
 6 Stark vergleyte, lehmig-tonige Kolluvien der Deckenschotterlandschaft
 7 Kalkige, vergleyte Lößkolluvien des Trockengebietes
 8 Lehmige, vergleyte Schwemmböden im Flyschgebiet
 9 Lehmig-sandige Schwemmböden im Kristallingebiet
 10 Kalkige, sandige Schwemmböden (im Kalkgebiet), wechselnd mit Grauen Auböden und Rendsinen
- II) „Smonitza“-Gruppe
- II/ 1 Niedermoore
 2 Übergangs- und Hochmoore
 3 Unterwasserböden (Schilfgürtel am Neusiedlersee)
 4 Anmoore und anmoorige Böden
 5 Trockengefallene Anmoore („Smonitza“)
 6 Trockengefallene Anmoore („Smonitza“) über Schotter
 7 Muldenfüllungen im Trockengebiet, z. T. anmoorig
 8 Czikböden (Konzentration von Natriumcarbonat)
 9 Saliterböden (Konzentration von Magnesiumsulfat)
- III) Tschernosemgruppe
- III/ 1 Kalkfreie Tschernoseme aus Flugsand über Schotter
 2 Übergänge kalkfreier zu kalkigen Tschernosemen
 3 Tschernoseme auf (früh trockenengefallenen) Niederterrassen
 4 Tschernoseme aus Löß
 5 Tschernoseme aus Tegel
 6 Entkalkte (alte) und verbrauchte Tschernoseme
 7 Lößrohböden
 8 Mobiler Flugsand (kalkfrei und kalkreich)
- IV) Braunerde-Pseudogley-Reihe
- IV/ 1 Braunerden aus Löß und ähnlichen (tertiären) Substraten
 2 Braunerden aus Sand
 3 Braunerden aus Reliktböden über Schotter
 4 Braunerden auf (früh trockenengefallenen) Niederterrassen
 5 Leicht durchschlämmte Braunerden aus Löß
 6 Leicht durchschlämmte Braunerden aus Löß im Übergang zu Pseudogleyen
 7 Pseudogleye aus Löß, Staublehm und Schlier
 8 Extreme Pseudogleye aus Staublehm
 9 Pseudogleye aus Flyschmaterial
 10 Pseudogleye (und vergleyte Braunerden) aus bindigen tertiären Substraten
 11 Alte Verwitterungsdecken (typologisch meist Pseudogleye)
 12 Alte Verwitterungsdecken, stark solifluidal durchmischt

V) Rendsinagruppe

- V/ 1 Rendsinen auf Schotter
- 2 Extrem dürftige Rendsinen auf Schotter
- 3 Rendsinen des Trockengebietes, teilweise mit äolischer Komponente
- 4 Rendsinen auf Schotter
- 5 Rendsinen im allg., untergeordnet Terra fusca
- 6 Rendsinen auf kalkig-silikatischem Ausgangsmaterial
- 7 Verbraunte Rendsinen und Kalkbraunerden

VI) Terrae-Gruppe

- VI/ 1 Braunlehme und reife tonige Braunerden
- 2 Terra fusca vorherrschend, untergeordnet Terra rossa und Rendsinen
- 3 Rotlehme aus Basalt

VII) Braunerde-Podsol-Reihe

- VII/ 1 Braunerden aus sandigen Substraten, auch kolluviale Formen im Kristallin
- 2 Braunerden aus Werfener Schiefer, z. T. verglejt
- 3 Braunerden aus Kristallin, in hohen Lagen Übergang zu Semipodsolen
- 4 Braunerden aus Kristallin, im Wechsel mit alten Verwitterungsdecken
- 5 Braunerden aus Kristallin am Rand zum Trockengebiet im Komplex mit jungen Staubdecken
- 6 Braunerden aus Serpentin
- 7 Podsolige Braunerden aus Greifensteiner Sandstein
- 8 Stark grusige, podsolige Braunerden
- 9 Semipodsole
- 10 Stark grusige, stärker podsolige Braunerden und Semipodsole
- 11 Substratgebundene Podsole (Quarzit, Quarzsand)
- 12 Klimagebundene Podsole und Anfangsbodenbildungen der kristallinen Fels- und Schuttfelsen

Eine Zusammenfassung der ausgeschiedenen Einheiten zu Gruppen und Reihen war im Hinblick auf die Farbgebung notwendig. Ganz allgemein ist zu sagen, daß manche Einheiten auch anders gereiht sein könnten, beziehungsweise auch die Gruppierung eine gewisse Änderung erfahren könnte. So wäre es möglich gewesen, eine eigene Moor-Gruppe aufzustellen, die Kolluvien hätten den einzelnen Typen zugeordnet werden können u. a. m. Ich glaube aber doch, mit den sieben Gruppen, bzw. Reihen die Schwerpunkte herausgestellt zu haben, nach welchen die Einheiten zu gruppieren sind: Die Au-, Gley- und Schwemmböden als topogen bedingte Formen, die „Smonitza“- und Tschernosemgruppe als Repräsentanten des „Trockengebietes“³, die Rendsinagruppe als intrazonale, an das Muttergestein gebundene Gruppe, ebenso die Terrar-Gruppe, für welche noch das Kriterium des höheren geologischen Alters hinzukommt, und schließlich die in kontinuierlicher „Reihe“ zusammenhängenden Einheiten der Braunerde-Pseudogleyreihe und der Braunerde-Podsolreihe. Bei einer kurzen Besprechung der österreichischen Böden (J. FINK 1959 a) wurde darauf verwiesen, daß bei steigenden Niederschlägen auf bindigen Substraten die „Entwicklung“ zum Pseudogley (welcher den „Rasenpodsol“ russischer Nomenklatur entspricht) geht, während auf leichten, skelettigen Ausgangsmaterialien das Endglied der Podsol ist. Der Pseudogley ist somit nicht als ein topogen gebundener Bodentyp wie etwa der Grundwassergley u. a. aufzufassen, sondern stellt einen echten „zonalen“ Bodentyp dar. Am

³ Vgl. hierzu die Gliederung Österreichs in pedologische Provinzen (J. FINK 1959 a).

eindrucksvollsten ist dies im südöstlichen Alpenvorland, das auf der Karte nur mehr ganz wenig erfaßt ist, zu studieren (J. FINK 1959 b).

Wir haben uns mehr oder weniger zu konventionellen Farben entschlossen — sofern es in der Bodenkartographie bereits konventionelle Farben gibt. Das Blau der Kalkböden ist ein Erbe der Geologie, das Violett der Tschernoseme eines der Europakarte von STREMMER (1925), das Braun der Braunerde und der ihr ähnlichen Böden sind ebenso wie das Grau der Podsole naheliegend. Die reichen Möglichkeiten, die heute die Technik dem Kartendruck bietet, wurden voll ausgeschöpft, und dementsprechend die Farben der einzelnen Einheiten stark variiert. Hier ist besonders die Arbeit des Redaktors hervorzuheben, der den Farbwurf des Verfassers ohne Probedruck — dafür standen keine Mittel zur Verfügung — realisierte. Die Karte wurde im Offsetdruck hergestellt. Lediglich bei dem Komplex „Verbraunte Rendsinen und Kalkbraunerden“ wäre eine „leichte“ Farbe den klobigen Linien vorzuziehen; auch der gleitende Übergang von den podsoligen Braunerden zu den podsolierten Böden erscheint in der Farbgebung zu wenig berücksichtigt.

Noch schwieriger war — um bei der Technik der Herstellung zu bleiben — der Druck der farbigen Bodenprofile. Wir haben zwar in der modernen Literatur schon eine Reihe sehr gut gelungener farbiger Profildarstellungen (vgl. hierzu E. MÜCKENHAUSEN 1957 und die dortigen Literaturhinweise), jedoch auch Beispiele mißlungener Darstellungen. Schwierigkeiten ergeben sich weniger beim Druck, als durch die Art der vorhandenen Unterlagen. Im gegenständlichen Fall standen lediglich einfache Aquarellzeichnungen des Verfassers zur Verfügung, die dann mit Autotypie-Rastern aufgenommen und im 4-Farben-Offsetdruck verarbeitet wurden. Sähen wir in der Darstellung der farbigen Bodenprofile die Hauptaufgabe, wäre die verwendete Unterlage nicht ausreichend (verglichen mit den künstlerischen Unterlagen bei E. MÜCKENHAUSEN 1957). So aber scheint uns die Kenntlichmachung der zeitlichen Stellung der Böden, ihre Beziehungen zueinander und ihre Abhängigkeit vom Muttergestein der eigentliche Zweck des Legendenblattes; wir dürfen daher bei Beurteilung der zeichnerischen Qualität der Profile um etwas Nachsicht bitten.

Bei den einzelnen Zeitabschnitten konnten nur sehr allgemeine Angaben gemacht werden. Dem Pleistozän wurde das Altholozän gegenübergestellt und letzteres wieder vom Jungholozän getrennt, wobei als Grenzmarke der heute durch viele neue Forschungen gut faßbare Klimasturz im ersten vorchristlichen Jahrtausend angenommen wurde. Der für die Entwicklung der Böden besonders wichtige Zeitabschnitt des Spätglazials mußte bei dieser groben Gegenüberstellung vernachlässigt werden, z. T. auch deshalb, weil die Beobachtungen im österreichischen Raum in dieser Richtung noch sehr lückenhaft sind und das Legendenblatt durch seine neue Art der Darstellung bereits genug Probleme für den Betrachter aufweist.

Auch bezüglich der Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung mußte eine Auswahl getroffen werden, wodurch eine Simplifizierung eintrat. Die wichtigsten Gegensätze basis : sauer und fest : locker wurden hervorgehoben. Die lokal im mittleren Burgenland auftretenden Basalte konnten nirgends eingeordnet werden und wurden deshalb separat dargestellt.

Mit roten Verbindungslinien wurden die Beziehungen der einzelnen Böden kenntlich gemacht, insbesondere das Nacheinander infolge des menschlichen Eingriffes in die Landschaft. Mit schwarzen Pfeilen sind bestimmte Querverbindungen im Sinne einer „Entwicklung“ aufgezeigt; in diesem Fall ist die Entlehnung des Begriffes aus dem Tier- und Pflanzenreich zulässig, wenn eine Zielgerichtetheit durch die verstärkte Wirksamkeit eines bestimmten bodenbildenden Faktors vorhanden ist.

Die Gruppe der Au-, Gley- und Schwemmböden umfaßt die geologisch jüngsten, stärksten vom Wasser beeinflussten Böden.

Rohauböden (I/1) sind die jüngsten Bildungen, die vom Hochwasser regelmäßig überflutet werden und daher ein sehr unreifes Profil bei meist sehr leichter Bodenart zeigen. Sie liegen unmittelbar an der Donau — an kleineren Gerinnen konnten sie nicht dargestellt werden — und sind überwiegend mit Auwald bestockt. An sie schließen die Grauen Auböden (I/2) an, die bereits geackert werden, obwohl sie hochwassergefährdet sind. Die Grauen Auböden zeigen bei dem für Auböden typischen schichtigen Aufbau (mit begrabenen Humushorizonten) bereits ein reiferes Profil; an der Donau sind sie entsprechend ihrem Einzugsgebiet kalkreich, an der Mur und Mürz hingegen oft kalkfrei, in allen Fällen weisen sie leichte Bodenarten auf.

Die Kleinheit der Karte läßt die Ausscheidung reiner Grundwassergleye, die stets nur lokale Ausdehnung haben, nicht zu. Nur die Gleyauböden (I/3—5) haben größere Bedeutung. Vorwiegend im Enns- und Paltental treten sie im Komplex mit Mooren (meist Niedermoore) auf, sind dort bodenartlich leicht und tragen meist saure Wiesen bis Streuwiesen. An der Südostabdachung (Becken von Oberpullendorf und Hartberger Bucht) sind sie hingegen aus schweren Alluvionen (Aulehm) hervorgegangen. Teils werden sie dort geackert, teils werden sie als (saure) Wiesen genutzt. Stark anmoorigen Charakter haben die meist schweren Gleyauböden an der langsam fließenden March, ebenso jene am Unterlauf der Naarn, die durch den Rückstau des Donauhochwassers gefährdet sind.

Die starke Erosionsanfälligkeit der Lössе führt zu zahlreichen Kolluvien, welche die kleineren Täler der feuchten und trockenen Lößlandschaft erfüllen. In der feuchten Lößlandschaft des Alpenvorlandes sind es bindige, vergleyte Kolluvien (I/6), während in der trockenen Lößlandschaft, vorwiegend im Weinviertel, die Vergleyung zurücktritt und meist kalkige Böden zu finden sind (I/7).

Wenig bekannt ist die Bezeichnung „Schwemmböden“. Sein Charakteristikum ist die Unsortiertheit der Alluvionen, wie sie in den Tälern des Gebirges vorliegt. Gemeinsam mit dem Auboden steht er unter Auidynamik, d. h. er wird vom fließenden Grundwasserstrom durchpulst. Der petrographische Unterschied des Grobmaterials bedingte eine Differenzierung in Schwemmböden im Flysch (I/8), im Kristallin (I/9) und im Kalk (I/10). Die Schwemmböden im Kalk wechseln örtlich dort mit Rendسين, wo der Grundwassereinfluß nicht mehr bis an die Oberkante des Bodens reicht.

Auch die Böden der „Smonitza“-Gruppe sind von Wasser beeinflusst, jedoch liegt hier — zumindest bei den namensgebenden Böden dieser Gruppe — eine vollständige Umwandlung in Landböden vor. Um eine zu große Aufgliederung in Gruppen zu vermeiden, wurden der Smonitza-Gruppe auch die organogenen Böden angeschlossen. Deshalb finden sich hier die — genetisch nicht dazugehörigen — Niedermoore (II/1) und Übergangs- und Hochmoore (II/2). Niedermoore treten in großer Fläche nur im Hánság und im Raum Moosbrunn als dem Senkungskern der feuchten Ebene auf. Sie sind durch anthropogenen Einfluß und durch äolisches Material bereits sehr stark vererdet. Auf dem Legendenblatt stehen sie zeitlich sehr jung gereiht, was in — allerdings sehr vagen — pollenanalytischen Untersuchungen begründet ist. Übergangs- und Hochmoore bilden stets nur kleine Flächen, vorwiegend im nordwestlichen Waldviertel. Sie müßten bei Darstellung auf dem Legendenblatt weit nach oben gerückt werden, da neueste Untersuchungen von Herrn Dr. KLAUS, dem ich für seine mündliche Mitteilung danke, für tiefere Moorteile ein spätglaziales Alter ergeben haben. Sie werden teilweise zur Torfgewinnung abgebaut, ansonst nur extensiv genutzt. Ebenfalls eine spezielle Nutzung liegt bei den Schilfböden (II/3) um den Neusiedlersee vor, da das Schilf nur bei Eisdecke gewonnen werden kann. Streng genommen

sind sie keine „Böden“ mehr, wurden jedoch wegen der Nutzungsmöglichkeit des Standortes in die Karte aufgenommen.

Die Anmoore wurden getrennt in solche, die heute noch mehr oder minder ihren Anmoorcharakter bewahrt haben (II/4), und solche, die sich nach Absenkung des Grundwasserspiegels zu Landböden entwickelt haben (II/5—7). Nach der in Österreich eingebürgerten Nomenklatur von W. KUBIENA (1953) werden die trockenengefallenen kalkreichen Anmoore, die heute Tschernosemcharakter haben und damit einen hochwertigen Boden darstellen, als Smonitza bezeichnet. Im serbischen Raum wird jedoch mit Smonitza ein landwirtschaftlich sehr ungünstiger Boden bezeichnet, der aus tertiären tonigen Sedimenten hervorgegangen ist. Die im österreichischen Trocken- gebiet auftretenden Formen werden in Serbien als Crnića bezeichnet⁴. Unsere ent- wicklungsgeschichtlich der echten Smonitza entsprechenden Böden wurden daher unter Anführungszeichen gesetzt. Die „Smonitza“ (II/5) tritt in weiter Verbreitung in der Laaer-Bucht, der Lasseer-Senke, der Eisenstädter-Senke und im nördlichen Teil der Feuchten Ebene auf. Sie ist charakterisiert durch ein Bodenprofil, welches dem Tschernosem sehr ähnlich ist; die Humusform liegt zwischen Mull und Anmoor, vereinzelt kann man die ehemalige Wirkung des Grundwassereinflusses sowie Salzkonzentra- tionen feststellen. Eine spezielle Abart stellen die seichten Profile der „Smonitza“ über Schotter (II/6) dar. Sie liegen dort, wo die Schotter des Steinfeldes allmählich über dem undurchlässigen Tegel der Feuchten Ebene ausdünnen und in den Bereich des Grundwassers kommen. Die anmoorigen Deckschichten schwanken zwischen 20 und 50 cm. Die radikale Grundwasserabsenkung im Zusammenhang mit Flußregulierungen hat eine sehr schnelle Umwandlung zu Landböden bewirkt. Der puffige Charakter des ehemaligen Anmoorhumus bedingt eine starke Anfälligkeit für Winderosion und damit die Gefahr der Flugerdebildung; dies gilt auch für benachbart liegende Niedermoor- flächen.

In den muldenförmigen Enden der Talsysteme im Weinviertel haben sich Böden gebildet, die teilweise anmoorigen Ursprunges sind, teilweise aus abgetragenen Kru- men der umgebenden Tschernoseme entstanden sind. Einzelne Muldenfüllungen im Trockengebiet (II/7) sind sehr alt, ihre Entstehung geht auf das Spätglazial zurück. So konnten bei Guntersdorf (nördlich Hollabrunn) Frostkeile an der Unterkante des 80 cm mächtigen A-Horizontes beobachtet werden. Der Großteil hingegen ist kolluvialer Entstehung und in Verbindung mit den starken Eingriffen des Menschen in die Land- schaft zu erklären, wie dies auf dem Legendenblatt zum Ausdruck gebracht ist.

Ebenso verschieden alte Elemente sind bei den Anmooren (II/4) zu finden. Im Horner Becken, schon außerhalb des (heutigen) Trockengebietes, scheinen sie einer sehr frühen Phase der Bodenbildung zu entsprechen. Unsicher ist die zeitliche Ein- ordnung der Anmoore südlich Tulln, welche durch den Rückstau der in die Donau einströmenden Bäche entstanden sind. Andere, derzeit noch aktive Anmoore scheinen bedeutend jünger zu sein. Auf dem Legendenblatt wurde ein mittleres Alter ange- nommen.

Die schon erwähnte Konzentration von Salzen führt stellenweise zu ausgespro- chenen Salzböden, so im Seewinkel, wo die „Czikböden“ (II/8) im Komplex mit Tschernosemen auftreten. Sie wurden auf der Karte etwas überbetont. Ferner kom- men Salzböden in der Laaer-Bucht vor, wo Ausblühungen von „Saliter“ (II/9) eben- falls zu Schädigungen der Kulturen führen. Auch ihre flächenmäßige Verbreitung wurde überbetont.

⁴ Ich verdanke diese wertvollen Hinweise persönlichen Erklärungen von Herrn Ing. Rastoslav KORUNOVIC, wofür ich an dieser Stelle herzlich danke.

Ebenso wie die „Smonitza“-Gruppe ist die folgende Tschernosemgruppe auf das Trockengebiet beschränkt. Die zeitliche Stellung der Böden der Tschernosemgruppe ist beim derzeitigen Stand der Feldforschung nur in großen Zügen anzugeben. Während einzelne Beobachtungen, wie Kryoturbationen im unteren Teil des A-Horizontes (südlich Mailberg), darauf hinweisen, daß erste Tschernoseme bereits im Spätglazial vorhanden waren, liegen andere aus historischer bis in die jüngste Zeit vor. Schon an anderer Stelle (J. FINK, 1956, 1959 a) wurde darauf hingewiesen, daß der anthropogene Eingriff gerade im Trockengebiet besonders stark war. Auf der einen Seite führte er zu starken Bodenabtragungen, weshalb die Tschernoseme (und Braunerden des Trockengebietes) stets im Komplex mit Rohböden auftreten, auf der anderen wurde durch die Bearbeitung — seit 3000 v. Chr., als der sesshafte Neolithiker den nomadisierenden Paläolithiker ablöste, steht dieser Landschaftsraum unter dem Pflug — der vordringende Wald ferngehalten, sodaß die Tschernoseme konserviert wurden. Eine genaue Fixierung des Alters der einzelnen Böden wird daher, wenn überhaupt, nur durch Detailuntersuchungen in Zusammenarbeit mit der Urgeschichte möglich sein. Wir müssen vielleicht mit Generationen von Tschernosemen, die jeweils aus Lößrohböden hervorgegangen sind, rechnen. Auf dem Legendenblatt scheinen die Lößrohböden (III/7) nur einmal auf; als Flächen — im Komplex sind sie weit verbreitet — umfassen sie die steileren Relieftteile des Trockengebietes, an der Bildung sind neben Lössen stark tertiäre Sedimente beteiligt. Ihr Profil zeigt lediglich einen der Beackerungsschichte entsprechenden schwach humosen Ap-Horizont.

Innerhalb der Tschernoseme kennen wir „ältere“, meist entkalkte Formen (III/6), die oft nur in Form von Inseln inmitten von Lößrohböden erhalten sind. Diesen Formen sind verbrauchte Tschernoseme zuzurechnen, welche an der Klimagrenze zu den Braunerden stehen und schließlich auch solche, die einen schwach anmoorigen Charakter aufweisen, obwohl ihre topographische Situation keine Anmoorbildung erwarten läßt. Es ist anzunehmen, daß ihre Bildung in das Spätglazial zurückreicht und damit eine Verbindung zu einzelnen Formen besteht, die unter II/4 ausgeschieden wurden. Auch einige der Tschernoseme aus Tegel (III/5) können älter sein, während die meisten von ihnen ebenso wie die Tschernoseme aus Löß (III/4) wohl der postglazialen Wärmezeit zugerechnet werden dürfen. Letztere zeigen den „normalen“ Aufbau des Tschernosems: kalkreich bis in die Krume, Humusform reiner Mull, Humustiefe um 60 cm; sie stellen somit ausgezeichnete landwirtschaftliche Standorte dar. Die aus der Karte ersichtliche große Verbreitung ergibt sich daraus, daß die mit ihnen stets komplexartig auftretenden (Löß-)Rohböden nicht getrennt dargestellt wurden.

Sehr interessante Böden stellen die kalkfreien Tschernoseme (III/1) dar⁵. Meist sind sie aus Flugsanden hervorgegangen, die in geringer Mächtigkeit den Schottern der verschiedenen pleistozänen Terrassen aufliegen. Besonders die Gänserndorfer Terrasse, aber auch die Parndorfer Platte — heute wie ehemals stark windbeeinflusste Räume — tragen über weite Flächen kalkfreie Tschernoseme, wie sie in größter Ausdehnung im benachbarten ungarischen Raum zu finden sind. Die Erklärung für ihre Entstehung wurde bereits gegeben (J. FINK 1959 a). Sie stellen minderwertige landwirtschaftliche Standorte dar, und auch ihre waldbauliche Behandlung ist nicht leicht. Übergangsformen sowie Komplexe zwischen kalkfreiem und kalkigem Tschernosem (III/2) stellen sich überall dort ein, wo Löss mit Flugsanden wechseln. Dies zeigt sich besonders ausgeprägt auf der Schotterflur zwischen Donau und Leitha. Im Raum nordöstlich von Laa an der Thaya wäre ein derartiges Vorkommen nachzutragen.

⁵ H. FRANZ (1955) nennt sie „Paratschernoseme“.

Die starke Windwirkung, aber auch falsche Nutzung haben oftmals im Trockengebiet zur Bildung von Flugsanden geführt (III/8). Während der kalkfreie Flugsand auf der Gänserndorfer Terrasse größere Dünen geschaffen hat, ist der aus den Deckschichten der Praterterrasse stammende kalkreiche Flugsand nur auf kleinen Flächen mobil.

Die im Trockengebiet liegenden Deckschichten der früh trockenengefallenen Niederterrassen (III/3) haben ebenfalls eine Entwicklung zum Tschernosem genommen. Ihr landwirtschaftlicher Wert hängt von der Mächtigkeit der Deckschichten und damit der Speicherefähigkeit des Niederschlagswassers ab.

Die Begründung für die Aufstellung der Braunerde — Pseudogleye-Reihe wurde bereits gegeben. Am Beginn der Reihe stehen Braunerden der höheren Landschaftsteile des Trockengebietes bzw. dessen Übergangsraumes. Die Braunerden auf Löß (IV/1) liegen vielfach unter einem der ursprünglichen Vegetation sehr ähnlichen Eichen-Hainbuchenwald. Sie zeigen mitunter schon eine leichte Tonbeweglichkeit, sind aber (morphologisch) von den durchschlammten Braunerden des Alpenvorlandes klar unterscheidbar. Interessant sind Braunerden aus Sand (IV/2), die noch in der feuchten Lößlandschaft, wenn auch schon nahe der Grenze, liegen. Melker Sande und Oncophora-Schichten sind die Ausgangsmaterialien dieser Böden, die vermutlich infolge der leichten Bodenart keine Symptome einer Durchschlammung, infolge der geringen Niederschläge aber auch noch keine Podsolierung zeigen.

Vielfach kommen im Komplex mit Braunerden Reliktböden auf Schotter vor (IV/3). Sie liegen auf hohen pleistozänen Terrassen, die nicht (oder nicht mehr) überlöst sind, vornehmlich aber auf dem pliozänen Hollabrunner Schotterkegel, dessen Fluren von der Kremser Pforte gegen die Leiser Berge ziehen.

Die Deckschichten der früh trockenengefallenen Niederterrassen, die im Trockengebiet Tschernoseme tragen, sind in den feuchteren Räumen meist zu Braunerden (IV/4), seltener schon zu Parabraunerden umgebildet. Sie stellen ausgezeichnete Ackerstandorte dar.

Bei den leicht durchschlammten Braunerden aus Löß (IV/5) handelt es sich um Böden, die bereits eine sichtbare Durchschlammung (= Lessivage) als Folge der höheren Niederschläge zeigen. Sie sind in weiter Verbreitung sowohl im Alpenvorland als auch im nördlichen Waldviertel, wo die Lössse weit nach Westen über das Kristallin gebreitet liegen, anzutreffen. Für diese derzeit im Vordergrund der Feldforschung stehenden Böden sind in den verschiedenen Ländern unterschiedliche Bezeichnungen gebräuchlich (Parabraunerde, sol brun lessivé, Gray brown podsolic soil, Gainjatscha). Sie sind charakterisiert durch einen fahlen Horizont unter der Krume, unter dem der sepiabraun gefärbte Anreicherungshorizont folgt. Sie sind sehr gute Acker- (und Wald-)Standorte. Ihre Erosionsanfälligkeit ist allerdings hoch, vielfach sind an Hängen die oberen Horizonte abgetragen und Restprofile bilden eine sekundäre Braunerde. Mit der Zunahme der Niederschläge wirkt der Anreicherungshorizont als Staukörper für eine Vergleyung (IV/6), welche zum Pseudogley (IV/7) überleitet. Während auf einer kleinmaßstäbigen Karte dieser Übergang von O nach W (im nördlichen und südöstlichen Alpenvorland sowie im nördlichen Waldviertel), der der heutigen Niederschlagsverteilung entspricht, gut erkennbar ist, muß bei einer Detailkartierung mit einer scheinbar weit geringeren Gesetzmäßigkeit gerechnet werden, da quartärgeologische Momente beachtet werden müssen, über die schon berichtet wurde (vgl. J. FINK 1959 a, Abb. 5).

Die Bildungszeit mancher Pseudogleye reicht bis in die Kalt- (und Warm-)Zeiten des Pleistozäns zurück, der Großteil, hervorgegangen aus den Würmlössen (und diesen äquivalenten Staublehmen), ist bereits in den letzten Phasen des Spätglazials, bzw. im

Altholozän geprägt worden; exakte Untersuchungen hierüber fehlen in Österreich noch. Es nimmt daher nicht wunder, daß der heutige ökologische Aspekt, insbesondere bei beachteten Pseudogleyen, nicht ganz dem bodentypologischen Bild entspricht⁶. Der Profilaufbau der Pseudogleye ist stets gleich. Unter der Krume folgt ein von Punkt-konkretionen durchsetzter fahler Horizont, unter dem der eigentliche Staukörper mit stärkster prismatischer Strukturierung und extremen Farben beginnt. Extreme Pseudogleye finden sich besonders im südöstl. Vorland der Alpen, wo als Ausgangsmaterial lediglich Staublehm vorhanden ist (IV/8). Dieser Staublehm wurde bereits bei seiner Entstehung (unter feuchten Bedingungen) primär dicht gelagert und tagwasservergleyt, so daß die daraus entstandenen Pseudogleye aus bereits vorgebildetem Material hervorgegangen sind. Als landwirtschaftliche und forstliche Standorte sind die Pseudogleye aus Staublehm weit schlechter als jene aus Löß; letztere dominieren im nördlichen Alpenvorland.

Für alle Pseudogleye gilt die bereits oben getroffene Feststellung, daß sie zonale Bodentypen darstellen, welche überall dort auftreten, wo durch steigende Niederschläge die verdichteten Unterböden der Parabraunerden zu Staukörpern werden, bzw. wo das während des Pleistozäns in feuchten Räumen sedimentierte äolische Ausgangsmaterial die Voraussetzungen für die „rezente“ Bodenbildung geschaffen hat.

Petrographisch bedingt sind die beiden folgenden Einheiten: Die Pseudogleye der Flyschzone (IV/9) gehen auf die in diesem Raum vorherrschenden undurchlässigen Mergel und Tonschiefer zurück, die einen starken Tagwasserstau hervorrufen. Ihre große Profiltiefe und intensive Vergleyung läßt den Schluß zu, daß viele von ihnen aus älteren Bildungszeiten stammen. Die Pseudogleye aus lehmig-tonigen tertiären Substraten (IV/10) im südlichen Mühlviertel und in der Mur-Mürztalsenke verdanken ihre Entstehung ebenfalls hiefür prädestinierten Gesteinen. Ihre Profilmorphologie ist aber nicht so markant wie im ersteren Fall.

Besonderes Interesse vom der Quartärforschung zugewandten Leser erheischen die „Alten Verwitterungsdecken“. Dieser Sammelbegriff wurde vorläufig für alle jene Böden und Bodensedimente gewählt, die sich auf flachen Landschaftsteilen des Kristallins erhalten haben. Sie finden sich im Waldviertel, im nördlichen Mühlviertel und in den an Verebnungsflächen reichen Randbergen gegen das südöstliche Vorland (vgl. hierzu J. FINK 1959 a und b). Diese Reste ehemaliger Bodenbildung, die vielfach durch Solifluktionvorgänge vermischt sind, stammen sowohl aus dem Tertiär als auch aus dem Pleistozän. Manchmal liegen mehrere Generationen übereinander: im Raum von Langau liegt auf Kaolinen als tertiären Verwitterungsprodukten ein extremer Pseudogley aus äolischem und solifluidalem Material. Eben solches Material liegt in Allentsteig über tief zersetztem, jedoch nicht kaolinisiertem Kristallin. Dies sind die Zentren der Alten Verwitterungsdecken (IV/11), sonst liegen sie im Komplex mit Braunerden und podsoligen Braunerden auf Kristallin (VII/4) inselförmig auf flachen Hangstücken oder plombieren kleinere Täler und Mulden. Die bei der Detailkartierung dieser Räume manchmal verwirrende Vielfalt an Formen erklärt sich aus diesen Resten ehemaliger Verwitterung, die typologisch nach Ausgangsmaterial und Bildungszeit differenziert ist. Dominierend sind Pseudogleye als Repräsentanten kalt- (und warm-)zeitlicher Verwitterung, es finden sich aber auch Braun- und Rotlehme. Stets ist ihnen eine grobsandig-tonige Bodenart eigen sowie eine extreme Profilausbildung, die leicht zu Fehlschlüssen bezüglich der heutigen Bodendynamik führen kann. Spezielle Formen der Alten Verwitterungsdecken stellen sich am südöstlichen

⁶ In dieser Richtung haben die Kartierungen und Beobachtungen von Dipl.-Ing. Dr. A. SCHROM und Dr. G. STOCKHAMMER wesentliche Ergebnisse gezeitigt.

Gebirgsrand ein, wo mächtige Solifluktionsschuttdecken⁷ vom Rand des Gebirges gegen das Vorland ziehen (IV/12). In der Oberpullendorfer Bucht dünnen diese Schuttdecken allmählich über tonigen tertiären Schichten aus und schaffen Schichtprofile, wie dies auf dem Legendenblatt dargestellt wurde. Die Alten Verwitterungsdecken stellen wenig günstige Standorte für Wald, Wiese und Acker dar. Das unter extremen Bedingungen verwitterte Material weist geringe Nährstoffreserven, schlechte Tonminerale und eine ungünstige Struktur auf.

Extrem gesteinsbedingt sind die Einheiten der Rendsinagruppe. Ihre Verbreitung deckt sich daher mit dem Auftreten der Kalke in Kalkvor- und Kalkhochalpen, Klippenzone und Leithagebirge sowie einzelnen Räumen innerhalb der Zentralzone (Klammkalke bei Schottwien, Rauhwacke bei Pitten). Ferner sind die überwiegend aus Kalken und kalkigen Gesteinen bestehenden Schotter zu nennen, welche die Zubringer der Donau aus dem kalkalpinen Raum während der letzten Eiszeit herangebracht hatten. Während die Schotterfluren älterer Eiszeiten mit äolischen Sedimenten bedeckt sind, zeigen die Niederterrassen oftmals keine oder nur eine dünne Haut von fluviatilen Deckschichten (V/1), deren „Mächtigkeit“ den land- und forstwirtschaftlichen Wert dieser Böden bestimmt. Völlig nackte Schotterfluren, wie im Steinfeld, tragen ganz magere Rendsinen (V/2), neben denen auch Böden mit rötlich-brauner Farbe auftreten⁸.

Die Rendsinen des Trockengebietes (V/3) wurden von den übrigen abgetrennt, weil einerseits die Humusentwicklung durch die größere Trockenheit gehemmt ist, so daß oft nur Vorstufen ausgebildet sind, andererseits das äolisch zugeführte Material in den Profilen eine große Rolle spielt.

Flächenmäßig am weitesten verbreitet sind jene Rendsinen, die unter V/5 zusammengefaßt sind. Die Mullrendsina herrscht vor, dazwischen finden sich die anderen, durch die grundlegenden Forschungen W. KUBIENA's (1943) determinierten Glieder der Rendsinareihe. Alle zusammen liegen im Komplex mit Böden vom Typ Terra fusca. Die reliefmäßige Differenzierung zwischen Terra fusca und Rendsina (ebene Lage : Hang) erlaubt — neben anderen Kriterien — die Annahme verschieden alter, genetisch nicht zusammengehöriger Böden, wie dies auf dem Legendenblatt zum Ausdruck gebracht wurde. Als vorwiegende Waldstandorte unterscheiden sich die in dieser Einheit zusammengefaßten Rendsinen von jenen in den höchsten Teilen des Gebirges (V/4), die unter Zwergsträuchern und Felsenheiden im Wechsel mit Schutt- und Felsfluren zu finden sind.

Lokale Verbreitung haben Rendsinen aus kalkig-silikatischem Muttergestein, wie dies bei den Kalksandsteinen des Kahlengebirges und Bisamberges der Fall ist (V/6). W. KUBIENA (1943) hat für diese Böden, deren Profilaufbau völlig einer Rendsina entspricht, den Namen „Pararendsina“ vorgeschlagen⁹. Auf kalkhaltigen Sedimenten im Kristallin, bzw. sandig-tonigen der Kalkalpen treten Übergangsformen zu Braunerden auf (V/7). Teils sind sie stark degradierte (= verbrauchte) Rendsinen, teils an spezielle Gesteine gebundene Kalkbraunerden. Im Bereich der Kalkgebiete sind sie ob ihrer Gründigkeit gegenüber den stets seichten Rendsinen als Ackerstandorte bevorzugt, hingegen treten sie gegenüber den anderen Böden im Kristallinbereich nur wenig hervor.

⁷ Die Vermutung, daß hier Fußflächenschutt periglaziär bewegt wurde, liegt nahe. Es wird eine dringende Aufgabe der weiteren Feldforschung sein, die genauen Beziehungen zu den Landoberflächenformen herauszuschälen.

⁸ Diese stellen keine interglazialen Reliktböden dar — der Wöllersdorfer und Neunkirchner Schotterkegel sind würmeiszeitlicher Entstehung —, sondern sind Zeugen extremer standörtlicher Bedingungen. Auch auf den letzteiszeitlichen Schotterfluren südlich des Gardasees und nördlich von Basel sind stark gefärbte Böden ohne nennenswerte Verwitterung des Schotters zu finden.

⁹ Vielfach wird der Begriff Pararendsina auch bei Rohböden aus Löß angewendet, was aber der Tatsache nicht Rechnung trägt, daß das Muttergestein der Rendsinen einen felsigen Charakter haben soll.

Die Einheiten der Terrae calcis-Gruppe gelten stets als typische Reliktböden. Wenn auch immer wieder in niederschlagsreichen Räumen die Beobachtung gemacht werden kann, daß die holozäne Bodenbildung auf Kalksteinen zu sehr kräftigen, braunlehmartigen Formen führt¹⁰, ist doch generell für Braunlehme ein hohes Alter anzunehmen. Die Terra fusca auf den flachen Relieftteilen der Kalkalpen (VI/2), die als eine über lange Zeiträume sich erstreckende parautochthone Zusammenschwemmung umliegender Kalkrückstandböden aufzufassen ist, weist oftmals Lessivierungserscheinungen auf, welche ihrerseits kaum für das Holozän angenommen werden können. Für die auf kleinsten Flächen meist im Verband auftretenden Rotlehm- und Terra rossa-Reste scheint — sofern es sich nicht um lithologisch bedingte Vorkommen (rote Kalke usw.) handelt — die Annahme eines sogar noch höheren Alters berechtigt.

Einige Sedimentgesteine stellen nichts anderes als petrifizierte Böden oder Reste von solchen dar. Ihre Mobilisierung bedingt das Auftreten von Braunlehmern und sehr reifen Braunerden mit tiefen Profilen (VI/1). Eine genetisch noch nicht völlig geklärte Bodenbildung auf dem Hochterrassenschotter der Ybbs bei Ulmerfeld wurde dieser Einheit zugerechnet. Die letztgenannte Fläche steht weitgehend unter Acker- nützung, während die übrigen Vorkommen meist gute Wiesenstandorte darstellen. Die isolierten, ganz lokalen Rotlehme auf den Basalten des mittleren Burgenlandes (VI/3) ergänzen diese Gruppe hochplastischer, dadurch stärkst strukturierter, intensiv gefärbter Böden. Letztere sind ob ihrer wertvollen Tonmineralien besonders hervorzuheben.

Im Gegensatz zur Braunerde-Pseudogley-Reihe, die jene Böden umfaßt, die bei steigenden Niederschlägen eine mechanische Tondurchschlammung, Verdichtung des Unterbodens und dann Tagwasserstau aufweisen, liegen in der Braunerde-Podsol-Reihe jene Böden, in denen sich bei steigenden Niederschlägen der Prozeß der Podsolierung vollzieht. Hiefür sind aber nur leichte, beziehungsweise grobskelettreiche Ausgangsmaterialien geeignet, wie sie vor allem im Kristallengebiet vorliegen; daneben sind auch einige Sedimentgesteine zu nennen, so die Werfener Schiefer, deren Böden (VII/2) durch starke Eigenfarbe auffallen, außerdem durch hohen Glimmergehalt zu Vergleynungen und Vernässungen Anlaß geben, und die Greifensteiner Sandsteine, die ein so mageres Ausgangsmaterial darstellen, daß die aus ihnen hervorgegangenen podsoligen und podsolierten Böden (VII/7) wie Inseln inmitten weit weniger degradiertes Böden liegen.

Eine ähnliche „intrazonale“ Stellung bilden die Quarzite (VII/11), auf denen jeweils die Endglieder der klimatisch-höhenstufenmäßig bedingten Catena zu finden sind. Die „normale“ Gesetzmäßigkeit in der Abfolge Braunerde—podsolige Braunerde—Semipodsol—Podsol ist durch die Einheiten VII/1—VII/3—VII/9—VII/12 gegeben. Weniger ausgeprägt im Waldviertel, markant dafür in den Zentralalpen ist diese Abfolge, wenn von den Tälern und Unterhängen (mit oft kolluvialer Anreicherung) der Schnitt zu den höchsten Erhebungen gezogen wird. Die Jugendlichkeit, die kolluviale Überlagerung und der meist gute Humuszustand der größtenteils der landwirtschaftlichen Nutzung zugeführten Formen am Beginn der Catena (VII/1) bedingen die Bildung von Braunerden. Hangaufwärts folgt die Zone der podsoligen Braunerden (VII/3), teils durch extensivere Nutzung, teils als Folge alter Rodungen. Darüber und daneben (im Komplex) folgen die Semipodsolen (VII/9). Das geregelte Innenklima des Waldes und der Kreislauf der Stoffe durch die pumpende Wirkung der Bäume bedingen, daß unter der Rohhumusaufgabe (und einem schmalen sauren Humushorizont mit vereinzelt blanken Körnern) unmittelbar der intensiv gefärbte Anreicherungs-

¹⁰ Dipl.-Ing. K. SCHNETZINGER hat bei seinen Kartierungen im Salzburger Flachgau dies jüngst festgestellt.

horizont folgt. Bei Kahlschlag oder Bestoßung stellt sich die indifferente Farbe der podsoligen Braunerde ein, weshalb Semipodsole ausschließlich unter Wald zu finden sind. Erst in höheren Lagen (die Grenzen zu den Podsolen liegen gebirgseinwärts immer tiefer) treten Podsole auf (VII/12), wobei aber selbst im Bereich der oberen Nadelwaldstufe, wo die Podsole mit der standortsrichtigen Fichte eine Einheit bilden, extreme Formen (mit mächtigen Bleichhorizonten) fehlen. In den höchsten Teilen des Gebirges folgt — analog zu den Kalkgebieten — der Übergang in die Schutt- und Felsfluren, zwischen denen Anfangsbodenbildungen (Ranker) und Zwergprofile eingestreut liegen.

Spezielle Verhältnisse liegen für die Böden auf Kristallin am Rand zum und im Trockengebiet (VII/5) vor. Ähnlich den Rendsinen findet sich auch hier ein starker äolischer Anteil (vgl. H. FRANZ und Mitautoren 1957). Ebenso spezielle Prägung, diesmal vom Muttergestein her, weisen die Böden auf Serpentin (VII/6) auf, die in lokaler Verbreitung um Bernstein zu finden sind. Schließlich sind zwei Einheiten aus der „normalen“ Catena ausgeklammert worden, deren Muttergesteine bei der Verwitterung eine intensive Vergrusung zeigen. Je nach der „Höhenstufe“ sind diese Böden (VII/8 und VII/10) jeweils einen „Grad“ schlechter als die grobstoffärmeren, weil der hohe Grusgehalt eine starke Wasserableitung ermöglicht und die Tonbildung und der Nährstoffgehalt gering sind. Der Weinsberger Granit (im abgeschwächten Maße auch der Mürztaler Grobgnais) liefert solche magere Böden, die bei kluger waldbaulicher Behandlung ihre Schwächen wenig zeigen, bei landwirtschaftlicher Nutzung hingegen nur geringste Möglichkeiten bieten.

Es ist nicht der Sinn der Bodentypenkarten von Niederösterreich, durch allzu starke Differenzierung das derzeit geschlossene Bild aufzulösen. Dies mußte auch unterbleiben, weil sonst die Karte in ihrem Inhalt unharmonisch würde, da nicht alle Räume in der gleichen Intensität durchgearbeitet sind. Dies bleibt Aufgabe von Kartierungen in größerem Maßstab, die hoffentlich bald folgen werden und die dann das erste Bild dieses — vom Standpunkt der Feldforschung einmalig interessanten — Raumes verfeinern, teilweise auch korrigieren müssen.

Literatur

- BRUNNACKER, K.: Junge Deckschichten und „schwarzerdeähnliche“ Böden bei Schweinfurt. Geol. Bl. NO-Bayern Bd. 9/1, Erlangen 1959 (a).
 — Bemerkungen zur Parabraunerde. Geol. Jb. Band 76. Hannover 1959 (b).
- EHWALD, E.: Bemerkungen zur Abgrenzung und Gliederung der wichtigsten Bodentypen Mitteleuropas unter dem Gesichtspunkt einer internationalen Annäherung in der Bodensystematik. Zschft. Pfl. Ern. Dü. u. Bdkde 80/1, 1958.
- FINK, J.: Zur Frage der Methode der Bodenkartierung; „Die Bodenkultur“ 2. Jg., Heft 2, Wien 1948.
 — Neue Bodenkartierungen des In- und Auslandes; „Die Bodenkultur“ 6. Jg., Heft 4, Wien 1952.
 — Zur Systematik fossiler und rezenter Lössböden in Österreich; Vh. VI. Int. Bod. Kongreß Paris 1956.
 — Die Böden Österreichs; Mitt. Geogr. Ges. Bd. 100/III. Wien 1959 (a).
 — Leitlinien der quaternären geologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand; ds. Zschft., Heft 3, 1959 (b).
- FRANZ, H.: Zur Kenntnis der Steppenböden im pannonischen Klimagebiet Österreichs; „Die Bodenkultur“ 8. Jg., Heft 2, Wien 1955.
 — Zur Kenntnis der jungquartären Ablagerungen und Böden im Leithagebirge und im Raum von Retz; Vh. GBA., Heft 2, Wien 1957.
- JANEKOVIC, D.: Über das Alter und den Bildungsprozeß von Pseudogleyen aus pleistozänen Staublehmen am südwestlichen Rand des pannonischen Bassins; ds. Zschft., nächstes Heft.
- KUBIENA, W.: Beiträge zur Bodenentwicklungslehre: Entwicklung und Systematik der Rendsinen; Bod. u. Pflanz. Ern. 24, 1953.
 — Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas; Enke Stuttgart 1953.
- MÜCKENHAUSEN, E. und MERTENS, H.: Die Bodenkarte auf der Grundlage der Bodenschätzung; Landesausschuß für landwirtschaftliche Forschung, Erziehung und Wirtschaftsberatung beim Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 1955.
- MÜCKENHAUSEN, E.: Die wichtigsten Böden der Bundesrepublik Deutschland; Wissenschaftliche Schriftenreihe des AID, Heft XIV; Bad Godesberg 1957.
- STREMMER, H. und Mitarbeiter. Internationale Bodenkarte von Europa; Danzig 1925—37. GEA-Verlag Berlin.