

MITTEILUNGEN  
DER  
ÖSTERREICHISCHEN  
BODENKUNDLICHEN  
GESELLSCHAFT

HEFT 14

WIEN 1970

MITTEILUNGEN  
DER  
ÖSTERREICHISCHEN  
BODENKUNDLICHEN  
GESELLSCHAFT

HEFT 14

WIEN 1970

**Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Österreichische Bodenkundliche  
Gesellschaft. Für den Inhalt verantwortlich: Prof. Dr. Ing. H. FRANZ.  
Beide 1180 Wien XVIII, Gregor Mendelstraße 33.**

INHALTSVERZEICHNIS

CHAHROKH SOLTANI-TABA: Vergleich einiger Pararendsinaprofile  
des Steinfeldes im Südlichen Inneralpinen Wiener Becken ..... 3

MANUTSCHEHR KAZAI-MOGADHAM: Vergleich von Böden des  
Tschernosemtypus mit Auböden im Südlichen Inneralpinen  
Wiener Becken ..... 67

SCHRIFTLEITUNG

Prof. Dr. Ing. H. FRANZ

# VERGLEICH EINIGER PARARENDSINAPROFILE DES STEINFELDES IM SÜDLICHEN INNERALPINEN WIENER BECKEN

von Chahrokh Soltani-Taba

## Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung und Problemstellung .....	3
II.	Geologisch-geomorphologischer Überblick .....	5
III.	Klimatisch-vegetationskundlicher Überblick .....	9
IV.	Profile und Lage der Profile in der Landschaft .....	11
V.	Untersuchung der Muttergesteine .....	15
VI.	Untersuchungsergebnisse .....	18
	A. Bodenphysikalische Untersuchungen .....	18
	1) Textur .....	18
	2) Struktur und Wasserhaushaltseigenschaften .....	19
	B. Bodenchemische Untersuchungen .....	20
	1) Bodenreaktion und Kalkgehalt .....	20
	2) Organische Substanz des Bodens .....	21
	3) Die Sorptionsverhältnisse .....	21
	4) Die Sesquioxiddynamik .....	23
	5) Phosphatfraktionen .....	25
	6) Fraktionierte Erfassung der Mineralnährstoffe ...	29
	7) Vergleichende Charakteristik der beiden Para- rendsinen .....	31
	C. Schlußfolgerungen auf die Genese der Steinfeld- Pararendsinen .....	35
	D. Zusammenfassung .....	38
VII.	Anhang .....	39
	1) Untersuchungsmethoden .....	39
	2) Literatur .....	42
	3) Tabellen und Abbildungen .....	45

## I. Einleitung und Problemstellung

Die Anregung zur Durchführung der vorliegenden Untersuchung ging von Herrn Prof. Dr. G. WENDELBERGER aus. Sie wurde von Herrn Prof. Dr. H. FRANZ aufgegriffen, der das Thema dem Verfasser zur Bearbeitung anvertraute. Für mannigfache Hilfe bei der Durchführung der Arbeiten hat der Autor den Herren Prof. Dr. H. FRANZ, Prof. Dr. J. FINK und Prof. Dr. W. LOUB zu danken.

Die auf festem Kalkstein entstandenen Böden sind in der weiteren Umgebung von Wien bereits sorgfältig untersucht worden. W. v. LEININGEN (1917), W. L. KUBIENA (1944, 1945, 1953), H. FRANZ und F. SOLAR (1961), F. SOLAR (1964) und S. G. ALEXANDRIS (1965) haben darüber eingehend publiziert. Braune und Dunkelbraune Pararendsinen, die im südlichen Inneralpinen Wiener Becken, im sogenannten Steinfeld, auf Kalkschotterfluren große Flächen bedecken, sind dagegen bisher noch wenig studiert worden. Die pflanzensoziologische Erforschung des Steinfeldes gab den Anstoß dazu, diesen Böden eine Untersuchung zu widmen.

Die Verbreitungsgebiete der beiden untersuchten Pararendsinen sind scharf voneinander getrennt. Die Braunen Pararendsinen nehmen den Großteil der Fläche des Neunkirchener Schotterkegels ein, die Dunkelgrauen Pararendsinen sind dagegen vorwiegend auf dem Wöllersdorfer Schotterkegel verbreitet. (Nach unveröffentlichten Bodenaufnahmen von F. FREILINGER und E. PECINA treten zwar auch auf dem Neunkirchener Schotterkegel AC-Profile auf; sie sind jedoch jünger als die Braunen Pararendsinen und haben sich aus Alluvionen im Schwemmbereich der Leitha-Nebenbäche, z. B. des Kehrbaches, entwickelt.)

Über die Standortseigenschaften dieser trockenen Böden sind wir durch einige ältere Arbeiten von GÜNTSCHL (1935, 1936) und HARTMANN (1952) informiert. Die österreichische Bodenschätzung hat hier ein Bundesmusterstück ausgewählt und mit 18 Punkten eingeschätzt (vgl. Exkursionsführer der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, 1967).

Über die Dynamik und Genese der Steinfeldböden liegen nur unzureichende Untersuchungen vor. Die Hauptfrage, die sich der pedogenetischen Forschung stellt, ist die nach den Ursachen, die zur Entwicklung zweier physiognomisch so verschiedener Pararendsinaeinheiten geführt haben. Die Beschränkung der Braunen Pararendsinen auf den Neunkirchener Schotterkegel liefert einen

Hinweis darauf, daß Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der beiden Schotterkegel dabei eine Rolle spielen. Der Neunkirchener Schotterkegel wurde von der Schwarza und Pitten, der Wöllersdorfer Schotterkegel von der Piesting aufgeschüttet, das Schottermaterial stammt daher aus verschiedenen Einzugsgebieten. Unterschiede in der Seehöhe können kaum eine Rolle spielen. Zwischen dem höchstgelegenen Auftreten der Braunen Pararendsina bei Neunkirchen (ca. 370 m) und dem nordöstlichsten Vorkommen der Dunkelgrauen, etwa bei Tattendorf (ca. 220 m), besteht zwar ein Höhenunterschied von 150 m, die beiden Einheiten finden sich aber dort, wo sie bei Wiener Neustadt in enger Nachbarschaft vorkommen, in Niveaus, die nur eine Niveaudifferenz von 20 m aufweisen. Auf Unterschiede in der natürlichen oder anthropogenen Vegetationsbedeckung können die Verschiedenheiten in der Bodenausbildung nicht zurückgeführt werden, weil man beide Pararendsinaarten unter allem möglichen natürlichen und künstlichen Pflanzenbewuchs auffinden kann. Die von F. HARTMANN (1952, S. 188) vertretene Meinung, daß unter Pinus die Braunen Pararendsinen mit mächtigen Ca-Horizonten, unter Laubwald aber die Dunkelbraunen Pararendsinen zur Entwicklung kommen, kann daher nicht geteilt werden. Die Verbreitung der Kalkkrusten und der Braunen Pararendsinen zeigt deutlich, daß sie nicht an eine bestimmte rezente Pflanzendecke gebunden ist.

Dagegen ist nicht von vornherein auszuschließen, daß an der Bildung der beiden Böden, vor allem an der der Braunen Pararendsina, älteres Material in Form von Erosionssedimenten beteiligt ist. Um dies festzustellen, mußten eingehende vergleichende Untersuchungen an mehreren charakteristischen Profilen durchgeführt werden. Sie dienten neben dem Versuch einer Klärung der Bodengeneese auch dem Zweck, einen Einblick in die unterschiedliche Dynamik der beiden Bodeneinheiten zu gewinnen.

## II. Geologisch - geomorphologischer Überblick

### Allgemeines (vgl. Karte 1):

Das Wiener Becken ist ein Einbruchsbecken, durch dessen Absenkung die Alpen und Karpaten, die vorher ein zusammenhängendes Gebirge gebildet hatten, getrennt wurden. Die Alpen sinken entlang einer Reihe von Brüchen, die unter dem Namen Thermenlinie zusammengefaßt werden, unter die tertiären und quartären Sedimente der Beckenfüllung. Etwa parallel dazu verläuft im Beckeninneren die Leopoldsdorfer Verwerfung, an der der Beckengrund staffelförmig nochmals um eine Stufe tiefer abgesenkt ist.

Der Einbruch des Beckens begann im Helvet, das Meer drang in den südlichen Beckenteil erst im Torton ein. Die wichtigsten marinen Sedimente, die zu dieser Zeit gebildet wurden, sind im Beckeninneren Tegel (Badener Tegel) und am Beckenrand Nulliporenkalke (Leithakalk). Über dem marinen Torton, dessen schrittweise verarmende Fauna bereits eine beginnende Aussüßung anzeigt, folgt konkordant brackisches Sarmat und limnisches Pannon. Den Abschluß der limnischen Sedimentation bilden Süßwasserkalke, die sich stellenweise, so am Eichkogel bei Mödling, erhalten haben. Die ältesten noch erhaltenen Oberflächenformen des Beckenrandes wurden im Pannon angelegt.

Die quartäre Sedimentation und die augenfällige Abschnürung des südlichen Wiener Beckens gegen die Donau durch altpleistozäne Terrassen (Wienerberg-Terrasse, Laaerberg-Terrasse, Rauchenwarter Platte, Arbestaler Hügel-land) sind nur bei Annahme einer einheitlichen Ausgangsfläche verständlich. Diese läßt sich nach H. KÜPPER (1953) mit Nordost-Gefälle von Hart bei Gloggnitz über Greut und Stotzing bis zum Laaerberg verlaufend denken. Sie wurde von der Donau und ihren südlichen Zubringern aufgeschottert, und zwar zu der Zeit, als die Donau das Wiener Becken noch durch die Brucker Pforte entwässerte. Reste dieser Schotterflur finden sich in den quartären Beckenrandbereichen (s. o.), innerhalb des Beckens treten Reste noch am Goldberg bei Reisenberg auf (vgl. J. FINK, 1961). Junge Tektonik hat zur Absenkung auch dieser "Ausgangsflur" und zur Ausbildung zweier Senkungszentren, nämlich im Raum von Moosbrunn und Laxenburg, geführt. Anstehend und die heutige Oberflächenform bestimmend,

treten mehrere Schotterkegel auf, die in diese jugendlichen Senkungsfelder aus dem kalkalpinen Raum, dem Wechselgebiet und aus dem Flysch geschüttet wurden.

Die Mächtigkeit und Herkunft der Schotter, die Mächtigkeit ihrer Überlagerung durch Feinsedimente sowie das Hochtreten des vorwiegend tegeligen und daher wasserstauenden Tertiärsockels im Norden geben Anlaß zur physiogeographischen Gliederung des Südlichen Wiener Beckens in die "Trockene Ebene" im Süden und die "Feuchte Ebene" im Norden (H. HASSINGER, 1905).

In der Trockenen Ebene werden die tertiären Sedimente durch zwei mächtige Kalkschotterkegel, den Neunkirchener und den Wöllersdorfer Schotterkegel, überlagert. Die Mächtigkeit der Schotterdecke kann über 50 Meter betragen (vgl. H. KÜPPER, 1954). Die Altersstellung dieser Schotter ist noch nicht völlig klar; H. KÜPPER (1962) tritt auf Grund der Disproportion zwischen der "ärmlich entwickelten Würm-Endmoräne" bei Puchberg und dem Großvolumen der Schotter, der extremeren Klima- und Erosionsbedingungen im Riß (Hauptabsenkung der Mitterndorfer Rinne), des Riß/Würm-Interglazialen Pollenspektrums der den Schottern bei Wiener Neustadt auflagernden Anmoore und des braunlehmartigen Paläobodens an der Schotteroberkante der Himberger Trasse (siehe auch J. FINK, 1961) für ein rißeiszeitliches Alter dieser Schotter ein. Diese Schotter dünnen nach Norden hin aus, zum Teil tritt das Tertiär zu Tage (Ränder der altquartären Terrassenfluren). Damit verbunden sind der Stau des von Süden zurinnenden Grundwassers, Quellaustritte und zum Teil weitflächige Verwässerungen. Dieser Bereich des Beckens zählt zur Feuchten Ebene.

Ein ebenfalls rißeiszeitlicher geringmächtiger Schotterkegel ist von Nordwesten her auf einen hochanstehenden Pannonsockel gegen die Feuchte Ebene vorgebaut. Dies sind die lokal verfrachteten und kaum zugesandeten Wienerwald-Plattenschotter (Flysch, Kalk) der Leopoldsdorfer Platte (vgl. H. KÜPPER, 1962; J. FINK, 1960, 1961; H. HACKER und F. HOCH, 1961). Die Leopoldsdorfer Platte wird im Süden und Osten, gegen das Zentrum der Feuchten Ebene hin, durch die Mödling und Schwechat begrenzt.

Die Feinsedimentdecken sind verschiedener Herkunft und Mächtigkeit. Es treten Löss- und Alluvionen auf, zum Teil auch autochthone Verwitterungsdecken, die im Bereich der Trockenen Ebene maximale Mächtigkeiten von 20 bis 40 cm erreichen, in der Feuchten Ebene aber bis zu 150 cm betragen können.

Das engere Untersuchungsgebiet (vgl. Karte 2):

Das engere Untersuchungsgebiet umfaßt die beiden Schotterkegel der Trocken Ebene. Sie werden voneinander durch den Fischa-Bach getrennt. Der von der Triesting und Piesting aufgeschüttete Wöllersdorfer Schwemmkegel im weiteren Sinn reicht halbkreisförmig vom Gebirgsrand bei Vöslau bis südlich von Traiskirchen und bis Oberwaltersdorf; er erreicht die Fischa westlich von Zillingsdorf und springt dann nördlich von Wiener Neustadt zum Gebirgsrand bei Bad Fischau zurück. Der von der Schwarza und der Pitten aufgeschüttete Neunkirchener Schotterkegel reicht im Norden bis Fischau und Wiener Neustadt und wird im Osten durch die Leitha begrenzt.

Aus den wenigen petrographisch ausgewerteten Bohrungen kann man schließen, daß der Schotterkörper eine Zweigliederung zeigt; auf überwiegendem Quarzschotter von 10 bis 20 Meter Mächtigkeit lagern überwiegend Kalkschotter in einer Mächtigkeit von 25 bis 30 m (vgl. H. KÜPPER, 1954, S. 169). Sediment-petrographische Untersuchungen des Neunkirchener Schotterkegels von G. WOLETZ (siehe H. KÜPPER, 1954) zeigten, daß die typischen Steinfeldschotter auch beträchtliche Anteile der Wechselserie aufweisen. Die Schotter sind an der Oberkante verkrustet.

Beide Schotterkegel haben ein sehr großes Gefälle. In der Hauptschüttungsrichtung werden Werte von über 8‰ erreicht, quer zur Hauptschüttungsrichtung 2-5/8 ‰. Der Wöllersdorfer Schwemmkegel im engeren Sinn (siehe H. KÜPPER, 1962, S. 13) fällt zwischen dem Austrittstrichter der Piesting bei Wöllersdorf (326 m) und der Kote 259 östlich Theresienfeld mit 8,4 ‰ nach Osten ab. Diese Flur wird von der Piesting im Nordwesten umflossen. Ihr rezentes Gefälle ist geringer als jenes ihres alten Schwemmkegels; es beträgt zwischen Kote 283 und 253, wo sie in die Feuchte Ebene eintritt, 5 ‰. Die zwischen der Piesting und Triesting gelegene Teilflur zieht sich als ca. 3 km breiter Sporn nach Nordosten bis Oberwaltersdorf. Sie ist durch ein geringeres Gefälle von ca. 5,5‰ (Kote 263 bis Kote 230) und durch den hochtretenden Tertiärsockel gekennzeichnet. Deshalb kommt es im Bereich Leobersdorf-Schönau-Sollenau auch zu verbreitetem Quellaustritt und zur Vernässung (z.B. der Heilsame Brunnen und die Fischteiche westlich der Triester Bundesstraße).

Der Neunkirchener Schotterkegel wird von der Schwarza und der Pitten bzw. der Leitha an seinem Süd- und Ostrand umflossen. Die Schwarza hat vor dem Zusammenfluß mit der Pitten ein mittleres Gefälle (4 ‰ zwischen 340 m - Isohypse östlich Peisching und Kote 310/Föhrenhof). Nach der Vereinigung sinkt das Gefälle der Leitha (3,2 ‰ zwischen 299 m - Isohypse / Lanzenkirchen und Kote 279 /Katzelsdorf). Der Neunkirchener Schotterkegel wird allein vom Kehr-  
 bach in Nord-Süd-Richtung gequert; dieser hat das für die die Schotterfächer querenden Gerinne typisch hohe Gefälle (4,2 ‰ zwischen Kote 321 und Kote 310/Jagdhaus). Der Schotterkegel selbst fällt mit dem starken Gefälle von 7,4 ‰ nach Nordosten ein (als Bezugspunkte lassen sich der Südliche und Nördliche Basispunkt mit 355 m bzw. 285 m Seehöhe mit einer Distanz von 9,5 km verwenden). Es ist aber auch ein Gefälle quer zur Hauptschüttungsrichtung, und zwar vom westlichen Gebirgsrand zur Leitha hin vorhanden. Dieses beträgt etwa auf der Höhe von St. Egyden zwischen dem Roten Kreuz (333 m) und der Zwischenkote 323 m 2,9 ‰. Da dem großen Schwemmfächer der Schwarza noch mehrere lokale, vom Gebirgsrand her kommende Schwemmfächer aufgesetzt sind, ist das Gefälle auch in der Hauptschüttungsrichtung nicht einheitlich. So fällt z. B. der St. Egydener Lokalkegel zwischen dem Roten Kreuz und der im Nordosten davon liegenden "Brückenkote 315" mit 8,2 ‰ ein. Diese Gefällsverhältnisse waren bestimmend für die Umfließung des eigenen Schwemmfächers durch die Schwarza.

### III. Klimatisch - vegetationskundlicher Überblick

Das Steinfeld zählt zum pannonischen Klimaraum Österreichs. Die Klimabedingungen des Steinfeldes oder der Trockenene Ebene werden durch mehrere Faktoren bestimmt. Der erste und wesentlichste Faktor ist die allgemeine Topographie des Raumes; eine weite, nach Süden hin sich verschmälernde Ebene, die ringsum von Bergen, die schroff aus der Ebene aufsteigen, umgrenzt wird. Die höchsten Erhebungen dieses alpinen Rahmens liegen im Südwesten (Schneeberg, Rax, Hohe Wand). Ein weiterer Faktor ist im geologischen und pedologischen Aufbau der Ebene selbst zu suchen. Der hochanstehende, mächtige Schotterkörper ergibt "hitzige" Standorte mit allen Folgen für die Mikroklimata und die Bestände.

Die wichtigsten Klimadaten sind in der Tabelle 1 wiedergegeben; sie sind aus den Zusammenstellungen des Exkursionsführers der ÖBG (1967) und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien entnommen. Das Jahres-temperaturmittel beträgt  $9,4^{\circ}\text{C}$ , der wärmste Monat ist mit  $23,2^{\circ}\text{C}$  der Juli (Maximalwert), der kälteste ist mit  $-10,7^{\circ}\text{C}$  der Februar (Minimalwert). Schon aus dieser großen Temperaturdifferenz kann man die starke kontinentale Tönung dieses Raumes erkennen. Sie läßt sich noch durch den Hinweis auf die Differenz zwischen den im Jahr auftretenden tiefsten und höchsten Temperaturen, nämlich ca.  $60^{\circ}\text{C}$ , unterstreichen (vgl. E.GÜNTSCHL, 1935, S.56). Im Jahresmittel fallen 665 mm Niederschlag. Lokale Faktoren können Schwankungen von  $\pm 50$  mm verursachen. Der niederschlagreichste Monat ist mit 91 mm der Juli, der niederschlagärmste ist mit 30 mm der Jänner.

Die Vegetationsperiode dauert im Durchschnitt vom 23. März bis 19. Oktober und beträgt insgesamt 210 Tage. Von Anfang April bis Ende August fallen 371 mm Regen, das sind 57 % des Jahresmittels. Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt während dieser Zeit im Durchschnitt 73 %, während sie während der Wintermonate auf 83 % ansteigt. Taumessungen liegen keine vor, die tägliche Taumenge liegt aber nahe Null.

Der Raum des Steinfeldes ist, bedingt durch die Topographie, sehr windreich. Die mittlere Stärke beträgt 3 m/sec., jährlich sind 30 Sturmtage zu verzeichnen. Der Wind tritt als böiger Fallwind aus der Gebirgsumrahmung, aber auch als trockener Ostwind auf. Nördlich Wiener Neustadt - Theresienfeld sind

Ostwinde besonders häufig. Sie beeinflussen zusammen mit den Kahlfrösten die Erosionsanfälligkeit der flachgründigen Bodendecke.

Die Schneebedeckung umfaßt einen Zeitraum von 46 Tagen (2. Dezember bis 9. März). Die maximale Schneehöhe beträgt dabei 21 cm.

Die heutige Kulturartenverteilung im Steinfeld ist ebenso wie die dort vorkommenden Arten weitgehend anthropogen. Dies trifft, sieht man von den Äckern ab, sowohl für die sekundären Trockenrasengesellschaften als auch für die Waldbestände zu, in denen *Pinus nigra*, deren Einförfung auf Maria Theresia zurückgeht, dominiert. Es finden sich aber in diesen Wäldern noch immer Reste des einstigen Laubholzbestandes.

Jüngsten Datums ist die Auffindung von Resten primärer, edaphischer Steppe. Es sind Arten der primären Felsensteppe (vgl. G. WENDELBERGER, 1967, siehe auch Seite 9).

#### IV. Profile und Lage der Profile in der Landschaft

Es wurden insgesamt fünf Profile untersucht. Die Profile 1, 2 und 3 entsprechen Braunen Pararendsinen und liegen auf dem Neunkirchener Schotterkegel, die Profile 4 und 5 entsprechen Dunkelgrauen (Schwarzen) Pararendsinen auf Kalkschotter und liegen auf dem Wöllersdorfer Schotterkegel. Die Braunen Pararendsinen liegen unter Wald, Profil 4 unter einem Trockenrasen und Profil 5 unter Acker. In die Wasserhaushaltsuntersuchungen wurden weitere Standorte, die in der Nähe der fünf Hauptprofile liegen und ihnen auch im Profilaufbau entsprechen, einbezogen. Dies war arbeitstechnisch erforderlich, weil Stellen gesucht werden mußten, die in geringer Entfernung von Wasser lagen. Es sind dies die Standorte  $W_1$  bis  $W_3$ , die im Profilaufbau dem Profil 2 entsprechen, und  $TW_1$  bis  $TW_3$  sowie  $TA_1$  und  $TA_2$ , wobei  $TW_1$  bis  $TW_3$  dem Grünlandprofil 4 und  $TA_1$  und  $TA_2$  dem Ackerprofil 5 gleichzusetzen sind. Die Lage und Position aller Profile ist den Profilbeschreibungen und der beigefügten topographischen Karte 2 zu entnehmen.

Die Braunen und die Dunkelgrauen Pararendsinen unterscheiden sich in ihrer allgemeinen Lage nur unwesentlich. Alle Profile finden sich ca. 6 bis 8 km vom Gebirgsrand entfernt im Beckeninneren. Die Standorte sind eben; allerdings weist die Großform der Schotterkegel eine flachgewölbt-weitgezogene Gestalt auf. Die einzigen pedogenetisch und standortkundlichen Unterschiede bestehen darin, daß die Braunen Pararendsinen auf ca. 320 m Seehöhe und damit um rund 60 m höher liegen als die 14 km weiter nordöstlich gelegenen Dunkelbraunen Pararendsinen und daß das Substrat der Braunen Pararendsinen dem Neunkirchener, jenes der Dunkelgrauen aber dem Wöllersdorfer Schotterkegel entstammt.

Die Bestandesunterschiede sind sekundär; es finden sich sowohl auf den einen wie auf den anderen Pararendsinen Wald und Grünland bzw. Acker. Der Wald entspricht in seiner Holzartenzusammensetzung keineswegs dem ursprünglich vorhandenen Bestand. Dieser kann nach G. WENDELBERGER (1967) als ein *Potentilla-Quercetum* angesprochen werden. Reste dieses ursprünglichen Laubbestandes finden sich auf allen drei bzw. vier Waldstandorten. Es sind dies: *Quercus pubescens*, *Prunus spinosa*, *Rosa spinosa*, *Berberis vulgaris*, *Ligustrum*

vulgare. Als Sekundärzeiger tritt in der Baumschicht *Pinus nigra*, in der Krautschicht vor allem der dichte Rasen von *Bromus erectus* dominierend auf.

Grünland findet sich zum Teil noch in der ursprünglichen Zusammensetzung der primären Trockenrasengesellschaften. Der Standort 4 kann noch als typisch angesprochen werden. Die Hauptbestandbildner sind Arten der primären Felsensteppe: *Stipa pennata*, *Poa badensis*, *Helianthemum canum*, *Globularia cordifolia*, *Teucrium montanum*, *Linum tenuifolium*.

Die fünf Standorte zeigen folgenden Profilaufbau:

**PROFIL 1: Braune Pararendsina**

Lage: Wiener Neustädter Gemeindewaldungen, 30 Meter nördlich der Straße Schwarzau - St. Egyden, Tafel BK.

- A<sub>0</sub> + A 0-12/15 cm, 7,5 YR 3/2-4/2; stark lehmiger Sand, humos, Mull; deutlich mittel- und grobkörnig, stark durchwurzelt; übergehend
- AC 12/15-25/28 cm, 7,5 YR 4/2-5/2; stark lehmiger Sand, stark kiesig-schotterig, schwach humos, Mull; deutlich grobkrümelig und granulär; durchwurzelt und belebt; übergehend
- C<sub>Ca1</sub> 25/28-40/45; lehmiger und schwach lehmiger Sand, starker Kies- und Schotterbesatz, Schotter zum Teil verkrustet; humusfleckig; übergehend
- C<sub>Ca2</sub> ab 40/45 verkitteter Schotter

**PROFIL 2: Braune Pararendsina**

Lage: Wiener Neustädter Gemeindewaldungen, 40 Meter westlich der Straße Schwarzau - St. Egyden, knapp vor der Brücke Kote 323.

- A 0-15 cm, 7,5 YR 3/2-4/2; stark lehmiger Sand, kiesig-schotterig, stark humos, Mull; deutlich krümelig, stark durchwurzelt und belebt; übergehend
- AC 15-25/27 cm, 7,5 YR 4/2-5/2; lehmiger Sand, stark kiesig-schotterig, schwach humos, Mull, deutlich mittelkrümelig und mittelgranulär; stark durchwurzelt und belebt; übergehend
- C 25/27-40 cm verkrustete Rundschotter, lose
- C<sub>Ca</sub> ab 40 cm, verkitteter Schotter

## PROFIL 3: Braune Pararendsina

Lage: Wiener Neustädter Gemeindewaldungen, 30 Meter westlich der Straße Schwarzau - St. Egyden.

- A<sub>1</sub> 0-15 cm, 7,5 YR 3/2-4/2; stark lehmiger Sand, stark kiesig-schotterig, gehäufte Schotterbänder bei 2 und 15 cm Tiefe; humos, Mull; durchwurzelt und belebt; absetzend
- A<sub>2</sub> 15-30 cm, 7,5 YR 3/2-4/2; lehmiger Sand, kiesig-schotterig; schwach humos, Mull; undeutlich grobkrümelig, deutlich grobgranulär; belebt und durchwurzelt; absetzend
- C<sub>Ca</sub> ab 30 cm verkrusteter Rundschotter

## PROFIL 4: Dunkelgraue Pararendsina

Lage: Eggendorf, östlich Wiener Neustädter Kanal, südliche Kote 259.

Kulturart: Grünland

- A<sub>00</sub>+A<sub>0</sub> 2-0 cm Wurzelfilz
- A<sub>1</sub> 0-10 cm, 10 YR 3/1-3/2; lehmiger Sand, schwach kiesig-schotterig, stark humos, Mull; deutlich feinkrümelig, stark durchwurzelt, belebt; übergehend
- AC 10-20 cm, 10 YR 3/2-3/3; lehmiger Sand, kiesig-schotterig, deutlich mittel- und grobkrümelig; stark durchwurzelt und belebt; übergehend
- C ab 20 cm Kies und Schotter

## PROFIL 5: Dunkelgraue Pararendsina

Lage: Eggendorf, östlicher Wiener Neustädter Kanal, südlich Kote 259.

Kulturart: Acker

- A<sub>p</sub> 0-20 cm, 10 YR 3/2-3/3; stark lehmiger Sand, stark kiesig-schotterig, humos, Mull; undeutlich schollig und undeutlich krümelig; stark durchwurzelt, belebt; übergehend
- AC 20-25/30 cm, 10 YR 3/2-3/3; lehmiger Sand, kiesig-schotterig; deutlich mittel- und grobkrümelig; durchwurzelt und belebt; übergehend
- C ab 25/30 cm Kies und Schotter, Feinbodennester an der Oberkante.

Bei allen Profilen beginnt die Verkittung der Schotter erst ab 40/45 cm. Die Schotter darüber tragen wohl zum Teil Kalkkrusten, der Schotter ist aber nicht insgesamt verkittet.

Anmerkung zu PROFIL 3: Das Profil ist anthropogen gestört, die beiden A-Horizonte entsprechen ehemaligen A<sub>p</sub>-Horizonten.

## V. Untersuchung des Muttergesteins

Die unterschiedliche Lage der beiden Pararendsina-Einheiten bzw. ihre strenge Bindung an den Neunkirchener Schotterkegel auf der einen und den Wöllersdorfer Schotterkegel auf der anderen Seite lassen vermuten, daß die Bodenunterschiede substratbedingt sind. Die beiden Flußsysteme, nämlich Schwarza und Pitten auf der einen und Piesting auf der anderen Seite, haben ein verschiedenes Einzugsgebiet und schütten damit petrographisch verschiedenes Sedimentmaterial auf. Während die Piesting ein rein kalkalpines Einzugsgebiet hat und deshalb ein überwiegend karbonatisches Material transportiert, führen die Schwarza und die Pitten silikatische Komponenten aus dem Semmeringfenster und der Grauwackenzone mit sich. Es wurde deshalb eine petrographische Untersuchung der beiden Schotterkegel durchgeführt. Sie erstreckte sich auf die quantitative Bestimmung der Karbonat- und Silikatkomponenten im Schotterkörper, in den Kalkkrusten, im losen Schotter über den Kalkkrusten und in der Bodendecke selbst. Darüber hinaus wurden Bestimmungen der unlöslichen Rückstände (UR), der Alkalien, Erdalkalien, Sesquioxide und des Phosphates in der Karbonatkomponente durchgeführt und schließlich wurden die Fraktionen 200 - 2000  $\mu$  und 50 - 200  $\mu$  auch petrographisch untersucht.

Für die durchgeführten Untersuchungen am Mineralbestand bin ich den Herren Dr. B. SCHWAIGHOFER und Dr. G. RIEDMÜLLER zu großem Dank verpflichtet.

Die Schotter des Wöllersdorfer Schotterkegels weisen tatsächlich ein reines Karbonatspektrum auf; bei der Untersuchung wurde nicht der Wert 100 % Karbonat, sondern der Wert  $> 99$  % verwendet, weil trotz des großen untersuchten Schottervolumens ( $8 \times 0,3 \text{ m}^3$ ) silikatische Sandkomponenten nicht ganz ausgeschlossen werden können. Dagegen ist der Silikatanteil im Schotter der Schwarza-Pitten um rund 3% größer; der Karbonatanteil beträgt hier 96,7 - 97,5 %, wobei sich die einzelnen Entnahmetiefen kaum unterscheiden. Die Silikatkomponenten wurden von Quarzen, grünen Serizitquarziten und einzelnen Forellengneisen dargestellt.

Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Schotterkörper spiegeln

sich auch in der Mineralzusammensetzung des Bodens wider. Die Karbonatkomponente in der Sandfraktion der Grauen Pararendsinen, die auf dem Wöllersdorfer Schotterkegel entwickelt sind, beträgt 99 % des Gesamtbodens. In der Fraktion  $> 200 \mu$  entfallen auf den Karbonatanteil 47 % und in der Fraktion  $50 - 200 \mu$  52 %. Demgegenüber beträgt der Karbonatgehalt der Braunen Pararendsinen auf dem silikatreicheren Schotter der Schwarza-Pitten 70 %.

Der unlösliche Rückstand der Karbonatkomponenten zeigt keine sehr deutlichen Unterschiede. Er liegt in den losen Schottern auf der Kalkkruste zwischen 5-9%. Dabei ist die Streuung in den Schottern des Neunkirchener Schotterkegels größer, als die Unterschiede zwischen den Schottern der beiden Schotterkörper. So wurden in den losen Schwarza-Schottern über der Kalkkruste einmal 9% UR und dann wieder nur 5% UR gefunden. Die analysierten UR-Werte des Wöllersdorfer Schotterkegels liegen mit 7-8 % UR zwischen diesen Werten.

Eine stärkere Differenzierung ergibt sich, wenn man die UR der tieferen Schotterpartien vergleicht. So liegt der UR der Schwarza-Pitten-Schotter bei ca. 7 %, jener der Piesting-Schotter aber bei 3-4 %. Am stärksten aber springt der hohe Silikatanteil der Kittmasse in den Ca-Horizonten des Neunkirchener Schotterkegels in die Augen. Der UR der Kittmasse beträgt 30% und setzt sich vorwiegend aus Quarzsand zusammen; neben Quarz finden sich (vorwiegend grüne) Serizitquarzite und Grünschiefer. Diese Sande weisen zum Teil eine leichte Abrollung auf, zum Teil sind es scharfkantige Bruchstücke.

Der Vergleich der beiden Schotter in Bezug auf die bei der Lösung der Karbonate mittels Salzsäure in Lösung gegangenen Alkali-, Erdalkali-, Sesquioxid- und Phosphatmengen zeigt mit Ausnahme von Magnesium keine bedeutenden Unterschiede. Bei der Auflösung der Piesting-Schotter gehen rund dreimal so hohe Magnesium-Mengen in Lösung wie in den Schwarza-Pitten-Schottern. Darin spiegelt sich der höhere Dolomitanteil des Piesting-Schwemmaterials wider; er äußert sich auch noch im Ionenbelag des Bodensorptionskomplexes.

Die Untersuchung der Sandfraktionen der Böden zeigte, daß sich diese weniger im Mineralspektrum als durch den Anteil der Silikatischen Minerale in den zwei Sandfraktionen  $200-2000 \mu$  und  $50-200 \mu$  unterscheiden. So bestehen 30% der gröberen Sandfraktionen der Braunen Pararendsinen aus Silikatmineralen,

während der Silikatanteil in den Dunkelgrauen nur 1 % der gröberen Sandfraktion ausmacht. In der feineren Sandfraktion (50-200  $\mu$ ) betragen die entsprechenden Werte 20 bzw. 5 %.

In beiden Schottern sind in der gröberen Sandfraktion Quarze (mäßig gerundet und Bruchstücke), daneben Bruchstücke von Chloritschiefer, ferner vereinzelt Hornblende und Granat vorhanden; opake Erze sind massenhaft vertreten, an den Quarzkörnern zeigen sich keine Krusten.

Die feinere Sandfraktion (50-200  $\mu$ ) zeigt folgende Spektren:

**PROFIL 2: Braune Pararendsina (Neunkirchener Schotterkegel)**

**A-Horizont**      Oxydische Erze; Quarz, mit Erdkrusten, zum Teil gut gerundet; sowohl Einzelkörner als auch kleine Gerölle aus Quarzkornaggregaten (aus Quarzit?); Feldspat, schon stark zersetzt, mit Sekundärmineralen gefüllt. Der Karbonatanteil wurde gelöst und daher nicht erfaßt.

**AC-Horizont**      (insgesamt gröber als A-Horizont), wie oben, zusätzlich: einzelne Chloritschuppen; stärkere Anreicherung oxydischer Erze und intensive Umkrustung der übrigen Komponenten.

**PROFIL 4: Dunkelgraue Pararendsina (Wöllersdorfer Schotterkegel)**

**A-Horizont**      wie oben, zusätzlich: Chlorit. Karbonatanteil wie oben nicht erfaßt.

**AC-Horizont**      wie oben, zusätzlich: Hornblende; opake Erze.

Die Untersuchungen zeigen also, daß auf beiden Schotterkörpern dasselbe Grundspektrum vorhanden ist, zu dem fallweise bzw. sehr untergeordnet Chlorite und Hornblenden treten. Qualitative Unterschiede sind demnach nicht vorhanden, wohl aber ist in den Schwarza-Pitten-Schottern eine viel stärkere Häufung der Silikatminerale festzustellen. Zwischen den Silikatkomponenten der Braunen Pararendsina und den Silikatkomponenten der Dunkelgrauen Pararendsina herrscht annähernd ein Verhältnis von 30 : 1.

## VI. Untersuchungsergebnisse

## A) Bodenphysikalische Untersuchungen

1) Textur:

Die Profile weisen in ihrer Korngrößenverteilung eine scharfe Zweigliederung in den 20-30 cm mächtigen Oberboden mit 40-70% Feinerde und in den darunterliegenden feinerdefreien Schotterkörper auf (siehe Tabelle 2). Der Grobanteil steigt von ca. 30% im A- und 60-70% im AC- auf 100% im C-Horizont (Schotterkörper); der ab 30 cm gefundene Feinerdeanteil ist vermutlich auf Bestimmungsfehler zurückzuführen, wobei die Kalkkrusten der Schotteroberkante gelöst und im Korngrößenbereich unter 2 mm bestimmt wurden.

Der Unterschied zwischen den Braunen und Dunkelgrauen Pararendsinen liegt in erster Linie im Anteil der Roh-tonfraktion ( $\varnothing < 0,002$  mm) der Oberböden. Die Braunen Pararendsinen enthalten mit 21-28% um rund 10-15% mehr an Roh-ton als die Dunkelgrauen. In der Schlufffraktion lassen sich keine Unterschiede erkennen; sowohl bei den Braunen als auch bei den Dunkelgrauen Pararendsinen liegt der Schluffanteil zwischen 21 u. 25%. Größere Unterschiede treten wieder in der Staubfraktion (20-50  $\mu$ ) auf. Die Dunkelgrauen Pararendsinen enthalten mit 8-15% um ca. 6-10% mehr an Staub als die Braunen. Dabei fällt auf, daß der Staubgehalt in den AC-Horizonten der Braunen Pararendsinen auf die Hälfte des Gehaltes ihrer A-Horizonte sinkt; sehr deutlich ist dieser Sachverhalt den Profilen 1 und 2 zu entnehmen, nicht aber dem anthropogen gestörten Profil 3.

Keines der untersuchten Profile läßt irgendwelche Zeichen der Durchschlämmung erkennen. Sowohl der Roh-tongehalt als auch der Schluff- und Staubgehalt ist in den A- und AC-Horizonten gleich; zum Teil liegen die entsprechenden Werte der A-Horizonte sogar höher als jene der AC-Horizonte.

Der Texturunterschied zwischen den Braunen und Dunkelgrauen Pararendsinen besteht nun darin, daß in den Dunkelgrauen die Körnung gleichmäßiger über die Fraktionsbereiche verteilt ist. In den Braunen sinkt dagegen der Anteil mittlerer Korngrößen (20-50  $\mu$ ) ab, während die fein- und feinstdispersen Anteile ( $< 20$   $\mu$ ) und die gröberdispersen Gemenge ( $> 50$   $\mu$ ) stärker hervortreten. Auf eine bestimmte Herkunft läßt die Kornverteilungskurve in keinem Fall schließen,

gegenüber typisch-äolischen Sedimenten ist vor allem die Staubfraktion in einem zu geringen Prozentsatz vertreten.

## 2) Struktur und Wasserhaushaltseigenschaften:

Sowohl die Braunen Pararendsinen als auch die Dunkelgrauen Pararendsinen zeigen eine günstige krümelige, zum Teil granuläre Struktur. Beide Subtypen sind hohlraumreich und locker gelagert. Dieser Sachverhalt geht aus den Daten in Tabelle 3 hervor. Dazu muß allerdings vermerkt werden, daß - zufolge des hohen Grobstoffbesatzes und der damit verbundenen Schwierigkeiten bei der Entnahme von Bodenproben in ungestörter Lagerung - nicht alle erforderlichen Kennzahlen ermittelt werden konnten. Vor allem mußte die Bestimmung der Wassergehalts-Saugspannungskurven und der Porengrößenanalyse unterlassen werden. Zur Bestätigung der mit der pF-Apparatur bei Feldkapazität ermittelten Werte (Wassergehalt, Porenanteil, Luftkapazität) wurden Bestimmungen der Feldkapazität im Gelände vorgenommen (siehe Anhang: Angewendete Methoden).

Aus Tabelle 3 sind die an Proben in natürlicher Lagerung ermittelten hohen Gesamtporenvolumina, das geringe Raumgewicht und vor allem die hohe Luftkapazität aller untersuchten Pararendsinen zu entnehmen. Die Raumgewichte bewegen sich zwischen 0,75-0,77 in den A-Horizonten und bei 1,10 in den AC-Horizonten. Sie lassen keine Unterschiede zwischen den beiden Subtypen erkennen. Sehr hoch ist mit 54-71 % das Gesamtporenvolumen, dabei sind die A-Horizonte poröser als die AC-Horizonte. Die Porosität dieser Profile liegt damit in der Größenordnung der viel stärker humosen alpinen Rendsinen (vgl. F.SOLAR, 1969). Der große Unterschied zu jenen besteht aber in der Luftkapazität, die mit 30-44 % in den Steinfeld-Rendsinen enorm hoch ist; in den alpinen Rendsinen findet man nur ein Viertel dieses Wertes. Der große Unterschied in der Durchlüftung ist einer der Gründe für den unterschiedlichen Humusgehalt der alpinen und der Steinfeld-Rendsinen.

Den Daten in Tabelle 4 ist zu entnehmen, daß zum Teil Unterschiede zwischen den mit der pF-Apparatur für die Bestimmung der Luftkapazität und des Wassergehaltes ermittelten Werten und den im Gelände (48 Stunden nach Sättigung der Profile) bestimmten Werten bestehen. Im allgemeinen wurden im Gelände um

8-20 % höhere Luftkapazitäten ermittelt. Dieses Ergebnis wurde erzielt, obwohl die Wassergaben mit 110 mm - 600 mm um das Drei- bis Dreißigfache über der Regenkapazität der Profile lagen. Nur in einzelnen Horizonten ergaben sich übereinstimmende Ergebnisse. Dieser Sachverhalt erklärt sich zum Teil aus der großen allgemeinen Trockenheit zur Zeit des Geländeversuches, wodurch laterales Absaugen des Wassers in benachbarte Flächen, stärkerer Verbrauch durch den Bestand und höhere Verdunstungsverluste bedingt waren.

Die Feldkapazitätswerte wurden mit der pF-Apparatur zu ca. 28 % in den  $A_h$  - und zu ca. 16 % in den AC- bzw. AB-Horizonten ermittelt. Sie liegen damit ebenfalls höher als die im Gelände gefundenen Werte, die mit 15-26 Volumsprozent in den obersten 5-10cm und mit 8-10% in den tieferen Profilpartien bestimmt worden waren.

Diese Werte sind vom bodenwirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen völlig unzureichend, wenn man sie mit der geringen Profilmächtigkeit in Verbindung bringt und die Regenkapazität im Sinne von F. SEKERA (1932) berücksichtigt. Die Regenkapazitätswerte in mm sind den Tabellen 5 und 6 zu entnehmen. Sie zeigen, daß nur zwischen 15 u. 30, maximal aber 45 mm Regen gespeichert werden können. Die Dunkelgrauen Pararendsinen sind also zufolge ihrer geringeren Profilmächtigkeit und der daraus resultierenden Regenkapazität von 13-20 mm trockener Standorte als die Braunen Pararendsinen.

## B) Bodenchemische Untersuchungen

### 1) Bodenreaktion und Kalkgehalt:

Sowohl die Braunen als auch die Dunkelgrauen Rendnsinen reagieren "neutral" bis "schwach alkalisch" (siehe Tabelle 7). Ihre pH-Werte in n-KCl liegen zwischen 7,0 u. 7,3, im Wasser zwischen 7,2 u. 8,0. Die Karbonatwerte beider Böden weisen Unterschiede auf, insbesondere wenn man die  $A_h$ -Horizonte ins Auge faßt. Die  $A_h$ -Horizonte der Profile 1 und 2 bzw. der  $A_{p1}$ -Horizont des Profils 3 weisen Karbonatgehalte von 2,5 bis 5,1 % auf. Diesen Werten stehen 20,6 % bzw. 43,2 % in den  $A_h$ - und  $A_p$ -Horizonten der Profile 4 und 5 gegenüber. Man kann daran den geringeren Kalkgehalt der Braunen Pararendsinen erkennen. An eine Entkalkung in situ kann bei ihnen nicht gedacht werden. Die hohen Karbo-

natgehalte in den darunterfolgenden Horizonten sind auf den höheren Kalksandgehalt des Substrates zurückzuführen. Der höhere Kalkanteil der Dunkelgrauen Pararendsinen drückt sich auch in den etwas höheren Leitfähigkeitswerten von 150-170  $\mu\text{S}$  gegenüber 140  $\mu\text{S}$  aus.

## 2) Organische Substanz des Bodens:

Soweit die Profile nicht anthropogen gestört sind (wie die Profile 3 u. 5), ist auch zu erkennen, daß die Dunkelgrauen Pararendsinen um 4% höhere Humusgehalte in der Krume aufweisen. In den AC-Horizonten sinkt der Humusgehalt generell auf die Hälfte, der Unterschied zwischen den beiden Pararendsinen bleibt aber erhalten.

Ein großer Unterschied besteht im C:N-Verhältnis. Das C:N-Verhältnis der braunen Böden ist mit ca. 17 überraschend weit, viel weiter als jenes der dunkelgrauen, das um 10 liegt. Überraschend ist weiterhin, daß zwischen den  $A_h$ - und den AC-Horizonten nur relativ kleine Unterschiede bestehen. Die Differenzen betragen in den Braunen Pararendsinen 1 bis 2; sie sind damit aber viel größer als in den dunkelgrauen Böden. In diesen besteht, sofern man das Ackerprofil aus dem Vergleich ausschließt, keinerlei Unterschied zwischen dem  $A_h$ - und AC-Horizont.

Dieser Sachverhalt läßt darauf schließen, daß in den Braunen Pararendsinen früher andere Humusanreicherungsbedingungen geherrscht haben als heute. An eine fraktionierte Migration kann hier nicht gedacht werden. Es muß jedoch erwähnt werden, daß die C:N-Verhältnisse je nach Standort stark wechseln; dies gilt insbesondere für die Braunen Pararendsinen (siehe ÖBG-Exkursionsführer 1967, Profil 7 und 9). Dennoch ist das C:N-Verhältnis der Dunkelgrauen immer enger als jenes der Braunen Pararendsinen.

## 3) Die Sorptionsverhältnisse:

Es besteht ein großer Unterschied in der UK zwischen den Braunen und Dunkelgrauen Pararendsinen (siehe Tabelle 8). Während die UK der braunen Böden zwischen 26 und 28 mval% liegt, beträgt sie im ungestörten Profil 4 über 50 mval%. Dieser Unterschied ist in erster Linie auf den Humus zurückzuführen.

Die  $UK_{org.}$  sorbiert lediglich 13–15 mval% in den Braunen, dagegen 30 mval% in den Dunkelgrauen Pararendsinen. Daß der Humus der letzteren Böden sorptionskräftiger ist, zeigt sich auch, wenn man die  $UK_{org.}$  mit der  $UK_{tot.}$  vergleicht. In den Dunkelgrauen Pararendsinen entfallen dann 60 % der gesamten Umtauschkapazität auf den Humus, während der Prozentsatz bei den Braunen nur knapp über 50 % liegt.

Das dominierende Kation ist in beiden Bodengruppen das Calcium<sup>++</sup>, sein Sättigungsgrad beträgt in den Braunen Pararendsinen 84 %, in den Dunkelgrauen 80 %. Beide Böden sind mit austauschbarem Magnesium über das von SCHACHTSCHABEL angegebene Optimum (Magnesium-Sättigungsgrad = 10 %) hinaus angereichert (vgl. P. SCHACHTSCHABEL, 1954). Diese Anreicherung ist in den Dunkelgrauen Pararendsinen mit 17–18 % höher als in den Braunen, in denen der Mg-Sättigungsgrad nur 12–14 % beträgt. Calcium:Magnesium-Verhältnisse von 4–8, wie sie hier vorliegen, sind typisch für Dolomit-Standorte (vgl. S. ALEXANDRIS, 1965). Aus der geringeren Magnesium-Sättigung der Braunen Pararendsinen ist zu ersehen, daß hier das Substrat weniger auf die Bodeneigenschaften Einfluß nimmt als bei den Dunkelgrauen Pararendsinen.

Der Kalisättigungsgrad ist gering; er beträgt rund 1,5 % und zeigt keinerlei Unterschiede zwischen den beiden Böden. Er liegt damit weit unter dem Optimum von 5 % und ist besonders im Hinblick auf das hohe Magnesium-Angebot kritisch, denn das Verhältnis zwischen Mg und K liegt mit 9:1 bis 15:1 ebenfalls weit vom Optimum entfernt. Dabei ist die Kaliversorgung in den Dunkelgrauen Pararendsinen kritischer zu beurteilen als in den Braunen.

Um den Kali-Sättigungsgrad auf den optimalen Wert von 5 % zu bringen, müßten auf den Braunen Pararendsinen 100 mg% und auf den Dunkelgrauen Pararendsinen 65 mg% Kali, das sind 2205 bzw. 1395 kg  $K_2O$ /ha gedüngt werden. Diese hohen Werte resultieren aus der hohen Kali-Fixierungsrate. Tabelle 9 ist zu entnehmen, daß die hohen Kali-Fixierungsraten bei der geringsten zugesetzten Kalimenge von 16,8 mg% Kali, das sind 300 kg  $K_2O$ /ha, ca. 90 % bei den Braunen und nur ca. 37 % bei den Dunkelgrauen Pararendsinen betragen. Die Fixierungsraten nehmen bei steigender Kalizugabe in den Braunen Pararendsinen stärker ab als in den Dunkelgrauen. Bei der Aufwendung von 250 mg% Kali, das sind 4.500 kg

$K_2O$ /ha, erfolgt dann der große Sprung auf 35 %. Dagegen steigt zunächst bei steigender Kali-Zugabe die Fixierungsrate der Dunkelgrauen Pararendsinen geringfügig. Deutliche Abnahmen stellen sich ebenfalls erst bei der Kali-Zugabe von 4500 kg  $K_2O$ /ha ein; sie sind aber kleiner als in den Braunen Pararendsinen und betragen maximal 10 %.

Die Beziehung zwischen der Kali-Zugabe und der Fixierung läßt sich durch Regressionsgleichungen zweiten Grades beschreiben (vgl. A. MUDRA, 1958). Die mit steigender Kali-Zugabe stärker steigende Fixierung bei den Braunen Pararendsinen läßt sich aus dem steileren Anstieg der Regressionskurven deutlich ablesen (siehe Abbildung 1 und 2). Der lineare Regressionsfaktor beträgt bei den Braunen 0,8 und bei den Dunkelgrauen Pararendsinen 0,46. Das stärkere Absinken der Fixierungsrate mit steigender Kali-Zugabe, das heißt die stärkere Krümmung der Regressionskurve der Braunen Pararendsinen, erkennt man am größeren negativen quadratischen Regressionskoeffizienten.

#### 4) Die Sesquioxiddynamik:

Die Sesquioxiddynamik wurde an Hand von Daten, die aus den Wasser-, n-Ammonazetat-,  $0,5n H_2SO_4$ -, Na-Dithionit- und  $0,5n-NaOH$ -Auszügen gewonnen wurden, geprüft. Das gesamte freie Eisen und Mangan sowie Aluminium werden durch die in Na-Dithionit bzw. NaOH löslichen Mengen repräsentiert. Bei Vergleich der beiden Pararendsinen ist zu erkennen, daß der Gesamtgehalt an freien Sesquioxiden in den Dunkelgrauen Pararendsinen höher ist als in den Braunen. So bewegen sich die Aluminium-Werte der  $A_n$ -Horizonte Dunkelgrauer Pararendsinen zwischen 407-412 mval%, jene der Braunen aber nur zwischen 298 und 340 mval%. Die entsprechenden Eisen-Werte betragen - unter Einbeziehung von Profil 5 - 174-235 mval% bzw. 105-164 mval%, die entsprechenden Mangan-Werte 18-23 mval% bzw. 10-19 mval%.

Die stärkere Freisetzung der Sesquioxyde in den Dunkelgrauen Pararendsinen bei gleichzeitig höheren Kalkgehalten kann nur durch die Wirkung der organischen Substanz erklärt werden (Chelatbildung; vgl. R. PRIBIL, 1963, G. SCHWARZENBACH und FLASCHKA, 1965). Dieser Sachverhalt wird durch die Verteilung der Sesquioxyde im gesamten Profil unterstrichen. Nach unten hin nimmt

- abgesehen vom anthropogen gestörten Profil 3.- der Sesquioxidgehalt ab. Dabei ist es interessant, daß in den AC-Horizonten die Aluminiumgehalte sowohl der Braunen als auch der Dunkelgrauen Pararendsinen in etwa der gleichen Größenordnung, nämlich zwischen 89 u. 120 mval% bei den Braunen und um 130 mval% bei den Dunkelgrauen, liegen. Dagegen sind diese Horizonte nach dem Eisen- und Mangangehalt deutlich differenziert.

Am prozentuellen Anteil der einzelnen Sesquioxyde an der Summe der gesamten freien Sesquioxyde (Aluminium + Eisen + Mangan) erkennt man, daß der Aluminium-Anteil im  $A_h$ -Horizont zwischen 60 u. 70 % und der Eisen-Anteil zwischen 22 u. 35% liegt. Der höhere Aluminium-Anteil in den Braunen Pararendsinen ist deutlich zu erkennen. In den AC-Horizonten kehrt sich dann das Verhältnis um; dort sinkt der Aluminium-Anteil auf 37-46 %, während der Eisen-Anteil auf über 50% steigt. Der Aluminium-Abfall ist in den beiden Pararendsinen annähernd gleich.

Noch deutlicher werden die unterschiedlichen Freisetzungsbedingungen für Aluminium und Eisen, wenn man das Verhältnis der indizierenden Anteile beider Sesquioxyde ins Auge faßt. Während nämlich der Aluminium-Anteil an den gesamten freien Sesquioxyden der  $A_h$ -Horizonte 67-74 % in den Braunen Pararendsinen beträgt, liegt er in den Dunkelgrauen bei rund 44 %. Interessanterweise sinkt auch in den AC-Horizonten der Aluminiumanteil viel stärker ab, nämlich auf 19 %, während er in den Braunen bei 32-37 % liegt:

Aus den Abbildungen 7, 8, 9 und 10 ist die Verteilung der indizierenden Sesquioxyde in den Profilen zu entnehmen. Hier besitzt das Eisen nicht mehr in den  $A_h$ -, sondern in den AC-Horizonten ein Maximum. Dabei ist das AC-Maximum im Profil der Braunen Pararendsina betonter, das heißt, die Zunahme gegenüber dem  $A_h$ -Horizont ist schärfer als im dunkelgrauen Profil. Dagegen verhält sich die indizierende Fraktion des Aluminiums und Mangans nicht anders als die gesamte freie, das heißt, beide besitzen nach wie vor ein Maximum in den  $A_h$ -Horizonten.

Von den freien Sesquioxyden sind nur Spuren bzw. Bruchteile austauschbar. Aluminium konnte im Ammonazetatauszug nur in Spuren nachgewiesen werden. Eisen läßt sich in einem Umfang von 2-3 mval% nachweisen. Wiederum zeigt

es sich, daß die Dunkelgrauen Pararendsinen auch in dieser leichtlöslichen Fraktion reicher sind als die Braunen. In den AC-Horizonten geht der Eisengehalt auf ca. die Hälfte zurück.

Interessanterweise läßt sich die Bioakkumulation der austauschbaren Mangan-Fraktion in den Braunen Pararendsinen kaum nachweisen, die Mangan-gehalt-Unterschiede zwischen den  $A_h$ - und AC-Horizonten sind zu gering. Dagegen ist die Bioakkumulation in der Dunkelgrauen Pararendsina mit einer Differenz von 1 mval% noch sehr deutlich.

Diese Verteilung der Sesquioxide, die in großen Zügen der Verteilung der gesamten freien Sesquioxide folgt, läßt erkennen, daß die Hauptfreisetzung in den humösen  $A_h$ -Horizonten erfolgt. Von diesen freien Sesquioxiden beteiligen sich aber nur noch Bruchteile an den Austauschvorgängen, der Rest wird (konkretionär) festgelegt. Die Festlegung erfolgt so, daß die leichtlöslichen Fraktionen das gleiche Verteilungsbild ergeben wie die gesamten freien Sesquioxide. Lediglich das indizierende Eisen zeigt ein abweichendes Verhalten. Es kann zunächst nicht geklärt werden, warum vom geringeren gesamten freien Eisenanteil des AC-Horizontes mehr in  $H_2SO_4$  löslich ist als in den gesamteisenreicheren  $A_h$ -Horizonten. Es kann mit der erhöhten Flockung in den  $A_h$ -Horizonten nur bedingt erklärt werden. Dafür sprechen zwei Gründe: dieser Sachverhalt wiederholt sich nicht in der austauschbaren Fraktion und er ist auch beim bedeutend flockungsempfindlicheren Aluminium (vgl. G. HUSZ und F. SOLAR, 1966) nicht feststellbar. Aus den genannten zwei Gründen kann auch eine Eisenperkolation ausgeschlossen werden.

##### 5) Phosphatfraktionen und Phosphatdynamik:

Hierüber informieren die Daten in Tabelle 11. Dieser ist zu entnehmen, daß der Gesamtphosphatgehalt der Proben zwischen 210 mg% u. 410 mg%  $P_2O_5$  in den  $A_h$ -Horizonten und zwischen 210 u. 220 mg% in den AC-Horizonten liegt. Die  $A_h$ -Horizonte der Dunkelgrauen Pararendsinen sind mit 300 - 400 mg% deutlich phosphatreicher als die der Braunen, deren Phosphatgehalt bei 210-230 mg% liegt. Dieser Unterschied reduziert sich in den AC-Horizonten: die Phosphatgehalte der Dunkelgrauen Pararendsinen liegen in diesen bei 219-228 mg%, jene der Braunen aber bei 209-219 mg%.

Aus diesem Sachverhalt kann man zweierlei ablesen. Die geringen Unterschiede in den AC-Horizonten zeigen nur unbedeutende Substratunterschiede auf. Die großen Differenzen in den A-Horizonten müssen daher weitgehend durch die organische Substanz bedingt sein, deren chemische Zusammensetzung auf die Unterschiede im Pflanzenbestand zurückzuführen sind.

Sehr deutlich unterscheiden sich die beiden Einheiten auch am Anteil, den das "organische" Phosphat am Gesamtphosphat hat. In den Krumen der Braunen Pararendsinen entfallen 43-44 % auf die organische Fraktion und in den AC-Horizonten 42-46 %, die entsprechenden Werte der Dunkelgrauen liegen dagegen bei 55 bzw. 43 %. Es sind also die Krumen der dunkelgrauen Einheit reicher an organischem Phosphat, wobei dieser Unterschied dann in den AC-Horizonten verschwindet. Dieser Sachverhalt steht auch im Einklang mit dem Humuswert und der Humusverteilung in den beiden Pararendsinen.

Von den relativ hohen Phosphatgehalten ist nur ein geringer Teil pflanzenverfügbar. Die Ammonlaktatessigsäure-Methode erwies sich unter den zur Bestimmung des verfügbaren Phosphats bekannten Methoden am extraktionskräftigsten. Es wurden mit diesem Extraktionsmittel 1,9-2,7 mg%  $P_2O_5$  extrahiert. Dabei konnten zwischen den beiden Einheiten keinerlei Unterschiede festgestellt werden. Wohl aber zeigte sich bei allen Profilen ohne Unterschied in den AC-Horizonten eine leichte Zunahme von 0,1-0,6 mg%  $P_2O_5$  gegenüber den Krumen.

Die Calciumphosphat-Fraktion bildet die Hauptmasse des anorganischen Phosphats. Auf sie entfallen in den Krumen 16-22%, in den AC-Horizonten 16-20% des Gesamtphosphates. Dabei erweisen sich überraschenderweise die karbonatärmeren braunen Böden als reicher an Calciumphosphat als die dunkelgrauen. Dies gilt vor allem für die Krumen, in denen der Anteil des Calciumphosphates zwischen 21 u. 22% in den Braunen, zwischen 16 u. 20% in den Dunkelgrauen Pararendsinen schwankt. In den AC-Horizonten erreichen zwar auch die Braunen Pararendsinen höhere Maximalwerte, die Dunkelgrauen zeigen aber eine geringe Streuung und massieren sich zwischen 17 u. 18 %.

Aus dem gegenüber den AC-Horizonten höheren Calciumphosphatgehalt der Krumen läßt sich eine ähnliche Folgerung ableiten, wie sie schon im Zusammenhang mit dem Gesamtphosphat und dem organischen Phosphat getroffen wurde.

Man kann daraus nämlich schließen, daß im Verlauf der Bioakkumulation des Phosphates auch eine Umverteilung der Fraktionen zugunsten des Calciumphosphates erfolgt. Das aber bedeutet, daß die Pedogenese aus einer der Phosphatreserven des den Boden unterlagernden Gesteins schöpft; dies gilt auf Grund des vorliegenden Zahlenmaterials besonders für die Braunen Pararendsinen.

Auf Aluminium- und Eisenphosphat entfallen rund 17-20 % des Gesamtphosphates. Hinsichtlich der Verteilung des einen oder anderen auf die beiden Pararendsineneinheiten besteht keine einheitliche Linie. Zwar dominiert in den Krümen der Braunen Pararendsinen das Aluminiumphosphat mit ca. 10 % gegenüber dem Eisenphosphat mit 8%, in den Krümen der Dunkelgrauen Pararendsinen aber überwiegt das Eisenphosphat mit 9-12 % gegenüber 9 % in den Braunen Pararendsinen. Dagegen weisen die AC-Horizonte der Braunen Pararendsinen mit 10% um ca. 1 % mehr an Eisenphosphat auf als die Dunkelgrauen Pararendsinen. Zwischen den AC-Horizonten der beiden Einheiten bestehen im Hinblick auf den Gehalt an Aluminiumphosphat keine Unterschiede; er ist mit ca. 8% in beiden gleich.

Diese Verteilung läßt sich mit der Verteilung der indizierenden Aluminium- und Eisen-Fraktionen in Beziehung setzen, und zwar dann, wenn diese in Prozenten der gesamten freien Sesquioxyde ausgedrückt werden. In den Krümen der Braunen Pararendsinen, in denen das Aluminiumphosphat überwiegt, liegt der Anteil des indizierenden Eisens bei 9-10 %, während er in den Krümen der dunkelgrauen Einheit, die höhere Eisenphosphatgehalte aufweist, auf 21 % ansteigt. Der Anteil des indizierenden Aluminiums am gesamten freien Aluminium liegt sowohl in den Braunen als auch in den Dunkelgrauen Pararendsinen unterschiedslos bei 10%. Daher läßt sich die Verteilung des Phosphates auf die beiden Sesquioxydfractionen allein durch den Anteil des indizierenden Eisens am gesamten freien Eisen erklären, und zwar besonders gut in den Krümen: das Eisenphosphat dominiert dort, wo der Anteil des indizierenden Eisens am gesamten freien Eisen jenen des indizierenden Aluminiums am gesamten freien Aluminium etwa um die Hälfte überschreitet. Die letzte Ursache für die Verteilung der Fraktionen ist aber schließlich in der höheren Flockungsempfindlichkeit des Eisens in den Braunen Pararendsinen zu suchen. In diesen ist die Löslichkeit des freigesetzten Eisens (gesamtfreies Eisen) stärker reduziert als in den humusreichen Dunkelgrauen Pararendsinen.

Bei Beginn der konkretionären Festlegung und Umwandlung der Aluminiumphosphate und der Eisenphosphate in okkludierte Formen beginnt sich der Überschuß des gesamten freien Aluminiums voll auszuwirken. Unter den okkludierten Phosphaten dominiert in beiden Einheiten, und zwar sowohl in den Krümen als auch in den AC-Horizonten, das Aluminiumphosphat; es beträgt 8-14 % des Gesamtphosphates gegenüber 4,5-12 % Eisenphosphat.

Es ist interessant festzustellen, daß die Okklusion der beiden Sesquioxidphosphate in den AC-Horizonten größer ist als in den Krümen. Dies ist offensichtlich auf höhere biologische Aktivität der Krume, und zwar trotz stärkerer Austrocknung, zurückzuführen. Dabei ist der Anstieg der okkludierten Fraktionen in den Dunkelgrauen Pararendsinen etwas größer als in den Braunen. Der Anteil der okkludierten Fraktionen in den Dunkelgrauen Pararendsinen übersteigt jenen in den Braunen um 1-3 %. Offensichtlich ist hier die Sesquioxidfreesetzung größer als die Potenz des Bodens, diese Mengen in leichtlöslichem Zustand zu erhalten.

Trotz der relativ hohen Gesamtphosphatwerte fixieren beide Einheiten noch sehr hohe Mengen an Phosphat (siehe Tabelle 10). Der Umfang der Fixierung hängt dabei von der Behandlungsmethode ab, wobei sich am ausschlaggebendsten die zugesetzte Düngermenge auswirkt. Erst bei Zusatz von 200 mg%  $P_2O_5$ , das sind 3600 kg  $P_2O_5$ /ha, wird die Fixierkapazität abgesättigt. Von dieser Menge werden 84-110 mg%  $P_2O_5$ , das sind 42-55% fixiert, wobei die Braunen Pararendsinen stärker als die Dunkelgrauen fixieren. Mit dieser Fixierungsrate ist etwa das Maximum der Fixierung erreicht.

Bei geringeren Zugaben erhöht sich die Fixierungsrate bis auf 90%. Dabei kann die Beobachtung gemacht werden, daß nicht bei der kleinsten gewählten Zugabe, sondern bei einer Zugabe von 100mg% die maximale Fixierungsrate liegt. Sie ist mit 91,2% in den Braunen Pararendsinen um ca. 12% höher als in den Dunkelgrauen. Bei Zugaben von 12,5 mg%, das sind 225 kg  $P_2O_5$ /ha, sinkt die Fixierungsrate auf 10,8 mg% oder 88% der Zugabe bei den Braunen und auf 9 mg% oder 72% bei den Dunkelgrauen Pararendsinen.

Dies hat im Hinblick auf die Düngungsmaßnahmen verschiedene Konsequenzen. Zunächst wohl die, daß an eine Aufdüngung keinesfalls gedacht werden

kann. Selbst bei unrealistisch hohen Düngergaben muß mit einer Fixierungsrate von 50 % gerechnet werden. Um die pflanzenverfügbaren  $P_2O_5$ -Gehalte auf mittlere Werte um 10 mg% zu bringen, müßten unter Beachtung der Fixierungsraten ca. 90–100 mg%  $P_2O_5$ /ha gedüngt werden. Aber auch diese Erhöhung hätte vermutlich nur vorübergehenden Charakter. Im Endresultat muß trotz niedriger freier Enthalpie der Sesquioxiddphosphate (vgl. B. ULRICH, 1961) mit einer Erhöhung der Calciumphosphat- und der organischen Phosphat-Fraktion gerechnet werden. In diese Richtung weist die biogen bedingte Umgruppierung, wie sie oben erwähnt wurde; im weiteren kann nur der Calcium-Überschuß erklären, warum die Sesquioxiddphosphate gegenüber dem Ausgangspunkt etwas abgebaut werden.

Alle diese Überlegungen führen zu der Folgerung, daß auch Phosphatdünger am besten in wiederholten Gaben zu verabreichen sind. Bei Verwendung leichtlöslicher Phosphate wäre auch an eine Umgehung der Herbstdüngung zu denken. Damit könnte die feuchte Winterperiode mit der beim darauffolgenden Abtrocknen verstärkten Fixierung umgangen werden (vgl. auch F. SOLAR, 1967).

#### 6) Fraktionierte Erfassung der Mineralnährstoffe:

In Ergänzung zu den schon besprochenen Untersuchungen wurden die verschiedenen Mineralnährstoffe mit verschiedenen Lösungsmitteln extrahiert. Als Extraktionsmittel wurden Wasser, n-Ammonazetat-Lösung, n-Salzsäure und 25 %ige Salzsäure verwendet. Damit sollte vor allem geklärt werden, welches Verhältnis zwischen den austauschbaren Nährstoffen, besonders den Alkalien und Erdalkalien und ihren schwerer löslichen "Reserven" besteht.

Den Tabellen 12, 13 und 14 ist zu entnehmen, daß der Großteil der "Reserven" in n-Salzsäure löslich ist. Dies erfolgt dabei in einem solchen Umfang, daß die verbleibenden und in 25 %iger Salzsäure löslichen Reste der "Reserven" kleiner sind als jene, die zwar nicht austauschbar, wohl aber in nHCl löslich sind.

Um diesen Sachverhalt deutlicher ausdrücken zu können, wurden zwei Differenzen gebildet, und zwar einerseits zwischen den austauschbaren und den in nHCl löslichen Nährstoffen und andererseits zwischen den in nHCl und in 25 %iger Salzsäure löslichen Nährstoffen; diese Differenzen wurden in Prozent

jener Menge ausgedrückt, die im jeweils schwächeren Extraktionsmittel extrahiert wurde.

Den Tabellen 14 und 15 ist zu entnehmen, daß zuerst die Mangan-Reserven in großem Umfang gelöst werden. Durch nHCl wird die 15-fache Menge an austauschbarem Mangan der Krumen und das 110-fache des austauschbaren Mangans der AC-Horizonte löslich. Dagegen sind die entsprechenden Werte des Calciums um ca. das 5,5-fache bzw. das 5,2-fache und jene des Natriums das 3-fache bzw. das 6,8-fache kleiner. Dem Löslichkeitsverhalten des Mangans sehr ähnlich ist aber das Löslichkeitsverhalten des Phosphates; die entsprechenden Werte sind das 18-fache und das 22-fache.

Den Differenzen zwischen den Extraktionswerten in n-Salzsäure und 25 %iger Salzsäure ist zu entnehmen, daß auch die Abnahme der Löslichkeit bei Mangan und  $P_2O_5$  kleiner ist als der Abfall der Löslichkeit der übrigen Nährstoffe. Er beträgt in den  $A_h$ -Horizonten bezogen auf Mangan das 3,4-fache, bezogen auf  $P_2O_5$  das 3,5-fache, und in den AC-Horizonten bezogen auf Mangan das 8,2-fache und bezogen auf  $P_2O_5$  das 1,7-fache. Demgegenüber betragen die entsprechenden Werte beim Calcium das 15-fache bzw. das 13,5-fache, beim Natrium das 3,9-fache bzw. das 6,6-fache und beim Mangan das 4,5-fache bzw. das 4,7-fache. Das bedeutet, daß das Mangan und die Phosphorsäure gleichmäßiger auf die beiden "Reservefraktionen" verteilt sind als die übrigen Elemente.

Eine Ausnahme hievon bilden Kali und Eisen. Die Gehalte an austauschbarem Kali sind nämlich größer als die Summe der beiden Reservefraktionen; in nHCl lösen sich zusätzlich zum austauschbaren Kali nur 46 %. Dieser Umstand ist im Hinblick auf die hohen Kali-Fixierungsraten zunächst erstaunlich. Er läßt sich nur durch das bestehende Gleichgewicht zwischen der Entnahme durch die Pflanzen und der Kali-Rückführung durch den Bestandesabfall erklären. Sobald dieses Gleichgewicht durch Düngungsmaßnahmen verschoben und über das augenblickliche Maß des Verbrauches hinaus gedüngt wird, erfolgt eine Festlegung. Dies ist tatsächlich im Ackerprofil 5 zu beobachten. In diesem ist die Summe der Reservefraktionen um 44 % größer als der Gehalt an austauschbarem Kali. Aus dem Umstand, daß zwischen dem ungedüngten Grünlandprofil 4 und dem gedüngtem Ackerprofil 5 nur in der nHCl-, nicht aber in der 25 %igen-HCl-Fraktion ein

Unterschied besteht, ist zu ersehen, daß die festgelegten Mengen mit  $\text{NHCl}$  quantitativ erfaßt werden. Das festgelegte Kali wandert also in die  $\text{nHCl}$ -Fraktion.

In diesem Zusammenhang muß das von der erwähnten allgemeinen Verteilung abweichende Löslichkeitsverhalten des Phosphates im Ackerprofil 5 Erwähnung finden. In diesem Ackerprofil überwiegt nämlich nicht die  $\text{nHCl}$ -Fraktion, sondern die 25 %- $\text{HCl}$ -Fraktion, im benachbarten Trockenrasenprofil 4 ist dagegen die übliche Verteilung festzustellen. Das bedeutet, daß bei Düngung und Ackernutzung das Phosphat stärker festgelegt wird als das Kali. Ein Blick auf Tabelle 11 zeigt, daß Profil 5 gegenüber Profil 4 um 4 % reicher an Sesquioxidphosphaten ist. Die geringe Phosphat-Löslichkeit ist daher auf die Bildung der Sesquioxidphosphate zurückzuführen.

Die zweite Ursache, weshalb das Löslichkeitsverhalten im Ackerprofil vom Verhalten der übrigen Mineralnährstoffe zum Teil abweicht, ist das Eisen. Die verstärkte Flockung des Eisens in den Krumen der Braunen Pararendsinen hat dazu geführt, daß in diesen auf die 25 %- $\text{HCl}$ -Fraktion nur ca. um das 1,1fache mehr an Eisen entfällt als auf die  $\text{nHCl}$ -Fraktion. In den AC-Horizonten und in den Profilen der Dunkelgrauen Pararendsina aber ist die normale, schon erwähnte Verteilung vorhanden.

#### 7) Vergleichende Charakteristik der beiden Pararendsinen:

Um weitere genetische Aussagen über die untersuchten Pararendsinen machen zu können, ist es notwendig, die bisherigen Feststellungen zusammenzufassen und übersichtlich gegenüberzustellen.

Die Substrate der beiden Pararendsinen, die Schotter der Pitten-Schwarza einerseits und die der Piesting andererseits, unterscheiden sich, wie schon dargelegt, in erster Linie durch ihren Silikatanteil.

Ein weiterer Unterschied wurde in der Korngrößenverteilung festgestellt. Die Braunen Pararendsinen haben um 10-15 % mehr an Rohton und etwas weniger an Staub als die Dunkelgrauen; demzufolge sind die Korngrößenanteile in den Dunkelgrauen Pararendsinen gleichmäßiger auf die einzelnen Fraktionen aufgeteilt als in den Braunen Pararendsinen.

Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß die Braunen Pararendsinen

mit ca. 8-15 % Staub um annähernd 6-10 % weniger an Staub enthalten als die Dunkelbraunen Pararendsinen.

Ein maßgeblicher, die gesamte Dynamik bestimmender Unterschied liegt im Humusgehalt: die Braunen Pararendsinen haben um ca. 4 % weniger an Humus als die Dunkelgrauen. Neben dem Humusgehalt hat aber auch die Humusart Einfluß auf die Dynamik. Die beiden Pararendsinaeinheiten unterscheiden sich durch das C:N-Verhältnis: jenes der Braunen Pararendsinen ist (unter Wald) weiter als das der Dunkelgrauen (unter Trockenrasen und Acker).

Daraus resultierende Unterschiede zeigen sich in der UK. Diese ist mit über 50 mval% in den Dunkelgrauen Pararendsinen um ca. 23 mval% größer als in den Braunen. Auch die  $UK_{org}$  ist in den Dunkelgrauen Pararendsinen größer; sie beträgt hier über 60 % der  $UK_{tot}$ , in den Braunen aber liegt sie bei 50 % der  $UK_{tot}$ . Allerdings tauscht die organische Substanz der Braunen Pararendsinen relativ stärker ein. Dies erkennt man daran, daß der Humusgehalt der Braunen Pararendsina nur rund 70 % des Humusgehaltes der Dunkelgrauen beträgt, die  $UK_{org}$  der Braunen Pararendsinen aber ca. 80 % der  $UK_{org}$  der Dunkelgrauen beträgt.

Aus den höheren Humuswerten der Dunkelgrauen Pararendsina resultieren auch höhere Gehalte an organischem Phosphat; diese betragen in den Braunen Pararendsinen 43-46 %, während sie in den  $A_h$ -Horizonten der Dunkelgrauen um über 10 % höher sind. Es bestehen zwar auch Unterschiede im Gesamtphosphatgehalt der Krumen, diese sind aber sicherlich weitgehend bestandesbedingt und daher in der Sicht der Initialgenese ebenfalls sekundär.

Auch der unterschiedliche Gehalt und die unterschiedliche Verteilung der Sesquioxyde muß als Folge der verschiedenen Humusgehalte gelten. Diese bedingen in den Dunkelgrauen Pararendsinen höhere Gehalte an gesamtfreien Sesquioxyden: die Unterschiede im Gehalt an gesamtem freiem Aluminium betragen 37 %, an gesamtem freiem Eisen 90 % und an gesamtem freiem Mangan 70 %, dabei sind die Aluminium-Unterschiede auf die Krumen beschränkt, während die Eisen- und Mangan-Unterschiede auch in den AC-Horizonten auftreten.

Die beiden Pararendsinen unterscheiden sich weiterhin dadurch, daß in den Krumen der Braunen der Anteil des Aluminiums an der Summe der gesamt-

freien Sesquioxyde mit 69-74 % um über 10 % größer ist als in den Dunkelgrauen. In den Braunen Pararendsinen sind daher die Aluminium-Freisetzungsbedingungen etwas günstiger als die Eisen-Freisetzungsbedingungen. In den Braunen Pararendsinen ist auch die Festlegung des freigesetzten Eisens größer als in den Dunkelgrauen Pararendsinen. Diesen Sachverhalt erkennt man daran, daß der Anteil des indizierenden Eisens am gesamten freien Eisen in den Krumen dieser braunen Böden nur 8-10 %, in den dunkelgrauen aber - abgesehen vom Ackerprofil 5 - 21 % beträgt. Der Humus der Braunen Pararendsinen hat daher nicht allein eine geringere Mobilisierungswirkung auf die Sesquioxyde, er ist darüber hinaus auch in geringerem Maße zur "Schutzkolloidwirkung" befähigt; dies trifft insbesondere auf das Eisen zu.

Diese Verhältnisse spiegeln sich - nun abgesehen von den thermodynamischen Überlegungen hinsichtlich des unterschiedlichen Energiegehaltes der Verbindungen - auch in der Verteilung des Phosphates auf die beiden Sesquioxyde. Die Krumen der Braunen Pararendsinen sind reicher an Aluminium-Phosphat als an Eisen-Phosphat (Differenz ca. 1 % des Gesamtphosphates), während die Dunkelgrauen Pararendsinen an Eisen-Phosphat reicher sind (Differenz ca. 3 % des  $P_{tot}$ ). Spiegelbilder der erwähnten Verhältnisse sind aber auch der Gesamtgehalt okkludierter Phosphate und deren Verteilung auf die beiden Sesquioxydfractionen. Die Braunen Pararendsinen enthalten in den Krumen um 1-2 % mehr, in den AC-Horizonten aber um mindestens 6 % weniger an okkludierten Phosphaten als die Dunkelgrauen Pararendsinen. Die dem thermodynamischen Energiekonzept entsprechende Phosphatverteilung mit dem Maximum in der Aluminium-Phosphat-Fraktion stellt sich erst bei Okklusion der Phosphate ein. Deshalb bestehen im Hinblick auf die okkludierten Phosphate auch nur graduelle Unterschiede zwischen den Pararendsinen. Wesentlich ist, daß nunmehr die Dunkelgraue Pararendsina reicher an okkludiertem Aluminium-Phosphat ist als die Braune Pararendsina; im Vergleich zu den bestehenden Unterschieden zwischen den beiden Böden im Bereich der nicht okkludierten Sesquioxydphosphate baut die Dunkelgraue Pararendsina im Bereich der okkludierten Phosphate nicht allein ihren Eisen-Phosphatüberhang ab, sie baut darüber hinaus auch noch einen Aluminium-Phosphatüberhang gegenüber der Braunen Pararendsina aus.

Unter natürlichen Bedingungen, das heißt dort, wo keine Düngungsmaßnahmen erfolgen, erfolgt in der Braunen Pararendsina eine Umfraktionierung; in ihr ist der Calcium-Phosphat-Gehalt (ausgedrückt in % des  $P_{\text{tot}}$ ) trotz geringerer Karbonatgehalte größer als in der Dunkelgrauen. Dieser Sachverhalt folgt nicht den allgemeinen Überlegungen hinsichtlich der Begünstigung jener Fraktionen mit dem geringsten Energiegehalt (Aluminium-Phosphat, Eisen-Phosphat), er läßt sich daher nur durch die Phosphat-Mobilisierung durch den Bestand und die nachfolgende Überführung in jene Fraktion, die zufolge der Kationen-Mengenverhältnisse die größte Bildungswahrscheinlichkeit besitzt, erklären. Die Fraktion, die auf Grund des Verhältnisses Aluminium:Eisen:Calcium die größte Bildungswahrscheinlichkeit besitzt, ist eben Calcium. Diese Umfraktionierungstendenz bleibt solange erhalten, als kein das eingespielte Gleichgewicht störender Eingriff erfolgt. Als ein derartiger Eingriff muß die Düngung gelten, denn nach erfolgter Düngung erhöht sich der Anteil der Sesquioxiddphosphate.

Auch hinsichtlich der Belegung des Sorptionskomplexes bestehen zwischen den beiden Einheiten deutliche Unterschiede. Dies drückt sich in erster Linie im Magnesium-Sättigungsgrad aus. Er liegt an sich in beiden Einheiten über dem Optimum. Die Dunkelgrauen Pararendsinen zeigen Sättigungsgrade von 17 bis 18% und haben damit eine um 4-5% höhere Magnesium-Belegung als die Braunen. Daraus folgt auch, daß die Kali-Versorgung trotz gleicher Kali-Absolutwerte auf den Dunkelgrauen Pararendsinen kritischer zu beurteilen ist als auf den Braunen.

Die beiden Einheiten werden bei Düngung verschiedenes Verhalten zeigen. Die Braunen Pararendsinen fixieren mehr Phosphat und mehr Kali als die Dunkelgrauen. Die Phosphat-Fixierungsraten betragen (bei 100 mg% Phosphat-Zugabe) 91% in den Braunen Pararendsinen und um 11% weniger in den Dunkelgrauen; die Kali-Fixierungsraten der Braunen Pararendsinen liegen bei 62%, jene der Dunkelgrauen aber nur bei 32%. Demzufolge unterscheiden sich die beiden Einheiten stärker durch die Phosphat- als durch die Kali-Fixierung. Die höhere Phosphat-Fixierung der Braunen Pararendsinen ist sowohl auf ihre höheren Rohtongehalte als auch auf die geringere Mobilität ihrer Sesquioxyde, vor allem des Eisens, zurückzuführen. Auch die höhere Kali-Fixierung beruht auf dem

höheren Rohtongehalt der Braunen Pararendsinen. Interessanterweise wirkt er sich aber auf das Kali weniger stark aus als auf das Phosphat; daher muß bei der Festlegung mit einer großen Konkurrenz zwischen der organischen Substanz und dem Rohton gerechnet werden.

### C) Schlußfolgerungen für die Genese der Steinfeld-Pararendsina

Wie schon dargelegt, liegen die Braunen Pararendsinen ausschließlich auf dem Neunkirchener Schotterkegel, während die Dunkelgrauen Pararendsinen vorwiegend auf dem Wöllersdorfer Schotterkegel, aber auch auf jungen Sedimenten entlang des Kehrbaches verbreitet sind.

Da diese zwei Schotterkörper von zwei verschiedenen Flußsystemen mit verschiedenem Einzugsgebiet akkumuliert wurden, bestehen zwischen den Schottern petrographisch-chemische Unterschiede: die Schotter des Neunkirchener Schotterkegels sind silikatreicher; ihr Silikatanteil beträgt rund 3%, während die Schotter des Wöllersdorfer Schotterkegels nur 1% Silikatkomponenten aufweisen. Zieht man auch noch den Silikatanteil der Kalkkrusten, der vorwiegend aus Sand besteht, in den Vergleich mit ein, dann wird der Unterschied noch deutlicher: man erhält zwischen den beiden Schottern ein Silikatkomponentenverhältnis von 1:34.

Dasselbe Verhältnis besteht auch zwischen den Silikatkomponenten der Sandfraktion der beiden Böden. Dagegen treten bei den Schottern der beiden Böden dieselben Minerale auf, mit Ausnahme des höheren Dolomitanteils der Piestring-Schotter. Die Bedingungen der Initialgenese auf den beiden Schotterkörpern sind demnach durch verschiedene Quantitäten der gleichen Minerale bestimmt.

Einen wichtigen Hinweis auf eine unterschiedliche Initialgenese der Böden auf den beiden Schotterdecken liefert die verschiedene Ausprägung ihrer Ca-Horizonte. Während auf den Schottern des Neunkirchener Kegels durchgehend dicke Kalkkrusten ausgebildet sind, treten auf den Schottern des Wöllersdorfer Kegels nur einzelne Kalknester oder Schollen auf, die bisweilen schräg verlaufen.

Dazu kommt der hohe Silikatanteil in den Krusten des Neunkirchener Kegels. Er läßt sich keinesfalls als relative Anreicherung infolge Kalklösungsverwitterung deuten, denn dazu hätte der Kalk ja abgeführt werden müssen; vielmehr erfolgt in den Kalkkrusten eine absolute Anreicherung des Kalkes. Zur Ausbildung durchlaufender Bänke kam es offenbar deshalb, weil ein relativ feines Filtergerüst bestand, so daß es nicht zur Umkrustung einzelner loser Grobschotter, sondern zur zusammenhängenden Verkittung kam. Eine derartige Anreicherung kann daher nur in der Sedimentation selbst begründet sein: die heutige Kalkkruste hat sich in einem ursprünglich schon feinkörnigeren Sedimentpaket entwickelt. Dieses Sedimentpaket bildete dann offenbar über längere Zeit die Bodenoberfläche, wobei es infolge intensiver Lösungsverwitterung und Nahfällung der Lösungsprodukte zur Inkrustation kam.

Dies bedeutet in weiterer Folge, daß die obersten, auf dem Ca-Horizont lagernden 50 cm Schotter, welche das Substrat der Bodenentwicklung abgeben, jünger sein müssen. Dieser Schottermantel ist nun auf beiden Schotterfächern vorhanden. Er zeigt zwar nicht dieselbe Silikatanreicherung wie die Ca-Horizonte, wohl aber kann diese im Boden selbst beobachtet werden. Das bedeutet nun wohl, daß die Körnung dieses geringmächtigen Sedimentpaketes nach oben hin ablagerungsbedingt feiner wird. Welchen Feinheitsgrad das ursprüngliche Korn tatsächlich besaß und ob dieser groß genug war, um von einer geringmächtigen Aulehmdecke sprechen zu können, ist nicht bekannt; die Möglichkeit, daß eine seichtgründige, vorwiegend sandige Alluvialdecke vorhanden war, kann jedenfalls nicht von der Hand gewiesen werden.

Aus dem jungen, losen und geringmächtigen Schottermantel bzw. aus seinem feinkörnigen Oberkantenmaterial haben sich nun die beiden Pararendsinnen entwickelt. Dabei stand der Bodenbildung auf dem Neunkirchener Schotterkegel mehr an silikatreicherem Korn zur Verfügung. Der unlösliche Rückstand der Karbonate selbst ist in den jüngsten Paketen zwar für die Bodenbildung schon ins Gewicht fallend (6-9%), da aber diesbezüglich die beiden jüngsten Schotterpakete keinen Unterschied aufweisen, gaben die unlöslichen Rückstände nicht den Ausschlag für die unterschiedliche Genese.

Die Böden selbst unterscheiden sich in erster Linie durch die Farbe.

Diese scheint eine erhöhte Eisenfreisetzung und eine damit verbundene Verbrau-  
nung der Braunen Pararendsinen anzudeuten. Tatsächlich aber verfügen die Dun-  
kelgrauen Pararendsinen über größere Mengen freien Eisens als die Braunen Pa-  
rarendsinen. Man kann also nicht damit argumentieren, daß die Braunen Pararend-  
sinen schon über das Stadium der reinen Lösungsverwitterung hinausgelangt wä-  
ren, während dies bei den Dunkelgrauen Pararendsinen noch nicht der Fall ist.

Die braune Farbe der Pararendsinen auf dem Neunkirchener Schotter-  
kegel legt die Vermutung nahe, daß sie mehr freies Eisen enthalten als die Bö-  
den auf dem Wöllersdorfer Schotterkegel. Dies ist jedoch nicht der Fall, da die  
letzteren mehr freies Eisen enthalten. Die Dunkelgrauen Pararendsinen enthal-  
ten aber auch mehr Humus mit wesentlich engerem C:N-Verhältnis als die Brau-  
nen, was darauf schließen läßt, daß das freie Eisen in ihnen in organischer Bin-  
dung vorliegt.

Die verschiedene Farbe der beiden Böden ist demnach nicht als Kenn-  
zeichen verschieden langer Entwicklungszeit, sondern als Ausdruck einer unter-  
schiedlichen Dynamik zu werten. Für diese ist sehr wahrscheinlich der unter-  
schiedliche Karbonatgehalt der beiden Böden verantwortlich, umso mehr, als die  
Braunen Pararendsinen nur noch 4-5% Karbonat in der Krume aufweisen und mit  
Salzsäure nur wenig brausen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der Kalk nur  
noch in größeren Körnchen vorliegt.

Damit ist die Möglichkeit einer Verbraunung durchaus gegeben. Aller-  
dings besteht auch die Möglichkeit, daß mit einer über dem Schottermantel lie-  
genden Aulehmdecke ein brauner Boden abgetragen wurde und die braune Farbe  
als Erbe in die rezente Pararendsina übernommen wurde. Für eine solche Deu-  
tung können die intensive Verwitterung der Feldspate in der Sandfraktion und der  
im Vergleich zur Dunkelgrauen Pararendsina höhere Rohtongehalt angeführt wer-  
den.

### Zusammenfassung

Die Entstehung der beiden verschiedenen Pararendsinen ist substratbedingt. Die Braunen Pararendsinen haben sich auf den an silikatischen Komponenten reichen Schottern des Neunkirchener Schotterkegels, die Dunkelgrauen aber auf den an silikatischen Komponenten ärmeren, dagegen aber dolomitreicheren Schottern des Wöllersdorfer Schotterkegels entwickelt. Der Silikatanteil des Neunkirchener Schotterkegels ist in zwei Sedimentschichten, in der heutigen Kalkkruste und in der Oberkante des darauflagernden unverkitteten Schotters besonders hoch (30 %).

Die beiden Pararendsinen haben sich demgemäß unter verschiedenen Initialbedingungen entwickelt. Diese drücken sich heute im Boden vor allem im unterschiedlichen Silikatanteil der Sandfraktion und im unterschiedlichen Gehalt an Karbonat, Rohthon und Humus, im verschiedenen C:N-Verhältnis, in der unterschiedlichen Belegung des Sorptionskomplexes sowie in der unterschiedlichen Sesquioxid- und Phosphatdynamik aus. Die Farbunterschiede sind vermutlich sowohl auf die verschiedene Verwitterungsart als auch darauf zurückzuführen, daß in der Braunen Pararendsina Erosionssedimente als geologisches Erbe stecken.



Porenvolumen: Hohlraumbestimmung natürlich gelagerter Böden, gerechnet nach

$$P(\%) = \left( 1 - \frac{\text{Raumgewicht}}{\text{spez. Gewicht}} \right) \cdot 100$$

#### Bodenchemische Methoden:

pH: elektrometrische Messung (Metrohmgerät E 196 S); Suspension 1:2,5 in Wasser und n-KCl nach 24-stündigem Stehen

Karbonat: im SCHEIBLER-Apparat mit 10 %iger HCl

Humus: Naßverbrennung nach dem von WALKLEY-ARMSTRONG-BLACK (1935) geprüften DEGTJAREFF'schen Verfahren

Wasserauszug (1:5): 20 g Boden und 100 ml Wasser werden 30 Minuten geschüttelt und mit oder ohne Aktivkohle filtriert

Ammonazetatauszug nach BOWER e.a. (1952): 20 g Boden und 200 ml n-Ammonazetat (pH 7,5) werden zwei Stunden geschüttelt

Doppellaktatauszug nach EGNER-RIEHM (1952): 5 g Feinboden werden mit 250 ml Doppellaktat 2 Stunden geschüttelt

UK nach MEHLICH, modifiziert nach DE LEENHEER und nach HOFMANN: durch Behandlung des Bodens mit auf pH 8,1 gepufferter  $\text{BaCl}_2$ -Lösung werden alle im Boden austauschbar gebundenen Kationen einschließlich der H-Ionen gegen Barium ausgetauscht und im Filtrat als  $\text{BaSO}_4$  bestimmt

S-Wert: a) nach MEHLICH, modifiziert nach DE LEENHEER und HOFMANN

b) Differenzbildung: ammonazetatlösliche Kationen minus wasserlösliche Kationen

$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  werden flammenphotometrisch bestimmt

Leitfähigkeit ( $S = 10^{-6}$ ): im Wasserauszug mittels Leitfähigkeitsmeßgerät Radiometer-Kopenhagen CIM 2

Aluminium: Kolorimetrische Bestimmung mit Thioglycolsäure, Puffer, Aluminium im Wasser-, Ammonazetat- und 0,5 n Schwefelsäureauszug

Gesamtfreies Eisen (Mangan) nach MACKENZIE (1954): der Boden wird mit Natriumdithionit geschüttelt und mit  $\text{H}_2\text{O}_2$  aufoxydiert und flammenphotometrisch bestimmt

$\text{P}_2\text{O}_5$ : Kolorimetrisch nach JACKSON

Phosphatfraktionierung nach CHANG und JACKSON (1960):

- a) Bestimmung des wasserlöslichen und schwach gebundenen Phosphates durch Extraktion mit  $n \text{ NH}_4\text{Cl}$
- b) Bestimmung des Aluminiumphosphates durch Extraktion mit alk.  $0,5 n \text{ NH}_4\text{F}$
- c) Bestimmung des Eisenphosphates durch Extraktion mit  $0,1 n \text{ NaOH}$
- d) Bestimmung des Kalziumphosphates durch Extraktion mit  $0,5 n \text{ H}_2\text{SO}_4$
- e) Bestimmung okkludierter Eisenphosphate durch Extraktion mit Natriumdithionit
- f) Bestimmung des okkludierten Aluminiumphosphates durch Extraktion mit alkalischem  $0,5 n \text{ NH}_4\text{F}$

Fixierungsversuche: 20 g Boden werden mit 20 ml KCl verschiedener Konzentration ausgeschüttelt und nach Einstellung des Umtauschgleichgewichtes nach 2 Tagen wird das ammonazetatlösliche Material (K) in  $\text{NH}_4$ -Azetat bestimmt. Das durch nasse Fixierung festgelegte Kali wird nachfolgend als Differenz ermittelt.

$$K_{\text{fix}} = (K_2 + K_n) - K_A$$

$K_{\text{fix}}$  = fixierte K-Menge  
 $K_A$  = ammonazetatlösliches K  
 $K_2$  = mittels KCl zugesetzte K-Menge  
 $K$  = natives Kali

Bei der Bestimmung der trockenen Fixierung wird der Boden (100 g) zunächst in derselben Weise mit KCl im Verhältnis 1:1 ausgeschüttelt und anschließend bei Zimmertemperatur 3 Wochen lang getrocknet. Anschließend wird der Boden vermahlen, 20 g davon werden mit  $n \text{ NH}_4$ -Azetat ausgeschüttelt. Die Berechnung des trocken fixierten K erfolgt nach der oben angegebenen Beziehung.

Die P-Fixierung: sie wird methodisch ähnlich wie die K-Fixierung durchgeführt, 100 g Boden werden im Verhältnis 1:1 mit Dikaliumhydrogenphosphat-3-hydrat ausgeschüttelt und 2 Tage stengelassen. Das feucht fixierte P wird durch anschließendes Ausschütteln in  $n \text{ NH}_4$ -Azetat und Berechnung in der nachfolgenden Form bestimmt.

$$P_{\text{fix}} = (P_z + P_n) - P_A$$

$P_A$  = ammonazetatlöslicher P

$P_z$  = mittels  $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$  zugesetzte P-Menge

$P_n$  = natives P

Der Boden wird drei Wochen an der Luft getrocknet, verrieben u. mit  $NH_4$ -Azetat ausgeschüttelt. Dann wird nach obiger Beziehung berechnet. Stickstoff als Gesamtstickstoff nach KJELDAHL: 5 g Boden in 30 ml konz. Schwefelsäure plus Selenreaktionsgemisch aufschließen.

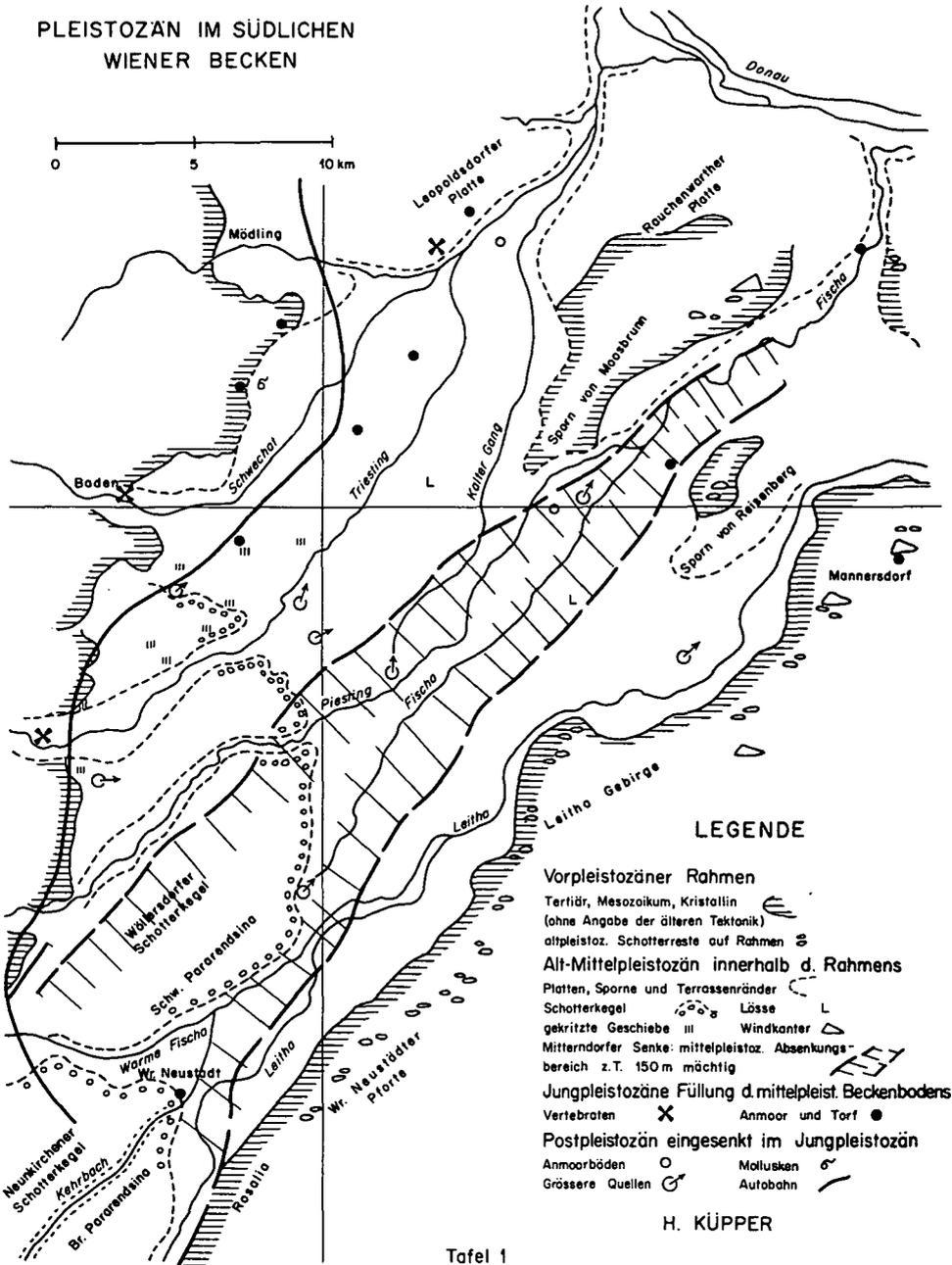
## 2) Literatur

- ALEXANDRIS, S.G.: (1965), Zur Kenntnis einiger Rendsinavarietäten des griechischen und österreichischen Raumes; Diss. Hochschule für Bodenkultur, 116 S.
- FIEDLER, H.J.: (1965), Die Untersuchung der Böden, Bd. 1 u. 2; Verlag Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig
- FINK, J.: (1958), Die Böden Österreichs; Mitt. Geogr. Ges. Wien, Bd. 100, H. III  
(1961), Die Ortsgemeinde Moosbrunn als Beispiel einer Kartierungsgemeinde; Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges. Wien, Heft 6, 76-78
- FRANZ, H.: (1960), Feldbodenkunde als Grundlage der Standortsbeurteilung u. Bodenwirtschaft; Fromme, Wien u. München, 583S.  
(1961), Die Böden Österreichs; Mitt. Österr. Bodenk. Ges. Wien, Heft 6, 5-20
- FRANZ, H. u. SOLAR, F.: (1961), Das Raxplateau und seine Böden; Mitt. Österr. Bodenk. Ges., Heft 6, 81-101
- GÜNTSCHL, E.: (1935), Die Bewässerung im Steinfeld; Zit. aus Wasserwirtschaft und Technik Nr. 5-6, 56-61  
(1936), Die Bewässerungsanlage Theresienfeld; Entwicklung und derzeitiger Stand. Wasserwirtschaft u. Technik, Nr. 20-22, 209-215
- HACKER, H. u. HOCH, F.: (1961), Die Bodenassoziationen der Feuchten Ebene des südlichen inneralpinen Wiener Beckens, Mitt. Österr. Bodenk. Ges., Heft 6, Tafel III
- HARTMANN, F.: (1952), Forstökologie, Zustandserfassung u. standortsgemäße Gestaltung der Lebensgrundlagen des Waldes; Fromme & Co., Wien

- HASSINGER, H.: (1918), Beiträge zur Physiogeographie des Inneralpinen Wiener Beckens und seiner Umrahmung; Festb. A. Penck, Bibl. Handb., Stuttgart, 106-191
- HERRMANN, R. u. THUN, R.: (1955), Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch). Die Untersuchung von Böden, 1, 271 S., Verl. Neumann, Radebeul, Berlin
- HUSZ, G. u. SOLAR, F.: (1966), Beiträge zur Kenntnis der Pseudogleydyamik. Die Bodenkultur, Bd. 17, 95-128
- JACKSON, M.L.: (1960), Soil Chemical Analysis; Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. N.J., 498 S.
- LANGE, B.: (1952), Kolorimetrische Analyse; 4. Auflage, Chemie, Weinheim, 395 S.
- KUBIENA, W.: (1943), Beiträge zur Bodenentwicklungslehre. Entwicklung und System der Rendsinen; Zeitschr. Pflanz., Düngung, Bodenk., 24, 108-119
- (1944), Beiträge zur Bodenentwicklungslehre. Der Kalksteinbraunlehm (Terra fusca) als Glied der Entwicklungsserie der mitteleuropäischen Rendsina; Ztschr. f. Bodenk. u. Pflanzenern. 35 (80), 22-45
- (1948), Entwicklungslehre des Bodens; Wien
- (1953), Bestimmungsbuch u. Systematik der Böden Europas; Enke, Stuttgart, 392 S.
- KÜPPER, H.: (1953), Uroberfläche und jüngste Tektonik im südlichen Wiener Becken; Sonderabdruck aus: Kober - Festschrift
- (1954), Geologie und Grundwasservorkommen im südlichen Wiener Becken; Sonderdruck aus dem Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, XCVII. Bd., H. 2
- (1962), Pleistozän im südlichen Wiener Becken; Sonderdruck aus den Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, H. 1
- (1962), Das südliche Wiener Becken, Sonderdruck aus Mitt. Österr. Geograph. Ges., Bd. 104, H. I/II
- LEINIGEN, W.: (1917), Entstehung und Eigenschaften der Roterde; Mitt. Int. Bodenk. Ges., 7
- LÜTTMER, J. u. JUNG, L.: (1955), Über die Eignung des Natriumphosphates zur Dispergierung bei der mechanischen Bodenanalyse; Mitt. a. d. Inst. f. Bodenk. u. Bodenerh., Gießen
- MACKENZIE, R.C.: (1954), Free Iron-Oxide Removal from Soil; Journal Soil Sci. 5, 167-172
- MITCHELL, B.D. u. MACKENZIE, R.C.: (1954), Removal of Free Iron Oxide from Clays. S. Sci. 77, 173-184

- MUDRA, A.: (1958), Statistische Methode für landwirtschaftliche Versuche; Paul Parey in Berlin und Hamburg, 336 S.
- PRIBIL, R.: (1963), Komplexometrie, Bd. 1, 179 S, VEB Verlag, Leipzig
- RICHARD, L.A.: (1948), Porous Plate Apparatus for Measuring Moisture Retention and Transmission by Soil. Soil Sci. 66, 105-110
- SCHACHTSCHABEL, P.: (1954), Das pflanzenverfügbare Magnesium des Bodens und seine Bestimmung; Ztschr. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde, 67 (112), 9-23
- SCHWARZENBACH, G. u. FLASCHKA, H.: (1965), Die komplexometrische Titration; 5. Aufl., 339 S., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- SEKERA, F.: (1938), Die Strukturanalyse des Bodens, Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenk., 6 (51), 259-288  
 Statik und Dynamik des Bodenwassers; Ztschr. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk. 6 (51), 288-312
- SOLAR, F.: (1964), Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau; Mitt. Österr. Bodenk. Ges. Wien, H. 8, 1-72  
 (1967), Phosphatformen und Phosphatumwandlungsdynamik in Anmoorschwarzerden; Mitt. Österr. Bodenk. Ges., H. 11, 57-63
- WALKLEY, A. u. ARMSTRONG BLACK, J.: (1937), Humusbestimmung; zit. aus Ztschr. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk. 37
- WENDELBERGER, G.: (1967), Antrag auf Schutzgebietserklärung; Manuskript

PLEISTOZAN IM SÜDLICHEN  
WIENER BECKEN



LEGENDE

- Vorpleistozäner Rahmen**  
 Tertiär, Mesozoikum, Kristallin (ohne Angabe der älteren Tektonik)  
 altpleistoz. Schotterreste auf Rahmen
- Alt-Mittelpleistozän innerhalb d. Rahmens**  
 Platten, Sporne und Terrassenränder  
 Schotterkegel Löss L  
 gekritzte Geschiebe III Windkanter
- Mitterdorfer Senke: mittelpleist. Absenkungs-  
 bereich z.T. 150 m mächtig
- Jungpleistozäne Füllung d. mittelpleist. Beckenbodens**  
 Vertebraten X Anmoor und Torf ●
- Postpleistozän eingesenkt im Jungpleistozän**  
 Anmoorböden ○ Mollusken ♂  
 Größere Quellen Ⓞ Autobahn —

H. KÜPPER

Tafel 1



Tafel 2: Lageskizze

Tabelle 1 : Klimadaten der Meßstellen Wiener-Neustadt und Neunkirchen

Art der Meßwerte	Meßstelle Wiener-Neustadt	Meßstelle Neunkirchen
Temperatur:		
Jahresmittel	9,4	9,0
Mittel der 14-Uhr-Temperatur (IV-VIII)	20,3	20,0
Durchschnittl. Beginn d. Temperatur über 5°C	22. März	20. März
Niederschlag:		
Mittlere Jahressumme	665	698
Mittel der Vegetationszeit (IV-VIII)	371	404
das sind von der Jahressumme	57	58
Durchschnittliche Dauer der Schneedecke	46	48
Windverhältnisse:		
Mittlere Windstärke im Jahr	3,5	3,0
Tage mit Sturm im Jahr	35	30

Tabelle 2 : Anteil der Korngrößenklassen am Feinboden in %.

Profil	Horizont	Korngrößenklassen in Mikron ( $\mu$ )									
		unter 20	unter 2	2 - 20	20 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 500	über 500		
1	A <sub>h</sub>	47,5	24,2	23,3	14,5	6,6	7,3	14,2	9,9		
	AC	46,5	22,5	24,0	8,6	5,6	6,0	10,6	22,7		
2	A <sub>h</sub>	44,5	21,6	22,9	19,6	5,7	8,1	13,1	9,0		
	AC	42,5	21,0	21,5	7,8	5,1	7,5	9,8	27,3		
3	A <sub>p1</sub>	54,0	28,8	25,2	6,8	5,3	6,1	12,8	15,0		
	A <sub>p2</sub>	49,0	25,0	24,0	9,1	5,2	6,0	12,0	18,7		
4	A <sub>h</sub>	41,0	16,1	24,9	21,1	12,8	8,6	5,9	10,6		
	AC	40,5	15,6	24,9	14,5	8,3	5,0	5,7	26,0		
5	A <sub>p</sub>	35,5	13,1	22,4	16,6	9,5	6,3	6,0	26,1		
	AC	32,5	11,2	21,3	18,4	8,0	5,2	7,2	28,7		

Tabelle 3 : Raumgewicht, Spezifisches Gewicht, Gesamtporenvolumen und Boden : Wasser : Luft - Verhältnis bei der Feldkapazität

Profil	Horizont	Raumgewicht	Porenvolumen%	Spezif. Gewicht	Boden : Wasser : Luft
1	A <sub>h</sub>	0,771	70,0	2,700	30 28 42
1	AC	1,100	54,3	2,706	45,7 15,7 38,6
5	A <sub>h</sub>	0,752	71,1	2,607	28,9 27 44,1

Tabelle 4 : Boden : Wasser : Luft - Verhältnis bei Feldkapazität (ermittelt im Gelände)

Profil	Tiefe in cm	Boden : Wasser : : Luft
W <sub>1</sub>	0 - 5	30 20 50
W <sub>1</sub>	5 - 10	30 24 46
W <sub>1</sub>	10 - 20	46,7 23 31,1
W <sub>3</sub>	0 - 5	30 18,2 51,8
W <sub>3</sub>	5 - 10	30 18,8 51,8
W <sub>3</sub>	10 - 20	46,7 9,5 44,8
TW <sub>1</sub>	0 - 5	28,9 15,2 55,9
TW <sub>1</sub>	5 - 15	28,9 7,6 63,5
TW <sub>3</sub>	5 - 10	28,9 26,4 44,7

Tabelle 5 : Wassergehalt bei Feldkapazität (48 Stunden nach Aufbringung)

Profile und aufgebrachte Wassermenge in mm/m <sup>2</sup>	Wassergehalt des Gesamtbodens in mm					Wassergehalt des Feinbodens in Gew.-%					
	mm Wasser in der Tiefe von ...cm					Summe mm	Gewichts-% in der Tiefe von ...vm				Summe mm
	0-5	5-15	5-10	10-20	Summe mm		0-5	5-15	5-10	10-20	
W <sub>1</sub>	10,0	--	12,0	23,2	45,2	10,0	-	13,4	24,0	47,4	
W <sub>3</sub>	9,1	-	9,4	9,5	28,0	9,1	-	13,4	24,0	47,4	
TW <sub>1</sub>	7,6	7,6	-	-	15,2	11,1	28,4	-	-	39,5	
TW <sub>2</sub>	8,7	11,3	-	-	20,0	14,5	29,2	-	-	43,7	
TW <sub>3</sub>	13,2	13,4	-	-	26,6	15,1	30,0	-	-	45,1	
TA <sub>1</sub>	4,1	10,7	-	-	14,8	13,2	32,1	-	-	45,3	
TA <sub>2</sub>	5,7	7,0	-	-	12,7	15,0	17,0	-	-	32,0	
TA <sub>3</sub>	6,4	12,6	-	-	19,0	14,8	30,4	-	-	45,2	

Tabelle 6 : Änderung des Wassergehaltes in einem Zeitraum von 48 Stunden nach der Aufbringung

Profil und aufgebrachte Wassermenge in mm/m <sup>2</sup>	Zeit	Wassergehalt des Gesamtbodens in mm					Wassergehalt des Feinbodens in Gew.-%				
		mm Wasser in der Tiefe von ...cm					Gew.-% Wasser in der Tiefe von cm				
		0-5	5-10	10-15	15-20	Summe	0-5	5-10	10-15	15-20	Summe
W <sub>1</sub> 600	0	12,7	11,2	-	22,8	46,7	12,7	13,8	-	23,2	49,7
	+48 St.	10,0	12,0	-	23,2	45,2	10,2	13,4	-	24,0	47,4
W <sub>3</sub> 440	0	9,1	7,0	-	14,0	30,1	10,2	9,6	-	26,7	46,5
	+48 St.	9,1	9,4	-	9,5	28,0	9,1	10,4	-	23,1	42,6
TW <sub>1</sub> 110	0	17,2	-	18,1	-	35,3	17,2	-	39,5	-	56,7
	+ 1 St. 40'	15,0	-	10,8	-	25,8	15,8	-	28,9	-	44,7
	+ 4 St. 30'	11,8	-	9,8	-	21,6	15,0	-	25,6	-	40,6
	+48 St.	7,6	-	7,6	-	15,2	11,1	-	28,4	-	39,5
TW <sub>2</sub> 160	0	17,0	-	12,9	-	29,9	17,3	-	38,3	-	55,6
	+ 1 St. 40'	15,0	-	12,9	-	27,9	17,0	-	32,8	-	49,8
	+ 4 St. 30'	12,1	-	11,8	-	23,9	14,8	-	30,9	-	45,7
	+48 St.	8,7	-	11,3	-	20,0	14,5	-	29,2	-	43,7
TW <sub>3</sub> 300	0	19,7	-	13,4	-	33,1	20,0	-	31,8	-	51,8
	+ 3 St. 05'	14,0	-	16,1	-	30,1	16,6	-	30,3	-	46,9
	+48 St.	13,2	-	13,4	-	26,6	15,1	-	30,0	-	45,1
	0	7,5	-	15,0	-	22,5	17,8	-	36,8	-	54,6
TA <sub>1</sub> 120	+ 3 St. 50'	6,3	-	12,5	-	18,8	15,3	-	31,9	-	47,2
	+48 St.	4,1	-	10,7	-	14,8	13,2	-	32,1	-	45,3
	0	8,0	-	15,9	-	23,9	17,0	-	34,7	-	51,7
	+ 3 St. 45'	7,2	-	15,9	-	23,1	15,5	-	34,0	-	49,5
TA <sub>2</sub> 160	+48 St.	5,7	-	7,0	-	12,7	15,0	-	17,0	-	32,0
	0	6,3	-	14,3	-	20,6	17,0	-	30,8	-	47,8
	+ 3 St. 45'	6,2	-	13,7	-	19,9	15,0	-	30,3	-	45,3
	+48 St.	6,2	-	12,6	-	18,8	14,8	-	30,4	-	45,2

Tabelle 7 : pH, Karbonat, Leitfähigkeit, Humus, Gesamt-C, Gesamt-N, C:N der untersuchten Profile.

Profil und Horizont	pH (in KCl)	pH (in H <sub>2</sub> O)	Karbonat %	Leitfähigkeit	Humus %	Gesamt-C %	Gesamt-N %	C:N
1 A <sub>h</sub>	7,0	7,2	5,1	145	9,2	5,3	0,301	17,6
AC	7,2	7,2	40,7	145	4,1	2,3	0,142	16,1
2 A <sub>h</sub>	7,1	7,4	2,5	140	8,8	5,1	0,290	17,5
AC	7,2	7,9	41,1	135	4,0	2,3	0,145	15,8
3 A <sub>p1</sub>	7,1	7,5	4,3	140	9,2	5,3	0,308	17,2
A <sub>p2</sub>	7,3	8,0	31,3	145	8,7	5,0	0,300	16,6
4 A <sub>h</sub>	7,0	7,5	20,6	175	13,3	7,7	0,714	10,7
AC	7,3	7,9	70,9	140	7,8	4,5	0,422	10,6
5 A <sub>p</sub>	7,2	7,8	43,2	150	8,1	4,7	0,455	10,3
AC	7,3	7,9	70,8	150	3,4	2,4	0,244	9,8

Tabelle 8 : Sorptionsverhältnisse  
 Obere Reihe (a) : Sorbierte Alkali- und Erdalkalitionen, UK, S, T-S, V und UK (organ.) nach MEHLICH (M)  
 Untere Reihe (b) : Sorbierte Kationen, Summe d. sorb. Kationen (SK), Summe d. sorb. Alkali- und Erdalkalitionen (SA),  
 sorb. Wasserstoff, V, alles gerechnet als Differenz (D) zwischen ammonazetat- und wasserlöslichen Anteilen.

Profil u. Horizont	Reihe		K <sup>+</sup> (M)		Mg <sup>++</sup> (M)		Ca <sup>++</sup> (M)		UK=T (M)		S (M)		T-S (M)		V% (M)		a) UK org.
	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	
1 A <sub>h</sub>	a)	0,1	a)	0,4	a)	3,4	a)	21,8	a)	25,7	a)	25,7	a)	0,0	a)	100	13,2
	b)	0,08	b)	0,25	b)	2,2	b)	16,6	b)	21,5	b)	19,13	b)	2,37	b)	89,0	
AC	a)	0,1	a)	0,3	a)	1,8	a)	17,8	a)	20,0	a)	20,0	a)	0,0	a)	100	8,0
	b)	0,07	b)	0,18	b)	1,1	b)	12,7	b)	15,6	b)	14,05	b)	1,55	b)	93,5	
2 A <sub>h</sub>	a)	0,1	a)	0,3	a)	4,0	a)	24,1	a)	28,5	a)	28,5	a)	0,0	a)	100	14,5
	b)	0,07	b)	0,35	b)	2,6	b)	18,7	b)	24,0	b)	21,72	b)	2,28	b)	90,5	
AC	a)	0,1	a)	0,3	a)	2,0	a)	17,6	a)	20,0	a)	20,0	a)	0,0	a)	100	6,0
	b)	0,04	b)	0,09	b)	1,2	b)	13,0	b)	15,6	b)	14,33	b)	1,27	b)	91,2	
3 A <sub>p1</sub>	a)	0,1	a)	0,4	a)	3,2	a)	23,1	a)	26,7	a)	26,7	a)	0,0	a)	100	13,5
	b)	0,08	b)	0,33	b)	2,3	b)	16,6	b)	20,3	b)	19,31	b)	0,99	b)	95,1	
A <sub>p2</sub>	a)	0,1	a)	0,3	a)	3,2	a)	20,9	a)	24,5	a)	24,5	a)	0,0	a)	100	11,5
	b)	0,07	b)	0,20	b)	1,9	b)	14,0	b)	18,2	b)	16,17	b)	2,03	b)	89,0	
4 A <sub>h</sub>	a)	0,1	a)	0,6	a)	9,0	a)	40,7	a)	50,4	a)	50,4	a)	0,0	a)	100	30,0
	b)	0,06	b)	0,57	b)	5,3	b)	23,6	b)	32,9	b)	29,53	b)	3,37	b)	89,7	
AC	a)	0,1	a)	0,3	a)	4,0	a)	14,1	a)	18,5	a)	18,5	a)	0,0	a)	100	11,5
	b)	0,07	b)	0,20	b)	2,9	b)	12,5	b)	17,7	b)	15,67	b)	2,03	b)	88,5	
5 A <sub>p</sub>	a)	0,1	a)	0,5	a)	5,6	a)	26,3	a)	32,5	a)	32,5	a)	0,0	a)	100	16,3
	b)	0,02	b)	0,47	b)	3,6	b)	18,6	b)	25,3	b)	22,69	b)	2,61	b)	89,7	
AC	a)	0,1	a)	0,3	a)	4,1	a)	15,1	a)	19,6	a)	19,6	a)	0,0	a)	100	11,0
	b)	0,08	b)	0,20	b)	2,7	b)	12,3	b)	16,9	b)	15,28	b)	1,62	b)	90,4	

Tabelle 9 : Nasse und trockene Fixierung von Kali in Abhängigkeit von der zugeführten K-Menge

Profil und Horizont	Nasse Fixierung fixiertes K in mg% bei Zugabe von						Trockene Fixierung fixiertes K in mg% bei Zugabe von													
	16,8		25		50		132,7		250		16,8		25		50		132,7		250	
	mg%						mg%													
1 A <sub>h</sub>	7,4	10,1	21,3	60,6	78,2	15,0	19,2	37,1	83,3	88,0	4,5	8,0	11,0	29,1	44,4	6,2	9,8	20,0	49,2	65,0

Tabelle 10 : Nasse und trockene Fixierung von Phosphor in Abhängigkeit von der zugeführten P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Menge

Profil und Horizont	Nasse Fixierung fixiertes P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in mg% bei Zugabe v.						Trockene Fixierung fixiertes P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in mg% bei Zugabe v.					
	12,5		100		200		12,5		100		200	
	mg%						mg%					
1 A <sub>h</sub>	7,6	81,6	101,0	10,8	91,2	109,8	7,0	68,5	72,3	9,0	79,0	84,1

Tabelle 11 : Phosphatlöslichkeit (obere Zahlenreihe mg%, untere Reihe % des Gesamtphosphors)

Profil und Horizont	Löslichkeit in versch. Lösungsmitteln					Phosphatfraktionen nach CHANG - JACKSON						
	H <sub>2</sub> O 1:5	n- Ammon- azetat	Doppel- laktat	Ammon- laktat- essigs.	leicht- löslich. P	Al-P	Fe-P	Ca-P	okklud. Fe-P	okklud. Al-P	Ges. P- anorg. P x)	
1 A <sub>h</sub>	0,3	0,8	1,2	1,9	0,2	24,0	21,0	49,4	11,3	23,5	100,6	
AC	0,4	1,0	1,6	2,4	0,08	10,4	9,1	21,5	4,9	10,3	43,7	
2 A <sub>h</sub>	0,2	0,7	1,1	1,9	0,4	16,5	21,0	33,8	15,2	26,0	98,1	
AC	0,4	1,0	1,5	2,5	0,19	7,8	10,0	16,1	7,2	12,3	46,4	
3 A <sub>p1</sub>	0,2	0,9	1,2	2,0	0,2	23,0	20,3	50,8	10,4	25,0	98,3	
A <sub>p2</sub>	0,3	1,0	1,1	2,1	0,09	10,1	8,9	22,3	4,5	10,8	43,3	
4 A <sub>h</sub>	0,5	0,8	1,6	2,5	0,3	16,0	20,0	41,7	15,9	25,0	90,1	
AC	0,4	0,9	1,8	2,7	0,14	7,7	9,6	19,9	7,6	12,0	43,1	
5 A <sub>p</sub>	0,4	0,9	1,7	2,6	0,3	23,5	20,5	50,2	11,0	24,0	99,5	
AC	0,4	0,9	1,7	2,6	0,13	10,3	8,9	21,9	4,8	10,5	43,3	
					0,3	22,7	20,6	44,3	13,0	25,2	92,9	
					0,14	10,4	9,5	20,4	5,8	11,4	42,4	
					0,2	22,0	35,5	66,0	24,5	25,2	226,0	
					0,05	5,3	8,7	16,2	6,0	8,6	55,1	
					0,4	17,0	19,0	40,2	24,0	30,1	97,3	
					0,18	7,5	8,3	17,6	10,5	13,2	42,7	
					0,2	24,0	37,2	60,0	25,0	35,0	118,6	
					0,06	8,0	12,4	20,0	8,3	11,7	39,5	
					0,4	19,0	20,4	40,0	26,0	29,7	82,5	
					0,18	8,7	9,4	18,4	11,9	13,6	37,8	

x) identisch mit organ.P. Errechnet aus Gesamt-P - Summe der anorgan.Fraktionen

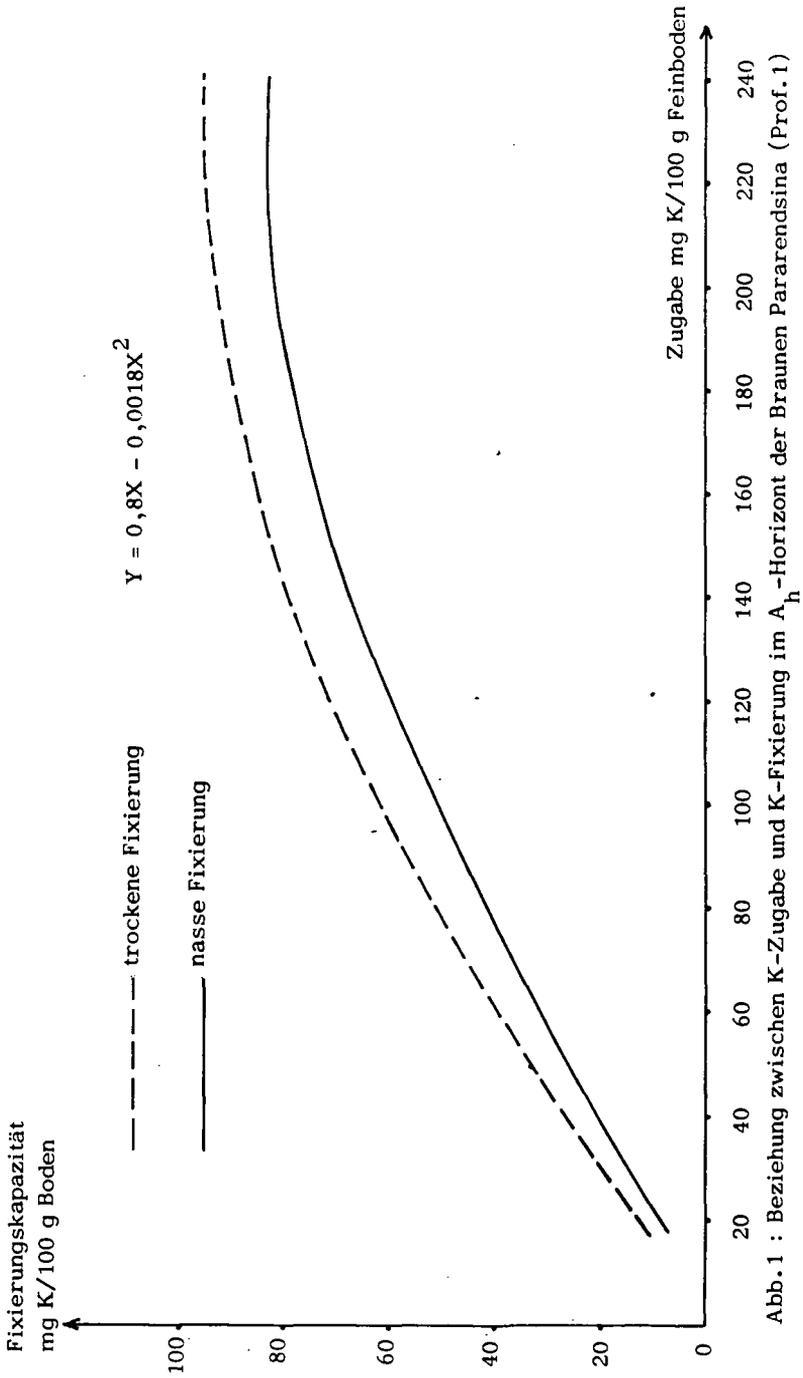


Abb. 1 : Beziehung zwischen K-Zugabe und K-Fixierung im A<sub>1h</sub>-Horizont der Braunen Pararendsina (Prof. 1)

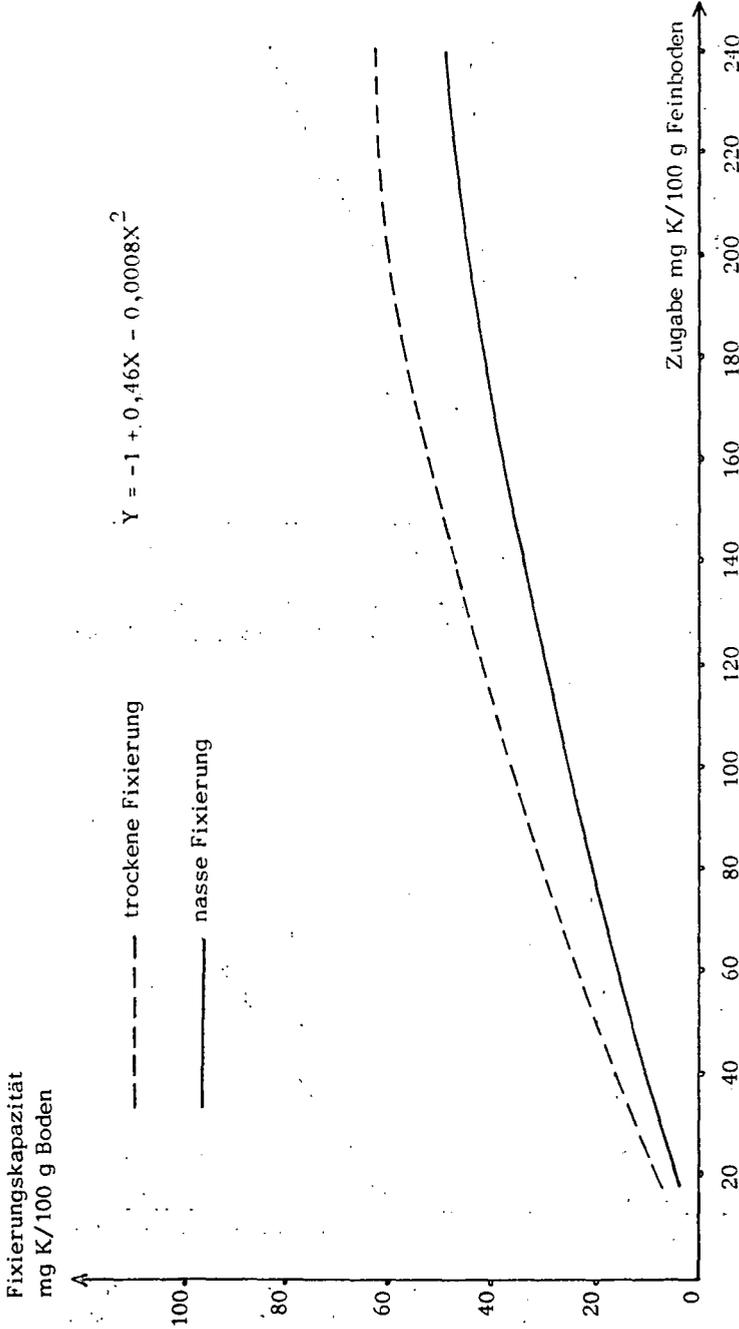


Abb. 2 : Beziehung zwischen K-Zugabe und K-Fixierung im A<sub>p</sub>-Horizont d. Dunkelgrauen Pararendsina (Pr, 5)

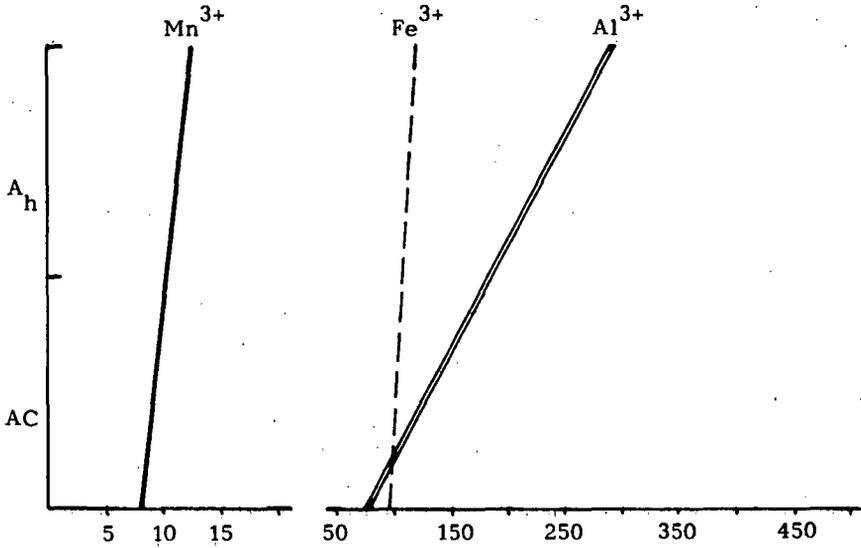


Abb. 3 : Verteilung der gesamtfreien dreiwertigen Oxyde von Aluminium, Eisen und Mangan im Profil 1 in mval/100 g Boden

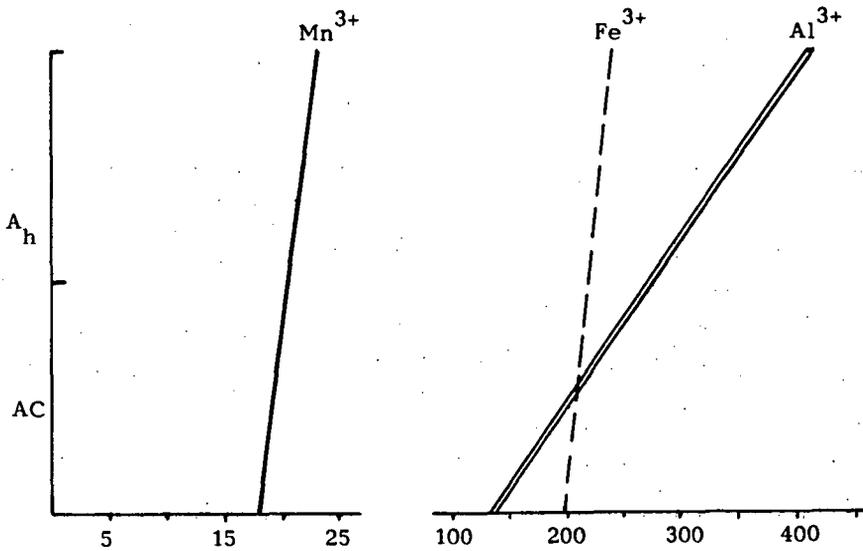


Abb. 4 : Verteilung der gesamtfreien dreiwertigen Oxyde von Aluminium, Eisen und Mangan im Profil 4 in mval/100 g Boden

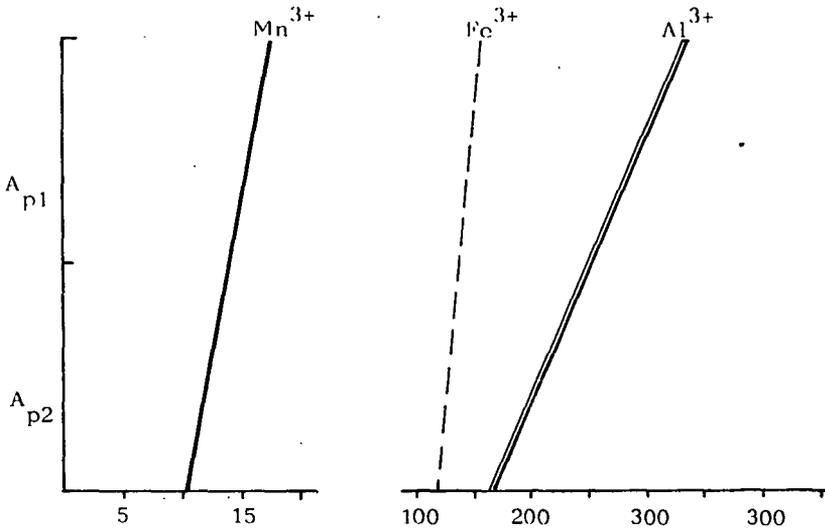


Abb.5 : Verteilung der gesamtfreien dreiwertigen Oxyde von Aluminium, Eisen und Mangan im Profil 13 in mval/100 g Boden

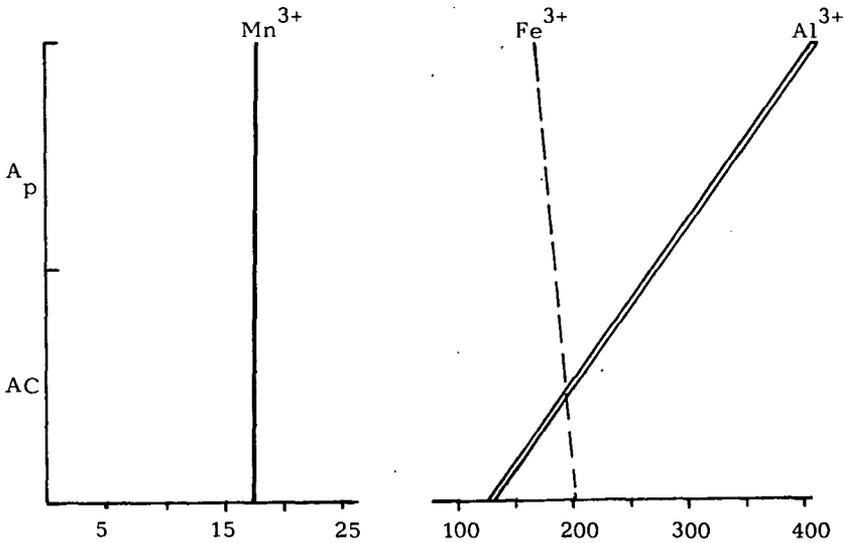


Abb.6 : Verteilung der gesamtfreien dreiwertigen Oxyde von Aluminium, Eisen und Mangan im Profil 5 in mval/100g Boden

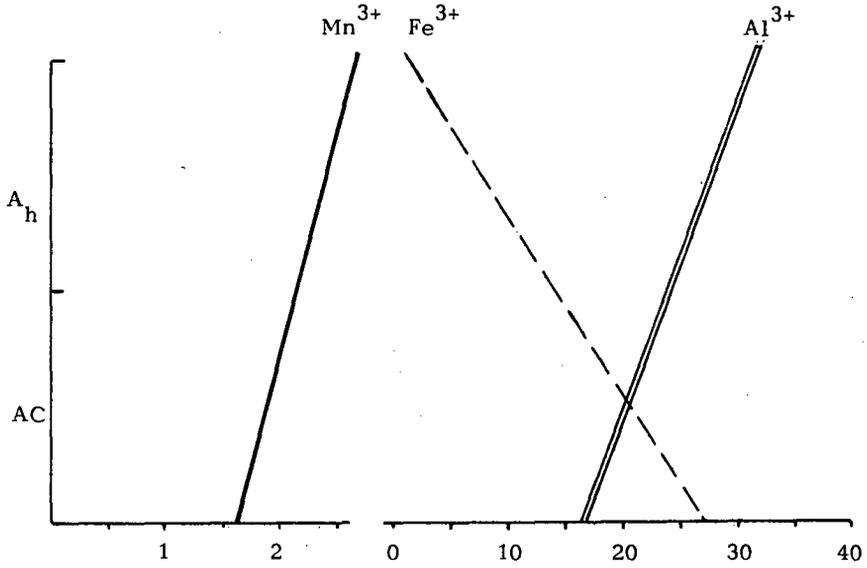


Abb.7 : Verteilung der indizierenden dreiwertigen Oxyde von Aluminium, Eisen und Mangan im Profil 1 in mval/100g Boden

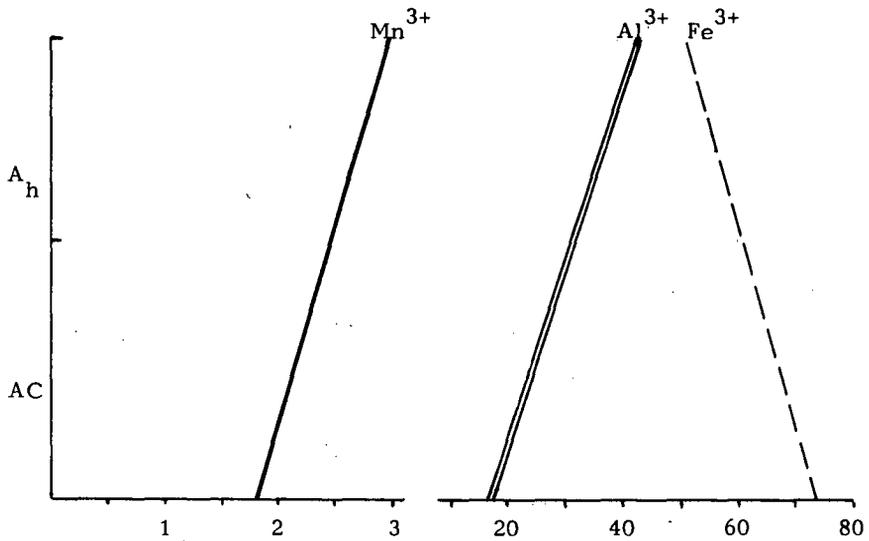


Abb.8 : Verteilung der indizierenden dreiwertigen Oxyde von Aluminium, Eisen und Mangan im Profil 4 in mval/100g Boden

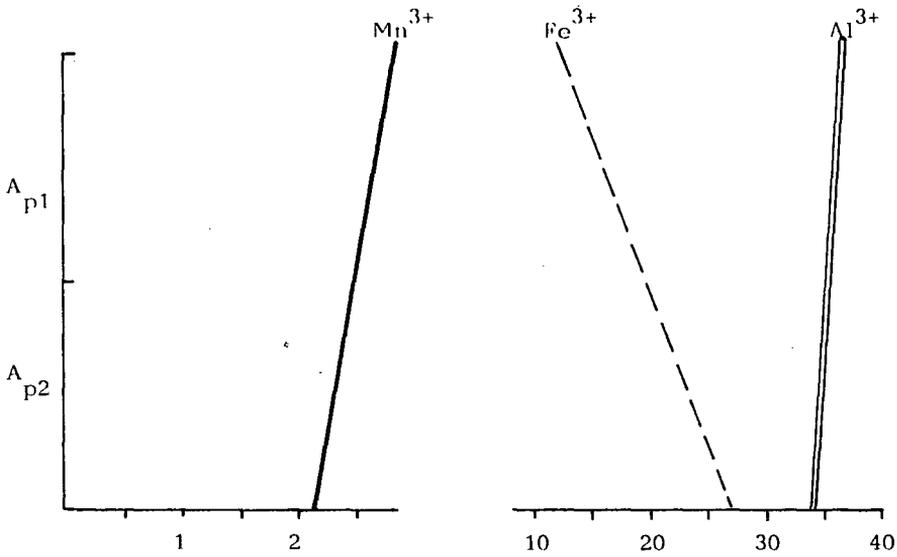


Abb.9 : Verteilung der indizierenden dreiwertigen Oxyde von Aluminium, Eisen und Mangan im Profil 3 in mval/100g Boden

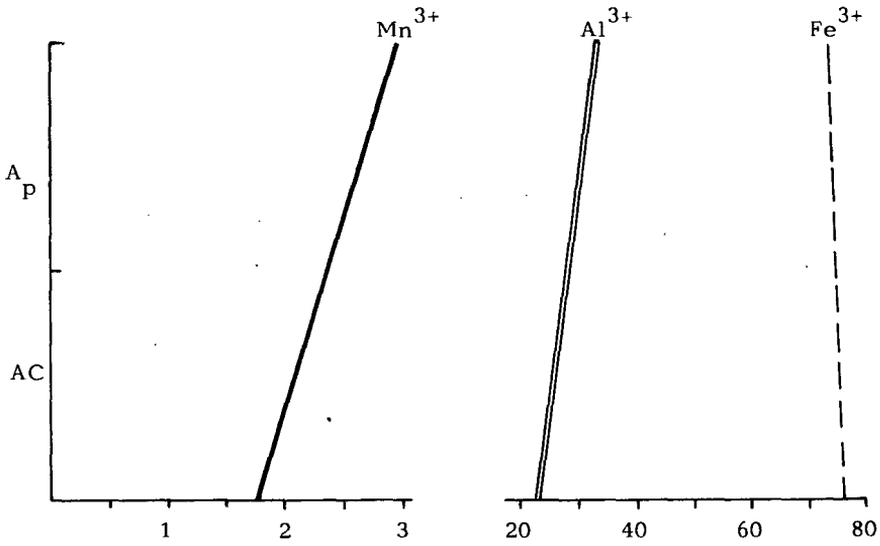


Abb.10 : Verteilung der indizierenden dreiwertigen Oxyde von Aluminium, Eisen und Mangan im Profil 5 in mval/100g Boden

Tabelle 12 : Fraktionierte Erfassung der Alkalien, Erdalkalien, Sesquioxyde und des Phosphates  
Wasserlösliche Anteile in mg% (obere Reihe) und mval% (untere Reihe)

Profil und Horizont	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Al <sup>+++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	a)
1 A <sub>h</sub> AC	0,5	0,2	1,1	9,0	Spuren	1,3	0,02	0,3	
	0,02	0,005	0,09	0,450	"	0,067	0,001	0,009	
	0,8	0,4	0,9	8,5	"	1,3	0,06	0,4	
	0,03	0,01	0,075	0,425	"	0,067	0,003	0,010	
2 A <sub>h</sub> AC	0,5	0,2	1,4	8,5	"	1,7	0,05	0,2	
	0,02	0,005	0,11	0,425	"	0,090	0,003	0,006	
	0,4	0,3	0,9	8,3	"	1,3	0,05	0,4	
	0,02	0,007	0,075	0,415	"	0,067	0,003	0,010	
3 A <sub>p1</sub> A <sub>p2</sub>	0,5	0,3	0,9	8,5	"	1,5	0,05	0,2	
	0,02	0,007	0,075	0,425	"	0,079	0,003	0,006	
	0,6	0,2	1,1	9,0	"	1,5	0,05	0,3	
	0,03	0,005	0,09	0,450	"	0,079	0,003	0,009	
4 A <sub>h</sub> AC	1,0	1,2	3,2	8,2	"	3,5	0,05	0,5	
	0,04	0,03	0,266	0,410	"	3,5	0,05	0,5	
	0,4	0,6	2,1	8,0	"	2,5	0,05	0,4	
	0,02	0,015	0,175	0,400	"	0,132	0,003	0,10	
5 A <sub>p</sub> AC	1,8	1,2	2,0	8,2	"	2,7	0,10	0,4	
	0,08	0,03	0,166	0,410	"	0,143	0,005	0,10	
	0,4	0,6	2,1	8,2	"	2,5	0,06	0,4	
	0,02	0,015	0,175	0,410	"	0,132	0,003	0,010	

a) untere Reihe mval% PO<sub>4</sub>

Tabelle 13 : Fraktionierte Erfassung der Alkalien, Erdalkalien, Sesquioxide und des Phosphates  
Ammonazetatlösliche Anteile in mg% (obere Reihe) und mval% (untere Reihe)

Profil und Horizont	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Al <sup>+++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	a)
1 A <sub>h</sub> AC	1,6	10,0	24,0	304,0	Spuren	37,6	1,3	0,4	
	0,06	0,25	2,0	15,2	"	2,0	0,06	0,01	
2 A <sub>h</sub> AC	1,6	6,0	14,4	240,0	"	30,4	1,3	0,7	
	0,06	0,15	1,2	12,0	"	1,6	0,06	0,02	
3 A <sub>p1</sub> A <sub>p2</sub>	1,9	10,2	28,8	320,0	"	37,6	1,3	0,4	
	0,08	0,26	2,4	16,0	"	2,0	0,06	0,01	
4 A <sub>h</sub> AC	1,0	4,3	14,4	224,0	"	13,2	1,0	0,5	
	0,04	0,10	1,2	11,2	"	1,3	0,05	0,01	
5 A <sub>p</sub> AC	1,6	9,3	24,0	290,0	"	32,3	1,3	0,5	
	0,06	0,23	2,0	14,5	"	1,7	0,06	0,01	
6 A <sub>h</sub> AC	1,6	8,5	22,8	240,0	"	37,6	1,6	0,6	
	0,06	0,21	1,9	12,0	"	2,0	0,08	0,02	
7 A <sub>h</sub> AC	1,9	17,0	60,0	436,0	"	59,0	2,3	0,4	
	0,08	0,42	5,0	21,8	"	3,0	0,12	0,01	
8 A <sub>p</sub> AC	1,9	6,2	36,0	264,0	"	36,3	1,3	0,6	
	0,08	0,15	3,0	13,2	"	1,9	0,06	0,02	
9 A <sub>p</sub> AC	2,2	12,5	43,2	300,0	"	49,0	1,6	0,4	
	0,10	0,3	3,6	15,0	"	2,6	0,08	0,01	
10 A <sub>p</sub> AC	1,9	6,4	36,0	260,0	"	37,7	1,5	0,5	
	0,08	0,16	3,0	13,0	"	2,0	0,08	0,01	

a) untere Reihe mval% PO<sub>4</sub>

Tabelle 14 :Fraktionierte Erfassung der Alkalien, Erdalkalien, Sesquioxyde und des Phosphates  
In n-Salzsäure lösliche Anteile in mg% (obere Reihe) und mval% (untere Reihe)

Profil und Horizont	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>x)</sup>
1 A <sub>h</sub>	4,6	5,7	404,4	1790,0	319,6	31,6	15,4
AC	0,2	0,14	33,7	89,5	17,0	1,7	0,21
	13,8	7,9	1581,6	13574,0	1504,0	35,3	15,4
	0,6	0,18	131,8	678,7	80,0	1,9	0,21
2 A <sub>h</sub>	2,3	5,8	183,6	734,0	131,6	27,9	12,0
AC	0,1	0,14	15,2	36,7	7,0	1,5	0,20
	16,1	8,0	2037,6	1605,4	1752,2	29,7	7,0
	0,7	0,2	169,8	802,7	93,2	1,6	0,13
3 A <sub>p1</sub>	2,2	6,2	429,6	1422,0	253,8	35,3	12,2
	0,1	0,15	35,8	71,1	13,5	1,9	0,21
A <sub>p2</sub>	13,8	6,3	1332,0	10782,0	1146,8	37,2	16,2
	0,6	0,15	111,0	539,1	61,0	2,0	0,34
4 A <sub>h</sub>	13,8	6,0	3396,0	5140,0	1992,8	66,9	15,4
AC	0,6	0,15	283,0	257,0	106,0	3,6	0,31
	18,4	8,0	4740,0	14906,0	3045,6	55,8	5,2
	0,8	0,2	395,0	745,3	162,0	3,0	0,11
5 A <sub>p</sub>	18,4	10,4	4622,4	11960,0	3384,0	70,6	7,0
AC	0,8	0,26	385,2	598,0	180,0	3,8	0,13
	18,4	8,0	4836,0	16040,0	3214,8	63,2	8,0
	0,8	0,2	403,0	802,0	171,0	3,4	0,16

x) obere Reihe mg% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, untere Reihe mval% PO<sub>4</sub>

Tabelle 15 : Fraktionierte Erfassung der Alkalien, Erdalkalien, Sesquioxide und des Phosphates  
In 25%iger Salzsäure lösliche Anteile in mg% ( obere Reihe) und mval% ( untere Reihe)

Profil und Horizont	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>x)</sup>
1 A <sub>h</sub> AC	1,2 0,05	4,0 0,1	120,1 10,0	120,0 6,0	409,8 21,8	7,4 0,4	4,4 0,10
	2,1 0,1	3,9 0,1	193,2 16,1	998,8 50,5	364,7 19,4	7,5 0,4	9,2 0,21
2 A <sub>h</sub> AC	1,2 0,05	2,1 0,06	60,0 5,0	44,0 2,7	409,3 21,7	9,3 0,5	5,4 0,13
	2,1 0,1	3,8 0,1	480,0 40,0	799,3 40,0	564,0 30,0	11,1 0,6	24,6 0,53
3 A <sub>p1</sub> A <sub>p2</sub>	1,3 0,06	4,0 0,1	21,6 1,8	498,0 24,9	470,0 25,0	9,3 0,5	1,5 0,10
	2,2 0,1	4,0 0,1	187,2 15,6	894,0 44,7	785,8 41,8	13,0 0,7	6,4 0,15
4 A <sub>h</sub> AC	2,1 0,1	8,0 0,2	360,0 30,0	246,0 12,3	814,0 43,3	18,6 1,0	18,0 0,42
	2,3 0,1	3,9 0,1	1574,4 131,2	1992,0 100,0	789,6 42,0	18,5 1,0	21,0 0,52
5 A <sub>p</sub> AC	2,1 0,1	8,0 0,2	1140,0 95,0	1960,0 98,0	883,6 47,0	11,1 0,6	23,0 0,53
	2,1 0,1	3,9 0,1	1564,8 130,4	2164,0 108,2	827,2 44,0	18,6 1,0	22,1 0,53

x) obere Reihe mg% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, untere Reihe mval% PO<sub>4</sub>

**VERGLEICH  
VON BÖDEN DES TSCHERNOSEM-TYPUS MIT AUBÖDEN  
IM SÜDLICHEN INNERALPINEN WIENER BECKEN  
von Manutschehr Kazai-Mogadham**

Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung und Problemstellung .....	69
II.	Geologisch-geomorphologische Übersicht .....	73
III.	Das engere Untersuchungsgebiet .....	75
	1) Die Rauchenwarther Platte .....	75
	2) Raum von Laxenburg .....	75
IV.	Klimatisch-vegetationskundlicher Überblick .....	76
V.	Die Profile und ihre Lage in der Landschaft .....	78
	1) Die Untersuchungsfläche Laxenburg .....	78
	Beschreibung der Profile im Raume Laxenburg .....	80
	2) Die Untersuchungsfläche Schwadorf .....	85
	Beschreibung der Profile im Raume Schwadorf .....	86
VI.	Untersuchungsergebnisse .....	90
	A Bodenphysikalische Untersuchungen .....	90
	1) Die Textur .....	90
	2) Lagerung, Struktur und Gefüge .....	91
	3) Wasserhaushalt .....	93
	B Bodenchemische Untersuchungen .....	96
	1) Allgemeine Charakteristik der Böden .....	96
	2) Die Sorptionsverhältnisse .....	98
	3) Verteilung und Dynamik der freien Sesquioxide ...	100
	4) Phosphatfraktionen und Phosphatdynamik .....	102

C Bodenwirtschaftliche Aspekte .....	105
D Zusammenfassung .....	110
VII. Anhang .....	112
1) Untersuchungsmethoden .....	112
2) Literatur .....	112
3) Tabellen und Abbildungen .....	115

## 1. Einleitung und Problemstellung

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung und unter Anleitung des Vorstandes des Institutes für Bodenforschung an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, Herrn Prof. Dipl.-Ing.-Dr. Herbert FRANZ, dem ich für sein großes Entgegenkommen und seine Hilfe herzlich danke. Auch den Herren Prof. Dr. Gustav WENDELBERGER, Prof. Dr. Julius FINK und Prof. Dr. Walter LOUB danke ich für ihre freundlichen Anregungen. Besonders erwähnen möchte ich Herrn Dipl.-Ing.-Dr. Franz SOLAR, der mir nicht nur bei der Geländearbeit, sondern auch bei der sprachlichen Verbesserung meines Manuskriptes seine liebenswürdige Hilfe gewährte.

Der Wiener Raum zählt zur pannonischen Klimaprovinz Österreichs und ist dementsprechend durch die Catena der "Steppenböden" ausgewiesen. Es finden sich Rohböden auf mergelig-tonigen sowie auf sandigen tertiären Sedimenten und auf Löß. Bei fortschreitender Bodenentwicklung entstehen Tschernoseme. Die Verteilung der Rohböden und Tschernoseme ist erosions- und geomorphogenetisch bedingt: während in erosionsgefährdeten, hängigen Lagen, d. s. Terrassenränder, Hänge und Kuppen des tertiären Hügellandes u. ä. Positionen, die Bodenentwicklung nicht über das Rohbodenstadium hinausgeht, nehmen die Tschernoseme die ebenen bis schwach geneigten Positionen bis hinauf in die höchsten Niveaus des Raumes ein. Hinsichtlich dieses Sachverhaltes sei verwiesen auf H. FRANZ (Die Böden Österreichs, 1960, 1961), J. FINK (1959, 1961), WEIDSCHACHER (1962) und die bisher veröffentlichten Ergebnisse der Österreichischen Bodenkartierung.

Zu den Eigentümlichkeiten der Tschernoseme der pannonischen Klimaprovinz Österreichs zählt, daß sie durchaus kalkhaltig sind. Sie lassen sich nach dem Entkalkungsgrad nicht oder nur teilweise gliedern. (Vgl. H. FRANZ, 1960, J. FINK, 1956). Dies ist ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Tschernosemen im Bereich der russisch-ukrainischen Typuslokalitäten und mit ein Grund, weshalb im Rahmen verschiedener moderner Bestrebungen sowjetisch-amerikanischer Provenienz nicht allein die österreichischen, sondern überhaupt alle mitteleuropäischen Vorkommen nicht mehr als Tschernoseme geführt werden sollen (vgl. FAO-Vorschlag).

Die Hauptgliederungskriterien der österreichischen Tschernoseme sind die Gründigkeit der A-Horizonte, die damit z.T. parallel laufende Bodenschwere und der Vergleyungsgrad, der in einzelnen Bereichen mit Versalzungserscheinungen gekoppelt ist.

Die Catena der österreichischen Tschernosemprovinz wird in ihrem terrestrischen Ast darüber hinaus um zwei weitere Bodentypen bereichert; dies sind die Paratschernoseme (H. FRANZ, 1960) und die (Kalk-)Braunerden. Die Meinung über die Genese und Altersstellung dieser Braunerden hat sich in den letzten Jahren gewandelt. Man sah z.T. noch nach 1945 in der Verbreitung dieser Braunerden auf den höheren Niveaus und in Übergangspositionen zwischen der "Feuchten und Trockenen Lößlandschaft", ferner im Vorkommen sogenannter verbrauchter Tschernoseme aktuell-zonale Elemente; Verbreitung und Vorkommen wurden auf Klimaunterschiede zurückgeführt, die in Tschernosemprofilen auftretenden B-Horizonte wurden als rezente Verbraunung infolge vorangegangener Entkalkung gedeutet (vgl. TILL, 1937). Heute wissen wir, daß im Wiener Raum die zeitliche Sukzession Braunerde-Tschernoseme besteht und die Braunerden bzw. die Braunerdebildungsbedingungen dem postglazialen Klimaoptimum zuzuzählen sind (vgl. H. FRANZ, 1960). Dies steht im Einklang mit Feststellungen aus anderen österreichischen Räumen, so aus Kärnten (SCHROM, 1964) und selbst aus dem humiden Alpengebiet (vgl. H. FRANZ und F. SOLAR, 1961, F. SOLAR, 1964). Neuerdings wird sogar ein Teil der Paratschernoseme als Braunerden, die sich im Regradationsstadium zum Tschernosem befinden, gedeutet (J. FINK, mündlich). Dementsprechend sind die Braunerden der österreichischen Tschernosemprovinz als postglazialer Reliktboden anzusehen und die verbrauchten Tschernoseme als Stockwerksprofile: Tschernosem auf fossiler Braunerde.

Ganz anders verläuft die Bodenentwicklung im Bereich der rezenten Auen. Dabei bestehen sowohl hinsichtlich der Geomorphogenese als auch der Pedogenese beträchtliche Unterschiede zwischen der Aue der Donau und den Auen ihrer Seitenflüsse. Bemerkenswert ist, daß die Entwicklung in ein- und derselben Aue uneinheitlich ist. An der Donau tragen die "früh trockengefallenen" Schotterfluren der Niederterrasse Tschernoseme und tschernosemartige Auböden (vgl. J. FINK, 1959), dagegen sind an trockengefallenen Profilen der rezenten Aue

Verbraunungsmerkmale zu erkennen (vgl. H. FRANZ, 1960). Die Verbraunung ist im rezenten Auebereich der Seitenflüsse noch deutlicher ausgeprägt und z.T. auf die Akkumulation brauner Erosionssedimente zurückzuführen.

Eine Eigentümlichkeit verschiedener Flüsse des Wiener Beckens ist es, daß sie ihre rezenten und subrezentem Alluvionen dammförmig aufgeworfen haben. Die Oberflächen dieses Sedimentationsbereiches haben dementsprechend gegenüber den Nachbarflächen, die sie z.T. überlagern, erhöhte Lagen. Die Aufgliederung der Aue in einen dammförmig aufgeworfenen Sedimentationsbereich der rezenten und subrezentem Alluvionen und in den untertieften älteren, spät- bis postglazialen Sedimentationsbereich der "Mittleren Talbodenzonen" ist auf den tektonisch beeinflussten "Tiefland-Teilstrecken" der Flüsse allgemein (vgl. F. SOLAR, 1964, 1967). Das dritte Element solcher Talböden, die "Randzonen", sind im Südlichen Wiener Becken nur dort entwickelt, wo die Möglichkeit zur Auflagerung solifluidaler Massen von höheren Niveaus auf die Sedimente des Talbodens bestanden hat; dies ist beispielsweise in der Fischa-Furche zwischen der Rauchenwarther Platte und dem Arbesthaler Hügelland der Fall.

Die Böden der "Mittleren Talbodenzonen" des Wiener Raumes sind bodentypologisch außergewöhnlich interessant und in standörtlicher Hinsicht diffizil und problemreich. Es sind trockenengefallene Pechanmoore (W. L. KUBIENA, 1953, S. 44), die nach dem Trockenfallen verschiedene morphologische Merkmale des Tschernosems annehmen. Sie wurden zuerst als Smonitza, bzw. soweit es sich um seichtgründige Profile handelt, als Borowina klassifiziert (W. L. KUBIENA, 1953). Heute werden sie gemäß dem Vorschlag der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft als Feuchtschwarzerden geführt.

Die vorliegende Arbeit ist als Beitrag zur Kenntnis der unterschiedlichen Dynamik der Tschernoseme und Anmoorschwarzerden bzw. ihnen assoziierter Böden zu verstehen. Zu diesem Zweck wurde die Catena zweier typischer geomorphologischer Positionen des Südlichen Inneralpinen Wiener Beckens im Detail kartiert und die engräumig genommenen Profile untersucht.

Die eine Catena liegt im Bereich der altquartären Flur der Rauchenwarther Platte. Sie ist durch typische kalkreiche Tschernoseme ausgewiesen. In die Untersuchung wurden darüber hinaus auch Tschernosemkolluvien und ein "Ver-

braunter Tschernosem" einbezogen. Die zweite Catena liegt in einem der beiden tektonischen Senkungsräume des Südlichen Wiener Beckens, nämlich in Laxenburg. Dort wurden im Aubereich der Schwechat die Böden auf den leichten bis mittelschweren rezenten und subrezentem Alluvionen sowie auf den schweren Sedimenten der mittleren Talbodenzone untersucht.

## II. Geologisch-morphologischer Überblick

Auf die mit dem Pannon abschließende tertiäre Beckenfüllung des Inneralpinen Wiener Beckens folgen in weiterer Verbreitung quartäre Ablagerungen. Die quartäre Sedimentation kann in einen altpleistozänen und einen mittel- und jungpleistozänen Abschnitt eingeteilt werden. Die altpleistozäne Sedimentation war durch die Donau bestimmt, die das Becken von Wien aus gegen die Brucker Pforte querte. In diesem Zusammenhang muß im Südlichen Inneralpinen Wiener Becken eine altquartäre Ausgangsflur angenommen werden (H. KÜPPER, 1953). Von dieser sind nur noch Reste vorhanden: im N die altquartären Terrassensysteme im Wiener Stadtgebiet (Laaerberg, Wienerberg), ferner die Rauchenwarther Platte und das Arbestaler Hügelland; im S und O sind es einerseits die Pfortenfüllungen, z.B. die Parndorfer Platte, und andererseits die Quarzschotterbedekung der Leithagebirgsvorflächen, z.B. Gfingert Ried, Gaisbühel (vgl. H. KÜPPER, 1954). Im Beckeninneren trägt lediglich der Goldberg bei Reisenberg altersgleiche Quarzschotter (vgl. J. FINK, 1961).

Die Ausgangsflur wurde durch mittelquartäre Senkungsvorgänge, die z. T. noch fort dauern, abgesenkt, sie war überdies der Erosion der Donauzubringer ausgesetzt; die Donau selbst wurde in die Hainburger Pforte abgelenkt. Die bis dahin einheitliche Beckensedimentation wurde im S durch die Aufschotterung zweier lokaler Kalkschotterkegel, der "Trockenen Ebene", und im N durch die Ausbildung zweier Senkungszentren im Raum von Mitterndorf und Laxenburg abgelöst. Im Gefolge des Ausdünnens und Ausfächerns der Kalkschotter nach N hin, ferner als Folge der Aufwölbung des Tertiärsockels im Untergrund kommt es in diesem Bereich, der seit H. HASSINGER (1905) den Namen "Feuchte Ebene" führt, zu verbreitetem Grundwasseraustritt und flächenhafter Vernässung. In der Feuchten Ebene nimmt die Feinsedimentdecke auf den Schotterflächen zu und schwankt zwischen 20 u. 150 cm. Zu den beiden großen geologischen Einheiten der Feuchten und Trockenen Ebene gesellt sich die Leopoldsdorfer Platte (vgl. H. KÜPPER, 1962). Sie ist zwischen dem Beckenrand im W und NW und der Mödling und Schwechat im S und O ausgebildet. Sie trägt auf einem hochanstehenden Pannonsockel einen dünnen Teppich von Plattelschotter (vgl. J. FINK, 1961, H. HACKER und F. HOCH, 1961).

Die weitere Folge der Zerstörung der Ausgangsflur und des Abdrängens der Donau nach N war die Zerteilung der verbliebenen Terrassen im N. Die von S einströmenden Gerinne werden in zwei S-N verlaufenden Furchen, der Schwachat-Furche im W zwischen Laaerberg und Rauchenwarther Platte und der Fischach-Furche im O zwischen Rauchenwarther Platte und Arbestaler Hügelland, gesammelt und nach N zur Donau entwässert; lediglich die Leitha entwässert durch die Brucker Pforte hin zur Kleinen Ungarischen Tiefebene (Tafel 1).

### III. Das engere Untersuchungsgebiet

1) Die Rauchenwarther Platte hat eine keilförmig nach SSW gerichtete Form (Tafel 1). Diese altquartäre Flur zeigt bereits eine starke Zerdellung und Zuschränkung. Der aus dem Oberpannon stammende Tertiärsockel findet sich als Anstehendes weit verbreitet im Sporn von Moosbrunn, die ursprünglich vorhandene Schotterdecke findet sich in engumgrenzten Bereichen der "Ausgangsflur" (Pfafenöden, 232 m, nördl. Schwadorferwald, 230 m). Die zugeschragten und erniedrigten Bereiche führen nur solifluidal verlagerte Streuschotter. Die Hauptfläche der Platte wird von Lössen eingenommen.

2) Der Senkungsraum Laxenburg gehört zum jüngsten alluvialen Formungsraum. In diesen greifen von S her z.T. isolierte Kalkschotterfluren und vom W her Plattelschotterfluren (Kalk und Flysch) ein (s. H. HACKER und F. HOCH, 1961). Dieser Sedimentationsraum ist gekennzeichnet durch starke Entspannung und rasche Gefällsverminderung der Gerinne. So weist die Schwechat östlich von Traiskirchen (zwischen Schichtenlinie 200 und S Kote 188) ein Gefälle von 2,8 ‰ auf. Dieses Gefälle erhöht sich auf der canonartig ausgebildeten Übergangsstrecke zum Senkungszentrum (S Kote 188 - N Kote 184) auf 3,3 ‰ und sinkt dann in diesem selbst (Kote 177 - S Achau) auf 0,5 ‰. Diesem geringen Gefälle entspricht auch die Korngrößenverteilung der Sedimente im Senkungsraum. Zur Auflandung gelangten vorwiegend Lehme und Tone. Wie die eigenen Detailuntersuchungen zeigten, werden diese Sedimente gegenwärtig z.T. bereits wieder ausgeräumt, bzw. im flußnahen Bereich durch leichteres Material überlagert (s. Profilschnitt). Dieser Befund steht sowohl im Einklang mit den bodenkartographischen Ergebnissen von H. HACKER und F. HOCH (1961) als auch mit dem allgemeinen jüngsten Formungsgeschehen (vgl. F. SOLAR, 1963). Diese Ergebnisse decken sich nicht mit der Meinung von H. KÜPPER (1962), wonach ein Teil dieser Sedimente, nämlich das zu Pechanmooren bzw. Anmoorschwarzerden geprägte Sedimentglied Rib/Wüirm, interglazialen Alters sei.

## IV. Klimatisch-vegetationskundlicher Überblick

Die beiden Untersuchungsräume "Rauchenwarther Platte" und "Laxenburg" liegen im pannonischen Klimabereich Österreichs. Die Temperaturen dieser Klimaprovinz sind zunächst durch warme, trockene Sommer und kalte, meist schneearme Winter gekennzeichnet (s. Tabelle 1). Die mittlere Jahrestemperatur der beiden Untersuchungsräume liegt zwischen  $9,2^{\circ}$  und  $9,6^{\circ}$  C. Der wärmste Monat ist mit  $19,8^{\circ}$  C der Juli, der kälteste ist mit  $-0,7$  bis  $1,2^{\circ}$  C der Jänner. Die mittleren Jahresniederschlagsmengen betragen 570-580 mm. Davon fallen ca. 53 % in den Monaten April - August. Der niederschlagsreichste Monat ist mit 77 mm der Juli, der niederschlagsärmste ist mit 27 mm der Jänner. Die Winterdecke dauert vom 24.I.-9.II.; demgemäß ist die Anzahl der Tage mit - zumindest z.T. auftretenden - Kahlfrösten beträchtlich. Die Vegetationsperiode ist mit 210 Tagen relativ lang; davon sind 150 Tage frostfrei.

Zwischen den beiden Räumen treten beträchtliche lokalklimatische Unterschiede auf, die sich aber mangels meteorologischer Daten nicht exakt erfassen lassen. Die Unterschiede sind in erster Linie topogen bedingt. Der Raum Laxenburg zählt zur Auniederung, es werden Seehöhen um 175 m gemessen; der Raum der Rauchenwarther Platte aber gehört mit 225 m zu den höchsten Erhebungen im Inneren des Wiener Beckens. Dementsprechend ist die Windexposition der Höhen größer, die vorherrschenden W-Winde werden hier voll wirksam. Demgegenüber sind die Laxenburger Auen luftfeuchter und weisen auch mehr Nebel als die Höhen auf. Trotzdem zählt der Raum Laxenburg zu den Bereichen mit starker Winderosion; dieser Sachverhalt wird durch die extreme Erosionsanfälligkeit der dort auftretenden Böden, in erster Linie der Anmoorschwarzerden, verständlich. Die Aufstellung von Windschutzstreifen ist daher unerlässlich (vgl. MAZEK-FIALA).

In beiden Räumen ist die Primärvegetation des Wiener Beckens anthropogen stark reduziert; die Ackernutzung der Flächen steht im Vordergrund. Die Primärvegetation bestand selbst in dieser Klimaprovinz nicht aus Steppengesellschaften, sondern aus offenen Eichenmischwäldern bzw. den verschiedenen Wald-

gesellschaften der Aue. Pflanzengesellschaften der offenen Steppe mit Trockenrasen waren auf kleine Flächen beschränkt (s. H. WENDELBERGER, 1967).

Die untersuchten Flächen stehen durchwegs unter Ackernutzung. Allerdings findet man in ihrer unmittelbaren Nähe Reste der Primärvegetation. Nahe der Untersuchungsfläche Schwadorf ist es der Restwald des Rauchenwarther Holzes. Dieses ist wahrscheinlich ein Grenzvorkommen des Tatarenahorn-Eichenwaldes, *Aceri tatarici-Quercetum* (vgl. M. ONNO, 1952).

An die Fläche Laxenburg schließt der Laxenburger Schloßpark an. Auch dieser ist ein Restbestand der Auwälder, die früher ähnliche Positionen der Feuchten Ebene weithin bedeckt haben. Es handelt sich um einen spezifischen Typus der hochgelegenen Hartholzaue, die "Laxenburger Flußau" (vgl. E. WENDELBERGER, 1960).

## V. Die Profile und ihre Lage in der Landschaft

In die Untersuchungen wurden insgesamt 7 Profile einbezogen. Die Profile 1L-4L (L = Laxenburg) liegen in der Schwechat-Aue des Gemeindegebietes Laxenburg, die Profile 1S-2S (S = Schwadorf) und 4S auf der Rauchenwarther Plate des Gemeindegebietes Schwadorf. Die genaue Lage der Profile ist den beige-fügten Ausschnitten der topographischen Karte 1:50.000 zu entnehmen. Über die Konfiguration der Flächen der einzelnen Bodenformen informieren die auf der Basis der Lokalformenkartierung erstellten, großmaßstäbigen Bodenkarten (Abb. 1 und 3). Abb. 2: geologisch-sedimentologischer Aufbau der Fläche Laxenburgs.

### 1) Die Untersuchungsfläche Laxenburg:

Die Untersuchungsfläche Laxenburg liegt maximal 2 m über dem Mittelwasserniveau der Schwechat (s. Abb. 2). Dabei liegen die flußnahen Flächen der "rezenten und subrezentem" Aue höher als die uferferneren Flächen der "Mittleren Talbodenzone"; der maximale Niveauunterschied beträgt ca. 60 cm. Dieses Mikorelief spiegelt sich auch in der Verteilung der Sedimente und Böden und im Relief des Schotterkörpers wider.

Das älteste Sedimentationsglied der Aue sind Rundschotter (Strate I, Abb. 2), Es sind die nach N hin ausdünnenden Steinfeld-Kalkschotter. Sie stehen östlich und westlich der Schwechat-Aue hoch an, im Bereich der Aue aber sind sie ausgeräumt (vgl. H. HACKER und F. HOCH, 1961). Sie sind unter einer mehrfach gegliederten Feinsedimentdecke begraben.

Der Schotterkörper hat ein deutliches Relief. Seine Oberkante fällt zur Schwechat hin ein, zwischen den Profilen 2 und 3 (s. Abbildung 1 und 2) um 16 cm auf einer Strecke von 130 m. Die Schotteroberkante liegt auf der Höhe des Profils 2 22 cm über dem Schwechatniveau "0,0", 30 m von der Schwechat entfernt, auf der Höhe des Profils 3, aber nur noch 6 cm. Eine deutliche Stufe liegt dabei am W-Rand des eingeschnittenen Altarmes (s.u.). In der Flußrichtung ermäßigt sich die Differenz in der Schotteroberkantenhöhe. Auf der Strecke Profil 1 - Kote 1.61 (150 m) beträgt die Differenz nur noch 14 cm. Gleichzeitig

beginnen die Schotteroberkanten unter das Schwechatniveau "0,0" zu sinken: die Oberkante liegt im Profil 1 um 5 cm und die Schotteroberkante in "1,61" um 19 cm unter dem Schwechatniveau "0,0". Der Schotterkörper ist grundwasserführend. Unter den dichten Straten II und III ist das Grundwasser gespannt. Es stieg im Bohrloch Profil 1 innerhalb von 30 Minuten um 30 cm und stellte sich dann auf eine Tiefe von 1 m ein, d.s. 40 cm über dem Bachniveau "0,0". Auch im Bohrloch 2 stieg das Wasser um 25 cm, sein freier Spiegel lag damit um 56 cm über dem Niveau "0,0". Demgegenüber ist das Grundwasser im sekundären Schotterkörper frei. Es nahm Anfang Oktober 1968 ein Niveau von 43 cm über "0,0", d.s. 1,50 m unter Tag ein; es ist wahrscheinlich, daß dieses Niveau im gesamten Altarmbereich einheitlich gehalten wird.

Dem Schotter lagert unmittelbar ein sehr schweres und wasserabdichtendes fossiles Pechanmoor auf (Strate II). Seine Mächtigkeit beträgt nahe der Schwechat (Profil 3) 60 cm, östlich des eingeschnittenen Altarmes schwankt sie zwischen 40-60 cm. Auch seine Oberkante hat ein Relief (s. Abb. 2, Profilschnitt N); dieses alte Relief ist dem Relief der Oberfläche angeglichen.

Das fossile Pechanmoor wird in einer Mächtigkeit von 80-100 cm von einem schluffigen Ton, der älteren Aulehmdecke (Strate III), überlagert. Dieses Sediment tritt oberflächenbildend auf, es nimmt im S-Teil die Hälfte, im N aber zwei Drittel der Fläche ein. Das Sediment III, bzw. die Abfolge II, III bauen die Fläche 1 und 2 auf. Die Unterschiede zwischen 1 und 2 liegen in der verschiedenen Bindigkeit der Strate III; diese nimmt vom S nach N zu und bedingt zwischen den Bodenformen 1 und 2 eine gleitende Grenze.

Die Straten II und III sind nicht durchlaufend vorhanden, sie wurden durch spätere Flußtätigkeit zum Teil erodiert und durch jüngere Sedimente überlagert. Die Schwechat baute vier Schwemmfächer in die Versuchsfläche vor. Der mächtigste ist der dammförmig aufgebaute "eingeschnittene Altarm". Hier fehlen auf einer Bettbreite von ca. 70 m Strate II und III vollständig. An dieser Stelle hat die Schwechat einen stark mäandrierenden sekundären Schotterkörper bis 50 cm unter Tag aufgeschüttet. Dieser sekundäre Schotterkörper ist durch zugehörige Feinsedimente, Sande, lehmige Sande und randlich angeordnete sandige Lehme und sandig-schluffige Lehme (Strate V) überlagert. Infolge der alten

Mäanderbildung liegt ein sehr enger örtlicher Wechsel des Profilaufbaues vor; dieser Wechsel bedingt sowohl die Sedimentbindigkeit als auch die Schottertiefe; so sinkt z.B. die Schotteroberkante von Kote "1,92" bis Profil 4, u.zw. über eine Strecke von 7 m, von 50 auf 150 cm Tiefe. Diese Strate V wurde daher als ein Bodenkomplex ausgeschieden (Bodenform 4). Die Dammkrone dieses Altarmes überragt die Umgebung bis zu 60 cm. Nur der unmittelbare Randbereich des rezenten Schwechatlaufes erreicht noch diese Höhe.

Die drei östlich des eingeschnittenen Altarmes vorgebauten Schwemmfächer reichen nur 90 m tief nach N in die Versuchsfläche. Die Tiefenschürfung des alten Bachbettes reichte bis 1 m in die Strate III. Im W-Arm dieser drei Schwemmfächer wurde in einer Tiefe von 80 cm Sand angebohrt. Es ist also zu vermuten, daß auch hier an einzelnen Stellen die Straten II und III bis zum Schotter abgetragen sind. Ein letzter Schwemmfächer begleitet schließlich die Schwechat in ihrem gesamten Lauf am W-Rand der Kartierungsfläche; die Schwechat reicht im O bis an den eingeschnittenen Altarm.

Die aus den schluffigen und sandigen Lehmen der Strate IV gebildeten Böden wurden zur Bodenform 3 zusammengefaßt.

Über den Aufbau der Böden, die aus den angeführten Sedimenten entstanden, informiert die nachfolgende Profilbeschreibung.

#### Profilbeschreibung:

##### Profil 1 (1 L): Schwerer, trockengefallener, anmooriger Auboden

A<sub>p1</sub> ... 0-5/10 cm; dunkelgraubraun (10 YR 3/2); toniger Schluff, stark plastisch-klebind; stark humos, Mull; undeutlich fein- und mittelblockig scharfkantig; normal gelagert, porös; durchwurzelt und belebt; neutral, hoher Karbonatgehalt; absetzend

A<sub>p2</sub> ... 5/10-30 cm; dunkelgraubraun (10 YR 2,5 Y 3/2); schluffiger Ton, stark plastisch-klebind; stark humos, Mull; Grobprismen (20-30x30x10-30), entlang von 5 mm breiten Schwundrissen abgesondert: scharfkantig mit glatten Grenzflächen, Grenzflächen allwinkelig aufeinanderstehend; Risse überwiegend vertikal; zwischen 15/20 cm undeutlich grobplattig mit deutlicher Horizontalorientierung der Risse. Schwach feinporös, sehr

dicht gelagert; inhomogen durchwurzelt: starke, geflechtartige Ballung der Faserwurzeln in den Rissen und den einzelnen Regenwurmgingen, Hauptbodenmasse dagegen nur schwach durchwurzelt; neutral, hoher Karbonatgehalt; absetzend

AC<sub>g</sub> ... 30-70/85 cm; dunkelgraubraun (10 YR 2,5 Y 4/2); toniger Schluff, plastisch-kle bend; humos, Mull; deutlich mittelblockig und mittelgranulär zusammengesetzt zu undeutlich feinprismatischen Einheiten, scharfkantig; porös, alle Porengrößenklassen; normal gelagert; undeutliche Humusfilme, vereinzelt feinste Kalkausblühungen; durchwurzelt, normales Wurzelbild; stark belebt, viele Regenwurmröhren; neutral, stark karbonathaltig; allmählich mit Zunahme des Pechanmoor-Charakters übergehend (Farbton olivgrau).

A<sub>fos</sub> ... 70/85-140 cm; dunkelgrau (2,5 Y 3/1); Ton, hochplastisch-stark kle bend; stark humos, Pechanmoor; undeutlich mittel- und grobblockig scharfkantig, zusammengesetzt aus mittelgranulären, mittelprismatischen und mittelplattigen, vertikal orientierten Aggregaten; feinporös, dicht gelagert; Faserwurzeln auslaufend, vereinzelt Regenwürmer; neutral, karbonatreich; absetzend.

D<sub>g</sub> ... ab 140 cm; kiesig-sandiger Schotter.

Anmerkung: A<sub>p1</sub> entspricht der regelmäßig geackerten Zone, noch normal gelagert.

A<sub>p2</sub> (fallweise) gepflügte Zone. Hauptbearbeitungstiefe 15,20-30 cm; darunter im ohnehin sehr dichten Horizont Pflugsohle angedeutet.

AC<sub>g</sub> normal gelagert mit gutem Gefüge. Vergleichungsmerkmale weitgehend relict. Ein leichter Tagwasserstau ist jedoch über dem dichten

A<sub>fos</sub> vorhanden.

Der A<sub>p</sub> - und AC<sub>g</sub> -Horizont entsprechen der älteren Aulähmdecke (Strate III), der A<sub>fos</sub>, der einen Besatz mit Muschelschalen aufweist, ist das fossile Pechanmoor (Strate II); der Schotter entspricht der Strate I.

Im Schotter gespanntes Grundwasser; zum Zeitpunkt der Probenahme stieg es im Bohrloch um 30/40 cm.

Profil 2 (2L): Schwerer, trockengefallener, anmooriger Auboden

- A<sub>p1</sub> ...0-3/5 cm; dunkelgraubraun (10 YR - 2,5 Y 3/2); toniger Schluff, stark plastisch-klebbend; stark humos, Mull; Struktur heterogen: deutlich grobschollig-grobblockig, daneben deutliche mittelgranuläre Einheiten; schwach feinporös, noch normal gelagert; durchwurzelt und belebt; neutral, stark karbonathaltig; übergehend.
- A<sub>p2</sub> ...3/5-30 cm; dunkelgraubraun (2,5 Y 3/2); toniger Schluff, stark plastisch-klebbend; stark humos, Mull; grobprismatische Einheiten (bis zu 30x30x30), entlang von Schwundrissen in grobblockig-grobplattige Einheiten zerfallend; scharfkantig, muscheliger Bruch; von vielen Schwundrissen (Ø 5 mm) allseitig durchzogen. Aggregatabsonderung entlang der Schwundrisse unter ca. 45-60°, Grenzflächen glatt bis muschelig brechend; zwischen 15/20 cm undeutlich plattig-horizontale Einordnung der Aggregate; schwach feinporös, vereinzelt Regenwurmgänge von 5 mm; sehr dicht gelagert; inhomogen durchwurzelt: dichtes Faserwurzelgeflecht entlang der Risse und Gänge; Hauptbodenmasse aber sehr schwach durchwurzelt; neutral, stark karbonathaltig; übergehend.
- A<sub>3</sub> ...30-55 cm; braungrau (10 YR - 2,5 Y 4/1); schluffiger Lehm, plastisch-klebbend; humos, Mull; Struktur zusammengesetzt: mittelblockige und granuläre Einheiten zu undeutlichen Feinprismen zusammengesetzt; normal gelagert, porös, alle Porengrößenklassen; undeutlich feuchtglänzende Bestege an Aggregatgrenzflächen, vereinzelt Karbonat-Feinstpseudomyzel; durchwurzelt und stark belebt; neutral, stark karbonathaltig; allmählich übergehend.
- AC<sub>g</sub> ...55-85/90 cm; braungrau (10 YR - 2,5 Y 4/1); schluffiger Lehm, horizontal durchzogen von einzelnen ungleichmäßig zackig verlaufenden und nicht durchgehend orangefärbigen (10 YR 8/6) Sandbändern; schwach humos, Mull; deutlich feinblockig, zusammengesetzt zu undeutlichen Feinprismen; normal gelagert, porös, alle Porengrößenklassen; viele undeutliche Rostflecken und -röhren 1-2 mm, z.T. konkretionär verhärtet; schwach durchwurzelt, stark belebt; neutral, stark karbonathaltig; allmählich übergehend.

A<sub>fos</sub> ...85/90-130 cm; Pechanmoor wie in Profil 1.

D<sub>g</sub> ...ab 130 cm; sandig kiesige Schotter.

Anmerkung: 0-90 cm Strate III mit vereinzelt Sandbändern zwischen 55-90cm.

Die A<sub>p</sub>-Horizonte sind anthropogen sehr stark verdichtet, der A<sub>p1</sub> infolge Bearbeitung wechselnd dicht bis locker.

Im AC<sub>g</sub> mäßige, z.T. relikte Vergleyung; z.T. mäßiger Tagwasserstau an der Oberkante des dichten A<sub>fos</sub>.

90-130 cm Strate II, fossiles Pechanmoor.

Ab 130 cm Schotterkörper, Strate I mit gespanntem Grundwasser.

Halbzersetzte Reste organischer Dünger in 20/25 cm bedingen Bildung großer Rost- und Fahlflecken.

Profil 3 (3L): Mittelschwerer, trockenfallener, anmooriger Auboden

A<sub>p1</sub> ...0-5/10 cm; dunkelgraubraun (10 YR 3/2); schluffiger Lehm, plastisch-kleidend; stark humos, Mull; undeutlich mittelblockig-scharfkantig, daneben Grobschollen; normal gelagert, porös; durchwurzelt und belebt; neutral, karbonathaltig; übergehend.

A<sub>p2</sub> ...5/10-30/35 cm; dunkelgraubraun (10 YR - 2,5 Y 3/2); schluffiger Lehm, plastisch-kleidend; stark humos, Mull; deutlich grob-prismatische Einheiten (30x20x20) entlang von Schwundrissen in grobblockig-scharfkantige Einheiten zerfallend; sehr dicht gelagert, feinporös, vereinzelt Regenwurmgänge; uneinheitlich durchwurzelt: geflechtartige Ballung von Faserwurzeln entlang der Aggregatgrenzflächen u. Faserwurzel-Strangbildungen in den Regenwurmhängen; Boden-Hauptmasse nur schwach durchwurzelt; neutral, stark karbonathaltig.

A<sub>3</sub> ...30/35-70 cm; dunkelgraubraun (10 YR - 2,5 Y 3/2); sandig-schluffiger Lehm, plastisch-kleidend; humos, Mull; undeutlich mittelblockig und deutlich mittel- und grobgranulär; normal gelagert, porös, alle Porengrößenklassen; vereinzelt undeutliche feine Rostflecken, vereinzelt feine Kalkausblühungen; durchwurzelt, stark belebt; neutral, stark karbonathaltig; allmählich übergehend.

- AC ...70-100 cm; braungrau (2,5 Y 4/2); sandiger Lehm, plastisch-klebind; schwach humos, Mull; undeutlich feinblockig und mittelgranulär; vereinzelt Wurzeln, stark belebt; neutral, stark karbonathältig; mit schmalen Sandstreifen übergehend.
- G<sub>rel</sub> ...100-120 cm; grau (2,5 Y 5/1-6/1); schluffiger Ton, stark plastisch-klebind; undeutlich strukturiert (grobgranulär und feinplattig), partienweise strukturlos; dicht gelagert, feinporös; mehrere undeutliche Rostflecke; Faserwurzeln auslaufend, schwach belebt; neutral, karbonathältig; allmählich übergehend.
- A<sub>fos</sub> ...120-180 cm; Pechanmoor wie in Profil 1.
- D<sub>g</sub> ...ab 180 cm; sandig-kiesiger Schotter.

Anmerkung: 0-100 cm Strate IV, 100-120 cm Strate III, 120-180 cm Strate II, ab 180 cm Strate I mit gespanntem Grundwasser.

Bearbeitungshorizonte stark verdichtet, die obersten 5-10 cm fallweise durch Bearbeitung aufgerissen.

Der G-Horizont ist trocken gefallen und wirkt als Staukörper.

Profil 4 (4L): Mittelschwerer, seichtgründiger, Brauner Auboden auf Sand und Schotter

- A<sub>p</sub> ...0-25/30 cm; dunkelgraubraun (10 YR 3/2); sandiger Lehm, plastisch-klebind; stark humos, Mull; heterogen strukturiert: deutlich grobschollig-grobblockige Einheiten, nach unten zunehmend prismatisch zusammengesetzt; poröse und dichte Partien wechselnd; partienweise stark sprungrissig; inhomogen durchwurzelt, mit Faserwurzelballungen an Aggregatgrenzflächen, belebt; neutral, karbonathältig.
- AC ...25/30-55/60 cm; graubraun (10 YR 4/2-4/3); lehmiger Sand, plastisch-nicht klebind, vereinzelt Partien sind sandiger Lehm; humos, Mull; durchwurzelt und belebt; neutral, karbonathältig; übergehend.
- C ...55/60-100 cm; braun (10 YR 4/4); loser bis mäßig verfestigter strukturloser Sand; mehrere relikte Rostflecken und -röhren.

D ... ab 100 cm; grobsandiger Kies, vereinzelt mit Grobsandbändern.

Anmerkung: 1) Profilaufbau auf engstem Raum stark wechselnd: stellenweise fehlt der C-Horizont, so daß der D-Horizont unmittelbar anschließt, vereinzelt steht der Schotter erst ab 70+90 cm an. Vielfach greift der sandige Lehm bis 90 cm.

2) Grundwasser ab 150 cm.

## 2) Die Untersuchungsfläche Schwadorf:

Die Rauchenwarther Platte ist infolge ihres Alters stark zugeschrägt und zerdellt. In den flachgezogenen Hängen finden sich immer wieder Verflachungen, die z.T. Verebnungsresten eingeschachtelter tieferer Niveaus entsprechen. Die Untersuchungsfläche "Schwadorf" liegt auf einer derartigen Hangverflachung. Sie schließt östlich der Höhenflur "Hochkreuz-Pfaffenöden" (etwa dem Niveau 230 m entsprechend) unmittelbar an die Höhenflur an. Die Fläche ist maximal  $1,5^{\circ}$  nach SO, gegen die Furche der Fische, geneigt. Bis zu dieser höchstgelegenen Hangverflachung ist der Hang von der Fische her eingedellt. Der untere Teil der Untersuchungsfläche ist demgemäß zu einem halbkreisförmigen Talansatz geformt und dadurch stärker verflacht. Demzufolge verlaufen auch die Grenzen der Bodenformen annähernd halbkreisförmig und isohypsenparallel (Abb.3).

Infolge der wenig scharfen Oberflächenformen und der geringen geomorphogenetischen Akzentuierung ist auch das Substrat sehr einheitlich. Der Schotterkörper und der Pannonsockel sind im Bereich der Untersuchungsfläche nirgends freigelegt, sie sind einheitlich von Löß überlagert. Der für die Bodenverteilung und die Pedogenese einzig wirksame geomorphogenetische Faktor war die Hangabspülung. Diese bewirkte im oberen, stärker geneigten Teil die erosive Bloßlegung des Lösses und im unteren, flachen Absatz die kolluviale Überlagerung der alten Bodendecke. Durch die Solifluktion wurden vereinzelt auch Kies und Schotter der Höhenflur in die kolluvial bewegten Massen miteingeschleppt.

Die Untersuchungsfläche besteht aus fünf verschiedenen Bodeneinheiten, die sich auf zwei Grundformen zurückführen lassen (die Bodenformen 1 und 3).

Die Bodenform 1 ist ein seichtgründiger Tschernosem auf Löß, er nimmt die beiden oberen Drittel der Kartierungsfläche ein und hat sich nach erosivem Abtrag der früher dort vorhandenen Lößbraunerde aus dem freigelegten Löß entwickelt. Die im höher gelegenen Bereich des Feldes abgetragene relikte Braunerde ist auf dem flachen Ansatz des oberen Dellenausganges noch vorhanden, sie ist identisch mit der zweiten Grundform und trägt die Nummer 3. In der Flächenkonfiguration schieben sich zwischen die beiden Grundformen die kolluvial geprägten Einheiten 2 und 4. Die Bodenform 2 ist ein mittelgründiger Tschernosem und ging aus dem seichtgründigen Tschernosem der Bodenform 1 durch mäßige kolluviale Auflagerung hervor. Die Form 4 ist ein mittelgründiges Mischkolluvium aus Tschernosem- und Braunerderesten; an der Basis dieses Profiles finden sich noch autochthone Reste der Braunerde. Den untersten Teil der Untersuchungsfläche nimmt die Bodenform 5 ein. Sie ist als tiefgründige Teilform von 4 aufzufassen, die Tiefgründigkeit ist z.T. anthropogen (Aufschüttung, wie u.a. aus dem scharfen, mit der Parzellengrenze zusammenfallenden Abschneiden ihrer Verbreitung im NO hervorgeht).

Über den Aufbau dieser Böden informiert die nachfolgende Profilbeschreibung:

Profilbeschreibung:

Profil 1 (1S): Mittelschwerer, seichtgründiger Tschernosem auf Löß

A<sub>p1</sub> ...0-20/22 cm; braun (10 YR 3/5-4/5); stark lehmiger Schluff, plastisch-schwach klebend; vereinzelt Kies; humos, Mull; Struktur heterogen: krümelig-granuläre neben grobscholligen Partien; porös; durchwurzelt und belebt; absetzend.

A<sub>p2</sub> ...20/22-28 cm; braun (10 YR 3/5-4/5); lehmiger Schluff, plastisch-nicht klebend; vereinzelt Kies; humos, Mull; scharfkantig feinschollig und mittelplattig, schwach feinporös, daneben Partien mit biogenen Grobporen; dicht gelagert; schwach durchwurzelt, mäßig belebt; absetzend.

AC ...28-35/45 cm; graubraun (10 YR 5/3-6/3); lehmiger Schluff, plastisch-nicht klebend; humusfleckig; zusammengesetzte Struktur: undeutlich mittelblockige Aggregate in mittelkrümelige und -granuläre Einheiten.

zerfallend; porös, normal gelagert; durchwurzelt und belebt; allmählich übergehend.

C<sub>ca</sub> ... 35/45-120 cm; graubraun (2,5 Y 6/3-7/3); lehmig feinsandiger Schluff; einzelne Partien undeutlich humusfleckig; Lößstruktur und Gefüge; viele feine Karbonatausblühungen; schwach durchwurzelt, belebt (mehrere Krotowinen); übergehend.

Profil 2 (2S): Mittelschwerer, mittelgründiger Tschernosem auf Löß

A<sub>p1</sub> ... 0-20 cm; stark lehmiger Schluff; humos; normal gelagert.

A<sub>p2</sub> ... 20-30 cm; stark lehmiger Schluff; humos; dicht gelagert.

AC ... 30-45/60 cm; lehmiger Schluff; humos und humusfleckig; normal gelagert.

C<sub>ca</sub> ... ab 45/60 cm; lehmiger Schluff, Löß.

Anmerkung; Profilbeschreibung aus dem Stich.

Profil 3 (3S): Relikte Lößbraunerde

A<sub>p1</sub> ... 0-20 cm; dunkelbraun (10 YR 4/2-3/2); stark lehmiger Schluff, plastisch-schwach klebend; humos, Mull. Struktur heterogen: deutlich grobkrümelige und -granuläre neben mittel- und grobscholligen Partien; porös; durchwurzelt und belebt; absetzend.

A<sub>p2</sub> ... 20-35/40 cm; braungrau (10 YR 4/2); stark lehmiger Schluff, plastisch-klebend; undeutlich mittelblockig bis mittelplattig, vereinzelt grobgranuläre Partien eingeschaltet; porös und schwach porös; sehr dicht gelagert; schwach durchwurzelt, belebt; absetzend.

B ... 35/40-55/60 cm; braun (10 YR 4/4); stark lehmiger Schluff, plastisch-schwach klebend; schwach humos, humusfleckig; zusammengesetzte Struktur: deutlich grobblockig-vertikal orientiert, in grobgranuläre

Einheiten zerfallend; stark porös, mäßig dicht gelagert; schokoladefarbige Filme (7,5 YR 3/4) und Röhrenfüllungen vertikal orientiert; durchwurzelt und stark belebt; übergehend.

- BC ... 55/60-70 cm; grau-gelbbraun (M 10 YR - 2,5 Y 5/3); lehmiger Schluff, plastisch, nicht klebend; schwach humusfleckig; undeutlich mittelblockig; stark porös; schokoladefarbige Flecken, Filme und Röhrenfüllungen; schwach durchwurzelt und belebt; übergehend.
- C<sub>ca</sub> ... 70-130 cm; hellgelbbraun (2,5 Y 8/2); schwach lehmiger Schluff; Lößstruktur und -gefüge; viele deutliche und feine Kalkausblühungen; Faserwurzeln auslaufend; belebt; übergehend.

**Profil 4 (4S): Mittelgründiges Tschernosem/Braunerde-Mischkolluvium auf Braunerderelikt**

- A<sub>p1</sub> ... 0-20; dunkelbraun (10 YR 3/2-4/2); stark lehmiger Schluff, plastisch-schwach klebend; humos, Mull; Struktur heterogen: deutlich grobgranuläre neben mittelschollig plattigen Partien; wechselnd porös und schwach feinporös; durchwurzelt und belebt; absetzend.
- A<sub>p2</sub> ... 20-35/40 cm; braun (10 YR 3/5-4/5); stark lehmiger Schluff, plastisch-schwach klebend; humos, Mull; mittelplattig und mittelschollig; schwach feinporös, vereinzelt auch poröse Partien; dicht gelagert; schwach durchwurzelt, belebt; absetzend.
- BC ... 35/40-60 cm; gelbbraun (M 10 YR 4/5-6/5); lehmiger Schluff, plastisch, nicht klebend; humusfleckig, Flecken zungenförmig entlang von Röhren und Schwundrissen orientiert; deutlich mittelblockig-vertikal, in grobgranuläre Einheiten zerfallend; porös; durchwurzelt, stark belebt; allmählich übergehend.
- C<sub>ca</sub> ... ab 60 cm; hellgelbbraun (2,5 Y 8/2); lehmiger Schluff; Lößstruktur und -gefüge; viele feine Kalkausblühungen.

Profil 5 (5S): Tiefgründiges Tschernosem/Braunerde-Mischkolluvium  
auf Braunerderelikt

- A<sub>p1</sub> ...0-20 cm; stark lehmiger Schluff; humos; normal gelagert.  
A<sub>p2</sub> ...20-35/40 cm; stark lehmiger Schluff; humos; dicht gelagert.  
A ...35/40-75 cm; stark lehmiger Schluff; humos; normal gelagert.  
BC ...75-90 cm; lehmiger Schluff; humusfleckig; normal gelagert.  
C<sub>ca</sub> ...ab 90 cm; Löß mit feinen Kalkausblühungen.

Anmerkung: Profilbeschreibung aus dem Stich.

## VI. Untersuchungsergebnisse

### A. Bodenphysikalische Untersuchungen

#### 1) Die Textur:

Die Böden der beiden Räume Schwadorf und Laxenburg unterscheiden sich generell sehr deutlich voneinander.

Die Tschernoseme und die fossilen Braunerden der Rauchenwarther Platte lassen noch ganz deutlich die Kornverteilung des Lösses erkennen. Das Kornmaximum liegt in der Schlufffraktion 0,002-0,02 mm, ihr folgen mit wechselndem Abstand der Staub 0,02-0,05 mm und der Rohton < 0,002 mm. Dennoch sind die infolge der Pedogenese eingetretenen Dispersitätsverschiebungen gegenüber dem Löß unverkennbar. Sie äußern sich in der Abnahme der Staubfraktion zugunsten des Schluffes; der Staub- und Schluffanteil sind dadurch in den pedogenetischen Horizonten annähernd gleich. Eine besonders starke Abnahme der Staubfraktion ist in den B-Horizonten festzustellen.

Demgegenüber sind die Texturunterschiede der vier Böden in der Schwachatau größer, sie sind sedimentologisch bedingt und zeigen auch eine gänzlich andere Kornverteilung als der Löß. Die bedeutendsten Unterschiede bestehen dabei zwischen den schluffigen Tonen der Mittleren Talbodenzone (Profil 1, 2) und den sandigen Lehmen und lehmigen Sanden der rezenten und subrezenten Aue (Profil 3, 4). Während in den Profilen 1 und 2 rund 72% des Körngemenges feiner als 0,02 mm und nur knapp 10% größer als 0,05 mm sind, entfallen im Profil 4 nur 10-50% auf die Schluff+Rohton-Fraktion; 30-80% des Körngemenges sind größer als 0,05 mm. Die Unterschiede zwischen den Einheiten 1 und 2 sind gering, sie drücken sich vor allem in dem um ca. 5% höheren Rohtongehalt (< 2 u) der Einheit 1 aus. Die Einheit 3 steht hinsichtlich ihrer Bodenart zwischen 1 und 2 sowie 4. Sie ist ein mittelschwerer Lehmboden, dessen Rohtongehalt in der Krume bis 29% ansteigt.

Die Bodenschwere nimmt in allen Profilen nach der Tiefe hin ab, um dann in den Einheiten 1, 2, 3 wieder anzusteigen. Die Abnahmen sind in den ersten zwei Einheiten gering, am stärksten in Profil 3, wo sie ca. 10% Rohton betragen. Im Unterboden steigt dann die Bindigkeit wieder an und erreicht im

fossilen Pechanmoor Maximalwerte. Allein die Rohtongehalte des Pechanmoores betragen 52 bis 56 %. Der Kolloidreichtum insbesondere die Einheiten 1 und 2 und jener der Krumen der Einheit 3 führt zu starkem Quellen und Schrumpfen der Krumen. Sie sind im Sommer von 5 mm breiten Schwundrissen durchzogen.

## 2) Lagerung, Struktur und Gefüge:

Lagerung, Struktur und Gefüge ergeben ein komplexes Beurteilungsmoment des Bodens. Sie wurden an Hand der Festigkeit und des Abscherdrehmomentes nach SCHAFFER (1965), des Raumgewichtes, des Porenvolumens und der Porengrößenverteilung nach HARTGE und SCHACHTSCHABEL (1959, s. Tab. 3) sowie an Hand der Aggregatformen und -größen und des Hohlraumgefüges im Sinne der ÖBG-Normen 1968 geprüft.

An Hand der angeführten Daten und der Profilbeschreibung fällt zunächst auf, daß sowohl im terrestrischen als auch im semiterrestrischen Bereich der anthropogene Faktor am maßgeblichsten das Struktur-Gefügebild prägt. Sowohl die Tschernoseme als auch die trockenengefallenen Gleye und Anmoorschwarzerden erweisen sich unter den gegebenen Bearbeitungsbedingungen als wenig struktur stabil. Der Grad der anthropogen bedingten Dichtlagerung wird durch die Textur modifiziert, d.h. die  $A_p$ -Horizonte der Böden in Laxenburg sind generell dichter gelagert als jene auf der Rauchenwarther Platte.

Die ungünstige Struktur der Bearbeitungshorizonte ist schon bei der Feldbeobachtung deutlich festzustellen. In den  $A_{p2}$ -Horizonten, der aufgelassenen Krume, ist dies deutlicher als in den  $A_{p1}$ -Horizonten. Es haben sich grobprismatische Aggregateinheiten von 20-30 cm Höhe und mit Durchmessern von 10-40 cm, die von 0,5-2 cm breiten Schwundrissen begrenzt werden, ausgebildet. Die Hauptmasse der Wurzeln ist in Form eines dichten Filzes auf die Schwundrisse konzentriert, in das Innere der groben Prismen dringen nur einzelne Wurzeln und zwar in erster Linie entlang der vereinzelt vorhandenen Wurmröhren. Die Aggregate brechen regellos in scharfkantige Schollen. Dazu ist ein beträchtlicher Arbeitsaufwand nötig, mittels Flügelbohrer wurden Abscherwiderstände von über 500 Kp x cm gemessen. Vereinzelt wurden auch 700 Kp x cm überschritten. Solche Werte werden in den Tschernosemen allerdings nur bei langandauernder Trockenheit erreicht.

Ab 30/40 cm besteht dann weder in den Tschernosemen noch in den Böden des Aubereiches irgendeine sekundäre Verdichtung. Die Festigkeit kann aber selbst in den Lössen noch beträchtlich sein und die maximalen Abscherdrehmomente können noch über 300 Kp x cm liegen. Der große Unterschied zu den  $A_p$ -Horizonten besteht in der guten Strukturierung und in der optimalen Hohlraumverteilung (s. Profilbeschreibung).

Dieser Geländebefund spiegelt sich am deutlichsten in der Porengrößenverteilung; Raumgewicht und Gesamtporenvolumen geben dagegen, insbesondere in den schweren Böden 1L - 3L, die bestehenden Unterschiede weniger gut wieder. Dabei fällt vor allem auf, daß die RG der dichtlagernden  $A_p$ -Horizonte mit 1,3 - 1,4 durchaus normal erscheinen; dies ist auf die starke Quellung der Proben bei Feldkapazität und den damit verbundenen geringeren Raumbedarf zurückzuführen. Nimmt der Kolloidanteil ab (Proben 3L-4L und S-Serie), dann sinkt auch die Quellfähigkeit ab und die RG der Bearbeitungshorizonte nehmen dann Werte von 1,5-1,6 an. In diesem Fall liegen die RG der gutstrukturierten und hohlraumreichen Böden zwischen 1,2-1,4; eine Ausnahme bildet dann der  $A_{fos}$ , das fossile Pechanmoor.

Dieselbe Gesetzmäßigkeit läßt sich auch an Hand des Gesamtporenvolumens nachweisen. Das GP der dichtlagernden  $A_p$ -Horizonte in den Profilen 1L, 2L liegt mit 48-51 % z.T. im Größenordnungsbereich der normal gelagerten Unterböden, z.T. sogar bis zu 10 % darüber. Dabei fällt insbesondere die geringe Porosität des leichten und gutstrukturierten AC-Horizontes im Profil 4L und der  $A_p$ -Horizont der Profile 1S und 4S auf.

Der tatsächliche Sachverhalt wird, wie schon oben erwähnt, am besten durch die Porengrößenverteilung veranschaulicht, insbesondere durch den Grobporenanteil  $> 0,01$  mm bzw. die Luftkapazität. Die dichtgelagerten Krümen des Aubereiches haben - abgesehen von den gelockerten obersten cm der  $A_{p1}$  - eine sehr kleine Luftkapazität, sie liegt in den schweren Profilen 1L und 2L zwischen 4 und 7 %, in den leichteren Profilen 3L und 4L zwischen 6 und 9 %. Das große Unterscheidungsmerkmal zwischen 1L und 2L auf der einen und 3L und 4L auf der anderen Seite liegt im Feinporenanteil, der bei den schweren über 30 %, bei den leichteren aber bei 20 % liegt.

Der vorhandene Unterschied zwischen den strukturstabileren terrestrischen Böden der Rauchenwarther Platte und den strukturlabileren Böden des Aubereiches kommt in der Porengrößenverteilung entscheidend zum Ausdruck. Die anthropogenen Verdichtungen auf den Tschernosemen äußern sich in einer z. T. deutlichen Abnahme des GP, nicht aber einer starken Abnahme der Grobporen. So weisen die pedogen geprägten Lößpartien (AC, BC, B) Grobporenanteile von 19-22% auf, während jene der anthropogen verdichteten Krümen zwischen 15 und 20% liegen. Es steigt daher der Feinporenanteil in den verdichteten Horizonten um maximal 2%. Dieser Sachverhalt steht im Einklang mit bereits anderweitig getroffenen Feststellungen, wonach sich die anthropogene Verdichtung in schweren trockengefallenen Gleyen, ganz besonders aber in strukturlabilen Anmoorschwarzerden, nicht in einer Abnahme des GP, sondern in einer Umverteilung der Porengrößen äußert (vgl. F. SOLAR, 1969).

### 3) Wasserhaushalt:

Die Beurteilung der Wasserhaushaltseigenschaften erfolgt an Hand der Daten der Saugspannungsmessung, der nutzbaren Kapazität und der Regenkapazität (Tab. 3, 7), der spezifischen Wasserkapazität (Tab. 4) und der kapillaren Leitfähigkeit in verschiedenen Saugspannungsbereichen (Tab. 5, 6).

Wie z. T. schon aus der Besprechung der Porengrößenverteilung hervorgeht, verfügen die schweren Böden des Aubereiches, und hier wiederum in höchstem Ausmaß die verdichteten Krümen, über die höchsten Wassergehalte im Feldkapazitätsbereich (0,1-0,3 atm). Die Wassergehalte der verdichteten Krümen der Profile 1L und 2L liegen bei 0,1 atm. Saugspannung zwischen 47 und 49%, jene der Krümen in den Profilen 3L und 4L liegen mit 35-38% in der Größenordnung der verdichteten Tschernosemkrümen. In den gutstrukturierten Unterböden sinken dann die Wassergehalte, und zwar um 6-1% in den Profilen 1L und 2L und um 2-4% in allen übrigen Profilen.

Besonders stark wirkt sich das unterschiedliche Gefüge auf die Wasserhaltefähigkeit am Welkepunkt aus. Die Wassergehalte der Krümen in den Profilen 1L und 2L liegen bei 30% und darüber und gehen - ausgenommen im  $A_{fos}$  - im Unterboden auf ca. 20% zurück. Die Krümen der Profile 3L und 4L halten bei

15 atm, 20-26 % und die Unterböden 13-17 % Wasser. Besonders augenscheinlich ist der Unterschied zu den Tschernosemen. Ihre verdichteten Krümen halten am WP nur 15-18 % Wasser, wobei der Unterschied zwischen den verdichteten Krümen und den Unterböden nur knapp 3 % beträgt. Die geringste Wasserhaltefähigkeit am WP hat - abgesehen vom Sand des Profiles 4 - der Löß mit ca. 11 %.

Die zwischen den verdichteten Krümen und den Unterböden bestehenden Unterschiede in der Wasserhaltefähigkeit bei Feldkapazität (FK) verstärken sich also bei den Böden des Aubereiches noch am Welkepunkt (WP), während sie bei den Tschernosemen gleich bleiben. Aber auch die AC-, BC- und B-Horizonte des Tschernosembereiches entwässern bei Drucksteigerung stärker als die Unterböden der L-Serie. Als Folge dieses Sachverhaltes haben die verdichteten Krümen der Tschernoseme um 2-6 % höhere nutzbare Wasserkapazitäten (NWK) als die Auböden (die NWK als Differenz zwischen 0,1 und 15 atm. gerechnet). Der große Unterschied ist kleiner, wenn die NWK als Differenz zwischen 0,3 und 15 atm. gerechnet wird; dies hängt mit der großen spezifischen Wasserkapazität der leichteren Tschernoseme im Saugspannungsbereich 0,1-0,3 atm. zusammen. Die stärkste Entwässerung zwischen 0,1 und 15 atm. erfahren die Lössе, ihre NWK beträgt 20-23 %.

Werden die NWK der einzelnen Horizonte auf die Durchwurzelungstiefe von 1,80-2,0 m umgelegt und in mm nutzbarer Speicherung für das gesamte Profil ausgedrückt, dann erhält man die Regenkapazität im Sinne von F. SEKERA (1932). Mit 200-250 mm fallen die errechneten Werte relativ niedrig aus. Dies hängt damit zusammen, daß die L-Serie bis maximal 120 cm untersucht wurde, während bei den Werten der S-Serie noch rund 120 mm zugezählt werden können, um auf die Regenkapazität von 180 cm Profiltiefe zu gelangen. Legt man an diese Werte nur den Beurteilungsmaßstab F. SEKERA's (1932), so ist zu ersehen, daß die Regenkapazität der Tschernoseme rund 80-90%, die Regenkapazität der L-Serie 65-85 % des Höchstertrages sicher zu stellen vermag.

Einen wesentlichen Faktor bei der Beurteilung der Wasserhaushaltseigenschaften der Böden bildet die Beantwortung der Fragen, wie gleichmäßig das pflanzenverfügbare Wasser angeboten wird und mit welcher Geschwindigkeit es zu den Pflanzenwurzeln nachgeliefert wird. Der Tab. 4 ist zu entnehmen, daß das nutz-

bare Wasser in Abhängigkeit von der jeweiligen Saugspannung in ungleichen Portionen zur Verfügung gestellt wird. Die größten Wassermengen werden generell schon bis 0,1 atm. abgegeben; es sind 15-20% des Wassergehaltes zwischen voller Porensättigung und WP. Zwischen 0,1 und 0,3 atm. werden nur noch 1/5-1/10 und zwischen 8 und 15 atm. zum Beispiel lediglich 1/100 dieser zuerst zur Verfügung stehenden Menge abgegeben.

Es ist nun zu erkennen, daß alle verdichteten Krumen das verfügbare Wasser viel gleichmäßiger abgeben als die gutstrukturierten Unterböden und daß ferner dieser Sachverhalt in den Böden des Aubereiches stärker ausgeprägt ist als in den Tschernosemen. Die Wasserabgabe zwischen 0,0 und 0,1 atm. ist umso geringer - und dementsprechend die Saugspannungs-Wassergehalts-Kurve dieses Saugspannungsintervalls umso steiler -, je bindiger und dichter die Böden sind. So liegen die  $Y(0,0-0,1)$ -Werte der Krumen der L-Serie (d. s. die spezifischen Wasserkapazitäten des Saugspannungsbereiches 0,0-0,1 atm.) zwischen 3 und 7 g Wasser je 100 ccm Boden, während sie in den verdichteten Krumen der Tschernoseme 7-14 g betragen. Die entsprechenden Werte der Unterböden betragen mit Ausnahme des extremen  $A_{fos}$  9-14 g bzw. 14-16 g Wasser. Den flachsten Anstieg der Saugspannungs-Wassergehaltskurve weist in diesem Saugspannungsbereich der Löß auf.

Auch die kapillare Leitfähigkeit läßt einige allgemeine Züge und spezifische Charakteristika der einzelnen Böden erkennen. Der starke Abfall der Leitfähigkeit bei zunehmender Saugspannung ist allgemein. Die Leitfähigkeit nimmt zwischen 0,1 und 15 atm. um 3-5 Zehnerpotenzen ab. Für die einzelnen Bereiche ist der Umfang der Abnahme spezifisch. Die stärksten Abnahmen haben die Tschernoseme zu verzeichnen, ihre Leitfähigkeit sinkt in den angegebenen Saugspannungsintervallen größenordnungsmäßig von  $10^{-1}$  auf  $10^{-6}$  cm/Tag. Dagegen ist die kapillare Leitfähigkeit der Böden der L-Serie bereits bei 0,2 atm. Saugspannung auf  $10^{-2}$  -  $10^{-3}$  cm/Tag abgesunken; infolge ihrer größeren spezifischen Wasserkapazität nimmt aber die Leitfähigkeit bei zunehmender Saugspannung vergleichsweise nicht mehr so stark ab wie in den Tschernosemen.

Seit F. SEKERA (1938) gilt als ein wesentliches Charakteristikum der Wasserhaushaltseigenschaft eines Bodens sein kritischer Wassergehalt. Dieser wurde mit einer Äquivalenzsaugspannung von 1,0 atm. festgelegt, weil bei höheren

Saugspannungen die Wassernachlieferung für die Kulturpflanzen zu langsam erfolgt. Die hier untersuchten Böden zeigen nun beim kritischen Wassergehalt kapillare Leitfähigkeiten von  $10^{-3} - 10^{-4}$  cm/Tag. Dabei fällt auf, daß sich im Ausgangssaugspannungsbereich vorhandene große Unterschiede zwischen der S- und L-Serie beim kritischen Wassergehalt reduzieren. Da aber sogar die Bewegung des Bodenwassers in dampfförmiger Phase für den Bestand von Bedeutung ist (vgl. M. TRENEL, 1954), kann angenommen werden, daß auch noch die Geschwindigkeit des Wassertransportes im WP standortsbestimmend ist. Der Wasserdampf bewegt sich im Boden mit ca.  $10^{-7}$  cm/Tag (vgl. ROSE), die Geschwindigkeit der Wasserbewegung am WP wurde aber mit  $10^{-6} - 10^{-5}$  cm/Tag bestimmt.

## B. Bodenchemische Untersuchungen

### 1) Allgemeine Charakteristik der Böden:

Die Daten der allgemeinen Charakteristik sind den Tabellen 8 und 9 zu entnehmen. Sie lassen einige deutliche Unterschiede in der Genese der Böden und der Herkunft des Substrates erkennen. Diese Unterschiede äußern sich in der Reaktion und Leitfähigkeit allerdings nur geringfügig. Alle pedogenetischen Horizonte - und zwar sowohl jene der L- als auch jene der S-Serie - haben ein pH von 7,4 bis 7,8. Ein deutlicher pH-Anstieg auf pH 8,1-8,4 ist in den C-Horizonten, d.i. auf der einen Seite beim Löß und auf der anderen beim Sand der jungen Mäander, zu verzeichnen. Interessanterweise wiederholt sich dieser Anstieg nicht bei der elektrischen Leitfähigkeit, denn diese hat im Gegenteil die höchsten Werte im Ober- und die tiefsten im Unterboden. Außerdem ist die Leitfähigkeit der L-Serie größer, wobei ein der Bodenschwere folgender Abfall von 1L gegen 4L zu verzeichnen ist. Aus der Größenordnung der Leitfähigkeit, die bei der S-Serie zwischen 120 und 130  $\mu$ S, bei der L-Serie zwischen 140 und 200  $\mu$ S liegt, ist zu ersehen, daß sich die Leitfähigkeit im Normalbereich kalkreicher pannonischer Böden bewegt; eine Versalzung ist selbst in den besser leitenden Böden der L-Serie nicht vorhanden.

An Hand der Karbonatwerte läßt sich in den Tschernosemen eine mäßige Entkalkung feststellen. So liegt in den A-Horizonten der Karbonatgehalt zwischen

4 und 6%, im B sogar unter 1%, während er in den AC- und BC-Horizonten auf 17 bis 30% und im Löß auf über 40% ansteigt. Dagegen sind die Karbonate in den Profilen der L-Serie viel gleichmäßiger verteilt und ihre Werte sind in den A-Horizonten drei bis viermal größer als in den Tschernosemen, in den C-Horizonten aber um ein Drittel bis zur Hälfte kleiner. Außerdem läßt sich ein Karbonatanstieg von den beiden Profilen der Mittleren Talbodenzone zu den jüngeren Profilen des rezenten Aubereiches feststellen; die Zunahmen betragen ca. 3-10%. Die weit geringere Entkalkung der L-Serien-Krumen ist auf die höhere Dichtlagerung und die dadurch bedingte Perkolationshemmung zurückzuführen (s. kapillare Leitfähigkeit).

Die geringere Durchlüftung der L-Serie und die semiterrestrische Herkunft äußern sich auch in den Humusgehalten sowie im relativ engen C:N-Verhältnis. Die Humuswerte der Tschernosemkrumen liegen bei 3% und sinken in den AC- bzw. BC-Horizonten auf 0,3-1% ab. Dagegen haben alle Horizonte der L-Serie Humuswerte von über 2% und in den Krumen übersteigen die Humuswerte 4 bzw. 5%; über 5% liegen die dichtlagernden, schweren  $A_p$ -Horizonte der Profile 1L und 2L.

Die C:N-Verhältnisse der L-Proben sind enger als jene der S-Proben. In den Böden des Aubereiches kann man mit Quotienten von 9-12, maximal 15 rechnen, in den Tschernosemen aber liegen die Quotienten zwischen 11 und 15. Außerdem ist in den Tschernosemen eine Verengung des Verhältnisses nach unten hin zu beobachten, und das, obwohl die N-Werte allein erkennen lassen, daß die Krumen zufolge der Düngung viel stärker mit N angereichert sind als die Unterböden. In den Böden des Aubereiches liegt keine derartige Verengung nach unten hin vor. Vielmehr bewirkt die N-Düngung in deren Krumen engere Verhältnisse. Aus der Tatsache, daß diese Böden schon von Natur aus sehr stickstoffreich sind, wobei besonders der N-Reichtum und das enge C:N-Verhältnis der  $A_{fos}$ -Horizonte ins Auge fällt, kann geschlossen werden, daß die Krumen-C:N-Verhältnisse von 9-10 nicht allein auf die N-Düngung, sondern vielleicht auch auf einen gewissen C-Abbau zurückzuführen sind.

Nährstoff-Orientierungswerte, die aus Doppellaktatauszügen gewonnen wurden, zeigen zweierlei. Sowohl die Tschernoseme als auch die Böden des Au-

bereiches sind von Haus aus kalihaltig, an Phosphat aber sehr arm. Dabei sind die Böden des Aubereiches, und hier insbesondere die  $A_{fos}$ -Horizonte, mit 9–14 mg%  $K_2O$  um das Doppelte an nativem Kali reicher als die Unterböden der Tschernoseme. Eine Ausnahme bilden lediglich die jüngsten sandigen Alluvionen (s. Profil 4L).

Durch Düngung, die im Hinblick auf die relativ hohen Gesamtphosphatwerte der Krümen als einigermaßen ausgeglichen angesprochen werden kann, wird die Disharmonie des Nährstoffangebotes noch verschärft. Während die Krümen hinsichtlich der  $K_2O$ -Gehalte von über 30 mg% sehr gut versorgt sind, bewegt sich das  $P_2O_5$ -Angebot mit 1–4 mg% an der Untergrenze schlecht versorgter Böden. Dieser Umstand ist auf die spezifische Fixierungsdynamik in diesen Böden zurückzuführen (s. 4. Phosphatfraktionen und Phosphatdynamik).

## 2) Die Sorptionsverhältnisse:

Die Daten zur Charakterisierung der Sorptionsverhältnisse sind den Tab. 11, 12, 13 und 14 zu entnehmen. Die Daten der Tab. 14 wurden auf zweierlei Art gewonnen. Zunächst wurde die UK nach MEHLICH in der modifizierten Form nach HOFFMANN und DE LEENHEER bestimmt und in der Austauschlösung der Anteil der einzelnen Alkalien und Erdalkalien ermittelt. Der Anteil der sorbierten Kationen wurde darüber hinaus auch in einer n-Ammonazetatlösung nach BOWER (1952) ermittelt und aus den Gehalten der sorbierten Alkalien und Erdalkalien zunächst ein S-Wert ( $S_A$ ) und dann die Summe der austauschbaren Kationen ( $\Sigma K$ ) errechnet. Dabei zeigten die  $S_A$ - und die UK-, bzw. S-Werte die üblichen Differenzen. Die UK nach MEHLICH ist bis zu 10 mval% größer als die  $S_A$ -Werte. Diese Differenzen reduzieren sich in den Unterböden, sofern diese nicht wie in den Profilen 1L–3L schwer bis sehr schwer sind, nahezu zu Null. Diese Unterschiede sind in erster Linie auf die unterschiedliche Lösung von  $Ca^{++}$  in den Oberböden zurückzuführen.

Abgesehen von diesen Unterschieden zeigt es sich, daß das  $Ca^{++}$  in allen Proben das dominierende Kation ist. Sein Sättigungsgrad beträgt in den Böden des Aubereiches 83–62 % und in den Tschernosemen 96 %. Dabei ist interessant zu beobachten, daß in den Profilen der L-Serie der  $Ca^{++}$ -Sättigungsgrad nach

unten hin abnimmt, während er in den Tschernosemen zunimmt. Dieser Sachverhalt ist darauf zurückzuführen, daß nach unten hin der  $Mg^{++}$ -Sättigungsgrad in den L-Profilen ansteigt. Der Mg-Sättigungsgrad beträgt in den Krümen der S-Serie 5 %, in den Krümen der L-Serie 15 % und in den  $A_{fos}$ -Horizonten 41,1 %. Aus diesem Sachverhalt ergeben sich Konsequenzen, einerseits im Rahmen des Ionenantagonismus und andererseits im Rahmen der Talausgestaltung und Aubodengenese; jedenfalls scheint das älteste Bodenglied des Talbodens nicht allein mit C und N, sondern auch mit  $Mg^{++}$  bzw. mit Neutralsalzen etwas angereichert zu sein.

Die beiden Alkalien  $Na^+$  und  $K^+$  sind in den Böden des Aubereiches mit Sättigungsgraden von nur 0,8 % bzw. 2,0 % und in den Tschernosemen mit Sättigungsgraden von 0,3 % bzw. 2,7 % vertreten. Dabei weisen die Böden des Aubereiches mit 0,06–0,10 mval% 3 bis 6-fach höhere  $Na^+$ -Werte auf als die Tschernoseme. Eine Ausnahme bilden die fossilen B- und BC-Horizonte, die in der S-Serie überraschenderweise über die höchsten Na-Werte verfügen.

Der große Überhang der Erdalkalien, insbesondere des  $Ca^{++}$ , reduziert sich, wenn man das Austauschgleichgewicht im Wasser und damit annähernd in der Bodenlösung untersucht (s. Tab. 10 und 11). Dies rührt daher, daß vom  $Na^+$  über 50 % des sorbierten Anteiles in die wässrige Lösung abdissoziieren, vom  $Ca^{++}$  und  $Mg^{++}$  maximal ein Zwanzigstel. Dabei läßt sich feststellen, daß in der L-Serie mehr  $Ca^{++}$  in die Bodenlösung abdissoziiert als in der S-Serie, nämlich ca. 11 mg = 3,5 % gegenüber ca. 6 mg = 2 %.

Das K-Ion verhält sich anders als das Na-Ion. Vom sorbierten  $K^+$  wandert nur ca. ein Zehntel bis zu einem Zwanzigstel in die wässrige Lösung. Dies rührt von der hohen K-Fixierungskapazität der Böden her (s. Tab. 17). Diese Fixierungskapazität kann je nach Boden, Methode und Düngungsgabe Werte von 260–3500 kg  $K^+$ /ha, d. s. 312–4200 kg  $K_2O$ /ha, erreichen.

Der Faktor, der den Umfang der Fixierung am maßgeblichsten beeinflusst, ist die zugesetzte Düngermenge. Die Abhängigkeit der Fixierung von der Düngergabe läßt sich durch eine Regressionsgleichung zweiten Grades beschreiben. Das Fixierungsmaximum ist bei Gaben von 1500–3500 kg  $K^+$ /ha erreicht. K vermag selbst bei hohem Überschuß die zur Verfügung stehenden Valenzen nur zu 15–17 % abzusättigen.

Der fixierte K-Absolutwert steigt zwar mit der zugesetzten Düngermenge, das Verhältnis zwischen dem zugesetzten und dem fixierten  $K^+$  wird dabei aber immer weiter. So fällt der Anteil des fixierten am zugesetzten K von 50-70% bei einer Düngergabe von  $16,8 \text{ mg\% } K^+$ , d. s.  $500 \text{ kg } K^+/\text{ha}$ , auf ca. 25 % bei einer Höchstzugabe von  $250\text{-}350 \text{ mg } K^+/100 \text{ g Boden}$ . Bei Verwendung der üblichen K-Höchstgaben werden also maximal 50 % fixiert. Aus diesem Sachverhalt ergeben sich bodenwirtschaftliche Konsequenzen, die später zu besprechen sein werden (s. C-Bodenwirtschaftliche Aspekte).

Der Vergleich zwischen den Proben der L- und S-Serie zeigt, daß die K-Fixierungsunterschiede maximal  $10 \text{ mg\% } K^+$  betragen. Über die höchste Fixierungskapazität verfügen die Krümen des Profiles 1L und die  $A_{\text{fos}}$ -Horizonte, die (z.T.) niedrigsten Werte wurden in den Krümen des bodenartlich leichten Profiles 4L ermittelt. Zufolge der geringeren Texturunterschiede in der S-Serie streuen auch die K-Fixierungswerte weniger als in der L-Serie.

Zwischen der Bodenschwere und der K-Fixierungskapazität besteht in den untersuchten Profilen eine gesicherte Beziehung. In Abb. 4 ist die Abhängigkeit der K-Fixierung vom Rohton Gehalt der Krümen aller untersuchten Profile aufgetragen. Die Abhängigkeit läßt sich in Form einer linearen Regressionsgleichung ausdrücken. Der ermittelte Rohton-Regressionsfaktor beträgt 1,6.

### 3) Verteilung u. Dynamik d. freien Sesquioxide Al, Fe, Mn:

Diese drei Sesquioxide wurden in vier verschiedenen starken Extraktionsmitteln untersucht, die Ergebnisse dieser Untersuchung sind den Tab. 1 und 16 zu entnehmen. Die Mengen des gesamt freien Fe und Mn wurden in Na-Dithionit nach MACKENZIE (1954) bestimmt. An Hand dieser Werte lassen sich nur geringe Unterschiede zwischen den Böden der L- und S-Serie feststellen. Dabei ergeben sich bei den Fe-Werten größere Unterschiede als bei den Mn-Werten. Die Fe-Werte zeigen zwei wesentliche Sachverhalte auf:

- 1.) Die S-Serie mit  $80\text{-}107 \text{ mval\% Fe}$  besitzt um  $2\text{-}10 \text{ mval\%}$  mehr gesamt freies Eisen als die schweren, perkolationsresistenten Böden des Aubereiches.
- 2.) Es ist zu erkennen, daß der frische Löß der S-Serie z.T. über mehr gesamt freies Eisen verfügt als die zugehörigen und pedogenetisch geprägten Hori-

zonte. Dagegen läßt die Verteilung des gesamtfreien Mangans in den Profilen der S-Serie zwei Maxima erkennen. Das eine Maximum hat, wie schon beim Fe, das Substrat aufzuweisen, das zweite liegt in den Krumen. Die Mn-Anreicherung ist auf die Bioakkumulation zurückzuführen. In den Krumen der L-Serie läßt sich eine mäßige Bioakkumulation beobachten, dagegen tritt kein Mn-Maximum in den Unterböden auf.

Etwa ein Drittel des gesamtfreien Eisens ist in  $0,5\text{ n H}_2\text{SO}_4$  löslich. Dies ist ein weit höherer Prozentsatz des indizierenden Fe am gesamtfreien Fe als etwa in Braunerden oder in Pseudogleyen (vgl. G. HUSZ und F. SOLAR, 1966). Hinsichtlich der Verteilung dieses Fe in den Profilen besteht ein deutlicher Unterschied zwischen der L- und S-Serie. In den Profilen der L-Serie haben die dichten Krumen mit  $30\text{--}34\text{ mval Fe}^{3+}$  ein mäßiges Maximum zu verzeichnen. Nach unten hin nimmt das indizierende Fe ab und hat ein deutliches Minimum in den  $A_{\text{fos}}$ . Eine Sonderstellung nimmt jedoch das leichte Profil 4L ein; es leitet damit zur Fe-Verteilung in der S-Serie über. Der Gehalt des indizierenden Fe nimmt in diesem nach unten hin mit abnehmender Bodenschwere zu. Die Abhängigkeit dieser Eisenfraktion von der Bodenschwere läßt sich schon daran erkennen, daß auch die Krume des Profiles 4L um  $2\text{--}4\text{ mval\%}$  mehr Eisen hat als die Krumen der schweren Profile 1L-3L.

In der S-Serie haben die Unterböden und insbesondere die  $C_{\text{ca}}$ -Horizonte mit ca.  $47\text{ mval\%}$  indizierendem Eisen ein deutlich ausgeprägtes Fe-Maximum. In den humosen Horizonten beträgt dagegen der Anteil des Fe mit  $10\text{--}15\text{ mval}$  nur etwa die Hälfte bis ein Drittel davon; ein deutliches Minimum weist dabei der fossile B-Horizont auf.

Diese Verteilung in der S-Serie ist deshalb interessant, weil sie sich zur Verteilung des indizierenden Aluminiums gerade umgekehrt verhält. Beim Aluminium kann man eine deutliche Abhängigkeit der indizierenden Fraktion vom Humus erkennen. Der Anteil dieser Fraktion nimmt von  $16\text{--}20\text{ mval\%}$  im LÖB ab. Ein ausgeprägtes Maximum zeigt dabei mit  $26\text{ mval\%}$  der fossile B-Horizont.

Auch in der L-Serie verfügen die dichtlagernden Krumen mit ca.  $20\text{ mval\%}$  über die höchsten Anteile an indizierendem Al. Von da abwärts nimmt dann der Al-Gehalt zwar ab, steigt aber dort, wo fossile A-Horizonte liegen, wieder auf

27-32 mval% an. Darin läßt sich hier auch eine deutliche Abhängigkeit vom Humusgehalt erkennen. Darüber hinaus erkennt man aber am Al-Abfall des Profils 4L gegenüber den Profilen 1L-3L eine deutliche Abhängigkeit der Freisetzung von der Textur bzw. vom Humusgehalt.

Die Bioakkumulation des Mangans ist in den Profilen der L-Serie deutlicher als in jener der S-Serie. Die Krümengehalte an indizierendem Mangan liegen mit 1,20-1,50 mval% um etwa ein Drittel über den Werten der Unterböden. In der S-Serie sind aber wiederum die Lössse am stärksten mit indizierendem Mangan angereichert. Dieser Sachverhalt kehrt sich jedoch im Bereich der "austauschbaren" Fraktionen um. In allen Profilen der L- und S-Serie hat das in Ammonazetat lösliche Mn ein Maximum in den Krümen. Eine Ausnahme bildet lediglich der fossile A-Horizont der Profile 1L und 2L. Nach unten hin nimmt dann der Mn-Gehalt kontinuierlich ab. Interessant ist, daß die Tschernoseme etwas reicher an austauschbarem Mn sind als die Böden des Aubereiches.

Auch das austauschbare Eisen zeigt eine gleiche Verteilung wie das austauschbare Mangan. Es läßt sich sowohl bei den Tschernosemen als auch bei den Böden des Aubereiches eine Abnahme nach unten hin feststellen. Eine Ausnahme bilden wiederum die fossilen A- und G<sub>rel</sub>-Horizonte des Profiles 3L. Im Rahmen dieser Gesetzmäßigkeiten läßt sich nun feststellen, daß diese Abnahmen umso geringer sind, je bindiger die Horizonte sind; sie sind am geringsten im Profil 1L. Es muß auch vermerkt werden, daß die fossilen B-Horizonte verhältnismäßig reich an austauschbarem Eisen sind.

#### 4) Phosphatfraktionen und Phosphatdynamik:

Der Gesamtphosphatgehalt in den Krümen der L-Serie liegt zwischen 230 und 320 mg%, in den Krümen der S-Serie zwischen 260 und 280 mg%  $P_2O_5$ . Die Krümen der L-Serie enthalten demnach um 40-60 mg% mehr an  $P_2O_5$  als die Krümen der S-Serie; eine Ausnahme bildet die Krume des Profiles 4L, die mit 230 mg% den niedrigsten Wert aller Proben aufweist. Nach unten hin nimmt der Gesamtphosphatgehalt ab, und zwar sinkt er auf 80-170 mg% in der L-Serie und auf ca. 90 mg% im Löß.

Vom Gesamtphosphat der Krümen entfallen in der L-Serie auf die an-

organische Fraktion 40-54 %, in der S-Serie über 60 %. Der höhere Humusgehalt in den Böden des Aubereiches wirkt sich hier entsprechend aus. Nach unten hin steigt in den Profilen der Anteil der anorganischen Fraktion an; bemerkenswert ist, daß er selbst im  $A_{fos}$ -Profil 1L 66 % erreicht.

Vom Gesamtphosphat ist nur ein sehr geringer Teil pflanzenverfügbar. So sind weniger als 1 mg%  $P_2O_5$  im Wasser, 1-2 mg%  $P_2O_5$  in Ammonazetat und Ammonchlorid und 2-3 mg%  $P_2O_5$  in Doppellaktat löslich. Dieses leichtlösliche Phosphat entstammt sicherlich dem Düngerphosphat, da leichtlösliches Phosphat in den Unterböden nur in Spuren vorhanden ist.

Das in 0,5 n  $H_2SO_4$  lösliche Phosphat entspricht etwa jenem "POOL", der über längere Zeiträume hinweg z.T. verfügbar wird. Er ist kleiner als die Summe der nicht okkludierten Eisenphosphate und Aluminiumphosphate und des Kalziumphosphates. Daran, daß einerseits zwischen den in 0,5 n  $H_2SO_4$  löslichen Mengen in den Krümen und in den Unterböden keine sehr großen Unterschiede bestehen und andererseits diese Unterschiede im Gesamtphosphatgehalt sehr wohl vorhanden sind, läßt sich erkennen, daß ein beträchtlicher Teil der Düngerphosphate im Laufe der Jahre soweit festgelegt wurde, daß er auch in 0,5 n  $H_2SO_4$  nicht mehr löslich ist. Ein beträchtlicher Unterschied zwischen den Tschernosemen und den Böden des Aubereiches besteht darin, daß in der S-Serie der native Gehalt (s. C-Horizonte) in Schwefelsäure zum größten Teil löslich ist, in den Unterböden der L-Serie aber nur ca. 2/3 - 1/2 des nativen Phosphates gelöst werden.

Die stärkste anorganische Fraktion stellen die Kalziumphosphate. Auf diese entfallen in der L-Serie 20-30 % des Gesamtphosphates, in der S-Serie aber durchwegs mehr als 30 %. Auf die Aluminiumphosphate + Eisenphosphate entfallen 10-20 % des Gesamtphosphates und auf die okkludierten Aluminiumphosphate + Eisenphosphate 8-15 %.

Ein Unterschied zwischen den Böden der L- und S-Serie besteht darin, daß in der L-Serie der Anteil der Aluminiumphosphatfraktion zu einem Drittel bis zur Hälfte den Anteil der Eisenphosphatfraktion übersteigt, während der Übergang der Aluminiumphosphatfraktion in den Böden der S-Serie kleiner ist; im fossilen B-Horizont des Profils 3S sind beide im Verhältnis von 1:1 enthalten.

Dagegen hat das Eisenphosphat in den okkludierten Formen ein deutliches Übergewicht, denn hier ist das vorige Verhältnis gerade umgekehrt. Dabei ist interessant, daß der Anteil des okkludierten Aluminiumphosphates nach unten hin zunimmt. Diese Zunahme ist in den Tschernosemen deutlicher als im Bereich der Auböden, wobei im fossilen B-Horizont des Profils 3S beinahe ein 1:1-Verhältnis zwischen den Eisen- und Aluminiumphosphaten festzustellen ist.

Die P-Fixierungsdaten zeigen, daß die Fixierungsraten von verschiedenen Faktoren abhängig sind. Die Abhängigkeit von der Behandlungsmethode äußert sich in der höheren Fixierungsrate bei trockener Fixierung. Die Werte der trockenen Fixierung liegen um rund ein Drittel über den Werten der feuchten Fixierung. Außerdem ist die Fixierung von der Menge der zugesetzten Phosphatgaben abhängig: mit steigender  $P_2O_5$ -Gabe steigt auch die P-Fixierungsrate. Sie liegt je nach Boden, zwischen 4 und 11 mg% bei Zugabe von 12,5 mg%  $P_2O_5$ , steigt bei Zugabe von 100 mg%  $P_2O_5$  auf 45-77 mg% und erreicht bei Zugabe von 200 mg% einen Annäherungs-Endwert von 50-85 mg%; alle diese Werte sind nur auf die feuchte Fixierung der Krumen bezogen, die stark fixierenden  $A_{fos}$ -Horizonte wurden nicht berücksichtigt. Dieser Sachverhalt läßt erkennen, daß mit steigender P-Gabe die Fixierung der vorgelegten Mengen sinkt, und zwar von ca. 25-90% bei einer Gabe von 12,5 mg% auf 45-77% und schließlich auf 25-42% bei der vorgelegten Höchstmenge (200 mg%  $P_2O_5$ -Zugabe).

Die angeführte Streuung der Fixierung läßt deutlich die Bodenunterschiede erkennen. Die Tschernoseme fixieren im Maximum 80-85 mg%  $P_2O_5$ . Diese Werte werden nur von Profil 1L der L-Serie erreicht und nur im  $A_{fos}$ -Horizont mit 113-119mg% überschritten. Alle übrigen Krumen fixieren maximal 50-70mg%  $P_2O_5$ . Bei der geringeren Zugabe von 100 mg%  $P_2O_5$  fixiert 1L zwar um mindestens 18 % mehr als die Tschernoseme, die drei übrigen Profile der L-Serie bleiben aber mit ihrer Fixierungskapazität nach wie vor hinter den Tschernosemen zurück.

Durch Eintragungen in Koordinatensysteme, und zwar bei der Vorgabe von 100 mg% fixierten  $P_2O_5$ -Mengen gegen Rohton (R%), Fe (mg% des ammonazetatlöslichen Fe),  $CaCO_3$  % und Mg (mg% ammonazetatlösliches Mg), wurde zunächst rein graphisch ein Zusammenhang gesucht. Dabei lassen sich sowohl die

L- als auch die S-Proben nach R% und mg% Mg ordnen. Zwischen dem Karbonatgehalt und der Fixierung dagegen läßt sich keinerlei Beziehung erkennen.

Die Abhängigkeit der Fixierung von R% und Mg mg% wurde dann mittels der Mehrfachregression geprüft. Werden die Proben der L- und S-Serie gemeinsam untersucht, dann beträgt der R%-Regressionskoeffizient 1,058 und der mg% Mg-Regressionskoeffizient 0,094; damit werden über 99 % der Streuung erfaßt. Bei den magnesiumreichen Böden des Laxenburger Aubereiches ändern sich die Regressionskoeffizienten. Rechnet man nämlich allein für die untersuchten Proben der L-Serie eine Mehrfachregression, dann resultiert für R% ein Regressionskoeffizient von 0,74 und für mg% Mg von 0,21; unter Berücksichtigung der durch diese beiden Faktoren verursachten Streuung werden allerdings nur mehr 95 % der Gesamtstreuung erfaßt.

Die beiden wesentlichen Faktoren der Phosphatfixierung sind daher der Rohtongehalt und der Anteil des austauschbaren Mg. Die Streuung der Fixierungswerte wird durch diese beiden Faktoren signifikant bewirkt. Steigen die Mg-Werte, so verändern sich auch noch weitere Fixierungsfaktoren, aber nicht in einem Ausmaß, daß die Grenzwahrscheinlichkeit von 5 % überschritten wird. Dieser Sachverhalt ist in den Böden des Aubereiches feststellbar. Die weitere Folge ist, daß der Rohtongehalt an Maßgeblichkeit für die Fixierung etwas verliert.

### C. Bodenwirtschaftliche Aspekte

Die gewonnenen Ergebnisse sollen hier unter drei Gesichtspunkten zusammenfassend besprochen werden. Diese drei Gesichtspunkte sind der Wasserhaushalt und die Wasserversorgung der Bestände, die Dichtlagerung bzw. Dichtlagerungsneigung und die daraus resultierenden Folgerungen und schließlich der Nährstoffhaushalt und die Nährstoffversorgung der Pflanzen.

Für die Wasserversorgung der Pflanzen sind zunächst die Wassergehalte bei Feldkapazität (FK) und beim Welkepunkt (WP) und die Differenz der Wassergehalte zwischen FK und WP, die NK, maßgebend. Infolge der hohen Wassergehalte an den Grenzwerten und der geringen, dazwischenliegenden Wassergehaltsdifferenz von ca. 10 % ist die Wasserversorgung der Pflanzen auf den schweren

Böden der L-Serie viel ungünstiger als auf den Tschernosemen. Dazu kommt, daß die passive Wasserversorgung der Pflanzen infolge weit geringerer kapillarer Leitfähigkeit weit schlechter ist als in den Tschernosemen. Sind jedoch die Böden beider Räume auf etwa 5-10 atm. Saugspannung abgetrocknet, dann ist die Wasserversorgung unter Beachtung des aktiven Nachschaffens durch die Wurzeln auf den Böden der L-Serie besser zu beurteilen. Diese haben nämlich im höheren Saugspannungsbereich eine um 2-3 % höhere spezifische Wasserkapazität als die Tschernoseme der Rauchenwarther Platte. Die Tschernoseme geben einen Großteil ihres nutzbaren Wassers schon unter 1 atm. Saugspannung ab.

Aus der geringen kapillaren Leitfähigkeit und der hohen Wasserkapazität ergeben sich besonders für die Beregnung der schweren L-Serie ganz bestimmte Schlußfolgerungen. Man muß nämlich bedenken, daß eine normale Regengabe von 40 mm gerade ausreicht, um die obersten 10 cm der Krume bis zur FK aufzufüllen (Tab.7), und daß sich dann die Sickerwasserfront des langsam versickernden Sickerwassers je nach Größe des auftretenden Saugspannungsgradienten mit Werten um  $10^{-3}$  cm/Tag fortbewegt (Tab. 5 u. 6).

Diese 40 mm würden dann in der Folge sehr rasch verbraucht, wobei - wenn die Kultur den Boden noch nicht vollständig bedeckt - große Verluste durch Evaporation auftreten würden. Daraus ergibt sich die Forderung, diese Böden stärker zu beregnen. Es muß jedoch bedacht werden, daß die Luftkapazität der Böden niedrig ist und daß sie bei starker Beregnung leicht unter den Grenzwert von 10 % absinkt. Das bedeutet, daß man bei diesen Böden zwei Probleme gleichzeitig beachten muß. Einerseits ist die Krume soweit feucht zu halten, daß die tieferen Schichten nicht zu stark entwässert werden, und andererseits darf der Boden mit Rücksicht auf seine Luftkapazität nicht bis zur FK gesättigt bleiben. Diese beiden Forderungen können nur durch sorgfältig dosierte Beregnung erfüllt werden. Eine früh einsetzende Beregnung hätte - vom bodenkundlichen Standpunkt aus gesehen - den Vorteil, mit ortsüblichen Gaben die Wasserreserve der obersten Krumententimeter aufzufüllen, bevor der Rest der Krume stärkeren Wasserverlusten ausgesetzt ist. Dies müßte allerdings so geschehen, daß hiedurch die Wurzelentwicklung der Jungpflanzen nicht ungünstig beeinflusst wird. Dieser Sachverhalt zeigt die Schwierigkeiten der Bodenwirtschaft auf schweren Böden auf.

Aus der hohen FK und der geringen Leitfähigkeit einerseits und der hohen UK und dem mächtigen Profilaufbau andererseits ist aber auch zu erkennen, daß Fäkalienaufbringung unbedenklich ist. Eine Verschmutzung des hochstehenden Grundwassers ist zumindest auf den Flächen 1L-3L nicht zu befürchten.

Bei allfälliger Bewässerung der Tschernoseme ist deren geringe spezifische Wasserkapazität im höheren Saugspannungsbereich in Rechnung zu stellen. Sinken die Wassergehalte unter 25-30 Vol%, d.s. 19-23 Gew%, so ist für die Freimachung von 1g Wasser ein Arbeitsaufwand von mehr als  $2 \times 10^6$  erg erforderlich. Bei solchem Aufwand geben die  $A_{p1}$ -Horizonte bei Wassergehalten von rund 20 Vol% = 15 Gew% und bei zusätzlicher Saugspannungsaufwendung von 1 atm. 10 mm Wasser frei; stellt man  $A_{p1}$  und  $A_{p2}$ , also die Gesamtkrume mit ca. 30cm, in Rechnung, dann werden es 13 mm Wasser. Dies sind Gründe, die nahelegen, den Wassergehalt der Krumen nicht unter ca. 15 Gew% absinken zu lassen.

Mit dieser Regulierung des Wasserhaushaltes werden - vor allem auf den schweren Böden des Aubereiches - die Struktur und Lagerung der Krumen zum Teil in gutem Zustand gehalten. Dies allein vermag jedoch die Auswirkung unsachgemäßer Bearbeitung nicht zu unterbinden. Vor allem ist es notwendig, die Bearbeitung, besonders den Pflügetermin, auf die Bodenfeuchte bzw. die Ausrollgrenze abzustimmen. Diese liegt im allgemeinen unter dem WP, und zwar zwischen 20 und 25 Vol% Wasser. Sie ist damit aber höher als die Bodenfeuchte etwa Ende Juli oder Ende Oktober. Wird bei dieser Feuchte geackert, so bilden sich Schollen von 20x20 - 30x50 cm, die kaum zerkleinert werden können. Das gewünschte Totschrumpfen ist also auf die Haut der Schollen beschränkt. Eine nachfolgende Strukturstabilisierung durch Gründüngung scheitert am Wassermangel.

Ein Hauptanliegen der Bearbeitung muß die Unterbindung von Grenzflächeneffekten sein. Diese sind in zwei Tiefen ausgeprägt. Die eine Grenzfläche liegt zwischen 35-40 cm; sie ist auf die ehemals vorgenommene Tiefackerung zurückzuführen und trennt scharf die gutstrukturierten Unterböden von den aufgelassenen dichten Krumen. Die zweite Grenze liegt zwischen 15 und 20/25 cm; sie ist weniger scharf und auf die gegenwärtige Bearbeitungstiefe zurückzuführen. Beide können nur durch Tieflockerung unter Vermeidung einer Auflast (wie bei der Pflugschar) behoben werden.

Auch bei den Tschernosemen sind alle diese Phänomene entwickelt, wenngleich nicht in der extremen Form wie im Aubereich. Deshalb gelten auch hier alle jene Forderungen, die dort aufgestellt wurden.

Der Nährstoffhaushalt und die Ernährungsbedingungen auf diesen Standorten werden durch eine Reihe - z.T. einander bedingender - Faktoren bestimmt. Als ein wesentlicher Faktor muß zunächst der Anteil des austauschbaren Kali und der beiden austauschbaren Erdalkalien Kalzium und Magnesium sowie deren gegenseitiges Verhältnis ins Auge gefaßt werden. Gerade das gegenseitige Verhältnis ist zufolge des zwischen diesen drei Ionen existierenden Antagonismus wichtig. Optimale Verhältnisse sind zu erwarten, wenn einerseits das Ca:Mg-Verhältnis von 6,5:1 nicht überschritten wird, bzw. der Mg-Sättigungsgrad 10 % beträgt, und andererseits das K:Mg-Verhältnis sich um 1:2 bewegt, bzw. der K-Sättigungsgrad bei 5 % liegt; diese Verhältnisse können je nach Spurenelementenversorgung variieren (vgl. P. SCHACHTSCHABEL, 1954).

Vergleicht man nun an Hand dieser Orientierungswerte den Grad der Sättigung mit Mg, so läßt sich feststellen, daß er in den Böden des Aubereiches - je nach Methode - um 50 bis über 100 % über dem Optimum liegt. Eine Sonderstellung nimmt dabei noch der  $A_{fos}$ -Horizont mit einem Sättigungsgrad von 41 % ein. Dagegen betragen die Magnesium-Sättigungsgrade der Tschernosemkrumen 7,4-8,6 % im Ammonazetatauszug und 2,7-5,1 % in der MEHLICH-Austauschlösung. Bezieht man weiterhin das K in den Vergleich mit ein, so ist zu erkennen, daß dieses mit 2,1-3,7 % in allen Böden unter dem Grenzwert 5 % liegt, und zwar etwas mehr in den L-Böden als in den S-Böden.

Die Ernährung der Pflanzen ist also vor allem auf den schweren Böden des Aubereiches disharmonisch, und zwar wegen des hohen Mg-Überschusses. Man kann versuchen, diesen Mg-Überschuß durch erhöhte K-Düngung zu beseitigen. Ein Austausch von Mg gegen Ca ist zwar möglich (vgl. A. GHOBADIAN, 1966, S. 42), aber mit Rücksicht auf den ohnehin hohen Kalziumspiegel nicht voll wünschenswert. Vor allem müssen dann die Folgen für den P-Haushalt bedacht werden, wenn Mg verstärkt in die Bodenlösung wandert, da ja jetzt schon Mg maßgeblich an der P-Fixierung beteiligt ist (s. 4 - Phosphatfraktionen und Phosphatdynamik).

Um einen optimalen K-Sättigungsgrad von 5 % zu schaffen, müßte der Boden in hohem Überschuß gedüngt werden. Wie die auf Grund der Fixierungswerte berechneten Werte zeigen, müßten je ha 1500-3981 kg K, d.s. 1800-4777 kg  $K_2O$  gedüngt werden. Eine Düngergabe von 1500 kg K/ha, die der enormen Menge von 1800 kg  $K_2O$ /ha entspricht, könnte den Sättigungsgrad lediglich auf 2,5-7,2% anheben.

Eine Kaliüberdüngung ist daher vor allem auf den L-Böden nicht zu erwarten. Ist eine Regulierung der Sorptionsverhältnisse nicht vorgesehen, dann muß bei der K-Düngung von großen Düngergaben abgerückt und zu einer Portionsdüngung in möglichst häufiger Wiederholung gegriffen werden. Die Fixierungswerte steigen zwar mit sinkender Gabe, doch kann man dabei mit dem Zeitfaktor rechnen und die Möglichkeit der Konkurrenzierung der Fixierung bei entwickeltem Wurzelsystem in Rechnung stellen.

Die hohen Mg-Sättigungsgrade bewirken zweifelsohne auch den ungünstigen Strukturzustand der Krumen (vgl. H. KUNTZE, 1965). Deshalb wäre es angebracht, eine Meliorationsdüngung mit Kalzium und eventuell auch mit Kali durchzuführen. Bei Verwendung von Kalzium ist zuerst Gips ins Auge zu fassen, und zwar auf Grund der Stellung von  $SO_4$  und  $CO_3$  im Sinne der HOFMEISTER'schen Reihe; der schädigende Einfluß ist bei Verwendung von  $SO_4$  kleiner als bei jener von  $CO_3$ . Um den Mg-Sättigungsgrad auf 10 % zu senken, müßten je ha 8000 bis 10.000 kg Gips, verteilt auf die Krume, gedüngt werden.

Die P-Düngung zwingt auf Grund der hohen P-Festlegung ebenfalls zu gezielten Düngungsmaßnahmen. Eine "Aufdüngung" ist auf keinem der Böden möglich, dazu wären bis zu 600 kg  $P_2O_5$ /ha erforderlich. Viel erfolgversprechender ist eine gezielte Portionierung mit leicht löslichen Phosphatdüngern.

#### D. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Böden zweier verschiedener Landschaftsbereiche der pannonischen Klimaprovinz Österreichs untersucht und die Ergebnisse vergleichend gegenübergestellt. Die beiden Landschaftsbereiche sind einerseits die altquartäre und im Untersuchungsbereich lößbedeckte Flur der Rauchenwarther Platte und andererseits die Aue der Schwechat im "Tieflandabschnitt" des tektonischen Senkungsraumes Laxenburg.

In beiden Landschaftsbereichen besteht heute zumindest die Tendenz zur Bildung von AC-Böden. Dies hat auf den Lössen der Rauchenwarther Platte zur Entwicklung von Tschernosemen geführt. Selbst den relikten Braunerden, die unter geringmächtigen Kolluvien begraben sind, wurde diese Dynamik aufgepfropft. Dagegen haben die Böden im Aubereich der Schwechat an dem Erbe der vorangegangenen Bodenentwicklung schwerer zu tragen, so daß die Entwicklung zum AC-Boden stark gehemmt wird.

Die Tschernoseme haben sich auf unverwittertem und daher wenig prägnanzresistentem Material mit günstiger Wasserführung entwickelt. Die Bodenbildung führte zu AC-Profilen mit überwiegender Lösungsverwitterung, die auch eine mäßige Kalkauswaschung aus den Krümen zur Folge hatte. Das Stadium der Lösungsverwitterung ist deutlich an Hand der Sättigung zu erkennen: im typischen Sorptionsbelag der Tschernoseme dominiert das Kalzium. Ihr Wasserhaushalt ist normal. Ihre nutzbare Wasserkapazität liegt bei 25%, ihre kapillare Leitfähigkeit ist günstig; allerdings haben diese Böden eine hohe spezifische Wasserkapazität im unteren Saugspannungsbereich, wodurch die zur Verfügung stehenden Wasserabgabemengen im höheren Saugspannungsbereich leiden. Darüber hinaus erweisen sich auch die Krümen dieser Tschernoseme als nicht voll strukturstabil, wodurch es zu stärkeren anthropogenen Krümenverdichtungen kommt.

Die untersuchten Böden des Schwechattalbodens zählen zu zwei verschiedenen Sedimentationsbereichen. Die älteren Sedimente sind sehr bindig und haben sich zunächst zu Gleyen bzw. zu Pechanmooren entwickelt. Die jüngeren Böden sind Braune Auböden, die sich im Ausräumungsbereich der schweren Gleye aus sandigen, dammförmig aufgeworfenen Alluvionen entwickelten.

Heute sind die Böden beider Bereiche trockengefallen, das Grundwasser steht im Schotter in einer Tiefe von 130 bis 150 cm. Unter den schweren Böden ist es gespannt, der kapillare Aufstieg ist durch die wenig wasserdurchlässigen Pechanmoore an der Schotterkante weitgehend unterbunden. Da im Sedimentationsbereich der jungen, sandigen Alluvionen die bindigen Sedimente vorher abgetragen wurden, kann sich im Unterboden der Braunen Auböden auch ein freier Grundwasserspiegel ausbilden.

Nach dem Trockenfallen haben sich die beiden Böden verschieden entwickelt. Bei den schweren Augleyen war die Weiterentwicklung durch die Vorprägung und die geringe kapillare Leitfähigkeit stark gehemmt. Dagegen trat auf den sandigen Alluvionen zufolge der starken Durchlüftung und guten Wasserführung eine Verbraunung ein.

Die Standortsbedingungen auf den schweren trockengefallenen Böden sind durch ihren hohen Mg-Sättigungsgrad und ihre hohe Strukturlabilität gekennzeichnet. Es kommt zu starken anthropogenen Krumenverdichtungen, die in scharfem Gegensatz zum gut strukturierten, nicht bearbeiteten Unterboden stehen. Daraus resultieren relativ niedere nutzbare Wasserkapazitäten der Krumen, niedere spezifische Wasserkapazitäten im unteren und höhere spezifische Wasserkapazitäten im höheren Saugspannungsbereich, ferner eine geringe kapillare Leitfähigkeit, verbunden mit gehemmter Versickerung.

Dieser Vergleich zeigt also in erster Linie den Einfluß des Substrates und seiner pedogenetischen Vergangenheit auf die rezente Bodenentwicklung und die Standortsbedingungen im Pannon-Landschaftsraum rund um Wien.

## VII. Anhang

## 1) Untersuchungsmethoden

Die zur Anwendung gelangten bodenphysikalischen und bodenchemischen Methoden sind auf S.39 beschrieben. Ergänzend ist anzuführen:

Bestimmung des Permanenten Welkepunktes: mittels der Membrandruckmethode bei 15 atm.

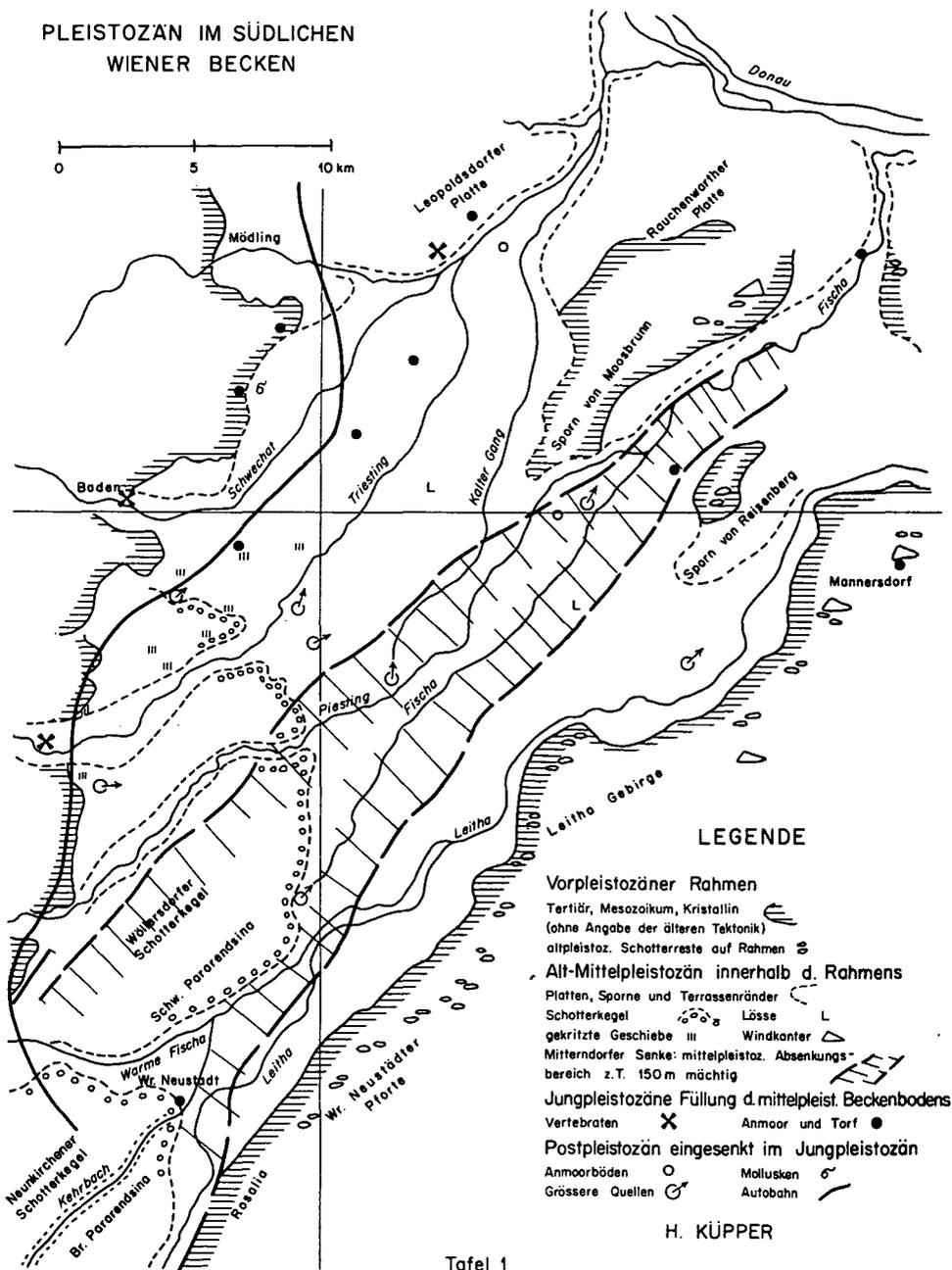
## 2) Literatur

- BAUMEISTER, W.: (1960), Das Natrium als Pflanzennährstoff; Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- BOWER, C.A., REITMEIER, R.F. and FIREMAN, M.: (1952), Exchangeable Cation Analysis of Salin and Alkali Soils; Soil Sci. 73: 251-261
- FIEDLER, H.J.: (1965), Die Untersuchung der Böden, Bd. 1 u. 2; Verlag Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig
- FINK, J.: (1958), Die Böden Österreichs; Mitt. Geogr. Ges. Wien, Bd. 100, H.III
- (1961), Die Ortsgemeinde Moosbrunn als Beispiel einer Kartierungsgemeinde; Mitt. Österr. Bodenk. Ges., Wien, Heft 6
- FRANZ, H.: (1955), Zur Kenntnis der Steppenböden im Pannonischen Klimagebiet Österreichs; Die Bodenkultur, Bd.8, H.2
- (1960), Feldbodenkunde als Grundlage der Standortsbewertung und Bodenwirtschaft; Fromme, Wien u. München, 583 S.
- (1961), Die Böden Österreichs; Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges., Wien, Heft 6, S. 20
- FRANZ, H. u. SOLAR, F.: (1961), Das Raxplateau und seine Böden; Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges., Heft 6, S. 81-101
- GHOBIAN, A.: (1966), Salz- und Steppenböden des Seewinkels (Burgenland, Österreich); Charakteristik, Meliorationsergebnisse und bodenwirtschaftliche Aspekte; Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges., Heft 10, S. 1-61
- HACKER, H. u. HOCH, F.: (1960), Die Bodenassoziationen der Feuchten Ebene des Südlichen Inneralpinen Wiener Beckens; Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges., H.6, Tafel III

- HUSZ, G. u. SOLAR, F.: (1966), Beiträge zur Kenntnis der Pseudogleydyamik; Die Bodenkultur, Bd. 17, 95-128
- HASSINGER, H.: (1918), Beiträge zur Physiogeographie des Inneralpinen Wiener Beckens und seiner Umrahmung; Festb. A. PENCK, Bibl. Handb., Stuttgart, 160-191  
(1954), Geomorphologische Studien usw. Geograph. Abb. 1905, zit. nach: Geologie und Grundwasservorkommen im Südlichen Wiener Becken von Küpper mit Beiträgen von W. Prodinger und G. Woletz
- HERRMANN, R. u. THUN, R.: (1955), Handb. d. landwirtschaftl. Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch). Die Untersuchung von Böden, 1, Verl. Neumann, Radebeul-Berlin
- JACKSON, M.L.: (1960), Soil chemical Analysis; Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 498 S.
- KUBIENA, W.: (1943), Beiträge zur Bodenentwicklungslehre; Zeitschrift Pflanz., Düngung, Bodenk., 24  
(1948), Entwicklungslehre des Bodens; Wien  
(1953), Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas; Enke, Stuttgart, 392 S.
- KÜPPER, H.: (1953), Uroberfläche und jüngste Tektonik im Südlichen Wiener Becken, Sonderabdruck aus: Kober-Festschrift  
(1954), Geologie und Grundwasservorkommen im Südlichen Wiener Becken; Sonderdruck aus dem Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, XCVII, Bd., H. 2  
(1962), Pleistozän im Südlichen Wiener Becken; Sonderdruck aus den Verhandlungen d. Geolog. Bundesanstalt, H. 1  
(1962), Das Südliche Wiener Becken; Sonderdruck aus Mitt. Österr. Geograph. Ges., Bd. 104, H. I/II
- KUNTZE, H.: (1965), Die Marschen - Schwere Böden in der landwirtschaftlichen Evolution; Verlag Parey, Hamburg u. Berlin, 127 S.
- LÜTTMER, J. u. JUNG, L.: (1955), Über die Eignung des Natriumphosphates zur Dispergierung bei der mechanischen Bodenanalyse; Mitt. a. d. Inst. f. Bodenkunde und Bodenerh., Gießen
- MACKENZIE, R.C.: (1954), Free Iron-Oxide Removal from Soil; J. Soil Sci. 5, 167-172
- MUDRA, A.: (1958), Statistische Methode f. landwirtschaftl. Versuche; Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 336 S.
- ONNO, M.: (1942), Vegetationsstudien aus dem Wiener Becken; Mitt. d. Deutschen Dendrolog. Ges., 55: 139-156

- RICHARD, L.A.: (1948), Porous Plate Apparatus for Measuring Moisture Retention and Transmission by Soil; Soil Science, 66, 105-110
- SCHÄCHTSCHABEL, P.: (1954), Das pflanzenverfügbare Magnesium des Bodens und seine Bestimmung; Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 67 (112), 9-23
- SEKERA, F.: (1938), Die Strukturanalyse des Bodens; Ztschr. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., 6 (51), 259-288
- (1938), Statik und Dynamik des Bodenwassers; Ztschr. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk. 6 (51), 288-312
- SOLAR, F.: (1964), Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau; Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges. Wien, H.8, 1-72
- (1967), Phosphatformen und Phosphatumschwandlungsdynamik in Anmoorschwarzerden; Mitt. Österr. Bodenk. Ges., H. 11, 57-63
- WALKLEY, A. u. ARMSTRONG BLACK, J.: (1937), Humusbestimmung, zit. aus Ztschr. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde 37
- WEIDSCHACHER, K.: (1962), Die Böden des niederösterreichischen Weinviertels südlich Retz; Mitt. Österr. Bodenk. Ges., H.7, 1-46
- WENDELBERGER, E.: (1960), Die Auwaldtypen der Donau in Niederösterreich; Zentralblatt f. d. gesamte Forstwesen, 77, 2, 65-92.

# PLEISTOZÄN IM SÜDLICHEN WIENER BECKEN

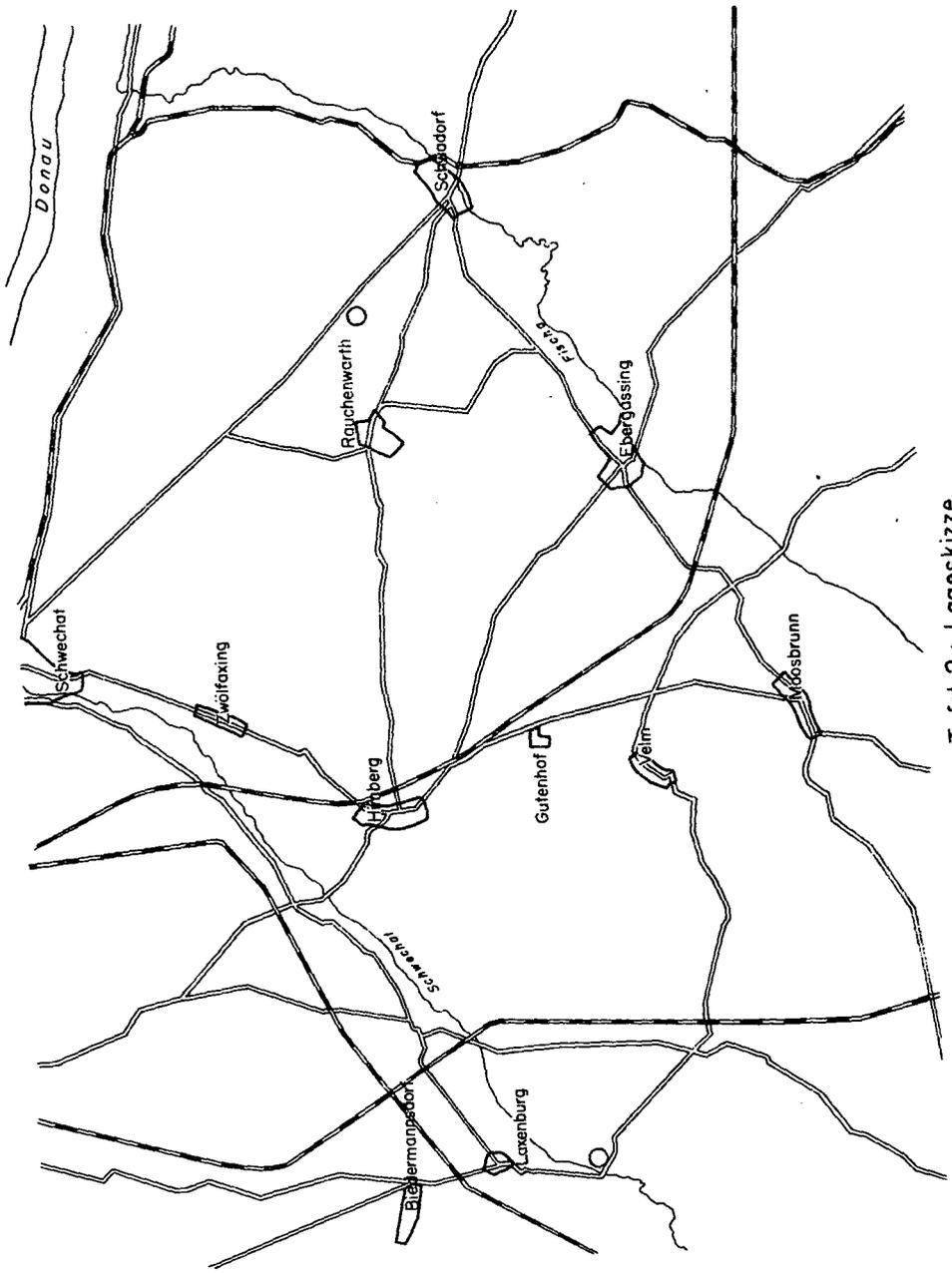


## LEGENDE

- Vorpleistozäner Rahmen**
- Tertiär, Mesozoikum, Kristallin
- (ohne Angabe der älteren Tektonik)
- altpleistoz. Schotterreste auf Rahmen
- Alt-Mittlepleistozän innerhalb d. Rahmens**
- Platten, Sporne und Terrassenränder
- Schotterkegel
- Löss
- gekritzte Geschiebe
- Windkanter
- Mitterndorfer Senke: mittelleistoz. Absenkungs-  
bereich z.T. 150 m mächtig
- Jungpleistozäne Füllung d. mittelleist. Beckenbodens**
- Vertebraten
- Anmoor und Torf
- Postpleistozän eingesenkt im Jungpleistozän**
- Anmoorböden
- Mollusken
- Größere Quellen
- Autobahn

H. KÜPPER

Tafel 1



Tafel 2 : Lageskizze

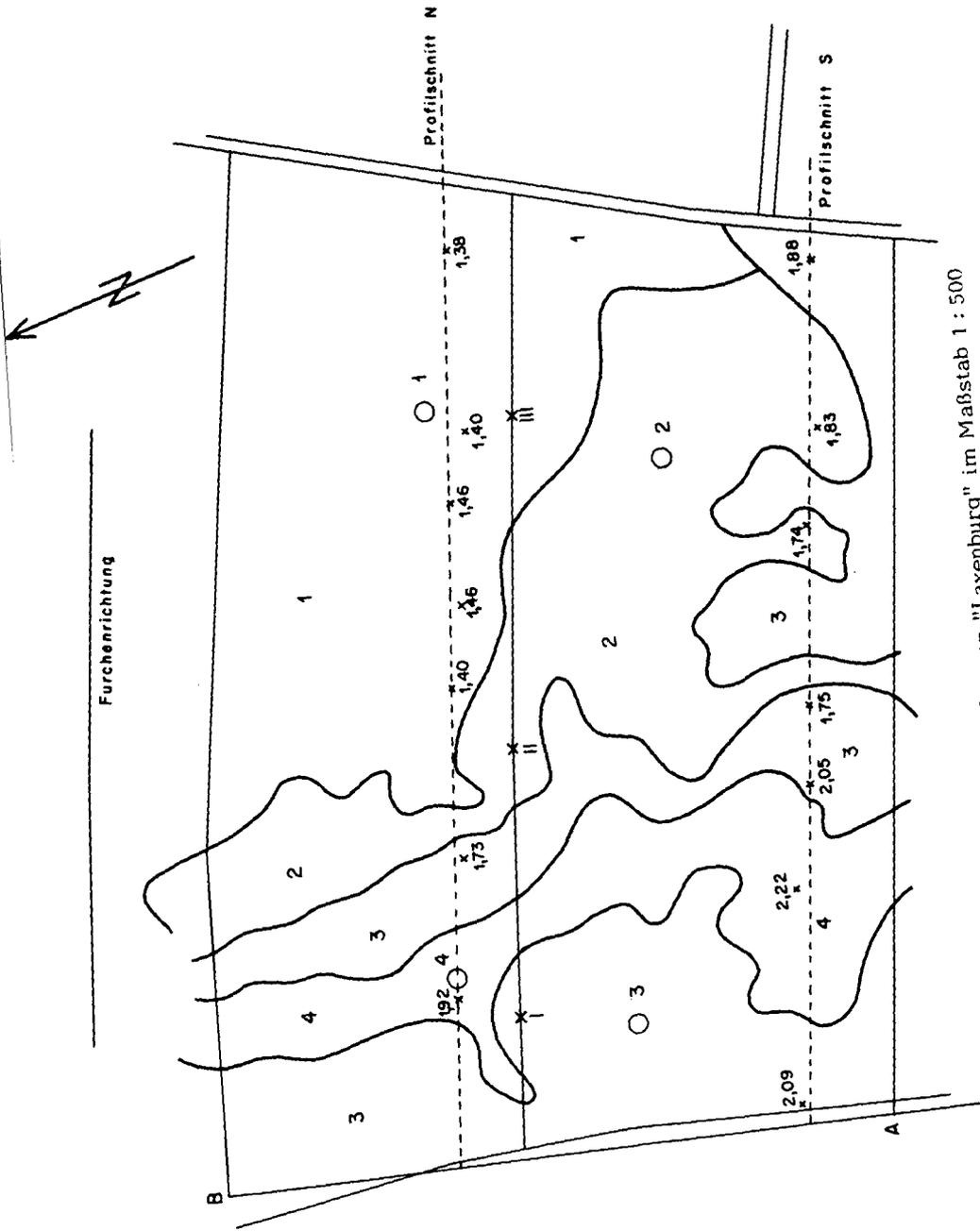
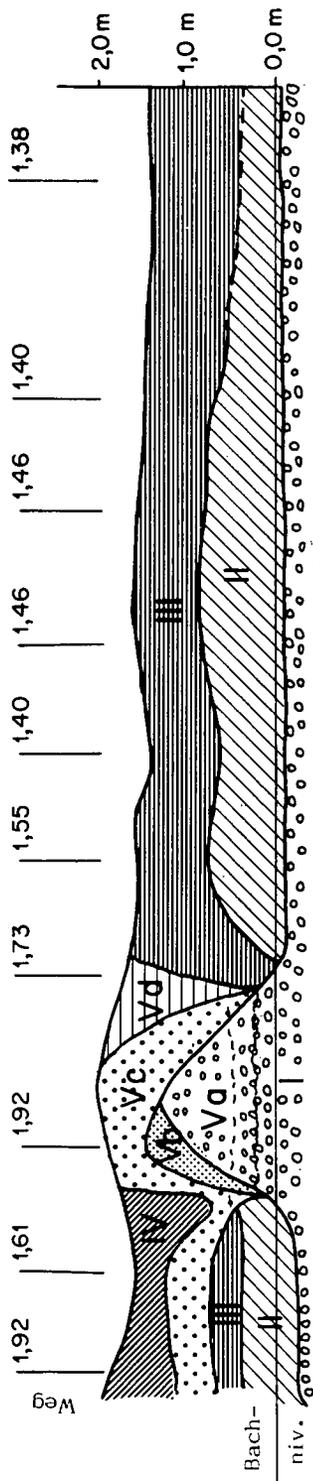


Abb. 1 : Konfiguration der Bodenformen "Laxenburg" im Maßstab 1 : 500  
 A - B : Aufnahmebasis; I, II, III : Aufnahme Standpunkte  
 Zahlen bei den Einstichstellen : Höhe über d. Bachniveau (zur Zeit der Aufnahme)

Profilschnitt N im Maßstab 1:1000 (Überhöhung 1:15)



Profilschnitt S im Maßstab 1:1000 (Überhöhung 1:15)

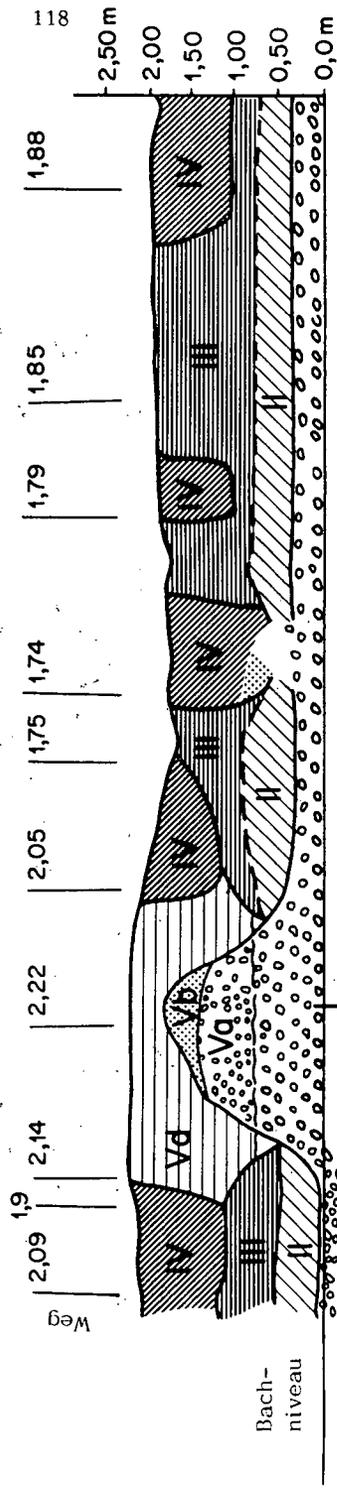


Abb. 2 : Geologisch-pedologisches Profil der Aufnahmefläche Laxenburg

I : Schotterkörper mit Grundwasser (unter II u. III gespannt); II : fossiles Pechanmoor; III : ältere Aulehmdecke; IV : jüngere Aulehmdecke; V : Sedimente junger Mäander, und zwar: Va: Kies, Grobsand und Schotter; Vb: Grobsand; Vc: lehmiger Sand; Vd: sandiger Lehm, z. Teil mit Schlufflehmoberkante; ~~~~~ Grundwasserniveau z. Zt. d. Aufnahme  
Die über den Aufnahmepunkten angeführten Zahlen geben die Höhe über dem Bachniveau 0,0 (z. Zt. der Aufnahme) an.

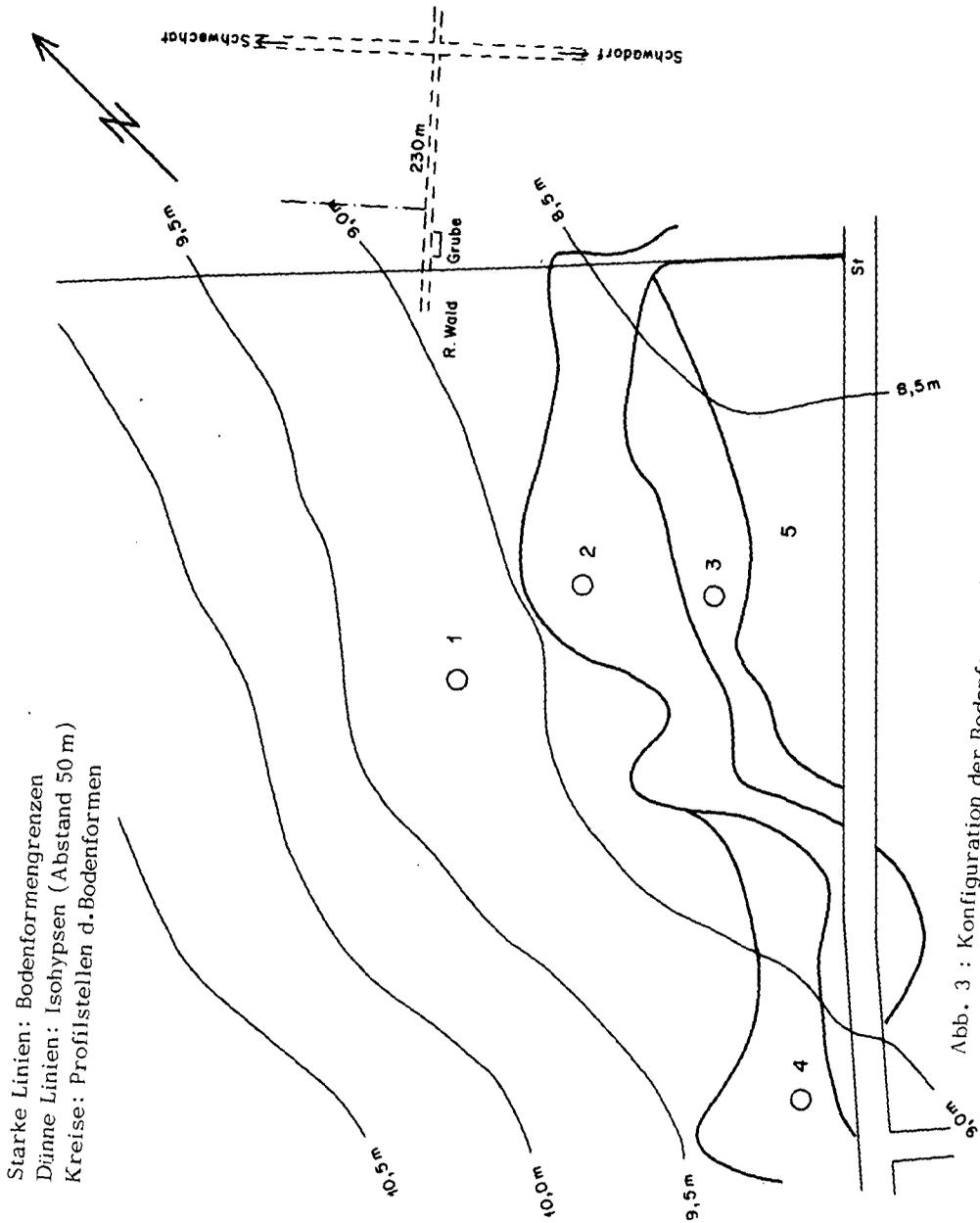


Abb. 3 : Konfiguration der Bodenformen "Rauchenwarth" im Maßstab 1 : 250

Tabelle 1 : Niederschlags-, Temperatur- und Schneeverhältnisse der Meßstellen Achau und Schwechat-Heidfeld  
(Mittelwerte aus dem längsten zur Verfügung stehendem Zeitraum)

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Niederschlag in mm :													
Achau	27	29	31	44	60	67	77	63	52	46	39	35	570
Schwechat-Heidfeld	32	29	39	47	56	95	82	66	34	41	35	40	596
Temperatur in °C :													
Schwechat-Heidfeld	-0,7	-0,3	4,0	9,4	14,2	17,9	19,8	19,2	15,3	9,9	4,8	2,0	9,6

120

Schneeverhältnisse :

des ersten Schneefalles	Datum				Zahl der Tage			größte Neuschnee-höhe cm	größte Schnee-höhe cm
	des Beginnes	des Endes	des Beginnes	des Endes	mit Schneebedeckung	mit Winterdecke	mit Schneefall		
13. XII.	18. XII.	6. III.	24. I.	9. II.	30	17	14	46	17

Tabelle 2 : Korngrößenverteilung in % des Feinbodens

Profil	Horizont	Fraktionen in Mikron							
		< 2	2-6	6-20	20-50	50-100	100-200	200-500	500-2000
1L	A <sub>p1</sub>	35,2	18,5	18,3	18,2	5,1	1,0	1,0	1,7
	A <sub>p2</sub>	37,0	16,0	20,1	14,7	7,5	1,2	1,2	0,2
	AC <sub>g</sub>	31,5	13,4	21,1	15,2	11,5	4,5	2,7	0,1
	A <sub>fos</sub>	56,3	15,4	6,3	14,1	3,1	1,7	1,7	1,6
2L	A <sub>p1+2</sub>	32,9	13,1	15,0	18,5	11,9	6,7	1,3	0,6
	A <sub>3</sub>	26,5	17,5	19,8	17,5	10,7	6,1	1,3	0,6
	AC <sub>g</sub>	23,5	15,0	16,5	14,2	15,2	13,5	2,5	0,7
	A <sub>fos</sub>	52,5	17,1	11,5	7,3	4,7	3,3	2,4	1,5
3L	A <sub>p1+2</sub>	29,3	21,7	16,7	21,9	3,7	3,1	2,4	1,2
	A <sub>3</sub>	24,6	21,0	19,3	20,8	6,1	5,7	2,0	0,5
	AC	18,2	24,8	10,0	11,1	12,8	10,4	8,5	4,2
	G <sub>rel</sub>	31,0	22,2	24,8	14,3	5,1	2,1	0,4	0,1
4L	A <sub>p</sub>	20,0	11,3	17,8	19,6	16,6	11,3	2,6	0,8
	AC	8,0	8,9	5,0	15,6	21,7	29,2	10,6	0,8
	C	3,5	5,0	1,0	7,1	10,5	41,5	29,7	1,7
1S	A <sub>p1</sub>	29,0	-	-	30,8	9,2	2,1	2,3	0,8
	A <sub>p2</sub>	29,9	-	-	29,5	8,7	2,5	2,2	0,3
	AC	20,4	-	-	32,0	10,0	2,4	2,1	0,1
	C <sub>ca</sub>	12,5	-	-	38,9	11,8	2,3	1,1	0,2
3S	A <sub>p1</sub>	27,8	-	-	31,1	10,0	2,6	2,2	1,1
	A <sub>p2</sub>	28,5	-	-	30,9	9,6	2,7	2,3	0,5
	B	27,7	-	-	26,4	8,4	2,0	1,4	0,1
	BC	18,0	-	-	22,4	11,0	1,8	1,1	0,2
	C <sub>ca</sub>	12,7	-	-	38,4	12,9	2,3	1,0	0,2
4S	A <sub>p1</sub>	28,9	-	-	31,0	10,5	2,0	2,2	0,6
	A <sub>p2</sub>	31,0	-	-	28,8	10,5	1,9	1,1	0,3
	BC	19,2	-	-	33,0	11,2	2,8	2,0	0,1
	C <sub>ca</sub>	13,0	-	-	38,0	12,5	2,3	1,0	0,2

Tabelle 3 : Raumgewicht (RG), Spezif. Gewicht (S), Gesamtporenvolumen (GP), Porengrößenverteilung (V) und Boden : Wasser : Luft - Verhältnis bei Feldkapazität (FK)

Profil und Horizont	RG	S	GP V%	Porengrößenverteilung V%				Boden	Luft	Wasser
				>10 $\mu$	10-3 $\mu$	3-0,2 $\mu$	<0,2 $\mu$			
1L A <sub>p1</sub>	1,362	2,779	51,1	11,4	5,7	4,6	29,4	48,9	11,4	39,7
A <sub>p2</sub>	1,375	2,788	50,7	7,5	2,4	7,8	33,0	49,3	7,5	43,2
AC <sub>g</sub>	1,353	2,764	51,1	13,0	5,8	6,4	25,9	48,9	13,0	38,1
A <sub>fos</sub>	1,130	2,166	47,8	3,2	2,7	10,8	31,1	52,2	3,2	44,6
2L A <sub>p1+2</sub>	1,412	2,727	48,2	4,2	3,8	6,3	33,9	51,8	4,2	44,0
A <sub>3</sub>	1,402	2,723	48,6	14,2	6,0	7,7	20,7	51,4	14,2	34,4
AC <sub>g</sub>	1,450	2,791	48,1	16,2	6,8	7,7	18,4	51,9	16,2	32,9
A <sub>fos</sub>	1,145	2,184	48,3	3,3	3,6	11,2	30,2	51,7	3,3	45,0
3L A <sub>p1</sub>	1,426	2,747	46,9	10,8	3,1	12,6	20,4	53,1	10,8	36,1
A <sub>p2</sub>	1,493	2,749	45,1	6,4	4,2	7,7	26,8	54,9	6,4	38,7
A <sub>3</sub>	1,348	2,719	50,4	16,1	9,3	7,8	17,2	49,6	16,1	34,3
AC	1,456	2,775	47,5	14,9	8,9	8,7	15,0	52,5	14,9	32,6
4L A <sub>p</sub>	1,559	2,657	41,3	8,6	6,1	6,5	20,1	58,7	8,6	32,7
AC	1,558	2,683	41,9	14,0	8,5	5,6	13,8	58,1	14,0	27,8
C	1,460	2,716	46,3	30,3	6,0	4,7	5,3	53,7	30,3	16,0
1S A <sub>p1</sub>	1,474	2,724	45,9	17,6	4,2	8,3	15,8	54,1	17,6	28,3
A <sub>p2</sub>	1,512	2,723	44,5	15,4	3,1	8,8	17,2	55,5	15,4	29,1
AC	1,383	2,761	50,0	22,4	2,2	10,4	15,0	50,0	22,4	27,6
C <sub>ca</sub>	1,253	2,771	55,0	27,6	6,2	10,3	10,9	45,0	27,6	27,4
3S A <sub>p1</sub>	1,308	2,645	50,5	20,7	7,5	5,4	16,9	49,5	20,7	29,8
A <sub>p2</sub>	1,382	2,730	49,5	18,4	7,9	6,4	16,7	50,6	18,4	31,0
B	1,343	2,637	47,8	19,7	3,2	10,2	14,7	52,2	19,7	28,1
BC	1,299	2,746	52,7	24,0	4,9	9,9	13,9	47,3	24,0	28,7
C <sub>ca</sub>	1,243	2,748	54,8	27,7	6,5	9,5	11,1	45,2	27,7	27,1
4S A <sub>p1</sub>	1,524	2,727	44,2	15,3	3,2	9,0	16,7	55,8	15,3	28,9
A <sub>p2</sub>	1,605	2,617	38,5	8,6	5,0	6,7	18,2	61,5	8,6	29,9
BC	1,437	2,727	47,3	18,5	4,5	8,7	15,6	52,7	18,5	28,8
C <sub>ca</sub>	1,231	2,739	55,0	27,9	7,4	8,4	11,3	45,0	27,9	27,1

Tab.4: Spezif. Wasserkapazität (Y) der untersuchten Profile in 7 Saugspannungsintervallen. Die Werte geben die Wassermenge in  $\text{cm}^3$  an, die aus  $100 \text{ cm}^3$  Boden bei Steigerung des Druckes um  $100 \text{ cm WS}$  in den betreffenden Saugspannungsintervallen abgedrückt werden.

Profil und Horizont	atü							
	0,0-0,1	0,1-0,3	0,3-1,0	0 - 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	
1L	A <sub>p1</sub>	7,2	1,4	0,3	-	-	-	-
	A <sub>p2</sub>	3,9	2,3	0,6	0,45	0,19	0,05	0,04
	AC <sub>g</sub>	9,3	1,85	0,4	0,84	0,38	0,02	0,01
	A <sub>fos</sub>	0,4	0,9	0,45	0,39	0,20	0,06	0,04
2L	A <sub>p</sub>	2,0	2,7	0,4	0,48	0,28	0,01	0,01
	A <sub>3</sub>	4,4	3,1	0,5	0,92	0,39	0,01	0,02
	AC <sub>g</sub>	9,6	2,8	0,3	0,83	0,43	0,08	0,02
	A <sub>fos</sub>	0,45	1,6	0,65	0,26	0,25	0,10	0,02
3L	A <sub>p1</sub>	5,0	1,4	0,3	0,72	0,25	0,04	0,02
	A <sub>p2</sub>	2,6	1,9	0,5	0,55	0,28	0,04	0,03
	A <sub>3</sub>	14,4	1,2	1,2	0,87	0,44	0,13	0,03
	AC	9,3	2,8	0,75	0,89	0,38	0,05	-
4L	A <sub>p</sub>	5,8	1,4	0,3	0,62	0,25	0,06	0,02
	AC	9,7	2,15	0,37	0,99	0,23	0,05	0,02
	C	24,3	3,0	1,2	2,3	0,25	0,03	0,03
1S	A <sub>p1</sub>	11,9	2,9	0,4	0,77	0,50	0,09	0,03
	A <sub>p2</sub>	7,3	3,1	0,5	0,85	0,45	0,17	0,02
	AC	16,3	3,0	0,3	1,09	0,70	0,15	0,03
	C <sub>ca</sub>	18,4	3,2	0,45	1,15	0,55	0,05	0,10
3S	A <sub>p1</sub>	14,2	3,3	0,5	0,90	0,55	0,06	0,02
	A <sub>p2</sub>	14,0	2,2	0,7	0,95	0,50	0,08	0,06
	B	15,1	2,3	0,3	0,70	0,72	0,05	0,05
	BC	17,2	1,6	0,3	0,80	0,50	0,04	0,01
	C <sub>ca</sub>	-	-	-	-	-	-	-
4S	A <sub>p1</sub>	7,8	3,75	0,35	-	-	-	-
	A <sub>p2</sub>	4,4	2,1	0,1	0,53	0,34	0,04	-
	BC	14,8	1,9	0,5	0,79	0,65	0,42	0,02
	C <sub>ca</sub>	23,3	2,3	0,4	1,10	0,90	0,04	0,01

Tabelle 5 : Wassergehalt und kapillare Leitfähigkeit bei verschiedenen Saugspannungen

Profil und Horizont	Wassergehalt bei d. Saugspannung von		kapillare Leitfähigkeit (cm/Tag) in den Saugspannungsbereichen (atü)									
	0,3	1,0	0,1 - 0,2	0,2 - 0,33	0,33 - 0,7	0,7 - 1,0	2 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16		
1L A <sub>p1</sub> A <sub>p2</sub> AC <sub>g</sub> A <sub>fos</sub>	39,7	34,0	1,8 · 10 <sup>-3</sup>	1,1 · 10 <sup>-3</sup>	1,8 · 10 <sup>-4</sup>	2,0 · 10 <sup>-4</sup>	4,5 · 10 <sup>-5</sup>	2,3 · 10 <sup>-5</sup>	6,2 · 10 <sup>-6</sup>	2,5 · 10 <sup>-6</sup>		
	43,2	40,8	1,4 · 10 <sup>-3</sup>	9,0 · 10 <sup>-4</sup>	1,4 · 10 <sup>-4</sup>	1,1 · 10 <sup>-4</sup>	2,0 · 10 <sup>-5</sup>	9,0 · 10 <sup>-6</sup>	4,1 · 10 <sup>-6</sup>	1,1 · 10 <sup>-6</sup>		
	38,1	32,3	2,9 · 10 <sup>-3</sup>	1,6 · 10 <sup>-3</sup>	5,3 · 10 <sup>-4</sup>	3,0 · 10 <sup>-4</sup>	4,7 · 10 <sup>-5</sup>	2,4 · 10 <sup>-5</sup>	6,8 · 10 <sup>-6</sup>	-		
2L A <sub>p1</sub> A <sub>3</sub> AC <sub>g</sub> A <sub>fos</sub>	44,0	40,2	1,7 · 10 <sup>-3</sup>	8,1 · 10 <sup>-4</sup>	1,6 · 10 <sup>-4</sup>	1,3 · 10 <sup>-4</sup>	1,2 · 10 <sup>-5</sup>	9,4 · 10 <sup>-6</sup>	3,3 · 10 <sup>-6</sup>	1,2 · 10 <sup>-6</sup>		
	34,4	28,4	3,0 · 10 <sup>-3</sup>	2,0 · 10 <sup>-3</sup>	6,7 · 10 <sup>-4</sup>	3,7 · 10 <sup>-4</sup>	5,0 · 10 <sup>-5</sup>	2,2 · 10 <sup>-5</sup>	7,4 · 10 <sup>-6</sup>	4,9 · 10 <sup>-6</sup>		
	32,9	26,1	3,2 · 10 <sup>-3</sup>	12,4 · 10 <sup>-3</sup>	5,8 · 10 <sup>-4</sup>	3,6 · 10 <sup>-4</sup>	-	2,4 · 10 <sup>-5</sup>	-	-		
3L A <sub>p1</sub> A <sub>p2</sub> A <sub>3</sub> AC <sub>g</sub>	36,1	33,0	2,0 · 10 <sup>-3</sup>	1,0 · 10 <sup>-3</sup>	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,7 · 10 <sup>-4</sup>	2,2 · 10 <sup>-5</sup>	1,1 · 10 <sup>-5</sup>	6,6 · 10 <sup>-6</sup>	1,7 · 10 <sup>-6</sup>		
	38,7	34,5	2,3 · 10 <sup>-3</sup>	9,5 · 10 <sup>-4</sup>	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,6 · 10 <sup>-4</sup>	4,2 · 10 <sup>-5</sup>	1,5 · 10 <sup>-5</sup>	6,8 · 10 <sup>-6</sup>	1,9 · 10 <sup>-6</sup>		
	34,3	25,0	3,4 · 10 <sup>-3</sup>	3,3 · 10 <sup>-3</sup>	8,2 · 10 <sup>-4</sup>	4,0 · 10 <sup>-4</sup>	6,6 · 10 <sup>-5</sup>	3,1 · 10 <sup>-5</sup>	8,5 · 10 <sup>-6</sup>	-		
1L A <sub>p1</sub> AC <sub>g</sub> C	32,6	23,7	-	3,5 · 10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-	-		
	32,7	26,6	2,1 · 10 <sup>-3</sup>	1,3 · 10 <sup>-3</sup>	3,0 · 10 <sup>-4</sup>	2,9 · 10 <sup>-4</sup>	3,7 · 10 <sup>-4</sup>	2,0 · 10 <sup>-5</sup>	8,7 · 10 <sup>-6</sup>	3,6 · 10 <sup>-6</sup>		
	27,9	19,4	3,8 · 10 <sup>-3</sup>	3,0 · 10 <sup>-3</sup>	2,7 · 10 <sup>-4</sup>	3,4 · 10 <sup>-4</sup>	7,9 · 10 <sup>-5</sup>	3,9 · 10 <sup>-5</sup>	4,5 · 10 <sup>-6</sup>	-		
C	16,0	10,0	9,0 · 10 <sup>-2</sup>	4,3 · 10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-	-		

Tabelle 6 : Wassergehalte bei verschiedenen Saugspannungen und Kapillare Leitfähigkeit in verschiedenen Saugspannungsbereichen

Profil und Horizont	Wassergehalt bei einer Saugspannung von ...atü			Kapillare Leitfähigkeit (cm/Tag) in den Saugspannungsbereichen von ..... atü			
	0,3	1,0	15,0	0,1 - 0,2	0,8 - 1,0	8,0 - 12,0	
1S	A <sub>p1</sub>	28,3	24,1	15,8	$6,3 \cdot 10^{-1}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-6}$
	A <sub>p2</sub>	29,1	26,0	17,2	$3,8 \cdot 10^{-1}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-6}$
	AC	27,6	25,4	15,0	$7,4 \cdot 10^{-1}$	$6,4 \cdot 10^{-4}$	$7,0 \cdot 10^{-6}$
	C <sub>ca</sub>	27,4	21,2	10,9	$1,5 \cdot 10^0$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-6}$
3S	A <sub>p1</sub>	29,8	22,3	16,9	$5,6 \cdot 10^{-1}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^{-6}$
	A <sub>p2</sub>	31,0	23,1	16,7	$5,1 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-6}$
	B	28,1	24,9	14,7	$7,4 \cdot 10^{-1}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-6}$
	BC	28,7	23,8	13,9	-	-	-
	C <sub>ca</sub>	27,1	20,6	11,1	-	-	-
4S	A <sub>p1</sub>	28,9	25,7	16,7	$5,1 \cdot 10^{-1}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-6}$
	A <sub>p2</sub>	29,9	24,9	18,2	$4,4 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
	BC	28,8	24,3	15,6	$6,3 \cdot 10^{-1}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-6}$
	C <sub>ca</sub>	27,1	19,7	11,3	$9,9 \cdot 10^{-1}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-6}$

Tabelle 7 : Wasserspeicherleistung der untersuchten Böden

Proben- tiefe	Profil und Horizont	Wassergehalt in Gew.% bei einem Druck von ... atü			Regenkapazität in mm			
		0,1	0,3	15,0	Horizont		Profil	
					atm 0,1-15,0	atm 0,3-15,0	atm 0,1- 15	atm 0,3- 15
0-10	1L A <sub>p1</sub>	42,5	39,7	29,4	13,1	10,3		
10-30	A <sub>p2</sub>	47,8	43,2	33,0	29,6	20,4	239,8	182,0
30-80	AC <sub>g</sub>	41,8	38,1	25,9	79,5	61,0		
80-140	A <sub>fos</sub>	47,9	44,0	31,1	117,6	90,3		
0-30	2L A <sub>p1+2</sub>	49,4	44,0	33,9	46,5	30,3		
30-60	A <sub>3</sub>	40,7	34,4	20,7	60,0	41,1	238,8	174,1
60-90	AC <sub>g</sub>	38,5	32,9	18,4	60,3	43,5		
90-130	A <sub>fos</sub>	48,2	45,0	30,2	72,0	59,2		
0-10	3L A <sub>p1</sub>	38,9	36,1	20,4	18,5	15,7		
10-30	A <sub>p2</sub>	42,5	38,7	26,8	31,4	23,8	196,1	160,7
30-70	A <sub>3</sub>	36,6	34,3	17,2	77,6	68,4		
70-100	AC	38,2	32,6	15,0	69,6	52,8		
0-30	4L A <sub>p</sub>	35,5	32,7	20,1	46,2	37,8		
30-60	AC	32,2	27,9	13,8	55,2	42,3	168,2	122,9
60-100	C	22,0	16,0	5,3	66,8	42,8		
0-20	1S A <sub>p1</sub>	34,0	28,3	15,8	36,4	25,0		
20-30	A <sub>p2</sub>	55,3	29,1	17,2	18,1	11,9	252,2	177,6
30-50	AC	33,7	27,5	15,0	37,4	25,2		
50-120	C <sub>ca</sub>	33,8	27,4	10,9	160,3	115,5		
0-20	3S A <sub>p1</sub>	36,3	29,8	16,9	38,8	25,8		
20-40	A <sub>p2</sub>	35,5	31,1	16,7	37,6	28,6	---	176,0
40-60	B	32,7	28,1	14,7	36,0	26,8		
60-70	BC	31,9	28,7	13,9	18,0	14,8		
70-120	C <sub>ca</sub>	--	27,1	11,1	--	80,0		
0-20	4S A <sub>p1</sub>	36,4	28,9	16,7	39,4	24,4		
20-40	A <sub>p2</sub>	34,1	29,9	18,2	31,8	23,4	227,4	169,0
40-60	BC	32,5	28,8	15,6	33,8	26,4		
60-120	C	31,7	27,1	11,3	122,4	94,8		

Tabelle 8 : Die chemischen Eigenschaften der untersuchten Bodenprofile im Raum Laxenburg

Profil und Horizont	pH in H <sub>2</sub> O	pH in KCl	Leitfähig- keit (1:5) µS	Karbonat %	Humus %	Ges. C %	Ges. N %	C:N	mg%	
									K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1L A <sub>p1</sub> A <sub>p2</sub> AC <sub>g</sub> A <sub>fos</sub>	7,35	7,5	195	15,3	5,0	2,91	0,28	10,4	32,5	2,4
	7,5	7,7	170	21,0	3,6	2,1	0,23	9,1	10,4	1,0
	7,55	7,7	170	21,5	3,2	1,9	0,12	15,0	9,0	Sp.
	7,35	7,4	175	18,3	4,5	2,6	0,22	11,9	14,8	Sp.
2L A <sub>p</sub> A <sub>3</sub> AC <sub>g</sub> A <sub>fos</sub>	7,4	7,6	160	18,6	5,5	3,25	0,33	9,8	24,8	2,8
	7,4	7,6	190	18,2	4,4	2,54	0,24	10,6	26,6	3,4
	7,5	7,8	150	26,4	2,9	1,65	0,15	11,2	6,2	-
	7,5	7,6	210	15,4	4,5	2,6	0,25	10,5	10,0	0,1
3L A <sub>p</sub> A <sub>3</sub> AC G <sub>rel</sub>	7,35	7,5	200	16,5	4,6	2,6	0,28	9,3	24,5	1,5
	7,5	7,7	155	21,25	3,2	1,9	0,2	9,0	8,6	0,3
	7,7	7,9	150	25,8	2,0	1,2	0,1	11,6	8,0	Sp.
	7,7	7,6	150	22,7	2,1	1,2	0,1	12,0	9,8	Sp.
4L A <sub>p</sub> AC C	7,45	7,7	160	19,4	4,3	2,5	0,18	14,0	31,0	3,7
	7,7	7,9	140	26,0	0,8	-	-	-	4,9	-
	8,1	8,4	110	26,8	-	-	-	-	3,0	-

Tabelle 9 : Die chemischen Eigenschaften der untersuchten Bodenprofile im Raum Schwadorf

Profil und Horizont	pH in H <sub>2</sub> O	pH in KCl	Leitfähigkeit (1:5) $\mu$ S	Karbonat	Humus	Ges. C	Ges. N	C:N	mg% doppelaktatiösl.	
									K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
IS	A <sub>p1</sub>	7,35	7,6	5,9	3,0	1,75	0,12	15,0	26,3	1,0
	A <sub>p2</sub>	7,2	7,4	4,7	2,1	1,22	0,1	13,0	18,0	0,5
	AC	7,5	8,0	30,0	0,9	0,52	0,08	10,0	7,0	0,1
	C <sub>ca</sub>	7,7	8,1	41,7	-	-	-	-	5,2	Sp.
JS	A <sub>p1</sub>	7,4	7,5	5,3	3,1	1,81	0,11	16,0	32,0	1,5
	A <sub>p2</sub>	7,2	7,3	4,2	2,5	1,45	0,1	14,0	20,0	0,4
	B	7,35	7,6	0,8	0,8	0,45	0,034	13,0	11,8	0,2
	BC	7,6	8,0	26,3	0,3	-	-	-	7,0	0,1
IS	C <sub>ca</sub>	7,75	8,1	40,2	-	-	-	-	4,8	Sp.
	A <sub>p1</sub>	7,2	7,4	5,0	3,2	1,85	0,12	15,0	35,3	1,1
	A <sub>p2</sub>	7,25	7,4	4,5	2,4	1,4	0,1	14,0	28,1	0,9
	BC	7,35	7,9	16,5	1,1	0,64	0,03	11,0	9,0	0,1
C <sub>ca</sub>	7,7	8,1	41,5	-	-	-	-	-	4,9	Sp.

Tabelle 11 : Wasser- und ammonzetatlöslliche Ionen in mval/ 100 g Boden (Profile im Raum Laxenburg)

Profil und Horizont	im Wasserauszug (1:5)							im n-Ammonzetatauszug						
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>
1L A <sub>p1</sub>	0,13	0,028	0,67	0,058	0,086	-	0,007	0,244	0,63	15,9	4,68	2,63	0,076	0,05
A <sub>p2</sub>	0,12	0,007	0,60	0,058	0,086	-	0,002	0,244	0,192	16,9	4,11	2,52	0,062	0,02
AC <sub>g</sub>	0,087	0,013	0,47	0,058	0,059	-	-	0,152	0,153	13,7	3,12	2,12	0,054	-
A <sub>fos</sub>	0,07	0,005	0,55	0,206	0,188	-	-	0,174	0,316	13,5	10,16	7,43	0,115	-
2L A <sub>p1+2</sub>	0,074	0,082	0,51	0,058	0,037	-	0,02	0,152	0,435	13,7	2,96	2,28	0,076	0,07
A <sub>3</sub>	0,082	0,059	0,61	0,058	0,037	-	0,01	0,152	0,665	14,6	2,46	2,12	0,07	0,08
AC <sub>g</sub>	0,006	0,007	0,55	0,058	0,059	-	-	0,109	0,12	12,7	1,85	1,88	0,051	-
A <sub>fos</sub>	0,005	0,005	0,42	0,264	0,246	-	-	0,161	1,194	10,4	13,9	8,35	0,15	-
3L A <sub>p1+2</sub>	0,13	0,023	0,60	0,091	0,086	-	0,002	0,244	0,418	14,5	4,27	2,68	0,073	0,006
A <sub>3</sub>	0,07	0,005	0,61	0,083	0,059	-	-	0,174	0,128	14,0	2,96	1,93	0,051	0,008
AC	0,07	0,003	0,5	0,083	0,052	-	-	0,109	0,133	13,75	2,1	1,61	0,04	-
G <sub>rel</sub>	0,087	0,008	0,49	0,091	0,037	-	-	0,161	0,18	13,5	4,53	2,68	0,062	-
4L A <sub>p</sub>	0,035	0,064	0,55	0,058	0,118	-	0,008	0,087	0,64	11,5	3,05	1,91	0,065	0,075
AC	0,035	0,007	0,55	0,058	0,059	-	-	0,09	0,098	10,5	1,35	1,40	0,036	-
C	0,026	0,007	0,42	0,049	0,001	-	-	0,052	0,053	8,6	0,78	1,02	0,033	-

Tabellle 10 : Wasser- und ammoniazetatlösliche Ionen in mg/ 100 g Boden (Profile im Raum Lauenburg)

Profil und Horizont	im Wasserauszug (1:5)							im n-Ammoniazetauszug							
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
1L	A <sub>p1</sub>	3,0	1,1	13,5	0,7	1,6	Sp.	0,25	5,6	24,8	319	57	49,0	2,1	1,1
	A <sub>p2</sub>	2,8	0,25	12,0	0,7	1,6	Sp.	0,1	5,6	7,5	338	50	47,0	1,7	0,8
	AC <sub>g</sub>	2,0	0,5	9,5	0,7	1,1	Sp.	0,05	3,5	6,0	274	38	42,5	1,5	0,07
A <sub>fos</sub>	1,6	0,2	11,0	2,5	3,5	Sp.	0,05	4,0	12,4	270	140	138,0	2,8	0,07	
2L	A <sub>p1+2</sub>	1,7	3,2	10,2	0,7	0,7	Sp.	0,8	3,5	17,0	274	36	42,5	2,1	2,0
	A <sub>3</sub>	1,9	2,3	12,2	0,7	0,7	Sp.	0,5	3,5	26,1	292	30	39,5	1,9	2,5
	AC <sub>g</sub>	1,2	0,25	11,1	0,7	1,1	Sp.	0,0	2,5	4,7	255	27,5	35,0	1,4	0,05
A <sub>fos</sub>	1,7	0,2	8,5	3,2	4,6	Sp.	0,0	3,7	7,6	208	170	155,0	2,9	0,05	
3L	A <sub>p1+2</sub>	3,0	0,9	12,0	1,1	1,6	Sp.	0,1	5,6	16,3	290	52	50,0	2,0	0,3
	A <sub>3</sub>	1,6	0,2	12,2	1,0	1,1	Sp.	0,05	4,0	5,2	280	36	36,5	1,4	0,4
	AC	1,6	0,1	10,0	1,0	1,0	Sp.	0,0	2,5	5,3	275	25	30,0	1,2	0,0
G <sub>rel</sub>	2,0	0,3	9,8	1,1	0,7	Sp.	0,0	3,7	7,2	270	55	50,0	1,7	0,0	
4L	A <sub>p</sub>	0,8	2,5	11,0	0,7	2,2	Sp.	0,4	2,0	25,0	230	37	35,5	1,8	2,2
	AC	0,8	0,25	11,0	0,7	1,1	Sp.	0,0	2,1	3,8	210	16,3	26,0	1,0	0,0
	C	0,6	0,25	8,5	0,6	0,2	Sp.	0,0	1,2	2,1	172	9,5	19,0	0,9	0,0

Tabelle 12 : Kationen und Nährstoffe im Wasserauszug 1:5  
 (Profile im Raum Schwadorf)  
 Obere Reihe in mg%, untere Reihe in mval%

Profil und Horizont	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>x)</sup> PO <sub>4</sub>	
1S A <sub>p1</sub>	1,0	2,0	6,0	0,8	0,6	Sp.	0,2	
	0,04	0,05	0,3	0,07	0,03		0,008	
	A <sub>p2</sub>	1,4	0,9	5,7	0,8	0,5	Sp.	0,1
		0,06	0,02	0,28	0,07	0,03		0,004
AC	1,3	0,1	6,5	0,5	0,6	Sp.	0,05	
	0,05	-	0,32	0,05	0,03		-	
C <sub>ca</sub>	1,2	0,1	7,2	0,8	0,6	Sp.	-	
	0,05	-	0,36	0,07	0,03		-	
3S A <sub>p1</sub>	1,5	2,0	6,0	0,8	0,5	Sp.	0,2	
	0,06	0,05	0,3	0,07	0,03		0,008	
	A <sub>p2</sub>	1,5	0,8	5,8	0,6	0,5	Sp.	0,1
		0,06	0,02	0,29	0,05	0,03		0,004
B	2,0	0,3	5,5	0,6	0,6	Sp.	0,05	
	0,08	0,01	0,28	0,05	0,03		-	
BC	1,5	0,1	7,0	1,0	0,6	Sp.	Sp.	
	0,06	-	0,35	0,08	0,03		-	
C <sub>ca</sub>	1,5	0,2	7,0	0,8	0,6	Sp.	0,0	
	0,06	0,0005	0,35	0,07	0,03		-	
4S A <sub>p1</sub>	1,3	2,5	6,3	1,0	0,5	Sp.	0,3	
	0,05	0,06	0,31	0,08	0,03		0,015	
	A <sub>p2</sub>	1,4	1,4	6,0	0,6	0,6	0,05	0,2
		0,06	0,04	0,3	0,05	0,03	-	0,008
Bc	1,8	0,31	5,0	0,7	0,5	Sp.	0,02	
	0,07	0,01	0,25	0,06	0,03		-	
C <sub>ca</sub>	1,3	0,2	6,9	0,9	0,5	Sp.	0,0	
	0,06	0,005	0,35	0,07	0,03		-	

x) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in mg%, PO<sub>4</sub> in mval%

Tabelle 13 : Kationen und Nährstoffe im Ammonazetat-  
auszug (Profile im Raum Schwadorf)  
Obere Reihe in mg%, untere Reihe in mval%

Profil und Horizonte		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	$\frac{P_2O_5 \text{ x})}{PO_4}$
1S	A <sub>p1</sub>	1,8	17,0	310,5	18,5	23,0	1,5	1,0
		0,06	0,44	15,5	1,53	1,45	0,08	0,04
	A <sub>p2</sub>	2,0	15,0	305,0	20,0	24,8	1,3	0,5
		0,08	0,38	15,3	1,65	1,37	0,06	0,02
	AC	1,8	5,0	280,0	14,0	20,5	1,0	0,1
		0,06	0,13	14,0	1,16	1,21	0,05	0,004
C <sub>ca</sub>	2,3	3,8	260,0	20,0	19,5	1,0	0,08	
	0,09	0,10	13,0	1,65	1,05	0,05	0,003	
3S	A <sub>p1</sub>	2,0	25,8	295,0	16,0	24,0	1,8	1,3
		0,08	0,66	14,75	1,32	1,29	0,10	0,05
	A <sub>p2</sub>	2,0	15,8	304,0	20,0	25,0	1,4	0,5
		0,08	0,39	15,2	1,35	0,08	0,02	
	B	4,0	9,5	290,0	21,6	26,0	1,2	0,2
		0,17	0,24	14,5	1,79	1,40	0,07	0,008
BC	3,0	5,0	250,0	14,0	20,5	1,0	0,2	
	0,13	0,13	12,5	1,16	1,10	0,06	0,008	
C <sub>ca</sub>	2,5	3,8	260,0	13,3	19,5	1,0	0,2	
	0,1	0,1	13,0	1,1	1,05	0,06	0,008	
4S	A <sub>p1</sub>	2,0	28,0	315,0	17,5	25,0	1,8	1,2
		0,08	0,72	15,75	1,45	1,35	0,10	0,05
	A <sub>p2</sub>	2,0	22,5	320,0	20,0	25,5	1,7	1,2
		0,08	0,58	16,0	1,65	1,37	0,07	0,05
	BC	3,2	7,0	300,0	18,5	22,5	1,0	0,2
		0,13	0,18	15,0	1,53	1,21	0,06	0,008
C <sub>ca</sub>	2,4	3,8	270,0	17,5	19,5	1,0	0,1	
	0,1	0,10	13,35	1,45	1,05	0,06	0,004	

x)  $P_2O_5$  in mg%,  $PO_4$  in mval%

Tabelle 14/1 : Sorbierte Kationen, Summe der sorbierten Alkali- und Erdalkalitionen (SA), Summe der sorbierten Kationen (SK), UK und S-Wert nach Mehlich, ausgetauschte Alkali- und Erdalkalitionen in der Mehlich-Austauschgleichgewichtslösung; in mval/100 g Boden. Profile im Raum Laxenburg. (Sorbierte Kationen, SA, SK als Differenz zwischen wasser- und ammonazetatlöslichen Anteilen gerechnet)

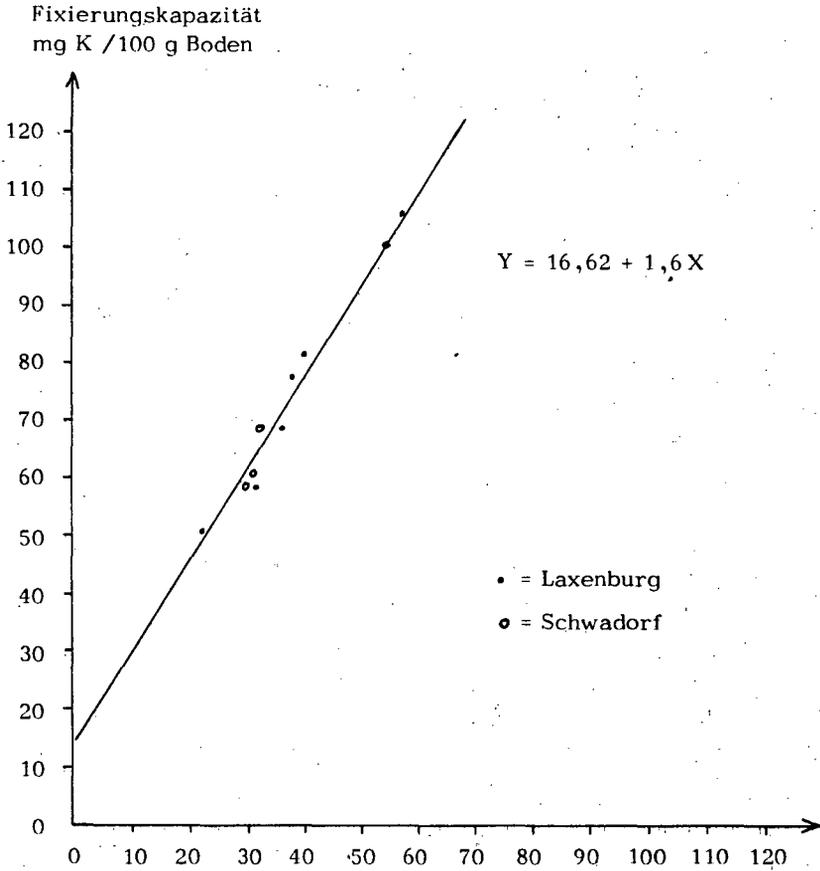
Profil und Horizont	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	SA	SK	UK	S	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	T-S	V%
1L A <sub>p1</sub>	0,12	0,60	15,23	4,62	2,57	0,08	20,6	23,2	30,0	30,0	0,05	0,59	25,0	4,67	-	100
A <sub>p2</sub>	0,12	0,90	16,3	4,06	2,44	0,06	20,6	23,2	31,0	31,0	0,05	0,70	26,0	4,25	-	100
AC <sub>g</sub>	0,07	0,14	13,24	3,06	2,06	0,06	16,5	18,6	24,2	23,8	0,04	0,25	19,71	3,80	0,4	98,4
A <sub>fos</sub>	0,11	0,31	12,95	9,96	7,24	0,11	23,3	30,7	39,2	34,8	0,35	0,30	21,85	12,3	4,4	88,7
2L A <sub>p1+2</sub>	0,07	0,578	13,19	2,90	2,24	0,08	16,8	19,1	29,5	29,5	0,25	0,60	24,03	4,62	-	100
A <sub>3</sub>	0,07	0,61	11,99	2,40	2,08	0,07	15,1	17,2	28,9	28,5	0,30	0,61	23,90	3,74	0,4	98,8
AC <sub>g</sub>	0,06	0,12	12,15	1,80	1,82	0,05	14,2	16,0	20,6	19,98	0,08	0,20	17,10	2,60	0,62	97,9
A <sub>fos</sub>	0,09	0,19	9,98	13,63	8,11	0,15	23,9	32,1	41,0	36,0	0,45	0,35	20,0	15,20	5,0	88,8
3L A <sub>p</sub>	0,12	0,40	13,90	4,18	1,60	0,07	18,6	20,3	30,0	30,0	0,10	0,70	24,7	4,50	-	100
A <sub>3</sub>	0,10	0,13	13,39	2,88	1,87	0,05	16,6	18,4	28,4	27,9	0,20	0,20	20,0	3,50	0,5	98,3
AC	0,039	0,113	12,15	1,79	1,82	0,05	14,1	15,8	18,9	18,8	0,10	0,20	15,9	2,60	-	100
C <sub>rel</sub>	0,08	0,17	13,01	4,44	2,64	0,06	17,7	20,4	22,3	21,2	0,05	0,10	15,95	5,10	1,1	95,1
4L A <sub>p</sub>	0,05	0,58	10,95	2,99	1,72	0,07	14,6	16,4	23,9	28,9	0,05	0,65	19,30	3,80	-	100
AC	0,06	0,09	9,95	1,25	1,34	0,04	11,40	12,8	15,3	15,3	0,05	0,04	13,71	1,50	-	100
C	0,03	0,05	8,18	0,73	1,02	0,03	9,0	10,1	8,4	8,4	-	0,03	7,07	1,20	-	100

Tabelle 11/2 : Sorbierte Kationen, Summe der sorbierten Alkali- und Erdalkalitionen (SA), Summe der sorbierten Kationen (SK), UK und S-Wert nach Mehlich, ausgetauschte Alkali- und Erdalkalitionen in der Mehlich-Austauschgleichgewichtslösung; in mlval/100 g Boden. Profile im Raum Schwadorf. (Sorbierte Kationen, SA und SK als Differenz zwischen wasser- und ammonzetatlöslichen Anteilen gerechnet)

Profil und Horizont	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>+++</sup>	Mn <sup>+++</sup>	SA	SK	UK	S	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	T-S	V%
IS																
A <sub>p1</sub>	0,016	0,37	15,20	1,46	1,21	0,07	17,04	18,32	26,8	26,8	0,12	0,64	25,3	0,74	-	100
A <sub>p2</sub>	0,015	0,36	15,02	1,58	1,31	0,06	16,98	18,35	27,9	27,4	0,08	0,39	26,0	0,98	0,5	98,2
AC	0,004	0,13	13,68	1,11	1,07	0,06	15,40	16,52	19,8	19,0	0,05	0,15	18,15	0,65	0,8	96,0
C <sub>ca</sub>	0,038	0,10	12,70	1,58	1,02	0,06	14,42	15,50	14,1	14,03	0,05	0,08	13,0	0,40	-	100
3S																
A <sub>p1</sub>	0,022	0,61	14,45	1,25	1,26	0,09	16,33	17,60	25,5	25,5	0,19	0,69	23,28	1,30	-	100
A <sub>p2</sub>	0,022	0,37	14,91	1,60	1,32	0,07	16,90	18,29	24,8	24,5	0,18	0,46	22,0	1,89	0,3	98,7
B	0,087	0,23	11,22	1,74	1,37	0,07	16,27	17,70	21,6	20,3	0,18	0,30	18,82	1,0	1,3	94,0
BC	0,055	0,13	12,15	1,08	1,07	0,06	13,41	14,54	14,8	14,8	0,09	0,18	13,56	0,98	-	100
C <sub>ca</sub>	0,035	0,09	12,65	1,03	1,02	0,06	13,80	14,88	15,0	15,0	0,08	0,15	14,45	0,32	-	100
4S																
A <sub>p1</sub>	0,021	0,65	15,44	1,37	1,32	0,08	17,48	18,88	26,0	26,0	0,28	0,78	23,70	1,25	-	100
A <sub>p2</sub>	0,026	0,54	15,70	1,60	1,34	0,06	17,87	19,27	27,8	27,1	0,09	0,62	25,19	1,20	0,7	96,4
BC	0,052	0,17	14,75	1,47	1,18	0,06	16,44	17,68	19,2	18,5	0,09	0,16	17,30	0,95	0,7	96,2
C <sub>ca</sub>	0,044	0,09	13,0	1,37	1,02	0,06	14,5	15,58	14,5	14,3	0,13	0,14	13,69	0,34	0,2	98,5

Tabelle 15 : Nasse und trockene Fixierung von Kali in Abhängigkeit von der zugeführten Kalimenge

Profil und Horizont	Nasse Fixierung: bei Zugabe von ... mg% K					Trockene Fixierung: bei Zugabe von ... mg% K						
	16,8	25	50	132,7	250	350	16,8	25	50	132,7	250	350
	werden ... mg% K fixiert:					werden ... mg% K fixiert:						
1L A <sub>p1</sub>	7,15	8,3	12,3	46,05	60,1	-	12,7	18,3	30,1	76,3	98,0	-
A <sub>p2</sub>	8,75	13,5	19,8	49,1	68,0	-	11,6	18,1	31,0	81,5	100,5	-
A <sub>fos</sub>	11,8	17,3	32,1	98,95	-	132,4	13,1	21,4	40,3	106,1	-	153,1
2L A <sub>p</sub>	4,0	4,3	6,8	37,7	49,2	-	8,8	9,0	17,5	66,7	81,2	-
A <sub>fos</sub>	9,8	15,5	31,0	91,0	-	130,0	12,0	18,9	38,0	99,6	-	149,0
3L A <sub>p</sub>	5,8	7,1	11,8	41,0	-	-	9,4	14,2	25,0	57,5	-	-
4L A <sub>p</sub>	3,2	4,0	6,2	29,8	46,2	-	8,0	12,5	20,0	50,7	73,5	80,5
1S A <sub>p1</sub>	3,5	7,9	12,8	42,5	59,0	-	5,8	12,5	24,5	67,5	83,0	-
3S A <sub>p1</sub>	2,3	5,55	10,1	34,7	47,5	-	4,55	7,75	17,8	58,5	69,9	-
4S A <sub>p1</sub>	3,5	5,3	8,4	35,2	53,9	-	6,8	9,4	20,5	60,0	73,5	-



Varianztabelle zur Prüfung der Linearität

	FG	SQ	MQ	F	P
Regressionsgrade	1	2943,05	2943,05	195,55	P 0,001
Rest	8	126,85	15,85		
Gesamt	9	3069,90			

Abb. 4 : Beziehung zwischen dem Rohtongehalt (R%) als unabhängige Variable X und der K-Fixierung als unabhängige Variable Y. Die K-Fixierung wurde für die K-Vorlage von 132,7 mg% K, und zwar als trockene Fixierung, berechnet.