

**Z81/13**

Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 13 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Kommissionen V und VI der  
Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Stuttgart-  
Hohenheim

**Landschaften und Böden in der Bundesrepublik  
Deutschland**

**EXKURSION C**

Bd 13

1971

M I T T E I L U N G E N

der

DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN  
GESELLSCHAFT

Gemeinsame Tagung von Kommission V und VI der  
INTERNATIONALEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT

in  
Stuttgart-Hohenheim

EXKURSION C

Redaktion: P.HUGENROTH

Bd. 13

1971

**Herausgeber: DEUTSCHE BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT**

**Geschäftsstelle und Bestelladresse:**

**Institut für Bodenkunde**

**34 GÖTTINGEN**

**von-Siebold-Str.4**

EXKURSIONSTAG: C 1 : 27.8.1971  
und  
C 2 : 23.9.1971

BÖDEN DER MARSCH-LANDSCHAFT  
(Genese, Eigenschaften und Melioration)

DIE MARSCHEN-REGION



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 7 - 57 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

BRÜMMER, G., u. SCHROEDER, D.:

unter Mitarbeit von DÜMLER, H., KRETSCHMAR, R., u. MANN, G.

**Landschaften und Böden Schleswig-Holsteins**  
**- insbesondere:**  
**Böden der Marsch-Landschaft**

Dr. Gerhard Brümmer, Prof. Dr. Diedrich Schroeder,  
Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Neue Universität,  
23 KIEL, Olshausenstraße 40-60

Dr. Harald Dümler, Geologisches Landesamt, 23 KIEL-WIK,  
Mecklenburger Straße 22/24

Dr. Raymund Kretschmar, Dr. Georg Mann, Institut für Wasser-  
wirtschaft und Meliorationswesen, Neue Universität,  
23 KIEL, Olshausenstraße 40-60



ÜBERBLICK über die LANDSCHAFTEN



### 1. Allgemeines über Schleswig-Holstein

Bevölkerung: In Schleswig-Holstein leben 2,4 Millionen Menschen bei einer Bevölkerungsdichte von 156 Einwohner je km<sup>2</sup>.

Fläche: Die Gesamtfläche beträgt 15 658 km<sup>2</sup>; davon entfallen 6 107 km<sup>2</sup> (39 %) auf das Ostliche Hügelland, 7 046 km<sup>2</sup> (45 %) auf die Geest und 2 505 km<sup>2</sup> (16 %) auf die Marsch. Die landwirtschaftliche Nutzfläche umfaßt mit 11 700 km<sup>2</sup> ca. 75 % der Gesamtfläche (42 % Ackerland, 20 % Weiden, 10 % Wiesen, 3 % Garten und Obstland). Wälder und Forsten bedecken ca. 9 % der Gesamtfläche. Damit ist Schleswig-Holstein eines der waldärmsten Gebiete Deutschlands. Die höchste Erhebung liegt im Ostlichen Hügelland mit 168 m über NN, während in der Marsch Flächen unter NN auftreten.

Klima: Die Jahresdurchschnitts t e m p e r a t u r beträgt 7,9° C (7,7° in Schleswig bis 8,1° in Lübeck). Die durchschnittliche Lufttemperatur liegt im kältesten Monat (Januar) bei + 0,4° C (- 0,3° Neustadt bis + 0,6° Kappeln) und im wärmsten Monat (Juli) bei + 16,4° C (+ 15,9° Kappeln bis + 16,8° Lübeck). Schleswig-Holstein besitzt im Mittel 76 Frosttage pro Jahr. Die Tageslänge während der Vegetationsperiode umfaßt etwa 13 Stunden. Die durchschnittlichen Jahres n i e d e r s c n i l ä g e betragen 720 mm (525 mm auf Fehmarn bis 838 mm in neide). Die mittlere jährliche

Durchfeuchtung zeigt entsprechende regionale Unterschiede (150 - 350 mm). Das Regenmaximum liegt im August mit - je nach Gegend - durchschnittlich 64 bis 97 mm, das Regenminimum im März mit 32 bis 53 mm. Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt im Jahresdurchschnitt 84 % (76 % im Mai und Juni, 91 % im Dezember).

Vegetation: Schleswig-Holstein gehört zum Bereich der atlantisch gestimmten Laubwälder des mitteleuropäischen Florengebietes. Typische Arten, die den Charakter der Flora kennzeichnen, sind z.B. *Fagus silvatica*, *Tilia cordata*, *Carpinus betula*, *Ilex europaea*, *Erica tetralix* und *Empetrum nigrum*. Als Landbrücke zwischen Mittel- und Nordeuropa sowie Ost- und Westeuropa sind in Schleswig-Holstein neben 938 urwüchsigen Arten 1087 nachweislich eingeschleppte und eingebürgerte Arten vorhanden. In Abhängigkeit von den sich von der Jungmoränenlandschaft über die Altmoränen- und Sandergebiete bis zur Marsch ändernden edaphischen Bedingungen verläuft in Ost-West-Richtung ein sehr deutliches Florengefälle. Auf den lehmigen, in geringer Tiefe kalkhaltigen Böden des Östlichen Hügellandes stockt bester Buchenwald, während auf der Geest neben Heideflächen Eichen-Birkenwald bis Eichenmischwald steht. In der Marsch fehlt der Wald fast gänzlich. Im Einflußbereich des Meeres ist eine Halophytenvegetation verbreitet (s.S. 23).

## 2. Oberflächengestaltung und Landschaftsgeschichte

### Schleswig-Holsteins

Schleswig-Holstein wird durch drei charakteristische Landschaftszonen gekennzeichnet - das Ostliche Hügelland, die Geest und die Marsch -, deren Ausgangssedimente unter dem Einfluß von Eis, Wasser und Wind als Moränen, Sander, Schlick, Flugsand und Dünen im Quartär abgelagert worden sind. Diese Sedimente liegen in Schichten bis zu 400 m Mächtigkeit über tertiären Sanden und Tonen des Untergrundes. Ältere Gesteine treten nur lokal an der Oberfläche zutage, wie z.B. Rotliegend-Ton bei Lieth, Zechstein-Gips bei Segeberg, Kreide-Kalk bei Lägerdorf und an verschiedenen Stellen tertiäre Tone und Sande. Kalke, Tone und Sande werden zur Zement- und Mörtelherstellung industriell abgebaut. Der tiefere Untergrund enthält Salzlager, Erdöl und Erdgas.

Die ältesten, in Schleswig-Holstein an der Oberfläche verbreiteten Sedimente wurden während der Saale-Warthe-(Riß)Vereisung (bis ca. 120 000 vor heute) durch Gletscher von Skandinavien südwärts

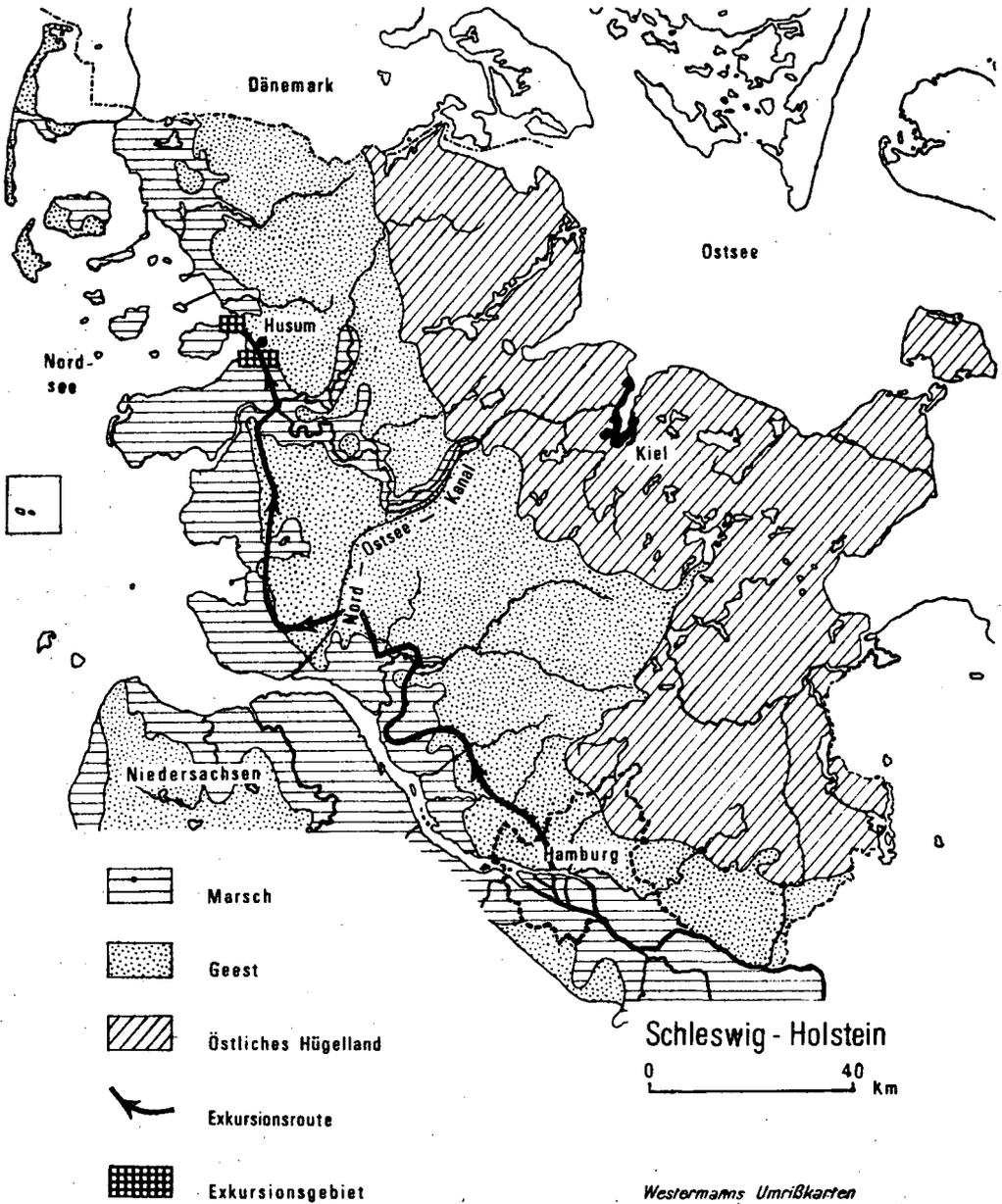


Abb. 1 : Landschaften, Exkursions-Route und Exkursions-Gebiete in Schleswig-Holstein

nach Norddeutschland verfrachtet und als Geschiebemergel oder Geschiebesand in Grund-, Stauch- und Endmoränen abgelagert sowie durch Schmelzwasser als Schmelzwassersande unterschiedlicher Korngröße aufgespült. In der anschließenden Eemwarmzeit (von ca. 120 000 - 75 000 vor heute) setzte ein Rückzug des Eises ein. Mit dem Abschmelzen der Eismassen stieg der Meeresspiegel an. Das Eemmeer überflutete das Nordseebecken und füllte auch das Ostseebecken mit Salzwasser. Unter dem Einfluß eines warmen, ozeanischen Klimas entstanden auf den Saale-Warthe-Sedimenten tiefgründig verwitterte Böden. Der Geschiebemergel wurde bis in größere Tiefen entkalkt und in carbonatfreien Geschiebelehm umgewandelt. Mit dem Beginn der anschließenden Weichsel- (Würm-) Vereisung (ca. 75 000 - 15 000 vor heute) wurde erneut Geschiebemergel von den vorstoßenden Gletschern, die gegenüber dem Saale-Warthe-Eis mehr aus östlicher Richtung vorrückten, zusammen mit aufgearbeitetem Material des vorhergehenden Glazials in Schleswig-Holstein abgelagert.

Östliches Hügelland: Das Weichsel-Eis bedeckte nur den Ostteil Schleswig-Holsteins - das Östliche Hügelland (Abb. 2). Diese Jungmoränenlandschaft wird heute durch stark wechselnde Oberflächenformen charakterisiert, wie auffallende Stauch- und Endmoränen (Hüttener Berge, Duvenstedter Berge u.a.) und zahlreiche Seen (z.B. im ostholsteinischen Seengebiet), die durch Gletscherzungen, Schmelzwasserrinnen und auftauendes Toteis gebildet wurden. Die tief in das Land reichenden Förden gliedern das Östliche Hügelland in verschiedene Landschaftsteile. Ihre Entstehung ist auf Gletscherzungen zurückzuführen, die die Ausbildung subglazialer Tunneltäler bedingten. In diese Hohlformen konnte dann nach dem Abtauen des Eises während der Litorina-Transgression das Meer eindringen. Die Förden stellen heute hervorragende Naturhäfen dar (Wassertiefe meistens > 10 m), an deren Ende alte Siedlungen und Hafenplätze wie Flensburg, Schleswig (Haithabu), Eckernförde und Kiel liegen.

Geest: Während der Weichsel-Vereisung lagen die Saale-Warthe-Ablagerungen im Periglazial-Gebiet vor dem Eisrand. Mächtige Schmelzwasserströme erodierten z.T. die Altmoränenlandschaft und lagerten ausgedehnte Sander in diesem Gebiet ab. Außerdem wurden

die Saale-Warthe-Moränen unter subarktischem Klima durch periglaziale Vorgänge (Solifluktion, Kryoturbation, Winderosion) so stark verändert, daß das ehemals bewegte Relief eingeebnet wurde und die Oberfläche ausgeglichene Formen annahm. Altmoränen, ausgedehnte Sanderflächen und spät- oder postglaziale Flugsandablagerungen bilden heute den Mittelrücken Schleswig-Holsteins - die Geest (siehe Geol. Karte).

**Marsch:** Nach Westen schließen die holozänen Meeresablagerungen der Marsch als mehr oder weniger breiter Küstensaum an das Altmoränengebiet an. Während der Weichsel-Vereisung, als große Wassermassen in Gletschern gebunden waren, lag der Meeresspiegel etwa 60 m tiefer als heute. Jütland- und Doggerbank gehörten zu der Zeit noch zum Festland. In diesen Gebieten, die heute im Bereich des Wattenmeeres und der Nordsee liegen, entstand zunächst eine Tundrelandschaft, in der sich mit eintretender Klimaerwärmung im Boreallichter Birken-Kiefernwald und in Niederungen weitflächig Moore mit Schilf- und Bruchwaldvegetation ausbildeten. Der Mensch lebte in diesen Gebieten als Jäger und Sammler. Die Vermoorung wurde durch den mit dem Abschmelzen des Inlandeises eingetretenen Anstieg des Grund- und Meerwasserspiegels in Verbindung mit einer absoluten Landsenkung ausgelöst. Beides hatte zur Folge, daß das Meer mit dem Beginn des Atlantikums (5 500 v.Chr.) weite Gebiete des Festlandes eroberte (Flandrische Transgression) und Moore, die heute den sogenannten Basistorf (Lower Peat) bilden sowie Sander und Moränen mit marinen Sedimenten überdeckte.

Regionale Unterschiede ergaben sich dadurch, daß die pleistozäne Landoberfläche im Dithmarscher und Eiderstedter Raum vom heutigen Geestrand aus gesehen verhältnismäßig stark bis auf mehr als 20 m unter NN abfällt, während sie in Nordfriesland ein sehr viel geringeres Gefälle aufweist und in der Regel nur 1 - 10 m unter NN liegt. Damit konnte das Meer im Verlauf der Flandrischen Transgression über Dithmarschen und Eiderstedt z.T. bis an den Geestrand vordringen und dort mächtige, überwiegend feinsandige Sedimente ablagern. Infolge der in Nordfriesland höher liegenden Landoberfläche, die außerdem durch vorgelagerte pleistozäne Erhebungen (um Sylt und Amrum) vor einem starken Meeresangriff geschützt wurde, stieß das Meer dort weniger weit vor, so daß nur

im westlichen Teil Nordfrieslands marine Sedimente geringer Mächtigkeit abgelagert wurden, an die ein breites Randmoor bis zur Geest anschloß.

Im Verlauf des Subboreals (2 400 - 600 v.Chr.) ließ der Meeresspiegelanstieg stark nach (Ausklang der Flandrischen Transgression); in weiten Gebieten der Nordseeküste fand eine großflächige Vermoorung statt, die zur Bildung eines weiteren Torfhorizontes (Upper Peat) in den holozänen Ablagerungen führte (Abb. 3).

Eine mit dem Beginn des Subatlantikums (ab 600 v.Chr.) neu einsetzende, in verschiedenen Phasen ablaufende Transgression (Dünkirchener Transgression) hat in Abhängigkeit von unterschiedlichen morphologischen und hydrographischen Bedingungen sowie stark voneinander abweichenden Sackungs- und Setzungsvorgängen der holozänen Schichten (Torf, Ton, Sand) die verschiedenen Gebiete der Nordseeküste in sehr unterschiedlicher Weise gestaltet. In Dithmarschen und Eiderstedt waren bis zur Zeitwende sehr stabile Marschgebiete mit hochliegenden Oberflächen und erheblicher Ausdehnung entstanden, die bereits vor Chr.Geb. von Bauern besiedelt waren. In der Zeit n.Chr. haben sich dort weitere Marschflächen vor den älteren Gebieten gebildet. In Nordfriesland fand dagegen zunächst nur in den meernahen westlichen Randgebieten eine Ablagerung von marinen Sedimenten statt, die die hochgelegene alte Marsch bildeten. Zwischen dieser und dem Geestrand lagen weite Niederungsgebiete (Sietland), in denen großflächig Moore weiter wuchsen. Noch im 1. Jahrtausend n. Chr. verlief der Küstensaum in Nordfriesland sehr viel weiter seewärts als heute. Auf den alten Marschflächen lebten um 1 000 n.Chr. Menschen, die sich durch den Bau von Warften (Wurten) und flachen Deichen gegen stärkere Meeresüberflutungen zu schützen suchten. Zur Gewinnung von Salz- und Brenntorf bauten sie in Nordfriesland weitflächig die obersten Torfschichten ab. Torfabbau und -sackung führten zu einer Erniedrigung der damaligen Landoberfläche, so daß im 12., 13. und 14. Jahrhundert große Sturmfluten nach der Zerstörung der hochgelegenen alten Marsch im Westen in die bis zum Geestrand anschließenden Niederungen eindringen konnten. Besonders katastrophale Folgen brachte die große Sturmflut des Jahres 1362 mit sich, die als Marcellusflut oder "grote Mandränke" in die Geschichte einging. Diese Sturmflut zerstörte zahlreiche Siedlungen und Dörfer.

Allein 34 Kirchen und Kapellen sollen untergegangen sein; u.a. wurde auch Rungholt, ein damals bedeutender Handelsplatz der Westküste (Vorgänger von Husum), zerstört. Der nordfriesische Marschenraum wurde bis an die Geest in Wattenmeer umgewandelt. Sand und Schlick deckten das mittelalterliche Kulturland zu. Neues Vorland und neue Marschflächen wurden am Geestrand gebildet. Seit dem Ende des 14. Jahrhunderts sind bis heute beträchtliche Marschflächen neu entstanden und eingedeicht. Doch auch in diesem Zeitraum wurde die Landschaftsgeschichte des nordfriesischen Küstenraumes immer wieder durch Sturmfluten geprägt. Vor allem die große Sturmflut aus dem Jahre 1634 hatte eine ähnlich einschneidende Bedeutung wie die Marcellusflut von 1362, wie sich anhand einer Karte des Husumer Mathematikus Johann Mejer mit Angaben über den Zustand vor und nach 1634 feststellen läßt. Diese Sturmflut vernichtete große Teile der Insel "Alt Nordstrand", von der nur die Kerne der heutigen Inseln Pellworm und Nordstrand sowie der Hallig Nordstrandischmoor übrigblieben. Über 9 000 Menschen kamen bei dieser Flut in Nordfriesland ums Leben; 19 Kirchen wurden zerstört. Trotz dieser Naturkatastrophen hat sich der Mensch nicht davon abhalten lassen, die Marsch zu besiedeln und dem Meer durch Deichbau und Landgewinnungsmaßnahmen ständig neues Land abzurufen.

### 3. Klima-, Vegetations- und Kulturgeschichte

Nach dem Rückzug des Weichsel-Eises vor etwa 20 000 Jahren entwickelte sich im S p ä t g l a z i a l unter dem Einfluß eines arktischen bis subarktischen Klimas in dem vom Eis freigegebenen Gebiet zunächst eine waldlose Tundra, in die später die ersten Baumarten (Birken, Kiefern) einwanderten. In diesen Gebieten jagte der Mensch zunächst vor allem das Rentier, später auch andere Tierarten, die ihm Nahrung und Rohstoffe für Kleidung, Zelte, Werkzeuge und Waffen lieferten. Nach den Fundplätzen in der Nähe von Hamburg werden die Rentierjägerfunde aus dieser Zeit als Hamburger Kultur I (Meiendorf) und II (Poggenwisch; beide aus dem Jungpaläolithikum) sowie als Ahrensburger Kultur (beginnendes Mesolithikum) bezeichnet.

Im Postglazial vor etwa 10 000 Jahren setzte eine zunehmende Erwärmung ein, die zur Ausbildung geschlossener Birken-Kiefernwälder führte. Bei weiterem Ansteigen der Temperaturen, im Boreäl (warm, trocken), breiteten sich auch wärmeliebende Baumarten wie der Haselstrauch aus, dem Eiche, Ulme und Linde sowie an feuchteren Standorten die Erle folgten.

Die mit dem Auftauen der Gletscher im Postglazial freigesetzten Wassermassen führten im Atlantikum (5 500 - 2 400 v.Chr.) zu einer starken Transgression von Nord- und Ostsee. Die Ostsee erreichte etwa 2 500 v.Chr. bereits ihre heutige Ausdehnung. Das Klima Nordwestdeutschlands (feucht, milde) wurde ganz durch die Nähe der beiden Meere bestimmt. Die durchschnittliche Jahrestemperatur lag wahrscheinlich 3 - 4° C höher als heute. Die Wälder bestanden aus Eichenmischwald. Auf den sandigeren Böden der Geest begann sich erstmalig die Heide auszubreiten, begünstigt durch Rodungstätigkeit der Steinzeitmenschen. In den Niederungen bildeten sich Erlen-Bruchwälder, aus denen nach dem Absterben Bruchwaldtorfe entstanden. Wie Fundstellen aus dem Ostseeküstenbereich zeigen (Kieler Förde, Ellerbeker Kultur), wird die kulturelle Entwicklung des Menschen im späten Mesolithikum durch die Erfindung feuerfester Tongefäße und geschliffener Steinbeile gekennzeichnet. Während des Neolithikums beginnt der Mensch sesshaft zu werden, betreibt neben der Jagd bereits Ackerbau (Anbau von Weizen, Gerste und Hirse), hält und züchtet die ersten Haustiere (Hund, Rind, Schaf und Schwein).

Im anschließenden Subboreäl (2 400 - 600 v.Chr.) trat auf den carbonatreichen Böden der Jungmoränen im Ostlichen Hügelland neben der Eiche auch die Buche deutlich in Erscheinung. In den Niederungen entstand der ältere Hochmoortorf (Schwarztorf). Die kulturgeschichtliche Entwicklung des Menschen wird durch die zunehmende Verwendung von Bronze zur Herstellung von Geräten und Waffen gekennzeichnet (Bronzezeit). Im Ackerbau wurde erstmals der hölzerne Hakenpflug eingesetzt. Als neue Getreideart kam Hafer neben den bereits bekannten Arten zum Anbau.

Mit dem Beginn des Subatlantikums (ab 600 v.Chr.) setzte eine allmähliche Klimaverschlechterung ein, die zu unseren heutigen kühl-humiden Verhältnissen führte. In der Jungmoränenlandschaft des Ostlichen Hügellandes entstanden Buchenwälder, während auf der Geest Eichenwälder und Heideflächen verbreitet waren.

In der Entwicklung der Hochmoore bildete sich der jüngere Hochmoortorf (Weißtorf). Auch die Menschen des nordwestdeutschen Raumes hatten inzwischen die Verhüttung von Raseneisenerzen erlernt und konnten Eisengeräte herstellen (Eisenzeit). Der Sohlenpflug mit eiserner Pflugschar entstand. Dieser ermöglichte auch die ackerbauliche Nutzung der schwereren Böden im Östlichen Hügelland. Im Schiffbau wurden seetüchtige Schiffe mit vernieteten Flanken konstruiert. (Nydamboot). Ackerbau und Handel weiteten sich aus. Als weitere Getreideart wurde Roggen angebaut, der infolge seiner Winterfestigkeit bald eine weite Verbreitung fand.

Seit dem M i t t e l a l t e r wurde die Naturlandschaft durch den Menschen immer mehr in eine Kulturlandschaft umgewandelt. U.a. durch starke Rodungstätigkeit begünstigt setzte auf den sandigen Böden der Geest eine weitflächige Verbreitung der Heide ein, die vor 150 Jahren fast die Hälfte der Fläche in diesen Gebieten bedeckte. Die Wälder wurden durch Anbau schnellwüchsiger Nadelhölzer (Fichte, Kiefer) anstelle der standortgemäßen Laubhölzer verändert. In Moor- gebieten fand mit dem Abbau von Streu- und Brenntorf und dem Anlegen von Grünland ebenfalls eine Umwandlung von Natur- in Kulturflächen statt. Ende des 18. Jahrhunderts wurden zur Fluraufteilung die Knicks - mit Gebüsch und Bäumen bestandene Erdwälle - angelegt, die einen ausgezeichneten Schutz vor Verwehungen bieten. Sie stellen ein charakteristisches Merkmal der schleswig-holsteinischen Landschaften dar. Infolge einer heute unter ökonomischen Aspekten erforderlichen Umstrukturierung der landwirtschaftlich genutzten Fläche wird in verschiedenen Gebieten Schleswig-Holsteins eine Natur- Restitution eingeleitet und der Aufbau von Rekreationszentren geplant.

### Die Böden des Östlichen Hügellandes und der Geest

In Abhängigkeit von dem verschiedenartigen Verlauf der Erdgeschichte im Östlichen Hügelland und der Geest weisen die Böden dieser Landschaften entsprechende Unterschiede auf. Aus dem carbonatreichen Geschiebemergel des Ö s t l i c h e n H ü g e l l a n d e s haben sich vorwiegend Lessivés gebildet, die sehr oft Braunerde- oder Pseudogley-Merkmale aufweisen. Auf sandigerem Ausgangsmaterial (Geschiebesand) sind meistens Braunerden vorherrschend, die z.T. Merkmale einer beginnenden Podsolierung aufweisen. In Senken und Niederungen treten Gleye, Anmoorgleye und Niedermoore auf. Die Böden des Östlichen Hügellandes bilden - als Bodengesellschaft

zusammengefaßt - das **L e s s i v e** - Gebiet.

Die Böden der **G e e s t** bestehen im östlichen Teil (Niedere Geest), dessen große Sanderebenen aus carbonatarmen, weichselzeitlichen Schmelzwassersanden gebildet wurden, vorwiegend aus Podsolen, die in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials und vom Relief Übergänge zu Braunerden, Parabraunerden und Pseudogleyen sowie Gleyen und Anmoorgleyen aufweisen. Im westlichen Teil der Geest (Hohe Geest), in dem der Geschiebelehm der Saale-Warthe-Moränen das Ausgangsmaterial für die Böden bildete; treten Pseudogleye und Parabraunerden mit deutlichen Podsolierungsmerkmalen auf. Diese mehr oder weniger stark podsolierten Böden sind in Senken- und Niederungen mit Gleyen, Anmoorgleyen, Niedermooeren und Hochmooren vergesellschaftet. Die Böden der Geest werden bodengeographisch als **P o d s o l** - Gebiet zusammengefaßt.

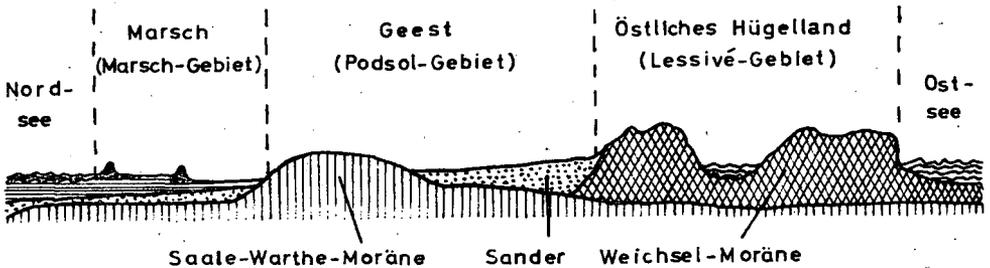


Abb.2 : Schematischer Querschnitt durch Schleswig-Holstein

Die MARSCH-LANDSCHAFT und ihre BÖDEN

Herkunft, Ablagerung und Zusammensetzung der Sedimente: Von den in den Armel-Kanal und die Nordsee entwässernden Flüssen Seine, Somme, Rhein, Ems, Weser und Elbe werden riesige Mengen an Schwebstoffen aus ihren Einzugsgebieten ins Meer transportiert und gemeinsam mit aufgearbeitetem Material vom Meeresboden und aus dem Wattenmeer im Nordseeküstenbereich abgelagert. In Abhängigkeit vom Ort ihrer Sedimentation werden marine, direkt an der Küste abgelagerte Schlicke von brackigen und fluvialen, in den äußeren und inneren Ästuaren von Flüssen sedimentierten Schlickten unterschieden.

Die Entwicklung der Marschen beginnt mit der Entstehung des Watts, wobei im Wechselspiel von Ebbe und Flut sehr unterschiedlich zusammengesetzte Sedimente im Küstenvorland abgelagert werden. Das Körnungsspektrum reicht vom nahezu tonfreien Feinsand bis zum feinsandfreien, schluffigen Ton. Mineralische Partikel  $> 200 \mu$  fehlen fast völlig. Im niedrig gelegenen küstenfernen Watt werden bei hoher Fließgeschwindigkeit des Wassers vorwiegend sandige Sedimente abgelagert, während auf küstennahen, höherliegenden Flächen, die nur noch von den letzten Ausläufern der Flutwelle erreicht werden, bei geringer Wasserbewegung tonige Sedimente zum Absatz gelangen. Wenn das Vorland nach und nach bis zur Höhe des mittleren Tidehochwassers (MThw) aufgewachsen ist, wird es nur noch von Sturmfluten überspült, die - bei hoher Fließgeschwindigkeit - wieder sandiges Material auf den tonigen Schichten ablagern. Der Profilaufbau der Marschen wird damit in charakteristischer Weise durch sedimentär bedingte Inhomogenität - Feinsandablagerungen im Wechsel mit schluffigen bis tonigen Schichten - und entsprechend der geologischen Entwicklung der Marschlandschaft (siehe S. 15-17.) durch das Auftreten von Torfschichten und fossilen Bodenoberflächen gekennzeichnet.

Mit zunehmenden Gehalten der Sedimente an der Fraktion  $< 20 \mu$  steigen die Gehalte an organischer Substanz,  $\text{CaCO}_3$  und der meisten Elemente (N, P, S, K, Mg, Fe, Mn) an. Der Gehalt an organischer Substanz beträgt in Abhängigkeit vom Gehalt an Ton und Schluff in marinen Schlickten 0,5 -  $> 10\%$ . Die Carbonatgehalte zeigen regional große Unterschiede. Von der belgischen und südniederländischen Nordseeküste bis zu den dänischen Watten nimmt der Carbonatgehalt von 20 - 35 % auf 5 - 8 % ab. Der Dolomitgehalt beträgt 0,5 - 2,5 %. In Abhängigkeit von den hohen Gehalten an Na- und Mg-Salzen im Meerwasser enthalten die Schlicke vorwiegend austauschbare Na- und Mg-Ionen.

Mit steigenden Gehalten an Ton und organischer Substanz nehmen auch die Wassergehalte der frischen Schlicke zu (bis 190 % der Trockensubstanz), während die Volumengewichte dementsprechend abnehmen (bis  $0,4 \text{ g/cm}^3$ ). Trotz sehr hoher Porenvolumina (bis 85 %) besitzen die Schlicke in der Regel nur eine geringe Durchlässigkeit (um  $10^{-6} \text{ cm/sec}$ ), da vorwiegend nur Fein- und Mittelporen vorhanden sind. Der Gas- und Lösungsaustausch mit der Luft und dem Meerwasser ist deshalb auf langsam ablaufende Infiltrations- und Diffusionsvorgänge beschränkt, so daß im gesamten Schlickprofil mit Ausnahme einer z.T. nur wenige mm dicken Oberflächenschicht reduzierende Bedingungen vorhanden sind. Nur in biogen stark durchwühlten Sedimenten mit zahlreichen Wohnröhren von Wattlebewesen ist ein höherer Anteil an Grobporen vorhanden, der für die Belüftung der Schlicke sowie für ihre spätere Entsalzung, Entwässerung und Gefügebildung von großer Bedeutung ist.

Landgewinnung, Vegetationsentwicklung und Bodenentstehung: Seit etwa 1700 n.Chr. versucht der Mensch Sedimentation und Landbildung durch Anlegen von Lahnungen und Dämmen sowie Gruppen und Beeten zu beschleunigen. Durch diese Maßnahmen werden Wellenschlag und Strömung des im Rythmus der Gezeiten auf- und ablaufenden Wassers soweit gebremst, daß sich die mit der Flut herantransportierten Sinkstoffe im Deichvorland verstärkt absetzen. Dieser Vorgang wird durch eine Reihe von Wattlebewesen gefördert. So filtern einige Muscheln (z.B. *Mya arenaria* und *Cardium edule*) feinste Schwebstoffe aus dem Wasser, andere Bodenbewohner ernähren sich vom unverfestigten Oberflächensediment (z.B. *Corophium volutator* und *Nereis diversicolor*). In beiden Fällen wird das aufgenommene Material in Form verfestigter Kotpillen wieder an der Wattoberfläche ausgeschieden. Auch durch die mit Eisenhydroxid ausgekleideten Wohnröhren der Schlickkrebse und Würmer wird das lockere Sediment verfestigt. Diatomeen bewachsen die Wattoberfläche und tragen ebenfalls zur Bindung der abgelagerten Schwebstoffe bei.

Wenn die Aufschlickung eine Höhe von etwa 40 cm unter dem mittleren Tidehochwasser erreicht hat, siedeln sich der queller (*Salicornia herbacea*) und das Wattgras (*Spartina townsendii*) als erste Pionierpflanzen auf dem Watt an. Beide Pflanzenarten wirken als natürliche Schlickfänger und tragen zur weiteren Auflandung bei.

Ist die Oberfläche bis zur Höhe des MThw aufgewachsen, so breitet sich als nachfolgende Pflanzengesellschaft die Andelwiese aus (Pucinellietum), die allmählich in die Bottenbinsenwiese (Juncetum Gerardi) übergeht. In diesem Stadium wird das Deichvorland nur noch selten von höheren Sturmfluten überspült. Unter natürlichen, nicht durch Landgewinnungsmaßnahmen beeinflussten Sedimentationsbedingungen treten diese vom deichfernen, unbewachsenen Watt bis zur deichnahen Bottenbinsenwiese aufeinander folgenden Pflanzengesellschaften in deutlich nach der Höhe zum MThw gegliederten deichparallelen Zonen auf. Unter den heutigen, durch den Eingriff des Menschen geänderten Verhältnissen ist diese Sukzession nur noch undeutlich auf kleinem Raum beim Übergang von der Gruppe zum Beet zu beobachten.

Mit der Ansiedelung höherer Pflanzen entstehen aus dem Watt die verschiedenen Stadien der S a l z m a r s c h, mit denen die Bodenentwicklung im Deichvorland beginnt.

Bodenentwicklung im Vorland: Nach der Ablagerung der Schwebstoffe aus dem sauerstoffreichen Meerwasser findet in den frischen Schlickern bei Anwesenheit von organischer Substanz eine mikrobielle Reduktion der sedimentogenen Eisen- und Manganoxide und der in der Porenlösung enthaltenen Meerwasser-Sulfate statt. Als Endprodukte dieser Reduktionsprozesse werden vor allem  $H_2S$  und  $FeS$ , das den Schlickern die charakteristische schwarze Farbe verleiht, sowie  $FeS_2$  und elementarer Schwefel gebildet. Der Sauerstoff der Oxide und Sulfate wird von Mikroorganismen unter anaeroben Bedingungen auf leicht zersetzbare organische Substanzen übertragen, die zu  $CO_2$  abgebaut oder zu organischen Säuren umgebaut werden. Hierdurch wird bereits während des Schlickstadiums der Carbonatvorrat der Sedimente angegriffen.

Mit dem Herauswachsen der Initialböden aus dem Bereich der täglichen Überflutung findet eine Entwässerung und Belüftung der oberen Profilbereiche statt. Dieser Vorgang wird durch die Vegetation wesentlich gefördert. So wirken die Wurzelkanäle als Luftleitbahnen, die, durch Eisenhydroxid verfestigt, eine weitere Oxydation des Bodens einleiten. Durch Schrumpfrisse, die sich bei trockenem Wetter bis zu einer Tiefe von 50 cm und mehr bilden, findet ebenfalls eine Belüftung und Oxydation reduzierter Profilbereiche statt.  $FeS$  und  $FeS_2$  werden dabei zu  $FeOOH$  und  $H_2SO_4$  umgeformt. Die entstehende Schwefel-

säure zerstört äquivalente Mengen an Carbonaten. Unter aeroben Verhältnissen setzen außerdem intensive Mineralisierungsprozesse an der primären, bereits bei der Sedimentation vorhandenen organischen Substanz sowie an den sekundären, nach Besiedelung durch Halophyten gebildeten pflanzlichen Resten ein, die ebenfalls zur Carbonatauflösung beitragen. Bei höheren Fluten, die das ganze Vorland überspülen sowie bei stärkeren Niederschlägen stellen sich in den Oberböden von Salzmarschen mit hohen Gehalten an zersetzbarer organischer Substanz erneut anaerobe Verhältnisse ein, bei denen wiederum  $\text{SO}_4$ -Reduktionsvorgänge ablaufen. Bei langer Entwicklungszeit im Einflußbereich des Meeres können durch die alternierend auftretenden Prozesse der Sulfatreduktion sowie der anschließenden Sulfidoxydation und  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Produktion im Zusammenwirken mit Mineralisierungsvorgängen an organischen Substanzen bereits vor der Eindeichung carbonatfreie Böden entstehen.

Infolge der von den oberen zu den unteren Bodenhorizonten geringer werdenden Durchlüftung nehmen die Redoxpotentiale in gleicher Richtung stark ab. Aus reduzierten Bodenbereichen ascendierende Porenlösungen bedingen - einem  $E_h$ -Gradienten folgend - die Entstehung räumlich voneinander differenzierter Akkumulationsbereiche für Schwefel, Eisen und Mangan. Entsprechend dem Redoxverhalten dieser Elemente liegt der Mangananreicherungshorizont über der Eisenakkumulationszone, die wiederum über dem Schwefelmaximum zu finden ist.

Mit eintretender Belüftung und Entwässerung erhöht sich das Volumengewicht gegenüber den Schlickten deutlich ( $0,7 - 1,0 \text{ g/cm}^3$ ), während das Porenvolumen (65 - 75 Vol.-%) niedrigere Werte zeigt.

Insgesamt werden die im Einflußbereich des Meeres liegenden Salzmarschen durch die Anwesenheit von löslichen Salzen, den Ablauf von Sedimentations- und Abrasionsprozessen, eine charakteristische Schwefelmetabolik und den räumlichen und zeitlichen Wechsel von oxydierenden und reduzierenden Verhältnissen gekennzeichnet. Sie unterscheiden sich vor allem durch die Mächtigkeit der oxydierten Profilbereiche, mit der u.a. Unterschiede der Vegetation einhergehen.

Bodenentwicklung im Koog: Mit der Eindeichung werden die Vorlandböden dem Einfluß des Meerwassers entzogen, so daß - nach Absenkung des Grundwasserspiegels - eine tiefere Belüftung und Oxydation der Böden einsetzt. Die löslichen Salze werden durch perkolierendes Regenwasser in wenigen Jahren ausgewaschen. Aus Carbonaten freigesetzte Ca-Ionen verdrängen ganz oder teilweise im Meer- oder Brackwasser sorbierte Na- und Mg-Ionen, so daß die Austauscher nach der Eindeichung vorwiegend mit Ca-Ionen belegt werden. An den im ganzen Profil vorhandenen primären organischen Substanzen setzen verstärkte Ab- und Umbauvorgänge ein, bis ein den neuen Umweltbedingungen im Koog entsprechendes Gleichgewicht erreicht wird. Infolge Schwefelfreisetzung aus der organischen Substanz sowie Oxydation des restlichen Sulfid-Schwefels und Sulfat-Auswaschung nehmen auch die Gesamt-Schwefelgehalte stark ab. Bio- und anthropogene Tätigkeit führt zu einer Homogenisierung der sedimentationsbedingten Schichtung im Oberboden. Das Porenvolumen hat sich im Vergleich zu den Schlickeln und Salzmarschen im Oberboden weiter erniedrigt (45 - 65 Vol.-%), während das Volumengewicht dementsprechend angestiegen ist (0,9 - 1,6 g/cm<sup>3</sup>). - Als Ergebnis dieser Prozesse entstehen die Kalkmarschen, die durch Salzfreiheit, Anwesenheit von Carbonaten und günstiges Gefüge gekennzeichnet sind.

Die bereits im Deichvorland einsetzenden Entkalkungsvorgänge laufen mit dem Abbau der primären organischen Substanz und der damit verbundenen hohen CO<sub>2</sub>-Produktion zunächst auch im Koog mit großer Intensität ab und nehmen erst nach Erreichung eines Gleichgewichtszustandes in der Bilanz der organischen Substanz ein geringeres Ausmaß an. Im Verlauf der Carbonatauflösung erfolgt zunächst fast ausschließlich eine Zerstörung des Calcits, während der stabilere Dolomit sehr viel langsamer aufgelöst wird. In den schleswig-holsteinischen Marschen können die Entkalkungsvorgänge in Abhängigkeit vom Gehalt der Ausgangssedimente an Carbonaten und organischer Substanz in weniger als 100 Jahren zur Carbonatfreiheit der Oberböden führen.

Nach Auswaschung der Carbonate setzen mit beginnender Versauerung die Prozesse der Silikatverwitterung ein, die vor allem eine Mg- und Fe-Freisetzung aus dem Silikatgitter bedingen. In gut entwässerten Böden mit niedrigem Grundwasserspiegel entstehen mit der Freisetzung des Eisens verbraunte Horizonte. Bei hohen Grund-

wasserständen oder bei Auftreten von Stauwasser findet dagegen sehr oft eine Fe-Umverteilung mit der Ausbildung von Fe-Verarmungs- und -Anreicherungs-zonen (Rostflecken, Konkretionen) statt.

Der Kationenbelag weist bei zunehmender Versauerung durch Austausch von H- und Al- gegen Ca-Ionen eine abnehmende Ca-Sättigung auf, während die Magnesium-Sättigung sich infolge Mg-Freisetzung aus Dolomiten und Silikaten nur wenig verändert oder sogar noch erhöht. Wurden die Böden bereits im Einflußbereich des Meeres entkalkt, so wird der primäre Kationenbelag mit hohen Anteilen an Natrium und Magnesium vorwiegend durch abnehmende Na- und zunehmende H- und Al-Sättigung gekennzeichnet. Salzwasserüberspülungen nach Deichbrüchen, salzhaltige Aerosole und Niederschläge sowie ascendierendes salzhaltiges Grundwasser bewirken durch Zufuhr von Na- und Mg-Ionen wiederum eine zunehmende Sättigung an diesen Kationen. Überflutungen des Kooges mit Ca-haltigem Süßwasser von der Geest und Düngungsmaßnahmen führen dagegen zu einem Anstieg der Ca-Sättigung. Der Kationenbelag unterliegt als besonders instabiles Bodenmerkmal nach der Eindeichung somit vielfältigen Veränderungen.

Mit Entsalzung, Entkalkung und Gefügeverschlechterung entstehen aus den Kalkmarschen (oder auch Salzmarschen) die Kleimarschen, die durch die Prozesse der Versauerung und Silikatverwitterung gekennzeichnet sind.

Bei den an der Nordseeküste herrschenden hohen Niederschlägen finden in Marschen mit pH-Werten von 5 - 6,5 Tonverlagerungsprozesse statt, die zur Entstehung tonreicher, verdichteter Unterbodenhorizonte führen können. Insbesondere, wenn bereits primär bei der Sedimentation tonreiche Schichten abgelagert wurden, kann so der "Knick" entstehen, der als Staukörper wirkt und zu einer starken Vernässung der Böden führt. Durch einen Knickhorizont charakterisierte Marschen werden als Knickmarschen bezeichnet.

Auf sehr feuchten Standorten findet in den Oberböden eine Akkumulation von organischer Substanz statt, so daß die Bodenbildung unter diesen Verhältnissen in Richtung auf anmoorige Böden abläuft. Durch hochanstehende Torfschichten (oberhalb 40 cm) gekennzeichnete Marschen sowie durch ein Gemisch aus Torf und Klei aufgebaute Bodenbildungen werden als Torfmarschen bezeichnet.

Bevor der Mensch durch Deichbau und Landgewinnungsmaßnahmen in die Sedimentationsvorgänge eingriff, wurden weite Gebiete der Marsch immer wieder bei höheren Sturmfluten mit Meerwasser überspült (s.S. 16-17). Wurden hierbei marine Sedimente auf Mooren oder humusreichen  $A_h$ -Horizonten abgelagert, so fand infolge der Anwesenheit von hohen Gehalten an zersetzbarer organischer Substanz bei gleichzeitiger Sulfatanlieferung aus dem Meerwasser eine intensive  $SO_4$ -Reduktion, Sulfidbildung und Schwefelakkumulation in den Schlickern statt, mit der über die Bildung von  $CO_2$  und organischen Säuren eine Auflösung der Carbonate einherging (s.S. 24). Bei langer Entwicklungszeit im Einflußbereich des Meeres konnten so sulfidreiche, aber carbonatarme bis -freie Sedimente gebildet werden. Mit eintretender Belüftung wurden reduzierte Schwefelverbindungen dann zu Schwefelsäure umgeformt, die zu einer starken pH-Erniedrigung und zur Entstehung von basischen Eisensulfaten - den Verbindungen des intensiv gelben Maibolts (Jarosit -  $K_2Fe_6(OH)_{12}(SO_4)_4$ ) - führte. Solche extrem sauren Marschen, auf denen bei pH-Werten bis  $< 2$  kein Pflanzenwachstum mehr möglich ist, sind heute nur noch in schlecht meliorierten Kögen mit hohem Grundwasserstand zu finden, in denen die Perkolatation behindert war, so daß hohe Schwefelgehalte (bis  $> 2\%$ ) erhalten geblieben sind.

Einteilung der Marschen: Die Gliederung der Marschen kann unter bodengenethischen, bodengeographischen oder unter agrologischen Aspekten erfolgen. Nach ihrer Geo- und Pedogenese (S. 22 - 27) und den daraus resultierenden aktuellen Merkmalen werden sie morphogenetisch in Salzmarsch (salzhaltig, von Halophyten bewachsen), Kalkmarsch (salzfrei,  $CaCO_3$ -haltig, mit günstigem Gefüge), Kleimarsch (teilweise oder ganz entkalkt, nicht oder wenig verdichtet), Knickmarsch (mit tonreichem, verdichtetem Knickhorizont, staunäß) und Torfmarsch (aus Torf und Klei - schichtig oder gemischt - aufgebaut) klassifiziert.

Unter bodengeographischen Aspekten ist eine Gliederung nach Sedimentationsräumen in Seemarsch, Brackmarsch und Flußmarsch möglich. Eine exakte Trennung dieser Bodengesellschaften - insbesondere die Trennung von Seemarsch und Brackmarsch - ist jedoch mit Hilfe von Bodenmerkmalen nur schwer durchzuführen.

Unter agrologischen Gesichtspunkten werden die Marschen in Vorlandmarschen und Koogmarschen - mit Ackermarsch und Grünlandmarsch - unterteilt.

Bodennutzung und -verbesserung: Die Versorgung mit Pflanzennährstoffen nimmt von den Kalkmarschen über die Kleimarschen bis zu den Knick- und Torfmarschen deutlich ab. Frisch eingedeichte Kalkmarschen sind mit den Hauptnährelementen N, P, K sowie den übrigen Nährstoffen so gut versorgt, daß eine Düngung mehrere Jahre lang nicht erforderlich ist. Sie gehören zu den ertragreichsten Ackerböden Deutschlands. Unter günstigen Witterungsbedingungen werden Höchstserträge bis über 70 dz Weizen/ha (2 850 kg/acre) erzielt. Auch auf den bereits ganz oder nur im Oberboden entkalkten Kleimarschen kann mit gutem Erfolg Ackerbau betrieben werden, wenn keine oder nur geringe Verdichtungen vorliegen. Tonärmere Knickmarschen mit tiefliegendem Knickhorizont sind dagegen nur unter hohen Meliorationsaufwendungen bedingt ackerfähig, während tonreiche Knickmarschen mit wenig durchlässigem, hoch anstehendem Knick absolutes Dauergrünland darstellen. Damit bestimmen vorwiegend Gefügeprobleme Ertrag und landwirtschaftliche Nutzung dieser Böden.

Da silikatische Teilchen  $> 200 \mu$  kaum vorhanden sind, fehlt den Marschen ein Grobkornskelett, wie es bei anderen Bodentypen mehr oder weniger ausgeprägt vorhanden ist. Demzufolge sind im allgemeinen nur wenig Grobporen ( $> 10 \mu$ ) vorhanden, die selten Anteile von mehr als 10 Vol.-% erreichen. Das Luftvolumen liegt bei Feldkapazität in der Regel auch  $< 10$  Vol.-%, so daß die meisten Marschen bei hohen Niederschlägen Staunässeerscheinungen aufweisen. Insbesondere neigen tonige ( $> 35$  % Ton) und feinsandig-schluffige ( $< 15$  % Ton) Marschen zu Wasserstau und schlechtem Gefüge. Die Ertragsfähigkeit kann deshalb durch Drainungsmaßnahmen und Grundwasserabsenkung sowie Maßnahmen zur Gefügeverbesserung erhöht werden. Bei sehr tonreichen Marschen ist mit wechselndem Erfolg versucht worden, durch Sandbeimengung ( $\text{CaCO}_3$ -haltiger "Blausand", Geestsand) die Ausbildung günstigerer Gefügeformen zu erreichen. Eine Aufkalkung des Oberbodens saurer Marschen bis in den schwach alkalischen Bereich - nach Möglichkeit einschließlich wasserstauender Profilbereiche - zeigt z.T. gute Ergebnisse.

Sehr oft begrenzen auch hydrologische Schwierigkeiten die landwirtschaftliche Nutzung der Marschen. So besitzen die am Geestrand liegenden alten Klei-, Knick- und Torfmarschen infolge Sackung der Torfe im Untergrund z.T. eine sehr niedrige Lage ( um oder unter NN), während die jüngeren Marschen bei geringerer Mächtigkeit oder Fehlen der Torfe im Untergrund weniger gesackt sind und mit Höhen bis zu 2 m über NN wallartig davor liegen (s.Abb.3). Die tiefegelegenen alten Marschen am Geestrand haben infolgedessen auch bei Tiedenniedrigwasser keinen ausreichenden natürlichen Abfluß zur Nordsee, so daß sie als natürliche Sammelbecken des von der Geest kommenden Grund- und Oberflächenwassers wirken und im Winter und Frühjahr oft unter Wasser stehen. Die vorhandene Entwässerung über Schöpfwerke reicht nicht überall aus und ist für Grünland oft unwirtschaftlich. Für die Südermarsch ( s.Bodenkarte ) bestehen deshalb Pläne, Teile dieser Marschflächen durch Vertiefen in einen See umzuwandeln, der dem Wassersport dienen soll, und weitere Gebiete zum Aufbau eines für Touristen attraktiven Rekreationszentrums zu verwenden.

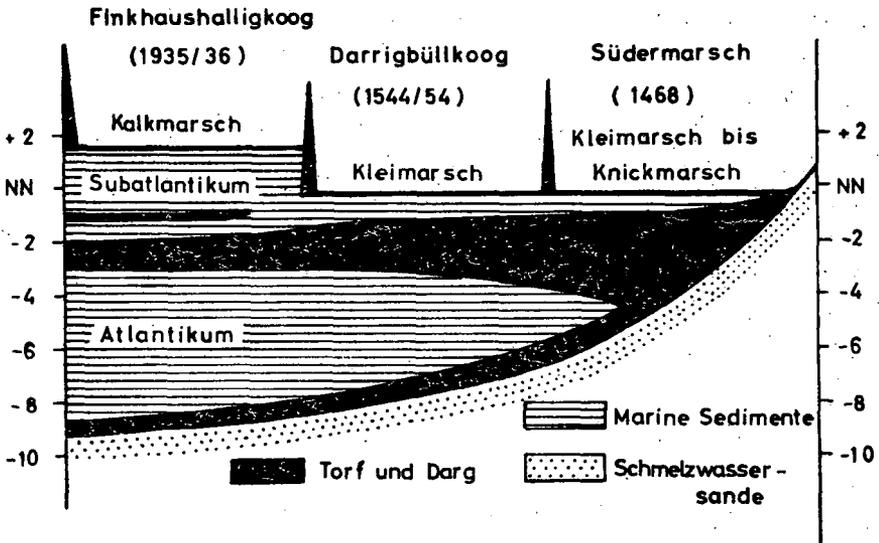


Abb. 3: Schematischer Querschnitt durch das Exkursionsgebiet (vereinfacht nach Unterlagen von S. Bressau).

S c h r i f t t u m :

- BANTELMANN, A.: Die Landschaftsentwicklung an der schleswig-holsteinischen Westküste. Offa-Bücher Bd.21. Karl Wacholtz Verlag Neumünster 1967.
- BENZLER, J.-H.; Voigt, H. und Müller, W.: Der Kalkgehalt in holozänen Sedimenten des niedersächsischen Küstengebietes und seine Bedeutung für die Genese der Marschböden. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 10, 308 - 311, 1970.
- BRÜMMER, G. und SCHROEDER, D.: Prozesse der Marsch-Genese, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 8, 247 - 250, 1968.
- BRÜMMER, G., de GROOT, A. J. und ZSCHUPPE, K. H.: Untersuchungen zum Carbonatgehalt mariner, brackiger und fluviatiler Schlicker im Nordseeküstenbereich zwischen Belgien und Dänemark. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 10, 306 - 307, 1970.
- BRÜMMER, G., GRUNWALDT, H. S. und SCHROEDER, D.: Beiträge zur Genese und Klassifizierung der Marschen. III. Gehalte, Oxydationsstufen und Bindungsformen des Schwefels in Koogmarschen. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. (im Druck).
- BRÜMMER, G., GRUNWALDT, H. S. und SCHROEDER, D.: Beiträge zur Genese und Klassifizierung der Marschen. II. Zur Schwefelmetabolik in Schlickern und Salzmarschen. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. (im Druck).
- DECHEND, W.: Der Ablauf der holozänen Nordsee-Transgressionen im Oldenburgisch-Ostfriesischen Raum, insbesondere im Gebiet von Jever in Oldenburg. Geol. Jb. 72, 295-314, 1957.
- DITTMER, E.: Die nacheiszeitliche Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste. Meyniana 1, 138 - 166, 1952.
- DITTMER, E.: Zur Geologie und Bedeichung der Finkhaushallig. Küste 2, 1-4, 1953.
- DÜMLER, H.: Der Einfluß von salzhaltigem Grundwasser auf die Kationenbelegung nordfriesischer Marschböden, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 10, 302-305, 1970.
- DÜMLER, H. und MENKE, B.: Der Einfluß der Holozän-entwicklung auf Landschaft und Böden der Broklandsauniederung (Dithmarschen). Meyniana 20, 9 - 16, 1970.
- GEBHARDT, H., MEYER, B. und SCHEFFER, F.: Ionenverhältnisse und Sedimentstruktur in den gegenwärtigen Schlickabsätzen des Sedimentationsraumes der heutigen Emsmündung. Z. Pflanzenernähr., Bodenkd. 111, 168 - 181, 1965.
- GRIPP, K.: Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. Karl Wacholtz Verlag Neumünster 1964.
- HERRMANN, F.: Über den physikalischen und chemischen Aufbau von Marschböden und Watten verschiedenen Alters. Westküste, Jg. 1943, 72 - 123.
- KALK, E.: Mikroskopische Untersuchungen des Mineralbestandes von Nordsee-Schlickern. Z. Pflanzenern. Bodenkd. 123, 1 - 11, 1969.

- KOHNLEIN, J.: Zu den pflanzenbaulichen Schwierigkeiten in den Marschen. Landwirtsch. Forsch. 10, Sonderh., 8 - 41, 1957.
- KUNTZE, H.: Die Marschen - Schwere Böden in der landwirtschaftlichen Evolution. Parey, Hamburg und Berlin, 1965.
- MENKE, B.: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen und Radio-carbon-Datierungen zur holozänen Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste. Eiszeitalter u. Gegenw. 20, 35 - 45, 1969.
- MÜCKENHAUSEN, E.: Die Bodenbildung der Nordseemarschen. Abhandl. Nat.-wiss. Verein Bremen 20, 66 - 77, 1937.
- MÜLLER, W.: Der Ablauf der holozänen Meerestransgression an der südlichen Nordseeküste und Folgerungen in Bezug auf eine geochronologische Holozängliederung. Eiszeitalter u. Gegenwart 13, 197 - 226, 1962.
- MÜLLER, W.: Grundsätzliche Betrachtungen zur systematischen Gliederung der Marschböden. Geol. Jb. 76, 11 - 24, 1958.
- MÜLLER, W.: Unterschiede in den chemischen und physikalischen Eigenschaften von fluviatilen, brackischen und marinen Sedimenten. Developments in Sedimentology 1, 293 - 299, 1964.
- MÜLLER, W.: Zur Genese und Klassifizierung der Marschböden. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 10, 294 - 301, 1970.
- PRANGE, W.: Geologie des Holozäns in den Marschen des nordfriesischen Festlands. Meyniana 17, 45 - 94, 1967.
- PRANGE, W.: Geologische Untersuchungen in den Marschen der alten Koge vor Bredstedt, Nordfriesland. N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 10, 619 - 640, 1968.
- SCHACHTSCHABEL, P. und HARTGE, K.: Untersuchungen über die Porengrößenverteilung an drei Marschprofilien. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 81, 141 - 148, 1958.
- SCHACHTSCHABEL, P., HAAR, R. und KÖSTER, W.: Chemische Untersuchungen an Marschen. I. Böden des Niederelbe-Gebietes. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 83, 103 - 123, 1958.
- SCHACHTSCHABEL, P. und KÖSTER, W.: Chemische Untersuchungen an Marschen. II. Böden des Ems- und Weser-Jade-Gebietes. 1. Korngrößenverteilung, Sorptionseigenschaften, organische Substanz und Phosphor. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 83, 203 - 214, 1958.
- SCHACHTSCHABEL, P. und KÖSTER, W.: Chemische Untersuchungen an Marschen. II. Böden des Ems- und Weser-Jade-Gebietes. 2. Lösliche Kieselsäure und Oxyde von Aluminium, Eisen und Mangan. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 85, 140 - 151, 1959.
- SCHNEFFER, F., KUNTZE, H., und NEUHAUS, H.: Quellen und Schrumpfen-Faktoren der Bodenstruktur und ihre Beeinflussung bei Marschböden. Z. Pflanzenernähr., Bodenkd. 103, 210 - 219, 1963.

- SCHLICHTING, E.: Typische Böden Schleswig-Holsteins. Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Kiel 26. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, Kiel 1960.
- SCHLICHTING, E.: Die Raseneisenbildung in der nordwestdeutschen Podsol-Gley-Landschaft. Chemie der Erde 24, 11 - 26, 1965.
- SCHLICHTING, E., und BLUME, H.-P.: Art und Ausmaß der Veränderungen des Tonmineralbestandes typischer Böden aus jungpleistozänem Geschiebemergel und ihrer Horizonte. Z. Pflanzenernähr. Bodenkde. 95, 227 - 239, 1961.
- SCHLICHTING, E. und BLUME, H.-P.: Art und Ausmaß der Veränderung des Bestandes mobiler Oxyde in Böden aus jungpleistozänem Geschiebemergel und ihrer Horizonte. Z. Pflanzenernähr., Bodenkde. 96, 144 - 156, 1962.
- SCHROEDER, D. und BRÜMMER, G.: Beiträge zur Genese und Klassifizierung der Marschen. Mitteilg. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 8, 243 - 245, 1968.
- SCHROEDER, D. und BRÜMMER, G.: Beiträge zur Genese und Klassifizierung der Marschen. I. Problematik der Marschen-Genese und Klassifizierung und Untersuchungen zum Ca/Mg-Verhältnis. Z. Pflanzenernähr. Bodenkde. 122, 228 - 249, 1969.
- SCHÜTRUMPF, R. und KAGELMANN, G.: Die Nechaiszeit in Wort und Bild. Verlag Schmidt und Klaunig, Kiel, 1952.
- THRAN, P. und BROEKHUIZEN, S.: Agro-climatic Atlas of Europe. Pudoc, Wageningen 1965.
- VEENENBOS, J. J.: Gedanken zum Knickproblem. Z. Pflanzenernähr., Bodenkde. 68, 141 - 157, 1955.
- WOHLENBERG, E.: Sinkstoff, Sediment und Anwachs am Hindenburgdamm. Küste 2, 33 - 94, 1954.
- WOHLENBERG, E.: Sediment und Boden. Das Problem der Deichreife im Rahmen der Landgewinnung in Schleswig-Holstein, Ber. dt. Landeskd. 27, 220 - 228, 1961.
- ZOONEVELD, I. S.: Bodenbildung und Vegetation im alluvialen Gebiet. Angewandte Pflanzensoziologie 15, 102 - 115, 1958.



**EKKURSIONSRUTE**

Exkursionsführung: D.Schroeder, G.Brümmer (Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung)

H.Baumann (Institut für Wasserwirtschaft und Meliorationswesen)

H.Dümmler ( Geologisches Landesamt)

Exkursionsroute: Bahnfahrt von Hamburg-Altona nach Husum (Abb. 1 ).

1) Bahnhof Hamburg-Altona

Die Bahnfahrt führt zunächst in nordwestlicher Richtung durch Saale-Warthe-Sander- und Moränenabsätze sowie durch vereinzelt Moorgebiete. Südlich Elmshorn (Lieth) treten Gesteine aus dem Zechstein (Kalk) und Rotliegenden (Ton) infolge Salztektonik im Untergrund an der Oberfläche zutage. Zwischen Hamburg und Elmshorn liegen beiderseits der Bahn große Baumschulen und Gärtnereien.

2) Elmshorn

Nördlich Elmshorn führt die Bahnlinie in westlicher Richtung von der Geest in die Elbmarsch nach Glückstadt. In Abhängigkeit von der Bodeneignung herrschen Feldgemüseanbau oder Weidenutzung in diesen Marschgebieten vor.

3) Glückstadt

Von Glückstadt geht es in nördlicher Richtung zunächst durch Marschgebiete, dann über eine vorspringende Geestinsel, vorbei an den östlich der Bahn liegenden Portland-Zement-Werken von Lägerdorf (Abbau von Kreide-Kalk), erneut durch einen schmalen, von der Stör durchzogenen Marschgürtel zum Geestrand nach Itzehoe.

4) Itzehoe

Nach einer kurzen Abzweigung in die Marsch führt die Fahrt erneut durch ausgedehnte Sanderflächen der Geest. Nördlich von Burg wird der Nord-Ostseekanal (Kiel-Canal) überquert (erbaut 1887-1895, Länge 98,7 km, Schiffsverkehr - ca. 100 000 Schiffe pro Jahr), der Kiel mit Brunsbüttelkoog verbindet.

Die Fahrt geht weiter durch Moränengebiete, die Randlagen der Saale-Warthe-Vereisung bilden, nach Westen zum Geestrand bei

5) Sankt Michaelisdonn

Von hier führt die Bahn entlang der Grenze von Marsch und Geest nach Norden, vorbei am Klev (durch Meeresabrasion gebildete Steilküste, z.B. Barlter Kleve-östl. der Bahn) und Nehrungshaken der ehemaligen Ausgleichsküste, auf denen heute bis zu 5 m hohe Dünen liegen, von denen sich der Name Donn (Sankt Michaelisdonn, Norderdonn u.a.) ableitet. Westlich der Donns liegt die alte Marsch Dithmarschens, die bereits um Chr.Geb. von Bauern besiedelt war und später als Bauernrepublik Dithmarschen bekannt wurde. Auf den relativ sandigen Böden Dithmarschens wird heute ein intensiver Feldgemüseanbau (Weißkohl, Wirsingkohl, Rotkohl) betrieben. In manchen Gebieten hat sich nach holländischem Vorbild eine Tulpen- und Begonienzucht entwickelt.

6) Meldorf

Vor und hinter Meldorf überquert die Bahn mehrere kleine Flüsse (Süderau, Süder Miele, Norder Miele), die in die Meldorfer Bucht entwässern. Über flache Moränen, durch eine Marschbucht und wieder über Sanderflächen geht die Fahrt in nördlicher Richtung an den Ölraffinerien von Hemmingstedt (westl. der Bahn), an Bohrtürmen, Pumpen und Pipelines vorbei. Hier wird Erdöl, das aus organischen Substanzen des Liasmeeres gebildet wurde, vorwiegend aus Doggerschichten gefördert. Daneben wird in der Raffinerie von Hemmingstedt Importöl aufbereitet.

7) Heide

Von Heide führt die Bahnlinie weiter durch Sanderflächen, dann durch Niedermoorgebiete, an der Ostflanke der Lundener Nehrung entlang in die Torfmarschgebiete der Eideriederung. Wenige km westlich von Friedrichstadt wird die Eider überquert, die zur Zeit noch bis hinter Friedrichstadt (Nordfeld) unter dem Einfluß des Tidestromes steht. Infolge starker Versandung der Untereider ist eine Abdämmung der Eidermündung (bei Vollerwiek) im Bau. In der Eiderstedter Marsch, durch

die die weitere Fahrt geht, wird vorwiegend Viehzucht betrieben. Der Eiderstedter Haubarg ( besonderer Bauernhaustyp) ist etwa seit 1600 in diesen Marschgebieten verbreitet.

8)

Husum

Husum - Theodor Storms „Graue Stadt am Meer“ - ist eine typische Geestrandsiedlung des 13. Jahrhunderts und bildet den wirtschaftlichen (Viehumschlagplatz, Fischereiflotte, Kreisverwaltung) und kulturellen Mittelpunkt Nordfrieslands. Von Husum geht die Fahrt mit dem Autobus über Schobüll (Geest stößt hier direkt bis an das Wattenmeer vor) zum

9)

Nordstrander Damm,

der die Insel Nordstrand mit dem Festland verbindet. Besonders Nordstrand, das im Verlauf seiner Geschichte vielfältige Veränderungen erfahren hat, spiegelt die zerstörende, aber auch aufbauende Kraft des Meeres wider. Seit dem Bau des Dammes (1935) haben sich in seinem Schutze unter dem Einfluß von Landgewinnungsmaßnahmen beträchtliche Sedimentmengen abgesetzt. Die im Vorland entstandenen Salzmarschen werden als Schafweiden genutzt.

**Profil 1:**

Schlickwatt (Nordstrander Damm)

Prozesse der Sedimentbildung, -ablagerung und -zusammensetzung sowie Redoxprozesse der Elemente Mangan, Eisen und Schwefel im Schlickwatt, Fragen der Carbonatauflösung und des Kationenbelages werden erörtert.

**Profil 2:**

Salzmarsch (Nordstrander Damm)

Die Profilloberfläche liegt etwa 0,80 m über NN. Eine Nutzung der Salzmarsch findet als Schafweide statt. Dieses Profil ist bereits bis zu einer Tiefe von 70-80 cm belüftet. Die Salzgehalte sind im Vergleich zu den Schlickten erniedrigt. Mit der Oxydation reduzierter Schwefelverbindungen setzt eine verstärkte Carbonatauflösung ein, die zu einer teilweisen Umbelegung der Austauschschicht führt. In Abhängigkeit von den in verschiedenen Bodentiefen langfristig herrschenden Redoxpotentialen werden räumlich differenzierte Akkumulationshorizonte für die Elemente Mangan, Eisen und Schwefel ausgebildet.

10) Fahrt zum Finkhaushalligkoog

Profil 3: Kalkmarsch (Finkhaushalligkoog, Eindeichung 1935/36)

Das Profil liegt auf einer Dauerweide (vgl. Bodenkarte), etwa 1,3 m über NN. Die Jahresdurchschnittstemperaturen und -Niederschläge betragen in der Umgebung von Husum 7,9°C und 800 mm. Um eine schnelle Entsalzung und tiefgehende Belüftung der Salzmarschen zu erreichen, werden nach der Eindeichung als erstes Entwässerungsmaßnahmen durchgeführt. Im Oberboden der 1935/36 eingedeichten Kalkmarsch sind die Salze bereits ausgewaschen, während die Entkalkungsvorgänge noch nicht abgeschlossen sind. Abbau primärer organischer Substanzen im Unterboden und Akkumulation sekundärer organischer Substanzen im Oberboden kennzeichnen dies Entwicklungsstadium. Ca-Ionen aus den Carbonaten haben zu einer Umbelegung der Austauschergänge geführt. Ein günstiges Bodengefüge ist vorhanden. Die Kalkmarschen im Finkhaushalligkoog werden vorwiegend als Ackermarschen genutzt und liefern in der Regel sehr hohe Ernteerträge.

11) Fahrt zum Darrigbüllkoog

Profil 4: Kleimarsch (Darrigbüllkoog, Eindeichung 1544/54)

Das Profil liegt auf einer Dauerweide (vergl. Bodenkarte), etwa 0,5 m unter NN. Die Entkalkung ist bereits weit fortgeschritten. Prozesse der Verbraunung und Mineralumwandlung finden statt. Der Kationenbelag wird durch Düngungsmaßnahmen und Freisetzung von Magnesium aus dem Gitter von Silikaten geprägt. Anhand von Piezometermessungen wird eine Prüfung der Drainfunktion vorgenommen. Die Kleimarschen des Darrigbüllkooges werden infolge hoch anstehenden Grundwassers vorwiegend als Grünland genutzt.

12) Fahrt in die Südermarsch

Profil 5: Knickmarsch (Südermarsch, Eindeichung 1468)

Das Profil liegt auf einer Dauerweide (vgl. Bodenkarte), etwa 0,5 m unter NN.

Verwitterung und Mineralumbildung sind weiter fortgeschritten. Tonverlagerung - wahrscheinlich in Kombination mit der Ablagerung tonreicher Schichten bei der Sedimentation - haben zur Entstehung eines tonreichen, verdichteten Unterbodens (Knick) geführt. Infolge ungünstiger Gefügeeigenschaften und schlechter hydrologischer Bedingungen können die Böden der Südermarsch nur als Dauergrünland genutzt werden.

**Profil 6:**

Knickmarsch über Torf (Südermarsch, Eindeichung 1468)

Die zum Geestrand hin auskeilende Kleidecke weist in diesem Profil noch eine Mächtigkeit von etwa 50 cm auf. Unter dem Klei steht Torf an, der auf die enge Verknüpfung zwischen Landschaftsgeschichte und Marsch-Genese hinweist.

13)

Fahrt zum Bahnhof Husum. Bahnfahrt nach Hamburg-Altona.





**BODEN - ANALYSEN**

PROFIL 1a Schlickwatt Nordstrander Damm	Tiefe (cm)	Körnung der mineralischen Substanz (%)						Corg (%)	N <sub>t</sub> (‰)	Corg./N <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (ppm)	S <sub>t</sub> (ppm)
		< 2 μ	2-6 μ	6-20 μ	20-60 μ	60-200 μ	200-600 μ					
		0	1	42	10	19	26					
	3	43	11	15	28	3	0	2,8	3,1	18,9	1145	8220
10	13	44	13	22	22	2	0	3,1	2,9	10,6	1210	8280
20	20	38	9	21	27	5	0	2,8	2,6	10,9	1210	8890
30	33	37	12	19	28	4	0	2,6	2,3	11,4	900	7810
40	50	21	6	14	49	10	0	1,5	1,1	13,2	530	6470
50												
60												

Tiefe (cm)	Fe (‰)				Mn (ppm)		A <sub>NaOH</sub> (‰)	S <sub>NaOH</sub> (‰)
	Fe <sub>t</sub> -Fe <sub>D</sub>	Fe <sub>D</sub>	Fe <sub>O</sub>	Fe <sub>O</sub> ·100/Fe <sub>D</sub>	Mn <sub>t</sub> -Mn <sub>D</sub>	Mn <sub>D</sub>		
0 - 1	25,4	9,8	8,2	84	101	587	0,39	37,8
1 - 3	25,8	8,6	7,2	84	213	403	0,38	33,4
3-13	25,7	9,6	8,1	84	226	530	0,30	37,7
13-20	26,2	9,4	8,4	89	280	455	0,30	32,4
20-33	24,6	8,0	7,4	93	203	437	0,31	32,8
33-50	17,7	4,2	3,8	90	120	428	0,29	21,8

Ges.-Carb. (%)	Dolomit (%)	pH (H <sub>2</sub> O)		E <sub>h</sub> (mV)	Schwefel - Fraktionen (%..)					Porenlösung (ppm)		
		getr. Schlick	feucht. Schlick		S SO <sub>4</sub>	S FeS+H <sub>2</sub> S	S FeS <sub>2</sub> +So	S org.	S t	Fe <sub>w</sub>	Mn <sub>w</sub>	P <sub>w</sub>
6,72,1	7,8	7,4	+30	1,20	0,14	0,48	6,21	8,03	10	124	0,1	
6,82,1	7,9	7,3	-100	0,71	1,05	1,34	5,11	8,22	6	12	0,5	
6,82,0	7,9	7,5	-140	0,65	2,51	0,87	4,25	8,28	5	12	6,3	
7,12,1	8,0	7,4	-190	0,31	3,04	0,69	4,85	8,89	4	13	9,8	
7,01,8	8,1	7,4	-180	0,07	2,85	0,80	4,09	7,81	5	11	10,9	
6,11,9	8,1	7,5	-170	0,03	1,57	0,71	4,16	6,47	7	16	18,8	

wasserl. Kationen (mval/100 g)				AK (mval/100 g)	Austauschbare Kationen (mval/100 g)					Ca <sub>a</sub> /Mg <sub>a</sub>
Na <sub>w</sub>	K <sub>w</sub>	Mg <sub>w</sub>	Ca <sub>w</sub>		Na <sub>a</sub>	K <sub>a</sub>	Mg <sub>a</sub>	Ca <sub>a</sub>	Σ Kat <sub>a</sub>	
56,0	1,1	13,5	3,2	21,8	8,2	2,3	10,7	4,9	26,1	0,5
36,8	1,0	8,0	1,8	20,7	7,5	2,8	10,7	4,5	25,4	0,4
43,2	1,1	9,3	2,0	21,0	5,8	2,9	9,9	3,3	21,8	0,3
43,4	1,1	9,3	2,1	19,5	6,3	2,8	10,5	3,5	23,1	0,3
43,6	1,1	9,2	2,0	21,6	6,2	3,1	10,9	4,5	24,7	0,4
30,3	0,7	6,7	1,3	12,7	5,9	2,2	7,7	2,5	18,2	0,3

PROFIL 1b Schlickwatt Nordstrander Damm	Tiefe (cm)	Körnung der mineralischen Substanz (%)						C <sub>org</sub> (%)	N <sub>t</sub> (‰)	C <sub>org</sub> /N <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (ppm)	S <sub>t</sub> (ppm)
		< 2 μ	2-6 μ	6-20 μ	20-60 μ	60-200 μ	200-600 μ					
	0-1	48	16	23	11	2	0	3,8	4,5	8,5	1935	9150
	1-5	41	14	24	21	1	0	3,3	3,0	11,1	1320	9890
	5-19	40	11	24	23	2	0	3,0	2,6	11,5	940	9820
	19-35	45	15	23	16	1	0	3,0	2,6	11,6	1030	10890
	35-55	48	14	18	18	2	0	3,3	2,8	11,8	1060	12230
	55-70	38	10	19	28	5	0	2,4	1,6	15,1	700	8140

Tiefe (cm)	Fe (‰)				Mn (ppm)		Al NaOH (‰)	Si NaOH (‰)
	Fe <sub>t</sub> - Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub> 100/Fe <sub>d</sub>	Mn <sub>t</sub> - Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>d</sub>		
0-1	28,7	13,1	11,7	89	169	1204	0,20	40,6
1-5	27,9	9,7	8,3	86	271	673	0,20	35,1
5-19	27,2	8,5	7,7	91	270	610	0,24	32,4
19-35	28,9	8,9	8,3	93	258	503	0,26	38,6
35-55	30,1	9,7	8,4	87	273	521	0,23	38,9
55-70	23,1	9,0	5,7	63	237	312	0,19	30,5



PROFIL 2 Salzmarsch Nordstrander Damm		Tiefe (cm) Horizonte	Körnung der mineralischen Substanz						C <sub>org</sub> (%)	N <sub>t</sub> (‰)	C <sub>org</sub> /N <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (ppm)	S <sub>t</sub> (ppm)	
			< 2 μ	2-6 μ	6-20 μ	20-60 μ	60-200 μ	200-600 μ						
0		5	25	6	11	28	30	0	2,4	2,2	10,9	980	3190	
10		A <sub>h</sub>	37	5	16	27	15	0	2,4	2,4	10,1	1050	2580	
20		A <sub>h</sub> G <sub>o</sub>	20	36	5	16	33	10	0	2,1	2,0	10,7	970	1760
30			30	3	14	30	23	0	1,2	1,3	9,4	745	1040	
40		G <sub>o1</sub>	40	30	3	14	30	23	0	1,2	1,3	9,4	745	1040
50		G <sub>o2</sub>	55	25	6	12	32	25	0	1,0	1,1	9,4	725	1140
60			66	37	10	15	25	13	0	1,5	1,5	10,1	1440	1420
70		G <sub>o3</sub>	77	32	10	14	27	17	0	1,5	1,5	10,3	815	1960
80		G <sub>or</sub>	90	45	16	18	16	5	0	2,8	2,2	13,0	730	5350
90		G <sub>r</sub>												

Tiefe (cm)	Al NaOH (%)	Si NaOH (%)	Fe <sub>t</sub> -Fe <sub>d</sub> (%)	Mn <sub>t</sub> -Mn <sub>d</sub> (ppm)	Na <sub>t</sub> -t(wca) mval/100g	K <sub>t</sub> -t(wca) mval/100g	Mg <sub>t</sub> -t(wca) mval/100g
0 - 5	0,29	27,2	20,0	141	22,6	36,1	54,6
5 - 20	0,30	32,2	25,6	175	20,8	38,2	63,4
20 - 40	0,32	34,5	25,4	150	21,5	39,3	64,1
40 - 55	0,31	29,0	21,4	159	22,5	37,4	58,8
55 - 66	0,33	25,9	17,0	198	27,7	36,0	54,6
66 - 77	0,26	33,8	27,1	142	28,7	39,6	72,6
77 - 90	0,34	31,2	24,3	110	32,6	39,0	65,9
90 - 120	0,28	40,0	32,0	176	32,5	40,2	76,1

Ges.-Carb. (%)	Dolomit (%)	pH (H <sub>2</sub> O)		E <sub>h</sub> (mV)	Schwefel (‰)					Fe <sub>d</sub> (‰)	Fe <sub>o</sub> (‰)	Fe <sub>o</sub> · 100 / Fe <sub>d</sub>	Mn <sub>d</sub> (ppm)
		getr. Bo.	feucht. Bo.		S <sub>SO<sub>4</sub></sub>	S <sub>FeS+H<sub>2</sub>S</sub>	S <sub>FeS<sub>2</sub>+S<sub>0</sub></sub>	S <sub>org.</sub>	S <sub>t</sub>				
4,4	2,0	8,2	7,2	+310	0,15	0	0,36	2,68	3,19	9,0	6,9	77	618
3,4	2,2	8,2	7,6	+400	0,15	0	0,13	2,30	2,55	10,2	8,5	83	848
3,7	2,2	8,1	7,6	+420	0,15	0	0,04	1,57	1,76	11,5	8,7	76	981
3,3	1,8	8,1	7,3	+430	0,16	0	0,03	0,85	1,04	8,8	6,9	78	740
4,4	1,9	8,1	7,0	+430	0,21	0	0,03	0,90	1,14	11,9	5,8	49	2011
4,9	1,6	7,9	6,8	+220	0,30	0	0,02	1,10	1,42	15,5	11,7	75	483
5,3	1,8	7,9	6,8	+ 10	0,36	0,06	0,09	1,45	1,96	4,2	3,5	84	107
7,0	1,8	7,7	6,7	-130	0,45	2,27	1,53	1,10	5,35	7,2	6,8	94	340

Wasserf. Kat. (mval/100g)				AK mval/100g	Aust. Kationen (mval/100g)					C <sub>Ca</sub> /Mg <sub>a</sub>
Na <sub>w</sub>	K <sub>w</sub>	Mg <sub>w</sub>	Ca <sub>w</sub>		Na <sub>a</sub>	K <sub>a</sub>	Mg <sub>a</sub>	Ca <sub>a</sub>	ΣKat.	
5,0	0,2	0,9	0,2	14,1	5,9	1,3	5,7	7,4	20,3	1,3
8,5	0,2	1,0	0,2	16,1	5,8	1,5	7,3	7,2	21,8	1,0
12,0	0,3	1,4	0,3	16,7	5,1	1,7	7,2	8,0	21,9	1,1
8,2	0,2	1,3	0,4	12,3	4,8	1,3	4,2	6,4	16,7	1,5
10,4	0,2	1,8	0,6	12,6	4,4	1,3	3,9	7,6	17,2	1,9
14,4	0,3	2,7	1,0	15,5	5,2	1,6	4,0	8,5	19,3	2,1
17,3	0,5	3,6	1,3	13,2	3,9	2,3	3,2	6,4	15,8	2,0
24,4	0,7	5,1	1,9	14,6	3,7	2,2	3,0	6,4	15,3	2,1

PROFIL 3 Kalkmarsch Finkhäushk.		Tiefe(cm)	Horizont	Körn. d min. Subst. (%)						C <sub>org</sub> (%)	N <sub>t</sub> (‰)	C <sub>org</sub> /N <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (ppm)	S <sub>t</sub> (ppm)
				<2 μ	2-6 μ	6-20 μ	20-60 μ	60-200 μ	20-600 μ					
0		0		27	5	11	46	9	2	4,2	3,9	108	1785	855
10		5	A <sub>h</sub>	26	6	11	47	10	0	1,6	1,7	97	975	480
20		20	G <sub>01</sub>	36	5	18	36	5	0	1,1	1,2	9,5	745	360
30		30												
40		30	G <sub>02</sub>	30	7	15	44	4	0	0,6	0,8	7,6	630	275
50		50												
60		50	G <sub>03</sub>	29	7	13	43	8	0	0,6	0,5	11,5	555	260
70		62												
80		62	G <sub>04</sub>	22	4	9	53	12	0	0,5	0,5	11,1	390	240
90		80												
100		80	G <sub>05</sub>	10	2	7	51	19	11	0,3	0,3	11,1	345	260
110		105												
120		105	G <sub>0r</sub>	10	5	3	49	22	11	0,3	0,4	8,3	335	940
		120												
		120	G <sub>r</sub>	17	2	5	46	30	0	0,6	0,4	14,3	365	3095

Tiefe (cm)	Porengrößenverteilung (Vol.-%)							Σ Porengr.	Porenvol. (%)	Wasserleitf. cm·10 <sup>-3</sup> /sec.	
	pF<0,5 >900 μ	pF0,5-1,7 50-900 μ	pF1,7-2,5 10-50 μ	pF2,5-3,5 1-10 μ	pF3,5-4,2 0,2-1 μ	pF4,2-7,0 <0,2 μ				vertik.	horiz.
	0 - 5	-	-	-	-	-	-			-	-
5 - 20	4,1	0,9	1,5	18,7	9,4	19,0	53,6	49,4	2,0	-	
20- 30	7,2	1,4	1,9	11,6	4,3	29,6	56,0	55,6	1,8	-	
30- 50	3,6	0,9	1,5	9,6	5,3	36,4	57,3	54,4	2,4	1,1	
50- 62	4,1	1,0	1,8	15,1	7,1	20,9	50,0	53,8	1,6	-	
62- 80	2,6	1,9	1,8	23,4	4,9	16,8	51,4	49,4	1,2	2,1	
80-105	2,2	1,4	1,0	46,6	6,0	3,4	60,6	47,6	3,4	2,8	
105-120	1,7	1,4	1,2	46,0	7,3	5,6	63,2	47,3	1,6	-	
120-140	2,5	0,8	0,9	43,4	8,8	8,9	65,3	48,4	2,8	-	

Ges.-Carb (%)	Dolomit (%)	pH			AK (mval/100g)	wasserl. + aust. Kationen (mval/100g)						Ca / Mg
		H <sub>2</sub> O	KCl 1n	CaCl <sub>2</sub> n/100		Na	K	Mg	Ca	H	ΣKat.	
1,3	1,3	6,6	6,3	6,7	26,0	0,2	1,2	2,5	20,0	6,4	30,3	8,0
2,6	2,1	7,2	6,8	7,1	18,0	0,1	0,8	1,6	17,0	4,0	23,4	10,6
3,3	2,2	7,6	7,0	7,4	17,0	0,1	0,7	1,6	14,0	3,2	19,5	8,8
5,4	2,0	7,7	7,2	7,6	16,0	0,1	0,8	2,4	13,5	1,6	18,3	5,6
5,7	2,0	8,0	7,2	7,7	14,0	0,1	1,0	3,0	10,5	2,4	16,9	3,5
5,9	2,2	8,7	7,6	8,0	11,0	0,7	0,5	3,0	8,5	1,2	13,9	2,8
5,0	2,3	8,0	7,6	7,8	5,5	0,1	0,4	0,8	5,0	1,6	7,9	6,3
5,0	2,0	7,9	7,7	7,8	5,5	0,3	0,6	0,6	6,5	1,6	9,6	10,8
5,5	2,2	7,8	7,7	7,7	6,0	1,6	0,9	1,0	5,0	2,4	10,9	5,0

Eh (mV)	SFeS <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> S (ppm)	Fe (% <sub>oo</sub> )				Mn (ppm)			AlNaOH (% <sub>oo</sub> )	SiNaOH (% <sub>oo</sub> )	Na <sub>t</sub> -(w+a) (mval/100g)	K <sub>t</sub> -(w+a) (mval/100g)	Mg <sub>t</sub> -(w+a) (mval/100g)
		Fe <sub>t</sub> -Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>oo</sub> /Fe <sub>d</sub>	Mn <sub>t</sub> -Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>d</sub>						
+320	0	16,2	7,2	3,9	55	81	328	0,16	18,4	24,2	35,4	38,8	
	0	17,4	7,6	4,2	55	102	310	0,28	21,0	24,7	36,8	48,8	
	0	21,8	8,0	5,4	67	158	191	0,37	21,6	23,0	38,5	56,2	
+430	0	22,2	7,4	4,4	59	155	261	0,38	22,0	23,4	39,1	52,1	
	0	19,8	6,2	2,6	42	144	191	0,42	15,4	23,8	38,4	49,0	
	0	14,6	3,0	0,9	30	156	110	0,43	10,2	26,3	36,9	40,0	
+370	0	10,0	3,1	1,5	48	142	104	0,34	9,3	27,3	32,9	30,6	
+210	3	10,5	3,6	2,0	55	131	107	0,35	9,8	26,2	32,4	28,3	
- 60	140	13,0	2,6	1,7	65	139	129	0,35	10,9	25,8	33,4	33,7	

PROFIL 4 Kleimarsch Darrigbüllk.		Tiefe (cm)	Horizonte	Körn. d. min. Subst. (%)						Corg. (%)	N <sub>t</sub> (‰)	Corg./N <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (ppm)	S <sub>t</sub> (ppm)
				< 2 μ	2-6 μ	6-20 μ	20-60 μ	60-200 μ	200-600 μ					
0		7	Ah	20	3	7	33	25	12	4,8	3,1	15,6	685	505
10		14	Ah	18	2	8	33	39	0	1,8	2,0	9,0	540	330
20		33	B <sub>v</sub> Go	15	2	7	34	42	0	0,8	1,0	8,0	340	190
30		33	B <sub>v</sub> Go	15	2	7	34	42	0	0,8	1,0	8,0	340	190
40		54	B <sub>v</sub> Go	16	3	6	36	39	0	0,4	0,5	7,5	330	140
50		54	B <sub>v</sub> Go	16	3	6	36	39	0	0,4	0,5	7,5	330	140
60		64	Go	21	3	10	42	25	0	0,2	0,4	4,7	355	130
70		77	Go	24	6	11	43	16	0	0,5	0,7	7,2	365	190
80		77	Go	24	6	11	43	16	0	0,5	0,7	7,2	365	190
90		90	Go	34	7	20	36	3	0	0,8	0,9	8,9	405	300
100		90	Go	34	7	20	36	3	0	0,8	0,9	8,9	405	300
		103	G <sub>ro</sub>	36	8	21	33	2	0	1,3	1,2	10,5	495	475
		103	G <sub>or</sub>	51	10	26	12	1	0	3,3	2,4	13,9	580	860

Tiefe (cm)	Porengrößenverteilung (Vol.-%)							Porenvol. (%)	Wasserleitf. cm·10 <sup>-3</sup> /sec.
	pF<0,5 >900 μ	pF 0,5-1,7 50-900 μ	pF 1,7-2,5 10-50 μ	pF 2,5-3,5 1-10 μ	pF 3,5-4,2 0,2-1 μ	pF 4,2-7,0 <0,2 μ	Σ Porengr.		
0-7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14-33	10,6	3,5	2,1	12,2	12,9	10,9	52,2	47,8	0,9
33-54	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54-64	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64-77	5,8	1,9	1,2	14,6	9,5	25,9	58,9	53,7	1,6
77-90	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90-103	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103-116	2,9	0,9	0,7	8,7	7,8	49,1	70,1	69,6	0,2

Ges.-Carb. (%)	Dolom. (%)	pH			AK (mval/100g)	wasserl. + aust. Kationen (mval/100g)						Ca/Mg
		H <sub>2</sub> O	KCl 1n	CaCl <sub>2</sub> n/100		Na	K	Mg	Ca	H	Σ Kat	
0	0	5,1	4,6	5,0	15,0	<0,1	0,5	0,8	5,0	12,0	18,3	6,3
0	0	5,3	4,7	5,1	14,0	<0,1	0,4	0,8	4,5	9,6	15,3	5,6
0	0	5,3	4,3	4,9	10,5	<0,1	0,3	0,8	3,0	8,0	12,1	3,8
0	0	5,9	4,9	5,5	10,5	0,1	0,1	1,2	5,0	6,4	12,8	4,2
2,8	1,7	7,9	7,1	7,4	16,0	0,5	0,1	2,1	11,0	0,3	14,0	5,2
3,2	2,0	8,0	7,2	7,6	16,0	0,4	0,1	2,4	15,5	0,2	18,6	6,5
1,7	1,7	7,7	7,0	7,4	25,0	0,7	0,2	3,7	19,0	0,8	24,4	5,1
1,0	1,0	7,5	7,0	7,3	40,0	0,7	0,2	4,0	21,5	12,0	38,4	5,4
0,2	0,2	7,2	6,7	7,1	45,0	0,8	0,4	6,0	35,0	4,8	47,0	5,8

Eh (mV)	Fe (‰)				Mn (ppm)		Al NaOH (‰)	Si NaOH (‰)	Na <sub>t</sub> -Na <sub>w+a</sub> (mval/100g)	K <sub>t</sub> -K <sub>w+a</sub> (mval/100g)	Mg <sub>t</sub> -Mg <sub>w+a</sub> (mval/100g)
	Fe <sub>t</sub> -Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub> 100/Fe <sub>d</sub>	Mn <sub>t</sub> -Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>d</sub>					
	9,6	4,4	2,9	66	78	193	0,63	15,5	24,3	31,2	15,7
630	9,6	5,2	3,5	67	134	123	0,98	14,2	25,2	32,9	17,4
635	10,8	4,8	2,4	50	140	119	0,73	11,8	26,1	33,7	19,0
615	12,5	4,6	2,0	44	149	170	0,49	10,5	26,4	35,2	20,3
490	15,2	5,4	2,9	54	139	200	0,46	13,9	24,7	35,2	36,7
500	18,6	8,1	4,7	58	150	351	0,43	19,8	23,5	37,0	47,1
515	24,3	14,0	8,7	62	88	1020	0,35	28,3	22,4	40,9	56,6
525	22,7	13,6	9,5	70	94	441	0,63	32,6	22,4	40,0	50,5
540	28,5	19,5	12,8	66	110	335	0,25	35,8	17,0	39,0	46,0



pH			AK (mval / 100g)	Wasserl. + aust. Kationen (mval / 100g)						Ca / Mg
H <sub>2</sub> O	KCl In	CaCl <sub>2</sub> n/100		Na	K	Mg	Ca	H	ΣKat.	
6,8	5,8	6,5	29,5	0,1	0,3	2,2	22,5	9,6	34,7	10,2
6,8	5,2	6,2	24,0	0,1	0,2	3,4	13,5	8,8	26,0	4,0
7,1	5,0	6,2	28,0	0,2	0,2	8,1	13,5	6,4	28,4	1,7
6,2	5,1	6,2	33,5	0,4	0,2	10,0	14,5	8,0	33,1	1,5
6,1	5,3	6,2	32,0	0,4	0,2	8,0	14,5	8,0	31,1	1,8

E <sub>h</sub> (mV)	Fe (‰)				Mn (ppm)		AlNaOH (‰)	SiNaOH (‰)	Na <sub>t</sub> - Na <sub>w+a</sub> mval / 100g	K <sub>t</sub> - K <sub>w+a</sub> mval / 100g	Mg <sub>t</sub> - Mg <sub>w+a</sub> mval / 100g
	Fe <sub>t</sub> - Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub> · 100 / Fe <sub>d</sub>	Mn <sub>t</sub> - Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>d</sub>					
+555	13,6	12,5	7,9	63	73	580	0,30	34,4	16,4	28,9	30,8
+605	19,8	11,7	8,8	75	99	341	0,35	38,0	19,5	33,6	32,9
+620	33,6	10,7	6,1	57	67	299	0,34	34,5	19,8	40,8	52,2
+590	36,3	16,9	10,4	62	137	236	0,33	36,8	17,0	42,3	50,3
+590	29,6	3,1	2,0	65	93	92	0,44	62,4	16,6	43,3	42,4

PROFIL 6		Körnung der mineralischen Substanz (%)						Corg. (%)	N <sub>t</sub> (‰)	Corg. / N <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (ppm)	S <sub>t</sub> (ppm)	
<u>Knickmarsch über Torf</u>	Tiefe (cm) Horizonte	< 2 μ	2 - 6 μ	6 - 20 μ	20 - 60 μ	60 - 200 μ	200 - 600 μ						
Südermarsch													
	0 - 5	A <sub>h</sub>	35	8	13	28	16	0	7,8	7,2	10,8	1260	1300
	5 - 23	A <sub>h</sub> G <sub>o</sub>	33	8	16	30	13	0	3,0	2,6	11,5	545	505
	23 - 40	G <sub>r</sub>	43	9	23	24	1	0	0,8	1,0	8,3	435	315
	40 - 50	T											

Tiefe (cm)	E <sub>h</sub> (mV)	Fe (‰)				Mn (ppm)		Al <sub>NaOH</sub> (‰)	Si <sub>NaOH</sub> (‰)	Na <sub>t</sub> - Na <sub>w+a</sub> (mval/100g)	K <sub>t</sub> - K <sub>w+a</sub> (mval/100g)	Mg <sub>t</sub> - Mg <sub>w+a</sub> (mval/100g)
		Fe <sub>t</sub> - Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub> · 100 / Fe <sub>d</sub>	Mn <sub>t</sub> - Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>d</sub>					
0 - 5		11,6	9,4	8,1	86	50	670	0,19	35,8	15,8	25,0	21,2
5 - 23		16,6	9,8	7,5	77	80	380	0,34	36,5	21,5	33,2	26,4
23 - 50	+90	28,5	18,6	14,2	76	282	713	0,71	34,3	21,2	38,8	43,0





PARALLEL-EXKURSION

ELBMARSCHEN



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 61 - 104 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

MÜLLER, W., u. BENZLER, J.-H. :

**Böden der Marschen Niedersachsens -  
insbesondere der Elbmarsch**

Prof. Dr. Werner Müller, Dr. Jobst-Henrich Benzler,  
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,  
3 HANNOVER-Buchholz, Alfred-Bentz-Haus, Stilleweg 2



ÜBERBLICK über LANDSCHAFT und BÖDEN

### Die Böden des Landes Kehdingen

Als Land Kehdingen bezeichnet man die Marschen und Moore zwischen Elbe und Oste nördlich der Schwinge und der Stader Geest. Es umfaßt damit den zentralen Teil des Elbmündungsgebietes, das im Westen von den Höhen der Wingst und der Stader Geest, im Osten von der Schleswig-Holsteinschen Geest zwischen Wedel und Itzehoe begrenzt wird. (Abb.1)

Im Untergrund der Marschen und Moore stehen glazifluviatile Schmelzwasser-sande des Elbe-Ürstromtales an, die in der letzten Eiszeit gebildet wurden. Sie sind teilweise zu Dünen aufgeweht worden, die örtlich noch die jüngeren Bildungen durchtragen (z.B. Bielenberger Düne).

Im Holozän kam es infolge des Meeresspiegelanstieges zur Torfbildung und zur Ablagerung überwiegend marinogener Sedimente im Gezeiteneinflußbereich der Elbe. Das heute teilweise über 20 m mächtige Holozän besteht aus einer Wechsellagerung von Schlickern und Torfen, wobei die Schichtmächtigkeiten örtlich sehr stark wechseln. Der Hauptteil der meist marinogenen Sedimente wurde im Mittelholozän (Calais-Unterformation) abgelagert unter marinen bis brackischen - im Süden auch fluviatilen - Sedimentationsbedingungen, wie Diatomeenuntersuchungen zeigten. Im Jungholozän (Dücker-Unterformation) nimmt die Sedimentmächtigkeit der einzelnen Folgen ab, die Torfe bzw. Dwöge (verdichtete subfossile Bodenbildungshorizonte), die die einzelnen Folgen trennen, liegen dichter übereinander. Die Sedimente werden brackischer bzw. fluviatiler. Gleichzeitig setzte im flußfernen Gebiet zwischen Elbe und Oste das Torfwachstum ein, das vom Niedermoor rasch zum mehrere Meter mächtigen Hochmoor führte (s. Schnitt durch die Elbmarsch).

#### **Abb.2**

Infolge des Ausbaues der Elbe zum Großschiffahrtsweg bis Hamburg haben sich Tidehub und Strömungsgeschwindigkeit stark erhöht. Dadurch ist auch die Verteilung von Meerwasser und Flußwasser im Flußbett geändert worden. Der Einfluß des Meerwassers reicht heute weiter flußaufwärts. Die ursprünglichen Grenzen zwischen marinem, brackischem und fluviatilem Sedimentationsbereich haben sich deshalb stark verschoben und entsprechen nicht mehr den Verhältnissen, wie sie während der Bildung der Kehdinger Elbmarsch bestanden.

Abb. 1:

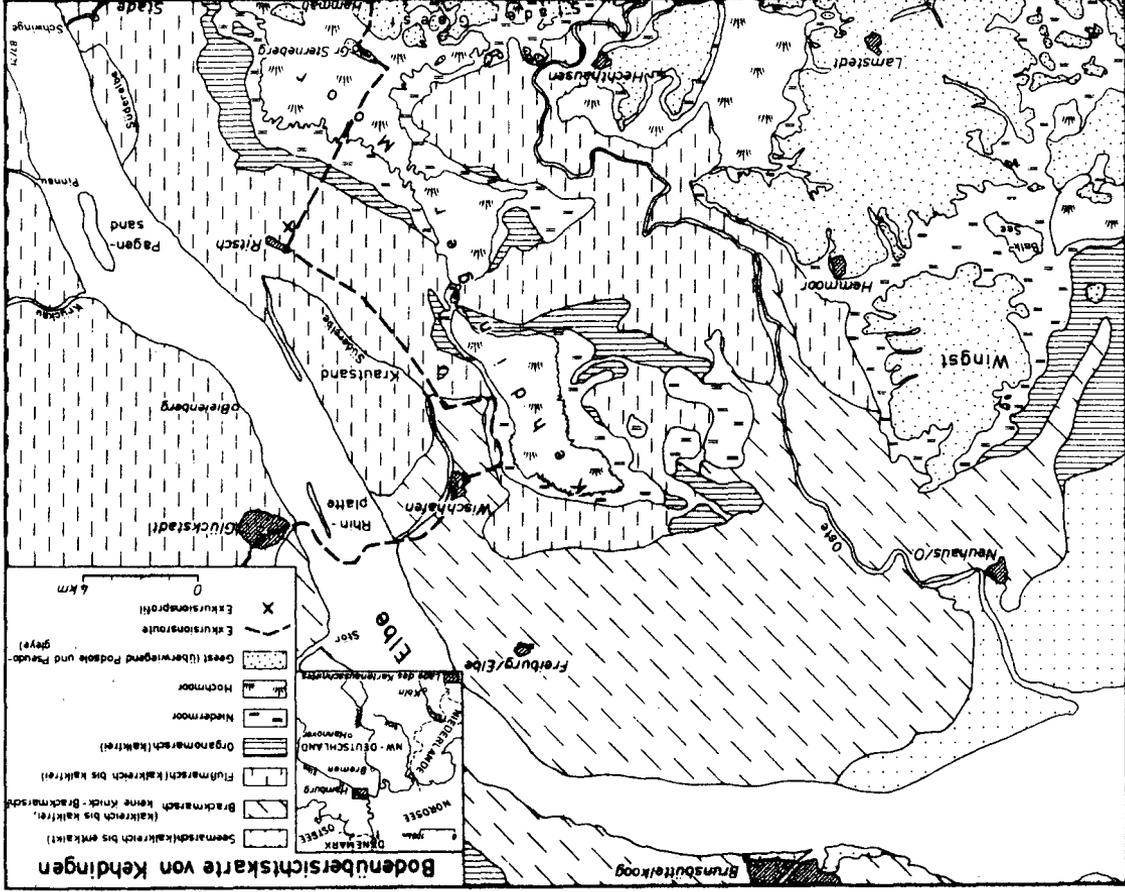
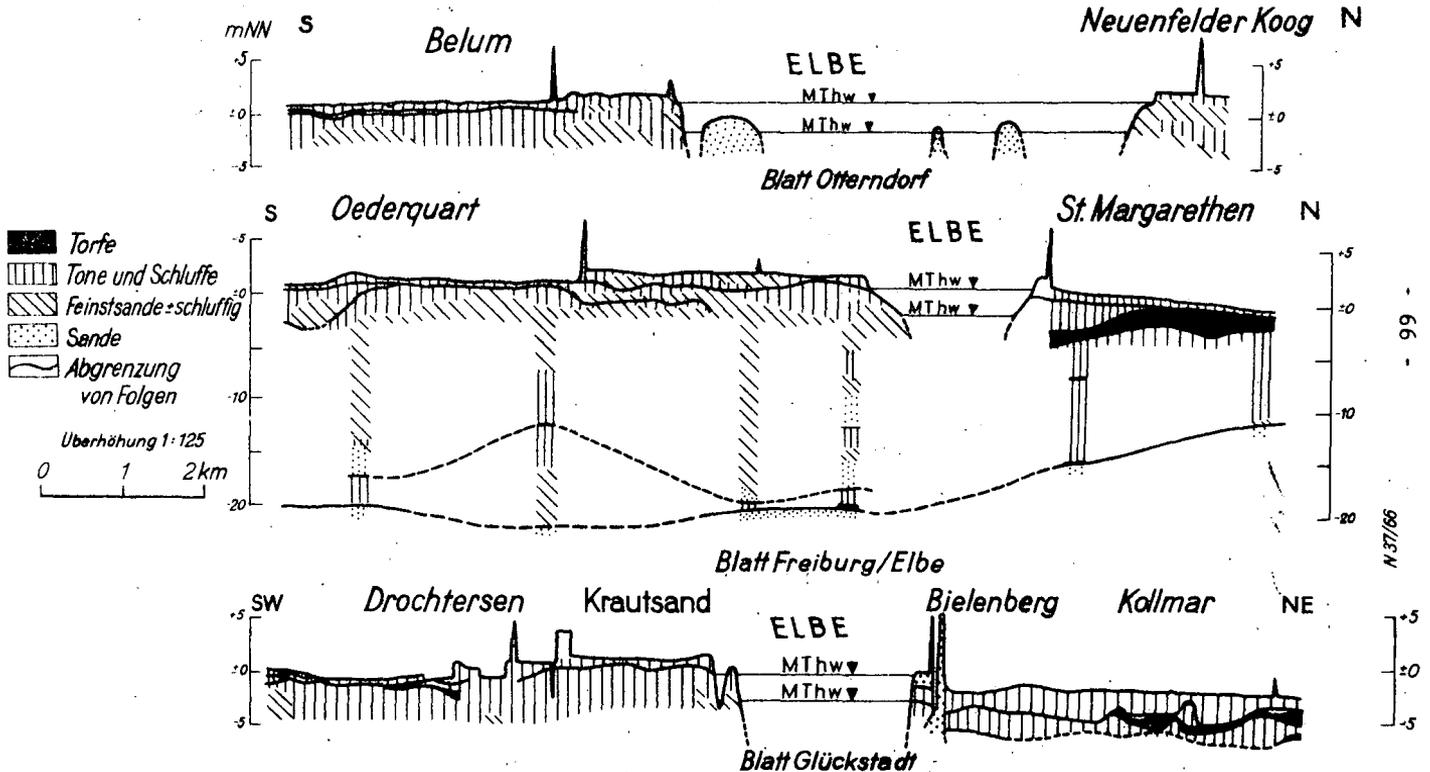


Abb. 2:

# Schnitte durch die Elbmarsch zwischen Otterndorf und Krautsand



Die Gliederung der Marschböden erfolgt im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung nach der Einteilung von W. MÜLLER: Danach werden die Marschen in die Abteilung der **semiterrestrischen Böden** als selbstständige Klasse eingegliedert. In dieser Klasse werden alle Böden zusammengefaßt, deren Aufbau und Dynamik durch die Sedimentation unter Einfluß des Meeres (Kalkgehalt, Salzgehalt, Meeresspiegelschwankungen, Gezeitenbewegung, Sedimentanlieferung und Lagerungsdichte der Sedimente) maßgeblich bedingt sind. (Abb. 3)

Innerhalb dieser Klasse werden Böden, deren Entwicklungsrichtung und Dynamik durch jeweils typische Sedimentationsbedingungen bestimmt sind, als Bodentypen herausgestellt. Es werden unterschieden:

- I. **Seemarsch** = Bodenbildung in kalkreichen, marinen Ablagerungen (Sedimentation bei Salzgehalten über 20 ‰) mit ursprünglich lockerem, stabilem Bodengefüge.
- II. **Brackmarsch** = Bodenbildung in kalkhaltigen bis kalkfreien brackischen Ablagerungen (Sedimentation bei Salzgehalten etwa zwischen 20 und 0,25 ‰), Böden mit sedimentationsbedingt dichtem Gefüge, z.T. mit sedimentationsbedingtem Solonetzcharakter.
- III. **Flumarsch** = Bodenbildung in kalkhaltigen bis kalkfreien Ablagerungen, die überwiegend im Süßwasser und nur gelegentlich in schwach brackischem Wasser (Salzgehalt 1 bis 0,25 ‰) bei geringer Gezeitenbewegung abgelagert wurden. Die mineralischen Sedimente stammen vermutlich noch zum größten Teil - nach mehrfacher Umlagerung - aus dem marinen Bereich.
- IV. **Organomarsch** = Bodenbildung in stärker mit organischer Substanz durchsetzten, meist kalkfreien brackischen bis fluviatilen Ablagerungen in Senken und Marschrandgebieten mit geringer Sedimentanlieferung oder anthropogene Böden in Abtorfungs- und Spittgebieten.

# Klasse: Marsch

Typen: Seemarsch

Brackmarsch

Flußmarsch

Organomarsch

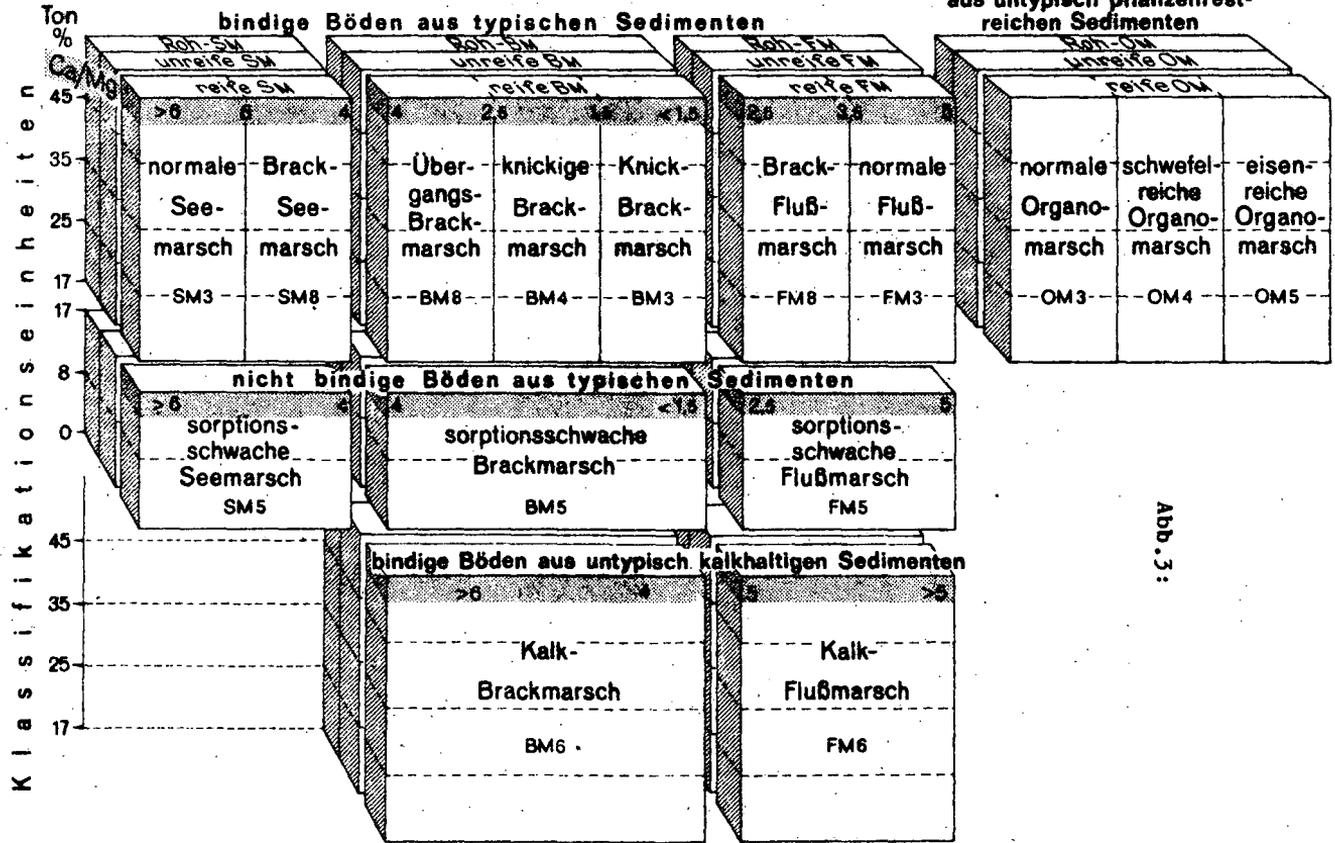


Abb. 3:

Zur weiteren Untergliederung der Bodentypen dienen folgende Merkmale und Eigenschaften:

Sedimentationsbedingungen, Mikrogefüge  
Entwicklungszustand (Durchlüftung, Entsalzung)  
Bodenart, Bodenartenschichtung  
Kationensorption  
Bodengefüge, Durchlässigkeit, Staunässe  
Schichtmächtigkeit, Über- und Unterlagerungen  
Dwoghorizonte  
Kalkgehalt, Gehalt an organischer Substanz  
Grundwasserstand, ökologische Feuchtestufe

Als Subtypen werden unterschieden:

a) der Normaltyp

normale Seemarsch  
knickige und Knick-Brackmarsch  
normale Flußmarsch  
normale Organomarsch

In der Elbmarsch tritt die knickige und Knick-Brackmarsch wegen besonderer Sedimentationsbedingungen nicht oder kaum auf (starker fluviatiler Einfluß)

b) Abweichungen vom Normaltyp

dazu gehören der unentwickelte, der unreife, der sorptionsschwache (verschlämmende), der kalkführende (nur bei Brack- und Flußmarsch), der schwefelreiche und eisenreiche (nur bei Organomarsch) und der rigolte Subtyp

c) Übergangsformen zu anderen Bodentypen

Brack-Seemarsch, Übergangs-Brackmarsch, Brack-Flußmarsch, Moormarsch.

Als Varietäten werden eingestuft die überdeckte, die unterlagerte und die Dwog...marsch (z.B. Brack-Seemarsch von Niedermoor unterlagert)-

Die Subvarietäten umfassen die Abstufung des Kalkgehaltes von kalkreich bis kalkfrei.

Die Variationen umfassen die ökologischen Feuchtestufen von naß bis frisch.

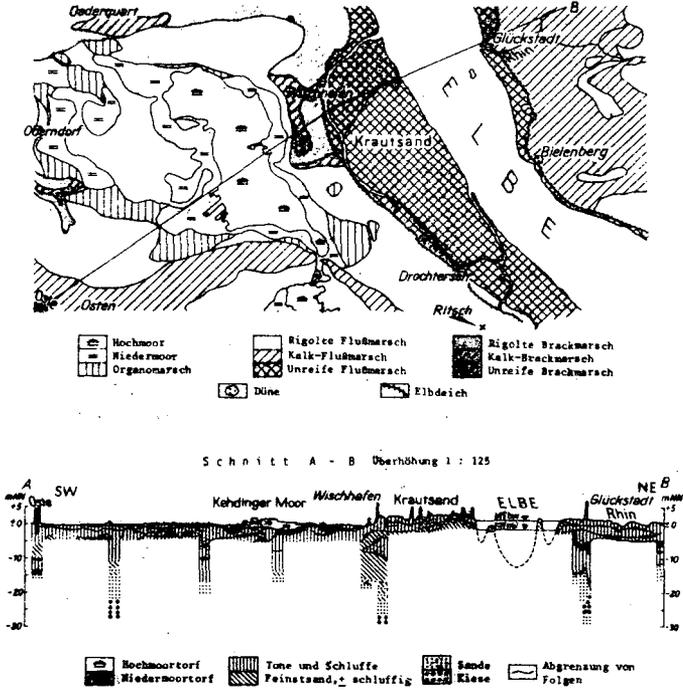
Die Formen umfassen die Bodenart von stark tonig bis schluffig-feinsandig.

Abb.4 zeigt die Verteilung der Bodentypen für Marsch und Moor in Kehdingen. Die Grenze zwischen Seemarsch und Brackmarsch verläuft an der Ostemündung, die Grenze zwischen Brackmarsch und Flußmarsch etwa von der Wingst am Nordrand des Kehdinger Moores entlang nach Krautsand, wobei die Brackmarsch zungenförmig an den Flußläufen nach Süden vorstößt. Die Organomarsch bildet den Übergang zu den Niedermooren und Hochmooren im zentralen Teil Kehdingens und am Rand der Wingst und der Stader Geest.

Von den Subtypen der Seemarsch finden wir westlich der Oste binnendeichs normale Seemarsch und Brack-Seemarsch. Außendeichs beiderseits der Ostemündung tritt in den Gebieten, die in den letzten Jahrhunderten aufgeschlickt sind, unentwickelte (Roh-)Seemarsch und unreife Seemarsch auf. Beide Subtypen haben geringe Tongehalte und werden sich daher nach der jetzt durchgeführten Eindeichung zur sorptionsschwachen (verschlammenden) Seemarsch weiterentwickeln.

Die Brackmarschen nehmen den nördlichen Teil von Kehdingen ein. Unentwickelte (Roh-) Brackmarsch und unreife Brackmarsch treten vorwiegend in den Außendeichgebieten an Elbe und Oste auf, daneben auch auf den abgeziegelten Flächen. Nach dem Brande von Hamburg 1849 und während des Ausbaues des Hamburger Hafens Ende des 19. Jahrhunderts bestand ein großer Bedarf an Ziegelsteinen. In kurzer Zeit entstanden in Kehdingen längs des Elbdeiches 188 Ziegeleien, meist im Besitz der größeren Bauern, die ihre Ländereien abgraben ließen. Die etwa 1 m tiefen Ziegeleigruben stellten früher nasses Ödland dar, auf dem die Bodenentwicklung stark gehemmt war. Heute werden sie durch Kleinschöpfwerke entwässert und die Bodenentwicklung kann schneller vorangehen. Sie führt je nach den freigelegten Schichten teils zur Kalk-Brackmarsch, teils zur sorptionsschwachen (verschlammenden) Brackmarsch. Die gleiche Entwicklung werden auch die Böden der Außendeichsländereien nehmen, wenn die begonnene Eindeichung beendet ist und die bis jetzt noch + regelmäßig eintretende Überflutung und Überschlickung aufhört.

Bodentypen und Holozanaufbau auf Blatt Glückstadt und Wischhafen (Niederelbe)



Binnendeichs sind die Brackmarschen durch den Subtyp Übergangs-  
(allgemeine) Brackmarsch vertreten. Die typische Ausbildung der  
Brackmarsch, die Knick-Brackmarsch, wurde im Elbegebiet nicht an-  
getroffen. Wahrscheinlich ist es durch die starke Oberwasserführung  
der Elbe im Gegensatz zu Weser und Ems nicht zur Ausbildung der für  
die Entstehung von Knick-Brackmarschen erforderlichen Sedimentations-  
bedingungen gekommen.

Die Übergangs-Brackmarschen sind im Elbegebiet durch einen relativ  
hohen Tongehalt bei ziemlich hoher Lagerungsdichte und das Auftreten  
von Dwögen (verdichteten, wasserstauenden, sufossilen Bodenbildungs-  
horizonten) gekennzeichnet, die oft zu zwei oder drei im Profil über-  
einander liegen.

Etwa um 1100 nach Chr.Geb. wurde die Elbmarsch eingedeicht. Bei der  
nachfolgenden Besiedlung und Inkulturnahme wurden die Flächen durch  
Gräben in lange, schmale Streifen zerteilt und diese mit dem Grabenaus-  
hub zu Ackerbeeten aufgehöhht. Die Beetwölbung erreicht oft 1 m Höhe bei  
nur 20 m Beetbreite. Dadurch wurde der Grundwasser- und Staunässeein-  
fluß auf die Ackerkrume herabgesetzt und die Nutzung erleichtert.

In späteren Jahrhunderten wurde wiederholt kalkreiches, tonärmeres  
Material aus dem Untergrund durch das sogenannte Kühlen oder Wühlen  
(Blausandmelioration) der Krume beigemischt. Die Kuhlflöcher wurden mit  
Grabenaushub und anderem ungünstigen Material wieder zugefüllt. Durch  
beide Maßnahmen wurde das ursprüngliche Bodenprofil sehr stark verändert.  
Derartige Flächen werden daher als Rigolte Brackmarsch bezeichnet.

Kalk-Brackmarschen treten bevorzugt im Bereich von Deichbrüchen oder  
in verlandeten Elbarmen auf. Südlich Wischhafen z.B. wurde während  
der Sturmflut 1717 der Deich zerstört und das Gebiet bis zum damaligen  
Hochmoorrand überflutet. Als es 1742 endlich gelang, die alte Deichlinie  
wieder herzustellen, war das eingedeichte Gebiet bis auf eine Restrinne  
mit kalkreichen brackischen Sedimenten aufgeschlickt (Neuland). Da die  
Kalk-Brackmarschen von Natur aus Kalk enthalten, wurden sie nur in  
Ausnahmefällen gekuhlt.

Die sich an die Brackmarschen anschließenden Flußmarschen besitzen ebenfalls meist ein bis drei Dwoghorizonte. Als Subtyp gehören sie zu den Brack-Flußmarschen, weiter elbaufwärts zur normalen Flußmarsch. Beide sind durch Beetkultur und Kühlen wie die Brackmarschen im oberen Profilteil stark verändert worden, und müssen daher als Rigolte Flußmarsch bezeichnet werden.

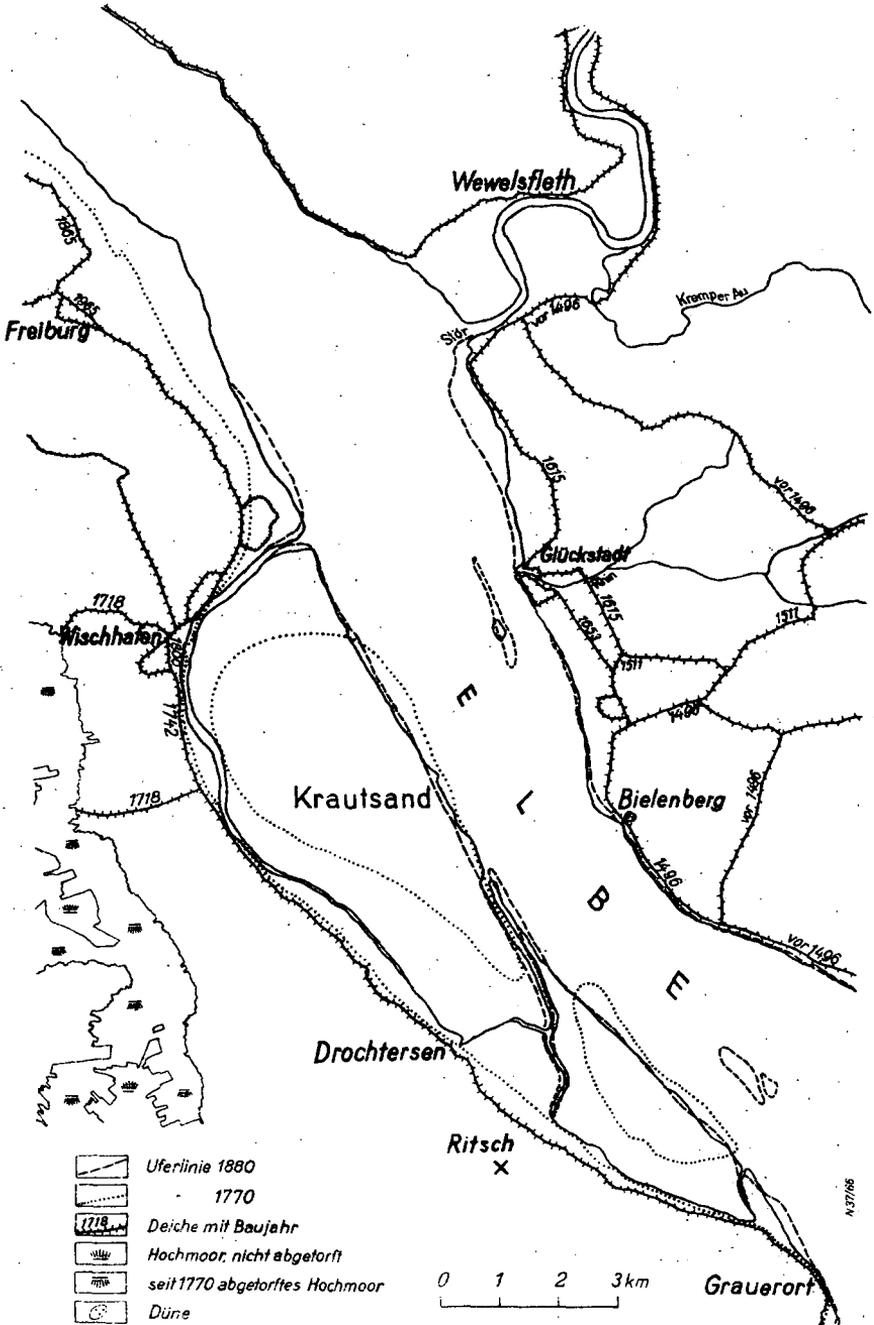
Kalk-Flußmarsch findet sich hauptsächlich in einem Streifen zwischen Oste und Elbe südlich des Nordteiles des Kehdinger Moores, der wahrscheinlich einen alten Elbarm darstellt, und im Gebiet um Glückstadt am Ostufer der Elbe, das erst zwischen 1500 und 1600 eingedeicht wurde.

- (Abb. 5) -

Außendeichs, besonders auf der Insel Krautsand, hat sich in kalkführenden Sedimenten unreife Flußmarsch entwickelt, die stellenweise starke Anreicherung an Schalen von Süßwassermollusken zeigt. Die zahlreichen Ziegeleigruben (1900 gab es 30 Ziegeleien auf Krautsand) wurden in kurzer Zeit wieder zugeschlickt. Aus diesen jungen Sedimenten entstanden unentwickelte (Roh-) Flußmarschen. Nach der vorgesehenen Eindeichung von Krautsand werden sich beide Subtypen zur Kalk-Flußmarsch weiterentwickeln, örtlich bei geringen Tongehalten auch zur sorptionssschwachen (verschlammenden) Flußmarsch.

Mit der Besiedlung der Marschen an Elbe und Oste begann von beiden Seiten her die Abtorfung des Kehdinger Hochmoores. Oft wurden die unter dem Torf liegenden marinogenen Sedimente freigelegt. Sie wurden mit der zurückgelassenen obersten Hochmoorschicht, der Bunkerde, vermischt und die Flächen außerdem teilweise noch durch Beetwölbung und Kühlen zusätzlich verändert. Die so entstandenen, humusreichen, oft stark vernästen Böden stellen Rigolte Organomarsch dar. Sie liegen im engräumigen Wechsel mit Flächen, auf denen die freigelegten Sedimente bereits von Natur aus einen hohen Anteil organischer Substanz enthielten und deren Böden als normale Organomarsch zu bezeichnen sind. Örtlich tritt auch schwefelreiche Organomarsch (Katteklei der Niederländer) auf, die sich durch Maibold kenntlich macht und in der bei Durchlüftung freie Schwefelsäure entsteht, die zeitweilig zu sehr niedrigen pH-Werten ( $< 2,5$ ) führt. Eisenreiche Organomarsch (Roodorn der Niederländer) wurde nicht angetroffen.

Abb. 5: Elbmarsch bei Glückstadt-Krautsand in der Neuzeit



Den Übergang zu den Moorböden bilden die Moormarschen. So werden Böden bezeichnet, bei denen eine 2 bis 4 dm mächtige, deutlich abgesetzte Kleidecke über dem Moor liegt. In der Regel handelt es sich dabei um natürliche Überschlickung. Ist sicher, daß die Kleiauflage durch Meliorationsmaßnahmen aufgebracht wurde, wird von Spitt-Moormarsch gesprochen.

Räumlich und ihren Eigenschaften nach stehen den Organomarschen die Niedermoore nahe, die hier meist eine natürliche Durchschlickung oder geringmächtige Überschlickung erfahren haben. Oft ist allerdings nicht mehr zu unterscheiden, ob der Klei natürlicher oder künstlicher Herkunft ist. Kleifreie Niedermoore kommen praktisch nicht vor.

Die noch nicht abgetorften Hochmoore des Kehdinger Moores sind durch Entwässerung und landwirtschaftliche Nutzung mehr oder weniger stark beeinflusst und verändert. Unberührtes Hochmoor ist nicht mehr vorhanden.



EXKURSIONSRUTE

Glückstadt: Festung, 1600 gegründet. Umliegendes Gebiet 1500 bis 1600 bedeckt, Kalk-Brackmarschen. Örtlich anschließend normale (kalkfreie) Flußmarsch, die über Organomarsch in das Geestrandmoor übergeht.

Fähre Glückstadt-Wischhafen: Am Deich bei Bielenberg durchragt eine Sanddüne die Marsch, auf der Geräte der jüngeren Steinzeit gefunden wurden. Die Elbinseln Rhinplatte und Pagensand sind heute nur noch reine Sandinseln.

Der Elblauf verlagert sich von Westen nach Osten. Dadurch erfolgt im Westen Verlandung älter Elbarme (Süderelbe) und Landgewinn (Wachstum der Insel Krautsand, die demnächst bedeckt wird), im Osten Landverlust (Deiche ohne Vorland). Das Strombett der Elbe wird heute durch Uferbauten festgelegt.

Wischhafen: Südlich des Ortes brach bei einer Sturmflut 1717 der Deich. Das Land wurde bis zum damaligen Hochmoorrand überflutet. Der Einbruch wurde durch Flügeldeiche abgeriegelt. Erst 1742 wurde der alte Deich wieder hergestellt. Bis dahin wurden kalkhaltige brackische Sedimente abgelagert, die sich nach Eindeichung zu Kalk-Brackmarschen entwickelten.

Kehdinger Marsch: Der Klei der Ufergebiete wird weithin für Ziegeltongewinnung, etwa 1 m tief, abgegraben. Die Ziegelei-gruben stellten früher nasses Ödland dar. Heute werden sie mit Kleinschöpfwerken entwässert und landwirtschaftlich genutzt.

Die Bedeichung und Besiedlung der Kehdinger Elbmarsch erfolgte etwa um 1100. Durch Kultivierung wurden schmale, lange Ackerbeete geschaffen, die, bei 20 m Beetbreite, durch Grabenaushub bis 1 m aufgehöhht wurden.

Die so entstandenen breiten und tiefen Gräben dienen der Entwässerung. Jahrhundertlanges "Kuhlen" bzw. "Wühlen" (Heraufbringen von kalkhaltigem tonarmem Untergrundmaterial) auf die tonreichen, kalkfreien Böden führt zur Bildung von Rigolter Brackmarsch bzw. Rigolter Flußmarsch.

Kehdinger Moor: In der nassen Senke zwischen Elbe und Oste bildeten sich Niedermoore, die schließlich von Hochmoortorfen überdeckt wurden. Seit Besiedlung der Elbe- und Oste-Marschen wurden diese Moore vom Rande her abgetorft. Das geschlossene Mooregebiet ist heute bereits in einzelne Inseln aufgelöst. Durch "Kuhlen" mit kalkhaltigem Untergrundmaterial ist aus den Moorresten weithin Organomarsch entstanden. Heute findet kaum noch bäuerlicher Torfstich statt, vereinzelt erfolgt industrieller Torfabbau.

Ritsch: Das Elbufer war schon um Chr.Geb. relativ dicht besiedelt. Zuerst als Flachsiedlung, später erfolgte mit zunehmender Sturmflutgefahr (Meeresspiegelanstieg, Klimaänderungen) Wurtenbau. Verlassene Flachsiedlungen wurden überschlickt. Siedlungen in der Marsch werden fast immer auf Uferwällen gegründet.

Das Exkursionsprofil Ritsch liegt in der Nähe einer überschlickten Flachsiedlung.

Groß-Sterneberg: Die Straße von Ritsch nach Groß-Sterneberg führt quer durch das Kehdinger Moor. Östlich der Straße wurde ein vorgeschichtliches Steingrab beim Abtorfen freigelegt, es zeigt den Beginn des Torfwachstums an.

Groß-Sterneberg ist eine rein landwirtschaftliche Moorsiedlung und wurde erst 1906 gegründet. Starke Moorsackung und Verluste an Torfsubstanz durch Entwässerung und Ackerbau schränkte die landwirtschaftliche Nutzung immer stärker ein. Die Gehöfte liegen auf einer Geestdurchragung.

Hammah:

Es liegt am Abfall der Stader Geest zu Marsch und Moor. Die Geest wurde durch Gletscher und Schmelzwasser der Saaleiszeit geformt. Die Böden sind je nach Relief und geologischem Substrat sehr unterschiedlich ausgebildet. Die Senken und Täler sind meist vermoort.

Stade:

Stade liegt auf einem Salzstock, an dessen Rand geologisch ältere Schichten (bis Zechstein) aufgestiegen sind. Der Elbhafen an der Schwingemündung ist älter als der von Hamburg.

Der Steilabfall der Geest bietet einen Blick über das Elbtal. Im Vordergrund befindet sich nasses Sietland, meist Moore mit Übergängen zur Flußmarsch, dahinter liegen auf der "hohen Marsch" die Obst-Anbauflächen des "Alten Landes" (größtes geschlossenes Obstanbaugebiet Deutschlands).

Buxtehude-Harburg: Die Wohn- und Industrie-Siedlungen der Großstadt Hamburg greifen immer weiter ins Umland. Der Endmoränenzug der "Schwarzen Berge" bildet als Wald- und Erholungsgebiet den Übergang zur Lüneburger Heide.

**EXKURSIONSPROFILE und BODENANALYSEN**

Exkursionsprofil R i t s c h

Das Profil Ritsch, eine Rigolte Flußmarsch, liegt im Bereich der hohen Marsch, etwa 1 km vom heutigen Elbdeich entfernt (Abb. 6), an einer Ziegeleigrube. Der Längsschnitt durch das Ackerbeet, der durch das Abziegeln sichtbar wurde (Abb. 7), zeigt den typischen Aufbau der Marschen aus Rinne, Uferwall und Hinterland. Zur Zeit des oberen Mittelholozäns (Folge m3, Fiel-Schicht) verlief hier ein Elbarm, der mächtige kalkreiche, tonärmere Sedimente ablagerte (Horizont IV-Gr2 in Profil 1). Nach Abschluß der Sedimentation kam es zur Bodenbildung, die sich im rinnenferneren Bereich bei Profil 1 und 7 als humoser Horizont über etwa 1/2 Meter mächtigen kalkfreien Schichten (Horizonte IV fAhGr und IV Gr1) erhalten hat. Im Bereich der zentralen Rinne fehlen diese Horizonte. Entweder haben sie sich hier nicht entwickelt, weil die Rinne nicht verlandete, oder sie sind später erodiert worden. Die Grenze zu den überlagernden jüngeren Sedimenten ist hier nur durch Änderung der Korngrößenzusammensetzung erkennbar. Nach 14C-Datierungen, die von Dr. GEYH im NLFB Hannover an einem vergleichbaren Profil etwa 1 km nordwestlich von Ritsch durchgeführt wurden, ist der fossile, z.T. noch stärker humose A-Horizont um  $2125 \pm 100$  Jahre vor Chr.Geb. entstanden.

Im unteren Jungholozän sind nach Verlandung der großen Rinne noch zwei kleinere Restrinnen, R1 und R2, im Bereich des Aufschlusses vorhanden. Durch sie wurden kalkfreie, tonreiche Sedimente geringerer Mächtigkeit in zwei Folgen abgelagert, wobei der jeweilige Abschluß der Sedimentanlieferung durch verdichtete subfossile Bodenbildungshorizonte (Humusdwog) gekennzeichnet wird. Der untere Humusdwog (Horizont III fAhSd) wurde um  $1355 \pm 120$  Jahre vor Chr.Geb. gebildet, gehört also zur Folge ju1 (Meldorf-Schicht), der obere (Horizont II fAhSd) entstand etwa  $280 \pm 115$  Jahre vor Chr.Geb., gehört demnach zur Folge ju2 (Schwabstedt-Schicht). Die darüber liegenden Sedimente

Abb. 6 Exkursionsprofil Ritsch  
Lageplan

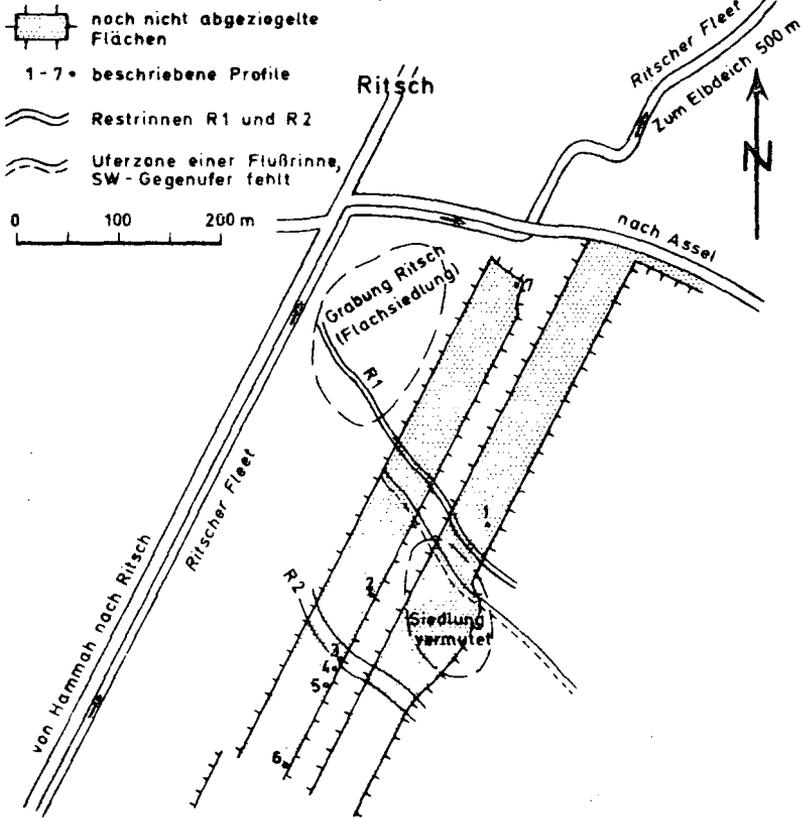
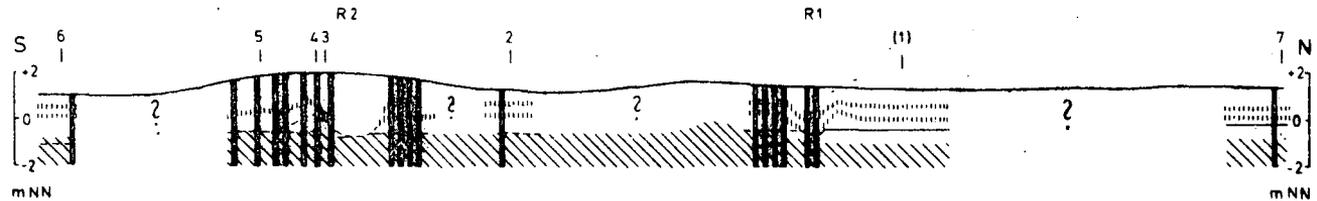


Abb. 7 Längsschnitt durch ein Ackerbeet der Kehdinger Elbmarsch  
(Ziegelei-grube Ritsch)



0 100m

Überhöhung 1:10

- Abgrenzung der Folgen von Ablagerungsperioden durch
- ..... fossile verdichtete humose Bodenbildungshorizonte = Humuswöge
  - fossile nicht verdichtete Bodenbildungshorizonte
  - Sedimentwechsel (Anderung der Bodenart)
  - //// tonärmere kalkreiche Schichten
  - █ Kuhilöcher
  - 1-7 beschriebene Profile

Querschnitt durch ein Ackerbeet der Kehdinger Elbmarsch



0 5m

- ..... alte Oberfläche
- ..... Humuswöge
- ▭ aufgebrachtener Klei (Beetaufwölbung)

(Horizont Sw) sind bis zur Bedeichung der Elbmarschen um 1100 abgelagert worden, gehören also dem oberen Jungholozän an (Folge j01 und j02, Tönning-Schicht).

Die obersten Schichten (Horizont YAh und YSw) sind bei der Anlage der Ackerbeete aufgebracht und durch das spätere "Kuhlen" (Aufbringen kalkreichen Untergrundmaterials) weiter verändert worden. Die zahlreichen Kuhlöcher sind in der Profilwand deutlich zu erkennen. Ihre Füllung besteht teilweise aus Grabenaushub, teilweise aus ackerbaulich ungünstigem Krumenmaterial.

Diese Alterseinstufungen werden bestätigt durch die Ergebnisse archäologischer Untersuchungen. Auf dem Uferwall der nördlichen Restrinne R1 wurde von HAARNAGEL 1937 eine Siedlung ausgegraben, die in der spät-römischen Kaiserzeit als Flachsiedlung angelegt und bis zum Beginn des Wurtensbaues Anfang des 4. Jahrhunderts nach Chr.Geb. bewohnt war. Diese Siedlung lag auf dem oberen Dwog, der also vorher entstanden sein muß. Das Alter des oberen Dwoges mit 280 Jahren vor Chr.Geb. paßt gut zu der archäologischen Datierung. Da die verlassene Siedlung noch von Klei überdeckt war, muß auch nach dem 4. Jahrhundert noch eine Sedimentation erfolgt sein. Diese wird spätestens mit der Bedeichung der Kehdinger Marsch zu Beginn des 11. Jahrhunderts aufgehört haben. Siedlungsspuren (Scherben, Knochen, Holzpflocke, Asche, Holzkohle) finden sich auch verbreitet außerhalb der damals untersuchten Siedlung, so daß zu vermuten ist, daß die Uferwälle der Rinnen auf weite Strecken hin besiedelt waren.

Von der Oberflächengestaltung her vermutet man bei Profil 4 und (1) die Uferwälle einer breiten Rinne, die bei Profil 2 liegen müßte. Der Längsschnitt (Abb. 7) zeigt jedoch, daß jeder dieser "Uferwälle" dem Inversionsrücken über einer kleineren Rinne entspricht, die z.T. noch durch Siedlungsauftrag überhöht sind, und die Senke dazwischen das Hinterland beider Rinnen darstellt. Dies ist ein Beispiel für die jedem Kartierer bekannte Tatsache, daß aus einem einzelnen Profil nicht zuverlässig auf die Genese eines Gebietes geschlossen werden kann, sondern nur durch eine flächenhafte Kartierung.

Die Humusdüge weisen eine geringe Wasserdurchlässigkeit auf und wirken als Staukörper, über denen häufig freies Wasser auftritt. Das ganze Profil bekommt dadurch den Charakter eines "Pseudogleyes", der heute noch stärker dadurch hervortritt, daß durch die verstärkte Grundwasserabsenkung vermittels Kleinschöpfwerk und Dränung der ursprüngliche Gley-Charakter des Profils zurückgetreten ist.

Ort: Kehdinger Elbmarsch, Nähe Krautsand; Ziegeleigrube südlich Ritsch,  
Gemeinde Assel; Geländehöhe 1,5 - 2,0 m + NN  
Top. Karte 1 : 25 000 Blatt Stade-Nord (2322)  
h 59 51 200 r 35 27 105

Landschaft: Hohe Marsch, eben, stark gewölbte Ackerbeete, die weithin abgegraben (abgeziegelt) sind. Profil 1 auf Beetmitte, Profile 2 bis 7 an der Stichwand der Ziegeleigrube (siehe Abb. ... und ...).

Geologie und Petrographie: Kalkfreie, tonig-schluffige bis tonige, meist geringmächtige marinogene Sedimente des fluviatilen bis schwach brackischen Gezeiteneinflußbereiches, abgelagert während verschiedener Folgen von Ablagerungsperioden des Jungholozäns, über kalkreichen, feinstsandig-schluffigen marinogenen Sedimenten des oberen Brackwasserbereiches mit gelegentlich stärkerem Süßwassereinfluß, abgelagert im Mittelholozän.

Klima: Niederschläge (langjährige Mittelwerte)

Jahresmittel: 740 mm

während der Weidezeit (Mai-Oktober): 440 mm

Hauptniederschläge im Juli (90 mm) und August (100 mm)

Lufttemperatur (langjährige Mittelwerte)

Jahresmittel: + 8,5°C

während der Weidezeit (Mai-Oktober): + 14,0°C

wärmster Monat: Juli (+ 16,5°C)

kältester Monat: Januar (+ 0,5°C)

Hydrologie: Bedeichtes, gepoldertes und teildränirtes Tideeinflußgebiet.

Wasserdurchlässigkeit der Böden durch Humusdwöge - verdichtete, fossile Ah-Horizonte herabgesetzt. Mittlerer Grundwasserstand auf der nicht abgezielten Fläche in etwa 1,2 m Tiefe, Grundwasserschwankung etwa zwischen 0,6 und 1,8 m, auf den abgezielten Flächen in 0,1 - 0,3 m Tiefe, kaum schwankend.

Vegetation und Nutzung: Typische Fettweiden (*Lolieto-Cynosuretum typicum*).

Grünlandnutzung, Weide, zum Teil Mähweide. Ziegeleigruben.

Bodentyp: Rigolte Flußmarsch mit Dwögen  
(Aquept)

Die von Dr. BENDA im NLF3 Hannover durchgeführte Diatomeen-Untersuchung der Proben 2/6,9; 3/4,6,7; 4/3,5 und 5/4,6,7 bestätigt die Einstufung des Profils Ritsch in den brackisch-fluviatilen Übergangsbereich. In allen Proben kommen zahlreiche allochthone marine Diatomeenschalen vor, die die Herkunft der Sedimente von der See beweisen. Die autochthonen Arten sind dagegen für das "Obere Brackwasser" BROCKMANN's charakteristisch, der Sedimentationsraum kann daher dem meso- bis oligohalinen Brackwasser nach EKMAN bzw. dem Oligo- bis Meio-Mesohalinikum nach REMANE zugeordnet werden.

Profilbeschreibung Ritsch 1:

(Horizontsymbole der FAO in Klammern)		Tiefe (cm)	Probe Nr.
YAh (Ah)	Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; dunkelbraungrauer (1oYR 2-3/1), stark schluffiger Ton, stark durchwurzelt, polyedrisch	10	1 2
YSw (Bgl)	Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; stark bräunlich-grüngrauer (1oYR 4-5/1), stark schluffiger Ton, schwach eisenfleckig, polyedrisch-feinprismatisch	37	3
		50	4
		58	5
Sw (Bg2)	bräunlichgrüngrauer (1oYR 5/1), schwach schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch		6
IIAhSd (IIAh/Bg)	Staukörper: fossiler Ah-Horizont (Humusdwog); stark dunkelbläulichgrauer (N3-4/0), schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch, dicht	112	7
			8
			9
		120	10
IIISw (IIIBg)	grüngrauer, nach unten zunehmend bläulicherer (2,5Y 4/2 → 5Y 3-4/1), stark schluffiger Ton, schluffstreifig, stark eisenfleckig, prismatisch; im unteren Teil freies Wasser		11
			12
			13
IIIfAhSd (IIIAh/Bg)	Staukörper: fossiler Ah-Horizont (Humusdwog); sehr stark dunkelblaugrauer (N 2/0), schwach schluffiger Ton, schwach eisenfleckig, prismatisch, dicht	158	14
			15
		185	16
IIIGo (IIIBg)	blaugrauer (1oY 3-4/1), schwach schluffiger Ton, nach unten übergehend in stark tonigen Schluff, dabei zunehmend schluffstreifig und eisenfleckig, grobprismatisch	205	17
			18
			19
IIIGor (IIICgr)	dunkelfleckig blaugrauer (N 5-6/0), schluffiger bis schwach schluffiger Ton, eisenfleckig, beginnende Gefügeentwicklung (prismatisch)	260	20
IVfAhGr (IVAh/Gr)	fossiler, stärker humoser A-Horizont, dunkel-streifig bräunlichblaugrau (2,5GY 3/1), schwach schluffiger Ton, schwefeleisenhaltig, viel Pflanzenreste, sehr weich		18
			19
IVGr1 (IVCr1)	dunkelfleckig blaugrauer (1oBG 4/1), schluffiger Ton, schwefeleisenhaltig, viel Pflanzenreste, sehr weich		19
IVGr2 (IVCr2)	blaugrauer (1oBG 5/1), stark schluffiger Ton, übergehend in stark tonigen Schluff, zunehmend schluffstreifig, kalkreich (Kuhlerde), Pflanzenreste, Spülsäume	360	20

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	pH-Wert			Org. Substanz					Carbo-nat	mg/100 g Feinboden																			
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C <sub>t</sub>	C <sub>g</sub>	N <sub>t</sub>	C <sub>t</sub>	N <sub>t</sub>		Austauschbare Kationen																			
												AK	H	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al		Mn	Mg	Mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1/1	3-10	YAh	4,6	4,9	5,7	1,4	2,4	0,13	0,8	-	50,0	20,5	0,2	9,4	1,7	0,7	0,1	0,2	0	0,85	0,79	1,1	-	0,03	76,8	26,3	14,2	184	17,7	181	41,5
2	15-20	YSw	5,2	5,4	6,2	1,3	2,2	0,14	9,3	-	65,0	22,0	7,7	13,7	2,4	0,7	0,1	0,1	0	0,81	0,76	1,1	-	0,03	71,0	19,0	16,6	187	17,7	171	47,0
3	30-35	YSw	5,5	5,8	6,4	0,8	1,4	-	-	-	68,8	22,2	7,0	14,7	2,4	0,6	0,1	0,2	0	1,02	0,95	1,1	-	0,07	80,7	11,6	19,1	164	14,6	177	39,5
4	40-45	Sw	5,6	6,2	6,5	1,0	1,8	0,11	9,1	-	82,4	33,9	6,0	23,1	4,8	0,6	0,2	0,2	0	1,92	1,06	1,8	-	0,09	97,3	8,6	28,2	184	14,1	79	7,1
5	50-58	II fAhSd	5,7	6,1	6,8	1,2	2,1	0,11	10,9	-	84,5	25,8	4,0	19,3	4,0	0,5	0,2	0,2	0	0,69	0,46	1,5	-	0,13	27,7	4,4	25,6	168	12,4	51	6,0
6	65-70	IISw	5,8	6,2	6,9	0,4	0,7	-	-	-	87,0	19,2	2,5	13,4	3,9	0,4	0,2	0,2	0	0,64	0,43	1,5	-	0,07	33,7	11,4	26,2	130	10,5	32	2,5
7	86-90	IISw	5,8	6,3	6,6	0,4	0,7	-	-	-	85,4	17,0	2,5	11,4	4,0	0,4	0,1	0,2	0	0,49	0,39	1,3	-	0,11	43,5	15,0	28,3	131	10,5	47	6,9
8	103-108	IISw	5,7	6,1	6,7	1,0	1,7	0,10	10,0	-	82,3	31,3	5,5	19,5	7,3	0,7	0,2	0,2	0	0,81	0,73	1,1	-	0,10	78,8	15,3	37,1	207	17,8	93	20,6
9	108-112	IISw	5,7	6,1	6,6	1,6	2,7	0,18	8,9	-	85,0	40,3	6,0	25,9	8,8	0,8	0,3	0,2	0	0,95	0,74	1,3	-	0,08	48,0	5,7	39,3	207	19,9	72	14,0
10	113-118	III fAhSd	5,8	6,1	6,6	2,0	3,4	0,17	11,8	-	85,5	42,7	6,2	29,2	9,6	0,8	0,2	0,1	0	0,84	0,61	1,4	-	0,07	35,8	4,2	40,5	200	25,9	35	6,4

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	Korngrößenverteilung (φ in μ) in X des Feinbodens										in X Ges. Bod.	Porengrößenverteilung (Äquivalent φ in μ) in X des gesätt. Bodenvolumens					Ges. Poren-Vol. (CPV)	Trock. Raum-Gew. (TBC)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (X 10 <sup>-3</sup> g cm/sec) in Stechzylindern												
			Ton		Schluff			Sand						φ > 600 μ	φ > 50 μ	50-10 μ	10-0,2 μ	< 0,2 μ			im gesättigten Zustand (kf)		i. ungesätt. Zust. (ku) arithm. Mittel bei										
			Y	Z	U	V	W	X	Y	Z	U	horiz. Zylinder									vertikal	30 cm	100 cm										
			42 μ	20-63 μ	63-125 μ	125-200 μ	200-630 μ	630-2000 μ	2000 μ	44 μ	45 μ	46 μ									47 μ	48 μ	51	52	53	54	55	56					
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57									
1	3-10	YAh	28,1	29,6	32,2	8,4	0,5	0,9	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	15-20	YSw	33,5	27,9	29,4	7,6	0,5	0,8	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	30-35	YSw	36,7	24,3	29,1	7,7	0,7	0,9	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	40-45	Sw	51,8	30,4	33,6	2,5	0,9	0,8	0	-	3,2	4,6	1,6	10,8	35,6	52,6	1,25	20,5	0,28	-	-	-	-	0,103	0,0034	0,0016	-	-	-	-	-	-	
5	50-58	II fAhSd	39,5	29,4	24,4	6,4	0,1	0,1	0,1	-	5,9	8,2	1,7	9,9	26,4	46,2	1,42	11,4	0,66	-	-	-	-	0,115	0,025	0,0012	-	-	-	-	-	-	
6	65-70	IISw	30,8	20,8	37,7	10,5	0,1	0,1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	86-90	IISw	25,9	18,1	14,2	13,7	0,1	0,1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	103-108	IISw	47,1	28,0	21,9	2,8	0,1	0,1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	108-112	IISw	60,6	29,7	8,6	1,0	0,1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	113-118	III fAhSd	59,0	30,4	10,0	0,5	0,1	0	0	-	1,2	2,2	1,5	16,8	39,6	60,1	1,04	5,7	0,48	-	-	-	-	0,0070	0,0017	0,0012	-	-	-	-	-	-	

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	pH-Wert			Org. Substanz					Carb. natz	w-Wert	mval/100 g Feinboden										Σ Fe		Σ Al		mg/100 g Feinboden									
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C	C x N	N	C	N			Austauschbare Kationen					Anionen					Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>o</sub>	Al <sub>NaOH</sub>	Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>a</sub>	Mg <sub>p</sub>	K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
													ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff												ff	ff	ff
1/11	120-132	III Go	5,6	6,1	6,7	0,6	1,1	-	-	-	88,2	34,1	4,0	21,2	9,4	1,0	0,3	0,2	0	0,50	0,29	1,7	-	0,10	36,0	8,2	40,3	267	24,6	27	7,3					
12	135-140	III Go	5,7	6,1	6,8	0,5	0,9	-	-	87,5	15,8	2,0	9,3	4,6	0,5	0,1	0,2	0	0,41	0,28	1,5	-	0,11	20,8	6,9	31,5	142	14,5	34	6,3						
13	150-155	III Go	5,6	6,0	6,7	0,4	0,7	-	-	83,5	15,2	2,5	8,5	4,4	0,5	0,1	0,2	0	0,55	0,42	1,3	-	0,08	30,0	4,8	30,8	129	12,6	38	6,4						
14	160-165	III Gor	5,6	6,0	6,6	0,8	1,4	-	-	82,0	22,2	4,0	12,1	6,6	0,8	0,2	0,2	0	0,51	0,34	1,5	-	0,10	28,7	7,5	36,8	193	21,0	34	12,0						
15	175-180	III Gor	5,1	5,3	5,9	1,6	2,7	0,17	9,4	-	74,6	31,7	8,0	15,2	8,5	1,0	0,2	0,2	0,5	0,69	0,53	1,3	-	0,08	8,3	2,1	40,8	528	26,5	32	4,2					
16	190-195	IV fahGr	3,9	4,2	4,4	4,4	7,5	0,31	14,2	-	35,0	40,7	26,5	11,9	7,1	1,0	0,2	0,2	2,8	0,76	0,62	1,2	-	0,05	3,5	2,6	39,9	582	27,2	28	1,1					
17	210-230	IV Gr1	4,5	4,7	4,9	4,7	8,1	0,27	17,4	-	58,0	33,9	14,2	15,5	8,8	1,2	0,3	0,2	3,7	0,36	0,31	1,2	-	0,01	8,5	8,0	41,7	577	33,5	23	1,2					
18	270-290	IV Gr2	6,6	6,9	6,9	4,1	7,0	0,26	15,8	3,4	94,0	25,9	1,5	22,8	5,6	0,9	0,2	0,1	3,7	0,31	0,32	1,0	-	0,01	27,0	0,5	32,9	468	24,6	42	8,4					
19	300-320	IV Gr2	7,1	7,2	7,3	2,6	4,5	0,15	17,4	6,4	100	17,3	0	16,0	2,6	0,4	0,1	0,1	1,2	0,22	0,22	1,0	-	0,01	35,0	11,6	22,4	250	21,1	38	4,0					
20	330-350	IV Gr2	7,2	7,3	7,5	1,9	3,2	0,11	15,9	6,3	100	12,3	0	12,9	2,1	0,4	0,1	0,1	1,7	0,17	0,18	0,9	-	0,03	26,0	1,6	18,8	237	9,9	40	2,5					

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	Korngrößenverteilung (φ in μ) in % des Feinbodens										in I Ges. Bod.	Porengrößenverteilung (Äquivalent φ in μ) in % des gesamten Bodenvolumens					Ges. Poren-Vol. (CPV)	Trock. Raum-Gew. (TRG)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (X 10 <sup>-5</sup> cm/sec) in Stechzylindern										
			Ton		Schluff		Sand							φ > 300 μF 1,0	300-50 1,0-1,8	50-10 1,8-2,5	10-0,2 2,5-4,2	< 0,2 > 4,2			im gesättigten Zustand (kf)		i. ungesätt. Zust. (ku) arithmet. Mittel bei WS: 30 100 cm 200 cm								
			ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff									ff	ff		ff							
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57							
1/11	120-132	III Go	59,7	32,7	6,8	0,7	0,1	0	0	-																					
12	135-140	III Go	27,5	19,9	3,8	8,6	0,1	0,1	0	-																					
13	150-155	III Go	24,5	17,0	6,2	12,1	0,1	0,1	0	-																					
14	160-165	III Go	38,4	27,0	2,8	1,8	0	0	0	-																					
15	175-180	III Go	60,0	35,1	4,6	0,2	0,1	0	0	-																					
16	190-195	IV fahGr	62,5	35,7	1,5	0,2	0	0,1	0	-																					
17	210-230	IV Gr1	40,0	58,5	1,0	0,3	0,1	0,1	0	-																					
18	270-290	IV Gr2	26,5	34,1	3,7	4,4	0,2	0,1	0	-																					
19	300-320	IV Gr2	21,8	23,3	5,6	8,9	0,2	0,1	0,1	-																					
20	340-350	IV Gr2	18,2	22,2	5,0	5,2	0,2	0,2	0	-																					

Profilbeschreibung Ritach 2: (Hinterland der Rinne)

(Horizontsymbole der FAO in Klammern)

	Tiefe (cm)	Probe Nr.
YAh (Ah) Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; dunkelbraungrauer (loYR 2-3/1), stark schluffiger Ton, stark durchwurzelt, polyedrisch	10	1
YSw (Bg) Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; stark bräunlich-grüngrauer (loYR 4-5/1), stark schluffiger Ton, schwach eisenfleckig, polyedrisch-feinprismatisch	35	2
IIAhSd (IIAh/Bg) Staukörper: wahrscheinlich fossiler Ah-Horizont (Humusdwog); dunkelbläulich-braungrauer (loYR 4/1), schluffiger Ton, schwach eisenfleckig, prismatisch, dicht	55	3
IISw (IIBg) bräunlich abnehmend grüngrauer (loYR 5/1 → 2,5Y 3-4/2), stark schluffiger Ton, stark eisenfleckig, prismatisch; im unteren Teil freies Wasser	125	4
IIIfAhSd (IIIfAh/Bg) Staukörper; fossiler Ah-Horizont, sehr stark dunkelblaugrauer (N 2/0), schwach schluffiger Ton, sehr schwach eisenfleckig, prismatisch, dicht	135	5
IIISdGo (IIIBg) bläulichgrüngrauer (5Y 3-5/1), schwach schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch	195	6
IVGor (IVCgr) blaugrauer (loY 4/1), schluffiger Ton, reduzierte Eisenflecken, nach unten zunehmender Kalkgehalt, beginnende Gefügeentwicklung (prismatisch)	230	7
IVGr1 (IVCr1) blaugrauer (loBG 4/1), stark toniger Schluff, schluffstreifig, kalkreich (Kuhlerde)		8
IVGr2 (IVCr2) blaugrauer (loBG 5/1), toniger feinstsandiger Schluff, Feinstschichtung aus Ton- und Schluffbändern, kalkreich (Kuhlerde), fest gelagert		9
	300	10
	390	11

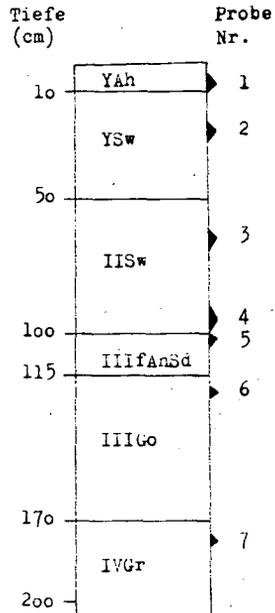
Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	pH-Wert			Org. Substanz				Carbo-nat	w-Weert	mg/100 g Feinboden										Σ Fe		Fe <sub>d</sub>		Σ Al		mg/100 g Feinboden									
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C <sub>t</sub>	C <sub>1</sub>	N <sub>t</sub>	C <sub>N</sub>			Austausche Kationen										Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>c</sub>	Al <sub>o</sub>	Al <sub>NaOH</sub>	Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>a</sub>	Mg <sub>p</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					
												AK	H	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	13	14												15	16	17	18	19
2/1	3-10	YAh	4,9	5,2	5,8	2,4	4,1	0,25	9,6	-	52,8	26,5	12,5	14,0	2,2	0,5	0,1	0,2	0	0,85	0,79	1,1	-	0,03	86,7	18,5	18,3	140	13,4	242	39,0						
2	20-30	YSw	5,9	6,1	6,7	1,3	2,3	0,14	9,3	-	93,7	24,4	6,5	16,3	2,1	0,5	0,2	0,2	0	1,14	0,73	1,6	0	0,04	195,5	13,8	16,3	178	12,8	277	86,0						
3	40-50	II (fAh)Sd	5,9	5,9	6,6	0,9	1,6	-	-	-	52,3	34,6	16,5	29,0	3,4	0,6	0,4	0,2	0	1,65	0,83	2,0	0,07	0,07	62,0	32,7	21,4	364	15,8	2000	15,9						
4	60-70	IISw	5,8	5,8	6,0	1,6	2,8	0,20	8,0	-	65,0	24,3	8,5	18,6	2,4	0,2	0,3	0,2	0	0,87	0,75	1,2	0,08	0,05	21,7	7,5	17,5	248	8,9	765	83,5						
5	90-100	IISw	6,0	6,1	6,9	0,6	1,1	-	-	-	73,5	19,6	5,2	15,1	2,4	0,4	0,2	0,2	0	0,82	0,57	1,4	0,04	0,09	27,2	21,6	19,0	262	9,6	510	110,0						
6	110-120	IISw	6,2	6,3	7,1	0,6	1,1	-	-	-	76,0	23,1	5,5	16,5	3,5	0,4	0,2	0,2	0	0,87	0,60	1,5	0,03	0,08	40,0	35,4	28,8	294	13,3	510	116,0						
7	125-135	III fAhSd	5,9	6,1	6,8	2,7	4,7	0,25	10,8	-	88,2	51,3	8,0	39,7	7,9	0,8	0,3	0,2	0	0,86	0,53	1,6	0,07	0,05	14,5	5,2	45,8	470	22,8	300	66,5						
8	145-155	III SdGo	5,9	6,3	7,0	1,2	2,0	0,19	6,3	-	88,2	33,9	4,0	22,2	7,1	1,2	0,2	0,2	0	0,38	0,25	1,5	0,07	0,09	0	7,5	45,0	420	31,4	145	33,8						
9	175-185	III SdGo	5,9	6,1	6,7	1,6	2,8	0,25	6,4	-	83,0	34,8	6,0	22,1	6,4	1,3	0,2	0,3	0	0,64	0,41	1,6	0,06	0,06	5,5	4,8	41,4	600	34,2	160	28,4						
10	210-220	IVGor	6,6	6,6	6,6	2,4	4,2	0,25	9,6	17	87,2	23,5	3,0	22,1	4,4	1,2	0,2	0,3	6,4	0,62	0,53	1,2	0,05	0,03	0	0,3	36,4	434	37,8	110	5,9						
11	270-290	IVGr1	7,2	7,3	7,4	1,4	2,4	0,14	10,0	7A	100	13,3	0	13,9	1,9	1,3	0,1	0,4	2,2	0,35	0,35	1,0	0,03	0,03	2,5	9,0	15,9	282	37,8	112	4,6						

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	Korngrößenverteilung (φ in μ) in X des Feinbodens										in X Ges. Bod.	Porengrößenverteilung (Äquivalent φ in μ) in X des gesamten Bodenvolumens					Ges. Poren-Vol. (GPV)	Trock. Raum-Gew. (TRG)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (X 10 <sup>-3</sup> cm/sec) in Stechzylindern													
			Ton	Schluff		Sand						P > 600		0,5-10	10-10	10-0,2	< 0,2	Im gesättigten Zustand (kf)			Zylinderentnahme													
				2-20	20-63	63-125	125-200	200-630	630-2000	pF=0,7	10<1,8							1,8-2,5			2,5-4,2	>4,2	WS: 30	100	200	arismet. Mittel bei		2,3						
																										horizontal	vertikal		Geom.	M.	Streu	Geom.	Streu	
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	-	-	-	-	-	-	-	-		
2/1	3-10	YAh	29,7	25,3	32,2	11,0	0,5	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	20-30	YSw	32,3	27,6	27,5	10,5	0,5	1,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	40-50	II (fAh)S	35,7	26,1	22,3	5,4	2,1	5,0	3,4	-	9,4	13,0	2,4	8,2	31,3	54,9	1,20	7,8	0,47	5480	0,49	0,102	0,0024	0,0011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	60-70	IISw	34,0	22,6	27,0	13,0	0,6	1,5	1,3	-	11,9	14,6	2,3	9,7	30,9	57,5	1,11	51,8	1,43	3420	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	90-100	IISw	26,6	19,8	37,5	15,4	0,3	0,3	0,1	-	9,2	11,1	3,0	15,2	21,9	51,2	1,29	50,7	0,85	485	0,41	0,016	0,0067	0,0036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	110-120	IISw	30,9	21,6	36,1	10,6	0,3	0,4	0,1	-	5,4	6,9	2,0	17,0	26,3	52,2	1,26	11,6	0,43	253	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	125-135	III fAhSd	59,7	31,3	8,5	0,2	0,1	0,1	0,1	-	2,2	2,6	1,2	17,2	41,1	62,1	0,99	13,5	0,55	25,7	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	145-155	III SdGo	60,6	34,5	4,7	0,1	0,1	0	0	-	0,5	0,6	1,3	17,0	40,0	58,9	1,08	12,5	0,80	0,2	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	175-185	III SdGo	58,9	35,8	4,9	0,2	0,1	0,1	0	-	1,8	2,4	2,0	25,5	37,2	67,1	0,86	-	-	5,0	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	210-220	IVGor	40,2	31,9	23,8	3,8	0,1	0,2	0	-	2,7	3,7	2,5	23,8	39,8	69,8	0,79	519	0,65	1350	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	270-290	IVGr1	21,4	21,1	39,1	17,9	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Profilbeschreibung Ritsch 3: (Rand der Rinne)

(Horizontsymbole der FAO in Klammern)

- YAh (Ah) Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; dunkelbraungrauer, stark schluffiger Ton, stark durchwurzelt, polyedrisch
- YSw (Bg) Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; stark bräunlich-grüngrauer, stark schluffiger Ton, schwach eisenfleckig, polyedrisch-feinprismatisch
- IISw (IIBg) grüngrauer, schluffiger Ton, übergehend in stark schluffigen Ton, eisenfleckig, prismatisch
- IIIfAhSd Staukörper: fossiler Ah-Horizont (Humusdwo<sub>5</sub>); (IIIAh/Bg) sehr stark dunkelblaugrauer, schwach schluffiger Ton, sehr schwach eisenfleckig, prismatisch, dicht
- IIIGo (IIIBg) grünlichgrauer, schluffiger Ton, stark eisenfleckig, prismatisch
- IVGr (IVCr) blaugrauer, stark schluffiger Ton, kalkreich (Kuhlerde)

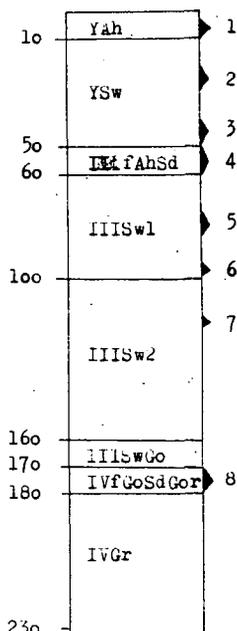


Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	pH-Wert			Org. Substanz				Carbo-nat	y-Wert	mg/100 g Feinboden										Σ Fe		Fe		Σ Al		mg/100 g Feinboden									
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C <sub>t</sub>	C <sub>h</sub>	N <sub>t</sub>	C <sub>t</sub> /N <sub>t</sub>			Austauschbare Kationen					Anionen					Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /NaOH	Mn	Mg	K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /K <sub>2</sub> O					
												AK	H	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>												SiO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> /K <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub> /P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32									
3/1	3-10	YAh	5,0	5,1	5,9	3,1	5,4	0,33	9,4	-	55,4	28,0	12,5	13,7	1,7	2,4	0,1	0,2	0	0,88	0,80	1,1	-	0,01	80,5	4,6	14,6	243	50,0	331	62,5						
2	20-30	YSw	5,8	6,0	6,7	1,2	2,0	0,12	10,0	-	73,0	24,1	6,5	16,4	2,2	0,5	0,2	0,2	0	0,88	0,74	1,2	-	0,04	50,5	1,2	16,4	187	13,1	257	83,5						
3	60-70	IISw	5,6	6,0	6,0	1,1	1,9	0,13	8,5	-	69,7	25,4	7,7	18,2	2,7	0,3	0,2	0,1	0	0,50	0,43	1,2	0,10	0,08	0	10,9	21,4	249	11,2	545	94,0						
4	90-100	IISw	6,0	6,4	6,4	0,9	1,5	-	-	-	79,5	22,1	3,5	16,2	3,1	0,4	0,3	0,1	0	0,84	0,69	1,2	0,04	0,01	3,8	9,7	24,4	219	12,0	525	94,0						
5	100-105	III fAhSd	5,7	6,0	6,0	3,4	5,9	0,26	13,1	-	82,8	49,4	8,5	37,3	6,3	0,7	0,2	0,1	0	0,87	0,65	1,3	0,06	0,06	46,3	9,5	40,0	256	20,0	270	30,4						
6	120-125	IIIGo	5,8	6,1	6,1	1,0	1,7	0,13	7,7	-	88,7	23,7	2,7	16,7	3,7	0,7	0,1	0,1	0	0,41	0,28	1,5	0,04	0,09	6,3	8,2	28,6	298	19,1	110	17,4						
7	175-180	IVGr	6,7	6,7	1,7	2,9	2,9	0,17	10,0	1,6	88,5	23,5	2,7	20,3	3,1	0,7	0,1	0,1	0	0,74	0,69	1,1	0,04	0,04	27,8	0,6	23,9	322	17,6	340	92,5						

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	Korngrößenverteilung (φ in μ) in % des Feinbodens							in % Ges. Bod.	Porengrößenverteilung (äquivalent φ in μ) in % des gesamten Bodenvolumens					Ges. Poren-Vol. (GPV)	Trock. Masse-Gew. (TMG)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (x 10 <sup>-5</sup> cm/sec) in Stechzylindern															
			Sand								in % des gesamten Bodenvolumens							im gesättigten Zustand (kf)		i. ungesätt. Zust. (ku) arithmet. Mittel bei													
			Schluff								φ > 300 μ	300-50 μ	50-10 μ	10-0,2 μ	< 0,2 μ			horizontal	vertikal	WS: 30 cm	100 cm	200 cm											
			2-20 μ	20-63 μ	63-125 μ	125-200 μ	200-630 μ	630-2000 μ	2000 μ														pf 1,0	1,0-1,8	1,8-2,5	2,5-4,2	> 4,2						
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57												
3/1	3-10	YAh	33,4	20,3	33,7	9,5	0,8	1,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	20-30	YSw	33,8	22,3	32,3	9,4	0,6	1,2	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	60-70	IISw	40,8	22,9	26,9	8,2	0,5	1,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	90-100	IISw	29,1	19,0	39,2	10,9	0,4	0,8	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	100-105	III fAhSd	56,5	27,0	13,1	3,0	0,1	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	120-125	IIIGo	41,8	27,6	27,0	4,1	0,1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	175-180	IVGr	31,0	30,2	25,5	12,4	0,2	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Profilbeschreibung Ritsch 4: (Uferwall der Rinne)

Yah (Ah)	Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; dunkelbraungrauer, stark schluffiger Ton, stark durchwurzelt, polyedrisch
Ysw (Bg)	Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; stark bräunlich-grüngrauer, stark schluffiger Ton, schwach eisenfleckig, polyedrisch-feinprismatisch
III fAhSd (III Ah/ Bg)	Staukörper: fossiler Ah-Horizont (Humusdwog); sehr stark dunkelblaugrau, stark schluffiger Ton, sehr schwach eisenfleckig, prismatisch, dicht
IIISw1 (IIIBg1)	grünlichgrauer, stark toniger Schluff, eisenfleckig, prismatisch
IIISw2	grünlichgrauer, stark schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch
IIISwGo (IIIBg3)	grünlichgrauer, stark schluffiger Ton, eisenfleckig, kalkführend, prismatisch
IVfGo- SdGor (IVCgr)	Staukörper: fossiler Go-Horizont (Eisendwog); blaugrauer, schwach schluffiger Ton, stark eisenfleckig, beginnende Gefügeentwicklung (prismatisch)
IVGr (IVCr)	dunkelblaugrauer, stark schluffiger Ton, zunehmend schluffstreifig, etwas schwefeleisenhaltig, kalkreich (Kuhlerde)



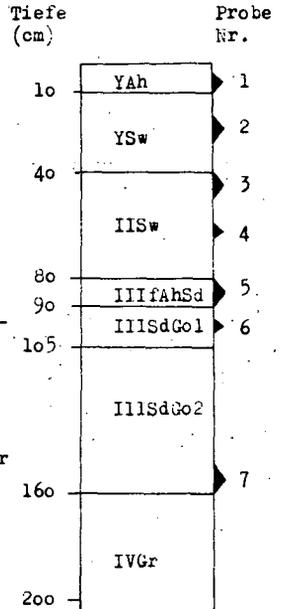
Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	pH-Wert			Org. Substanz					Carbo-nat	y-Wert	mval/100 g Feinboden								Σ Fe		Fe <sub>d</sub>		Σ Al		mg/100 g Feinboden							
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C <sub>t</sub>	C <sub>x</sub>	N <sub>t</sub>	C <sub>L</sub>	N <sub>L</sub>			Austauschbare Kationen				Anionen				Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>o</sub>	Al <sub>OH</sub>	Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>a</sub>	Mg <sub>p</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>ges.</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>lak.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>ges.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>lak.</sub>		
													AK	H	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>													12	13
4/1	3-10	YAh	5,0	5,1	5,9	3,1	5,4	0,33	9,4	-	55,4	28,0	12,5	13,7	1,7	2,4	0,1	0,2	0	0,88	0,80	1,1	-	0,01	80,5	14,6	14,6	243	150	331	62,5			
2	20-30	YSw	5,8	6,0	6,7	1,2	2,0	0,12	10,0	-	73,0	24,1	6,5	16,4	2,2	0,5	0,2	0,2	0	0,88	0,74	1,2	-	0,04	50,5	11,2	16,4	187	13,1	257	83,5			
3	40-50	YSw	5,9	5,9	6,5	0,9	1,5	-	-	-	63,7	27,5	15,5	19,0	2,4	0,7	0,3	0,2	0	1,28	1,28	1,0	0,07	0,06	45,2	20,7	18,3	360	17,9	1345	135,0			
4	50-60	II, III fAhSd	5,9	6,0	6,6	1,1	1,9	0,13	8,5	-	69,0	29,1	9,0	21,4	2,5	0,6	0,2	0,2	0	0,86	0,60	1,5	0,05	0,12	80,2	32,8	19,6	272	15,7	575	108,5			
5	75-85	IIISwd	5,9	6,1	6,8	0,4	0,7	-	-	-	75,0	16,1	4,0	10,9	1,9	0,3	0,1	0,1	0	0,52	0,34	1,5	0,03	0,08	50,2	30,4	16,4	255	10,6	305	80,0			
6	95-100	IIISw1	6,1	6,3	6,8	0,4	0,7	-	-	-	85,7	14,2	2,0	11,0	1,9	0,3	0,1	0,2	0	0,46	0,34	1,4	0,03	0,06	1,5	15,0	17,0	219	9,7	350	97,5			
7	115-120	IIISw2	6,5	6,8	7,3	0,5	0,9	-	-	-	90,0	20,5	2,0	15,6	3,1	0,5	0,2	0,2	0	0,50	0,28	1,8	0,03	0,05	10,5	18,9	24,1	392	15,7	250	68,5			
8	170-180	IVfGo SdGor	6,4	6,9	6,9	1,9	3,2	0,25	7,6	-	91,5	32,1	2,7	23,6	5,1	0,8	0,2	0,4	0	0,55	0,39	1,4	0,06	0,05	0,5	4,9	35,2	413	21,4	150	26,6			

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	Korngrößenverteilung (φ in μ) in % des Feinbodens							in % Ges. Bod.	Porengrößenverteilung (Äquivalent φ in μ) in % des gesamten Bodenvolumens					Ges. Poren-Vol. (GPV)	Trock. Raum-Gew. (TRG)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (x 10 <sup>-3</sup> cm/sec) in Stechzylindern						
			Ton	Schluff		Sand					φ > 300 μ	300-50 μ	50-10 μ	10-0,2 μ	< 0,2 μ			im gesättigten Zustand (kf)		i. ungesätt. Zust. (ku)				
				2-20 μ	20-63 μ	63-125 μ	125-200 μ	200-630 μ	630-2000 μ									Zylinderentnahme		arithmet. Mittel bei				
																		horizontal	vertikal	WS: 30 cm	100 cm	200 cm		
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
4/1	3-10	YAh	33,6	20,3	33,7	9,5	0,8	1,4	0,7	-														
2	20-30	YSw	33,8	22,3	32,3	9,4	0,6	1,2	0,4	-														
3	40-50	YSw	31,5	26,9	29,9	9,0	0,7	1,4	0,6	-														
4	50-60	II, III fAhSd	33,1	21,7	32,1	11,9	0,4	0,6	0,2	-														
5	75-85	IIISw1	25,0	12,7	36,7	25,1	0,3	0,2	0	-														
6	95-100	IIISw1	21,9	9,3	40,9	27,3	0,2	0,2	0,2	-														
7	115-120	IIISw2	34,8	13,1	34,3	17,0	0,5	0,2	0,1	-														
8	170-180	IVfGo SdGor	53,4	11,8	13,8	0,9	0,1	0	0	-														

Profilbeschreibung Ritsch 5; (Rinnennahes Hinterland)

(Horizontsymbole der FAO in Klammern)

YAh (Ah)	Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; dunkelbraungrauer, stark schluffiger Ton, stark durchwurzelt, polyedrisch
YSw (Bg)	Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; stark bräunlich-grüngrauer, stark schluffiger Ton, schwach eisenfleckig, prismatisch
IISw (IIBg)	grüngrauer, schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch
III fAhSd (III Ah/ Bg)	Staukörper: fossiler Ah-Horizont (Humusdwog); sehr stark dunkelblaugrauer, schwach schluffiger Ton, sehr schwach eisenfleckig, prismatisch, dicht
IIISdGo1 (IIBg1)	grüngrauer, schwach schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch
IIISdGo2 (IIBg2)	dunkelbläulich-grüngrauer, schwach schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch
IVGr (IVCr)	dunkelblaugrauer, stark schluffiger Ton, nach unten zunehmend schluffstreifig, kalkreich (Kuhlerde)



Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	pH-Wert			Org. Substanz				Carb. nate	v-Wert	mval/100 g Feinboden										Z Fe		Z Al		mg/100 g Feinboden									
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C <sub>t</sub>	C <sub>h</sub>	N <sub>t</sub>	C <sub>t</sub>			N <sub>t</sub>	Austauschbare Kationen					Anionen					Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>n</sub>	Al <sub>NaOH</sub>	Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>a</sub>	Mg <sub>p</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>res.</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>lak.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> lak.		
			4	5	6	7	8	9	10			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
5/1	3-10	YAh	5,2	5,5	6,0	2,6	4,5	0,29	9,0	-	64,5	28,7	10,2	17,7	1,8	0,4	0,1	0,2	0	1,03	0,91	1,1	-	0,02	13,5	20,7	14,5	150	12,1	419	85,0				
2	20-30	YSw	5,9	6,1	6,7	1,3	2,3	0,14	9,3	-	73,5	24,4	6,5	16,2	2,1	0,5	0,2	0,2	0	1,14	0,73	1,6	-	0,04	19,5	13,4	16,3	178	12,8	277	86,0				
3	40-50	YSw	6,1	6,4	7,1	1,0	1,8	0,13	7,7	-	86,4	29,6	4,0	24,0	2,5	0,3	0,4	0,2	0	0,81	1,08	0,8	-	0,02	89,4	8,1	17,6	182	8,8	672	181,0				
4	60-65	IIISw	5,5	6,0	6,0	0,8	1,3	-	-	-	78,0	27,2	6,0	18,7	3,8	0,6	0,2	0,1	0	0,63	0,50	1,3	0,05	0,07	8,0	32,7	28,8	327	17,1	420	80,0				
5	80-90	III FAHsd	5,6	6,0	6,0	2,0	3,5	0,23	8,7	-	78,0	44,9	10,0	30,8	6,3	0,7	0,3	0,1	0	1,22	0,89	1,4	0,02	0,07	4,0	13,0	40,2	411	20,0	450	76,5				
6	95-100	III SdGo1	5,7	6,1	6,1	0,8	1,4	-	-	-	85,3	28,2	4,2	18,1	4,9	0,9	0,2	0,1	0	0,59	0,35	1,7	0,0	0,10	1,2	11,0	34,8	429	26,4	175	85,6				
7	150-160	III SdGo2	5,8	6,2	6,2	1,6	2,7	0,23	7,0	-	84,5	32,2	5,0	21,1	5,5	1,3	0,2	0,1	0	0,54	0,30	1,8	0,07	0,06	25,8	12,9	35,8	708	34,4	155	82,2				

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	Korngrößenverteilung (φ in μ) in I des Feinbodens								in I Ges. Bod.	Porengrößenverteilung (Äquivalent φ in μ) in I des gesamten Bodenvolumens					Ges. Poren-Vol. (GPV)	Trock. Raum-Gew. (TRG)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (X 10 <sup>-5</sup> cm/sec) in Stechzylindern							
			Ton		Schluff		Sand					p <sub>1000</sub>	p > 300	300-50	50-10	10-0,2			< 0,2	im gesättigten Zustand (kf)		Zylinderentnahme		i. ungesätt. Zust. (ku) arithmet. Mittel bei WS: 30 100 cm 200 cm		
			< 2 μ	2-20	20-60	60-125	125-200	200-630	630-2000	μm										g	g	g	g	g	g	g
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57		
5/1	3-10	YAh	33,6	24,0	28,1	10,6	1,0	1,9	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	20-30	YSw	32,3	27,8	27,5	10,5	0,5	1,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	40-50	YSw	38,9	25,7	23,2	6,9	1,3	3,1	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4	60-65	IIISw	40,3	25,0	30,6	3,4	0,2	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5	80-90	III FAHsd	57,0	25,5	15,8	1,2	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6	95-100	III SdGo1	48,0	22,7	27,7	1,5	0,1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
7	150-160	III SdGo2	55,3	29,8	4,8	0,1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Profilbeschreibung Ritsch 6: (Rinnenfernes Hinterland)

YAh (Ah)	Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; dunkelbraungrauer, stark schluffiger Ton, stark durchwurzelt, polyedrisch	10	YAh	1
YSw		20	YSw	
YSw (Bg1)	Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; braungrauer, stark schluffiger Ton, polyedrisch	40	Sw	2
Sw (Bg2)	bräunlich-grüngrauer, stark schluffiger Ton, bis stark toniger Schluff, polyedrisch-feinprismatisch	50	IIfAhSd	3
IIfAhSd (IIAhBg)	Staukörper: fossiler Ah-Horizont (Humusdwog); stark dunkelblaugrauer, stark schluffiger Ton, schwach eisenfleckig, prismatisch, dicht	95	IISw	4
IISw (IIBg)	hellgrüngrauer, stark toniger Schluff, schwach eisenfleckig, prismatisch	100	IIIfABSd	5
IIIfAhSd (IIIAh/Bg)	Staukörper: fossiler Ah-Horizont (Humusdwog); sehr stark dunkelblaugrauer, schluffiger Ton, sehr schwach eisenfleckig, prismatisch, dicht	115	IIIfGoSd	6
IIIfGoSd (IIIBg1)	Staukörper: fossiler Go-Horizont (Eisendwog); grüngrauer, schwach schluffiger Ton, stark eisenfleckig, prismatisch, dicht	170	IIISdGo	7
IIISdGo (IIIBg2)	bläulichgrüngrauer, schwach schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch, dicht		IIIGr	
IIIGr (IIICr)	blaugrauer, stark toniger Schluff, sehr schluffstreifig, kalkreich (Kuhlerde)	220	IVGr	
IVGr (IVCr)	blaugrauer, stark schluffiger Ton, zunehmend schluffstreifig, kalkreich (Kuhlerde)			

R I T S C H 6

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	pH-Wert				Org. Substanz				Carbo-nat	mval/100 g Feinboden								Σ Fe		Σ Al		mg/100 g Feinboden											
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O		C <sub>t</sub>	C <sub>h</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>h</sub>		C <sub>t</sub>	N <sub>t</sub>	Austauschbare Kationen				Anionen				Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>o</sub>	Al <sub>NaOH</sub>	Mn <sub>a</sub>	Mn <sub>a</sub>	Mg <sub>p</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>ges.</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>lak.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>ges.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>lak.</sub>			
			4	5	6	7	8	9	10	11		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32			
6/1	3- 10	YAh	5,3			2,8	4,8							59,0	26,9	1,0	16,8	2,3	0,5	0,1	0	0													
2	30- 40	Sw	5,8			1,0	1,8							73,0	22,9	6,2	17,1	1,8	0,4	0,1	0	0													
3	40- 50	II fAhSd	5,8			0,9	1,5							81,8	25,8	4,7	19,5	2,4	0,5	0,1	0	0													
3a	55- 65	IISw	5,9			0,8	1,3							81,6	22,8	4,2	17,3	2,5	0,5	0,1	0	0													
4	80- 90	IISw	6,0			0,6	1,0							83,9	23,0	3,7	17,2	2,7	0,5	0,1	0	0													
5	95-100	III fAhSd	6,0			2,4	4,1							87,0	45,6	6,0	36,2	5,1	0,7	0,2	0,1	0,5													
6	100-105	III fGoSd	5,9			1,1	1,9							87,3	39,2	5,0	28,7	6,1	1,0	0,2	0,1	0,5													
7	115-120	III SdGo	5,9			1,0	1,8							85,2	37,7	5,5	26,1	5,7	1,0	0,2	0	0,5													

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	Korngrößenverteilung (φ in μ) in X des Feinbodens								in X Ges. Bod.	Porengrößenverteilung (Äquivalent φ in μ) in X des gesättigten Bodenvolumens					Ges. Poren-Vol. (GPV)	Trock. Raum-Gew. (TRG)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (X 10 <sup>-5</sup> cm/sec) in Stechzylindern																			
			Ton		Schluff		Sand					pF	44	45	46	47			48	49	50	im gesättigten Zustand (kf)		i. ungesätt. Zust. (ku) arithmet. Mittel bei														
			2-20	20-63	63-125	125-200	200-630	630-2000	horiz. (kf)	vertikal (kf)												WS: 30	100		200													
36	37	38	39	40	41	42	51	52	53	54	55						56	57																				
6,1	3- 10	YAh	28,2	23,3	33,6	13,4	0,5	0,8	0,2																													
2	30- 40	Sw	29,9	24,7	33,5	10,0	0,4	0,9	0,6																													
3	40- 50	II fAhSd	34,9	28,5	28,1	7,7	0,3	0,4	0,1																													
3a	55- 65	IISw	33,0	23,2	36,6	6,8	0,1	0,2	0,1																													
4	80- 90	IISw	33,5	24,5	36,5	5,0	0,2	0,2	0,1																													
5	95-100	III fAhSd	57,0	33,1	8,9	0,9	0,1	0	0																													
6	100-105	III fGoSd	65,5	34,0	0,1	0,3	0	0,1	0																													
7	115-120	III SdGo	63,7	32,5	3,4	0,3	0,1	0	0																													

Profilbeschreibung Ritsch 7: (Rinnenfernes Hinterland)

(Horizontsymbole der FAO in Klammern)

	Tiefe (cm)	Probe Nr.
YAh (Ah) Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; dunkelbraungrauer, stark schluffiger Ton, stark durchwurzelt, polyedrisch	10	1
YSw (Bg1) Bodenmaterial bei der Beetaufwölbung aufgebracht; stark bräunlich-grüngrauer, stark schluffiger Ton, schwach eisenfleckig, polyedrisch-feinprismatisch	42	2
Sw (Bg2) grüngrauer, schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch	65	3
IIfAhSd (IIAhBg) Staukörper: fossiler Ah-Horizont (Humusdwog); stark dunkelblaugrauer, schwach schluffiger Ton, eisenfleckig, prismatisch, dicht	70	4
IISw (IIBg) bläulichgrüngrauer, schluffiger Ton, übergehend in schwach schluffigen Ton, eisenfleckig, prismatisch	105	5
IIIfAhSd (IIIAh/Bg) Staukörper: fossiler Ah-Horizont (Humusdwog); sehr stark dunkelblaugrauer, schwach schluffiger Ton bis Ton, schwach eisenfleckig, prismatisch, dicht	110	6
IIISdGo (IIIBg) dunkelfleckig blaugrauer Ton, eisenfleckig, prismatisch, dicht	140	7
IVfAhGr (IVAh/Gr) humusreicher fossiler Ah-Horizont, dunkelbräunlich-blaugrauer, humoser Ton, viel Pflanzenreste	155	8
IVGr1 stark dunkelblaugrauer, schwach schluffiger Ton bis Ton, Pflanzenreste	180	9
IVGr2 bräunlich-blaugrauer, stark schluffiger Ton, viel Pflanzenreste	225	10
IVGr3 blaugrauer, stark toniger Schluff, schluffstreifig, nach unten übergehend in Feinstschichtung von Ton- und Schluffbändern, kalkreich (Kunlerde)	400	11
		12
		13



### Erläuterungen zu den Analyseergebnissen

Die angewendeten Untersuchungsmethoden sind bei den Profilen 1 - 7 aufgeführt.

#### Bodenart:

Die Marschen entstanden aus Material, das aus dem Wasser heraus sedimentiert wurde. Daher steht der Tongehalt in Abhängigkeit von der Stärke der Wasserbewegung bei der Sedimentation. In Rinnen (z.B. Profil 3), auf Uferwällen (z.B. Profil 4) und in Küstennähe ist der Tongehalt niedriger, im rinnenfernen Hinterland (z.B. Profil 7) und in den obersten Verlandungshorizonten (z.B. den Dwögen) höher. Das gesamte Material ist außerdem sehr feinkörnig. Korngrößen von  $>125\mu$  Durchmesser kommen praktisch nicht vor, im rinnenfernen Hinterland (Profil 7) ist auch die Fraktion  $63-125\mu$  kaum noch vertreten. Die organische Substanz verhält sich meistens entsprechend dem Ton, der Kalk im brackisch-fluviatilen Bereich entgegengesetzt. Daher ist die Kuhlerde im Untergrund kalkreich und tonärmer, der fossile Horizont im Untergrund (IVfahGr bei Profil 1 und 7) ton- und humusreich ( $>8\%$ ). Die Humusdwöge dagegen haben zwar hohe Tongehalte, ihr Gehalt an organischer Substanz liegt aber trotz ihrer dunklen Färbung relativ niedrig zwischen 2 und 5 %.

#### Durchlässigkeit:

Die Durchlässigkeit der Dwöge ist deutlich niedriger als die der über- und unterlagernden Horizonte, verursacht einerseits durch den hohen Tongehalt und andererseits durch die Verdichtung während der nachfolgenden erneuten Sedimentation. Der Unterschied zwischen der in Stechringen gemessenen Durchlässigkeit in vertikaler und horizontaler Richtung ist zum Teil extrem groß (Profil 2, Probe 2: 5480 bzw. 8 cm/d). Das prismatische Gefüge, die Durchwurzelung und die Wurmgänge begünstigen vor allem die Durchlässigkeit in vertikaler Richtung. Auch die Durchlässigkeit im wasserungesättigten Zustand ist bei den Dwögen gering. Die schluffreichen feinstgeschichteten Sedimente im Untergrund haben nach der Bohrloch-Methode von HOOCHOUDT-ERNST ebenfalls niedrige Durchlässigkeiten (1 - 4 cm/d).

#### Nährstoffe:

Die Nährstoffgehalte der obersten Horizonte sind bei allen Profilen gegenüber dem natürlichen Ausgangsgehalt erhöht. Die extrem hohen Phosphatwerte der Profile 2 und 4 sind siedlungsbedingte Anreicherungen. Der natürliche Nährstoffgehalt der Horizonte ist, wie Profil 1 zeigt, mittel bis mäßig, die schluff- und kalkreichen Untergrundschichten können sogar arm an laktatlöslicher Phosphorsäure und Kali sein (Proben 1/19, 20). Höhere Sulfatgehalte sind in kalkreichen Schichten (Probe 2/10) ungefährlich, da frei werdende Schwefelsäure durch den Kalk neutralisiert wird. In kalkfreien Schichten (Probe 7/12) führen sie bei Durchlüftung, etwa als Graenaushub, zur Bildung freier Schwefelsäure. Die dadurch bedingte pH-Senkung bis pH 2 schädigt das Pflanzenwachstum schwer, kann es sogar für einige Zeit ganz verhindern.

**EXKURSIONSTAG:** C 1 : 28.8.1971  
und  
C 2 : 22.9.1971

**BÖDEN DER MOOR-und GEEST-LANDSCHAFT**



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 105 - 150 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm.V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

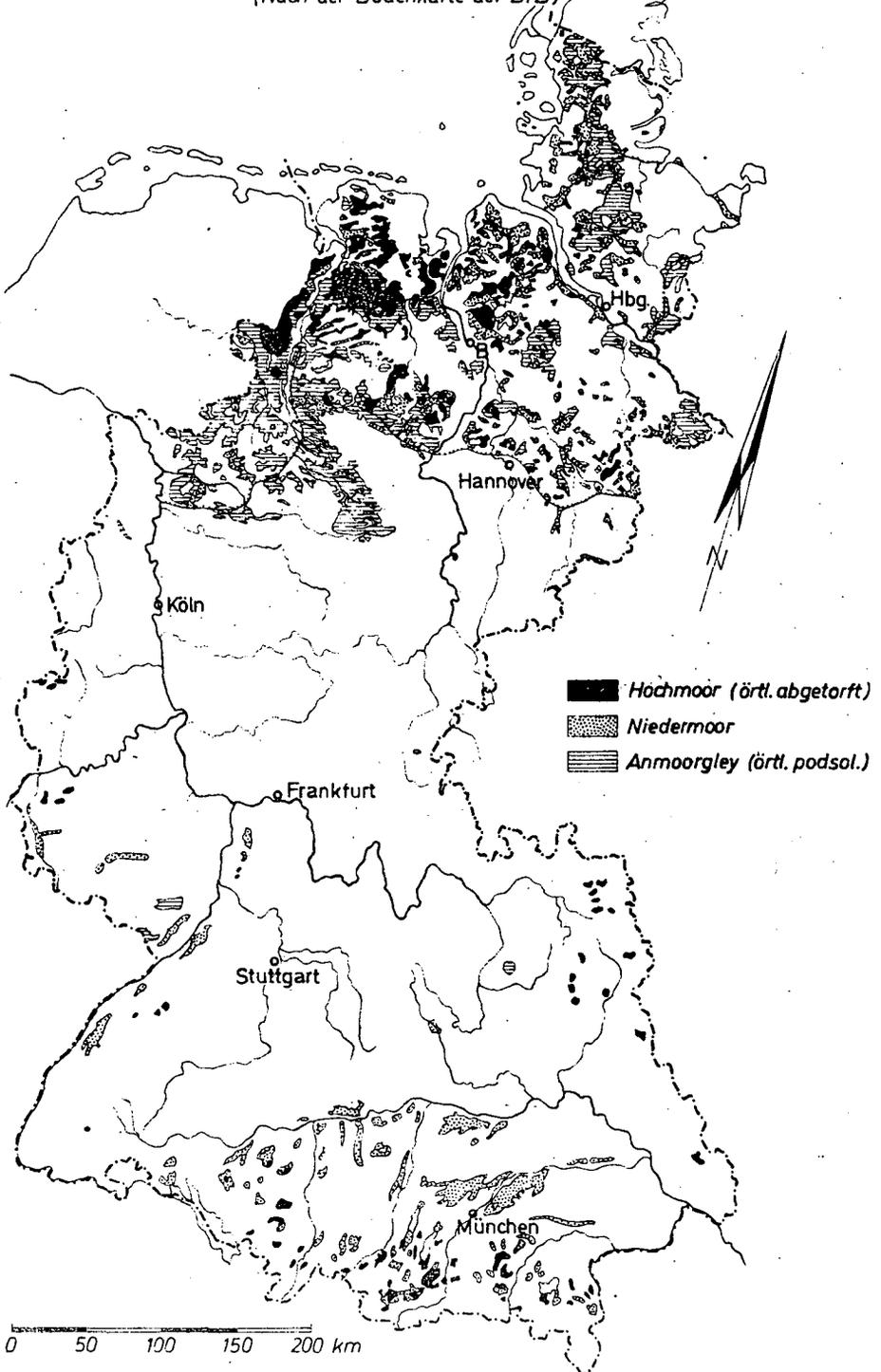
KUNTZE, H.:

## **Moorböden Norddeutschlands**

Prof. Dr. Herbert Kuntze, Niedersächsisches Landesamt für  
Bodenforschung, Außeninstitut, 28 BREMEN,  
Friedrich-Mißler-Straße 46-48

# Regionale Verbreitung der Moore in der BRD

(Nach der Bodenkarte der BfB)



Die MOORE und ihre BÖDEN  
(Genese, Kultivierung, Nutzung)



## 1. DEFINITIONEN

Moor ist eine Landschaft, die durch  $> 30$  cm, im entwässerten Zustand  $> 20$  cm, mächtige Torflagen gekennzeichnet ist und je nach Wasser- und Nährstoffgehalt charakteristische Pflanzengesellschaften bzw. Kulturarten aufweist.

Torf ist - so betrachtet - ein organogenes Gestein mit  $> 30$  Gew.% Verbrenlichem. Er entsteht aus pflanzlichen und teilweise auch tierischen Resten, die durch Wasserüberschuss unter zunehmend anaeroben, reduzierenden Bedingungen infolge gehemmter Zersetzung (Mineralisierung  $\rightleftharpoons$  Humifizierung) sich anhäufen (Vertorfung).

Mithin ist "Moor" der übergeordnete geographisch-geobotanische Begriff, "Torf" der untergeordnete mineralogisch-petrographische.

Ein Moor ist im geologischen Sinne eine Torflagerstätte. Erst durch Kultivierung entstehen anthropogen Moorböden (Moorkulturtypen).

Anmoore stehen mit 15 - 30 Gew.% org. Substanz und Grundwassernähe (Anmoorgleye) bodenkundlich den Moorböden nahe.

## 2. MOORGENESE

Aus Abb. 1 wird deutlich, dass der Norden und Süden der BRD durch zahlreiche Moore landschaftlich geprägt wird. Das sind topographisch und klimatisch durch Grundwassernähe und hohe Niederschläge bzw. geringe Verdunstung gekennzeichnete Gebiete. Hier wird das Wachstum einer spezifischen Sumpflvegetation gefördert, deren Rückstände bei Wasserüberschuss anaerob vertorfen.

Grundwasseranstieg durch Rückstau, im nordwestdeutschen Küstengebiet vornehmlich durch eustatisch erhöhten Meeresspiegel, führte seit Boreal/Atlantikum zu großflächigen Versumpfungemooren. Das Moorwachstum wurde dabei durch Sedimentation von Fluss- und Seeschlick nach Überflutungen großflächig unterbrochen bzw. beendet. Bei einer Deck-schicht  $< 30$  cm sprechen wir von Moormersch. Auch Wasserstau durch oberflächennahe geologisch (z.B. Geschiebelehm) oder bodengenetisch

(z.B. Podsolierung) bedingte Verdichtungen kann unter humiden Klimabedingungen zur Versumpfung führen (sogen. wurzelechte Hochmoore).

Abflussarme Senken, Mulden und abgetrennte Altarme der Flüsse werden unter Einfluss einer Unterwasser- und Ufervegetation nach C.A. WEBER (1) durch zerteiltpflanzliche Torfe (Mudden) und ganzpflanzliche Torfe (i.e.S.) allmählich aufgefüllt (Verlandungsmoor).

Dabei bestimmen Kalk- und Nährstoffgehalt des Wassers die Vegetation während der Vermoorung. Niedermoore entstehen subhydrisch, topogen aus den Torfen einer anspruchsvollen Vegetation (Großseggen, Schilf) unter eutrophen Bedingungen (s. Tab. 1). In der saaleiszeitlich geformten nordwestdeutschen Altmoränenlandschaft mit schon relativ kalkarmen Mineralböden entstehen meist relativ saure, in der weichseliszeitlichen Jungmoränenlandschaft Schleswig-Holsteins oder gar im Alpenvorland kalkreiche Niedermoore.

Tabelle 1

Mittlerer natürlicher Kalk- und Nährstoffgehalt der Torfe nach FLEISCHER (2)

Torfart	CaO	Gew.% i.d.Tr.S. (= kg/ha · 10 cm)		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Hochmoortorf (Hh)	0,35 (500)	< 1,2 (< 1500)	0,1(125)	0,05 (60)
Übergangsmoortorf (Hü)	1,0 (1700)	1,2-2,5(1500-4000)	0,2(375)	0,1 (175)
Niedermoortorf (Hn)	4,0(10000)	2,5-4,0(4000-8000)	0,3(625)	0,1 (250)

Sobald durch zunehmende Verlandung die Torfbildung in den Bereich der jahreszeitlichen Seespiegelschwankung gelangt oder auf versumpfendem Gelände nur noch gelegentlich überflutet wird bzw. den kapillaren Anschluss an den mineralischen Untergrund verliert, setzt unter dann mesotrophen, semiterrestrischen Bedingungen die Bildung von Übergangsmoortorfen (Seggen, Laubmoose) ein. Schliesslich wird die Wasser- und Nährstoffzulieferung allein vom Niederschlagswasser abhängig. Dann gedeihen nur noch anspruchslose Pflanzen (vornehmlich Sphagnen), die nährstoffarme und sehr saure, oligotrophe Torfe hinterlassen. Derartig meist uhrglasförmig über einem ehemaligen Seespiegel bzw. dem Grundwasser aufgewölbte Moore werden ombrogene oder Hochmoore genannt.

Damit ergibt sich folgende stratigraphische Übersicht der verschiedenen Moorprofile (s. a. Abb. 2).

Übersicht 1 Nordwestdeutsche Moorprofile schematisch  
(Abkürzungen gem. DIN 4220)

	Verlandungsmoore	Versumpfungsmoore		
Torflagen	Hh HÜ HÜ Hn Hn Hn	U, T	HÜ HÜ HÜ	Hh Hh Hh Hh (wurzelecht)
Mudden	F F F			
Mineral. Untergrund	S, L, T meist Gley-Podsol-Gley	S, L, T meist Gley-Podsol-örtl. Pseudogley	S, X meist Podsol bzw. Ranker	

Die Mächtigkeit der einzelnen Torflagen variiert nach Alter und Entwässerung. Niedermooere weisen Torflagen und Muddelagen bis >10 m Mächtigkeit auf, Hochmoore erreichen maximal eine Aufwölbung von 6 m.

Tab. 2 vermittelt näherungsweise die Anteile von Hoch- und Niedermooeren in der BRD. Nur in Niederseeseen überwiegen die Hochmoore. Insgesamt sind fast 5 % der Gesamtfläche der BRD Moore, im westlichen Niederseeseen bis zu 30 % (s.a. Abb. 3).

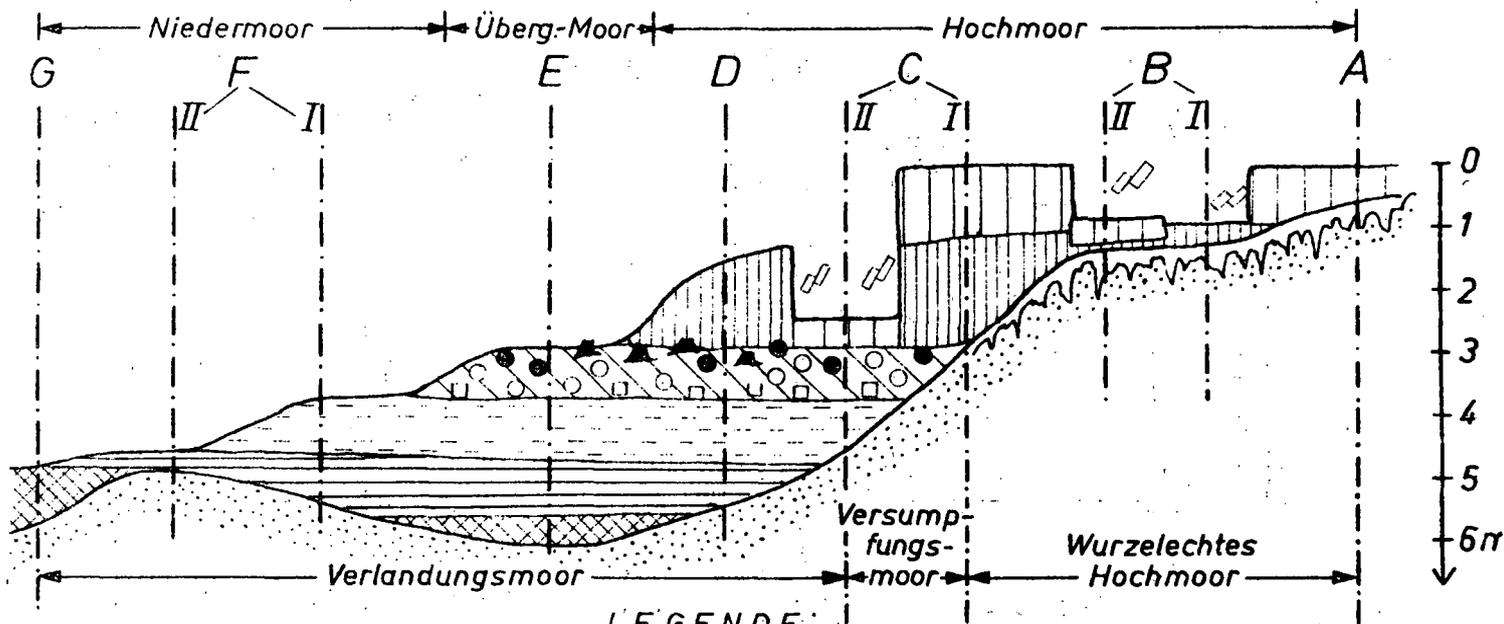
Tabelle 2

Verbreitung der Moore in der Bundesrepublik Deutschland (ha x 1000)

	Hochmoor ha	Niedermoor ha	zusammen ha
Niedersachsen	330	300	630
Bayern	59	141	200
Schleswig-Holstein	25	135	160
Baden-Württemberg	20	40	60
Nordrhein-Westfalen	5	60	65
Rheinland-Pfalz	2	3	5
Hessen	1	4	5
Summe	442	683	1.125

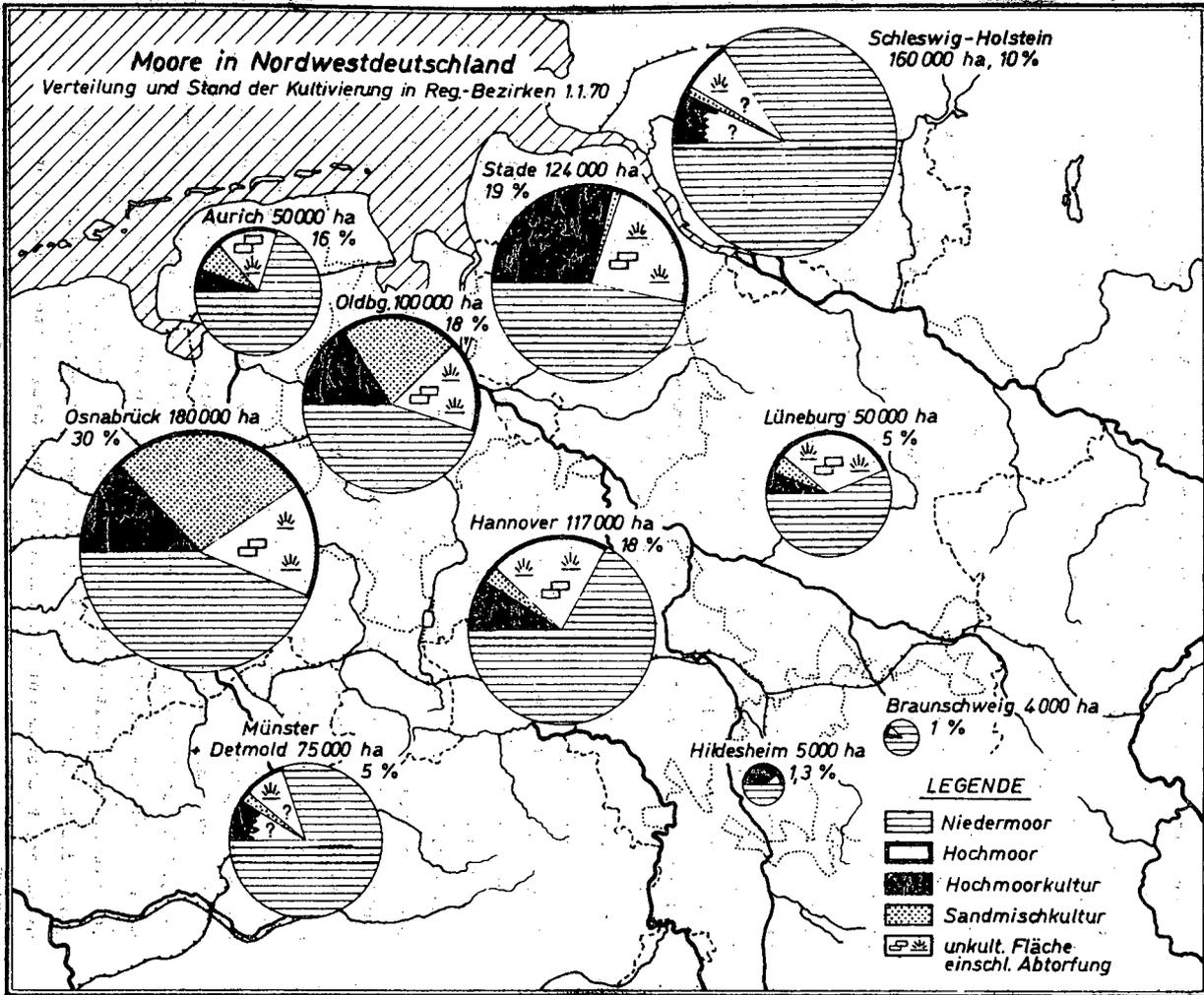
# Wichtigste Moorprofile (Moortypen) Nordwestdeutschlands

(Nach W. BADEN u. R. EGGELSMANN 1958)



## LEGENDE:





Entwicklungsgeschichtlich begann die postglaziale Moorbildung zuerst subhydrisch durch Ablagerung von Sedimenten mit Verlandung der Seen schon ab 18 000 v. Chr. Die Niedermoortorfbildung i.e.S. derartiger Verlandungsmoore setzt während der Alleröd-Wärmeschwankung (10 000 - 9 000 v. Chr.) ein, schreitet während der Park-Tundrenzeit und im Präboreal nur relativ langsam voran, um während des Boreals (6 800 - 5 500 v. Chr.) meist abzuschliessen (Verlandung von Seen und Niedermoortorfbildung ist auch heute noch zu beobachten).

Versumpfungsmoore sind dagegen in den norddeutschen Tiefebeneen erst mit dem eustatischen Meeresspiegelanstieg seit der Wende Boreal/Atlantikum entstanden. Während der mittleren Wärmezeit (Atlantikum 5 300 - 2500 v. Chr.) war die Torfbildung massenwüchsiger Sumpflvegetation besonders stark, auch bereits semiterrestrisch. Jetzt entstanden Bruchwaldtorfe aus Erle und Weide und Übergangsmoore aus Birke und Kiefer und erste Hochmoortorfe. Im Subboreal (2800 - 800 v. Chr.) setzt sich die Hochmoortorfbildung im grossen Umfang fort, z. T. auch wurzelecht unmittelbar auf durch vorausgegangene Podsolierung stau-nassen, sauren und nährstoffarmen diluvialen Sanden. Die Hochmoortorfe sind in Nordwestdeutschland meist in einen liegenden, stark zersetzten, älteren und einen hangenden, schwach zersetzten, jüngeren Sphagnumtorf (alte Bezeichnung Schwarztorf und Weisstorf) gegliedert. In den Alpenhochmooren ist diese Gliederung nicht so ausgeprägt. Die unterschiedliche Zersetzung ist vermutlich klimatisch bedingt. Im Atlantikum-Subboreal war die Zersetzungsintensität viel höher als im Subatlantikum. Die deutliche Trennung beider Torflagen wird Schwarz/Weisstorfkontakt (SWK), früher WEBER'scher Grenzhorizont, genannt. Vor allem im skandinavischen Raum sind zuerst bis zu 9 weitere deutlich ausweisbare SWK von GRANLUND festgestellt worden, die mit örtlichen Klimaschwankungen im Zusammenhang gebracht und Rekurrenzflächen genannt werden. Für Nordwestdeutschland setzt das verstärkte Massenwachstum der Sphagnen mit geringerer nachfolgender Zersetzung im Atlantikum ein. Zahlreiche pollenanalytische Untersuchungen seit C.A. WEBER haben, bezogen auf prähistorische Funde, vor allem durch OVERBECK diese relativ genauen zeitlichen Einordnungen ermöglicht (3). Sie wurden durch die  $C_{14}$ -Methode bestätigt. Vornehmlich menschliche Eingriffe haben das Wachstum der Hochmoore seit dem Mittelalter ausklingen lassen.

### 3. MOOR-KULTIVIERUNG

Jede Moornutzung verlangt Entwässerung. Dabei sind topographisch bedingt Hochmoore leichter zu entwässern als Niedermoore mit unzureichender natürlicher Vorflut.

Dennoch wurde - von der schon um Christi Geburt bekannten Brenntorfengewinnung aus stark zersetzten Hochmoortorfen abgesehen - der Wert nährstoffreicher Niedermoore sehr früh erkannt. Siedlungsgeschichtlich ist es recht aufschlussreich, dass die Nähe futtermüchtiger Niedermoore zur Wiesennutzung als sprichwörtliche Mutter des Ackerbaus gesucht wurde, da Stallmist über Jahrhunderte als einzige Quelle des Nährstoff- und Humusersatzes galt. Die Niedermoorschwarzkultur ist daher bei ausreichender Entwässerung schon sehr alt (s. Abb. 4).

Nach mittelalterlichen Städtegründungen und Bevölkerungszunahme dehnte sich mit Schwinden der Wälder die bäuerliche Brenntorfengewinnung aus. Gewinnung und Transport des Brenntorfes aus den Hochmooren machte zusätzliche Wasserwege erforderlich. Diese Entwässerung erlaubte seit dem frühen Mittelalter die Verfehnung der Leegmoore (holländische Fehnkultur = rigolte, sandüberdeckte Hochmoore) und schliesslich die Buchweizenbrandkultur. Letztere hat vor allem den durch *Calluna*, *Molinia* und *Eriophorum vaginatum* geprägten Stillstandskomplex der Hochmoorvegetation gefördert. Spätestens nach 7 - 10-jähriger ertragsunsicherer Brandkultur waren die Flächen erschöpft. In Form der Umlagewirtschaft wurden viele Hochmoorflächen erfasst. Nach jeweils jahrzehntelangen Ruhephasen konnte die Brandkultur etwa dreimal wiederholt werden. Sie ist seit 1923 gesetzlich verboten.

Im Zeitalter des aufgeklärten Absolutismus stand die Moorkultivierung im Zeichen merkantiler Autarkiebestrebungen. Später zwangen Bevölkerungszunahme und Landhunger zu weiteren Erschliessungen. Erst mit LIEBIG's epochemachender Entdeckung der Mineralstoffernährung der Pflanzen und folgender Entwicklung der Mineraldünger wurde die Kultivierung der Hochmoore möglich. Der technische Fortschritt eröffnete darüber hinaus weitere Verfahrenswege (Schöpfwerke, Tiefkulturpflüge, Dränmaschinen). Die 1877 in Bremen begründete Moor-Versuchsstation hat an der Erforschung der Moore und deren Kultivierung massgeblichen Anteil. Vor allem nach den beiden Weltkriegen waren Hungersnöte und

Landbedarf für Flüchtlinge bestimmend für die verstärkte Moorkultivierung. Inzwischen sind die Niedermoore zu fast 100 %, die Hochmoore zu etwa 80 % kultiviert und in vornehmlich landwirtschaftlicher Nutzung.

Die standortsspezifischen Kultivierungsverfahren gehen aus Übersicht 2 hervor. Sie richten sich nach Moortiefe und Torfart.

Übersicht 2 Die Moorkulturverfahren

Moortiefe

> 1,2 m		< 1,2 m	
Hh	Hn	Hh	Hn
Dt. Hochmoorkultur (CI, CII, D)*	Schwerzkultur (E, FI)	Dt. Sandmischkultur (A, BI, BII)	Tiefpflugsendeckkultur (FII)
Masch. Besandung (CI, CII, D)	Sanddeckkultur (FI, C)		

\* In Abb. 2 sind mit A - G die jeweils geeigneten Moorprofile schematisch dargestellt.

In Abb. 2 sind dazu an einem schematischen Querschnitt mit A - G Moorprofile mit jeweils bestimmter Kultivierung zugänglichen stratigraphischen Verhältnissen dargestellt. Die Kultivierungsverfahren selbst sind im Taschenbuch der Wasserwirtschaft, 5. Aufl., Teil 4.3.3.3., S. 725ff ausführlich beschrieben (4).

Nachfolgend werden bei Beschreibung des Exkursionsgebietes Königsmoor nur die besonders aktuellen Verfahren der Deutschen Hochmoorkultur und Deutschen Sandmischkultur dargestellt. Zeitraum und Bedeutung der verschiedenen Kultivierungsverfahren sind in Abb. 4 dargestellt.

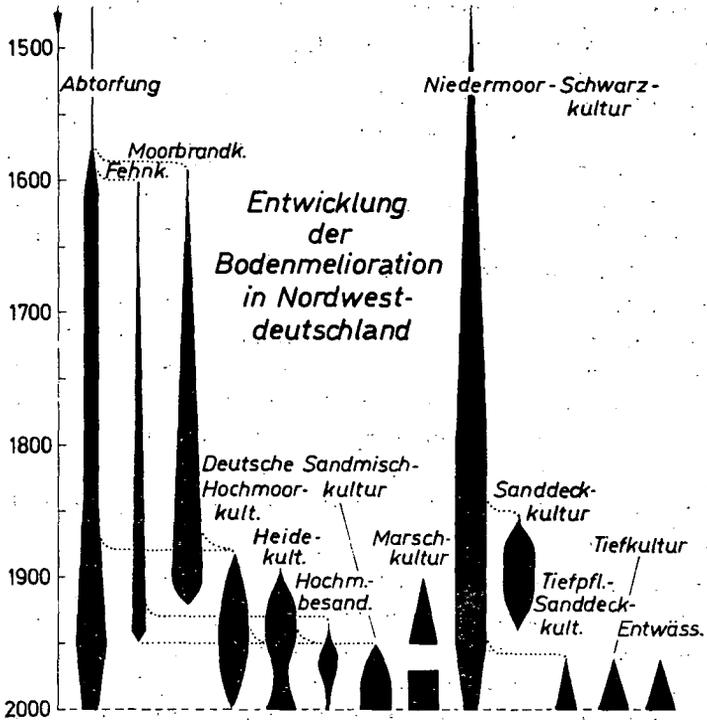
#### 4. MOOR-NUTZUNG

Notwendige Eingriffe in den Wasserhaushalt eines Moores lösen in den bis dahin im Wasser unter Luftabschluss weitgehend konservierten Torfen eine Dynamik aus, welche ihre physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften nachhaltig ändert. Dieser anfangs stürmische und eigentlich nie ausklingende Prozess lässt kultivierte Moore in ihren Nutzungseignungen ausserordentlich labil erscheinen. Daraus ergibt sich der Zwang zu wiederholten Rekultivierungen.

Je nach Tiefe der Entwässerung durch Vorfluterausbau und Dränung werden bei oft sehr geringer Lagerungsdichte ( $< 3$  Vol.-% Festsubstanz in schwimmenden Mooren, um 5 Vol.-% in bereits vorentwässerten) zahlreiche Makroporen vor allem in wenig zersetzten Torfen entleert. Damit einher geht eine Zunahme der Spannung, die zu Moorsackungen führt. Je mächtiger das Moor, je geringer Lagerungsdichte und Zersetzungsgrad der Torfe, um so grösser ist nach HALACORPI - SEGEBERG die Sackung (5). Sie kann in ihrem zeitlich exponentiellen Ablauf maximal 30 % der Moormächtigkeit betragen und engt den luftführenden Wurzelraum allmählich mit Näherung zum Grundwasser wieder ein. Durch Sackung nehmen Substanz- und zunächst auch Luftvolumen zu, Makroporenvolumen und Durchlässigkeit für Luft und Wasser aber bald ab. Gealterte Moorkulturen zeigen daher meist unzureichende Dränung infolge Grundwassernähe und sekundäre Staunässe im Krumbereich.

Mit Belüftung setzen bisher gehemmte Zersetzungsprozesse ein. Je nach Torfart, Klima, Düngung und Nutzung werden jährlich grosse Mengen organischer Substanz mineralisiert (Torfschwund) und nur zum Teil durch Humifizierung stabilerer organischer Bodensubstanz ersetzt. In Nordwestdeutschland rechnen wir bei Deutscher Hochmoorkultur und Ackernutzung  $1 \text{ cm/a}$  Höhenverlust =  $10 \text{ t/ha}$  Torfschwund.

Bei Dauergrünlandnutzung ist diese Abbaurate mit maximal  $0,5 \text{ cm/a}$  anzusetzen. Stickstoff- und kalkreiche Niedermoores können hier bis zu  $2 \text{ cm/a}$  =  $40 \text{ t/ha}$  Torfschwund aufweisen. Dabei werden bis zu  $1500 \text{ kg}$  organisch gebundener Stickstoff freigesetzt. Solch starker N-Fluss fördert den Unkrautwuchs und erschwert jedes Bemühen einer harmonischen Düngung, zumal eine Bevorratung selektiv Ca-reicher organischer Kolloide vor allem mit  $\text{K}^+$  und  $\text{PO}_4^{---}$  nicht gelingt. Deshalb werden saure Hochmoortorfe nur schonend bis pH 3,8-4,3 aufgekalkt.

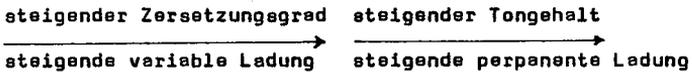


Mit fortschreitender Zersetzung nimmt auch die Austauschkapazität der Moorböden zu. Insgesamt werden Moorböden im Laufe ihrer anthropogenen Entwicklung bodendynamisch träger und kommen dahingehend den schweren Mineralböden nahe, wie folgende Gegenüberstellung zeigt.

Tabelle 3

Vergleich der Austauschkapazität (KAK) von Moor- u. Mineralböden (7)

Boden	Moorböden			Sand-	Lehm-	Tonboden
KAK mvel/100 g	50	75	90	3	15	30
Vol.Gew. tr. g/l	100	300	500	1500	1500	1500
KAK mvel/1	50	225	450	45	225	450



Daraus leitet sich die Notwendigkeit ab, durch Vermischen oder Bedecken der Moorböden mit möglichst sorptionschwachen Mineralböden Veränderungen der organischen Substanz quantitativ wie qualitativ aufzufangen. Vor allem Sandmischkulturen zeichnen sich durch mehr Stabilität, Ertragstreue und Breite des Nutzungsspektrums aus, nicht zuletzt durch positive kleinklimatische Einflüsse (6). (Minderung der Bodenfrostdgefahr).

In Anpassung an diese Besonderheiten der Moorkulturen sollten bei > 1,2 m Torflagen die Dauergrünlandnutzung, bei < 1,2 m Torflagen und geeignetem mineralischem Untergrund eckerfähige Sandmischkulturen angestrebt werden. Die Kultivierungsarten und damit auch in etwa das Kulturartenverhältnis auf Moorböden zeigt Abb. 3. In Abhängigkeit von der wirtschaftlichen Entwicklung wird sich entscheiden, ob der gebietsweise starke Überhang an Dauergrünland auf Moor entweder - soweit möglich - durch Sandmischkultur in sicheres Ackerland überführt, oder, will man den Rückfall in Ödland vermeiden, aufgeforstet werden kann. Als wesentlicher Bestandteil der nordwestdeutschen Landschaft wie auch im Alpenvorland verlangen diese Böden deshalb nicht nur im Hinblick auf den Gebiets- und Bodenwasserhaushalt weiterhin unsere wissenschaftliche Aufmerksamkeit (7).



EXKURSIONSRUTE

Exkursionsführung: H. Kuntze

Exkursionsvorbereitung: R. Bartels, H. Bruns, R. Eggelsmann,  
W. Feige, H. Kuntze

Exkursionsroute:

(1) Hamburg / Norderelbe-Brücke

(Elbe m TNW - 0,7 m; m THW + 1,7 m N.N.):

Sturmflutkatastrophe 1962 (HHW + 5,70 m N.N.) überschwemmte rd.  
15.000 ha; fast 400 Tote, 40.000 Obdachlose, etwa 250 Mio DM  
Sachschaden

Ostseite: Industrie, Binnenhäfen, Elbe-Trinkwasser-Aufbereitung  
Waltershofe

Westseite: Nordsee rd. 110 km, Handels- und Industriehäfen

(2) Elbeinsel "Veddel" + 2 m N.N.

Flussmarsch, Stadtgebiet > 50.000 Einw.

Ostseite: Vierlande + 2 bis + 3 m N.N.

Auenboden, Gemüse u. Obst (Feld u. Glashaus)

Westseite: Altes Land + 4 bis + 2 m N.N.

Flussmarsch, Obstbau (Kirschen, Apfel);

Geestrandmoore, Grünland

(3) Süderelbe-Brücke

im Seevetal Geestanstieg

Ostseite: Neuland, 3 - 6 m Niedermoor, + 0,5 m N.N.,  
Grünland

Westseite: Hamburg-Harburg, Binnenwerften, Petrol-, Nahrungs-  
mittel-, Gummi-Industrie, Kiesabbau unter Niedermoor

(4) BAB-Dreieck Horst / Abfahrt Richtung Bremen

Ostseite: Höhendiluvium, + 60 bis + 80 m N.N., lehm. Feinsand;  
Flottsand und Sand über Geschiebelehm; Parabraunerden,  
Podsole, Pseudogleye; Acker, Wald, Baumschulen

Westseite: "Die Schwarzen Berge" + 100 m bis +130 m N.N.,  
Endmoränen der Saale-Eiszeit (Warthe-Stadium),  
lehm. Sand bis Kies, Podsole, Wald

(5) BAB.-Abfahrt Dibbersen auf B 75

Höhendiluvium + 80 m bis + 50 m N.N.; Flugsand, Flottsand, Geschiebelehm aus lehm. bis schluff. Feinsand, Parabraunerden, Pseudogleye, Podsole; Acker und Wald

(6) Tostedt (Ortsmitte) links ab über Knick nach Otter

Ostseite: Sander, Mittelsand, Podsol (Heide) Acker  
Oberlauf der Wümme ( z. Weser )

Westseite: "Ottersberg" + 101 m N.N.; Endmoräne Saale-Eiszeit  
(Warthe-Stadium) Kies, Sand (Abbau) Wald (früher Heide)  
Quellgebiet der Oste (zur Elbe)

(7) Wasserscheide Elbe/Weser

vor Wümme-Brücke links Profil I (Erica-Podsol)

Randlagen des Königsmoores. Meist Grünland (Erica-Podsole/Anmoor/  
Niedermoor). In östlicher Richtung Königsmoor mit Nachkriegs-  
Siedlungen im westlichen Teil. Vor DB 218 Domäne Königsmoor,  
1911 als Versuchsbetrieb kultiviert, 82 ha (60 % Grünland -  
meist Deutsche Hochmoorkultur, 40 % Ackerland - meist Deutsche  
Sandmischkultur)

Profil II (wurzelechtes Hochmoor).



EXKURSIONSORT KÖNIGSMOOR  
PROFILE  
BODEN-ANALYSEN

DAS KÖNIGSMOOR BEI TOSTEDT / HANN .

1. Allgemeine Angaben zu Geologie, Klima und Siedlungsgeschichte

Das ca. 1300 ha grosse Königsmoor liegt am Fusse einer Endmoräne, des Warthestadiums der Saale-Eiszeit, deren vorgelagerter Sander von zahlreichen kleinen Bächen und dem Oberlauf der Wümme gegliedert ist (s. Abb. 5). Aus dem Sander sind vor der Vermoorung zahlreiche Flusssüden aufgeweht worden. Sie geben dem Liegenden ein stark wechselndes Relief. In den Senken zwischen den Flusssüden setzte über Gley das Moorbwachstum als versumpfter Birken-Bruchwald (Übergangsmoor) ein. Nur an den mit ursprünglich 3 - 4 m tiefsten Stellen dieses Moores bestehen die Besistorfe aus den Resten eines ehemaligen Niedermoores. Dort besteht das Liegende aus Feinsand. Die höher als + 8,5 m NN aufgewehten Flusssüden aus vorwiegend Mittelsand wurden als Erica-Podsol später nach zunehmender vertikaler und horizontaler Ausbreitung des Moores durch wurzelechtes Hochmoor überdeckt. Teilweise blieben einige durchragende Sanddüden als relativ trockene Calluna-Podsol erhalten.

Das Klima dieses Raumes hat die Hochmoorbildung gefördert. Aus langjährigen meteorologischen Beobachtungen lassen sich folgende charakteristische Klimadaten herausziehen und Nutzungerschwernisse ableiten. Rückschlüsse auf das Klima während des Moorbwachstums sind daraus nur bedingt möglich.

Tab. 1

Klima des Königsmoores

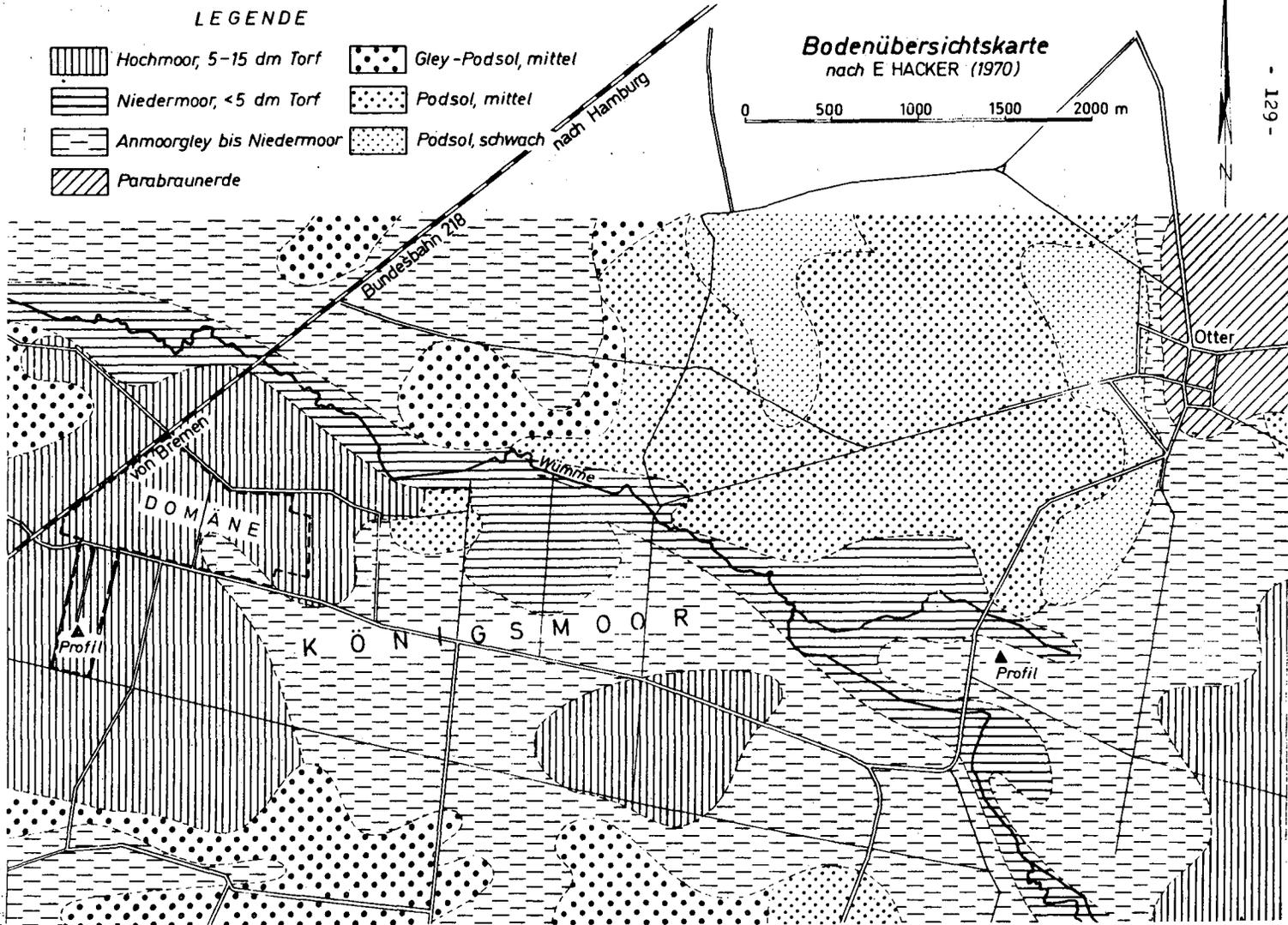
Jahrestemperatur	7,8° C	
Jahresniederschläge	645 mm (Sommerhalbj. 351 mm, Maximum Juli/August)	
mittl. rel. Luftfeuchte	83 % (75-100 %)	
jährl. Sonnenscheindauer	1583 Stunden (April-Oktober 1200 Std.)	
Anzahl der Tage mit:	Niederschlag > 0,1 mm	188
	Nebel	91
	Frost ( 2 m Höhe )	99
	Bodenfrost ( 5 cm Höhe )	142
	Temp. Max. $\geq$ 25° C	18 (Sommertg.)

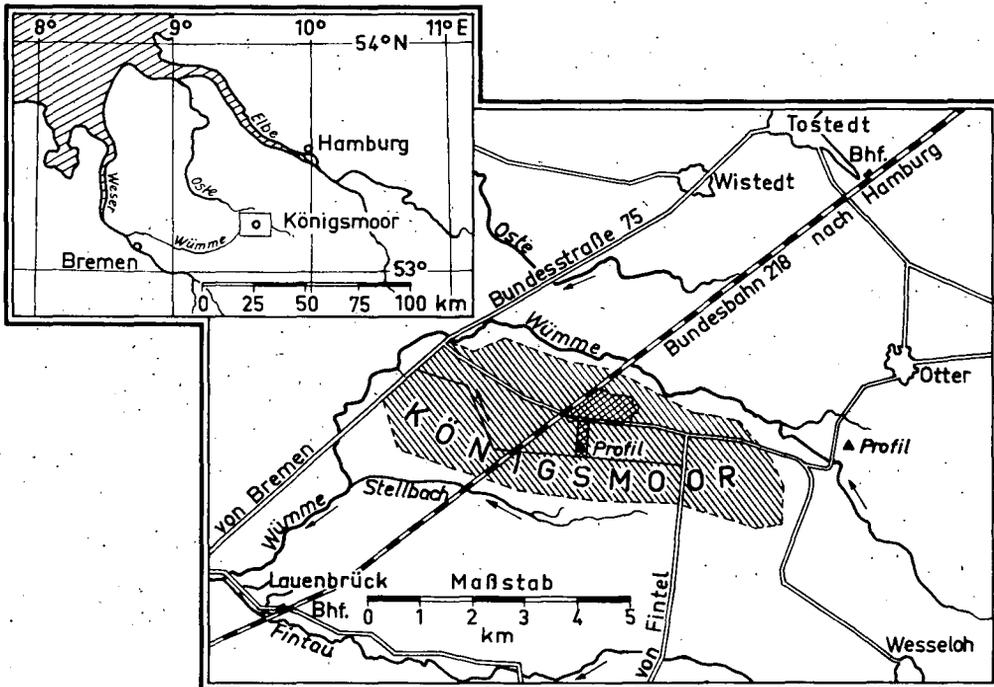
LEGENDE

- |  |                           |   |                     |
|--|---------------------------|---|---------------------|
|   | Hochmoor, 5-15 dm Torf    |    | Gley-Podsol, mittel |
|  | Niedermoer, <5 dm Torf    |  | Podsol, mittel      |
|  | Anmoorgley bis Niedermoer |  | Podsol, schwach     |
|  | Parabraunerde             |   |                     |

Bodenübersichtskarte  
nach E HACKER (1970)

0 500 1000 1500 2000 m





Die relativ geringe Niederschlagshöhe (N) bewirkt bei einer durch Temperatur und hohe relative Luftfeuchte auf 450 mm begrenzten Evapotranspiration (V) eine grosse positive klimatische Wasserbilanz (N - V) in fast allen Monaten (8). Im Mittel von 10 Jahren (1950/59) war kein Monat frei von Bodenfrost !

Mit der staatlichen Kultivierung des Königsmoores wurde 1911 begonnen. Seither dient die Domäne als Versuchs- und Beispielsbetrieb. Der Name Königsmoor ist in NW-Deutschland häufig. Moor und Ödland gehörte nämlich dem Landesherrn. Westlich der Bahnlinie Bremen - Hamburg wurden 1920/30 28 Vollerwerbsbetriebe (16 - 18 ha) und 5 Nebenerwerbsstellen, vornehmlich auf Deutscher Hochmoor- und Heidekultur, östlich erst ab 1950 27 Vollerwerbsbetriebe mit je 20 - 23 ha und 18 Nebenerwerbsbetriebe angesiedelt. Hier konnten bereits in grösserem Umfange Tiefpflugkulturen (Deutsche Sandmischkulturen) angelegt werden. In jüngster Zeit verringert sich die Zahl der Vollerwerbsbetriebe zu Gunsten der durchschnittlichen Flächengrösse verbleibender Betriebe. So wird der Strukturwandel der Landwirtschaft dieses Raumes deutlich.

## 2. Deutsche Hochmoor-Kultur

Dieses Meliorationsverfahren wurde von TACKE (9) entwickelt. In Königsmoor liegen hierzu zahlreiche Grundlagenversuche. Als relativ wenig aufwendiges Verfahren (1500 - 2500,- DM/ha) ist es überall dort anwendbar, wo bei ausreichend tiefer Entwässerung

- 1.) die Moormächtigkeit  $> 1,2$  m beträgt
- 2.) davon  $> 0,8$  m wenig zersetzter Hochmoortorf ( $H < 5$ ) ist und
- 3.) Grünlandnutzung angestrebt wird.

Dazu entwässert man ein Hochmoor mit offenen Sammlern im Abstand von 300 m und - wenn genügend vorentwässert - quer dazu mit Röhren- oder Maulwurfdränung auf 1,2 m Tiefe. Der Saugerabstand (20 - 8 m) richtet sich nach Durchlässigkeit (Bohrlochverfahren) und Moormächtigkeit. Er kann unter Berücksichtigung dieser mit der Entwässerung veränderlichen physikalischen Eigenschaften auch aus dem Zersetzungsgrad abgeleitet werden. Die unterschiedliche Sackung muss man dabei berücksichtigen. Tondränrohre müssen deshalb durch Lattenroste oder Plastikbänder gesichert werden. Im übrigen bleibt das gewachsene Profil bis auf einen 20 cm mächtigen Krumenraum erhalten.

Nach ggf. notwendiger Rodung und Planierung wird das relativ flache Wurzelbett mit rd. 50 dz/ha CaO auf pH (nKCl) 3,8 (Ackernutzung) bzw.

4,3 (Dauergrünland) gebracht. Fehlende Nährstoffe werden dem substratbedingten Adsorptionsvermögen entsprechend durch Vorratsdüngungen mit 16 dz/ha Thomasphosphat, 8 dz/ha 40% Kalisalz sowie 50 kg/ha  $\text{CuSO}_4$  bzw. entsprechenden Mengen eines Metallegierungsdüngers eingebracht. Dann kann sofort zu Grünland angesät werden. Das wichtigste Bodenbearbeitungsgerät ist im Frühjahr die schwere Walze (Bodenfrosthhebung - kapillarer Abriss). Je nach Nutzungsintensität ist nachfolgende Ersatzdüngung ausreichend.

Nach unter 4.) erläuterten Entwicklung werden spätestens in 3 - 4 Jahrzehnten die Entwässerungsbedingungen Deutscher Hochmoorkulturen unzureichend. Eine 2. Binnenentwässerung mit jetzt engeren Dränebatänden wird erforderlich oder, wenn die Bodenverhältnisse es erlauben, der Tiefumbruch möglich. Waren 1915 96% der Betriebsfläche der Domäne Königsmoor Deutsche Hochmoorkultur, so sind es inzwischen nur noch 52%. Trotz guter künstlicher Vorflut leiden davon 1/3 sekundär unter Staunässe. Inzwischen durch Sackung und Zersetzung verdichtete Torfe und damit auch zu geringe Mächtigkeit der Lagen schwach zersetzten Hochmoortorfes (Staunässeleiter) über stark zersetzten Basistorfen bzw. verdichteten fossilen A-Horizonten des Liegenden (Staunässesole) sind die Ursache.

### 3. Deutsche Sandmisch-Kultur

Mit dem technischen Fortschritt wurde die Tiefkultur möglich. Sie dient dazu, durch Horizonte oder Schichtungen gestörte Profile im Bodenwasserhaushalt zu verbessern. Schon 1938 legte BRÜNE in Königsmoor die ersten Tiefkulturversuche auf wurzelechtem Hochmoor über Podsol an. Ab 1948 wurde die "Deutsche Sandmischkultur" durch BADEN und Mitarb. (13) zu dem heute für die Moorkultur wichtigsten Meliorations- und Rekultivierungsverfahren weiterentwickelt. Inzwischen sind bei maximaler Pflugtiefe von 2 m in NW-Deutschland über 100 000 ha Moor- und Anmoorböden tiefgepflügt worden.

Dieser Moorkulturtyp schafft dann sichere Ackerstandorte mit breitem Nutzungsspektrum, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

- 1.) Moormächtigkeit < 1,20 m
- 2.) Hochmoor- allenfalls Übergangsmoortorfe, unabhängig vom Zersetzungsgrad
- 3.) Mittel- bis Feinsand mit < 10-15 % Abschlämmbarem (< 20  $\mu$ ) frei von pflanzenschädlichen Stoffen (z. B.  $\text{FeS}_2$ )
- 4.) Entwässerungstiefe 20 cm unter Tiefpflugsohle.

Im Normalfall wird die Pflugtiefe so eingestellt, dass schichtmässig etwa 2/3 Torf und 1/3 Sand erfasst werden. Im Winkel von 135° werden Torf- und Sandbalken aufgepflügt. Allerdings ist die Lagerungsdichte beider Komponenten zu berücksichtigen (4). Sie kann ein Torf- : Sandverhältnis von 2 : 1 bis 1 : 2 erforderlich machen. Nur die Krume wird nachfolgend gemischt (daher die Bezeichnung Sandmischkultur). Günstige physikalische und chemische Eigenschaften des Mischbodens werden bei 6-8 % org. Substanz erhalten (10). Die Torfbalken dienen der Wasserspeicherung im Unterboden, die durchwurzelbaren Sandbalken der Wasser- und Luftbewegung. Bei guter Selbstdränung im Sandbalken ist eine systematische Röhrendränung in genügend tief entwässerten Profilen nicht erforderlich (11). Bei Neigung zu sekundärer Staunässe (Humusgehalt > 8 Gew.% oder/und Abschlammbares (< 20 µ) > 15 Gew.%) im Krumenbereich ist ein leichtes Gefälle der Oberfläche zum offenen Sammler angezeigt.

Nach dem Tiefpflügen muss planiert werden. Die Vorratsdüngung mit P, K, Cu entspricht derjenigen der Deutschen Hochmoorkultur. Je nach Gehalt org. Substanz werden pH (nKCl) 4,7-5,5 angestrebt. Nach etwa 15 Jahren haben sich die Torfe im Krumenbereich durch Ab- und Umbau weitgehend zu "Humus" verwandelt und ist aus der Mischung ein "Boden" entstanden. Je älter die Sandmischkulturen, umso höhere pH-Werte werden erforderlich. Im Übrigen bleiben sie lange Zeit nährstoff-dynamisch den Moorböden verwandt. Sandmischkulturböden haben eine lehmigen, stark humosen Sanden vergleichbare nutzbare Wasserkapazität. Seitens der landw. Praxis besteht die Tendenz zur Krumenvertiefung. Versuche mit völliger Homogenisierung bleiben abzuwarten.

Damit gleichmässige Flächen nach der Tiefkultur geschaffen werden können, sind umfangreiche Voruntersuchungen über Moortiefe und Eigenschaften beider Mischungskomponenten erforderlich. Bleiben diese unberücksichtigt, führen zwangsläufig bei gleichmässiger Pflugtiefe aber unterschiedlichen Torf/Sandmischungen ungleichmässige Setzungen zu Nutzungerschwernissen mit verschiedenen feuchten Flächenteilen. Teueres wiederholtes Nachplanieren und Bedarfsdränung werden dann erforderlich.

Die Deutsche Sandmischkultur kostet je nach Pflugtiefe, Umfang der Vor- und Nachplanung sowie Aufwand für die Entwässerung einschl. Meliorationsdüngung 3-5.000,- DM/ha. Ihr Ertragspotential beträgt 40 dz/ha GE gegenüber 25 dz/ha bei Deutscher Hochmoorkultur. Mit eingeschränkter Bodenfrostgefahr werden auch anspruchsvolle Früchte (Wintergerste, Weizen, Mais, Zuckerrüben) anbauwürdig. Ein sicherer Ackerstandort wird so geschaffen.



EXKURSIONS-PROFILE

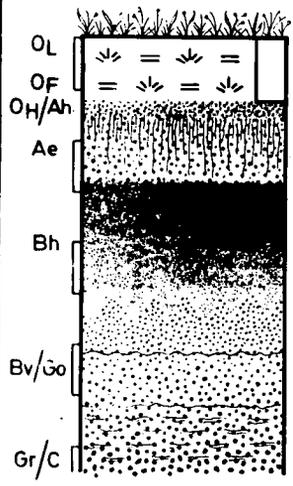
ERICA - PODSOL / HUMOD

Am Rande der Endmoräne 2 km SO von Otter ist in der Nähe des Oberlaufs der Wümme und 100 m östl. der L.II.0 Otter ← Königsmoor auf einem kleinen Restödländ das Initialstadium der Vermoorung durch Versumpfung zu rekonstruieren. Schon kleine Bodenunebenheiten haben in dieser alten Flussdünenlandschaft grossen Einfluss auf die natürliche Vegetation. Auf den Erhebungen wachsen vornehmlich *Calluna vulgaris*, *Juniperus* und *Pinus*, in den Senken *Erica tetralix*, Laubmoose, Cladonia und vereinzelt Kleinseggen. Beide Standorte sind podsoliert, letzterer besonders ausgeprägt durch eine starke Rohhumuseufage. Beeinträchtigungen durch Plaggenhieb sind wahrscheinlich. Das Profil liegt noch ausserhalb des Königsmoores (s. Abb. 5).

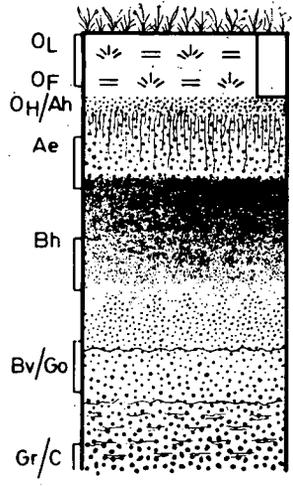
Profilbeschreibung

cm u. Gel.	Horizont	Allgemeine Beschreibung
0- 1	O <sub>L</sub>	Streuauflage aus schwach zersetzten Erica-Wurzeln und Stengeln, sowie Laubmoos- und Flechtenresten.
- 12	O <sub>F</sub>	Rohhumuseufage aus mässig zersetztem Erica-Calluna-Wurzelfilz mit Sandbeimengungen.
-15	O <sub>H</sub> /Ah	Stark humoser Fein- bis Mittelsand, pflanzliche Reste mikroskopisch nicht mehr bestimmbar.
-27	Ae	Sehr stark gebleichter Fein- bis Mittelsand mit einigen rezenten Wurzeln.
-55	Bh	Sehr stark ausgeprägter Humusortstein. Bis 42 cm dunkler gefärbt und von einigen fossilen Wurzeln durchsetzt. Unterer Teil dieses Horizontes durch Grundwasser bzw. Kapillarsaum zeitweise beeinflusst, dadurch schwach gebleicht und infolge Durchfeuchtung weniger verfestigtes Hüllengefüge.
-75	Bv/Go	Schwache Bänderung und Verbraunung, durch Grundwasserschwenkung beeinflusste Verwitterung.
> 75	Gr/C	Deutliche Zunahme der Grob- bis Mittelsandfraktion, ständiger Grundwassereinfluss.

HOR.	cm u. Gel.	Körnung ( Gew. % ) in $\mu\text{m } \phi$					Rohdichte g/l	
		< 2	2-20	20-60	60-200	200-600		600-2000
OL	0-1						297	
OF	-12						462	
Oh/Ah	-15	2,0	0,9	1,9	34,4	58,8	2,0	1201
Ae	-27	1,4	0,3	1,3	42,1	52,7	2,2	1470
Bh	-55	2,5	0,8	1,6	30,8	62,5	1,8	1356
Bv/Go	-75	1,6	0,5	0,2	45,2	48,7	3,8	1513
Gr/C	> 75	1,5	0,1	0,2	24,5	71,2	2,5	1643



HOR.	cm u. Gel.	P H			ORGANISCHE SUBSTANZ				
		H <sub>2</sub> O	n KCL	0,01 CaCl <sub>2</sub>	GEW. %	% ORG. SUB		C/N	r %
						C <sub>t</sub>	N <sub>t</sub>		
OL	0-1	4,0	2,7	2,8	68,5	57,5	2,22	25	
OF	-12	3,7	2,5	2,6	46,3	55,1	1,47	17	
Oh/Ah	-15	3,6	2,6	2,7	8,6	55,0	2,55	22	
Ae	-27	4,1	3,2	3,2	1,9				
Bh	-55	3,9	3,3	3,2	4,5	62,0	1,20	52	
Bv/Go	-75	4,5	4,1	3,9	1,1				
Gr/C	> 75	4,9	4,4	4,3	0,7				





## Boden-Eigenschaften

In Tab. 1 sind die Ergebnisse der Bodenuntersuchung dargestellt und werden - soweit zum Verständnis erforderlich - nachfolgend kurz interpretiert. Die relativ einheitliche Körnung aus Fein- bis Mittelsand ist für Flusssdünen aus Sandern der pleistozänen Landschaft typisch. Nur im unteren Profilbereich ab 75 cm u. Gel. tritt mehr Grobsand auf. Das wird auch durch die zunehmende Rohdichte angezeigt. Im absolut ton- und schluffarmen Substrat sind durch die Podsolierung nur wenig signifikante Veränderungen dieser Kornfraktionen zu erkennen.

Die organischen Horizonte  $O_L$  und  $O_F$  wären mit  $> 30$  Gew.% org. Substanz bereits den Torfen zuzurechnen, wenn ihre Mächtigkeit  $> 2$  dm betrüge. Nach N-Gehalt und C/N-Verhältnis ist sie dem Übergangsmoorortf ähnlich. Die C-Zunahme im Bh-Horizont ist deutlich. Dagegen ist weder im Dithionit-Fe noch im Oxalat-Fe eine nennenswerte Wanderung von Sesquioxiden festzustellen. Bis auf die pflanzliche Anreicherung im  $O_L$  ist dieser Boden absolut Fe-arm. Auch aus dem Grundwasser erfolgt kein Fe-Antransport.

Die drei pH-Bestimmungsmethoden charakterisieren diesen Standort als extrem sauer. Zwischen pH (nKCl) und pH (0,01n  $CaCl_2$ ) bestehen keine signifikanten Unterschiede in den O-, Ae- und Bh-Horizonten.

Im Bv- und C-Horizont sind dagegen die  $CaCl_2$ -pH-Werte niedriger als in nKCl. Die pH ( $H_2O$ )-Werte liegen in den O-Horizonten um 1,2 pH-Einheiten höher. Diese Differenz verkleinert sich mit abnehmendem Gehalt organischer Substanz auf 0,4 - 0,5 pH-Einheiten (Einfluss der protonenliefernden organischen Substanz).

Wenn man die Austauschkapazität (KAK) nach MEHLICH bei pH 8,1 bestimmt, wird in diesem Boden sehr viel variable Ladung der org. Substanz aktiviert. Diese Werte sind für eine ökologische Beurteilung saurer Standorte wertlos. Daher wurde die KAK zusätzlich (12) in 0,5  $SrCl_2/Sr$ -Azetat bei pH 5,0 ermittelt. Sie beträgt dann nur noch 2/3 der MEHLICH-KAK. Der grosse Einfluss organischer Substanz auf die Rohdichte macht es erforderlich, die KAK in  $mval/l$  statt  $mval/100$  g Boden darzustellen. Damit werden O- und Bh-Horizonte deutlich gekennzeichnet. Der Kationenbelag besteht zu fast 100 % aus  $H^+$ .

Nährstoffe (P, K) fehlen, von einer sekundären Eutrophierung im  $O_L$  -  $O_F$ -Horizont abgesehen.

Das Bodengefüge ist durch die Horizonte dieses Erica-Podsol-Profiles stark differenziert. Die O-Horizonte haben ein Porenvolumen von fast 70 Vol.%, der Mineralboden dagegen von nur 36 - 41 Vol.%. Diese allgemein dichte Lagerung ist für nordwestdeutsche Podsole - Podsol-Gleye häufig. Aus der Wasserbindungsintensität wurde die Porenraumverteilung abgeleitet (s. Abb. 7).

Fein- ( $< 0,2 \mu$ ) und Mittelporenvolumen ( $0,2-10 \mu$ ) korrelieren positiv mit dem Gehalt organischer Substanz, die als langsam ( $10-50 \mu$ ) und schnell dränende ( $> 50 \mu$ ) unterteilten Grobporen dagegen negativ. Überraschend hoch ist jedoch noch der Anteil grober Poren im Bh-Horizont. Einen größeren Einfluss muss man den Porensprüngen zwischen den verschiedenen Horizonten einräumen. Nach einer nur mässig gesättigten Durchlässigkeit im  $O_F$  ist der Ae gut durchlässig. Der Bh mit 3 - 4 cm/d hat ein grosses Stauvermögen. Der Bv/Go ist sehr gut, der dichtlagernde Gr/C wieder nur sehr gering wasserdurchlässig.

---

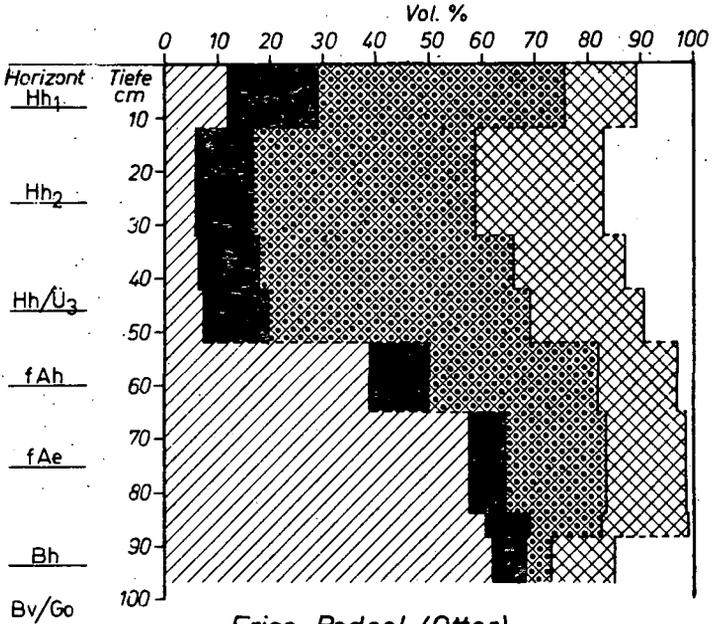
#### Nutzungs- und Meliorationsvorschläge

---

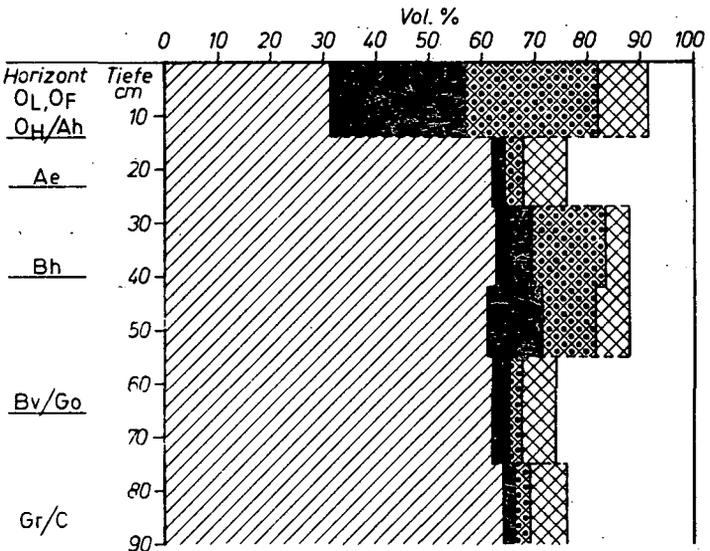
Derartig grundwassernahe Erica-Podsole werden im humiden Klima Nordwestdeutschlands häufig nach Meliorationskalkung, guter Versorgung mit Grundnährstoffen und Vermischung von  $O$ ,  $A_h$ ,  $A_e$  durch mässig tiefes Pflügen als Dauergrünland genutzt. Zur Ackernutzung ist dagegen die Tiefkultur erforderlich, welche den Bh als Stauhorizont beseitigt und erst tiefere Durchwurzelung ermöglicht. Durch Vorflutausbau muss dazu das Grundwasser auf mindestens 80 cm u. Fl. abgesenkt werden. Binnentwässerung ist dazu nicht erforderlich.

# Porenraumverteilung

wurzelechtes Hochmoor (Königsmoor)



Erica-Podsol (Otter)



Substanz



Porengrößen



< 0,2 μ



10-0,2 μ



50-10 μ



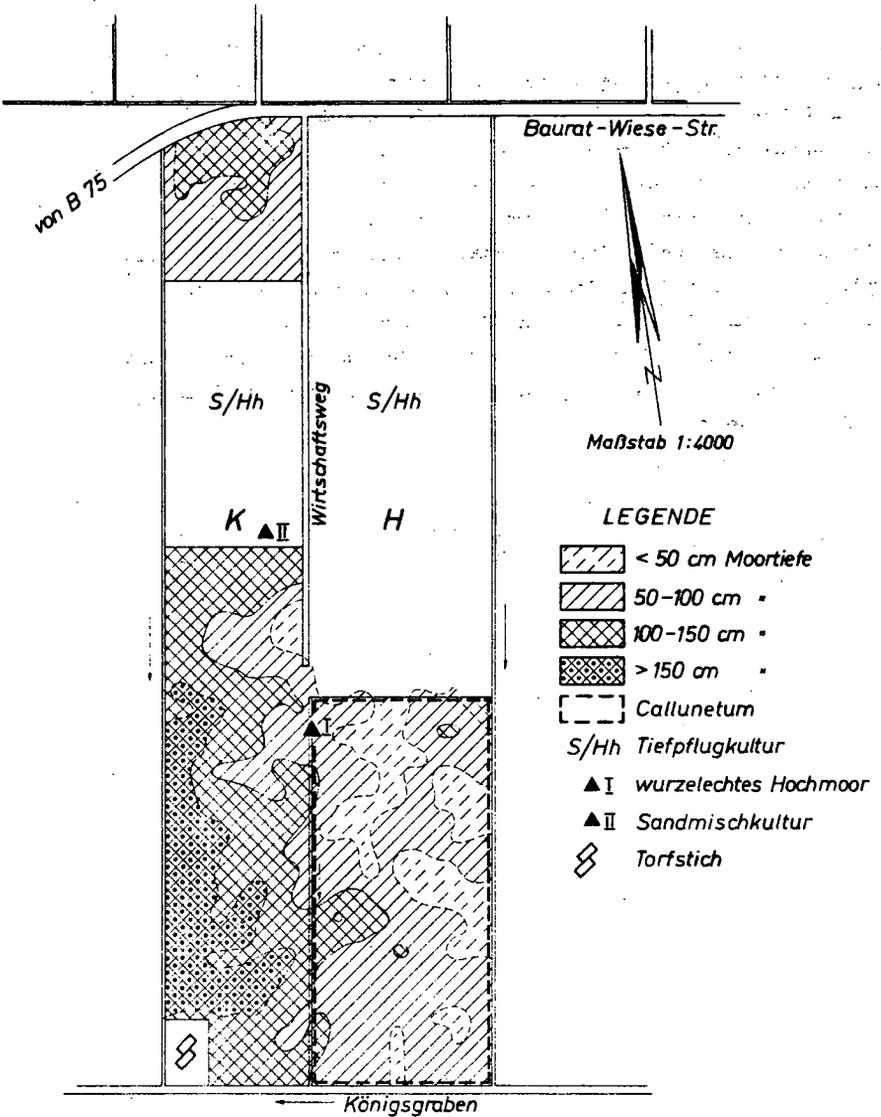
> 50 μ

WURZELECHTES HOCHMOOR ÜBER PODSOL - GLEY

HISTOSOL

Etwa 5 km westlich erreicht man der L.II.O Otter - Königsmoor folgend mitten im Königsmoor bei der Domäne Königsmoor, Schleg H/K am Ende eines von der Baurat-Wiese-Strasse nach Süden abzweigenden Wirtschaftsweges einen Rest Hochmoorödland. Es befindet sich nicht zuletzt durch die im 18./19. Jahrhundert vorausgegangene Moorbrandkultur vegetationskundlich im Stillstandskomplex. *Cellula vulgaris* und *Molinia coerulea* herrschen neben *Eriophorum vaginatum* vor. Durch Entwässerung nimmt der Birkenwuchs zu. An einer Grabenböschung ist die wechselnde Moortiefe zu erkennen. Abb. 8 vermittelt einen flächenhaften Eindruck. Das wurzelechte Hochmoor hat im Liegenden Podsol-Gley aus Fein- Mittelsanden von Flusssdünen der Wümmeniederung.

Moortiefenplan 1960  
Königsmoor Krs. Harburg  
Schlag H u. K



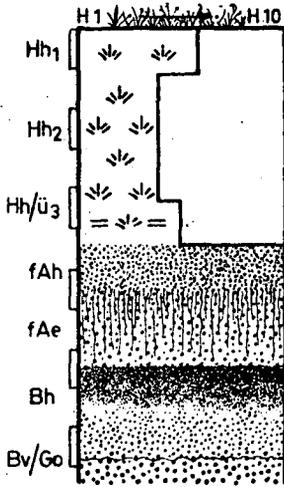
Profilbeschreibung

cm u. Gel.	Horizont	Allgemeine Beschreibung
0 - 12	Hh <sub>1</sub>	Mittel - stark zersetzter Hochmoortorf (H 6-7) rezent durchwurzelt und ziemlich dicht gelagert.
- 42	Hh <sub>2</sub>	Schwach zersetzter Sphagnumtorf (Sect. Acutifolia - Sph. rubellum) (H 3-4) nur noch wenig rezent durchwurzelt, relativ locker gelagert.
- 52	Hh <sub>3</sub>	Mittel zersetzter Sphagnumtorf (Sect. Acutifolia und Cuspidata) (H 5-6) Reste von Calluna vulg. und Eriophorum vaginatum. Sogen. Vorlaufstorf. Noch relativ <sup>locker</sup> gelagert.
- 65	fAh	Sehr stark humoser Fein- bis Mittelsand durchsetzt mit zahlreichen Cyperaceenradizellen, foss. A - Horizont.
- 84	fAe	Durch sekundäre Huminstoffeinwaschung relativ humusreicher fossiler Eluvialhorizont, Mittelsand, fossile Cyperaceenwurzeln.
- 97	fBh	Im oberen Teil stark humoser und verdichteter noch etwas fossil durchwurzelter Humusortstein, Mittel- bis Feinsand, der durch Grundwasser-einflüsse erst wenig verhärtet ist.
- 120	Bv/Go/r	Humusfreier Mittelsand, schwach gebändert und verbraunt mit hoher Lagerungsdichte.
> 120	Gr/C	Humusfreier Mittel- bis Feinsand, Grundwasser führend, zum Zerfließen neigend mit hoher Lagerungsdichte.

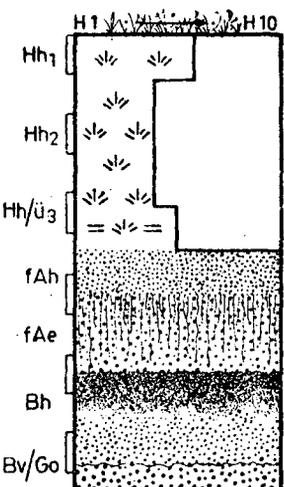
Bodeneigenschaften (s. a. Tab. 5)

Bei wechselnder Mächtigkeit (< 50 - > 150 cm) ist die Hochmoortorfauf-  
 auflage schon relativ stark zersetzt und infolge Entwässerung durch  
 Sackung an der Oberfläche verdichtet (s. a. Substanzvolumen). Die Feld-  
 ansprache des Zersetzungsgrades nach v. POST wird durch die Bestimmung

HOR.	cm u. Gel.	Körnung (Gew. %) in $\mu\text{m}$ $\varnothing$						Rohdicht g/l
		< 2	2-20	20-60	60-200	200-600	600-2000	
Hh <sub>1</sub>	0-12							185
Hh <sub>2</sub>	-42							75
Hh <sub>3</sub>	-52							98
fAh	-65							789
fAe	-84	2,0	0,0	2,3	38,6	53,1	4,0	1442
Bh	-97	1,8	0,3	0,6	46,1	45,1	6,1	1440
Bv/Go/r	-120	1,2	1,0	0,7	30,6	61,4	5,1	1631
Gr/C	>120	1,9	0,0	1,7	48,2	40,8	7,4	1680



HOR.	cm u. Gel.	pH			ORGANISCHE SUBSTANZ				
		H <sub>2</sub> O	n KCL	0,01m CaCl <sub>2</sub>	GEW. %	ORG. SUB		C/N	r %
			C <sub>t</sub>	N <sub>t</sub>					
Hh <sub>1</sub>	0-12	3,4	2,7	2,8	89,1	55,6	1,48	37	48,5
Hh <sub>2</sub>	-42	3,5	2,7	2,8	98,1	53,6	0,53	100	34,0
Hh <sub>3</sub>	-52	3,5	2,7	2,8	92,9	57,2	0,81	70	44,9
fAh	-65	3,6	2,7	2,8	14,6	57,8	1,50	38	
fAe	-84	4,2	3,3	3,3	4,8	61,5	1,23	50	
Bh	-97	4,3	3,6	3,5	3,6	50,0	1,04	48	
Bv/Go/r	-120	5,4	4,5	4,5	0,9				
Gr/C	>120	5,7	4,8	4,9	0,6				



PORENRAUM-VERTEILUNG (VOL. %/o) (pF)							WASSER-LEITFÄHIGKEIT cm/d bei...cm WS					n
GPV	1,7	2,0	2,5	3,5	4,2	nWK 17-4,2	0	10	30	100	200	
88,1	78,7	75,8	63,6	27,8	16,8	61,9	3,7		0,9	0,066	0,006	5
93,6	78,2	72,6	56,0	19,9	10,7	67,5	31,6	3,8	0,6	0,05	0,002	5
92,9	83,7	79,2	61,8	22,2	12,0	71,7	1,4					5
51,2	58,3	56,9	43,4	18,5	11,5	47,1	3,4					5
11,9	40,7	38,9	26,3	11,6	6,5	34,2	0,7		1,7	0,007	0,0009	5
39,4	38,3	36,3	22,1	11,3	9,0	29,3	3,7	1,4	1,04	0,06	0,004	5
38,0	22,7	20,5	11,0	7,7	6,4	16,3	2,9					5
							121,0	20,5	6,6	0,007	0,0008	5

+) %/o

\*\*) mg/100 ml

IONEN- UMTAUSCH				KAK				% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		NÄHRSTOFFE				
mval/100g			mval/l	H <sup>+</sup>	mval/100g				DITH.	OX.	K <sub>2</sub> O		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
pH8,2	pH5,0	pH5,0	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	HCl (%)			DL (%)	HCl (%)	DL (%)	
173,3	106,0	196,1	172,0	9,0	5,2	0,9	0,8	0,26	0,17	0,08	6,6	0,15	1,3	
208,4	143,0	107,3	175,0	8,1	9,9	0,1	0,9	0,07	0,04	0,01	0,8	0,03	0,4	
191,5	130,5	127,9	175,5	3,6	15,7	0,1	1,1	0,10	0,06	0,02	1,5	0,05	0,5	
40,5	23,5	185,4	41,5	1,2	2,3	0,03	0,2	0,06	0,04	0,01	0,8	0,02	0,6	
6,7	4,0	57,7	7,3					0,02	0,02	0,01	0,0	0,01	0,4	
12,1	5,8	82,7	12,2					0,03	0,01	0,03	0,8	0,02	2,2	
4,4	1,8	29,4	3,9					0,02	0,02	0,04	1,6	0,02	3,6	
2,3	1,0	16,8	2,1					0,02	0,01	0,04	1,6	0,01	1,6	

des Nichtsäurehydrolyisierbaren ( r %) nach KEPPELER bestätigt. Bei vorherrschender Entwässerung werden die Torfe bereits sehr tief von Moliniawurzeln erschlossen. Von torfbildenden Cyperaceenwurzeln im Übergangsbereich zum Liegenden abgesehen, muss die Hochmoortorfbildung schon bald nach einem kurzen Übergangsmoorstadium eingesetzt haben. Ehe jedoch das Sphagnumwachstum begünstigende Klima einsetzte, wurde zunächst in der ersten Versumpfungsphase das Wachstum der Cuspidatorfe (sogen. Vorlaufertorf) gefördert. Das spätere Vorherrechen schmalblättriger Acutifoliatorfe lässt mehr kontinentale Klimaeinflüsse bei der Torfbildung erkennen. Einen ausgeprägten Schwarz/Weisestorfkontakt erkennt man in diesem relativ spät eine vorher podsolierte Flussdüne überwachsenden wurzelechten Hochmoorprofil nicht.

Die Körnung des Liegenden ist dem Profil bei Otter völlig gleich: fast ton- und schlufffreier Fein- bis Mittelsand mit nach unten etwas zunehmend größeren Anteilen und dort ebenfalls steigender Rohdichte, Podsolierung aus der Körnung in den Horizonten nicht erkennbar.

Bezieht man die C-Bestimmung auf die aschefreie Trockensubstanz, so lassen Werte  $> 50 \% C$  erkennen, dass die Humifizierung der Torfsubstanz schon relativ weit fortgeschritten ist. Enge Beziehungen zum Zersetzungsgrad (POST) bzw. Vertorfungsgrad (KEPPELER) werden deutlich. Die N-Gehalte der org. Substanz sind niedriger als beim Rohhumus des Erica-Podsols. Ein Übergangsmoorstadium kann allenfalls aus dem fAh abgeleitet werden. Die oberste Torflage ist durch Zwischennutzung als Moorbrandkultur mit N angereichert. Durch sekundäre Verlagerung von Huminstoffen aus dem Hangenden ist eine Profildifferenzierung durch Podsolierung aus den C-Gehalten nicht mehr zu erkennen. Auch in diesem Profil sind zu wenig Dithionit-Fe und Oxalat-Fe vorhanden, um damit Fe-Verlagerungen deutlich zu machen.

pH (nKCl) und pH (0,01 nCaCl<sub>2</sub>) unterscheiden sich wieder wenig, pH (H<sub>2</sub>O) liegt dazu um 0,7 - 0,9 pH höher. Das Profil lässt sich in der H<sup>+</sup> Aktivität in 3 Bereiche gliedern: die sehr stark sauren Hochmoortorfe mit pH (nKCl)  $\sim 2,7$  bis einschliesslich fAh, den durch Podsolierung von pH 3,3 - 3,8 geprägten Bereich und der pH-Anstieg 4,5 - 4,8 über Bv- zum C-Horizont. Entsprechend ist mit V = 15 % die Basensättigung der Hochmoortorfe äusserst gering. Im Mineralboden finden wir nahezu 100 % H<sup>+</sup>. Dabei ist zu beachten, dass mit Ausnahme

im  $Hh_1$   $Mg^{++}$  und  $Na^+$  gegenüber  $Ca^{++}$  bzw.  $K^+$  vorherrschen. Im  $Ca/Mg$ - und  $Na/K$ -Verhältnis kommt die Nähe zum Meer zum Ausdruck.  $Ca/Mg \approx 1$  wird erst bei Übergangsmoor torfen erreicht. Solange die  $Ca$ -Sättigung durch relativ niedrige  $pH$ -Werte niedrig gehalten wird, ist  $Mg$ -Mangel bei Hochmoorböden nicht zu befürchten. Die hohe Selektivität organischer Austauscher wie Torf für  $Me^{++}$  lässt dagegen nur äusserst geringe  $K^+$ -Sorptions zu. Die Austauschkapazität wurde auch hier wegen der hohen variablen Ladung der organischen Austauscher methodisch auf den standortsspezifischen  $pH$  5,0 eingestellt und wegen der zwischen 75 und 1680 g/l stark wechselnden Rohdichte in  $mval/l$  ausgedrückt. Sie nimmt mit dem Zersetzungsgrad zu und ist darüber hinaus sehr stark von den Torfbildnern abhängig (12).

Nährstoffe (P, K) fehlen in Torflagen wie im Sand weitgehend. Die  $Hh_1$ -Lage dürfte durch Moorbrandkultur und sekundäre Eutrophierung inmitten intensiv gedüngter Kulturflächen mit Nährstoffen angereichert sein.

Das Bodengefüge wird durch Porenraumverteilung (s. Abb. 6) und gesättigte wie ungesättigte Wasserleitfähigkeit beschrieben. In diesen Eigenschaften spiegelt sich die Dynamik dieses Profils wider. Mit  $> 90\%$  Gesamtporenvolumen grenzen sich die Hochmoortorfe deutlich vom Mineralboden ab. Nach einem mit 60% noch relativ hohen Porenvolumen im fAh nimmt dieses bis auf 38% im Bv ab.

Aus der Porenraumverteilung erkennt man die hohe nutzbare Wasserkapazität ( $pF$  1,8 - 4,2) der Torfe. Mit zunehmender Zersetzung nehmen vor allem Poren  $> 50 \mu$  ab,  $< 10 \mu$  dagegen nur wenig zu. Erst im fAh - Ae nähert sich der Anteil schnell dränender Poren dem Werte Null, um schon im unteren Bereich des Bh sich wieder deutlich zu erhöhen. Diese Porenraumgliederung mit grossen Porenspürungen bedingt Wasserstau.

In vor allem wenig zersetzten Torfen sind durch pflanzliche Strukturen zwar noch relativ viel grobe Hohlräume enthalten, die Kontinuität derartiger Poren ist jedoch nur gering. Deshalb ist die Durchlässigkeit für Wasser mit im Mittel  $10^{-5} \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1}$  trotz meist  $> 10 \text{ Vol.}\%$   $> 50 \mu$  Poren sehr gering. Sie erreicht mit  $0,7 \text{ cm/d} = 7,8 \cdot 10^{-6} \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1}$  ihren kleinsten Wert im Ae-Horizont. Die relativ grosse

Durchlässigkeit im Bh mag durch die hierin nicht immer fehlerfreie Entnahmetechnik bedingt sein. Alle Stechringe wurden in diesem zur Staunässe neigenden Profil in vertikaler Richtung entnommen. Der Mittelsand im Bv-C-Horizont ist mit rund 120 cm/d sehr gut durchlässig.

Die ungesättigte Wasserleitfähigkeit ist bei Wasserspannung  $< 100$  cm WS im Liegenden höher als im Hängenden,  $> 100$  cm WS ist es umgekehrt. Durch den grossen Porenabrung ist der Ae auch in dieser Wasserhaushaltsgrösse der begrenzende Horizont, nicht so wie man vermuten möchte der Bh-Horizont.

---

#### Nutzungs- und Meliorationsvorschläge

---

Wurzelechte Hochmoore haben als besondere Form eines Versumpfungemoores ihr eigenes Grund/Stauwasserregime, das durch plötzlichen Wechsel in der Porenraumverteilung vom Torf zum fossilen Podsolprofil bedingt ist. Soweit es Mächtigkeit der Torflagen ( $< 1,20$  m) und Körnung des Mineralbodens zulassen, sollte man daher durch Tiefkultur Stauhazone erfassen und durch Schrägschichtung ( $55^\circ$ ) Mängel im Wasserhaushalt beseitigen. Durch Einsatz hydraulisch im Zug verstellbarer Tiefkulturpflüge ist es möglich, Wechsel in der Moormächtigkeit so zu berücksichtigen, dass ein stets optimales Torf/Sandverhältnis für Wasserbewegung und Wasserepeicherung möglich wird. Bei 100 g/l mittlerer Rohdichte des Torfes und 1350 g/l des Sandes (2-3 Gew.%  $< 20 \mu$ ) ist ein schichtmässiges Verhältnis Torf : Sand = 2 : 1 anzustreben. Dann erhält man in der anschliessend vermischten Krume 13 Gew.% Torf, die nach Aufkalkung pH (nKCl) 4,7, Düngung und Nutzung innerhalb von 10 Jahren in etwa 10 Gew.% "Humus" umgewandelt werden (s. Tab. 6). Das Klimaxstadium der Deutschen Sandmischkultur dürfte in etwa 15 Jahren mit 6 - 8 Gew.% Humus erreicht sein.

Tab. 6 Krumenmischprobe ( 0 - 20 cm ) (Sandmischkultur)

< 2	2-20	Gew.% in $\mu$		200-600	600-2000	Rohdichte g/l
		20-60	60-200			
4,1	3,3	3,4	54,8	32,7	1,7	1152

Gew.%	org. Substanz			pH nKCl	mg/100 K <sub>2</sub> O	cm <sup>3</sup> DL P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	C <sub>t</sub>	N <sub>t</sub>	C/N			
9,6	6,21	0,19	33	4,4	21	11

KAK (mval/100 g)						
pH 8,7	pH 5,0	H	Ca	Mg	K	Na
27,0	19,9	19,3	8,8	1,1	0,5	0,2

#### LITERATUR

- 1.) Weber, C.A.: Über Torf, Humus und Moore - Versuch einer Begriffsbestimmung mit Rücksicht auf die Kartierung und die Statistik der Moore.  
Abh. d. Naturwiss. Vereins Bremen, 17 (2), 466-484, 1903
- 2.) Fleischer, M.: Mitteilungen über die Arbeiten der Moorversuchsstation in den Jahren 1877 - 82 (1. Bericht).  
Landw. Jahrbücher XII, 1, 1883
- 3.) Overbeck, F.: Die Moore Niedersachsens. Geologie und Lagerstätten Niedersachsens. 3. Bd. Das Känozoikum in Niedersachsen. Bremen-Horn, 1950
- 4.) Kuntze, H.: Praktische Hinweise für die Melioration wichtiger Standorte in  
H. Press: Taschenbuch der Wasserwirtschaft. 5. Aufl.  
Verlag Wasser und Boden, Hamburg, 1971
- 5.) Segeberg, H.: Mooreackungen durch Grundwasserabsenkung und deren Vorausberechnung mit Hilfe empirischer Formeln.  
Z. f. Kulturtechnik 1., 144-161, 1960

- 6.) Baden, W. u. Eggelsmann, R.: Über das Bodenklime verschiedener Hochmoorkulturen und seinen Einfluss auf den Pflanzenwuchs.  
Z. Acker- u. Pflanzenbau, 106, 127-152, 1958
- 7.) Kuntze, H.: Die Moornutzung im Wandel der Zeiten.  
Jb. f. Naturschutz u. Landschaftspflege, Bd. 18,  
1970
- 8.) Baden, W. u. Eggelsmann, R.: Der Wasserkreislauf eines nordwest-  
deutschen Hochmoores.  
Schriftenreihe d. KfK, Heft 12, Verlag Wasser u.  
Boden, 1964
- 9.) Tacke, B.: Neue Erfahrungen auf dem Gebiet der Moorkultur.  
Mitt. Moorverein i. D.R., Berlin 29, 1911 u. 46.  
1928
- 10.) Kuntze, H. u. Djaković, B.: Einfluss mineralischer und  
organischer Komponenten auf physika-  
lische Eigenschaften von Sandmischkulturen.  
Z. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung,  
11, 72-87,
- 11.) Eggelsmann, R.: Durchlässigkeit als bodenkundlicher Grenzwert  
der Tiefpflugkulturen in Moor und  
Anmoor.  
Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung,  
11, 18-27, 1970
- 12.) Feige, W.: Bestimmung der Kationenaustauschkapazität  
und austauschbarer Kationen von carbonat-  
freien Moorböden.  
Z. Pflanzenernährung und Bodenkunde, 123,  
101-105, 1969
- 13.) Baden, W. u. Mitarbeiter: Festschrift aus Anlass des zehnjähri-  
gen Bestehens des Kuratoriums für die  
Staatl. Moor-Versuchsstation in Bremen.  
8. Ber. üb. d. Arb. d. M.V.St.,  
Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin,  
1960

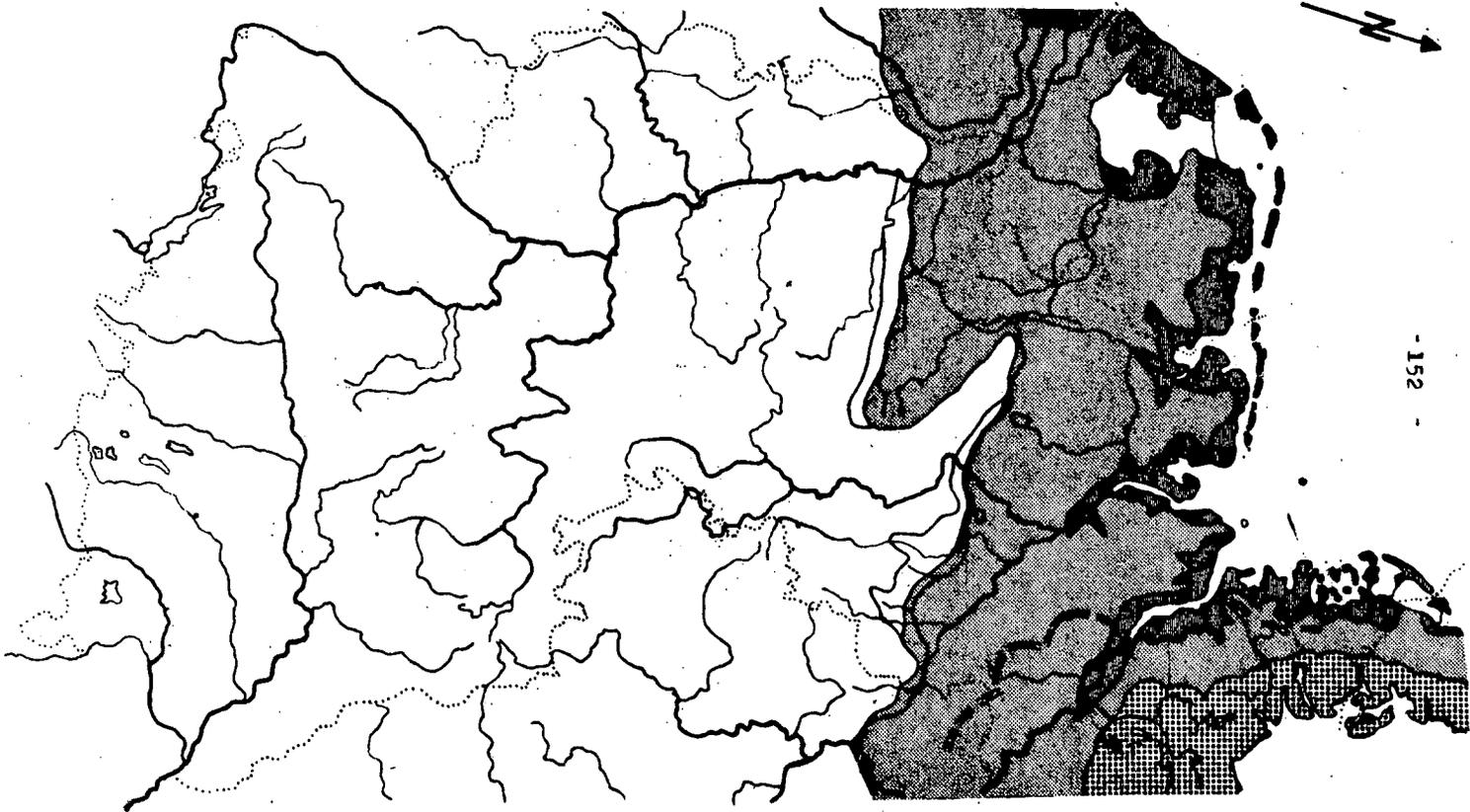
Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 151-231 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm.V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

ROESCHMANN, G. :

## **Die Böden der nordwestdeutschen Geest - Landschaft**

Dr. Günther Roeschmann, Geologieoberrat im Niedersächsischen  
Landesamt für Bodenforschung, 3 HANNOVER-BUCHHOLZ, Stilleweg 2



BÖDEN DER NORDWESTDEUTSCHEN GEEST-LANDSCHAFT

ALLGEMEINER ÜBERBLICK

- 1 Allgemeiner Überblick
- 1.1 Name und Lage
- 1.2 Geologie
- 1.3 Klima
- 1.4 Vegetation
- 1.5 Böden
- 2 Die Böden der Jungmoränen-Landschaft
- 2.1 Allgemeines
- 2.2 Die Parabraunerde-Bodengesellschaft
- 2.3 Begleitende Böden
- 3 Die Böden der Altmoränen-Geest-Landschaft
- 3.1 Böden höherliegender sandiger Geestgebiete
- 3.1.1 Allgemeines
- 3.1.2 Die Bänderparabraunerde-Bodengesellschaft
- 3.1.3 Die Podsol-Bodengesellschaft
- 3.1.4 Begleitende Bodentypen und fossile Böden
- 3.2 Böden höherliegender Geestgebiete mit Geschiebelehm-Decke
- 3.2.1 Allgemeines
- 3.2.2 Die Pseudogley-(Para-)Braunerde-Bodengesellschaft
- 3.2.3 Die Pseudogley-Bodengesellschaft
- 3.2.4 Die Podsol-Pseudogley-/Pseudogley-Podsol-Bodengesellschaft
- 3.2.5 Begleitende Böden und Besonderheiten
- 3.3 Böden höherliegender Geestgebiete mit Sandlöß-Decke
- 3.3.1 Allgemeines
- 3.3.2 Die Parabraunerde-Bodengesellschaft
- 3.3.3 Die Pseudogley-Bodengesellschaft
- 3.3.4 Begleitende Böden
- 3.4 Böden der Geest-Niederungen
- 3.4.1 Allgemeines
- 3.4.2 Die Gley-Bodengesellschaft
- 3.4.3 Die Gley-Braunerde-Bodengesellschaft
- 3.4.4 Die Podsol-Gley-/Gley-Podsol-Bodengesellschaft
- 3.4.5 Begleitende Böden
- 3.5 Kultosole der Geest-Landschaft
- 3.5.1 Allgemeines
- 3.5.2 Plaggenböden (Plaggenesch)
- 3.5.3 Weitere Kultosole

## 1. Allgemeiner Überblick

### 1.1 Name und Lage

Der Landschaftsbegriff "Geest" wird von dem niederdeutschen Wort "güst" = "unfruchtbar" abgeleitet und bezeichnet eine mehr oder weniger hochliegende Landschaft mit vorwiegend sandigen Böden, deren landwirtschaftlicher Nutzwert - besonders im Vergleich mit den früher insgesamt als fruchtbar geltenden Marschen - vor Einführung des Kunstdüngers gering bewertet wurde. Die Landschaftsbegriffe Marsch, Moor und Geest beinhalten also ursprünglich auch unterschiedliche Wertmaßstäbe für die landwirtschaftliche Nutzung durch den Menschen.

Die nordwestdeutsche Geest-Landschaft stellt einen Ausschnitt aus der Norddeutschen Tiefebene dar, die vorwiegend aus eiszeitlichen Sedimenten unterschiedlichen Alters aufgebaut ist. Eingestreut sind die Landschaften der Nieder- und Hochmoore (s.Kap. II). Die größeren Flußtäler der Ems im Westen, der Weser sowie der Elbe im Nordosten durchziehen die Geest-Landschaft in etwa nordsüdlicher Richtung. Die Geest wird im allgemeinen mit dem Altmoränengebiet gleichgesetzt. Sie wird im Norden durch die Marsch-, im Süden durch die Löß-Landschaft und die südlich anschließende Mittelgebirgslandschaft begrenzt. Im Westen geht sie in die niederländische Geest, im Osten in das Mecklenburgisch-Brandenburgische Jungmoränengebiet über.

Die insgesamt welligen bis hügeligen Geestflächen weisen im allgemeinen nur geringe Höhenunterschiede zwischen 10 und 30 Metern auf. Nur in Endmoränengebieten - wie z.B. im nördlichen Teil der Lüneburger Heide - oder am Mittelgebirgsrand kommen Höhendifferenzen von 50 Metern und mehr vor. Die gesamte, im Süden zwischen 50 und 80 m über NN liegende Geest-Landschaft ist flach nach Norden geneigt und taucht in Küstennähe - besonders deutlich in Ostfriesland - unter die Kleidecke der Marschen ab (s.Obersichtskarte der Landschaften und Böden in Nordwestdeutschland).

### 1.2 Geologie

Die nordwestdeutsche Geest-Landschaft besteht zum überwiegenden Teil aus Lokergesteinen der Saale-Eiszeit (Altmoränen-Gebiet). Die Sedimente der älteren Kalt- und Warmzeiten (s.Tab. 1), besonders die des Elster-Glazials, sind lediglich aus Bohrungen bekannt.

Tabelle 1 Quartär-Gliederung nach Woldstedt 1958 und 1967

Norddeutschland	Alpen	Nord-Amerika
Holozän (Näheres siehe unten)	Holozän	Holocene
<u>Weichsel-Eiszeit</u>	<u>Würm</u>	<u>Wisconsin</u>
<u>Eem-Interglazial</u>	Riß-Würm-I.	Sangamon
<u>Saale-Eiszeit</u> Warthe-Stadium Gerdaue-Interstadial Drenthe-Stadium	<u>Riß (?)</u>	<u>Illinoian (?)</u>
<u>Holstein-Interglazial</u>	Mindel-Riß-I.	Yarmouth
<u>Elster-Eiszeit</u> und älter	<u>Mindel,</u> <u>Günz</u> u.ä.	<u>Kansan,</u> <u>Nebraskan</u> u.a.

Tabelle 2

Gliederung der Spät- und Nacheiszeit in Norddeutschland nach OVERBECK (1950), SCHMITZ (1955) u.a.

Zeit- skala(±)	Pollen- zone	Waldgeschichte	Klima- Abschnitte	Ur-, Früh- Geschichte
Chr. Geb	XII XI	Kulturvegetation Buchenreiche Mischwälder	Sub- Atlantikum (kühler u. feuchter)	Eisen- zeit
	X IX	Eichen-Buchen-Mischwälder Eichenmischwäld.m.Buchen	Subboreal (trockener)	Bronze- zeit
1000 3000	VIII <sup>b</sup> a	Eichen-Birken- kiefernarm u.Eichenmischwäld. kiefernreich	Atlantikum (warm, etwas feuchter)	Neo- lithikum
5500 7000	VII VI	Kiefern-Birkenwäld.m.Hasel	Boreal (rel. warm, trocken)	Meso- lithikum
8000	V	Birken- und Kiefernwälder	Präboreal (langs. Erwärmung)	
9000	IV	Lichte Birkenwäld.m.Kiefern	Jüng. Dryas	
10 000	III	Birken-u.Birken-Kiefernwäld.	Alleröd	Jung- Paläo- lithikum
11 000	II	Parktundra mit Birken Lichte Birkenwälder	Ält. Dryas Bölling	
	I	Baumlose Gras-Tundra	Älteste Dryas (Subarktisch)	

Die glaziären Sedimente - vorwiegend Vorschüttungssande, mergelige bis lehmige Grundmoränen, sandig-kiesige Endmoränen und Sander - stammen im westlichen und mittleren Teil der Geest-Landschaft aus dem Drenthe-Stadium der Saale-Eiszeit, während sich südlich von Hamburg die Moränen des Warthe-Stadiums der gleichen Eiszeit nach Südosten in Richtung auf Magdeburg weiter verfolgen lassen (s.Tab.1, Abb.7 und Abb.8). Diese sind auch nördlich von Hamburg im westlichen Schleswig-Holstein verbreitet. Glaziäre Ablagerungen der jüngsten Weichsel-Eiszeit kommen nur im östlichen Teil von Schleswig-Holstein vor (Jungmoränen-Gebiet). Sie ziehen sich von Jütland in Norddänemark kommend in weitem Bogen mit vielen Einzelloben südlich an Berlin und nördlich an Warschau vorüber weit nach Rußland hinein. Als fluviatil überprägte und z.T. umgestaltete, von Südost nach Nordwest ziehende Urstromtäler sind das von Breslau über Magdeburg nach Bremen ziehende Aller-Weser-Urstromtal (Warthe-Stadium) sowie das große Elbe-Urstromtal zu nennen, in dem sich alle von Südosten und Osten kommenden Urstromtäler der verschiedenen Stadien der Weichsel-Eiszeit vereinigen.

Im Vergleich zu den frischen, lebhaften Geländeformen des weichseleiszeitlichen Jungmoränen-Gebietes ist die Morphologie im Bereich des Warthe-Stadiums in der Regel weniger ausgeprägt. Im großen Gebiet der glaziären Sedimente des Drenthe-Stadiums herrschen schließlich flache Geländeformen vor. Die von späteren Eisvorstößen überfahrenen älteren Endmoränen - wie z.B. die der Rehburger Phase - sind streckenweise nur als flache Rücken erkennbar. Insgesamt gesehen setzt sich das Altmoränen-Gebiet aus einer Vielzahl unterschiedlich alter glaziärer Sedimente der Saale-Eiszeit zusammen, deren zeitliche Zuordnung nur selten eindeutig bekannt ist. Morphologische Vergleiche reichen dazu nicht aus. Eingehende petrographisch-geologische Untersuchungen - z.B. des Geschiebe- und Mineralbestandes - sind im Gange.

Die erwähnten glaziären Bildungen wurden nach ihrer Ablagerung während der jeweils folgenden Warm- und Kaltzeiten in vielfältiger Weise verändert. So entstanden z.B. durch fluviatile und äolische Erosion und Akkumulation, periglaziäre Solifluktion oder marine Ingression oder Regression auf Grund von eustatischen oder tektonisch bedingten Meeresspiegelschwankungen neue Landschaftsformen kleineren oder größeren Ausmaßes. Die oberflächlich anstehenden Sedimente der einzelnen eiszeitlichen Phasen wurden außerdem durch nachfolgende kaltzeitliche Vorgänge (z.B. Solifluktion, Kryoturbation, Eisspaltenbildung) sowie - bis in die heutige Zeit hinein - durch Bodenbildungsprozesse überprägt und umgestaltet.

### 1.3 Klima

Klimatisch gehört die nordwestdeutsche Geest-Landschaft zur temperierten humiden Klimazone Mitteleuropas mit ausgeprägter, aber nicht sehr langer kalter Jahreszeit (WALTHER und LIETH, Klimadiagramm-Weltatlas 1967). Eine Auswahl wichtiger Klimadaten enthält die Tab. 3. Sie zeigt z.B., daß die mittleren Jahresniederschläge zwischen 700-800 mm im atlantisch beeinflussten Küstenbereich und 550-600 mm in den kontinentaleren südöstlichen Geest-Gebieten liegen. Zur Beurteilung der für bodenkundliche Fragen wichtigen klimatischen Wasserbilanz ist außer den Niederschlägen auch die Höhe der Verdunstung von ausschlaggebender Bedeutung. Die jährliche potentielle Verdunstung liegt nach SCULTETUS (1971) im zehnjährigen Mittel im Küstengebiet zwischen Emden und Bremerhaven zwischen 350 und 400 mm. Nach Süden und Osten nimmt sie bis auf 500 bis 550 mm zu. Die Minima liegen erwartungsgemäß im Dezember und Januar, die Maxima im Juni. Von Mai ab ist die Verdunstung größer als die Niederschlagsmenge, so daß die Vegetation dann auf den Wasservorrat im Boden angewiesen ist. Die höheren Niederschläge im Juli und August füllen den Vorrat jedoch trotz der ebenfalls höheren Verdunstung z.T. wieder auf. Dies gilt besonders für das Küstengebiet. Insgesamt gesehen verdunsten demnach im Binnenland 2/3 bis 3/4 der Niederschläge, in Küstennähe jedoch nur etwa die Hälfte.

Ähnliche klimatische Unterschiede zwischen dem Nordwest- und Südostteil der Geest-Landschaft gehen auch aus den Angaben über die mittleren Jahresschwankungen der Lufttemperatur, der Anzahl der Monate mit einem mittleren Tagesminimum der Temperaturen von weniger als 0°C sowie dem mittleren Trockenheitsindex (nach E.REICHEL und Klima-Atlas von Niedersachsen 1964) deutlich hervor. Der niederschlagsreichste Monat ist in der gesamten nordwestdeutschen Geest-Landschaft in der Regel der Juli, der regenärmste meistens der Februar. Westliche Windrichtungen herrschen vor und sind für die Zufuhr feuchter, regenbringender atlantischer Luftmassen verantwortlich. In Trockenperioden herrschen in der Regel kontinentale östliche Winde vor, die besonders im Frühjahr auf frisch bestellten Äckern nach oberflächlicher Abtrocknung zu Winderosionsschäden führen können. Intensive Niederschläge, die auf beackerten Flächen in geneigter Lage Wassererosionsschäden auslösen, treten häufig in Verbindung mit sommerlichen Gewittern auf. Im vieljährigen Durchschnitt wurden 20 Gewittertage im Jahr gezählt.

Angaben über die Klimageschichte innerhalb der nordwestdeutschen Geest-Landschaft gehen aus Tab. 2 hervor.

Tabelle 3 : Klimadaten-Auswahl (Mittel aus 40-50 Beobachtungsjahren) für Teile der nordwestdeutschen Geest-Landschaft (Quellen: Klima-Atlas von Niedersachsen des Deutschen Wetterdienstes Offenbach/Main 1964, und WALTER & LIETH: Klimadiagramm-Weltatlas, Stuttgart-Hohenheim und Jena 1968)

Klimatische Einzelaussagen	Ostfriesisches Küstengebiet	Lüneburger Heide	Hannover	Südöstliches Geestgebiet bei Helmstedt
1 <u>Jahresmittel der Niederschläge</u>	700-800	700-750	600-650	550-600
2 Anzahl der Tage mit mindestens 0,1 mm Niederschlag	180-200	170-190	170-180	140-180
3 Anzahl der Tage mit mindestens 1 mm Niederschlag	130-140	120-130	110-120	110-120
4 Anzahl der Tage mit Schneefall	20	25- 30	ca.25	25- 30
5 Anzahl der Tage mit Gewittern	15- 20	20	20	20
6 <u>Jahresmittel der Lufttemperatur (°C)</u>	8,0-8,5	7,5-8,0	8,5-9,0	8,0-8,5
7 Mittl. Jahreschwankungen der Lufttemperatur	15,0-15,5	16,5-17,0	16,5-17,0	17,0-17,5
8 Anzahl der Monate mit mittl. Tagesminimum der Temp. 0°C	2- 3	4	3	5
9 Mittl. Trockenheits-Index (Jahr) <sup>1)</sup>	45- 50	40- 45	30- 35	25- 35

1) Trockenheits-Index nach E.Reichel und Klima-Atlas von Niedersachsen 1964 nach folgender Formel:

$$\frac{n}{t+10} \cdot \frac{k}{120}$$

n = mittl. Jahresniederschlag (mm)      t = mittl. jährl. Lufttemperatur (°C)

k = mittl. jährl. Anzahl der Tage mit mindestens 1 mm Niederschlag

120 = mittl. jährl. Anzahl der Tage mit mindestens 1 mm Niederschlag für das ehemalige Reichsgebiet

10 = Konstante

#### 1.4 Vegetation

Die heutige Vegetation der Geest-Landschaft ist in der Regel durch menschliche Eingriffe entstanden. Sie läßt nur noch an wenigen Stellen die natürliche Vegetation erkennen, unter der sich auf den unterschiedlichen pleistozänen Lockergesteinen die Böden entwickelten. Da die Genese und Verbreitung der Böden - zunächst unabhängig von menschlichen Einwirkungen - nur bei Kenntnis dieser natürlichen Vegetation und ihrer Geschichte verständlich wird, soll hier kurz auf die in Tab.2 dargestellte Vegetationsgeschichte in der Geest-Landschaft eingegangen werden (in Anlehnung an OVERBECK 1950, SCHMITZ 1955 u.a.).

Bereits während des kalten Spätglazials mit seiner grasreichen Tundravegetation mit Zwergbirke (*Betula nana*) und Polarweide (*Salix polaris*) erfolgte im Bölling (ca. 11000 v.Chr.) und Alleröd (ca. 10000 v.Chr.) bei vorübergehender Erwärmung eine Ausbreitung subarktischer Birken- und z.T. Kiefernwälder (*Betula*, *Pinus*). Nach einem erneuten Kälterückschlag in der jüngeren Tundrenzeit begann dann etwa ab 8000 v.Chr. mit dem Präboreal, dem ersten Klimaabschnitt des Holozäns, bei langsamer Erwärmung die endgültige Bewaldung des Geest-Gebietes. In die Birken-Kiefernwälder des Präboreals wanderte im darauffolgenden, relativ wärmeren und trockeneren Boreal (etwa ab 6800 v.Chr.) die Hasel (*Corylus avellana*) ein. Das anschließend feuchter und wärmer werdende Klima des Atlantikums hatte dann - etwa in der Zeit zwischen 5500 und 3000 v.Chr. - eine starke Ausbreitung von Eichenmischwäldern (mit *Quercus*, *Tilia* und *Ulmus*, in feuchten Lagen *Alnus*) zur Folge, in die später bei stärkerer Abnahme der Kiefer auch die Buche (*Fagus*) einwanderte. Nach einer etwas trockeneren Übergangsperiode, dem Subboreal, setzte sich dann besonders auf den besseren Böden die Buche und vielerorts auch die Hainbuche (*Carpinus*) durch, so daß <sup>das</sup> einige Jahrhunderte v.Chr. einsetzende und noch heute andauernde Subatlantikum allgemein durch Buchenwälder und buchenreiche Mischwälder gekennzeichnet ist. Nach Angaben von TOXEN (1955) bestand die natürliche Vegetation in dieser Zeit auf nährstoffreicheren, feuchten bis frischen Standorten der Geest-Landschaft aus Eichen-Hainbuchen-Wäldern (*Querceto carpinetum*), während trockenere Standorte aus silikatreicherem Ausgangsmaterial Traubeneichen-Buchenwälder (*Fageto-Quercetum*), silikatarme Sande jedoch Stieleichen-Birkenwälder (*Querceto-Betuletum*) trugen. Im Laufe der zunehmenden Besiedlung der Geest-Landschaft durch die Menschen wurden jedoch diese natürlichen Pflanzengesellschaften weitgehend vernichtet, sei es durch Rodung und anschließende landwirtschaftliche Nutzung mit Brandkultur und Plaggenstich

(s. Abschn. 3.5.2), sei es durch mehr oder weniger langsame Zerstörung der Wälder auf Grund intensiver Waldweide sowie Streu- und Holznutzung. So sind in Nordwestdeutschland im Laufe der Zeit weite Heidegebiete - wie z.B. die Lüneburger Heide - als anthropogen bedingte Ersatzgesellschaften entstanden, die ihre maximale Verbreitung im 18. Jahrhundert hatten. Während grundwasserferne Sandstandorte vorwiegend von trockenen Calluna-Heiden (*Calluneto-Genistetum typicum*) besiedelt werden, die z.T. lockere Bestände von *Betula*, *Quercus* und *Juniperus* aufweisen, ist auf nassen Standorten die Erika-Heide verbreitet (*Ericetum tetralicis*). Übergangsgebiete tragen feuchte Calluna-Heiden (*Calluneto-Genistetum-Molinietosum*). Heute ist der größte Teil der ehemaligen Heidegebiete in landwirtschaftliche oder forstliche Nutzung genommen worden. Acker- und Grünlandflächen wechseln ab mit Fichten- und Kiefernforsten auf ärmeren sowie Eichen- und Buchenforsten auf nährstoffreicheren, feuchteren Standorten. Die wenigen, z.T. unter Naturschutz stehenden Heideflächen können meist nur noch durch Schafweide erhalten werden. Sie würden sonst bald durch eine den natürlichen Standortbedingungen angepaßte, mehr oder weniger lichte Waldvegetation ersetzt werden.

### 1.5 Böden

Die Übersichtskarte auf Seite 50 läßt außer den an anderer Stelle dargestellten Marsch- und Moorboden-Gebieten vier bodenkundlich unterschiedliche Teilgebiete der nordwestdeutschen Altmoränen-Geest erkennen: 1. die sandige Hochgeest, 2. die Hochgeest mit Geschiebelehmdecke, 3. die Hochgeest mit Sandlößdecke sowie 4. innerhalb der tieferliegenden, häufig vermoorten und durch Grundwasser beeinflussten Gebiete die meist sandige Niederungsgeest. Außerdem ist in der Nordost-Ecke der Karte das nicht mehr zur Geest gehörende, kuppige Jungmoränen-Gebiet des östlichen Schleswig-Holsteins ausgegrenzt. Aus der Legende zur Karte gehen die wichtigsten Bodengesellschaften dieser Landschaftseinheiten hervor. Sie werden in den folgenden Kapiteln dargestellt.

In der nordwestdeutschen Geest-Landschaft läßt sich die Bodengenese auf wenige Grundprozesse der Bodenbildung zurückführen, die ihrerseits aus mehreren pedogenetischen Teilprozessen bestehen. Da die Versickerung des Bodenwassers in der humiden, temperierten nordwestdeutschen Geest-Landschaft die Verdunstung z.T. erheblich übersteigt, herrschen - bei mäßiger Verwitterungsintensität - außer der Verbraunung und Verlehmung des Oberbodens pedogenetische Prozesse der Auswaschung von Bodenstoffen aus dem Oberboden in den Unterboden oder

Untergrund vor: Die Entsalzung und Entkalkung, die Tondurchschlammung im schwächer sauren sowie die Podsolierung im stärker sauren Milieu. Saure Braunerden, Parabraunerden und Podsole sind daher die vorherrschenden Bodentypen der Geest-Landschaft. Wird die Versickerung des Niederschlagswassers durch größere Unterschiede in der Wasserdurchlässigkeit zwischen Ober- und Unterboden behindert oder gar verhindert, so tritt in niederschlagsreichen Zeiten Staunässe im Boden auf. Sie hat an vielen Stellen zur Ausbildung von Pseudogleyen geführt. In niederschlagsarmen Zeiten können diese Böden austrocknen. Die durch Grundwassereinfluß entstandenen Gleye in Niederungsgebieten sind dagegen ständig feucht bis naß, weisen allerdings z.T. erhebliche Grundwasserschwankungen auf.

Zwischen den genannten, vorherrschenden Bodentypen gibt es vielfältige regionale und zeitliche Übergänge und Kombinationen, auf die - u.a. in Zusammenhang mit der z.T. recht komplizierten Bodengeschichte - später eingegangen wird. Die ursprünglichen Böden haben seit der stärkeren Besiedlung der Geest-Landschaft durch den Menschen - vor allem seit dem jüngeren Neolithikum und der Bronzezeit - sowohl indirekt durch anthropogene Beeinflussung der Vegetation als auch direkt durch Kulturmaßnahmen z.T. stärkere Veränderungen erfahren, auf die in Abschnitt 3.5 eingegangen wird.

Die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Bodengesellschaften werden durch die Namen der vorherrschenden Bodentypen bzw. Subtypen gekennzeichnet und als "Assoziationen von Böden aus ähnlichem Ausgangsmaterial verstanden, die sich in ihrem Profilaufbau, ihren wichtigsten Eigenschaften und in der Regel auch in ihrer Genese ähnlich sind." Auf mögliche Abweichungen wird hingewiesen. Untergeordnet vorkommende, "begleitende Böden", werden nur kurz erwähnt.

## 2. Die Böden der Jungmoränen-Landschaft

### 2.1 Allgemeines

Die Böden der im Weichsel-Glazial (=Würm) entstandenen Jungmoränen-Landschaft gehören nicht zu den Geestböden im ursprünglichen Sinne. Da jedoch einerseits geologisch gleichartige Bildungen vorliegen (vor allem Grund- und Endmoränen) und sich andererseits der für das humid-temperierte Klimagebiet typische Prozeß der Tonverlagerung (Lessivierung) am klarsten und relativ eindeutigsten aus dem Bodenprofil der Jungmoränenböden ableiten läßt, sollen diese hier, in Anlehnung an Arbeiten von H.STREMMER 1955 und 1960, SCHLICHTING 1960, SCHLICHTING und BLUME 1961 und 1962 sowie SCHROEDER und DÜMLER 1963, kurz beschrieben werden.

Als Ausgangsgesteine der Bodenbildung herrschen Geschiebemergel mit unterschiedlichen Karbonatgehalten weitaus vor (z.T. bis 60 %  $\text{CaCO}_3$ ). Während die kuppigen Endmoränen in der Regel nur geringmächtige Geschiebemergeldecken über geschiebeführenden Sanden tragen, sind die Geschiebemergel der mehr oder weniger welligen Grundmoränengebiete häufig sehr mächtig. Geschiebesande und Beckentone treten flächenmäßig zurück.

## 2.2 Die Parabraunerde-Bodengesellschaft

Parabraunerden aus Geschiebemergel weisen unter dem Ah-Horizont einen kalkfreien, an Ton und oft auch an Eisenverbindungen verarmten - und dann fahlfarbigen - Oberboden (Al-Horizont), sowie einen ebenfalls kalkfreien, aber tonreichen Unterboden (Bt-Horizont) auf, der oft direkt in den Geschiebemergel (C-Horizont) übergeht. Durch eingehende Bilanzierungen konnte von SCHLICHTING und BLUME 1961 nachgewiesen werden, daß die Bodenarten-Unterschiede der oberen Bodenhorizonte durch Tonverlagerung entstanden sind. Gleichzeitig fand jedoch als Folge der Silikatverwitterung eine Tonbildung ("Verlehmung") in situ statt, wie sie für Braunerden typisch ist. Beide Prozesse laufen erst nach einer Entkalkung des Ausgangsmaterials in größerem Umfange ab, so daß ein - möglicherweise schon im Spätglazial unter Tundravegetation entstandenes - Pararendzina-Stadium als Parabraunerde-Vorläufer erwartet werden kann. Die Geschwindigkeit der Entkalkung, Verlehmung und Tonverlagerung war je nach dem Karbonatgehalt und der Lagerungsdichte des Geschiebemergels, nach der Reliefposition (Kleinklima, Erosionsmöglichkeit) und Vegetation verschieden, so daß heute Parabraunerden mit unterschiedlicher Entwicklungstiefe vorkommen. Pararendzinen auf Kuppen und an Oberhängen werden in der Regel durch geringmächtige Parabraunerden an Ober- bis Mittelhängen abgelöst, die ihrerseits am Unterhang und auf ebenen Flächen in mächtigere Parabraunerden übergehen. Deren z.T. intensive Tonanreicherung im biologisch weniger aktiven Unterboden wirkt häufig als Einlagerungsverdichtung und führt - wie auch nicht selten der dichte Geschiebemergel selbst - auf Grund der behinderten Versickerung überschüssigen Bodenwassers zu zeitweiliger Staunässe. Pseudogley-Parabraunerden sind daher besonders an Unterhängen und in ebenen Lagen weit verbreitet. Sie gehen in Senken oder bei besonders dichtem Unterboden z.T. in Pseudogleye über. Vor allem in Abhängigkeit von der jeweiligen Vegetationsgeschichte sind die Oberböden der Parabraunerde-Bodengesellschaft z.T. unterschiedlich, meist jedoch relativ schwach podsoliert oder podsolig.

### 2.3 Begleitende Böden

Die Bodengesellschaft der Jungmoränen-Täler setzt sich vorwiegend aus Gleyen, Ammoorgleyen und Niedermoorböden zusammen. In Geschiebesand-Gebieten sind mesotrophe Braunerden, Podsol-Braunerden und Braunerde-Podsole verbreitet, während sich auf grundwassernahen Schmelzwassersanden Gley-Podsole entwickelt haben. Ausgeprägte Pseudogleye kommen in Gebieten mit weichseleiszeitlichen Beckentonen vor.

### 3. Die Böden der Altmoränen-Geest-Landschaft

Die Sedimente des Altmoränen-Gebietes sind zum überwiegenden Teil während des Saale-Glazials abgelagert worden (näheres siehe Abschnitt 1.2).

#### 3.1 Böden höherliegender sandiger Geestgebiete

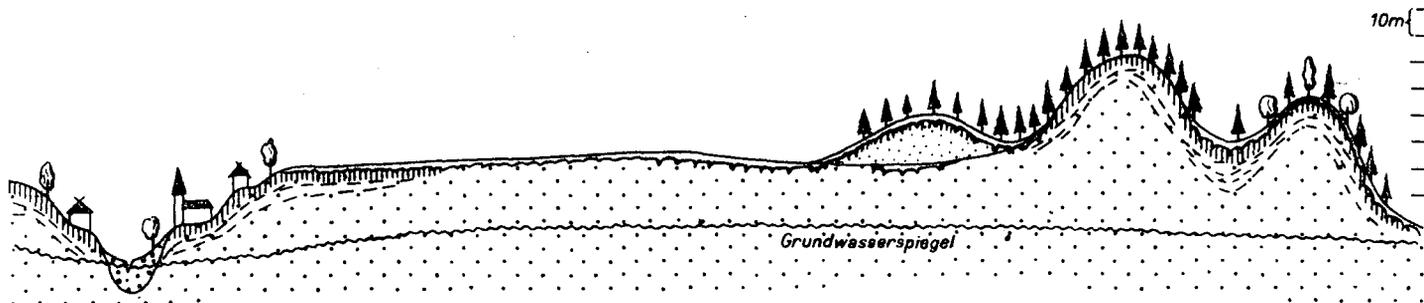
##### 3.1.1 Allgemeines

Die auf der Übersichtskarte einheitlich dargestellten sandigen Geestgebiete bestehen in der Natur aus sandigen Bildungen verschiedener Art und unterschiedlichen Alters. Weite Gebiete sind aus Schmelzwasser- und Vorschüttungssanden des Drenthe-Stadiums aufgebaut, die großflächig von geschiebeführenden Decksanden überlagert werden. Diese werden z.T. als Reste ehemals lehmiger Grundmoränen gedeutet und haben einen etwas höheren Silikatgehalt als die übrigen Sandsedimente. Fehlt diese Deckschicht, so gleichen die dann anstehenden älteren Drenthe-Sande in ihren Eigenschaften als Pflanzenstandort häufig den viel jüngeren Flugsanden (Spätglazial bis Holozän), die im gesamten Altmoränengebiet große Verbreitung haben. Fein- bis mittelkörnige Sande herrschen weitaus vor. Kleinere, oft inselartige Vorkommen von Geschiebelehm wurden auf der Übersichtskarte nicht dargestellt. Im Gegensatz zu diesen grundwasserfernen, trockenen Flächen der südlichen Sandgeest liegen die vergleichbaren Sedimente im Nordwesten - infolge der flachen Abdachung der Geest-Landschaft nach Norden - oft nur wenige Meter oder Dezimeter über dem Grundwasserspiegel.

##### 3.1.2 Die Bänderparabraunerde-Bodengesellschaft

Aus bodengenetischer Sicht ist auch in sandigen Geestgebieten mit einer Tonverlagerung zu rechnen. Daß eine relativ junge, pedogenetische Tonwanderung in Sanden stattfindet, zeigen - auch außerhalb von Nordwestdeutschland (BECKER 1963) - viele Bänderparabraunerden aus holozänem Flugsand (BOSSE 1964, ROHDENBURG & MEYER 1968). Unter dem Ah-Horizont folgt zunächst ein fahl-gelbbrauner, stark

Erosions-tälchen		Sandr - Landschaft (bzw. Verschüttungsande)			(Stauch-) Endmeränen - Landschaft					
Bänder- (Para-) Braun- erde	Ped- sol- Gley	Bänder- (Para-) Braun- erde	(Para-) Braunerde- Podsol	Heide- Podsol	Wald- Podsol	(Para-) Braun- erde- (Wald-) Podsol	Wald- Podsol	Bänder- Para- braunerde (+podsol.)	Para- braun- erde- Podsol	Parabraun- erde- (Heide-) Podsol



B 7/71

 Pleistozäne Sande und Kiese

 Holozäner Flugsand

 Holozäner Schwemmsand

Typische Bodenverbreitung in hochliegenden, sandigen Geestgebieten (schematischer, stark Überhöhter Querschnitt, unmaßstäblich). Entwurf: G. Roeschmann

Abbildung 1

saurer (pH 3-4) Verwitterungshorizont von 4-8 dm Mächtigkeit. Sein Gefüge ist in der Regel locker und hohlraumreich. Gegenüber dem silikat- und eisenarmen, fast tonfreien Ausgangsmaterial des Flugsandes weist er nur schwach erhöhte Ton- und Eisen-Gehalte auf (3-6 % < 2 $\mu$ ). Darunter folgt heller, scheinbar unbeeinflusster Flugsand, der jedoch von relativ dünnen, rötlich-gelbbraunen Bändern mit erhöhten Ton- und Eisen-Gehalten durchzogen wird (6-10 % < 2 $\mu$ ). Da die Bänder sehr häufig nicht der Schichtung folgen, und unter dem Mikroskop deutliche Anzeichen für eine Einlagerung toniger Substanz zeigen (siehe Exkursionsprofil Nr. I), stellen sie keine Primärschichtung innerhalb des geologischen Sedimentes dar. Sie werden als sekundäre Tonanreicherungsbänder aufgefaßt, in denen auch Eisenverbindungen angereichert sind (Ct-Horizont).

Der Oberboden wird als ALBv-Horizont bezeichnet, in dem sowohl die pedogenetischen Teilprozesse der Braunerde-Bildung (Tonbildung, Eisen-Freisetzung) als auch der Tonverlagerung stattgefunden haben. In Anbetracht des in Bänder aufgelösten Tonanreicherungshorizontes wird der Gesamtboden daher als Bänderparabraunerde bezeichnet.

In holozänen Flugsanden lassen sich die beschriebenen pedogenetischen Prozesse relativ sicher ableiten. Erheblich schwieriger ist dies z.B. dort, wo die sandige Fazies der Drenthe-Grundmoräne (SCHUCHT 1939) ältere Vorschüttungs-sande mit Tonanreicherungsbändern überlagert. Denn hier können pedogenetische Prozesse z.B. der Verbraunung, Verlehmung und Tonverlagerung bereits während der Warmzeiten nach dem Drenthe-Stadium stattgefunden (ROESCHMANN 1967) und eine Tonverarmung der ehemals lehmigeren Drenthe-Grundmoräne bewirkt haben, die heute - nach mehrmaliger periglaziärer Umformung, Solifluktion, Erosion und mehr oder weniger intensiver Silikatverwitterung - nur noch in Resten als geschiebeführender, schwach lehmiger Sand vorliegt.

Eine Bilanzierung solcher Profile ist nicht möglich, da die Art und der Umfang der interglazialen Pedogenese sowie der periglaziären Umformung, Solifluktion und Erosion seit der glaziären Sedimentation weitgehend unbekannt sind. Auch über den rezenten Entstehungszeitraum des verbraunten Oberbodens und der Bänder im Unterboden kann in diesen alten Sedimenten wenig ausgesagt werden, weil mit dem Vorhandensein rezent überprägter, reliktsicher Bodenmerkmale aus früheren Bodenbildungsperioden gerechnet werden muß. Weiterhin kommt erschwerend hinzu, daß sich Anreicherungsbänder auch unabhängig von jeder Bodenbildung unter dem Einfluß schnell beweglichen Sickerwassers durch kleinräumige Tonverlagerung

innerhalb von tonhaltigen Sandsedimenten bilden können (z.B. BECKER 1963, ROHDENBURG & MEYER 1968). Pedogenetisch unabhängige Bänderbildung läßt sich auch oft in Sanden unter mächtigen Geschiebelehmdecken beobachten. Das tonige Material dieser Bänder stammt sicherlich mindestens zum Teil aus dem darüberliegenden Geschiebelehm. Würde dieser Geschiebelehm - etwa infolge periglazialer Solifluktion - abgetragen, so kämen die bereits früher gebildeten Bänder damit in Oberflächennähe und würden eine pedogenetische Tonverlagerung aus dem heutigen Oberboden vortäuschen, die in Wirklichkeit nicht stattgefunden hat. Trotz dieser Schwierigkeiten werden solche Böden auf Grund ihres Profilaufbaues zu den Bänderparabraunerden gestellt. Zur Kennzeichnung der Unsicherheiten bei der genetischen Deutung empfiehlt es sich - nach einem Vorschlag von S.MÖLLER - dem Typennamen die Silbe "Phäno-" voranzusetzen. -

Die Ah- und BvAl-Horizonte von Bänderparabraunerden zeigen in der Regel (teils profilmorphologisch, teils bodenchemisch nachweisbar) eine mehr oder weniger fortgeschrittene Podsolierung des Oberbodens, allerdings meist ohne oder mit nur schwacher Ausbildung eines B-Horizontes. Sie ist wohl das Ergebnis der verstärkten Sauerhumus-Bildung unter den heute auf Dünen meist vorhandenen Nadelforsten (Pinus oder Picea), die die ursprüngliche Laubwaldvegetation ablösten. Bei stärkerer Versauerung der Bänderparabraunerden unter Wald (pH KCl häufig zwischen 3 und 4) hört die bei pH-Werten zwischen 5,5-6,5 optimale Tonverlagerung auf. Der flockenden Wirkung von Eisen- und Aluminium-Oxiden wird für die Bildung des hohlraumreichen, relativ stabilen Feinaggregat-Gefüges der BvAl-Horizonte eine wichtige Rolle zugeschrieben. Bei einer Erhöhung der pH-Werte unter Acker- nützung (Düngung) erscheint eine Wiederbelebung der Tonverlagerung möglich.

Andererseits kommen nicht selten stark saure, gelbbraune Sandböden vor, denen der gebänderte Ct-Horizont fehlt. Möglicherweise ist in diesen Böden - vor allem in rezenten Flugsanden - der für die Tonwanderung optimale pH-Bereich durch schnelle Versauerung des Gesamtbodens so schnell durchschritten worden, daß in Anbetracht der Silikatarmut der Flugsande keine Bänderbildung möglich war. Diese Böden werden als Saure Braunerden bezeichnet. Sie kommen als "Phäno"-Bildungen auch in sandigen Grundmoränengebieten vor.

Auf Grund ihrer hohen Wasserdurchlässigkeit, geringen Feldkapazität und Sorptionsfähigkeit sowie der natürlichen Nährstoffarmut sind die Bänderparabraunerden relativ ungünstige, trockene Pflanzenstandorte, auf denen vorwiegend Roggen und Kartoffeln angebaut werden.

### 3.1.3 Die Podsol-Bodengesellschaft

Auf sandigen Sedimenten der nordwestdeutschen Geest-Landschaft sind Podsole besonders weit verbreitet. Als Voraussetzung für den pedogenetischen Prozeß der Podsolierung ist außer dem atlantisch beeinflussten Klima und einem nährstoffarmen Substrat mit geringer Wasserkapazität und hoher Wasserdurchlässigkeit vor allem eine Rohhumus-liefernde Vegetation in Form von meist anthropogen bedingten Heiden - z.T. mit lockeren Coniferenbeständen - oder in Form von Nadelholzforsten zu nennen. Die bei der langsamen Streu-Zersetzung freiwerdenden niedermolekularen organischen Stoffe (z.B. Polyphenole und Fulvosäuren) bewirkten eine stark saure Bodenreaktion und hatten - bei geringer biologischer Aktivität und damit gehemmter mikrobieller Zersetzung - eine starke Anreicherung von sauren organischen Stoffen in Form von Rohhumusaufgaben (O-Horizonte) zur Folge. An der mit dem Sickerwasser erfolgenden Abwärtsverlagerung von Bodenstoffen waren außer der Ton-Fraktion (wie bei der Lessivierung) und den genannten organischen Stoffen vor allem Eisen- und Aluminiumverbindungen beteiligt, die größtenteils aus Verwitterungsprodukten von eisenhaltigen Silikaten (Feldspat, Glimmer) des Oberbodens stammen (BOSSE 1964). Sie wurden zum überwiegenden Teil in Form von metallorganischen Komplexen (z.B. Chelaten), z.T. aber wohl auch in kolloidaler Form unter der Schutzkolloidwirkung organischer Verbindungen verlagert. In Podsolon aus holozänem Flugsand fand dabei zwar u.a. eine lösungchemische Verarmung des Substrates an Eisen und damit die profilmorphologisch erkennbare Bleichung, nicht aber eine Tonzerstörung statt (BOSSE 1964). Auch eine intensive Verwitterung der Silikate konnte in diesen stark podsolierten jungen Flugsanden nicht nachgewiesen werden. Deutliche Merkmale dieser beiden Prozesse zeigen demgegenüber starke Podsole aus Geschiebedecksand (siehe auch Exkursionsprofil II). Unbekannt bleibt jedoch, wie stark in diesen Böden aus älteren Substraten interglaziale und glaziale Verwitterungsbildungen beteiligt sind, zumal es sich dabei in der Regel um Sekundär-Podsole handelt.

Die Ausfällung der verlagerten Stoffe erfolgte im Unterboden bei ansteigenden pH-Werten und zunehmendem Redox-Potential z.B. durch Flockung der organischen Eisen- und Aluminiumkomplexe, Neutralisation und Polymerisation der niedermolekularen organischen Stoffe oder Sorption an bereits vorhandene Aluminium- und Eisenoxide. Das Aluminium wird häufig in größere Tiefe verlagert als das Eisen, da die Ausfällung der Aluminium-Verbindungen bei höheren pH-Werten erfolgt als die des Eisens.

Durch die angeführten, ineinandergreifenden Teilprozesse der Podsolierung entsteht unter der Rohhumusauflage und dem Ah-Horizont ein mittel- bis hellgrauer, oft violettstichiger sog. Bleichhorizont (Ae). Er wird in wechselnder, im Durchschnitt zwischen 20 und 50 cm liegender Tiefe von dem Illuvialhorizont unterlagert, der in lockerer Form als Orterde, in fester oder gar harter Form als Ortstein bekannt ist. Beim Überwiegen schwarzer Farben und (neben Eisen) besonders hohen Gehalten an organischer Substanz (10-20 %) spricht man von Humusortstein (Bh), beim Vorherrschen brauner Farben als Anzeichen für Sesquioxid-Anreicherungen (neben Humus) von Humus-Eisen-Ortstein (Bhs). Häufig sind in einem Bodenprofil beide Formen von Illuvialhorizonten direkt übereinander zu finden (Humus-Eisen-Podsol, siehe Exkursionsprofil II ...). Humus-Podsole mit reinen Bh-Horizonten sind vorwiegend auf extrem silikatarmer Sanden ausgebildet. Eisen-Podsole kommen nur selten vor, da ihre Bildung u.a. an silikatreiche Sande gebunden ist, die im Altmoränengebiet fast fehlen. Unterhalb der geschlossenen Illuvialhorizonte - deren Mächtigkeit zwischen wenigen Zentimetern und mehreren Dezimetern liegen kann - folgen häufig dunkelbraune, dünne Bänder im kaum verwitterten Sand des Untergrundes. Sie bestehen aus dem gleichen Material wie die kompakten B-Horizonte und sind genetisch mit den Bändern von Bänderparabraunerden vergleichbar.

Die Ausbildungsformen und die Mächtigkeit der Podsole sind oft bereits auf kleinem Raum sehr unterschiedlich. Sie richten sich z.B. nach dem Alter der Bodenbildung, nach der Art, Bestandesdichte und Geschichte der Vegetation, der Menge und der Art der organischen Streu, der Körnigkeit und dem Silikatgehalt des Sedimentes sowie der Reliefposition. Trockene Kuppen- und Hang-Podsole sind häufig geringer mächtig als trockene Senken-Podsole. Die weit verbreiteten, unter ehemaligen Heideflächen entstandenen Calluna-Podsole besitzen in der Regel einen gleichmäßig durchgehenden, wenig mächtigen Illuvialhorizont in 20-30 cm Tiefe. In den Unterboden ragende Ortsteinzapfen lassen auf ehemalige Baumstandorte schließen. Podsole mit flächenhaft verbreiteten Ortsteinzapfen können daher als Wald-Podsole (meist unter Coniferen entstanden) angesprochen werden (siehe Abb. 1).

Außer den bisher besprochenen, auf jungen Sandsedimenten primär gebildeten Podsolen sind Sekundär-Podsole weit verbreitet. Sie haben sich nach der anthropogen bedingten Ablösung ehemaliger Laubwaldgesellschaften durch Heide- oder Nadelwald-Vegetation in den Oberböden von Bänderparabraunerden gebildet und lassen oft noch Reste von A1Bv- oder Cbt-Horizonten dieser Böden im unteren

Profilteil erkennen (s. Exkursionsprofil II). Die rötlich-braunen Tonanreicherungs-bänder der primären Sand-Parabraunerden tragen dann häufig an ihrer Obergrenze einen schwarzbraunen Saum aus Humus- und Sesquioxid-Fällungsprodukten der sekundären Podsolierung ("Doppelbänder" nach R. TOXEN).

Das Gesamtporenvolumen der Illuvialhorizonte ist nach HARTGE (1969) häufig größer als das der Ae-Horizonte, deren relative Dichtlagerung auf Sackungsvorgänge während der Eluviation zurückgeführt werden: Einsturz des lockeren Einzelkorngefüges als Folge der Entfernung des stabilisierenden organischen Materials. Selbst in harten Ortsteinhorizonten wurden häufig hohe Anteile an groben Poren beobachtet. Die Ortsteinbildung bewirkt demnach zwar eine Verhärtung, nicht aber eine Verdichtung des Illuvialhorizontes. Ortstein behindert zwar das Wurzelwachstum, führt aber in der Regel nicht zum Sickerwasser-Stau.

Ober die Verbreitung der Podsole und Bänderparabraunerden sowie ihre regionalen Übergangs- bzw. örtlichen Mischtypen gibt die Abb. 1 Anhaltspunkte. Im Gegensatz zu anderen Bodentypen kann die kleinräumige Verbreitung der Podsole häufig nicht aus der Gunst oder Ungunst bestimmter natürlicher Faktoren (Klima, Gestein, Relief u.a.) abgeleitet werden, da der wirtschaftende Mensch oft entschied, wo der natürliche Laubwald- und damit die Bänderparabraunerde - erhalten blieb und wo durch seinen Einfluß die Verheidung - und damit die Podsolierung - einsetzte. Außerdem hat es örtlich auch natürlich entstandene, lichte Wälder mit Heide-Unterbuch gegeben, unter denen sich Podsole bildeten, so daß eine Deutung der regionalen Verteilung von unterschiedlichen Podsolen und deren Übergangsbildungen zu Bänderparabraunerden nur durch spezielle Untersuchungen in jeder Einzellandschaft möglich ist.

Die natürliche Fruchtbarkeit der Podsole ist gering und u.a. abhängig von der Tiefenlage und Art des Illuvialhorizontes (Ortstein oder Orterde). Durch intensive Düngung, Bodenpflege und Kulturmaßnahmen (z.B. Lockerung, Krümenvertiefung, Tiefumbruch) können jedoch - besonders bei zusätzlicher künstlicher Beregnung - auch auf diesen Böden hohe Getreide- und Hackfruchterträge erzielt werden.

### 3.1.4 Begleitende Bodentypen und fossile Böden

Innerhalb der hochliegenden sandigen Geestgebiete kommen außerhalb der beschriebenen Bodengesellschaften folgende begleitende Bodentypen vor: Auf jungen Dünen und an rezent erodierten Hängen: Podsol-Ranker mit Übergängen zu flachen Podsolen. In Tälern: Gleye, Anmoorgleye, Gley-Podsole und Böden aus Niedermoortorfen, z.T. mit

Hochmoortorf-Decke (Näheres s.3.4). In der Nähe von Ortschaften sind häufig Kultosole verbreitet (s.3.5). Die Böden der in Sandgebieten inselartig vorkommenden Geschiebelehm- oder Beckenton-Vorkommen werden im Abschnitt 3.2 beschrieben.

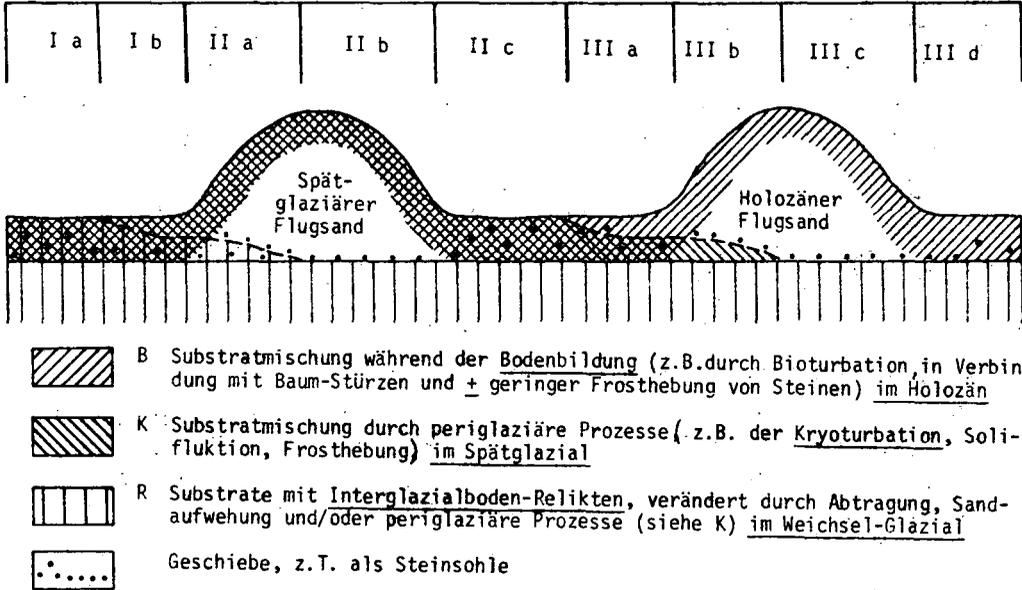
Bodenkundliche Besonderheiten der sandigen Geest-Landschaft stellen die relativ häufig beobachteten fossilen Böden dar, die z.T. eine ungefähre Datierung der Sedimente ermöglichen. So werden z.B. von ERBE (1958) auf überwehten älteren fluviatilen oder äolischen Sanden entwickelte, geringmächtige Podsol-Ranker und Nano-Podsole beschrieben, die als Alleröd-Böden gedeutet werden. In vielen Dünengebieten liegen zwei oder mehrere Generationen relativ mächtiger, durch Flugsand getrennter Podsole übereinander, die mehrere Sandverwehungszeiten mit längeren Sedimentationspausen während des Holozäns anzeigen. Sie bestätigen die Auffassung, daß sich mächtige Podsole in wenigen Jahrtausenden bilden können (z.B. LODERS 1961). Unter dem ältesten Flugsand liegt häufig ein durch periglaziäre Prozesse verändertes Sediment, das in grundwassernaher Lage Rostflecken und fossile Eisenumkrustungen ehemaliger Wurzeln aufweist (Fossiler Tundren-Naßboden des Periglazial-Gebietes?). Jüngste Sandüberwehungen älterer Böden mit Dünenbildungen fanden noch bis nach 1900 statt, wenn starke östliche Frühjahrswinde die Äcker austrockneten und den humosen Sand erodierten. - Auf Relikte älterer, möglicherweise z.T. interglaziärer Bodenbildungen in rezenten Böden war bereits im Abschnitt 3.1.2. hingewiesen worden. (GEYH, BENZLER, ROESCHMANN 1971).

### 3.2 Böden höher liegender Geestgebiete mit Geschiebelehm-Decke

#### 3.2.1 Allgemeines

In höher liegenden Geestgebieten Nordwestdeutschlands mit meist welliger bis ebener Oberfläche sind großflächig Deckschichten aus lehmiger Grundmoräne verbreitet, die in der Regel ältere Vorschüttungssande überlagern. Die Mächtigkeit der lehmigen Grundmoräne ist unterschiedlich und liegt im Durchschnitt zwischen 1,5 und 5 m. Geschiebeführende lehmige Sande und sandige Lehme herrschen vor. Die lithologische Zusammensetzung kann sehr unterschiedlich sein. Im Gebiet des Warthe-Stadiums der Saale-Eiszeit herrschen kalkreiche, tonigere Grundmoränen als Geschiebemergel vor mit einer Vormacht ostfennoskandischer Geschiebe (z.B. Åland-Rapakivi, Ostseeporphyr). Die erheblich weiter verbreiteten, bereits ursprünglich kalk- und tonärmeren Grundmoränen des Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit weisen demgegenüber vorwiegend mittel- und südschwedische Geschiebe auf

Abb. 2 Möglichkeiten der Kombination verschiedenartiger Prozesse der Substratmischung in Deckschichten unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Mächtigkeit über horizontal gelagertem Geschiebelehm (stark schematisch). Entwurf G. Roeschmann



Erläuterung zum Schema der Substratmischung in Deckschichten über Geschiebelehm

(Abb. 2 )

- I a: Geschiebedecksand über Geschiebelehm mit Interglazialboden-Relikten (R) (Al-Bt-Bodenprofil?), die durch periglaziäre (K) und holozäne bodenbildende Prozesse (B) überprägt wurden<sup>(1)</sup>
- I b: Geschiebedecksand (wie I a entstanden) mit eingemischtem älterem Flug-sand über Geschiebelehm (wie I a)
- II a+b: Spätglaziärer Dünensand, der im oberen Teil durch periglaziäre (K) und rezente bodenbildende Prozesse (B) überprägt wurde und im Untergrund eine Steinsohle mit Windkantern überlagert. Unter dieser folgt bei a) Geschiebedecksand-Rest über Geschiebelehm (seltener Fall), bei b) direkt der Geschiebelehm (häufiger Fall)
- II c: Spätglaziärer Flugdecksand von geringer Mächtigkeit (0,5-1,5 m) über Geschiebelehm mit Interglazialboden-Relikten: die ehemalige Steinsohle sowie möglicherweise vorhanden gewesene Reste von Geschiebedecksand sind durch periglaziäre (K) und bodenbildende Prozesse (B) mit dem Flugdecksand vermischt worden und bilden einen Geschiebedecksand (NEBE, ALTERMANN & FIEDELER 1962)
- III a: Mischung von geschiebeführendem spätglaziärem (II) und geschiebefreiem holozänem Flugdecksand zu Geschiebedecksand über Geschiebelehm mit Interglazialboden-Relikten
- III b+c: Holozäner Dünensand, der im oberen Teil durch rezente bodenbildende Prozesse überprägt wurde und im Untergrund über einer Steinsohle mit Windkantern liegt. Unter dieser folgen bei b) + abgetragene Reste von I a, I b oder II c, bzw. bei c) direkt Geschiebelehm mit Interglazialboden-Relikten
- III d: Holozäner Flugdecksand geringer Mächtigkeit (0,5-1,0 m) über Geschiebelehm mit Interglazialboden-Relikten: die rezenten bodenbildenden Prozesse haben (z.T. wohl im Zusammenhang mit Baumstürzen und/oder Frosthebung) die ursprüngliche Flugsandlagerung zerstört und auch Teile der Steinsohle in den Flugdecksand eingemischt, so daß dieses holozäne Sediment örtlich - besonders bei sehr geringmächtiger Deckschicht - den Eindruck eines Geschiebedecksandes wie unter I a oder b erwecken kann.

Die Wirkungen der Solifluktion (II a+b) und Erosion (II a+b und III b+c) sind im vorliegenden Schema nicht enthalten, müssen aber im Gelände in genetische Überlegungen einbezogen werden.

---

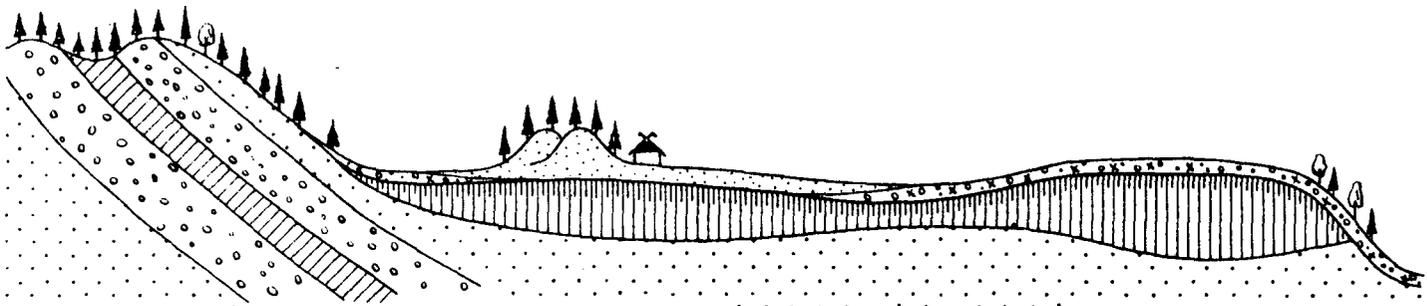
(1) In ebenen Gebieten mit Drenthe-Grundmoränen kann die Abfolge "Geschiebedecksand über Geschiebelehm" Bodenrelikte aus mehreren Warmzeiten (z.B. Gerdau-Interstadial, Eem-Interglazial) enthalten, die durch periglaziäre Prozesse des Warthe-Stadiums und der Weichsel-Eiszeit umgestaltet wurden (ROESCHMANN 1967).

(z.B. Småland-Granit, kambrischer Sandstein). Die Warthe-Moränen sind auf Grund ihres Kalkreichtums und der kürzeren, für eine Entkalkung zur Verfügung stehenden Zeit nur bis in eine Tiefe von 1,5-2,5 m zu Geschiebelehm entkalkt. Demgegenüber haben die ursprünglich kalkärmeren Drenthe-Grundmoränen - mit Ausnahme von Vorkommen in Grundwassernähe - ihren Kalkgehalt in der Regel völlig verloren. Außer großen Flächen mit durchgehender Geschiebelehm-Decke sind inselförmige Geschiebelehm-Vorkommen weit verbreitet. In Stauchungsgebieten treten neben Sanden und Kieseln langgestreckte Geschiebelehm-Schuppen an die Oberfläche. Stellenweise sind dabei auch tonige Gesteine des pleistozänen Untergrundes mit erfaßt worden (s. Abb. 3 ).

Nach ihrer Ablagerung wurden die Grundmoränen in den darauffolgenden Warmzeiten durch Bodenbildungsvorgänge und in Kaltzeiten durch periglaziäre Prozesse (z.B. Kryoturbation, Solifluktion) in ihrem oberen Teil weitgehend umgestaltet. Wahrscheinlich ist es auch damals zu einer Tonverlagerung gekommen. Die Entstehung der heute großflächig verbreiteten Abfolge "Geschiebesand über Geschiebelehm" wird unterschiedlich gedeutet. Einige Möglichkeiten ihrer Genese gehen - unter Einbeziehung rezenter und reliktsicher Bodenbildungsprozesse - aus Abb. 2 und dem dazugehörenden Erläuterungstext hervor. Dabei ist eine ebene Oberfläche des Geschiebelehmes vorausgesetzt worden. In Hanglagen kommen die vielfältigen Prozesse der Solifluktion und Erosion hinzu. Das sandige Oberflächensediment wird im folgenden Text als "Geschiebedecksand" bezeichnet und sehr allgemein definiert als oberflächlich anstehender, ungeschichteter, geschiebeführender kiesig-schluffiger Sand unterschiedlicher Entstehung und relativ geringer Mächtigkeit (0,5-1,5 m), der im Grundmoränengebiet über Geschiebelehm, an anderen Orten über älteren Sanden oder z.B. über tonig-schluffigen Beckensedimenten liegt.

Die rezenten pedogenetischen Prozesse der Verbraunung, Tonverlagerung, Podsolierung und Pseudovergleyung haben sowohl die durch periglaziäre Prozesse umgeformte Abfolge "Geschiebedecksand über Geschiebelehm" als auch die mehr oder weniger darin vorhandenen Relikte früherer, wohl meist warmzeitlicher Böden überprägt. Dadurch ist die Erkennung reliktsicher Bodenmerkmale, deren Trennung von rezenten Bildungen sowie die Erforschung der Reihenfolge der pedogenetischen Prozesse vor allem in Geestgebieten mit Geschiebelehmdecke außerordentlich erschwert (ROHDENBURG & MEYER 1968, E.KOPP 1968). Die Einordnung dieser Böden in die pedogenetische Systematik kann daher hier nur mit Vorbehalt erfolgen (s. auch Abb. 2 ).

Stauch- Endmoräne	Grundmoränen - Landschaft z.T. mit Flugsanddecke						
	Bänder-(Para-)Braun- erde	Parabraun- erde- Podsol	Podsol Dünen	(Pseudogley- Podsol)	(Podsol-) Pseudogley	Podsol- Parabraunerde	Hang-Para- braunerde
Pseu- do- gley	tpodsoliert						



- Pleistozäner Geschiebedecksand
- Holozäner bis spätglaziärer Flugsand
- Lehmsige Grundmoräne, im oberen Teil mit Toneinschlammung (E<sub>t</sub>) oder mit Pseudovergleyung (S<sub>d</sub>)
- Pleistozäner Sand, oft Vorschüttungsand
- Kiesschuppe der Stauchmoräne
- Ton- bzw. Lehmschuppe der Stauchmoräne

Abb. 3 Typische Bodenverbreitung in hochliegenden Geestgebieten mit Geschiebelehm-Decke (Schematischer, stark überhöhter Querschnitt, unmaßstäblich). Entwurf: G.Roeschmann

### 3.2.2 Pseudogley-(Para-)Braunerde-Bodengesellschaft

Der Bänderparabraunerde-Bodengesellschaft sandiger Geestgebiete entspricht auf Flächen mit Geschiebelehm-Decke die Pseudogley-(Para-)Braunerde-Bodengesellschaft. Sie ist auf die trockeneren Lagen beschränkt: Kuppen, Hänge und Gebiete mit relativ durchlässigem Geschiebelehm-Untergrund.

Innerhalb des oberflächlich anstehenden, durchschnittlich 5-8 dm mächtigen Geschiebedecksandes ähnelt die pedogenetische Horizontfolge in vielem der von Bänderparabraunerden und Sauren Braunerden sandiger Geestgebiete (Ah-Ahe-AlBy). Im Geschiebelehmgebiet folgt jedoch darunter - ebenfalls noch im Geschiebedecksand - ein tonarmer, oft fahlfarbiger Al-Horizont, der nicht selten eine schwache bis mäßige Rostfleckung aufweist als Zeichen für kurzfristig auftretende Staunässe über dem dann folgenden, oft dichten Geschiebelehm. Auch dieser zeigt in der Regel mehr oder weniger deutliche Staunässemerkmale (Näheres s. Abschnitt 3.2.3). Mikromorphologische Untersuchungen von B. HEINEMANN (1965) haben ergeben, daß der als SAL-Horizont angesprochene, fahle untere Teil des Geschiebedecksandes häufig schwache Anzeichen für eine Tonwanderung zeigt (u.a. feine Tonhäutchen mit Orientierungsdoppelbrechung). Sie nehmen besonders im obersten Teil des Geschiebelehmes deutlich zu (SBt-Horizont), so daß das gesamte Bodenprofil als Pseudogley-Parabraunerde bezeichnet werden kann.

Wie bereits im Abschnitt 3.2.1 näher ausgeführt wurde, ist die Tonarmut des Oberbodens - im Gegensatz zu den Jungmoränen-Böden mit gleicher Horizontfolge - hier nicht allein auf die holozäne Tonverlagerung zurückzuführen, sondern war bereits, als Relikt älterer Bodenbildungen oder/und als Schichtung, zu Beginn der holozänen Bodenentwicklung (vielleicht in abgeschwächter Form) vorhanden. Die rezente Tonwanderung hat dann in dem Geschiebedecksand lediglich relativ geringe Mengen vorhandener oder neugebildeter Ton- und Eisen-Anteile erfassen können. Aus diesem Grunde werden solche Böden z.T. nicht zu den Parabraunerden gestellt, sondern als Saure Braunerden mit geringer Tonverlagerung bezeichnet. Ist eine rezente Tonwanderung nicht erkennbar, so liegen - entsprechend ähnlichen Bildungen in sandigen Geestgebieten (s. Abschnitt 3.1.2) - mehr oder weniger podsolierte und im Unterboden pseudovergleyte Saure Braunerden vor. \*)

Sowohl die Merkmale der Podsolierung als auch der Pseudovergleyung können in diesen Böden in unterschiedlicher Stärke einzeln oder gemeinsam auftreten. Solche Böden stellen Übergangsbildungen zu den beiden im folgenden beschriebenen Bodengesellschaften dar.

\*) Da diese Unterschiede auf der Übersichtskarte nicht dargestellt werden konnten, ist bei der Benennung der Bodengesellschaft die Vorsilbe Para- in Klammern gesetzt worden

### 3.2.3 Pseudogley-Bodengesellschaft

Der unterhalb des Geschiebedecksandes liegende Geschiebelehm ist häufig sehr dicht gelagert. Das im gemäßigt-humiden Klima der Geest-Landschaft relativ häufig auftretende Sickerwasser wird durch diesen dichten Untergrund an seiner ungestörten Abwärtsbewegung gehindert ("gestaut"). Dies führt häufig zu einer zeitweiligen Vernässung des Oberbodens (Stauässe). Zeiten der Vernässung und der Austrocknung wechseln in diesen Böden in der Regel miteinander ab. Sie führen u.a. über die Prozesse der Reduktion und Lösung sowie der Oxydation und Ausfällung von Eisen- und Mangan-Verbindungen zu einem rostfleckigen Bodenprofil, in dem häufig Eisen-Mangan-Konkretionen unregelmäßig verteilt sind. Die ausgefällten Eisen-Verbindungen bestehen neben etwas Lepidokrokit vorwiegend aus Goethit. Auf Grund dieser Merkmale und Eigenschaften gehören die Böden zwar zu den hydromorphen Böden, werden aber auf Grund ihres im Vergleich zu grundwasserbeeinflussten Gleyen unterschiedlichen Bodenwasserhaushaltes als Pseudogleye bezeichnet. Das Bodenprofil von Pseudogleyen aus GRundmoränen (Geschiebedecksand über Geschiebelehm) zeigt unter dem z.T. stärker humosen Ah-Horizont zunächst einen als Wasserleiter wirkenden, fahlfarbenen, rostfleckigen Sw-Horizont mit relativ guter Wasserdurchlässigkeit. Unter diesem folgt - meist in 0,5-1,0 m Tiefe - der dichte, als Stauässesohlschicht wirkende, rostbraune und rostfleckige Geschiebelehm (Sd-Horizont). Er wird auch z.T. als Staukörper bezeichnet.

Die ökologischen Eigenschaften dieser Pseudogleye sind - abgesehen von jahreszeitlich bedingten Unterschieden der Witterung - vor allem abhängig von der Reliefposition, der Tiefenlage, Mächtigkeit und Durchlässigkeit des wasserstauenden Sd-Horizontes, der Porenführung des Sw-Horizontes sowie der jeweiligen Vegetation bzw. Nutzung. In den Geestgebieten mit Geschiebelehm-Decke kommen Pseudogleye vor allem an Unterhängen, in Senken und - bei sehr dichtem Geschiebelehm - in ebener Lage vor. Sie weisen bei vergleichbaren Profileigenschaften je nach der Nutzungsart einen unterschiedlichen Wasserhaushalt auf. In eben gelegenen Pseudogleyen unter Waldvegetation folgt z.B. nach der winterlichen Naßphase im Frühjahr - vor allem bedingt durch die zunehmende Pumpleistung der Waldbäume - im Laufe von ein bis zwei Monaten eine relativ rasche Austrocknung des Oberbodens, die während der Sommermonate - möglicherweise durch eine kurze Feuchtphase im Juli/August unterbrochen - bis in den Herbst hinein anhält. Erst mit beginnendem Laubfall bei abnehmender Verdunstung nimmt mit den Herbstniederschlägen die Stauässe wieder zu. Werden die gleichen Böden ackerbaulich genutzt, so dauert die winterliche Naßphase

infolge der geringeren Evapotranspiration der Feldfrüchte z.T. erheblich länger. Sie reicht nicht selten bis in die Hauptvegetationszeit hinein und kann dann zu Bestellungsschwierigkeiten und Ertragsdepressionen führen. Dies gilt besonders für Ebenen-Pseudogleye mit dichtem Sd-Horizont in mittlerer Tiefenlage sowie allgemein für Pseudogleye in Senken und an Unterhängen mit erheblichem Hangwasserzuzug. Liegt der Sd-Horizont in Ebenen-Pseudogleyen näher an der Oberfläche, so überwiegt - wie auch in Kuppen- und Oberhang-Pseudogleyen - die Trockenphase. Auf Grund ihres geringmächtigen Sw-Horizontes werden diese Böden jedoch durch Niederschläge relativ schnell mit Sickerwasser aufgefüllt, so daß in ihnen der Wechsel zwischen Trockenphasen und Naßphasen besonders häufig und kraß ist. Beackerte Pseudogleye mit tief liegendem Sd-Horizont weisen nicht selten eine ökologisch günstig wirkende, relativ lange Feuchtphase auf.

Die beschriebenen, unterschiedlichen hydrologischen Eigenschaften der Pseudogleye im Geschiebelehm-Gebiet lassen sich oft nicht am Ausprägungsgrad der hydromorphen Bodenmerkmale ablesen, da reliktsche Bildungen früherer Bodenbildungsphasen die Aussagekraft einschränken und z.Zt. kaum von rezenten Merkmalen getrennt werden können. Messungen des Bodenfeuchteganges im Gelände, der Wasserdurchlässigkeit im gesättigten und ungesättigten Zustand, der Porengrößenverteilung und Porenkontinuität sowie der gesamten und nutzbaren Feldkapazität sind daher - unter Berücksichtigung des Profilaufbaues, des Reliefs und der Vegetation - von großer Bedeutung für die ökologische Beurteilung von Pseudogleyen im Grundmoränen-Gebiet.

Reine Pseudogleye werden relativ selten angetroffen. Häufig treten Übergänge zu Podsolen auf (Podsol-Pseudogleye), deren Verbreitung auch hier (wie unter 3.1.3 und 3.2.4 näher beschrieben) oft von der anthropogen beeinflussten Vegetationsgeschichte abhängig ist. (Para-)Braunerde-Pseudogleye stellen in der Regel ökologische Übergänge von staunassen Pseudogley-Standorten zu relativ feuchten bis frischen (Para-)Braunerde-Standorten dar.

#### 3.2.4 Podsol-Pseudogley/Pseudogley-Podsol-Bodengesellschaft

In feuchten bis nassen Senken der mit Geschiebelehm bedeckten, grundwasserfernen Hochgeest (s. Abb. 3 ) findet man auch heute noch stellenweise natürliche Heide-Standorte (*Caluneto-Genistetum-molinietosum* und *Ericetum-tetralicis*), unter denen sich im sandigen Oberboden (Sw-Horizont) über dem Geschiebelehm (Sd-Horizont) häufig stark ausgeprägte, mächtige Podsole mit Humusortstein und einer mehr als 10 cm mächtigen, z.T. torfartigen Rohhumus-Auflage gebildet haben. Die Bleichhorizonte (Ae) dieser Podsol-Pseudogleye sind z.T. mehr als 0,5 m mächtig und

haben oft verwaschene, schmutziggraubraune Farben. Sie gehen meist mit unscharfer Grenze in den darunter folgenden Bh- bzw. Bsh-Horizont über, der als Ortstein, aber auch als Orterde ausgebildet sein kann.

Je grobkörniger und silikatärmer der Sw-Horizont ist, desto mächtiger und stärker gebleicht ist häufig der Ae-Horizont des Podsoles, während sein Illuvialhorizont - besonders bei größerer Tiefenlage des Sd-Horizontes - dort z.T. nur als unverfestigte Orterde vorliegt. Der geschlossene Bh- oder Bsh-Horizont der Podsol-Pseudogleye reicht häufig bis zur Obergrenze des Sd-Horizontes hinunter, wenn diese nicht zu tief liegt. - Im Gegensatz zu den beschriebenen nassen Böden sind die in Pseudogleyen mit langer Trockenphase entstandenen Podsole in der Regel flacher ausgebildet und besitzen ähnlich scharfe Horizontgrenzen, wie sie aus trockenen Heide- oder Wald-Podsolen bekannt sind.

Bei der ökologischen Beurteilung dieser Böden sowie bei ihrer Ansprache im Rahmen von Bodenkartierungen für die Praxis wird auf die Kennzeichnung des Wasserhaushaltes - z.B. durch Angabe des Staunässegrades und der Länge von Naß- oder Trockenphasen - besonderer Wert gelegt. Die Intensität der Podsol-Merkmale findet erst in zweiter Linie Berücksichtigung. Böden mit vorherrschender Staunässe werden - unabhängig von der Stärke der Podsolierung - als Podsol-Pseudogleye, solche mit zurücktretender Staunässe als Pseudogley-Podsole bezeichnet.

### 3.2.5 Begleitende Bodentypen und Besonderheiten

Auf manchen Flächen wird der Geschiebelehm sehr geringmächtig und keilt stellenweise aus, so daß der Geschiebedecksand dort direkt über dem älteren pleistozänen Vorschüttungssand liegt. Die Böden entsprechen dann denen der sandigen Geestgebiete (s.3.1): Bänderparabraunerden und Podsole. - Dünengebiete tragen je nach ihrem Alter unterschiedlich ausgeprägte Podsole oder Podsol-Ranker. Im Untergrund der Dünen treten nicht selten fossile Podsole auf älteren Dünengenerationen auf.

Für Stauchmoränengebiete ist ein kleinflächiger Wechsel von Pseudogleyen, die sich auf Geschiebelehm- oder Tonschuppen gebildet haben, und Podsolen bzw. Bänderparabraunerden aus Sand typisch (s. Abb. 3 ).

In vernäbten Senken wird der Mineralboden häufig von Hochmoortorfen überlagert (s. Abschn. Moorböden). - In Ostfriesland nähern sich die Geschiebelehmflächen vor dem Abtauchen unter die Kleidecke der Marschen langsam dem Grundwasser. In diesen Gebieten sind Pseudogley-Podsole und Pseudogleye mit Grundwassereinfluß im Unterboden verbreitet (Gley-Pseudogley). Reicht der Grundwassereinfluß jedoch zur Zeit

hoher Grundwasserstände bis in den Oberboden hinein, so liegen Übergänge vom Pseudogley-Gley zum typischen Gley vor. Auch in Tälern, die Geesthochflächen mit Geschiebelehmdecke durchziehen, sind Gleye verbreitet.

Besonderheiten stellen schließlich Pseudogleye dar, die sich auf sandigen pleistozänen Sedimenten über schluffig-tonigen Schmelzwasser-Beckensedimenten der Elster-Eiszeit abgelagert haben (Lauenburger Ton). Sie kommen vorwiegend in ebener Lage in Ostfriesland sowie in der Umgebung von Bremervörde und nördlich von Vegesack vor. - Ober Plaggenböden im Grundmoränen-Gebiet wird im Abschnitt 3.5 berichtet.

### 3.3 Böden hochliegender Geestgebiete mit Sandlöß-Decke

#### 3.3.1 Allgemeines

Während des Weichsel-Glazials kam es auch in der nördlich des heutigen Löß-Gebietes gelegenen Nordwestdeutschen Geest-Landschaft stellenweise zur Anhebung von schluffigen Lößsedimenten, die hier allerdings mit Flugsandschichten wechsellagern. Bei höheren Sandgehalten sind diese Sedimente früher als "Flottsand", bei größerem Schluffreichtum als "Flottlehm" beschrieben worden (z.B. DEWERS 1932). Heute werden sie als Sandlöß bezeichnet (z.B. FIEDLER & ALTERMANN 1964, ROESCHMANN 1963, VIERHUFF 1967) und als Übergangsfazies zwischen Löß und Flugsand gedeutet. VIERHUFF unterscheidet mehrere Sandlöß-Generationen, die er dem Brandenburger und dem Pommerschen Stadium der Weichsel-Eiszeit zuordnet. Sie sind bei größeren Mächtigkeiten des gesamten äolischen Sedimentes durch Flugsand-Schichten voneinander getrennt. In der Regel tritt jedoch nur eine Sandlöß-Schicht auf, die dann zeitlich nicht näher eingestuft werden kann. Sie überlagert großflächig lehmige und sandige Grundmoränen, sowie glazifluviatile Sande (s. Abb. 4) und wird von ihnen durch eine Steinsohle getrennt. Diese ist nach DEWERS (1932) und VIERHUFF (1967) teils als Brodeplaster, teils als Deflationssohle aufzufassen. In Gebieten mit geringer Sandlöß-Mächtigkeit ist die Steinsohle oft mit dem Sandlöß vermischt worden (s. Abb. 2). Deutungsmöglichkeiten dieser Erscheinung gehen aus Abb. 2 hervor.

#### 3.3.2 Parabraunerde-Gesellschaft

Parabraunerden sind auch in Sandlöß-Gebieten an die trockneren bis frischen Lagen, meist mit leicht geneigter Oberfläche bzw. mit mächtigerer Sandlöß-Decke (1 m) über Sand oder Geschiebelehm gebunden. Die Bodenprofile ähneln im Prinzip den

Sandlöss - Hochfläche  
örtlich mit Flugsanddecke bzw. Dünen

Bachtal

Sandlöss -  
Hochfläche

Flusstal

Podsol	Ranker-Podsol	Bänder-Parabraunerde * podsoliert	Ranker-Podsol	Bänder-Parabraunerde ‡ podsoliert
--------	---------------	--------------------------------------	---------------	--------------------------------------

(Podsol-) Gley	Para-braunerde	Pseudo-gleye	Para-braunerde
	wechselnd podsoliert.		

Moor,  
Gley,  
Auenboden

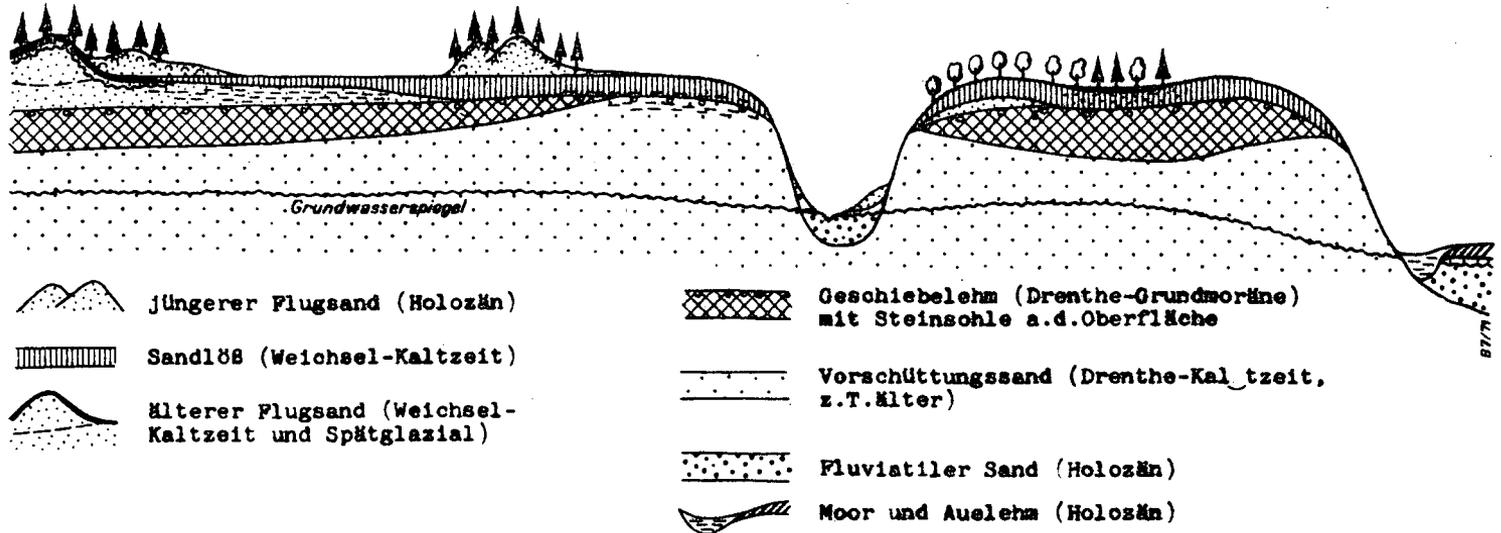


Abb. 4 Typische Bodenverbreitung in hochliegenden Geestgebieten mit Sandlöss-Decke (schematischer, stark überhöhter Querschnitt, unmaßstäblich). Entwurf: G. Roeschmann

Parabraunerden aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm. Unter dem Ah-Horizont, der häufig podsolige Merkmale erkennen läßt, liegt zunächst ein gelbbrauner, relativ tonarmer A1Bv-Horizont, der in 40-50 cm Tiefe in einen hellen, ebenfalls tonarmen Al-Horizont übergeht. In 50-70 cm Tiefe folgt dann in der Regel ein kompakter, rötlichbrauner Bt-Horizont. Er enthält im Durchschnitt 8-12 Gew.% mehr Ton als der Oberboden und zeigt deutliche Merkmale sekundärer Tonreicherung, z.B. in Form von dünnen Tontapeten auf Klüften und in Hohlräumen.

Die kompakten Bt-Horizonte der meist stark sauren Parabraunerden aus Sandlöß über Geschiebelehm sind häufig sehr dicht mit hohen Anteilen an Feinporen. Sie besitzen im oberen Teil nicht selten ein plattiges Gefüge, das nach unten grobprismatisch bis kohärent wird. Das prismatisch-polyedrische Gefüge der Bt-Horizonte in Löß-Parabraunerden kommt - wohl u.a. auf Grund des im Sandlöß geringeren Tongehaltes - nur selten vor. Die Dichtlagerung und geringe Wasserdurchlässigkeit des Bt-Horizontes sowie des darunter liegenden Geschiebelehmes führen oft zu Staunässe. Pseudovergleyte Parabraunerden sind daher relativ weit verbreitet.

Der unter Wald und Grünland meist relativ lockere, hohlraumreiche, aber tonarme Oberboden (Ah-, A1Bv- und Al-Horizont) wird besonders durch unsachgemäße Beackering schnell verdichtet. Er neigt bei höheren Schluffgehalten zur Verschlämzung, Pflugsohlenbildung und in Hanglagen zu verstärkter Bodenerosion (GROSSE 1968). Beackerte Sandlöß-Parabraunerden können zwar bei ausreichender Düngung ähnlich hohe Erträge an Zuckerrüben und Weizen liefern, wie Löß-Parabraunerden, bedürfen aber erhöhter Aufwendungen zur Bodenpflege und - an Hängen - zur Bodenerhaltung (Erosionsschutz).

In den Sandlöß-Gebieten von Syke und Damme werden die kompakten Bt-Horizonte der Parabraunerden z.T. von mehr oder weniger senkrechten, netzförmig miteinander verbundenen ehemaligen Spalten durchzogen, die mit hellem, tonarmem Bodenmaterial gefüllt sind. Sie kommen auch in ostdeutschen Sandlöß-Böden vor und werden als fossile Eisspaltnetze der ausgehenden Weichsel-Eiszeit aufgefaßt (ROESCHMANN 1963). In Anbetracht des relativ geringen Tongehaltes der Bt-Horizonte (10-15 Gew.%) können die z.T. 6-8 cm breiten Spalten nicht allein durch Schrumpfungsvorgänge entstanden sein. Feinere, helle Spalten im Bt-Horizont sind demgegenüber auch als randlich gebleichte Schrumpfungsrisse deutbar. Die

mit Oberbodenmaterial gefüllten Spalten im Bt-Horizont ließen in keinem der untersuchten Profile eine sekundäre Toneinschlümmung in die Spaltenfüllung hinein erkennen. Möglicherweise war also die Tonverlagerung und damit die Entsehung des Bt-Horizontes z.Zt. der Spaltenbildung im Spätglazial bereits weitgehend abgeschlossen. Die Bleichung der Spaltenfüllung und des Al-Horizontes sowie die Verbraunung und Podsolierung des Oberbodens wären dann im Holozän erfolgt.

ROHDENBURG & MEYER (1968) fassen demgegenüber die gesamte Bodengenese innerhalb der periglaziär überprägten Sandlöß-Decke (einschließlich der Tonverlagerung) als holozänen Vorgang auf und deuten die Bleichung als einen durch Stauanässe bedingten Kornscheidungsprozeß in Anpassung an pleistozäne Strukturen. Unklar bleibt jedoch bei dieser Deutung, warum das Füllmaterial der Spalten ähnlich geringe Tongehalte aufweist, wie der Al- und AlBv-Horizont. Die bei der Bt-Horizont-Bildung zunächst sicher auch in die Spaltenfüllung eingeschlämmten Tonteilchen müßten dann - etwa bei der Bleichung - dort wieder zerstört worden sein, während sie im direkt benachbarten Bt-Material erhalten blieben. Fortführung der Tonfraktion erscheint in dem nach unten geschlossenen Spaltennetz und bei ebener Lage der Böden unwahrscheinlich.

Die angeführten Beispiele lassen die Schwierigkeiten bei der Deutung der Reihenfolge pedogenetischer Prozesse in Böden auf Grund von Reliktmerkmalen unterschiedlichen Alters erkennen. Sie zeigen außerdem die Notwendigkeit eingehender, vielseitiger Untersuchungen, u.a. auch vor der Einordnung der Böden in eine pedogenetische Systematik- Der hier verwendete Name "Parabraunerde" bezeichnet also auch im Sandlöß-Gebiet Böden mit unterschiedlicher, z.T. komplizierter Entstehung und müßte streng genommen die Vorsilbe "Phäno" tragen.

In einigen Sandlöß-Gebieten scheinen die fossilen, periglaziären Spaltensysteme zu fehlen. Die Bodenprofile der Parabraunerden aus Sandlöß über Geschiebelehm sind dort einheitlicher aufgebaut. Die Obergrenze des Bt-Horizontes ist jedoch stellenweise unregelmäßig und macht im senkrechten Bodenschnitt einen zerrissenen Eindruck. Dies läßt sich u.a. auf die Wirkung umstürzender Bäume zurückführen (ROESCHMANN 1968).

Eine relativ weite Verbreitung haben Parabraunerden aus Sandlöß über sandigem Untergrund. Kompakte Bt-Horizonte kommen hier vorwiegend bei Sandlößmächtigkeiten von mehr als 0,8 m vor. In geringer mächtigen Sandlößdecken sind ähnliche

Bänderparabraunerden entwickelt, wie sie im Abschnitt 3.1.2 beschrieben wurden. Die Grenze zwischen Sandlöß und liegendem Sand ist dort oft undeutlich; die Steine der ehemaligen Steinsohle sind durch Frosthhebung, wühlende Bodentiere oder umstürzende Bäume (DEWERS 1932, ROESCHMANN 1968) mit dem Sandlöß vermischt worden und die Tonanreicherungsbänder sowohl im Sandlöß als auch im liegenden Sand deutlich als sekundäre, pedogenetische Bildungen erkennbar. Diese Böden meigen auf Grund ihrer relativ geringen Feldkapazität bei landwirtschaftlicher Nutzung zu Trockenschäden. In besonders schluffreichen Sandlößdecken haben sich allerdings örtlich durch kurzfristige Staunässe bedingte, pseudovergleyte Bänderparabraunerden mit weniger zahlreichen und dünneren Tonanreicherungsbändern gebildet.

Bis zum 19. Jahrhundert war auch in den Sandlöß-Gebieten zeitweilig die anthropogen bedingte Heidevegetation weit verbreitet. In den verbrauchten Oberböden der Sandlöß-Parabraunerden sind damals großflächig Podsole entstanden, deren heutige Mächtigkeit und Morphologie vor allem von der Zeitdauer der Verheidung und vom Sandgehalt des Sandlösses abhängen. Flache bis selten mittlere Podsole mit Orterde sind am weitesten verbreitet. Bei kurzfristiger Verheidung kam es in schluffreicheren AlBv-Horizonten häufig zur Ausbildung eines 5-10 cm mächtigen Zwerg-Podsoles. Unter Nadelholz-Forsten findet noch heute - meist durch eine Rohhumus-Auflage gefördert - eine deutliche Podsolierung statt. In Anbetracht der durchschnittlich geringen Mächtigkeit der Podsole in den Sandlöß-Gebieten sind die Gesamtböden in der Regel als Podsol-Parabraunerden zu bezeichnen.

### 3.3.3 Die Pseudogley-Bodengesellschaft

Pseudogleye haben sich vor allem in geringmächtigem Sandlöß über Geschiebelehm sowie in mächtigeren, schluffreichen Sandlößdecken über Sand gebildet. Sie treten vor allem in ebener Lage und in weiten flachen Senken der Hochflächen auf und zeigen randlich Übergänge zu den trockneren Standorten der Sandlöß-Parabraunerden und -Bänderparabraunerden (Abb. 4). Ist die Sandlößdecke über dem Geschiebelehm mehr als 0,8 m mächtig, so läßt sich in deren unterem Teil häufig ein kompakter, dichter Tonanreicherungshorizont erkennen, der durch Staunässe weitgehend überprägt worden ist (BtSd-Horizont). Er enthält in einigen Sandlöß-Gebieten die in Abschnitt 3.3.2 beschriebenen fossilen Eisspaltenetze. In geringmächtigen Sandlößdecken (<0,8 m) ist oft kein BtSd-Horizont entwickelt. Der schluffreiche, rostfleckige Sandlöß (Sw-Horizont) liegt dort direkt über dem ebenfalls rostfleckigen, dichten Geschiebelehm (II Sd-Horizont).

Pseudogleye aus mehr als 1 m mächtigem Sandlöß über sandigem Untergrund (Flugsand, Geschiebedecksand oder älterer pleistozäner Sand) besitzen häufig insgesamt ein sehr dichtes, kohärentes Gefüge ohne deutlichen BtSd-Horizont. Sie lassen nicht selten bereits in 50-60 cm Tiefe die ursprüngliche Sedimentschichtung in Form einer Schluff-Feinstsand-Wechselagerung erkennen. Ihr oberer Teil ist allerdings stellenweise zerrissen (Baumstürze?) oder in sich Brodeltopfartig verknetet (Kryoturbation).

Die ungünstigen hydrologischen Eigenschaften dieser Sandlöß-Pseudogleye über sandigem Untergrund dürften vor allem bei unsachgemäßer, eine Verdichtung fördernder Ackernutzung, zum großen Teil durch Haftnässe bedingt sein. Relativ schnelle Vernässung mit Luftmangel, bedingt durch sehr geringe bis fehlende Makroporen-Anteile, kennzeichnen ihren Wasserhaushalt (MOLLER, RENGER & VOIGT, 1971). Eine Entwässerung von solchen schluffreichen Haftnässe-Pseudogleyen durch Dränung ist daher problematisch und oft unbefriedigend. Sie werden noch immer großflächig als Grünland genutzt.

Unabhängig von der Geländedeposition und dem ökologischen Feuchtegrad des Standortes treten besonders in Gebieten mit Sandlöß-Pseudogleyen stärker podsolierte Profile auf (Podsol-Pseudogley). Sie lassen in heute landwirtschaftlich genutzten Gebieten häufig die Verbreitung ehemaliger Heideflächen erkennen und kommen auch unter Nadelholz-Forsten vor. Die Mächtigkeit der in Sandlöß-Pseudogleyen entwickelten Podsole und die Deutlichkeit ihrer Horizonte ist vor allem vom Schluffgehalt und der Lagerungsdichte des Sedimentes abhängig. Vermutlich entstehen in gleichen Zeiträumen und unter gleicher Vegetation in sandreicheren Sandlössen mächtigere Podsole als im schluffreichen Sandlöß. In diesem ist der Podsol-B-Horizont oft geringmächtig, weniger scharf begrenzt und in der Regel nur als Orterde ausgebildet. Die Ausfällung der Podsolierungsprodukte ist in schluffreichen, dichten Pseudogleyen nicht selten auf Klüfte, Wurzelröhren und andere Hohlräume innerhalb des stark gebleichten, rostfleckigen Sw-Horizontes beschränkt. In vielen Sandlöß-Pseudogleyen sind die Podsolierungs-Merkmale durch menschliche Eingriffe in den Boden bei der landwirtschaftlichen Nutzung weitgehend zerstört worden.

### 3.3.4 Begleitende Böden

An beackerten Hängen sind in den Sandlöß-Gebieten häufig stark erodierte Bodenprofile verbreitet (GROSSE 1968). - Örtlich treten in kleineren, z.T. fast runden Mulden unter Wald stark versauerte Stagnogleye auf, die stellenweise eine dünne Decke aus hochmoorartigem Übergangsmoor torf tragen. Auch kleinere Hochmoore kommen vor. - Reine Podsole sind nur in Gebieten mit stärker sandiger Sandlößdecke zu finden. Auf Dünensand haben sich in der Regel Podsole gebildet. - Über die relativ weit verbreiteten anthropogenen Böden aus Sandlöß wird später berichtet (Abschnitt 3.5).

## 3.4 Böden der Geest-Niederungen

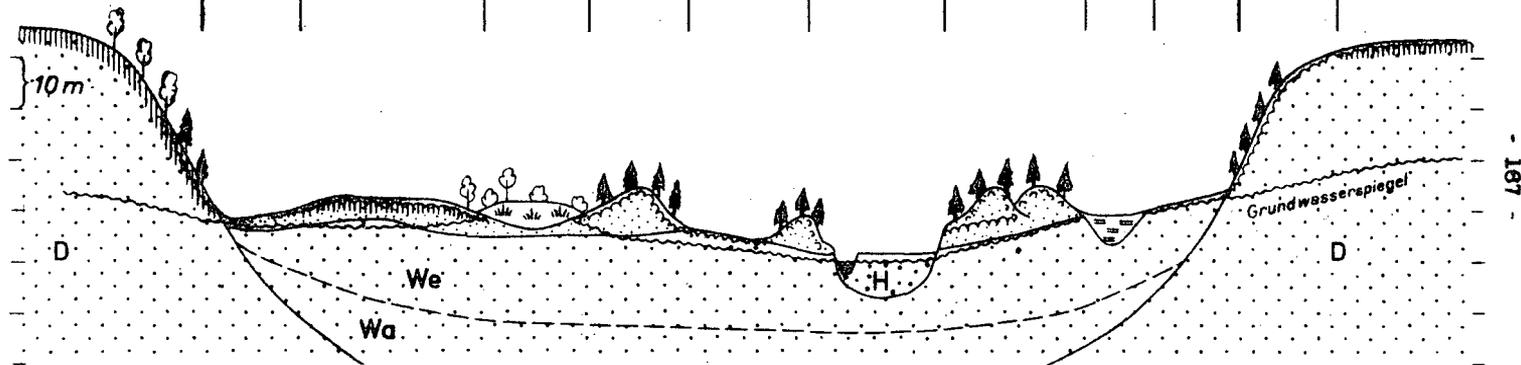
### 3.4.1 Allgemeines

Als größere Geest-Niederungen sind z.B. das Aller-Weser-Urstromtal, die Wümme-Niederung zwischen Hamburg und Bremen, die große Dümmer-Niederung nördlich von Minden und Osnabrück sowie die Ems-Vechte-Niederung westlich von Osnabrück zu nennen (Klima-Atlas von Niedersachsen, Karte der naturräumlichen Gliederung Nordwest-Deutschlands, Offenbach 1964). Einen schematischen Querschnitt durch eine Geest-Niederung (Aller-Urstromtal nördlich von Hannover) zeigt die Abb.5. Die Sedimente der Niederungen bestehen überwiegend aus sandigen Ablagerungen in grundwassernaher Lage. Die weit verbreiteten Tal- und Terrassensande der letzten Eiszeit wurden im Spätglazial und Holozän oberflächlich weitgehend umgestaltet. Durch Winderosion entstanden Abblasungsflächen, an anderen Stellen Flugsanddecken und Dünengebiete. Kleinere Flüsse und Bäche schnitten sich in ihre Umgebung ein und lagerten bei Überflutungen vorwiegend sandige, seltener auch sandig-schluffige bis tonig-schluffige, oft geschichtete fluviatile Sedimente ab. In tieferen Lagen kam es zur Bildung von Niedermooren, die z.T. von einer Hochmoordecke überwachsen wurden.

### 3.4.2 Die Gley-Bodengesellschaft

Während sich in den tiefsten, nassen Lagen unter ständigem Grundwassereinfluß Niedermoor torfe bildeten (s. Kapitel Moorböden), kam es in deren immer noch nassen Randbereichen und in nassen Senken bei mittleren tiefsten Grundwasser-

Geest- hochfläche	P l e i s t o z ä n e s U r s t r o m t a l									Geest- hochfläche	
podsolierete Bänder- (Para-) Braunerde	(Pod- sol-) Gley	(s.T. verglejt.) Braunerde- Podsol	Hoch- moor	Podsol	Gley- Podsol	Flusstal- Gley (Molosän)	Ranker- Podsol u. Podsol	Nie- der- moor	(Pod- sol-) Gley	Podsol	Bänder- (Para-) Braunerde- Podsol



 Flugsanddecken (meist spätglazier) und Dünen (meist holozän)

 Hechmoor

 Niedermoor

 Pleistozäne Sande Weichselzeitlich fluviatil (We)  
 Warthezeitlich glazifluviatil (Wa): Urstromtal-Sedimente  
 Drenthezeitlich glazier (D): Verschüttungssande  
 Holozäne Sande (H): fluviatil (s.T. mit Raseneisenstein)

Abb. 5 Typische Bodenverbreitung in einer Geest-Niederung (schematischer, stark überhöhter Querschnitt, unmaßstäblich). Entwurf: G. Reesemann

167

ständen um 20-30 cm und relativ geringen Grundwasserschwankungen im Jahresablauf zur Ausbildung von stark humosen Anmoor-Gleyen und weniger humosen Naßgleyen. Die unter reduzierenden Bedingungen stark mit Humus (meist Feuchtmoder) angereicherten A-Horizonte dieser Böden sind z.T. in Trockenzeiten kurzfristig durchlüftet. Während dieser Zeit werden in Bodenhohlräumen aus dem Grundwasser oder Oberschwemmungswasser stammende FeIII-Verbindungen ausgefällt, die teils als rostige Flecken, teils als mehr oder weniger harte Raseneisenstein-Konkretionen in Erscheinung treten. Direkt unter dem A-Horizont folgt in typischen Profilen ein grauer, häufig geschichteter Mineralbodenhorizont, der auf Grund seiner Lage im ständigen Grundwasserbereich unter reduzierenden Bedingungen gebildet wurde. In diesem Reduktionshorizont (Gr) kann es - z.B. in Gleyen mit CO<sub>2</sub>-reichem Grundwasser - zur Ausfällung von Siderit (FeCO<sub>3</sub>) kommen (LODERS 1965). Örtlich wurden harte, graue Siderit-Konkretionen in Form von Wurzelröhren beobachtet (ROESCHMANN 1960).

Bei etwas tieferem Grundwasserstand bilden sich "Typische Gleye", die eine A-Go-Gr-Horizontfolge aufweisen (s. Exkursionsprofil III ). Die Mächtigkeit des rostfleckigen Go-Horizontes entspricht in Gleyen, deren Wasserhaushalt langfristig unverändert blieb, dem Schwankungsbereich des Grundwassers. Für diesen Horizont ist ein Wechsel von Reduktionsbedingungen bei hohem Grundwasserstand und Oxydationsbedingungen bei tiefem Grundwasserstand typisch. Die während der Reduktionsphase gelösten und mit dem Grundwasser verlagerten FeII-Verbindungen werden während des Absinkens des Grundwassers in dem dann durchlüfteten Oberboden zu FeIII-Verbindungen oxydiert und ausgefällt. Dabei wird in der Regel zunächst amorphes Eisenhydroxid gefällt, das sich später zu Goethit umwandelt. Andererseits ist auch die Bildung primärer Goethit-Keime möglich sowie die Fällung von Fe-organischen Komplexverbindungen. Eine zusammenfassende Deutung dieser und weiterer Eisenoxid-Bildungsmöglichkeiten gibt SCHWERTMANN (1969). Außer Eisen enthalten die Fällungsprodukte in der Regel auch wechselnde Manganmengen sowie weitere Schwermetalle in Spuren. Durch eisenreiches Grundwasser und eisenreiche Oberflutungssedimente können den Gleyen im Laufe der Zeit erhebliche Eisenmengen zugeführt werden, die sich im Oberboden in Form von Raseneisenstein-Konkretionen unterschiedlicher Größe und Gestalt anreichern. Sie können bei weiterer Eisenzufuhr zu harten Raseneisensteinbänken "zusammenwachsen" (Exkursionsprofil III ).

Die Grenze zwischen Go- und Gr-Horizont entspricht nach umfangreichen Erfahrungen bei der Bodenkartierung (KEMPER, VOIGT, mündliche Mitteilung) in der Regel der Tiefenlage des mittleren tiefsten Grundwasserstandes.

Bei den bisherigen Angaben wurde davon ausgegangen, daß der Wasserhaushalt der Gleye lange Zeit hindurch unverändert blieb und die Merkmale der Böden daher mit ihm übereinstimmten. Dies ist jedoch häufig nicht der Fall, da sich die Tiefenlage und die Schwankungsamplitude des Grundwassers in vielen Gebieten im Laufe der Zeit geändert haben. Der Anstieg des Meeresspiegels als Erosionsbasis der Flüsse nach dem Weichsel-Glazial hatte vermutlich zunächst eine Erhöhung der Grundwasserstände in den Geest-Niederungen zur Folge (ROESCHMANN 1960), der dann - beispielsweise nach der Entwaldung und landwirtschaftlichen Inkuilturnahme (BAILLY 1970), der Regulierung von Flüssen oder nach stärkerer Wasserentnahme in der Umgebung von Wasserwerken - eine künstliche Absenkung folgte. In Flußsystemen kam es immer wieder bei Überflutungen zur Ablagerung mehr oder weniger großer Sedimentmengen über den jeweiligen Oberflächenböden. Deren Merkmale wurden zwar später, besonders durch Reduktionsprozesse, z.T. überprägt und verändert, sind jedoch oft noch sichtbar z.B. in Form von reliktschen Rostflecken und Raseneisenstein-Konkretionen im heutigen Reduktionsbereich der Gleye (ROESCHMANN 1960). Sie erschweren die Beurteilung ihres rezenten Wasserhaushaltes.

### 3.4.3 Die Gley-Braunerde-Bodengesellschaft

In großen Gebieten der Geest-Niederungen liegen die mittleren Grundwasserstände tiefer als 1 m, so daß die meist sandigen Oberböden dort nicht mehr - oder nur noch bei sehr hohen Grundwasserständen bzw. Überflutungen - vom Grundwasser durchfeuchtet werden. In ihnen haben sich pedogenetische Prozesse terrestrischer Böden abgespielt. Unter Laubwald entstanden großflächig mehr oder weniger saure braune Böden, die nach unten in einen rostfleckigen, den Schwankungsbereich des Grundwassers kennzeichnenden Go-Horizont übergehen. Häufig folgt im ständigen Grundwasserbereich der Gr-Horizont. Tonanreicherungsbänder treten in dem zeitweilig vom Grundwasser beeinflussten Go-Horizont nicht auf, so daß diese Böden als Gley-Braunerden angesprochen werden. Die Bv-Horizonte sind hier häufig mächtiger als in trockenen sauren Braunerden und stellenweise durch Eisenanreicherung aus dem Grundwasser rötlichbraun gefärbt (BAILLY 1970 a). Nähert sich die Bodenoberfläche -

etwa in flachen Senken - dem Grundwasser, so wird der Bv-Horizont in der Regel zunächst geringmächtiger, z.T. rostfleckig und keilt schließlich ganz aus. Dies geschieht im allgemeinen dort, wo die Obergrenze des Gr-Horizontes in weniger als 0,8-1,0 m Tiefe liegt.

Gegenüber den Böden der höherliegenden Geestgebiete haben die Gley-Braunerden den Vorteil, daß hier Grundwasser in wurzelerreichbarer Tiefe ansteht, ohne daß die Oberböden vernässen. Für den Anbau einjähriger landwirtschaftlicher Kulturen sollte der mittlere Grundwasserstand während der Vegetationszeit nicht tiefer als 1,0 m liegen, da sonst - besonders bei schnell absinkendem Grundwasser während der Vegetationszeit - Trockenschäden auftreten können.

Die Gley-Braunerden sind in der Regel podsolig und oft mehr oder weniger stark podsoliert, so daß alle Übergänge zum Braunerde-Podsol vorkommen.

#### 3.4.4 Die Podsol-Gley-/Gley-Podsol-Bodengesellschaft

Auf großen Flächen der sandigen Niederungsgeest haben sich Podsole entwickelt (Abb.5). Da ihre Profilausprägung, ihre Genese und ihre Eigenschaften sehr unterschiedlich sein können, soll hier kurz auf die wichtigsten Formen eingegangen werden.

Im Gegensatz zu den vermutlich unter Laubwald entstandenen Gley-Braunerden treten Podsole auch in relativ feuchten Lagen sowie in vernäbten Niederungen auf. Dies wird u.a. dadurch erklärlich, daß sowohl unter der Vegetationsform des feuchten Calluneto-Genistetum-molinietosum als auch des Ericetum-tetralicis nasser Standorte (s. Abschnitt 1.4) Mengen an Nährstoffarmen, zur Entstehung von Rohhumus beitragenden Vegetationsrückständen geliefert werden, die die Podsolierung fördern. Laufen die Podsolierungsprozesse z.B. im Schwankungsbereich des Grundwassers ab, so entstehen - nach den bisherigen Kartiererfahrungen - im Sand unter den Feucht-Rohhumusdecken häufig relativ mächtige Podsole mit weit auseinandergezogenen, unscharf begrenzten Horizonten und schmutzig-braungrauen Farben. Die Eisengehalte in den B-Horizonten wechseln in Abhängigkeit von der Grundwasserzusammensetzung und dem Gehalt des Sedimentes an verwitternden Silikaten. Bei Zufuhr und Ausfällung größerer Eisenmengen aus dem Grundwasser können z.B. relativ harte und z.T. dichte Ortstein-B-Horizonte entstehen, die Ähnlichkeit mit Raseneisenstein be-

sitzen. In der Regel überwiegt jedoch die organische Substanz erheblich, so daß die Profile dann als Humuspodsole bezeichnet werden. Die in Gleyen ähnlichen Feuchtegrades typische Rostfleckung im Schwankungsbereich des Grundwassers (Go-Horizont) ist hier auf Grund der bei der Podsolierung ablaufenden Reduktions- und Verlagerungsprozesse meistens nicht ausgebildet und die Grenze zum Gr-Horizont aus den gleichen Gründen oft nicht erkennbar.

Humuspodsole können auch in trockener Lage, z.B. in silikatarmen Dünen sanden, gebildet werden. Diese unterscheiden sich aber in der Ausbildungsform der Horizonte und in ihren Eigenschaften wesentlich von den oben beschriebenen Feucht-Podsolen (s. Abschnitt 3.1.3). Der Name Humuspodsol allein läßt also keine Aussage über die Ökologie des Standortes zu. Da der Wasserhaushalt - ähnlich wie bei den Pseudogleyen (s. Abschnitt 3.2.3) - für die Eigenschaften der Böden als Pflanzenstandort eines der wichtigsten Kriterien darstellt, sind z.B. bei Bodenkartierungen für praktische, ökologisch ausgerichtete Belange zusätzliche Untersuchungen des Grundwasserganges und der physikalischen Bodeneigenschaften unter Einbeziehung der Vegetation unerläßlich. Besitzt ein Podsol z.B. den Wasserhaushalt eines Gleyes, so wird er bei Bodenkartierungen - unabhängig von seinem Ausprägungsgrad - als Humuspodsol-Gley angesprochen, natürlich unter zusätzlicher Angabe der Podsol-Merkmale und -Eigenschaften.

Die oben beschriebenen Feucht-Podsole sind bereits primär in grundwassernaher Lage entstanden. Sie werden auch als Erica-Podsole bezeichnet. Nicht selten kommen jedoch Podsole in feuchter Lage vor, deren Profilaufbau mit relativ scharfen Horizontgrenzen, deutlichen Farbunterschieden der Horizonte und z.T. noch erkennbarer Trocken-Rohhumus-Auflage darauf schließen läßt, daß sie ursprünglich in trockener Lage - z.B. unter Calluna-Vegetation - gebildet wurden. Ein späterer Grundwasseranstieg führte dann zu ihrer Vernässung. Solche "ertrunkenen" Podsole stehen häufig in Grünlandnutzung. Liegen sie in Gebieten mit Gley-Wasserhaushalt, so werden auch diese Böden mit ihrer besonderen Bodengeschichte bei ökologischer Betrachtung als Podsol-Gleye bezeichnet. Um die verschiedenartige Genese dieser Böden gegenüber den zuerst beschriebenen zu kennzeichnen, erscheint es sinnvoll, Feuchtpodsol-Gleye und Trockenpodsol-Gleye zu unterscheiden. Umgekehrt kann natürlich auch ein in feuchter Lage gebildeter Podsol durch Grundwasserabsenkung ökologisch trocken werden, zunächst ohne seine Feuchtboden-Profilmerkmale zu verlieren. Er wäre dann als "Gley-Feuchtpodsol mit künstlich oder natürlich abgesenktem Grundwasser" zu bezeichnen.

Die feuchten bis nassen Podsol-Gleye der Geestniederungen wechseln häufig mit etwas höher über dem Grundwasser liegenden Podsolen ab, die im Profilaufbau den in trockener Lage gebildeten Podsolen ähneln. Direkt unterhalb des Podsol-B-Horizontes liegt jedoch - ähnlich wie bei den Gley-Braunerden - in der Regel ein rostfleckiger Go-, sowie im ständigen Grundwasserbereich ein grauer Gr-Horizont. Diese Böden werden bei ökologisch ausgerichteten Bodenkartierungen auf Grund des zurücktretenden Grundwassereinflusses als Gley-Podsole bezeichnet. In Gebieten, in denen eisenreiches Grundwasser bei Grundwasserhochständen bis zum Podsol-B-Horizont aufstieg, entstand nicht selten unter dem Bh-Horizont - ähnlich wie bei manchen Pseudogley-Podsolen - ein besonders eisenreicher, dunkelbraun- und rostbraun-fleckiger, harter Bhs-Horizont (Ortstein). Örtlich wurde unterhalb des Bh-Horizontes von Gley-Humuspodsolen auch ein geringmächtiger, leuchtend orangebrauner Horizont beobachtet, der von BAILLY (1970) als relik-tischer Go-Horizont gedeutet und auf einen relativ geringen Grundwasseranstieg nach der Entwaldung und großflächigen Ausbreitung der Heidevegetation zurückgeführt wird.

Die Tiefenlage und Schwankungsamplitude des Grundwassers beeinflussen die ökologischen Eigenschaften von Gley-Podsolen nicht so stark wie die von Gley-Braunerden, weil die Art, Mächtigkeit, Dichte und Härte des Podsol-B-Horizontes das Wurzelwachstum zum Grundwasser z.T. wesentlich beeinflussen. Eine Zerstörung des Ortsteins durch Tiefumbruch kann daher häufig die Ertragssicherheit und -höhe solcher Gley-Podsol-Standorte verbessern.

### 3.4.5 Begleitende Böden

Auf die Vergesellschaftung der Gleye und Podsol-Gleye mit Niedermoor- und Hochmoorböden wurde bereits hingewiesen. Diese sind besonders in Küstennähe sowie in der Dümmer-Geestniederung weit verbreitet (s. auch Abb. 5 sowie die Übersichtskarte der Landschaften und Böden Nordwestdeutschlands und das Kapitel "Moorböden"). In den weitverbreiteten, oftmals flüßnahen Dünengebieten wechseln starke Podsole auf älteren mit Podsol-Rankern auf jungen Dünen ab (Abb. 5). Durch Entwässerung, Umbruch oder Plaggendüngung anthropogen veränderte Böden sind besonders in der Umgebung von Ortschaften häufig anzutreffen.

### 3.5 Kultosole der Geest-Landschaft

#### 3.5.1 Allgemeines .....

Seit dem Beginn der menschlichen Besiedlung der Geest-Gebiete sind die ursprünglich meist unter Wald entstandenen Böden durch den Menschen mehr oder weniger stark umgestaltet worden (s.auch Abschnitt 1.4 und 1.5). Da dies in der Regel auf "Kulturmaßnahmen" des Menschen zurückzuführen ist, werden die stärker umgestalteten Böden als "Kultosole" bezeichnet. Im folgenden wird auf einige Methoden menschlicher Eingriffe in den Boden und ihre Ergebnisse eingegangen.

#### 3.5.2 Plaggenböden .....

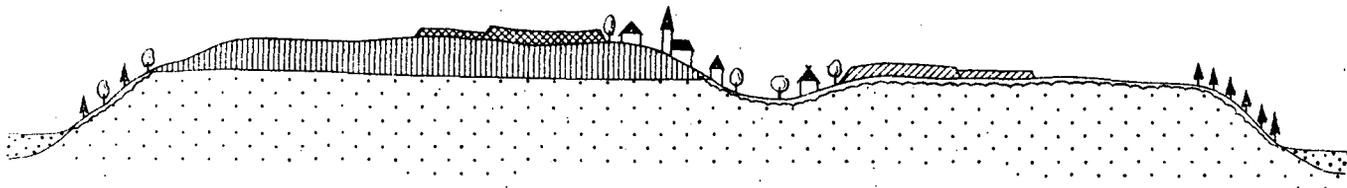
Vor allem in den Geest-Gebieten westlich der Aller-Weser-Linie sind in der näheren Umgebung von Ortschaften - oft auf alten Eschflächen - Plaggenböden weitverbreitet. Sie werden bodensystematisch (MÖCKENHAUSEN 1962, 1970) als "Plaggenesch" bezeichnet. Im Bodenprofil liegt über dem ursprünglichen Boden eine meist sandige, humose, durchschnittlich 0,4-1,0 m mächtige "Plaggenauflage". Sie entstand im Laufe langer Zeiträume durch die Methode der sogenannten "Plaggendüngung" (NIEMEIER 1955), die etwa zwischen dem 8. und 11. Jahrhundert nach Chr.Geb. größere Bedeutung erlangte, aber nach NIEMEIER (1939) auch örtlich bereits vor Chr.Geb. angewendet worden ist. Hierbei wurden Heide-Plaggen, seltener auch Grassoden, mit Spaten oder Hackenflach abgehoben und abgestochen, anschließend meist als Einstreu in die Viehställe gefahren und nach ihrer Anreicherung mit dem Kot und Harn der Tiere zunächst auf den ortsnahen, alten Äckern der Eschflächen verteilt. Stellenweise kamen die Plaggen auch direkt auf die Felder oder wurden dort zunächst zusammen mit Stallmist zur Vorrotte zu Mieten aufgehäuft und später verteilt. Bei der Ausweitung des Ackerbaues im Mittelalter sind auch die etwas weiter vom Ort entfernten Kämpfe sowie später weitere "Zuschläge" mit Plaggen gedüngt worden. Die Mineralbodenanteile der Plaggen führten dann - bei langsamer Zersetzung bzw. Humifizierung der organischen Substanz - zur Aufhöhung der Plaggenauflage. Die Plaggen stammten in der Regel von anthropogen entstandenen Heideflächen (s.Abschnitt 1.4) in der weiteren Umgebung der Dörfer. Um diese Plaggenstichflächen gab es wohl häufiger Streitigkeiten zwischen benachbarten Ortschaften, wie der verbreitete Flurname "Streitheide" erkennen läßt.

**GERST-HOCHFLÄCHE**

Plaggen-  
Stichfläche

junger alter  
Esch

alter junger  
Esch Plaggen-  
Stichfläche



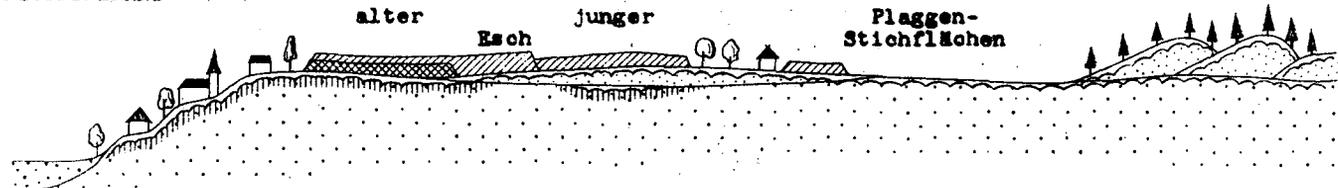
**FLUSSTALRAND**

alter

Esch

junger

Plaggen-  
Stichflächen



**GERST-NIEDERUNG**

Plaggen-  
Stichfläche

alter Esch

Plaggen-  
Stichfläche

junger  
Esch

Plaggen-Stichfl.



Grauer Plaggensch



lehmige Grundmoräne (oft mit Podsol-(Para-)Braunerde)



Brauner Plaggensch



pleistozäner Verschüttungssand (Podsol oder Braunerde-Podsol)



Graubrauner Plaggensch



pleistozäner Terrassensand (Auenboden, Gley, Gley-Podsol)



holozäner Flußsand  
(Gley)



holozäner Flugsand (Podsol oder Podsol-Ranker)

Abb. 6

Typische Verbreitung von Plaggeböden in unterschiedlichen Landschaften (schematische, stark überhöhte Querschnitte, unmaßstäblich). Entwurf: G.Roeschmann und B.Heinemann

Die Morphologie und die Eigenschaften der in allen Fällen sauren bis stark sauren Plaggenauflagen sind je nach der verwendeten Plaggenart - z.T. sogar von Acker zu Acker - unterschiedlich. Lagen die Plaggenstichflächen in mehr oder weniger podsolierten, sandigen Heidegebieten, so entstanden violettstichig-dunkelgraue, sandige Plaggenauflagen, deren Humusgehalte zwischen 4 und 5 % liegen (FASTABEND 1960). Ehemals bewaldete Flächen mit Parabraunerden oder sauren Braunerden lieferten graubraune, sandige Plaggen. Würden jedoch Gleye oder braune Auenböden "abgeplaggt", so sind die Plaggenauflagen in der Regel schwach bindig (8-10 % Ton), weniger humos (3 %), aber eisenreicher, als die aus Podsol-Plaggen aufgebauten Profile. Die Mächtigkeit der Plaggenauflage ist meistens auf alten Äckern in Ortsnähe am größten (1,0-1,5 m). Weniger als 40 cm mächtige Auflagen kommen vor allem auf jungen Plaggenäckern vor. Sie sind oft kaum als solche zu identifizieren, da bereits die normale Pflugarbeit bis in diese Tiefe reichen kann.

Die Art und Verbreitung der Plaggenböden in unterschiedlichen Gebieten der Geest-Landschaft ist besonders bei der Bodenkartierung im Maßstab 1 : 5 000 für den Emsland-Plan erkundet worden (1952-1963). Einzelheiten gehen aus der Abb.6 hervor. Dunkelgraue und graubraune Plaggenböden sind demnach vor allem auf den Geest-Hochflächen mit und ohne Geschiebelehm-Decke in der Umgebung der teils am Flußtalrand, teils an kleineren Bachtälern liegenden Ortschaften verbreitet. Die mächtigen Plaggenauflagen alter, ortsnaher Esche liegen häufig über Parabraunerden aus Geschiebelehm (HEINEMANN 1958), da diese Böden nach der Entwaldung schon bald ackerbaulich genutzt wurden. Zur gleichen Zeit bildeten sich in den Waldweide- und Plaggenstich-Gebieten unter Heidevegetation oder Nadelwald Podsole, die später z.T. ebenfalls "beplaggt" wurden (s.Abb.6, Junger Esch). Besonders an Flußtalrändern erhielten örtlich auch stärker podsolierte Flugsanddecken eine Plaggendüngung. Fläche Dünen wurden stellenweise als Plaggenstichflächen genutzt.

In Sandlöß-Gebieten ist z.T. ein kleinflächiger Wechsel von gelblich-braunen und dunkelgrauen Plaggenböden verbreitet, deren Plaggen teils von schwächer, teils stärker podsolierten Sandlöß-Parabraunerden und -Pseudogleyen stammten. Entsprechend dem Ausgangsmaterial ist die Plaggenauflage hier mittel humos und schluffig-lehmig. Örtlich liegen gelblich-braune, graubraune und dunkelbraune Plaggenschichten im gleichen Bodenprofil übereinander als Zeichen dafür, daß die Plaggenstichflächen im Laufe der Zeit gewechselt wurden.

In flachen Talgebieten der Niederungsgeest - wie z.B. im Vechte- und Hasetal - sind die Plaggenböden nicht so großflächig und relativ zusammenhängend an Ortslagen gebunden, wie auf den Geest-Hochflächen, da hier Einzelgehöfte verbreitet sind, die ihren eigenen Plaggenesch besitzen. Inselförmige Plaggenesch-Flächen von oft nur 50-75 m Durchmesser sind typisch für diese Gebiete (HEINEMANN 1958). Sie sind in der Regel an ursprünglich etwas höher liegende, trockenerere Flächen (meist flache, podsolierte Dünen, aber auch örtlich Fluß-Terrassen mit Auenböden) gebunden. Häufig standen in diesen Niederungen nicht genügend große podsolierte Plaggenstichflächen zur Verfügung, so daß auch tiefer liegende Gebiete mit Gleyen zum Plaggenstich herangezogen werden mußten. Aus diesen Gley-Plaggen entstanden rötlichbraune Plaggenböden, die z.T. Raseneisenstein-Konkretionen enthalten. Die Stichflächen wurden jedoch dadurch im Laufe der Zeit eingeebnet, ständig tiefer gelegt und vernäßen stellenweise. War eine Entwässerung durch Vertiefung der Vorflut dann nicht mehr möglich, so versuchten die Bauern, diese ehemaligen Plaggenstichflächen - wie auch andere, für landwirtschaftliche Nutzung zu feuchte Standorte - durch Plaggenaufbringung wieder aufzuhöhen. Plaggenauflagen über Gleyen zeugen von dieser Methode.

Während des 19. Jahrhunderts ging dann die sehr aufwendige und besonders für die Böden der Stichflächen ungünstige Methode der Plaggendüngung in Zusammenhang mit dem Aufkommen der Mineraldüngung langsam zurück. Sowohl die Sicherung des früher zum großen Teil üblichen "ewigen Roggenbaues" als auch die spätere Erweiterung dieser einseitigen Fruchtfolge konnte nun bereits durch die Anwendung von Kunstdünger erreicht werden. Im Laufe der Zeit wurden dann auch alle früher für den Plaggenstich benötigten Flächen in landwirtschaftliche Nutzung genommen.

Bei einer Deutung und Beurteilung der heutigen Böden der Geest-Landschaft muß die großflächige, anthropogene Veränderung der ursprünglichen Böden durch Plaggendüngung und Plaggenstich stets Berücksichtigung finden.

### 3.5.3 Weitere Kulturole

Große Flächen der nordwestdeutschen Geest-Landschaft wurden im ausgehenden 19. Jahrhundert und im 20. Jahrhundert durch unterschiedliche Kulturmaßnahmen melioriert und die Bodenprofile z.T. so stark verändert, daß die natürlichen Bodentypen kaum oder nicht mehr erkennbar sind.

Zu den anthropogen veränderten Böden gehören außer den Plaggenböden die Hortisole und die Rigosole. Während die vor allem in der Nähe von Städten örtlich vorkommenden Hortisole durch intensive gärtnerische Nutzung entstanden und oft einen sehr mächtigen, stark humosen, biologisch aktiven A-Horizont aufweisen, sind die Bodenprofile der meist beackerten Rigosole vor allem durch tiefes Pflügen sowie früher auch örtlich durch Rigolen mit der Hand entstanden.

Über solche Kulturmaßnahmen in Moorengebieten wurde bereits im Kapitel "Moorböden" berichtet (s. auch BADEN, KUNTZE u.a. 1969). Bekannt und weit verbreitet ist auch der Tiefumbruch von Podsolen. Dadurch wird eine Auflockerung oder Zerstörung der Ortsteinhorizonte, eine Verlagerung von Nährstoffen und Humus in den Unterboden und ein besseres Durchwurzelungsvermögen der Kulturpflanzen erreicht. Auch der Wasserhaushalt der Podsole wird durch Erhöhung der nutzbaren Feldkapazität verbessert. Ein erhöhter Düngeraufwand ist allerdings nach dem Umbruch unerlässlich. Bei flacheren Podsolen genügt zur Bodenverbesserung häufig bereits eine tiefere Pflugfurche, die den störenden Podsol-B-Horizont zerstört, ohne Teile des sterilen Unterbodens mit zu erfassen. Diese Maßnahme wird auch als Krümenvertiefung bezeichnet. Über weitere Einzelheiten berichten z.B. FOERSTER und NIESCHLAG (1971).

Streng genommen ist bereits das normale Pflügen eine Kulturmaßnahme, durch die Teile des natürlichen Bodenprofils umgestaltet werden (z.B. durch Mischung der Rohhumus-Auflage mit dem A-Horizont). Flache Podsole werden dadurch bereits völlig zerstört und unkenntlich, so daß diese Böden als Rigosole angesprochen werden müßten. In der Praxis wird diese Bezeichnung allerdings erst für tiefer umgestaltete Böden angewendet.

Als weitere anthropogene Eingriffe in die Böden sind z.B. die Tieflockerung von Profilen mit verdichtetem Unterboden sowie die Entwässerung von Pseudogleyen und Gleyen zu nennen. Da das Bodenprofil durch diese Maßnahmen nicht intensiv umgestaltet wird, ist z.Zt. noch kein besonderer Name für diese Böden üblich, mit Ausnahme von Zusätzen wie z.B. "mit abgesenktem Grundwasser", "entwässert" oder "tief gelockert".

In Anbetracht der oftmals alten, intensiven und weitverbreiteten landwirtschaftlichen Nutzung sind in der nordwestdeutschen Geest-Landschaft ungestörte, natürliche Bodenprofile relativ selten anzutreffen und vor allem auf die lange Zeit hindurch bewaldeten Gebiete beschränkt. Naturschutzgebiete besitzen daher für bodengenetische Forschungen besondere Bedeutung. Andererseits bietet die sich ständig ausweitende Fläche der Kultisole vielfältige Gelegenheit zur Erforschung optimal wirksamer Maßnahmen zur Melioration ungünstiger Standorte für die Praxis.

Literaturhinweise

1. BADEN, W., KUNTZE, H., NIEMANN, J., SCHWERTFEGER, G. & VOLLMER, F.J.: Bodenkunde. 430 S., Ulmer-Verlag Stuttgart 1969.
2. BAILLY, F.: Verbreitung und Eigenschaften rotgefärbter Sandböden in Norddeutschland. - Mitt.Deutsch.Bodenk.Ges. 10, 323-326, Göttingen 1970 (a).
3. -" : Beitrag zur Frage der Eisenanreicherung durch Grund- und Stauwasser in nordwestdeutschen Podsolen. - Z.Pflanzenernähr.Bodenk. 126, 3, 229-237, Weinheim 1970 (b).
4. BECKER, E.: Stratigraphische und bodenkundliche Untersuchungen an jungpleistozänen und holozänen Ablagerungen im nördlichen Oberrheintalgraben. - Eiszeitalter u. Gegenwart 18, 5-50, 1967 und Diss. Frankfurt/Main, Naturwiss.Fak. 1963.
5. BLUME, P.: Zum Mechanismus der Tonverlagerung. - Transact.8th Internat.CongrSoil Science, Vol. V, 715-722, Bukarest 1964.
6. -" : Zum Mechanismus der Marmorierung und Konkretionsbildung in Stauwasserböden. - Z.Pflanzenernähr.Bodenk. 119, 2, 124-134, Weinheim 1968.
7. BOSSE, J.: Verwitterungsbilanzen von charakteristischen Bodentypen aus Flugsanden der nordwestdeutschen Geest (Mittelweser-Gebiet). - Diss. Göttingen, Landw.Fak. 1964.
8. DEWERS, F.: Flottsandgebiete in NW-Deutschland, ein Beitrag zum Lößproblem. - Abh.naturwiss.Ver.Bremen 28, 131-204, Bremen 1932.
9. ERBE, J.: Spätglaziale Ablagerungen im Emsland und seinen Nachbargebieten. - Geol.Jb. 76, 103-128, Hannover 1959.
10. FASTABEND, H.: Die Plaggenböden in NW-Deutschland. - Kali-Briefe Fachgeb.1, 4. Folge, Hannover 1960.
11. FASTABEND, H. & v. RAUPACH, F.: Zur Kenntnis der Plaggenböden in NW-Deutschland. - Geol.Jb. 78, 139-172, Hannover 1961.
12. -" & -" : Ergebnisse der 14C-Untersuchung an einigen Plaggenböden des Emslandes. - Geol.Jb. 79, 863-866, Hannover 1962.

13. FIEDLER, H.J. & ALTERMANN, M.: Verbreitung, Entstehung und Eigenschaften von Sandtöb (Flotssand) im norddeutschen Flachland und angrenzenden Gebieten. - *Geologie* 13, 1199-1226, Berlin 1964.
14. FIEDLER, H.J., ALTERMANN, M. & NEBE, W.: Bemerkungen zum Geschiebedecksand (II). - *Wiss.Z.Tech.Univ.Dresden* 12, 3, 755-756, Dresden 1963.
15. FOERSTER, P. & NIESCHLAG, F.: Klima und Boden als Standortfaktoren in der Landwirtschaft, Teil 2: Boden und Pflanzenbau in Weser-Ems in ihrer Abhängigkeit vom Klima. - *Aktuelle Fragen des Landbaues* 8, 106 S., Parey-Verlag Berlin u.Hamburg 1971.
16. GROSSE, B.: Bodenerosion - eine große Gefahr für unsere Böden. - *Kali-Briefe, Fachgebiet 1*, 2. Folge, Hannover 1968.
17. GEYH, M.A., BENZLER, J.H. & ROESCHMANN, G.: Problems of dating Pleistocene and Holocene soils by radiometric methods. - *Proc.Paleopedology, Sympos. on the age of parent materials and soils*, Amsterdam 1971 (im Druck).
18. HARTGE, K.H.: Exkursionsübersicht der Exkursion B u. E.Tagg.Deutsch. Bodenkdt.Ges.Hannover,-*Mitt.Deutsch.Bodenk.Ges.* 9, 83-102, Göttingen 1969.
19. HEINEMANN, B.: Ober Aufbau und Verbreitung der Plaggenböden im Emsland. - *Jb.Emsländ.Heimatverein* 6, 62-76, Meppen 1958.
20. -"- : Die Böden der Drenthe-Grundmoräne im Hümmling, ihre genetische Stellung anhand von mikromorphologischen Merkmalen. - *Mitt.Deutsch.Bodenk.Ges.* 4, 25-32, Göttingen 1965.
21. HOLLSTEIN, W.: Bodenbildungsprobleme in Nordwestdeutschland. - *Geol.Jb.* 76, 1-10, Hannover 1958.
22. HOYNINGEN-HUENE, P.v.: Die niedersächsischen Böden. - Erläuterungen zum Bodenkundlichen Atlas von Niedersachsen. - *Wirtsch.Wiss.Ges.Stud.Niedersachsens, Reihe B*, Band 17, 158 S., Stalling-Verlag Oldenburg 1939.
23. KOPP, E.: Die stratigraphische Aussage rezenter und fossiler Bodenbildungen aus Saale-zeitlichen Sedimenten in Norddeutschland. - *Diss.Bonn, Landw.Fak.* 1968.
24. LANG, H.D.: Die Eisenerzvorkommen von Isernhagen bei Hannover. - *Ber.naturhistorische Ges.* 106, 19-25, Hannover 1962.

25. LODERS, R.: Altersbestimmung an einem doppelten Podsolprofil aus dem Emsland. - Z.Pflanzenernähr.Düng.Bodenk. 94, 47-53, Weinheim 1961.
26. "- : Eine Entwicklungsreihe von der Parabraunerde über den Pseudogley zum Podsol im Goldenstedter Flottsandgebiet. - Z.Pflanzenernähr.Bodenk. 110, 126-134, Weinheim 1965 (a).
27. "- : Zur Entstehung von Raseneisenstein im Emstal bei Meppen. - Geol.Jb. 83, 221-234, Hannover 1965 (b).
28. LOTTIG, G.: Möglichkeiten der Endmoränen-Verknüpfung im Gebiet zwischen Aller und Elbe. - Mitt.Geol.Institut Techn.Univ.8, 66-72, Hannover 1968.
29. MEYER, B. & MOSHREFI, N.: Experimente zur Entstehung von Einwaschung-Tonlamellen in Böden und Sedimenten durch Fließvorgänge im ungesättigten Feuchtezustand. - Göttinger Bodenk.Berichte 7, Göttingen 1969.
30. MEYER, K.D.: Zur Geschiebeführung des Ostfriesisch-Oldenburgischen Geestrückens. - Abh.naturwiss.Verein Bremen 37, H.3/2, 227-246, Bremen 1970.
31. MOCKENHAUSEN, E.: Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. - DLG-Verlag Frankfurt/M., 1962.
32. "- : Fortschritte in der Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. - Mitt.Deutsch.Bodenk.Ges.10, 246-279, Göttingen 1970.
33. "- : Pseudogleye und Gleye in der Bodengesellschaft der kühltemperierten Klimaregion. - Mitt.Deutsch.Bodenk.Ges.12, 39-41, Göttingen 1971.
34. MÖLLER, W.: Die Bodenkartierung in Niedersachsen. - Beiheft zum Geol.Jb. 99, 4-12, Hannover 1971.
35. MÖLLER, W., RENGER, M. & VOIGT, H.: Zur Kennzeichnung und Melioration staunasser Böden. - Mitt.Deutsch.Bodenk.Ges.12, 171-173, Göttingen 1971.
36. NEBE, W., ALTERMANN, M. & FIEDLER, H.J.: Bemerkungen zum Geschiebedecksand. - Jb.Staatl.Museum Mineral.u.Geol., 147-155, Dresden 1962.

37. NIEMEIER, G.: Von Plaggen und Plaggenböden. - Jb.Emsländ.Heimatverein 3, 15-23, Meppen 1955.
38. NIEMEIER, G. & TASCHEMACHER, W.: Plaggenböden. - Westfäl.Forsch.2, 29-64, Münster 1939.
39. OVERBECK, F.: Die Moore Niedersachsens. - Geologie und Lagerstätten in Niedersachsen, Band 3: Das Känozoikum in Niedersachsen, 4.Abt. Bremen-Horn 1950.
40. REICHEL, E.: in Klima-Atlas von Niedersachsen, Deutsch.Wetterdienst Offenbach/Main 1964.
41. ROESCHMANN, G.: Die Grundwasserböden des Emstales und ihre Beziehungen zur Geschichte des Emslaufes. - Geol.Jb. 77, 741-820, Hannover 1960.
42. "-": Zur Entstehungsgeschichte von Parabraunerden und Pseudogleyen aus Sandlöß südlich von Bremen. - N.Jb.Geol.Paläont.Abh. 117, 286-302, Stuttgart 1963.
43. "-": Pleistocene soil relics of various ages in soils of Northwest-Germany. - Proc.VIII. INQUA-Cong., Vol. 9, ("Quaternary soils") Reno/Nevada, USA 1967.
44. "-": Besonderheiten der Ton- und Eisenverlagerung in Parabraunerden aus Sandlöß südlich von Bremen. - Mitt.Deutsch.Bodenk.Ges.8, 277-282, Göttingen 1968.
45. ROHDENBURG, H. & MEYER, B.: Zur Datierung und Bodengeschichte mitteleuropäischer Oberflächenböden (Schwarzerde, Parabraunerde, Kalksteinbraunlehm): Spätglazial oder Holozän? - Göttinger Bodenk.Berichte 6, 127-212, Göttingen 1968.
46. SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde. - 7. Aufl., 448 S., Enke-Verlag Stuttgart 1970.
47. SCHLICHTING, E.: Typische Böden Schleswig-Holsteins. - Schrift.Reihe Landw.Fak.Univ.Kiel H.26, 140 S., Parey-Verlag Hamburg und Berlin 1960.
48. "-": Die Raseneisenbildung in der nordwestdeutschen Podsol-Gley-Landschaft. - Chemie der Erde 24, 11-26, Jena 1965.
49. "-": Pseudogleye und Gleye - Genese und Nutzung hydro-morpher Böden. - Mitt.Deutsch.Bodenk.Ges. 12, 1-3, Göttingen 1971.

50. SCHLICHTING, E. & BLUME, P.: Nachweis einer Tonverlagerung in Bodenprofilen. Z.Pflanzenernähr.Düng.Bodenk. 85, 227-244, Weinheim 1959.
51. -" & -" : Das typische Bodenprofil auf jungpleistozänem Geschiebemergel in der westbaltischen Klimaprovinz und seine grundsätzliche Deutung. - Z.Pflanzenernähr.Düng.Bodenk. 95, 193-208, Weinheim 1961.
52. SCHMITZ, H.: Die pollenanalytische Gliederung des Postglazials im nordwestdeutschen Flachland. - Eiszeitalter u. Gegenwart 6, 52-59, Ohringen 1955.
53. SCHROEDER, D.: Zur Stellung der Gleye und Pseudogleye in verschiedenen Klassifizierungssystemen. - Mitt.Deutsch.Bodenk.Ges. 12, 118-120, Göttingen 1971.
54. SCHROEDER, D. & DOMMLER, H.: Tonminerale in Böden Schleswig-Holsteins. - Z.Pflanzenernähr.Düng.Bodenk. 101, 129-140, Weinheim 1963.
55. SCHWERTMANN, U.: Die Bildung von Eisenoxidmineralen. - Fortschritte Mineralogie 46, 274-285, Stuttgart 1969.
56. SCULTETUS: Das Klima Nordwest-Niedersachsens unter besonderer Berücksichtigung des Weser-Ems-Gebietes. - Aktuelle Fragen des Landbaues 7, 107 S., Parey-Verlag Berlin und Hamburg 1971.
57. STREMMER, H.: Bodentypen und Bodenarten in Schleswig-Holstein (mit einer Bodenkarte 1 : 500 000). - Übersichtskarten zur Geologie von Schleswig-Holstein, Herausg.Geol.Landesamt Kiel 1955.
58. -" : Bodenbildung auf Geschiebelehmen verschiedenen Alters in Schleswig-Holstein. - Z.Deutsch.Geol.Ges. 112, 299-308, Hannover 1960.
59. TOXEN, R.: Die Lüneburger Heide. - Rotenburger Schriften 26, 52 S., Rotenburg/Wümme 1967.
60. VIERHUFF, H.: Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese der Sandtöb-Vorkommen in Niedersachsen. - Mitt.Geol.Inst.T.U.Hannover 5, 99 S., Hannover 1967.
61. VOIGT, H., ROESCHMANN, G.: Die Böden Ostfrieslands (mit Bodenübersichtskarte 1 : 300 000). - Ostfriesland im Schutze des Deiches, Bd.I, 51-104, Selbstverlag Deichacht Krummhörn, Pewsum 1969.
62. WALTER, H. & LIETH, H.: Klimadiagramm-Weltatlas. - Stuttgart-Hohenheim und Jena 1968.

63. WOLDSTEDT, P.: Das Eiszeitalter. -  
2. Band, 2. Auflage, 438 S., Enke-Verlag Stuttgart 1958
64. -" : Quaternary of Germany. In: Geological Systems,  
Quaternary, Band 2, 239-300, Internat.Publ.New York,  
London, Sidney 1967
65. WORTMANN, H.: Übersichtskarte des Geol.Landesamtes Nordrhein-Westfalen,  
Blatt Münster (C4310) 1 : 100 000, Bodenkarte mit Er-  
läuterungstext, 135-265, 10 Tab., Krefeld 1960
66. TOXEN, R.: Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. -  
Mitt.Florist.-soz.Arbeitsgem.N.F. 5, 155-176, Stolzenau 1955
67. KERSTEN, K.: Urgeschichte des Naturschutzparkes Wilsede. -  
Archäol.Landesaufn.Niedersachsens 1, 68 S., 38 Taf.,  
9 Karten, Verlag Lax, Hildesheim 1964

#### Kartenunterlagen

1. Bodenkarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 1 Mill. -  
Gesamtbearb. W.HOLLSTEIN, Herausg.Bundesanstalt für Bodenforschung  
Hannover 1963
2. Geol.Übersichtskarte von Nordwestdeutschland 1 : 300 000. -  
Herausg.Amt für Bodenforschung, Leitung A.BENTZ, Hannover 1951
3. LANG, H.D.: Geologische und bodenkundliche Kartenwerke in der  
Bundesrepublik Deutschland. - Geol.Jb. 88, 681-686, 1 Tab., 4 Taf.,  
Hannover 1970
4. Für Schleswig-Holstein siehe STREMMER, H. 1955. Außerdem "Kartenver-  
zeichnis Geol.Landesamt Schleswig-Holstein, Kiel", Mecklenburger Str. 22/24,  
1970
5. Für Niedersachsen siehe MÖLLER, W. 1971. Außerdem "Veröffentlichungs-  
verzeichnis der Bundesanstalt für Bodenforschung und des Niedersächsischen  
Landesamtes für Bodenforschung, Hannover-Buchholz", Stilleweg 2,  
Hannover 1968
6. Für Nordrhein-Westfalen: MÖCKENHAUSEN, E. & WORTMANN, H., Bodenübersichts-  
karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 300 000, Herausg.Geol.Landesamt Nord-  
rhein-Westfalen, Krefeld 1958. Außerdem "Veröffentlichungsverzeichnis  
des Geol.Landesamtes Nordrhein-Westfalen, Krefeld", De-Greif-Str. 195,  
1969
7. Bodenkundlicher Atlas von Niedersachsen 1 : 100 000. - Herausg.Wirtschafts-  
wiss.Ges.z.Stud.Niedersachsens, Reihe C, Abt.A: Bodenkarte mit Textband.  
Verlag Stalling, Oldenburg 1940



EXKURSIONSROUTE

Administration Königsmoor

B 75 über Wistedt

Tostedt

Drenthe-Grundmoränen-Ebene, teils sandig (Podsol und Podsol-Bänderparabraunerde), teils lehmig (Pseudogley und Pseudogley-Podsol).

NE : Endmoräne des Warthe-Stadiums der Saale-Eiszeit.

S : Endmoränen-Staffel des Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit.

Welle

B 3 Hamburg - Soltau - Hannover

E : Haupt-Endmoräne des Warthe-Stadiums.

W : Wümme-Niederung (meist Sand und Moor): holozäne bis weichselzeitliche fluviatile Sedimente über dem von E nach W abtauchenden Wümme-Sander des Warthe-Stadiums.

B 3 Hamburg - Soltau - Hannover

Wintermoor

Straße zum (vom) Naturschutzpark Wilsede

West-Grenze des Naturschutzparkes Wilsede/Lüneburger Heide. Die Straße durchquert den warthestadialen Wümme-Sander (Podsole) westlich der Haupt-Endmoräne des Warthe-Stadiums.

Jungholozäne Dünen auf der Warthe-Sander-Fläche nahe der Sander-Wurzel : Ranker-Podsol.

Ehrhorn (Forsthaus)

Staatsforst Langeloh, aufgeforstetes ehemaliges Heidegebiet.

Nieder-Haverbeck (Mittagessen im Gasthaus  
Haverbecks Hof)

Bachtal der Haverbecke (Quellbach der Wümme)  
Randgebiet der Haupt-Endmoräne des Warthe-Stadiums.

Ober-Haverbeck

Exkursionsprofil VII (Straßenböschung, siehe Abb. 9.)

Podsolige Bänderparabraunerde aus Sanden des Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit unter Eichen-Birkenwald (Boden und Vegetationsform entsprechen in etwa den natürlichen Verhältnissen. Potentielle Vegetation).

Exkursionsprofil VIII (Sandgrube, siehe Abb. 9.)

Calluna-Eisenhumus-Podsol (Sekundärpodsol über Resten der ursprünglichen Bänderparabraunerde im Unterboden) aus geschiebeführenden Sanden des Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit über glaziären Drenthe-Sanden unter *Calluna vulgaris* (Besenheide) mit *Juniperus communis* (Wachholder), Ersatzgesellschaft mit *Nardus stricta*.

Elick nach NE : Haupt-Endmoräne des Warthe-Stadiums der Saale-Eiszeit. Im Hintergrund der Staffberg (145 m), dahinter der Wilseder Berg (169 m + NN), nach Westen anschließend die Endmoräne der Lamstedter Staffel des Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit. Zentrum des Naturschutz-Parkes. (KERSTEN 1964)

Straße Ober-Haverbeck - Behringen

SW : Endmoräne der Wulfsberger Staffel des Drenthe-Stadiums.

N + NE : Endmoräne des Warthe-Stadiums der Saale-Eiszeit.

Behringen

Autobahn-Anschlußstelle Bispingen

Autobahn Hamburg - Hannover (E3 und E4)

Landschaft E und W der Autobahn : Endmoränen-Staffeln des Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit (Wulfsberger-, Maxhorner-, Visselhöveder-, Walsröder-, Falkenberger- und Ostenholzer-Staffel) mit ihren Grundmoränen- und Sander-Bildungen. Böden: vorwiegend Podsole und Podsol-Bänderparabraunerden, seltener Pseudogley-Podsole. Dazwischen weichselzeitliche bis holozäne Erosionstäler mit Sandsedimenten. Böden: vorwiegend Gleye, Gley-Podsole, Nieder- und Hochmoore.

Legende zur Übersichtskarte  
"Landschaften und Böden in Nordwest-Deutschland" +)

Marsch-Landschaft:



Seemarsch-, (Knick-)Brackmarsch- und  
Flußmarsch-Bodengesellschaften

Landschaft großer Flußtäler:



Auenboden- und Gley-Bodengesellschaften,  
z.T. mit Niedermoorböden

Moor-Landschaft:



Niedermoor- und Hochmoor-  
Bodengesellschaften

Jungmoränen-Landschaft:



Parabraunerde- und Pseudogley-Parabraunerde-  
Bodengesellschaften

Altmoränen-Geest-Landschaft:

Niederungsgeest



Gley-, Gley-Braunerde- und Gley-Podsol-  
Bodengesellschaften, z.T. mit Nieder- und  
Hochmoorböden

Sandige Hochgeest



Bänderparabraunerde- und Podsol-  
Bodengesellschaften

Hochgeest mit Geschiebelehmdecke



Pseudogley-(Para-)Braunerde-, Pseudogley-  
und Podsol-Pseudogley/Pseudogley-Podsol-  
Bodengesellschaften

Hochgeest mit Sandlößdecke



Parabraunerde- und Pseudogley-  
Bodengesellschaften

Löß-Landschaft:



Parabraunerde/Pseudogley-  
Bodengesellschaft



Pseudogley-Schwarzerde-Bodengesellschaft

Mittelgebirgs-Landschaft:

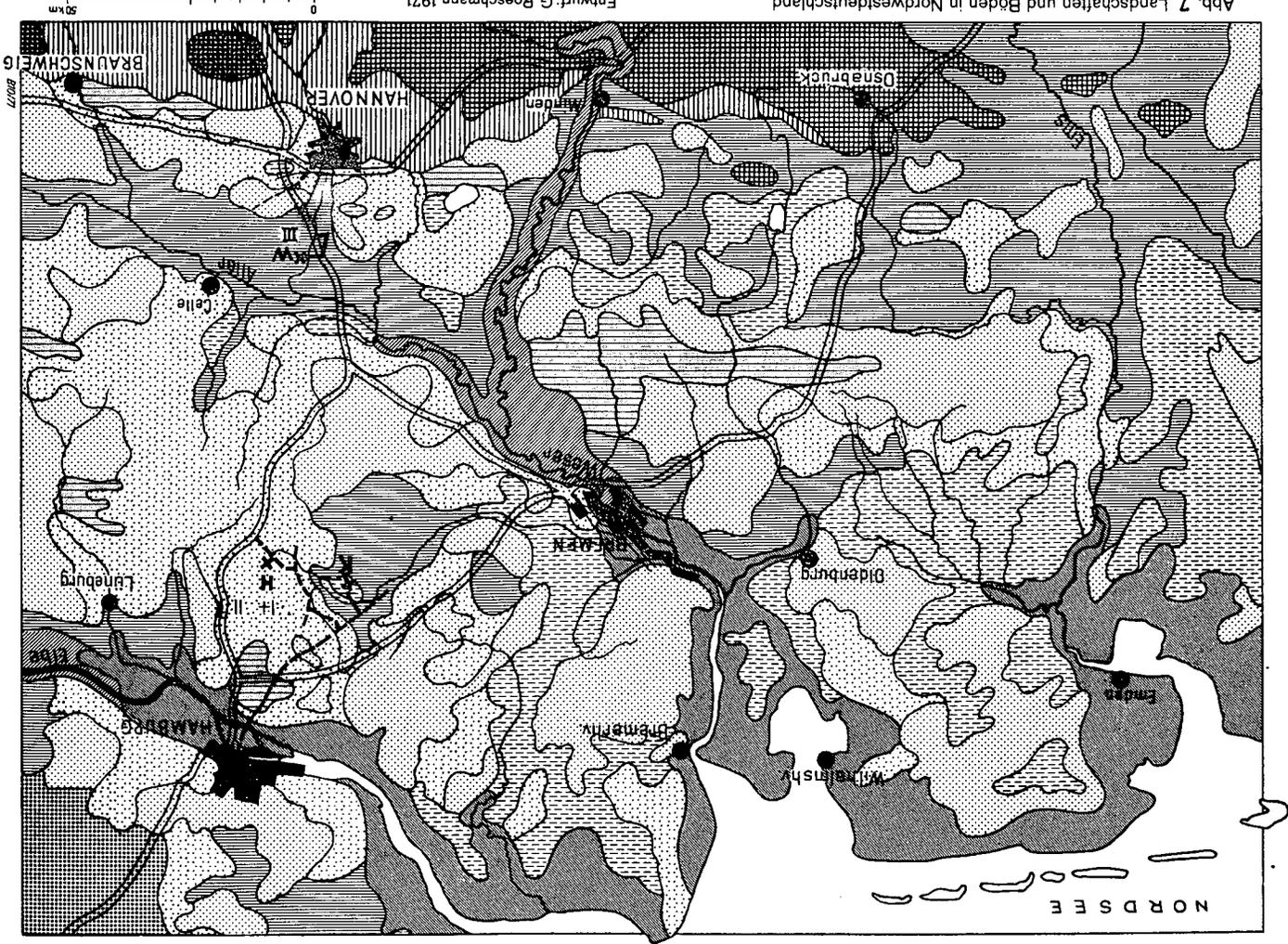


Ranker/Braunerde-, Rendzina/Braunlehm-  
und Parabraunerde/Pseudogley-Boden-  
gesellschaften

+ ) Entwurf: G. Roeschmann. Unterlagen siehe Literaturverzeichnis  
"Kartenunterlagen".

Abb. 7 Landschaften und Böden in Nordwestdeutschland

Entwurf: G. Roeschmann 1971



Autobahn Hamburg - Hannover

Abzweigung der Autobahn nach Bremen

Grenzzone zwischen der Ostenholzer Endmoränenstaffel (Drenthe-Stadium) im Norden und dem Aller-Urstromtal im Süden, das zur Zeit des Warthe-Stadiums entstand.

Autobahn-Anschlußstelle Westenholz-Hodenhagen

Aller-Urstromtal.

- N : Grünlandflächen der westlichen Ausläufer des Ostenholzer Moores mit Niedermoorböden (z.T. als Sandmischkultur), Anmoorgley, Gley-Podsol. Im Osten Hochmoorböden.  
S : Kiefern- und Fichten-Forsten der nördlichen Randdünen des Allertales mit Ranker-Podsol, Podsol und z.T. Gley-Podsol.

Autobahn-Raststätte "Allertal"

Holozänes Flußtal der Aller, zeitweilig überflutet. Vorwiegend sandige fluviale Sedimente. Gleye und wenig entwickelte Auenböden.

Autobahn-Anschlußstelle Schwarmstedt

Aller-Urstromtal. Weichselzeitliche fluviale Sande, z.T. mit Flugsand-Decke oder Dünen. Böden in tieferen, ebenen Lagen: Podsol-Gleye und Gley-Podssole; in höheren ebenen Lagen: Braunerde-Podssole und Podsol-Braunerden (oft im Untergrund vergleht); in kuppigen Dünengebieten: Podssole (siehe auch Abb. 5.).

Autobahn-Anschlußstelle Berkhof

E : Wasserwerke für die Landeshauptstadt Hannover (Berkhof und Elze). In der Umgebung künstliche Grundwasserabsenkung durch die Wasserentnahme.

Autobahn-Abfahrt (bzw. Auffahrt) Mellendorf-Fuhrberg

Straße Fuhrberg-Mellendorf (siehe Abb. 10.)

Gailhof

Meitze

Brücke über die Autobahn N Meitze

Flußbrücke über die Wietze

Exkursionsprofil IX : Wietze-Tal, Aufgrabung (siehe Abb. 10. und 11.)

Gley mit Raseneisenstein aus holozänen, fluviatilen Sanden der Wietze, z.T. mit dünner Auelehm-Decke. Großflächig bankiger Raseneisenstein, der seit dem frühen Mittelalter als Erz zur Eisenverhüttung oder als Baustein zum Häuserbau verwendet wurde. Nördlich des Weges ein alter Verhüttungsplatz mit Brocken von Verhüttungsschlacke. Teils Acker, teils Grünland. Grundwasser durch Flußregulierung seit etwa 1936 um ca. 40 cm künstlich abgesenkt.

Meitze, nördlicher Ortsausgang

Fachwerk-Häuser mit Bausteinen aus Raseneisenstein.

Straße Meitze - Hellendorf

Südwest-Rand des Aller-Urstromtales : Gley, Niedermoor.

Hellendorf

Blick nach NE : Aller-Urstromtal, das im Warthe-Stadium der Saale-Eiszeit entstand.

Blick nach SW : Mellendorfer Berge als Stauch-Endmoräne (N-S-Streichen), die vorwiegend während der Rehburger Phase des frühen Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit entstand. Sie enthält Schuppen aus Kreidetonen des tieferen Untergrundes. Die Endmoräne wurde beim weiteren Vordringen des Eises nach Süden überfahren und trägt daher häufig eine Grundmoränen-Decke, die der am weitesten nach Süden vorgestoßenen Hamelner Phase des Drenthe-Stadiums zugeordnet wird.

Böden: Bänderparabraunerden und Podsole aus Sand im Wechsel mit Pseudogley-(Para-)Braunerden aus Geschiebelehm und Pseudogleyen aus Sand über Kreideton.

Blick nach NW : Brelinger Berge als stärker kuppige, nicht mehr vom Eis überfahrene Stauch-Endmoräne (E-W-Streichen) der Heisterberg Phase des ausgehenden Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit. Vorwiegend Sand und Kies. Böden: Podsole und Bänderparabraunerde-Podsole.

Mellendorf

Scherenbostel

Blick nach SE : Wietze-Tal, das während des Warthe-Stadiums der Saale-Eiszeit und der Weichsel-Eiszeit von einem Vorläufer der Leine durchflossen wurde. Im Hintergrund die Burgdorfer Geest aus Ablagerungen des Drenthe-Stadiums.

Blick nach SW und S auf Hannover (Hauptstadt des Bundeslandes Niedersachsen, ca. 580 000 Einwohner) und die nördlich vorge-lagerte Drenthe-Grundmoränenlandschaft mit Hochmooren. Die Stadt Hannover liegt auf der Niederterrasse der die Stadt durch-fließenden Leine.

Kaltenweide

Westlich der Straße Hannovers Flugplatz Langenhagen.

Langenhagen

Hannover

PROFILE  
BODEN - ANALYSEN

Zu den Tabellen der Analysen-Daten:

Untersuchungsmethoden

- Spalte 4-6, Bodenreaktion: Potentiometrische pH-Wert-Bestimmung in KCl-, CaCl<sub>2</sub>-Lösung und in Wasser
- Spalte 7, Gesamt-Kohlenstoff (C<sub>t</sub>): Nasse Verbrennung nach dem Chromschwefelsäure-Verfahren
- Spalte 9, Gesamt-Stickstoff (C<sub>t</sub>): Kjeldahl-Aufschluß
- Spalte 11, Carbonate: nach SCHEIBLER
- Spalte 13-18, Austauschkapazität und austauschbare Kationen: nach MEHLICH
- Spalte 19-20, Chlorid- und Sulfat-Anionen: wasserlösliche Anionen
- Spalte 22+24, Oxalatlösliches Eisen und Aluminium: im NH<sub>4</sub>-Oxalatauszug nach TAMM/SCHWERTMANN
- Spalte 21+26, Dithionitlösliches Eisen und Mangan: im Natrium-Dithionit-auszug nach JACKSON
- Spalte 25, Natronlaugelösliches Aluminium nach FOSTER
- Spalte 27, "Aktives" Mangan nach SCHACHTSCHABEL
- Spalte 28, Pflanzenverfügbares Magnesium nach SCHACHTSCHABEL
- Spalte 36-42, Korngrößenverteilung: Pipettanalyse nach KOHN; Dispergierung mit Na-Pyrophosphat; Humuszerstörung
- Spalte 44-48, Porengrößenverteilung: Bestimmung mit keramischen Platten nach RICHARD und HIREMAN
- Spalte 51-54, Wasserdurchlässigkeit im gesättigten Zustand: Stechzylindermethode nach HARTGE
- Spalte 55-57, Wasserdurchlässigkeit im ungesättigten Zustand: Doppelmembran-Druckapparat nach HENSELER-RENGER.

**PROFIL I**

Ort: Lüneburger Heide, Nähe Wilseder Berg (169 m + NN)  
Straßenböschung 300 m SE Ober-Haverbeck, 110 m + NN  
Top.Karte 1 : 25 000 Blatt Behringen (2825)  
 h 58 90 330 r 35 62 050

Landschaft: Kuppige bis wellige, sandige Moränenlandschaft.  
 Bodenprofil am Oberhang einer flachen Kuppe (siehe Abb. ... u. ...)

Geologie und Petrographie: Sandige Grundmoränen-Reste des Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit über älteren pleistozänen, z.T. gestauchten Sanden. Im Nordosten die Haupt-Endmoräne des Warthe-Stadiums der Saale-Eiszeit.

Klima: Niederschläge (langjähr.Jahresmittel): 750 mm  
 " Extreme: 897 mm (1926) und 307 mm (1959)  
 " während Vegetationszeit (Mai-Juli): 210 mm  
 Lufttemperatur (langjähr.Jahresmittel): +7,5°C  
 " Extreme: +37,5°C (Juli 1923); -25,7°C (Febr.1956)  
 " während Vegetationsperiode (Mai-Juli): +14,5°C

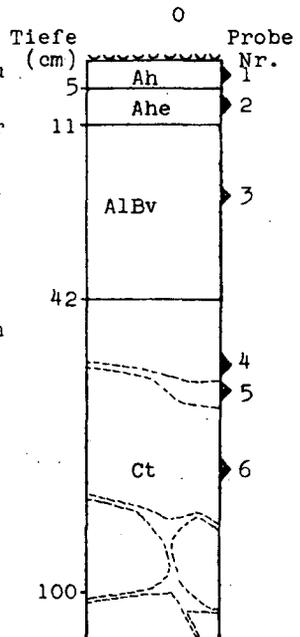
Hydrologie: Trockenstandort. Grundwasser in >10 m Tiefe.

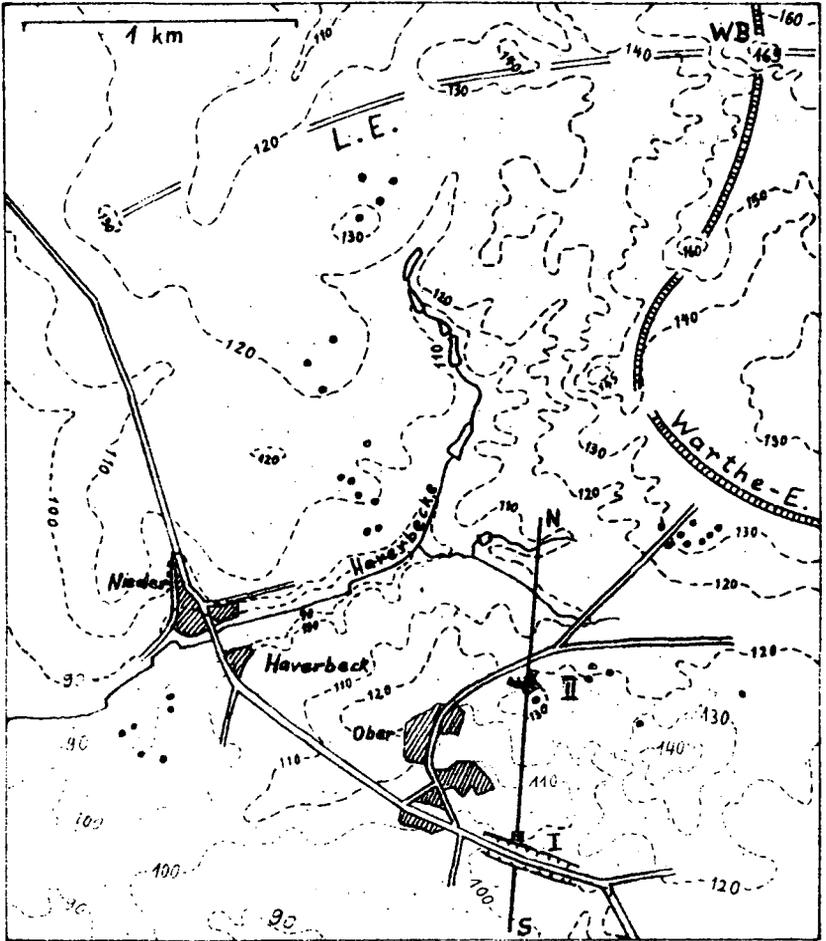
Vegetation und Nutzung: Reste des natürlichen Eichen-Birken-Waldes (Querceto-Betuletum); Ackernutzung häufig.

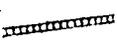
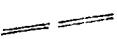
Bodentyp: Bänderparabraunerde, schwach podsoliert  
 (Acid brown forest soil; Sol brun lessivé acide;  
 Ochric cambisol; Dystrochrept)

Profilbeschreibung: (Horizontsymbole der FAO stehen in Klammern)

- O rohumusartiger Moder mit Blätter-Streu
- Ah schwarzbrauner (5YR 2-3/2-1), stark humoser, schwach lehmiger, mittelsandiger Feinsand mit einzelnen Steinen; sehr stark durchwurzelt, Krümel- bis Kohärent-Gefüge
- Ahe bräunlichgrauer (5YR 5-6/2-1), humoser, mittelsandiger Feinsand, einzelne Steine, mittel durchwurzelt, undeutliches Kohärent-Gefüge
- AlBv gelbbrauner (10YR 5-6/4-6), sehr schwach humoser, mittelsandiger Feinsand, einzelne Steine, mittel bis schwach durchwurzelt, Einzelkorngefüge
- Ct fahlbräunlicher (10YR 6/3-4) mittelsandiger Feinsand, Einzelkorngefüge, durchzogen von rötlichgelbbraunen Bändern aus lehmigem Feinsand
- C fahlbräunlicher mittelsandiger Feinsand (ab 1,7 m)





-  Endmoräne des Warthe-Stadiums
-  L.E. Endmoräne der Lanstedter Phase des Dronthe-Stadiums
-  Frühbronzezeitliche Hügelgräber

Topographische Lageskizze der Exkursionsprofile VII und VIII sowie des N-S-Querschnittes bei Ober-Haverbeck/Watenschutzpark Wilseder Berg (WB).

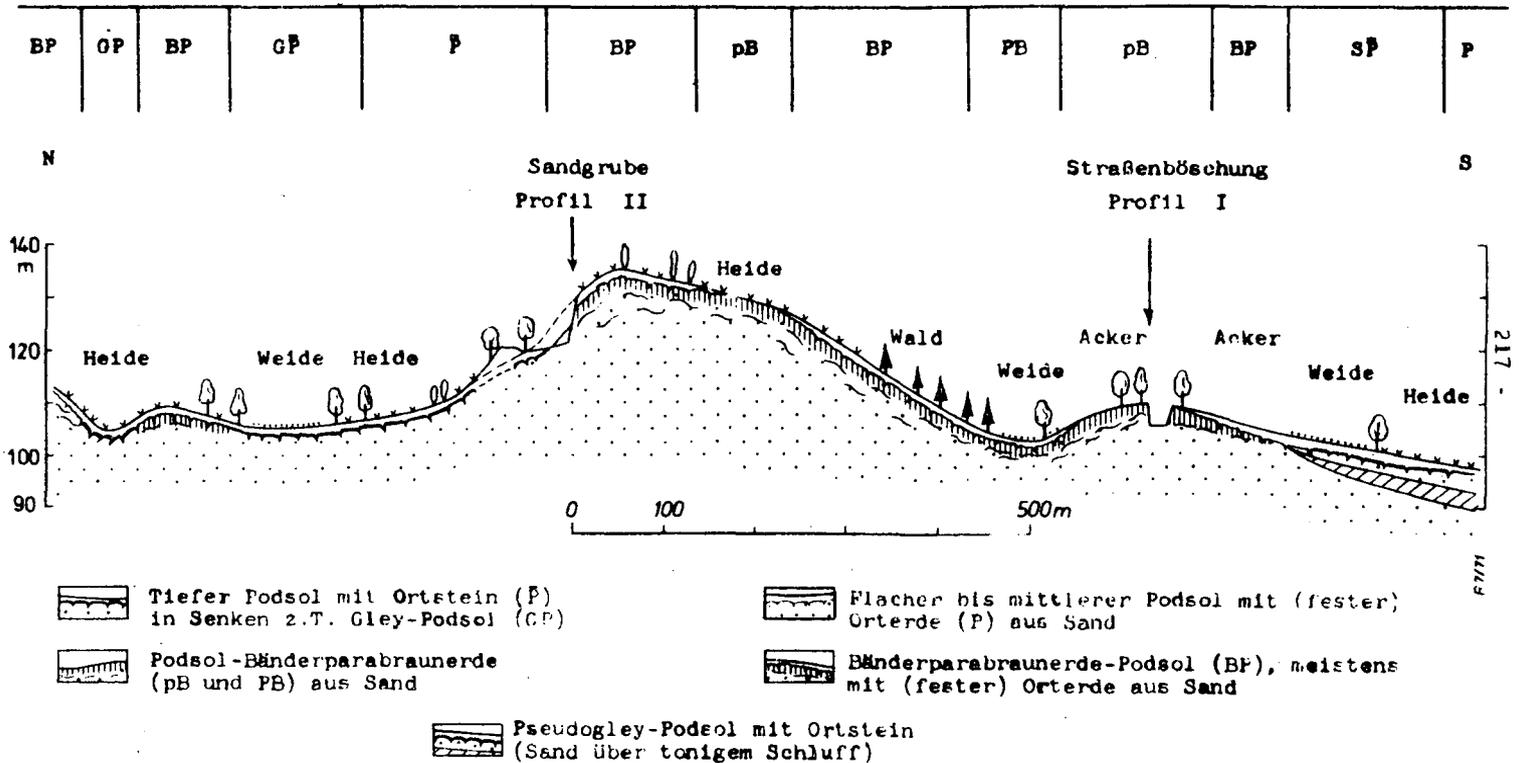


Abb. 9 Bodenverbreitung in der Saale-Endmoränen-Landschaft bei Ober-Haverbeck (H. siehe Abb. 8), Lüneburger Heide, Naturschutzpark Wilsede. (Stark überhöhter Nord-Süd-Querschnitt).

Entwurf: G. Roeschmann

Profil Nr. 1 : Schwach podsolierte Bänderparabraunerde

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	pH-Wert			Org. Substanz					Carbo-nat	V-Wert	mg/100 g Feinboden										I Fe		Fe <sub>d</sub>		I Al			mg/100 g Feinboden					
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C	C <sub>x</sub>	N	N <sub>t</sub>	C/N			Austauschbare Kationen					Anionen					Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>o</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>a</sub>	Mg <sub>p</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>l</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>l</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>l</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>l</sub>	
													AK	H	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>o</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na	Mg								Ca
1	2-4	Al	2,9	3,0	3,7	487	100	Q25	195			4	195	189	0,4	0,2	0,2	<0,1				Q22	Q06	3,7	Q03	Q06	2,3	0,9	2,4	195	8,3	50	2,2		
2	5-10	Ahe	3,2	3,2	3,9	128	22	Q06	21,3			3	62	62	0	0,1	0,1	0				Q16	Q04	4,0	Q02	Q05	0,2	0	0,3	120	2,6	18	1,0		
3	22-27	AlBv	4,3	4,3	4,7	Q46	Q7					0	34	35	0	0	0	0				Q18	Q07	2,6	Q06	Q14	3,5	1,5	0	75	0,2	18	0,2		
4	55-60	C1	4,3	4,3	4,7	Q05						0	30	29	0	0	0	0				Q22	Q01	220	Q03	Q15	0	0	0			17	0,1		
5	60-65	Band	3,9	3,9	4,7	Q05						4	50	50	0	0	0,2	0				Q55	Q03	183		Q35	2,4	2,4	0	346		26			
6	75-80	C2	4,2	4,1	4,6	Q05																Q20	Q01	200											

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	Korngrößenverteilung (Ø in µ) in I										Porengrößenverteilung (Äquivalent Ø in µ) in I					Ges. Poren-Vol. (GPV)	Trock. Raum-Gew. (TRG)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (X 10 <sup>-5</sup> cm/sec) in Stechzylindern															
			in I des Feinbodens					Sand					in I des gesamten Bodenvolumens							im gesättigten Zustand (kf)		in ungesätt. Zust. (ku) arithmet. Mittel bei													
			Ton		Schluff			2000	Sand				P > 300 µ	P 1-300 µ	50-10	10-0,2	< 0,2			Zylinderentnahme		WS: 30 100 cm 200 cm													
			2-20 µ	20-63 µ	63-125 µ	125-250 µ	250-500 µ		500-1000 µ	horizontal	vertikal	horizontal								vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal											
1	2-4	Al	7,1	6,5	120	255	223	240	3,6	1,5																									
2	5-10	Ahe	5,9	1,9	11,1	204	253	32,1	3,3	2,8	24,2	10,6	8,9	4,8	6,6	55,1	1,18								1245	0,40	0,9	0,06	0,003						
3	22-27	AlBv	4,5	2,2	84	204	244	36,1	4,0	2,0	15,0	10,6	10,6	3,2	3,2	42,6	1,51	558	0,01	696	0,14	0,9	0,04	0,004											
4	55-60	C1	6,1	3,0	100	252	32,1	229	0,7	0	11,6	11,2	15,9	4,3	2,0	45,0	1,46								330	0,14	1,2	0,2	0,009						
5	60-65	Band	12,7	4,3	136	249	286	155	0,4	0	10,8	10,5	8,3	5,7	5,7	41,0	1,56																		
6	75-80	C2	3,8	1,0	9,1	322	402	135	0,2	0																									

Bemerkungen zum Exkursionsprofil Nr. I, Bänderparabraunerde  
(s. auch Abb. 8 und 9 sowie Abschnitt "Mikromorphologie")

Auf Grund der Lage des Bodens am Hang muß mit früheren Erosions- und Solifluk-tionsprozessen (Eem-Interglazial, Weichsel-Glazial) gerechnet werden, die die Mächtigkeit des geschiebeführenden Decksedimentes reduziert und die darin mög-licherweise enthaltenen Interglazialboden-Relikte mehr oder weniger abgetragen haben. Die heutige Bänderparabraunerden dürfte weitgehend im Holozän entstanden sein.

Die Steingehalte des verbrauchten Oberbodens von 1,5-2,8 Gew.% sind im Vergleich zu mächtigeren sandigen Grundmoränen gering. Die deutliche Abnahme der Mittelsandge-halte ab 30-40 cm Tiefe läßt die geringe Mächtigkeit der Deckschicht über den ge-schichteten Feinsanden des Untergrundes erkennen. Im Vergleich zu dem relativ ton-armen Oberboden (4,5-7,1 Gew.% <2,µ) ist in den rötlich-gelbbraunen Tonanreiche-rungsbändern des Ct-Horizontes die doppelte Menge der Fraktion <2,µ enthalten. Außerdem sind auch Eisen- und Aluminiumverbindungen sowie  $K_2O$  und  $P_2O_5$  angerei-chert.

Die Porengrößenverteilung zeigt besonders im Oberboden hohe Gehalte an Grobporen (44 %), die nach unten nur unwesentlich abnehmen. Sogar das untersuchte Tonanrei-cherungsband besitzt noch fast 30 % Grobporen. Die Fein- und Mittelporenanteile sind sowohl im humosen Oberboden als auch in den Bändern des Ct-Horizontes auf Grund der höheren Humus- bzw. Tongehalte gering erhöht. Die Wasserdurchlässigkeit des gesamten Bodens ist erwartungsgemäß im gesättigten Zustand hoch, im ungesättig-ten Zustand bei pF 1,5 mittel, bei pF 2,0-2,3 gering.

Die relativ hohe Austauschkapazität des geringmächtigen, sehr stark sauren Ah-Horizontes von 19 mval/100 g Boden läßt sich aus den Humus- (10 %) und Tongehalten (7 %) ableiten. Beide Werte nehmen nach unten stark ab. Im Sand unterhalb des AlBv-Horizontes (5 % Ton und 0,7 % Humus) läßt sich keine organische Substanz nachweisen. Der geringe Anstieg der Austauschkapazität innerhalb des Tonanreiche-rungsbandes ist auf den erhöhten Tongehalt zurückzuführen. Die sehr niedrigen pH-Werte des Gesamtprofils lassen vermuten, daß heute keine nennenswerte Tonverlagerung mehr stattfindet. Gleichzeitig weisen sie aber auch - z.B. in Verbindung mit der Verteilung der Eisen- und Aluminiumgehalte in den einzelnen Horizonten - auf eine beginnende Podsolierung im Oberboden hin.

Die gelbbraunen Farben des AlBv-Horizontes täuschen optisch höhere Eisengehalte und Verwitterungsgrade vor, als sie - im Vergleich zum Unterboden - tatsächlich vorhanden sind. Dies dürfte vor allem auf den noch immer deutlichen Humusgehalt sowie den relativ hohen Gehalt an oxalatlöslichen Eisenverbindungen zurückzuführen sein, die dünne, braune Hüllen um die Sedimentkörner bilden. Im hellgefärbten Sand des Unterbodens zwischen den Tonanreicherungsbandern ist kaum noch braunfärbendes oxalatlösliches Eisen vorhanden.

**PROFIL II**

Ort: Lüneburger Heide, Nähe Wilseder Berg (169 m + NN)  
Sandgrube 300 m NE Ober-Haverbeck, (130 m + NN)  
Top.Karte 1 : 25 000 Blatt Behringen (2825)  
h 58 90 950 r 35 62 075

Landschaft:

Geologie und Petrographie:

Klima:

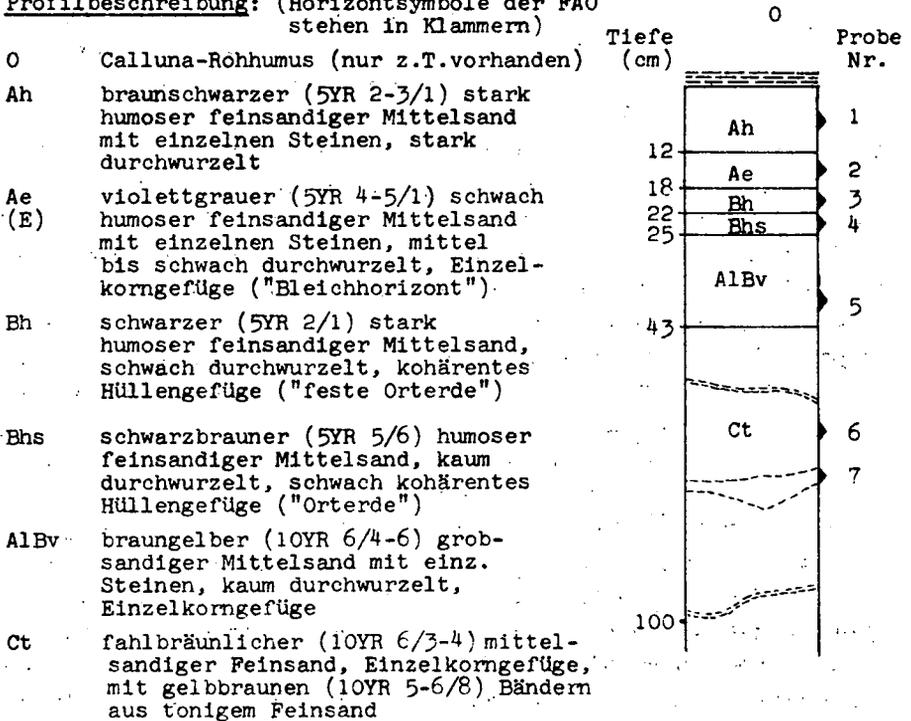
Hydrologie:

wie Profil Nr. I  
sowie Abb. .8. und .9.

Vegetation: Durch häufige Beweidung mit Heidschnucken künstlich erzeugte und bewahrte Calluna-Heide (Calluneto-Genistetum) mit Calluna vulgaris und Juniperus communis, Ersatzgesellschaft mit Nardus stricta

Bodentyp: Calluna-Humuseisen-Podsol mit fester Orterde und Resten der ursprünglichen Bänderparabraunerde im Unterboden ("Sekundär-Podsol"). Bänderparabraunerde-Podsol (Humo-ferric-podzol, Podzol humo-ferrugineux, Orthod)

Profilbeschreibung: (Horizontsymbole der FAO stehen in Klammern)



Pro- be Nr.	Tiefe cm	Hori- zont	pH-Wert			Org.Substanz				C <sub>org</sub> be- re- it	p- Wert	mg/100 g Feinboden										I Fe		Fe <sub>d</sub>		I Al		mg/100 g Feinboden									
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C <sub>t</sub>	C <sub>1</sub> 1,72	N <sub>t</sub>	C <sub>2</sub> 10			Austauschbare Kationen						Anionen				Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>o</sub>	Al <sub>h</sub>	Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>a</sub>	Mg <sub>p</sub>	K <sub>2</sub> O mm.	K <sub>2</sub> O leh. mm.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mm.	F <sub>2</sub> O <sub>5</sub> leh. mm.				
												AK	H	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	21	22													23	24	25	26
1	5-10	Ah	3,1	3,1	4,1	800	138	0,32	250			229	235	0	0,1	0,1	0				0,10	0,06	1,7	0,07	0,08				0,9	6,0		40	2,5				
2	12-17	Ae	3,4	3,5	4,5	0,52	0,9					29	25	0	0	0	0				0,06	0,01		0	0,02			0	3,0		10	0,2					
3	18-22	Bh	3,6	3,6	4,3	283	135	0,28	280			399	462	0	0,1	0,1	10,1			1,13	0,77	1,5	0,59	0,31			0,8	10,5		208	4,1						
4	22-25	Bhs	4,2	4,1	4,6	209	36	0,10	209			198	225	0	0	0	0			0,66	0,42	1,6	0,60	0,69			0,3	22,6		70	1,4						
5	35-40	AIBv	4,4	4,5	4,7	0,05	0					37	36	0	0	0	0			0,13	0,07	6,5	0,08	0,31			0,1	32,0		17	0						
6	60-65	C	4,2	4,1	4,6	0,05	0												0,16	0,01	160																
7	70-75	Rand	3,9	3,9	4,6	0,09	0,2												0,61	0,04	153																

Pro- be Nr.	Tiefe cm	Hori- zont	Korngrößenverteilung (φ in μ) in % des Feinbodens										in % Ges. Bod.	Porengrößenverteilung (äquivalent φ in μ) in % des gesamten Bodenvolumens					Ges. Poren- Vol. (GPV)	Trock. Boden- Gew. (TBG)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (X 10 <sup>-5</sup> cm/sec) in Stechzylindern											
			Ton					Schluff						Sand							im gesättigten Zustand (k <sub>f</sub> )			i. ungesätt. Zust. (ku) arithmet. Mittel bei								
			2-20		20-63		63-125	125-200	200-630	630-2000	2000	1-10		10-50	50-100	100-200	200-500	500-1000			1000-2000	horizontal		vertikal		WS: 30 100 cm 200 cm						
			22	24	26	28	30	32	34	36	38	40		42	44	46	48	50			52	54	56	58	60	62	64	66				
1	5-10	Ah	4,7	2,8	2,3	1,7	2,6	9,8	9,3	2,2	8,5	12,1	8,3	5,8	11,1	45,8	1,35										481	0,10	2,0	0,15	0,007	
2	12-17	Ae	2,8	0,4	1,8	1,0	3,0	6,5	5,9	1,4	10,0	15,0	7,7	2,8	3,7	39,8	1,59									955	0,14	0,9	0,06	0,004		
3	18-22	Bh	1,7	0,7	3,5	8,0	2,5	5,6	100	4,3																						
4	22-25	Bhs	5,6	4,5	3,1	7,8	2,5	4,2	15,7	5,7	9,0	5,2	10,4	14,9	16,4	55,9	1,13	443	0,51	137	0,43	0,8	0,04	0,007								
5	35-40	AIBv	4,5	0,2	1,0	5,9	1,30	5,39	21,5	3,1	11,5	11,3	8,8	3,2	2,8	39,6	1,60									1430	0,16	0,7	0,02	0,002		
6	60-65	C	2,5	0,2	1,4	1,24	5,85	7,49	0,1	0,1																						
7	70-75	Rand	1,26	0,5	3,8	1,46	4,03	2,80	0,7	0,2																						

Bemerkungen zum Exkursionsprofil Nr. II : Bänderparabraunerde-Podsol  
(s. auch Abb. 8 und 9 sowie Abschnitt "Mikromorphologie")

Das Ausgangsgestein der Bodenbildung (Geschiebedecksand als Drenthe-Grundmoränenrest über älteren pleistozänen Sanden) entspricht dem des Exkursionsprofils I. Auch in diesem Oberhang-Profil muß mit einer Reduzierung der Mächtigkeit des geschiebeführenden Decksedimentes durch Solifluktion und Erosion sowie mit Resten von rezent überprägten Interglazialboden-Relikten gerechnet werden. Im Gegensatz zum Profil I reichen die Tonanreicherungsbänder hier erheblich tiefer in den sandigen Untergrund hinab. Ob dies durch ehemals höhere Tongehalte in der heute sandigen Grundmoräne oder in den liegenden Sanden bedingt ist, läßt sich nicht entscheiden.

Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen zeigen, daß die Mächtigkeit des Geschiebedecksandes - wie im Profil I - nur 40-45 cm beträgt. Der Ah- und Ae-Horizont enthalten möglicherweise geringe Mengen eingewehten Flugsandes (geringere Grobsand- und Steingehalte). Auch die geringeren Tongehalte dieser Horizonte deuten in die gleiche Richtung. Allerdings können diese Unterschiede auch auf Tonwanderung und Podsolierungs-Vorgänge zurückgeführt werden.

Die Korngrößenunterschiede zwischen dem AlBv-Horizont, dem C-Horizont und dem Tonanreicherungsband entsprechen weitgehend denen des Exkursionsprofils I. Zusammen mit den ebenfalls ähnlichen Ergebnissen der chemischen Untersuchungen lassen sie darauf schließen, daß hier eine Bänderparabraunerde vorhanden war, deren obere Horizonte später - in Zusammenhang mit einer Verheidung dieses Standortes - von dem heute vorhandenen, sehr stark sauren, sekundären Podsol überprägt wurden. Die heute stellenweise an der Oberfläche vorhandene Grasnarbe kann auf eine örtliche Zerstörung der Calluna-Vegetation durch starken Viehtritt (Heidschnucken), anschließende Winderosion und Wiederbesiedlung durch Trockengräser - z.T. nach geringer Flugsandüberdeckung - zurückgeführt werden. Die relativ große Intensität der Podsolierung geht u.a. aus der Verteilung der Humus-, Eisen- und Aluminiumgehalte der Podsolhorizonte, besonders aber auch aus ihrer Mikromorphologie hervor. Der Bh-Horizont enthält außer 13,5 Gew.% Humus auch 1,13 Gew.% Eisen. Dies ist fast doppelt so viel, wie im darunter folgenden Bhs-Horizont (0,66 Gew.%), dessen braune Farbe demnach durch absolut geringere Humusgehalte und ein engeres Verhältnis vom Gesamt-C-Gehalt

( $C_t$ ) zum Gesamt-Eisengehalt ( $Fe_d$ ), nicht aber durch absolut höhere Eisengehalte bedingt ist <sup>1)</sup>.

Die sehr niedrigen pH-Werte, die hohen C/N-Verhältnisse in der organischen Substanz und das fast alleinige Vorherrschen von H-Ionen am Sorptionskomplex sind typische Kriterien der nordwestdeutschen Podsole. Die Unterschiede in der Austauschkapazität lassen sich aus den Ton- und Humusgehalten ableiten. Bemerkenswert ist die relativ starke Anreicherung von Gesamt- $P_2O_5$  in den B-Horizonten des Podsoles, die auf eine Einwaschung aus dem Oberboden während des Podsolierungsvorganges schließen läßt. Die geringeren Werte an laktatlöslichem  $P_2O_5$  zeigen, daß davon nur sehr wenig pflanzenaufnehmbar ist. Aus Vergleichen mit den Humus- und Eisengehalten läßt sich ableiten, daß ein großer Teil des Gesamt- $P_2O_5$  in organischer Bindung vorliegen dürfte. Auch in diesem Bodenprofil erhöht sich der Quotient  $Fe_d/Fe_0$  nach der Tiefe zu. Leichtlösliche Eisenverbindungen nehmen also besonders unterhalb des Podsoles in den Horizonten der früheren Bänderparabraunerde stark ab. Möglicherweise stellt dieser Befund u.a. ein Kriterium für deren Relikt-Charakter dar.

Vergleiche der Porengrößenverteilung zeigen hohe Grobporengehalte in allen Bodenhorizonten einschließlich der B-Horizonte des Podsoles. Feinporen sind vor allem auf den Ah-Horizont sowie den Bh- und Bhs-Horizont beschränkt, Mittelporen in letzterem stärker vertreten. Die relativ geringen Gesamt-Porenvolumina in den oberen Podsol-Horizonten lassen auf Schaftritt sowie auf eine vielfach gemessene Sackungsverdichtung des Ae-Horizontes (HARTGE 1964) schließen.

Hohe Wasserdurchlässigkeiten im gesättigten und mittlere bis geringe im ungesättigten Zustand kennzeichnen sowohl den lockeren, hohlraumreichen AIBv-Horizont als auch die etwas dichteren Podsol-Horizonte. Das makro- und mikromorphologisch erkennbare plattige Gefüge vor allem des Bh-Horizontes bedingt dessen hohe Wasserdurchlässigkeit in horizontaler Richtung. Die demgegenüber geringere vertikale Wasserdurchlässigkeit im gesättigten Zustand liegt jedoch immer noch im Bereich absolut hoher Wasserdurchlässigkeiten, so daß der mittelverfestigte Podsol-Illuvialhorizont auch in regenreichen Zeiten nicht wasserstauend wirkt.

---

<sup>1)</sup>Diese Tendenz herrscht in Podsolen der Geest-Landschaft allgemein vor. Daher erscheint es zweckmäßig, zur analytischen Kennzeichnung von Podsol-B-Horizonten den Quotienten  $C_t/Fe_d$  heranzuziehen, der im Bh-Horizont des vorliegenden Bodens fast 7, im Bhs-Horizont jedoch nur etwas mehr als 3 beträgt. Die zahlenmäßige Abgrenzung der Bh-, Bsh-, Bhs- und Bs-Horizonte von Podsolen sollte jedoch nur im Zusammenhang mit Merkmalen und Eigenschaften erfolgen, die im Gelände makroskopisch angesprochen und kartiert werden können.

**PROFIL III**

Ort: Wietze-Niederung 25 km N von Hannover; 3,5 km NE von Meitze, ca. 150 m E der Wehr-Brücke über die Wietze; 37 m + NN  
 Top.Karte 1 : 25 000, Blatt Mellendorf (3424)  
 n 58 27 855 r 35 54 850

Landschaft: Ebene bis sehr flach wellige Niederung des Wietze-Baches im Aller-Urstromtal

Geologie und Petrographie: Holozäne, fluviatile Sande der Wietze, oft mit dünner Auelehm-Decke und Raseneisenstein; rändlich Flugsand-Decken oder Dünen. Darunter weichselzeitliche und warthestadiale fluviatile Sande und Kiese der Ur-Leine (H.D.LANG 1967. Siehe auch Abb. 10. und 11.).

Klima: Niederschläge (langjähr.Jahresmittel): 680 mm  
 " während Vegetationszeit (Mai-Juli): 200 mm  
 " Extreme: 987 mm (1926); 339 mm (1959)  
 Lufttemperatur (langjähr.Jahresmittel): +8,5°C  
 " während Vegetationszeit (Mai-Juli): +15°C  
 " Extreme: +38°C (Aug.1943); -25°C

Hydrologie: Mittl.Grundwasserstand nach der Wietze-Regulierung (1931-1951) und dem Bau der benachbarten Wasserwerke Elze und Berkhof (siehe Abb. 10.) am Exkursionsprofil ca. 0,8 m. Grundwasserschwankungen zwischen 1,0 und 0,4 m. Seit der Wietze-Regulierung sind die früher regelmäßigen Überflutungen der Wietze-Niederung selten. Mittlerer tiefster Grundwasserstand vor der Regulierung etwa in 0,5 m Tiefe.

Vegetation und Nutzung: Ackerland und Weide. Auf älteren, sandigen Uferwällen der Wietze oder flachen Dünen z.T. mittelalterliche Vernühtungsplätze von Raseneisenerz mit Brocken von Verhüttungsschlacke.

Bodentyp: Gley mit Raseneisenstein

Profilbeschreibung: (Horizontsymbole der FAO stehen in Klammern)

GoAh rötlich-dunkelbrauner (5YR 2/2-3), sehr (Ahg) stark humoser toniger Mittelsand mit Fe-Konkretionen (21%), stark durchwurzelt, locker, Einzelkorn- bis Krümelgefüge

GoRa braune bis schwarze (5YR 2/1 bis (Bgm) 5YR 4/8) harte Raseneisenbank, porös

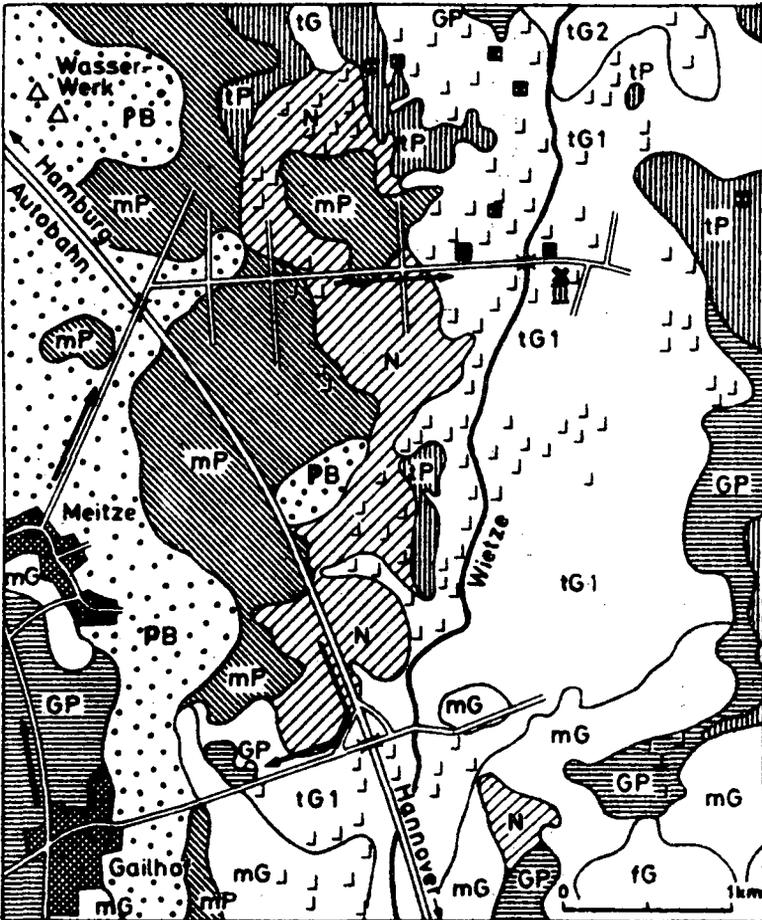
Go1 braungrauer (10YR 5-6/2-3) schwach (Bgl) humoser stark lehmiger Sand, stark rostfleckig mit Fe-Konkretionen, Kohärenzgefüge, durchwurzelt

Go2 fahlbrauner (10YR 6/3) rostfleckiger (Bg2) feinsandiger Mittelsand, sehr schwach durchwurzelt

Gor hellbraungrauer (10YR 6-7/2) sehr (Cgr) schwach rostfleckiger Mittelsand, einz.Wurzelreste (Erle?)

Gr hellgrauer (10YR 7/2) Mittelsand mit (Cr) einz.Resten von Baumwurzeln (Erle?).

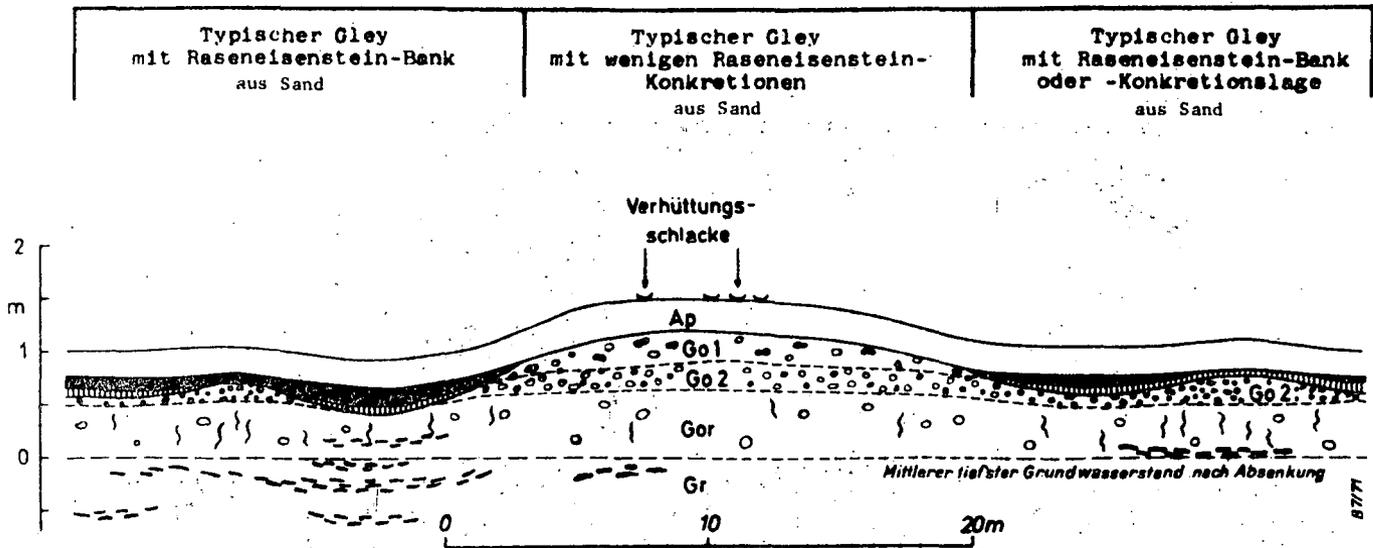
Tiefe (cm)	Probe Nr.
0	1
15	2
25	3
28	4
45	5
80	
95	6



- |  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | Podsol-Braunerde                                  |  | Ranker-(Gley-)Podsol u. Gley                                |
|  | Mittlerer Podsol                                  |  | Gley-Podsol mit Orterde                                     |
|  | Tiefer Podsol                                     |  | Raseneisenstein   |
|  | Gley (tiefer Grundw. stand)<br>aus Sand           |  | Gley (mittl. Grundwasserstand)                              |
|  | Gley (tiefer Grundw. stand)<br>aus Lehm über Sand |  | Gley (flacher Grundw. stand)                                |
|  | Ortslagen   |  | mittelalterliche Verhüttungs-<br>plätze von Raseneisenstein |

Abb. 10

Bodenübersichtskarte der Wietze-Niederung bei Meitze, 20 km nördlich von Hannover (nach B. GROSSE sowie H. D. LANG & H. SCHWENKLOTH 1967: Bodenkarte und Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25 000, Blatt Meilendorf (3424)).



- 226 -

-  Raseneisenstein-Bank (schwarz) über Raseneisenstein-Kongkretionen
-  Go-Horizont mit Rostflecken (Kreise) und Raseneisenstein-Kongkretionen (Rak)
-  Dünne Torflagen und Schwemmholz
-  Grauer lehmiger Sand mit vielen Rak
-  Fossile Baumwurzeln (meist *Alnus glutinosa*)

Abb. 11 Kleinräumige Bodenverbreitung im Wietze-Tal 3,5 km NE von Meitze (100 m ENE der Wehr-Brücke über die Wietze). Grundwasserstand durch Flußregulierung seit 1931 künstlich abgesenkt. Mittelalterlicher Raseners-Verhüttungsplatz auf älterem Uferwall der Wietze. (Schematischer, etwas überhöhter Querschnitt.) Entwurf: G. Roeschmann

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	pH-Wert			Org. Substanz					Carb. nat. Wert	mval/100 g Feinboden								Σ Fe		Fe <sub>d</sub>		Σ Al		mg/100 g Feinboden								
			KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C <sub>t</sub>	C <sub>1,72</sub>	N <sub>t</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		N <sub>f</sub>	Austauschbare Kationen				Anionen				Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>o</sub>	Al <sub>NaOH</sub>	Mn <sub>d</sub>	Mn <sub>a</sub>	Mg <sub>p</sub>	K <sub>2</sub> O ges.	K <sub>2</sub> O lak.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ges.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> lak.			
													AK	H	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>												Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>o</sub>
1	5-10	GoAh	5,1	5,0	5,5	5,9	102	0,68	8,7				263	145	143	0,9	0,7	<0,1			275	090	3,0	015	015	44	13	9,6	42	26	312	4		
2	20-25	GoRa	6,0	5,9	6,5	weitere Analysedaten					zum Raseneisenstein siehe Tabelle 7																							
3	25-28	GoI	5,2	5,4	6,0	072	13													583	089	6,6			108	35		19	7	214	1			
4	35-40	Go2	6,3	6,4																005	001	5,0		003	<1	<1	0,9	15	1	18	1			
5	65-70	Gor	6,2	6,5																003	001	3,0		003	<1	<1	0,7	15	1	22	1			
6	100-105	Gr	6,2	6,5																002	001	2,0												

Probe Nr.	Tiefe cm	Horizont	Korngrößenverteilung (Ø in µ) in % des Feinbodens								in % Ges. Bod.	Porangrößenverteilung (Äquivalent Ø in µ) in % des gesamten Bodenvolumens					Ges. Poren-Vol. (GPV)	Track. Raum-Gew. (TRG)	Wasserdurchlässigkeit in cm/Tag (x 10 <sup>-3</sup> cm/sec) in Stechzylindern im gesättigten Zustand (kf)							
			Ton		Schluff		Sand					p > 300 µ	300-50 µ	50-10 µ	10-0,2 µ	< 0,2 µ			Zylinderentnahme		i. ungesätt. Zust. (ku) arithmet. Mittel bei					
			2-20 µ	20-63 µ	63-125 µ	125-200 µ	200-630 µ	630-2000 µ	horizontal	vertikal									WS: 30 cm	100 cm	200 cm					
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44						45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
1	5-10	GoAh	199	9,7	4,7	3,4	9,8	504	2,1	21	3,2	7,5	7,2	10,5	24,8	53,2	1,19									
3	25-28	GoI	166	6,5	7,7	4,7	8,4	469	8,7	6,6												1,92	0,37	0,5	0,002	0,0003
4	35-40	Go2	36	0,3	0,2	3,6	248	647	0,8	2,3	1,6	15,7	1,4	5,6	4,6	36,9	1,67									
5	65-70	Gor	16	0,1	0	3,6	192	733	2,2	0	11,8	15,0	1,0	5,0	5,8	38,6	1,65						1,2	0,002	0,0001	
6	100-105	Gr	10	0,2	1,1	4,2	239	587	109	0																

Bemerkungen zum Exkursionsprofil III, Gley mit Raseneisenstein  
(s. auch Abb. 10 und 11 sowie Abschnitt "Mikromorphologie")

Das Exkursionsprofil liegt in der Nähe eines mittelalterlichen Verhüttungsplatzes und ist möglicherweise damals durch die Entnahme von Raseneisenstein gestört worden. Auch in jüngster Zeit wurden viele Böden der Umgebung - im Rahmen der Nutzungsumstellung von Grünland auf Acker - durch Tiefumbrüche umgestaltet.

Die Profilbeschreibung zeigt das für sandige Flußtal-Gleye der Niederungsgeest typische, hier schwach saure A-Go-Gr-Profil. Die Obergrenze des grauen Reduktionshorizontes (Gr) entspricht in Gleyen mit nicht künstlich verändertem Wasserhaushalt etwa dem mittleren Grundwassertiefstand. Im Exkursionsprofil ist die tiefliegende heutige Obergrenze des Gr-Horizontes jedoch durch die künstliche Tieferlegung des mittleren Grundwasserstandes im Zuge der Wietze-Regulierung bedingt und dürfte vor diesem Eingriff an der Grenze Go<sub>2</sub>-Go<sub>1</sub>-Horizont in 50 cm Tiefe gelegen haben. Darüber folgen im Schwankungsbereich des Grundwassers rostfleckige Oxydationshorizonte (Go) unterschiedlicher Körnung und nach oben zunehmendem Gehalt an Eisen-Mangan-Konkretionen (s. Korngrößenanalyse, Teile der Fraktion < 2 mm Ø). Direkt unterhalb des Go<sub>Ah</sub>-Horizontes sind die Konkretionen mindestens nesterweise zu harten Raseneisensteinbänken "zusammengewachsen". Ihre Entstehung läßt sich u. a. aus der regionalen Verbreitung des Raseneisensteins ableiten. Die Abb. 11 zeigt als Beispiel einen Schnitt durch die nordwestlich des Exkursionsprofils gelegene junge Ackerfläche, zu einer Zeit, als diese noch als Grünland genutzt wurde. Harte Raseneisensteinbänke kommen demnach vorwiegend in tieferen Lagen vor, in denen sich bei den früher häufigen Überflutungen der Wietze relativ feinkörnige Überschwemmungssedimente absetzten (s. Korngrößenanalyse). Die darin u. a. enthaltenen Eisen- und Mangan-Verbindungen wurden nach der Überflutung in den Oberboden eingewaschen und kamen besonders unterhalb des stärker reduzierend wirkenden Ah-Horizontes wieder zum Absatz. Ein weiterer Anteil der vorhandenen Eisen- und Manganmengen des Oberbodens dürfte bei Grundwasserschwankungen direkt aus dem Grundwasser ausgefällt worden sein. Aus der mittelalterlichen Verhüttung des Raseneisensteins läßt sich ableiten, daß dieser mindestens teilweise eine ältere Bildung darstellt, deren Weiterentwicklung allerdings bis zum Zeitpunkt der Wietze-Regulierung (ab 1931) möglich war. (Weitere Angaben sowohl über den Raseneisenstein als auch über Verhüttungsschlacken

Auch der stark humose GoAh-Horizont enthält große Mengen an harten Raseneisenstein-Konkretionen (ca.21 Gew.%), die vor der Analyse der Proben abgesiebt wurden. Die relativ geringen Eisen- und Mangan-Gehalte der Spalten 21 und 26 beziehen sich also nur auf den Feinboden (Teilchen <2 mm Ø). Die hohen Gehalte der oberen drei Horizonte an Gesamt-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sowie deren geringe Anteile an laktatlöslichem P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> lassen vermuten, daß der größte Teil der Phosphorsäure als Eisenphosphat festgelegt ist.

Der stark rostfleckige, lehmige GoI-Horizont als das Liegende des Raseneisensteins ist nur stellenweise und dann vorwiegend in tieferen Lagen vorhanden (s.Abb.11 ). Er ist durch hohe Eisen-Mangan- und weitgehend festgelegte Phosphat-Gehalte gekennzeichnet. Er enthält viele, z.T. weiche Raseneisenstein-Konkretionen, die häufig in Form von Wurzelröhren vorliegen. Im Exkursionsprofil sind diese Merkmale - möglicherweise auf Grund der Bodenstörung bei der Raseneisenstein-Entnahme - nur undeutlich zu erkennen (s.auch Abschnitt "Mikromorphologie").

Die Ergebnisse der Porengrößen- und Durchlässigkeits-Untersuchungen zeigen, daß dieser als Grünland genutzte Gley als porenreicher, durchlässiger Boden mit geringer Kapillarität unterhalb der Go-Horizonte angesprochen werden muß. Größere Mengen an Fein- und Mittelporen sind auf den geringmächtigen, humosen, lehmigen Oberboden beschränkt.

Bei prinzipiell ähnlicher Horizontfolge ändern sich die Mächtigkeiten der Horizonte und ihre speziellen Merkmale in den Gleyen des Wietze-Tales oft auf kleinstem Raum. In den Go-Horizonten von höher liegenden, rein sandigen Gleyen ehemaliger Uferwälle (s.Abb.11 ) oder flacher Flugsandrücken wurden zwar Eisen-Mangan-Konkretionen bis zu Faustgröße, jedoch keine Raseneisensteinbänke beobachtet. -

Spezielle Untersuchungen an braunem und schwarzem Raseneisenstein sowie an grauer und grüner Schlacke eines mittelalterlichen Verhüttungsplatzes 100 m nordwestlich des Exkursionsprofiles nördlich des Weges (s.Abb.10 ) sind von W.SCHELLMANN und H.RÜSCH in der Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover, durchgeführt worden. Die wesentlichsten Ergebnisse werden im folgenden kurz mitgeteilt:

1. Raseneisenstein

Die gelbbraune Raseneisenstein-Probe ist überwiegend locker-krümelig und hohlraumreich ausgebildet. Die röntgenographische Aufnahme zeigt neben Quarz schwache Goethitreflexe, die in keinem Verhältnis zu dem hohen  $F_2O_3$ -Gehalt (47,9%, vgl. Tab. 4) stehen. Größere Eisenoxidanteile müssen demnach röntgenamorph vorliegen.

Die schlackig-poröse, überwiegend dunkelgefärbte Raseneisenstein-Probe enthält im wesentlichen schwarzbraune, pulvrig-lockere bis leicht verhärtete Anteile sowie harte, schwarze Partien mit glänzender Oberfläche, welche den gesamten Raseneisenstein z.T. in Bändern und Adern durchsetzen. Die nur wenig verfestigten dunkelbraunen Anteile besitzen Ähnlichkeit mit der gelbbraunen Raseneisenstein-Probe. Die harten, pechglänzenden Partien zeigen - abgesehen von eingeschlossenen Quarzen - keine Röntgenreflexe. Hier handelt es sich um röntgenamorphes Eisenoxid, für das dunkle Farbe und Glanz charakteristisch sind.

Tabelle 4 : Zusammensetzung von Raseneisenstein und Verhüttungsschlacke aus dem Wietze-Tal bei Meitze. Bestimmung nach der Röntgen-fluoreszenz-Methode (außer Mangan) in der Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover

	Raseneisenstein		Verhüttungsschlacke	
	schwarz	braun	grau	grün
SiO <sub>2</sub>	29,8	30,7	28,5	47,0
Fe	31,0	33,4	34,9	8,7
Fe als Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	44,3	47,9	-	-
Fe als FeO	-	-	44,9	11,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,55	1,54	3,92	6,11
TiO <sub>2</sub>	0,07	0,07	0,16	0,24
CaO	0,96	0,81	8,14	18,4
K <sub>2</sub> O	0,41	0,36	1,38	1,70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,72	1,70	3,01	1,22
MgO	0,20	0,00	2,26	4,53
NiO	0,005	0,007	0,10	0,10
MnO	6,76	3,37	5,48	8,07
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,021	0,027	0,031	0,013
Glühveränderung	13,6	13,8	0,00	0,00

Eine Röntgendiffraktometeraufnahme der gesamten Probe ergab neben Quarz ebenfalls Goethitreflexe, die aber etwas schwächer sind als im braunen Raseneisenstein.

Die chemischen Analysen beider Proben (s. Tab. 4) ergaben bis auf den Mangan-Gehalt eine sehr ähnliche Zusammensetzung. Der Mangan-Gehalt des schwarzen Raseneisensteins ist etwa doppelt so hoch wie der des braunen und trägt wahrscheinlich zu der dunkleren Farbe bei; darüber hinaus ist bei den harten, glänzenden Anteilen die schwarze Färbung auf den amorphen Eisenoxidanteil zurückzuführen. In Eisenoxiden ist häufig  $Al_2O_3$  isomorph eingebaut, wodurch die wenigen Prozente  $Al_2O_3$  erklärt werden können.

## 2. Verhüttungsschlacken

Die grüne Schlacke enthält fast ausschließlich glasige Komponenten ohne Röntgenreflexe. Gesondert präparierte grünliche und schwarz-bräunliche Partien ergaben keine Unterschiede im Röntgendiagramm.

Dagegen besteht die graue Schlacke fast monomineralisch aus Fayalit,  $Fe_2SiO_4$ . Unter dem Mikroskop äußert sich die Fayalitphase als Netzwerk z.T. dendritischer Leisten und Stäbchen, die in einer glasigen Grundmasse schwimmen. Wenn man das gesamte Eisen aus der chemischen Analyse dem Fayalit zuordnet, würden noch etwa 9 %  $SiO_2$  für die Glasphase übrigbleiben. Wahrscheinlich ist aber ein Teil des Eisens in der Glasmatrix enthalten. Die Gehalte an Mangan, Magnesium, Kalzium und Nickel sind für Fayalit nicht außergewöhnlich, sie dürften jedoch überwiegend in der glasigen Komponente enthalten sein.

Die hohen Kalzium- und Magnesium-Gehalte in beiden Schlacken sind wahrscheinlich auf die Zugabe karbonatischer Flußmittel bei der Verhüttung zurückzuführen.

Das Eisen wurde in Tab. 4 als FeO angegeben. Nimmt man das nicht bestimmte  $Na_2O$  mit 1-2 % an, so ist die nahe bei 100 % liegende Summe der Oxide ein Hinweis auf die Richtigkeit dieser Angabe. Geringe FeIII-Anteile könnten in der Glasphase enthalten sein.



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 233-242 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

**ALTEMÜLLER, H.J.:**

**Mineralogische und mikromorphologische Untersuchungen der 3  
Exkursionsprofile der Geest-Landschaft**

**Dr. H.J. Altemüller, Institut f. Biochemie des Bodens  
3301 BRAUNSCHWEIG, Forschungsanstalt für Landwirtschaft**

**Bundesallee 50**

Exkursionsprofil Nr. I

Bänderparabraunerde

Die Körnungsverhältnisse in den Schliffpräparaten zeigen sich bis etwa 50 cm Tiefe ziemlich einheitlich. Die vorherrschende Korngröße ist Feinsand, jedoch mit breiter Streuung von Grobschluff bis Mittelsand und einzelnen Körnern über diesen Bereich hinaus. Die Kornformen sind meist kantig bis schwach gerundet. Die räumliche Verteilung der Körner ist durch mehr oder weniger gleichmäßige Mischung gekennzeichnet. Dabei sind die feineren Schluffkörnerchen meist in den Winkeln zwischen den Sandkörnern angeordnet, so daß ein hohlraumreiches Gerüst entsteht.

Unterhalb 50 cm Tiefe ist eine engere Sortierung auf Feinsand und deutliche Schichtung zu beobachten.

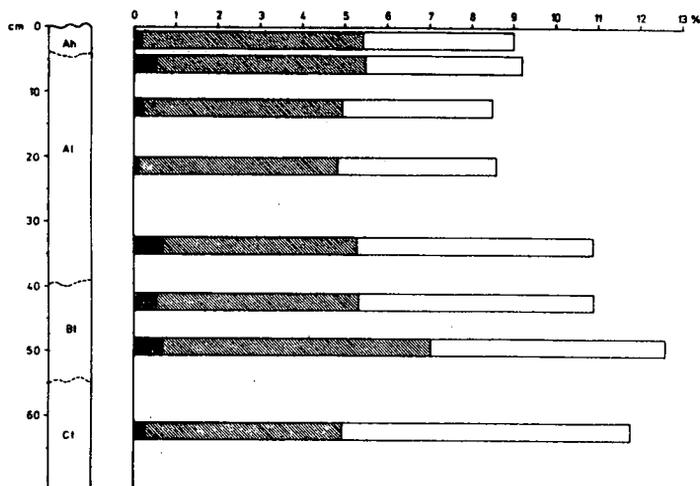
Die vorherrschenden Mineralarten sind Quarz und Feldspäte. Andere Minerale kommen in der Grobschluff- und Sandfraktion nur in untergeordneter Menge vor (u.a. Muscovit, Chlorit, Glaukonit, Hornblende, Epidot, Zirkon, Granat, Leukoxen, Rutil, Fe-Gel). Die Feldspäte bestehen aus Orthoklas, Mikroklin, Albit und Oligoklas. Sie sind zum Teil deutlich angewittert. Hinsichtlich der Menge und dem Verwitterungsgrad zeigt sich jedoch keine differenzierte Beziehung zu den Horizonten des Bodenprofils. Auszählungen erbrachten folgende Ergebnisse:

---

	Mineralanteile in %	
	20 - 63 µm	63 - 2000 µm
Quarz	72 - 80	85 - 91
Feldspäte	18 - 25	9 - 13
andere Minerale	0,2- 4	0,1 - 1,5

---

Mengenanteil der Feldspäte (63 - 2000 µm) in % und deren Unterteilung in Verwitterungsstufen. Auszählung von je über 1000 Körnern in Dünnschliffen (vgl. Profil VIII Podsol).



Die mikromorphologischen Merkmale der einzelnen Horizonte sind folgende:

AO und Ah-Horizont: Schwach dystropher Moder mit allen Übergängen von frischer Laubstreu in koprogen aufgearbeitete Massen. Die zahlreichen Aggregatformen unterscheiden sich nach den Inhaltsstoffen, nach dem Zerkleinerungsgrad, nach der Färbung und der Schärfe der Umgrenzung. Das gesamte Material ist außerordentlich stark von Pilzmycelien und Hyphen durchsetzt. Sehr viel Pilzmaterial ist auch in die Aggregate eingearbeitet; auch kohlige Pflanzenteile sind in den Zerkleinerungsprozeß einbezogen. An einigen Stellen sind Moderhumuszonen auch durch Überdeckung mit frischem Bodenmaterial begraben. Der Moder enthält bis an die Oberfläche in ziemlich gleichmäßiger Verteilung Schluff- und Sandkörner in weiträumiger Anordnung. Die Oberflächen der Körner sind ohne Beläge. Der Moder ist jedoch nicht ganz frei von tonigem Material. Zum Teil

sind Tonteilchen in die koprogenen Aggregate mit eingearbeitet und außerdem sind aus dem angrenzenden Al-Horizont einzelne Feinkrümel, die etwas Ton enthalten, mit eingemengt.

**Al-Horizont:** Unter den Moderzonen sind die Sand- und Schluffkörner dichter gepackt und zu einem mehr kohärenten Verband geordnet. Die Körner sind hier mit dünnen bräunlichen oder schwach bräunlichen, kolloidalen Belägen versehen, die auch die gegenseitige Kornbindung herstellen. Eine Orientierungsdoppelbrechung einzelner Tonplättchen wird nur bei sehr starker Mikroskopvergrößerung wahrnehmbar. Im unteren Teil des Al-Horizontes sind ebenfalls dünne Beläge an Kornoberflächen zu finden. Ihre Färbung ist nur sehr schwach, die Orientierungsdoppelbrechung aber deutlicher. Vergleicht man die oberen und unteren Horizontteile so ist zu vermuten, daß unter der Moderzone auch organische oder organisch-mineralische Kolloide an den Belägen beteiligt sind, die den vorherrschend isotropen Charakter bedingen. Diese dürfen als schwache Podsolierungsmerkmale zu deuten sein. Pilzhypphen sind im oberen Horizontteil noch massenhaft vorhanden; im unteren Teil treten sie stark zurück.

**Bt-Horizont:** Zwischen 40 und 55 cm Tiefe folgt bei unveränderter Packung der Schluff- und Sandkörner eine deutliche Anreicherung von Ton in meniskenförmigen Anlagerungen in Kornwinkeln und als Beläge auf Kornoberflächen. Die Tonanlagerungen unterscheiden sich zum Teil etwas nach vorherrschenden Korngrößen. Die Feintonbeläge haben meist eine vorzügliche Orientierungsdoppelbrechung; in den Grobtonbelägen sind mehr die einzelnen Partikel erkennbar, die überdies noch mit anderen Mineralteilchen dieser Größenfraktion durchsetzt sind. Die Färbung der Tonbeläge ist nicht einheitlich, sondern von fahlgelblich bis intensiv braungelb zum Teil in sehr feinen Schichten oder Flecken differenziert (schwache Pseudogleymerkmale). Nach der Dünnschliffuntersuchung ist dieser Profilbereich soweit homogen, daß es angezeigt ist, von einem Bt-Horizont zu sprechen. Erst unterhalb 55 cm beginnt eine deutliche Bänderung mit dem Übergang in etwas gröberes und enger sortiertes Kornmaterial.

**Ct-Horizont:** Geschichtetes Feinsandmaterial mit deutlich ausgeprägten Tonbändern. In den Akkumulationszonen ist vorwiegend Feinton angelagert. Auch hier sind die Beläge etwas Fe-fleckig. Die Orientierungsdoppelbrechung ist meist vorzüglich und die zugeführte Tonmenge kann lokal so weit ansteigen, daß die Kornzwischenräume weitgehend erfüllt sind. Die Zonen zwischen den Bändern können fast frei von Ton sein. Dadurch entstehen leicht Bruchzonen.

Exkursionsprofil Nr. II

Bänderparabraunerde - Podsol

Der Steingehalt des Geschiebe-Decksandes wurde in der Untersuchung nicht berücksichtigt. Die Sandkörnungen unterscheiden sich im gesamten Profil nur wenig. Vorherrschende Korngrößen sind Feinsand und Mittelsand (63-630 µm). Die Kornformen sind meist kantig, ein Teil der größeren Körner ist gut gerundet. Die räumliche Verteilung der Korngrößen zeigt keine Besonderheiten, lediglich an der Oberfläche sind Schichtungen mit stärker humosem Material vorhanden (s.u.); dort finden sich auch Feinschichtungen nach Korngrößen.

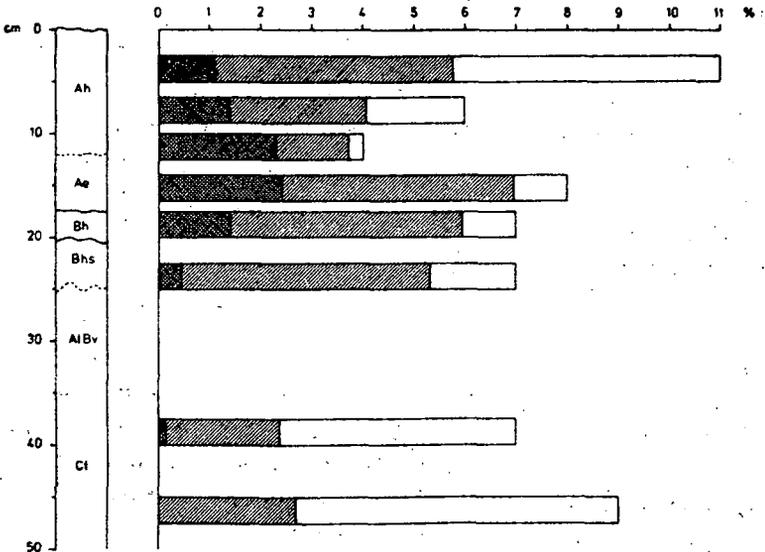
Die dominierenden Mineralarten sind Quarz und Feldspäte. Andere Minerale, wie Muscovit, Glaukonit, Epidot, Hornblende, Titanit, Leukoxen, Zirkon u. a. kommen nur in untergeordneter Menge vor. Eine Auszählung der Dünnschliffe erbrachte zusammengefaßt folgendes Bild:

	Mineralanteile in %	
	20 - 63 µm	63 - 2000 µm
Quarz	73 - 81	88 - 95
Feldspäte	18 - 24	4 - 11
andere Minerale	0,6- 3	0,3- 1,5

Die Feldspäte setzen sich aus Orthoklas und Mikroklin sowie Albit und Oligoklas zusammen. Perthite sind häufig. Die Mengenteile im Grobschluff lassen keine Beziehung zur Bodenbildung erkennen. In der Sandfraktion wird ein Zusammenhang erst deutlich, wenn neben der Gesamtmenge auch der Verwitterungsgrad der Feldspäte berücksichtigt wird. In gesonderten Auszählungen wurden drei Gruppen unterschieden:

1. frische Körner (nicht schraffiert)  
ohne Korrosionsmerkmale, unabhängig von  
Rundung oder Absonderung an Spaltflächen.
2. angewitterte Körner (einfach schraffiert)  
deutliche Korrosionskanäle von außen in  
das Korn eingefressen.
3. stark verwitterte Körner (Kreuzschraffur)  
das ganze Korn von Korrosionskanälen durch-  
setzt, bis zur Auflösung in kleine Einzel-  
körner.

Mengenanteil der Feldspäte(63 - 2000  $\mu\text{m}$ ) in % und deren Unter-  
teilung in Verwitterungsstufen. Auszählung von je über 1000  
Körnern in Dünnschliffen.



Der relativ größte Anteil an stark verwitterten Feldspatkörnern ist im unteren Teil des Ah-Horizontes anzutreffen. In den darüberliegenden Zonen ist die Menge der stark verwitterten Feldspäte geringer, während der Gesamtanteil der Feldspäte fast bis zum Dreifachen ansteigt. Diese Merkmale deuten (zusammen mit der Schichtung) auf eine kräftige Zufuhr von frischem Material an der Bodenoberfläche.

Der Übergang vom Ae-Horizont nach der Tiefe läßt hinsichtlich der Gesamtzahl der Feldspäte einige Fragen offen. Hier können sich Unterschiede in der Intensität der Verwitterung ebenso wie eine mögliche Inhomogenität des Materials auswirken. Dagegen ist der Rückgang der Anteile der stark verwitterten und deutlich angewitterten Feldspäte vom Ortstein an eindeutig.

Die korrodierten Feldspäte sind oft vollständig von Pilzmycelien eingehüllt und bis in feinste Kanäle von braunen Hyphen durchwachsen. Es erscheint möglich, daß die Pilze nicht allein die Nährstoffquelle an der Lösungsfront nutzen, sondern auch die Verwitterung aktivieren.

Die mikromorphologischen Merkmale der einzelnen Horizonte geben folgendes Bild:

**Ah-Horizont:** Der Aufbau des Humushorizontes ist durch mehrfache Sandauflagerung offensichtlich gestört. Die organischen Anteile sind schichtweise stärker angereichert. Frische Pflanzenmassen treten nur in untergeordneter Menge auf. Der größte Teil der organischen Stoffe ist zu Aggregaten von etwa 20 - 60 µm koprogen aufgearbeitet und agglomeratisch zwischen Sandkörnern oder in Humusschichten angeordnet. Braune Mycelien und Sklerotien von Bodenpilzen sind ebenfalls in großer Menge vorhanden und auch in die koprogenen Aggregate zerkleinert eingemischt. Auch kohlige Gewebeteile sind beteiligt.

Toniges Material fehlt fast vollständig. Mit der Auflage von Sand an der Oberfläche werden jedoch auch geringe Tonmengen zugeführt, die einzelnen Körnern anhaften. Im unteren Teil des Ah-Horizontes sind keine Tonbeläge mehr vorhanden.

**Ae-Horizont:** Die Sandkörner sind belagfrei; die Kornpackung ist deutlich dichter. Verstreut kommen organische Aggregate wie im Ah-Horizont vor; andere Feinaggregate, die in Kornzwischenräumen vorkommen oder an Körnern anhaften, enthalten Reste von Tonmaterial.

**Bh-Horizont:** Besonders im oberen Teil des Horizontes sind viel organische Massen vorhanden; dadurch sind die Sandkörner weiträumig angeordnet. Nach unten folgt

wieder eine engere Kornpackung. Die Oberflächen der Körner sind mit dunkelbraunen, kolloidalen Huminstoffen in dünner Schicht belegt (Hüllengefüge). Die Beläge sind durch Schrumpfung in fast regelmäßiger Weise zerrissen und teilweise auch von den Kornoberflächen abgelöst. Auch die in Kornzwischenräumen vorhandenen koprogenen Aggregate, Pflanzenreste und Pilzmycelien sind von kolloidalen Huminstoffen imprägniert und teilweise ähnlich wie die Sandkörner umhüllt. Hüllenmaterial wird im oberen Horizontteil auch wieder koprogen aufgearbeitet. Die am Profil im Gelände wahrnehmbaren horizontalen Klüfte im Ortstein sind besonders stark mit Pilzmassen angereichert.

Im Übergang zum Bhs-Horizont kommen auch gelbgefärbte und kombinierte Beläge vor.

**Bhs-Horizont:** Die Anordnung der Sandkörner ist unverändert. Die Körner sind hier durch gelbe kolloidale Massen umhüllt (Hüllengefüge). Das Belagmaterial ist optisch isotrop und erscheint bei stärkerer Vergrößerung wirrfaserig strukturiert. Die Belagdicke wechselt von dünnen Überzügen (wenige  $\mu\text{m}$ ) bis zu klumpigen, unregelmäßigen Anlagerungen. Feine, regelmäßige Schrumpfrisse fehlen hier.

Stellenweise sind dunkelbraune Huminstoffe den gelben Hüllen aufgelagert. Außerdem finden sich vereinzelt dünne Tonbeläge an den Kornoberflächen. Diese sind in jedem Falle von den anderen Belägen überdeckt, so daß sich bis zu drei Schichten im Belagmaterial unterscheiden lassen. Stellenweise sind Kornzwischenräume von Pilzmycelien vollständig erfüllt.

**Al Bv-Horizont:** (nur im unteren Teil untersucht)  
Wenig charakteristische Merkmale. Mäßig dichte Kornpackung mit geringer Kornbindung. Unregelmäßig verteilt kommen dünne Beläge von tonigem Material an Kornoberflächen vor.

**Ct-Horizont:** Im allgemeinen wie voriger Horizont;  
Besonderheit: einzelne Tonbänder. Darin sind die Sandkörner vollständig von gelblichem Feinton eingehüllt (Hüllengefüge). Nur mäßige Orientierungsdoppelbrechung. Die Belagdicke ist wechselnd und unregelmäßig, teilweise Übergänge in aggregierte Formen. Stellenweise sind auch Schluffteilchen mit eingeschleppt.

Interessant ist eine Huminstoff-Auflagerung auf einem Teil der Tonbeläge.

Insgesamt zeigt das Profil drei Arten von Hüllengefügen, deren Belagmaterial morphologisch und wahrscheinlich auch stofflich völlig verschieden ist. Drei Beläge kommen in verschiedenen Kombinationen vor.

Exkursionsprofil Nr. III

Gley mit Raseneisenstein

Der Go-Ah-Horizont besteht aus humos-tonigem Mittelsand; die Humusform ist mullartig. Das Material ist sehr gut in Größen von etwa 20 - 600  $\mu\text{m}$  aggregiert. Diese bilden wieder zusammengesetzte Krümel, die bis Zentimetergröße messen. Die Feinaggregate bilden mehr ein agglomeratisches als ein intertextisches Gefüge. Sie hängen zwar unter sich zusammen, haben aber offenbar keine enge Bindung an die Sandkörner. Diese haben daher oft blanke Oberflächen. Das Feinmaterial ist reich an Diatomeen und zeigt auch bei starker Vergrößerung nur sehr schwache Orientierungsdoppelbrechung. Der gesamte Horizont ist mit Trümmern von Raseneisenerz massenhaft durchsetzt (Größen von  $\mu\text{m}$  bis cm). Auch größere Teile, die als Eisenkonkretionen angesehen werden können, sind nur Trümmer des Raseneisenerzes. Das Material ist offenbar stark durchgearbeitet und insgesamt sehr locker und porenreich.

Go-Ra-Horizont: (Raseneisenerz) Die Erzausscheidungen haben im allgemeinen folgende Merkmale: Vorherrschend sind gelartige, mikroskopisch wenig strukturierte, isotrope Massen, die nur vereinzelt schwache doppelbrechende Schlieren aufweisen oder an einzelnen faserigen Strukturen Doppelbrechung zeigen. Die Ausscheidungen schließen entweder das vorhandene Bodenmaterial ein oder sie verdrängen die vorhandenen Körner so weitgehend, daß bis auf cm Abstände keine Korneinschlüsse sichtbar sind. Die gelartigen Massen sind stark von Schrumpfrissen durchzogen, die ihrerseits wieder von neuen Ausscheidungen erfüllt sein können. Auch pflanzliche Massen sind eingeschlossen. An den Oberflächen und in den Schrumpfrissen entstehen vielfach saumartige Bildungen, die sich etwas von der Hauptmasse des Gelmaterials unterscheiden.

Die wichtigsten Unterschiede ergeben sich durch die Färbung. Im allgemeinen sind die gelartigen Massen gelb durchscheinend und entsprechen denen, die im Auflicht eine stumpfbräunliche bis dunkelbraune Farbe zeigen. Mit geringer Menge kommen rot bis dunkelrot durchscheinende Massen vor, die im Auflicht schwarzglänzend erscheinen. Schließlich sind in geringer Menge schwach durchscheinende dunkelbraune Ausscheidungen vorhanden (vermutlich Mn-Oxide), die meist saumartig an Oberflächen anlagern.

Das gesamte Material ist stark gestört und weitgehend zu Trümmerformen aufgearbeitet. Durchgehende, bankartige oder horizontartige Bildungen von einheitlichem Gefüge, wie es z.B. in Hu- und Fe-Ortsteinen zu finden ist, fehlen hier. Auch größere Erzbrocken sind in sich inhomogen und von stark wechselnder Morphologie. Daraus ist zu schließen, daß der Bildungsvorgang von vielen Störungen begleitet ist, die in wechselnden Einflüssen von Witterung, Vegetation und Tiertätigkeit liegen können, abgesehen von menschlichen Einwirkungen, die hier eine besondere Rolle spielen (Erzabbau).

G01-Horizont: Der Raseneisenstein geht nach unten ziemlich abrupt in vorherrschend sandiges Material über, dessen tonige Komponente noch deutlich humos ist, aber hier eine bessere Orientierungsdoppelbrechung aufweist, mehr hüllenbildend auftritt und weniger Aggregate in den Kornzwischenräumen aufweist. Auch hier ist das tonige Material sehr stark von Diatomeen durchsetzt.

EXKURSIONSTAG: C 1 : 29.8.1971

TIEFPFLUGVERSUCHE auf LÖSS-PARABRAUNERDEN

- AULEHM -

BEWÄSSERUNGS-WIESEN (HISTORISCHES)



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 245-262 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm.V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

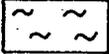
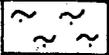
HARTGE, K.H.:

## Der Tiefpflug—Versuch in Ruthe

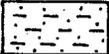
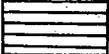
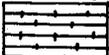
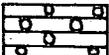
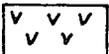
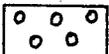
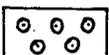
Prof. Dr. K.H. Hartge, Institut für Bodenkunde der TU,  
3 HANNOVER, Herrenhäuser-Str. 2

## der Bodenübersichtskarte 1:25 000

### Böden des Talrandes (terrestrisch)

- 1  Braunerden und Parabraunerden
- 1a  Kolluvium, meist über Parabraunerde

### Böden der Talauflage <sup>1)</sup> (semiterrestrisch)

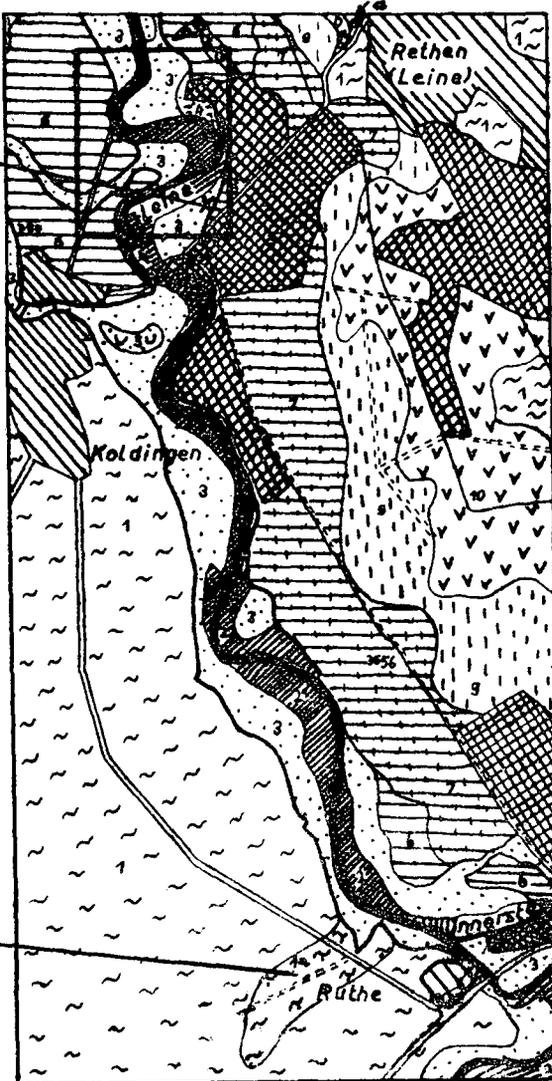
- 2  Junge graubraune und braune kalkhaltige Auenböden
- 3  Brauner kalkhaltiger Auenboden
- 4  Brauner kalkhaltiger Auenboden über graubraunem Auenboden
- 5  Brauner kalkhaltiger Auenboden, ab 6-8 dm vergleitet
- 6  Graubrauner bis brauner Auenboden
- 7  Graubrauner bis brauner Auenboden über fossilem Auengley
- 8  Graubrauner bis brauner Auenboden ab 4-6 dm vergleitet
- 9  Fossiler Auengley mit dem Wasserhaushalt eines Auenbodens
- 10  Auengley mit mächtigem humosem Oberboden
- 11  Auengley mit hoch anstehendem Reduktionshorizont
- 12  Anmoorgley
-  Kiesgruben und künstlich aufgetragene Flächen

<sup>1)</sup>Das Ausgangsgestein besteht vorwiegend aus Solum Material (allochthone Böden)

# Bodenübersichtskarte 1:25 000

## Ausschnitt aus dem Leinetal zwischen Rethen und Ruthe

aufge-  
nommen: K.H. Oelkers, Nieders. Landesamt  
für Bodenforschung



Rechteckiger  
Ausschnitt  
= Abb.1 - Auenboden

Profil:  
Auenboden

Tiefpflug-  
Versuch

## 1. L A G E

Die Plantage liegt nahe am Dorf Ruthe etwa 15 km vom Stadtzentrum von Hannover auf der Westseite des heutigen Flußbettes der Leine am Rande der durch die Mittelterrasse gebildeten Hochfläche. Eine kleine Erosionssenke, die zum heutigen Leinelauf hin entwässert, gibt der Anlage eine Exposition nach SO. Einzelheiten zeigt die dieser Arbeit beigelegte Übersichtskarte 1 : 25 000 . Die mittlere Jahrestemperatur beträgt  $8,7^{\circ}$  C, die mittleren Jahresniederschläge 590 mm.

## 2. B O D E N

Auf der Mittelterrasse liegt eine zwischen 1 und 3 m mächtige Lößdecke (Würm), aus der sich Parabraunerden und Braunerden entwickelt haben. Am Rande der kleinen Erosionssenke ist das Parabraunerde-Profil oben am Hang ein wenig verkürzt, unten am Hangfuß dagegen durch ein etwa 20 cm mächtiges Kolluvium bedeckt.

Der Profilaufbau des Ausgangsmaterials ist in Abb. 2 dargestellt. Dazu ist in Abb. 3 für je eine in Abb. 2 gekennzeichnete Stelle am Ober- und Unterende des Hanges die Porengrößenverteilung dargestellt. Die Abbildung läßt erkennen, daß im  $B_t$  bzw. im unteren Teil des  $A_{11}$  relativ viele grobe Poren vorliegen. Das deutet wohl darauf hin, daß die geringen Grobporenanteile oberhalb dieser Horizonte die Folge von sekundären Sackungserscheinungen sind (Bailly u. Hertge, 1966). Körnung, pH, Gehalt an organischer Substanz,  $CaCO_3$ , Al, Fe, Mn sind in Tab. 1 und 2 dargestellt.

## 3. V E R S U C H S A N L A G E

Die Parabraunerden aus Löß sind unter den hiesigen Klimaverhältnissen der Gefahr der Strukturzerstörung im Oberboden ausgesetzt. Diese Strukturzerstörung, die bei der natürlichen Bodenentwicklung beginnt (Gefügeeinsturz, s. Abb. 3), wird durch das Befahren gefördert und führt zur Übernässung dieser Böden im Frühjahr.

Um diesem Schaden abzuhelpfen, wurde bei der Neuanpflanzung von Apfel- und Birnbüschchen 1967 ein Teil der Fläche auf 80 cm Tiefe gepflügt, um einerseits durch die damit verbundene Lockerung die Übernässung zu beseitigen und andererseits durch Einmengen von tonreichem, gut aggregiertem  $B_t$ -Material in den tonernen, wenig aggregierten Oberboden ( $A_1$ -Horizont) dessen Strukturstabilität zu erhöhen (Schulte-Kerring 1968, Grosse 1964).

Die Vergleichsfläche neben der Tiefpflugfläche wurde routinemäßig bearbeitet, d. h. auf 25 cm Tiefe gepflügt, wobei hinter dem Pflugschar ein Wühlschar lief, das den Boden bis 40 cm lockerte.

#### 4. U N T E R S U C H U N G E N

##### METHODEN

Vor dem Tiefpflügen, sowie 1/4 Jahr, 1 Jahr und 3 Jahre nach dem Tiefpflügen wurde an drei Stellen (Oberhang, Mittelhang, Unterhang) Porenvolumen und -größenverteilung bestimmt. Um die gefundenen Tendenzen mit anderen Methoden abzusichern, wurde im Juni 1970 die Häufigkeitsverteilungen der Wasserleitfähigkeit (Hartge 1964) untersucht, im November 1969 Schlagsaondenmessungen durchgeführt und im Sommer 1970 die ungesättigte Wasserleitfähigkeit gemessen (Becher 1970).

##### ERGEBNISSE

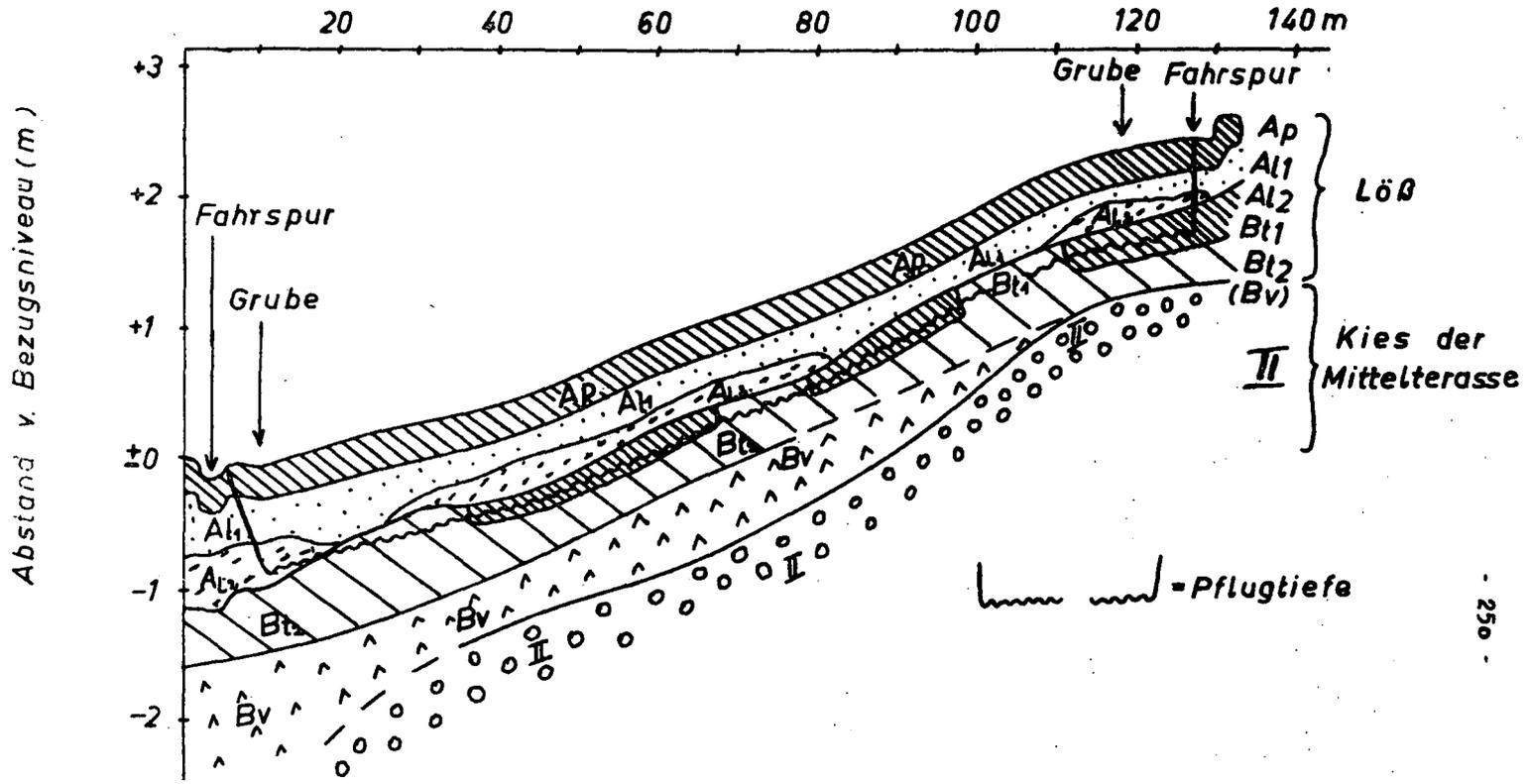
Wie die Aufgrabung bei der ersten Probeentnahme zeigte, hatte das Tiefpflügen am Oberhang die obersten 60 - 65 cm Boden erfaßt, wobei  $\sim 20$  cm  $B_t$ -Material erfaßt und als schräggestellte Balken nach oben gebracht wurden.

Am Unterhang war der Pflug etwa 80 cm tief eingedrungen, hatte dort aber kein  $B_t$ -Material mehr erreicht.

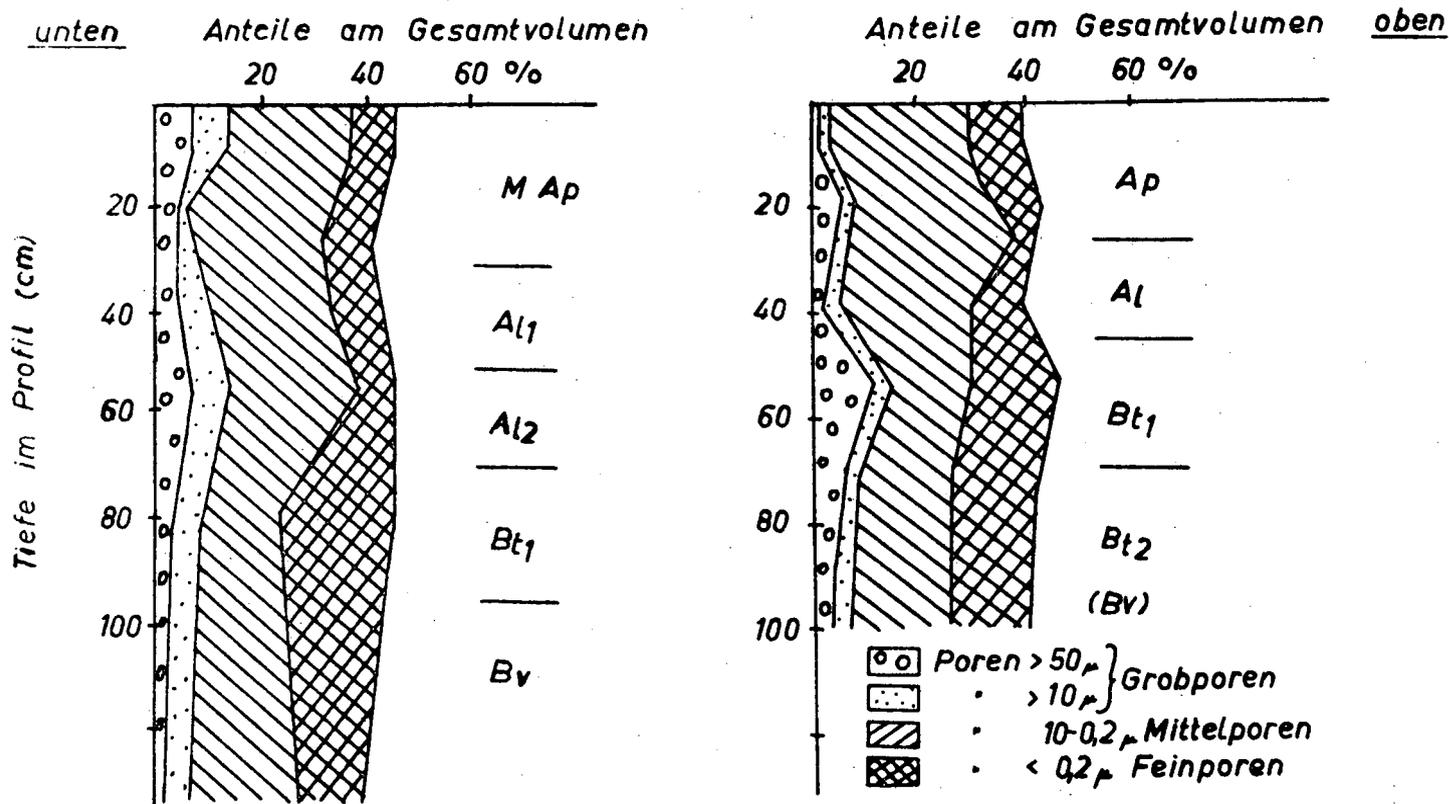
Die Bestimmungen der Porengrößenverteilungen ergaben, daß 1/4 Jahr nach dem Pflügen am Oberhang eine starke Zunahme des Grobporenanteiles feststellbar war, am Unterhang und am Mittelhang dagegen kaum ein Unterschied auftrat. Der Verlauf dieser Veränderungen ist in Tab. 3

Abb. 2

Querschnitt durch das Gelände des  
Tiefpflugversuches Ruthe



# Porengrößenverteilung am Ober und Unterende des Hanges vor Versuchsbeginn (Okt. 1967)



Tab. 1

Analysendaten zum Profil Oberhang, ungepflügt

Horizont		A <sub>p</sub>	A <sub>11</sub>	B <sub>t1</sub>	B <sub>t2</sub>	B <sub>t2</sub>
Tiefe im Profil (cm)		10-20	30-40	50-60	70-80	90-100
pH <sup>A</sup>	KCl	5,6	7,1	6,6	6,4	6,4
	H <sub>2</sub> O	6,4	7,6	7,5	7,5	7,5
	CaCl <sub>2</sub>	5,7	7,1	7,0	6,9	6,9
organisch C (%)		0,89	0,58	0,34	0,27	0,23
Austauschkapazität (Mehlich) (mval/100g)		8,87	7,51	8,79	12,74	11,29
Fe	oxal. (mg/100g)	170,0	165,0	152,0	145,0	123,0
	dith. "	482,50	476,25	615,0	925,0	817,50
Al	" "	54,4	49,0	62,4	78,2	72,6
Mn	" "	30,0	28,75	27,50	28,13	28,75
CaCO <sub>3</sub> (%)		0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Körnung (%) (μ)	600-2000	0,7	0,3	0,1	0,3	0,5
	200-600	3,1	2,4	1,2	4,2	10,6
	60-200	2,7	5,9	0,4	3,4	10,3
	20- 60	56,8	50,8	53,0	45,1	38,5
	6- 20	19,9	22,8	21,5	20,4	19,6
	2- 6	4,3	3,8	3,7	3,2	2,6
<2	12,5	13,8	20,1	23,4	17,9	

Tab. 2

Analysendaten zum Profil Unterhang, ungepflügt

Horizont		M/Ap	A <sub>11</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	B <sub>t</sub>
Tiefe im Profil (cm)		10-20	30-40	50-60	70-80	90-100
pH	KCl	6,5	6,6	7,2	6,6	6,6
	H <sub>2</sub> O	7,5	7,2	7,6	7,3	7,1
	CaCl <sub>2</sub>	6,9	6,6	7,1	6,9	6,7
organisch.C (%)		0,26	0,97	0,73	0,39	0,39
Austauschkapazität (mval/100g) (Mehlich)		11,15	9,37	9,08	7,83	7,76
Fe	oxal.(mg/100g)	160,0	185,0	187,0	192,0	173,0
	dith. "	697,50	442,50	435,00	427,50	386,25
Al	" "	70,2	129,5	53,8	53,4	52,6
Mn	" "	28,13	31,0	31,0	32,50	31,25
CaCO <sub>3</sub> (%)		0,5	0,5	0,4	0,0	0,0
Körnung (%) (μ)	600-2000	0,4	0,5	0,2	0,2	0,1
	200- 600	2,6	2,3	1,9	1,7	1,1
	60- 200	3,3	3,3	2,0	0,7	1,3
	20- 60	58,1	62,8	57,0	51,3	54,2
	6- 20	19,8	16,6	22,7	31,0	19,7
	2- 6	3,9	3,6	4,4	4,4	4,0
< 2		11,9	10,9	11,8	10,7	19,6

Tabelle 3

Veränderung der Grobporenanteile im ganzen gepflügten Bereich im Verlaufe der Zeit, ausgedrückt durch ihren Anteil an der Gesamthöhe der gepflügten Schicht (cm).

Ausgangszustand							Normalbehandelte Parallelele, Juni 1970
	Okt. 1967	April 1968	Okt. 1968	April 1970	Juni 1970		
Oberhang	2,8	9,2	4,5	4,5	2,5	0,7	
Unterhang	3,5	2,7	3,7	3,0	3,5	3,2	

Werte für den Oberhang umgerechnet auf die gleiche Pflugtiefe wie beim Unterhang (80cm)

dergestellt, wobei der Grobporenteil durch die Niveauperänderung der Bodenoberfläche ausgedrückt ist, die als Folge der Veränderung des Porenanteiles auftritt. Diese Niveauezunahmen entsprechen im Maximalfall (April 1968) einer mittleren Zunahme des Grobporenanteiles gegenüber dem Ausgangszustand um  $\sim 0,8\%$ , bezogen auf das Gesamtporenvolumen im gesamten Pflugbereich. Volumenbestimmungen geben aber bekanntlich stets nur schwache Ausschläge, deshalb wurden gegen Ende der Beobachtungsperiode empfindlichere Methoden herangezogen.

So ergeben die Sondenmessungen am Ober-, Mittel- und Unterhang gleichsinnig einen größeren Eindringwiderstand bei dem tiefgepflügten Boden als bei der normal bearbeiteten Fläche.

Die Unterechiede (Tab. 4) sind in 0 - 30 cm am größten, aber auch in 60 bis 80 cm Tiefe noch feststellbar.

Die Häufigkeitsverteilungen der Wasserleitfähigkeit (Abb. 4 und 5), die einen empfindlichen Anzeiger von Veränderungen im Porensystem bilden, zeigen einen deutlichen Einfluß der Tiefbearbeitung in den in den Abbildungen durch Schraffuren hervorgehobenen Horizonten, und zwar stets eine Verkleinerung der Wasserleitfähigkeit, offensichtlich durch Zerstörung eines Porensystems mit hoher Wasserleitfähigkeit zugunsten des Primärporensystems oder eines diesem ähnlichen Systems (Hartge u. Beilly, 1970). In den  $A_p$ -Horizonten sind die Einflüsse des Tiefumbruches durch die Nachbearbeitung überdeckt, in  $> 65$  cm bei Oberhang und  $> 80$  cm Tiefe am Unterhang zeigen die Übereinstimmungen der Verteilungsformen die Eigenschaften des unberührten Ausgangsmaterials im  $B_t$ -Horizont.

## 5. DISKUSSION

### PRAKTISCHER ERFOLG

Wie die beschriebenen Ergebnisse zeigen, ist dieser Versuch vom Standpunkt des Gelingens des Tiefumbruchs her ein Mißerfolg. Ein Lockerungseffekt war nur im ersten Versuchsjahr am Oberhang feststellbar. Schlagsonden- und Wasserleitfähigkeitsmessungen deuten außerdem auf eine Vergrößerung der Lagerungsdichte hin, die offenbar am Unterhang stärker ausgeprägt ist als am Oberhang. Im Einklang hiermit steht die Beobachtung, daß die Vernässung im Frühjahr 1970 im Vergleich zu den Nachbarparzellen keineswegs vermindert war.

### BODENKUNDLICHER ERFOLG

Der bodenkundliche Erfolg dieses in einer Versuchsanlage durchgeführten Tiefumbruchs ist sehr viel größer als der praktische, weil er ermöglicht, die Bedingungen abzugrenzen, unter denen eine solche Maßnahme erfolgversprechend bzw. nachteilig ist.

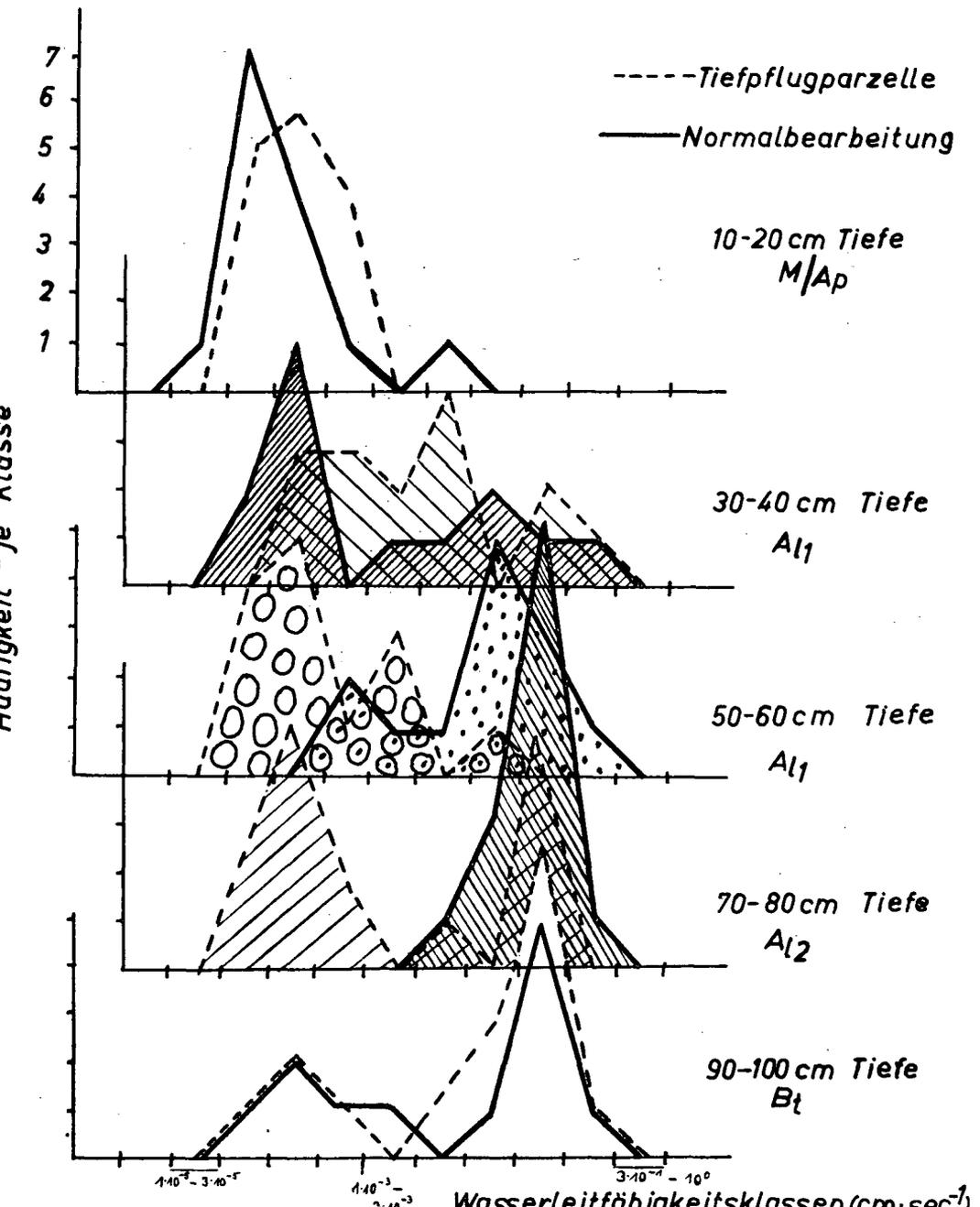
Die Porengrößenverteilungen vor dem Tiefumbruch (Abb. 3) zeigen nämlich, daß in den tieferen Profiltteilen eine verhältnismäßig grobporenreiche Lagerung vorlag. Bei einem so großen Porenvolumen von etwa 45 % ist offenbar eine weitere Lockerung nur sehr kurze Zeit beständig, und zwar wie Tab. 3 erkennen läßt, im  $B_t$ -Material länger als im  $A_1$ -Material.

Die Struktur im  $A_1$ -Material am Unterhang muß wohl im vorliegenden Fall als Reliktstruktur aus früheren Bodenentwicklungszuständen angesehen werden. Sie war lockerer und grobporenreicher als es der Strukturstabilität des heutigen Materials entspricht und ist wohl nur erhalten geblieben, weil die Beanspruchungen bei der Normalbearbeitung nicht bis in diese Tiefen reichen. Durch den Tiefumbruch wurde die Reliktstruktur teilweise zerstört. Daher wurde die Wasserleitfähigkeit in diesem Bereich gegenüber den Werten der Vergleichsparzelle verkleinert (Abb. 4 und 5) und dementsprechend der Eindringwiderstand erhöht (Tab. 4).

Dieses Ergebnis führt zu folgender Schlußfolgerung: Wenn ein Tiefumbruch geplant ist, dann muß man vorher das Porensystem des Bodens untersuchen, genau wie man den pH-Wert bestimmt, bevor man den Boden kalkt. Liegt das Porenvolumen in der Größenordnung von 45 %, so ist in Lößböden kaum mit

Abb. 4

# Häufigkeitsverteilung der Wasserleitfähigkeit (cm·sec<sup>-1</sup>) Profilgrube am Unterhang



Häufigkeitsverteilung der Wasserleitfähigkeit (cm·sec<sup>-1</sup>) Profilgrube am Oberhang

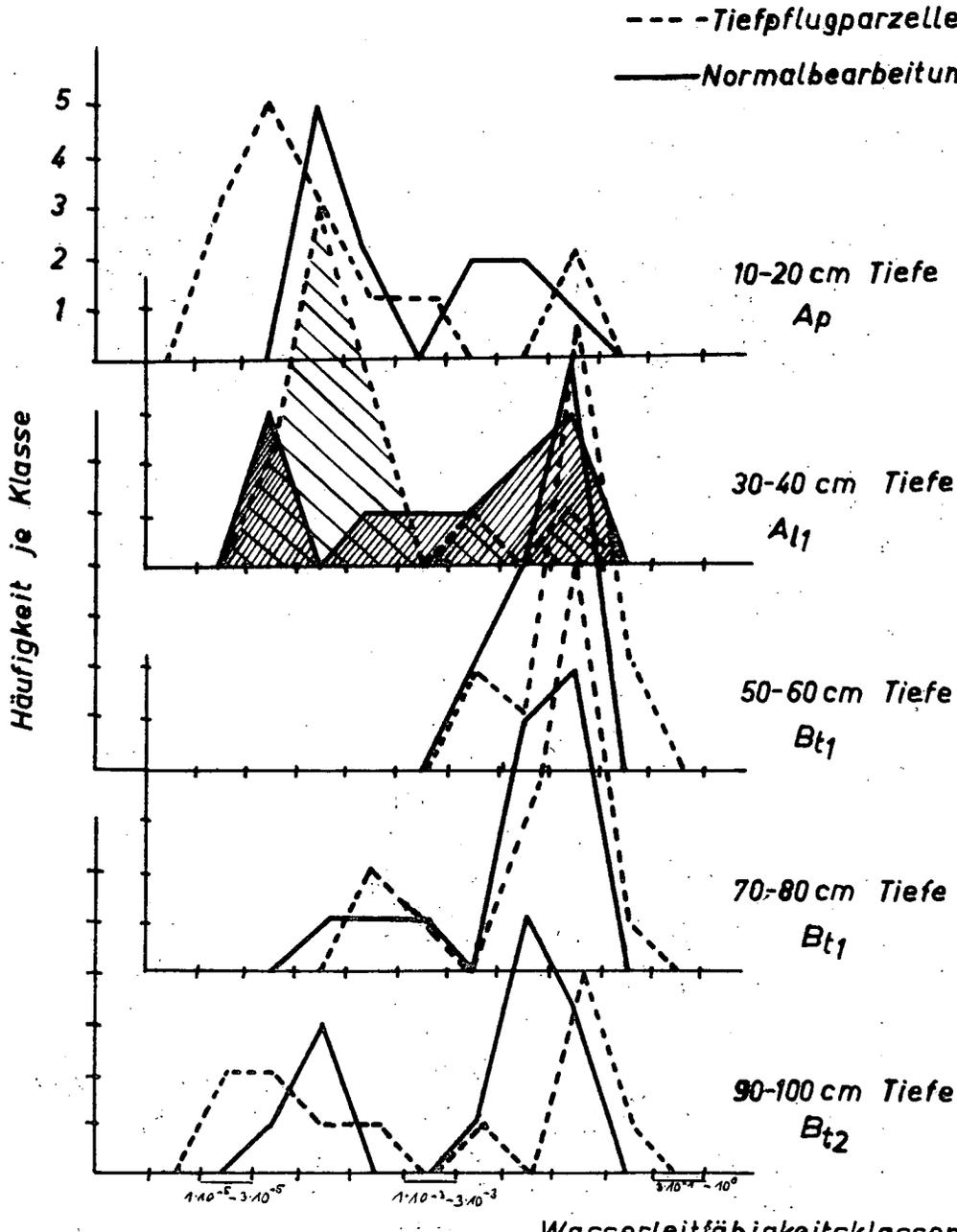
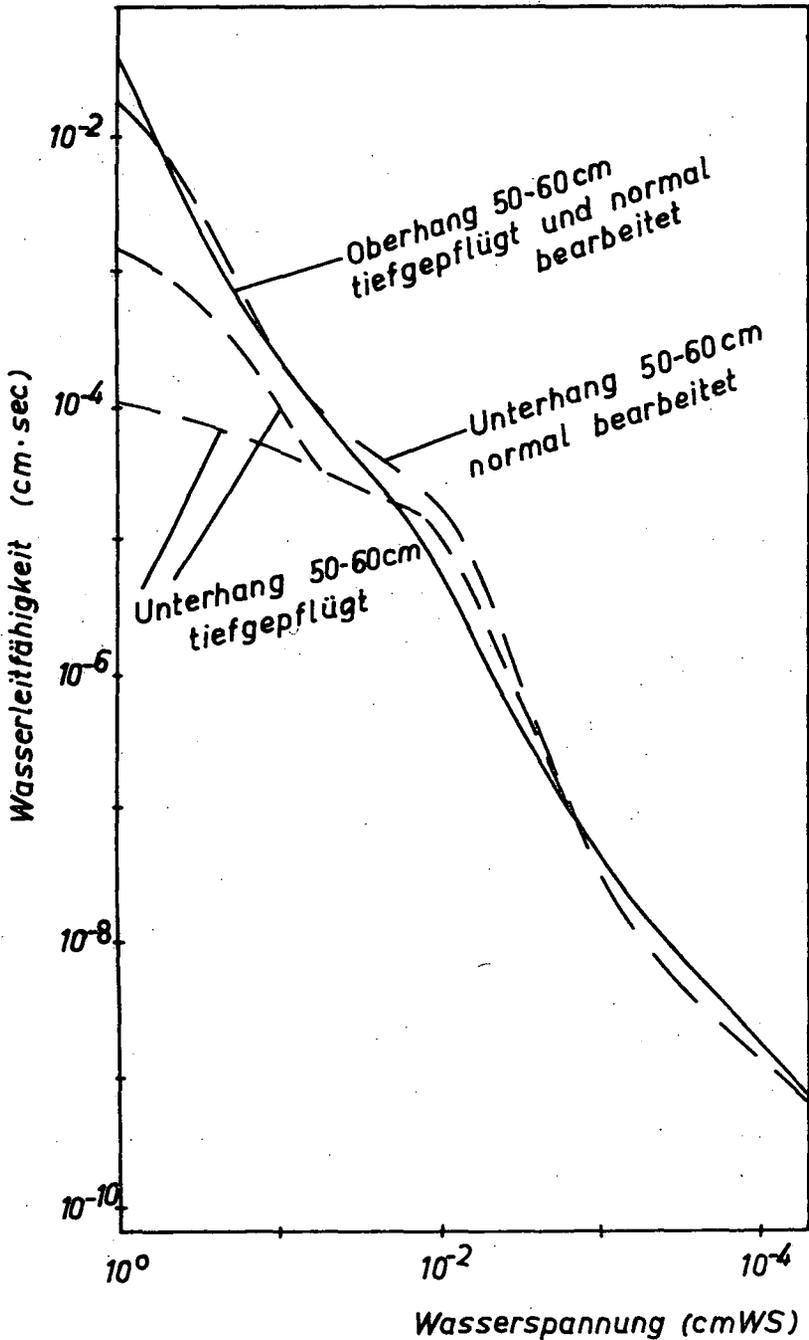


Tabelle 4

Eindringtiefe der Schlagsonde (cm je 5 Schlag)

Bodentiefe	Hanglage	Tiefpflugparzelle	Vergleichsparzelle
0-30cm	oben	35	47
	mitte	27	41
	unten	30	49
60-80cm	oben	18	21
	mitte	12	19
	unten	17	22

# Abb. 6 Wirkung des Tiefpflügens auf die ungesättigte Wasserleitfähigkeit



weiteren Lockerungserfolgen auf lange Sicht zu rechnen. Bei Material mit geringer Sackungsstabilität besteht vielmehr die Gefahr, daß das vorhandene Porensystem zerstört und damit eine Verschlechterung gegenüber dem Ausgangszustand hervorgerufen wird.

Liegt das Porensystem dagegen in der Größenordnung von 40%, so kann man bei sackungsstabilem Material mit dem Bestehenbleiben einer gewissen Lockerung rechnen, bei unstabilem Material besteht kaum die Gefahr der Schädigung.

Nur wenn das Porenvolumen  $< 40\%$  ist, d.h. wenn so gut wie keine Grobporen im Löß vorhanden sind, kann man ohne Sorge um Mißerfolge lockern. Man muß dabei aber umso sorgfältiger auf vorsichtige Durchführung achten, je unstabiler das zu lockernde Material ist.

#### MESSTECHNISCHE ERGEBNISSE

Die hier dargestellten Ergebnisse lassen erkennen, daß die Bestimmung von Porenvolumen und Grobporenanteil eine wichtige Basis für die Entscheidung über die Umbruchfähigkeit darstellen.

Man kann jedoch auch weiter hier noch erkennen, daß diese beiden Größen verhältnismäßig unempfindliche Parameter des Porensystems darstellen. Die Veränderung der Verteilungen der Wasserleitfähigkeit und der Schlagsondenmessungen sind im Vergleich hierzu viel empfindlicher und zeigen noch Veränderungen an, wo die Volumenbestimmungen nichts mehr erkennen lassen.

Die Untersuchung der ungesättigten Wasserleitfähigkeit ergab schließlich, daß alle Horizonte aller 4 Gruben bei Wasserspannungen von  $\sim 8 \cdot 10^2$  cm WS aufwärts weitgehend gleiche Werte ergaben (Abb. 6). Durch den Tiefumbruch wurde offenbar nur die Wasserleitfähigkeit der geringen Saugspannungen verändert. Die Veränderung zeigte sich vor allem durch ein weites Auseinanderziehen der Meßwerte von Parallelen, das in gleicher Weise auf zweigipflige Verteilungen hinweist, wie die in Abb. 4 und 5 dargestellten Ergebnisse.

Allen Veränderungen gemeinsam ist, daß der Tiefumbruch fast ausschließlich Verkleinerungen der ungesättigten Wasserleitfähigkeit zur Folge gehabt hat. Abb. 6 zeigt als Beispiel die Veränderungen in je einem vom Tiefumbruch betroffenen und einem nicht betroffenen Horizont.

Das Ergebnis deutet wohl darauf hin, daß das Beispiel vom Oberhang eine stabilere Struktur aufweist, als das vom Unterhang und stützt damit die Aussagen der in Tab. 3 gezeigten Veränderungen der Prozentanteile.

## 6. L I T E R A T U R

1. Bailly, F., und Hartge, K.H. (1966)  
Z. Pflanzenernähr., Düngg., Bodenkunde 115,  
17 - 28
2. Becher, H.H. (1970) Eine Methode zur Messung der Wasserleitfähigkeit  
von Böden im ungesättigten Zustand.  
Diss. TU Hannover
3. Grosse, B. (1964) Ber. VIII, Int. Bodenkdl. Congr. Bukarest 2,  
611-618
4. Hartge, K.H. (1964) Z. Pflanzenernähr., Düngg., Bodenkunde 103,  
197-209
5. Hartge, K.H., und Bailly, F. (1970)  
Geoderma 4, 139-149
6. Schulte-Kerring, H. (1968)  
Mitt. Deutsche Bodenkdl. Ges. 8, 99-112

Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 263 - 272 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

OELKERS, K.H., u. HARTGE, K.H.:

## **Ein brauner kalkhaltiger Auenboden im Leinetal südlich Hannover.**

Dr. K.H.Oelkers, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,  
3 HANNOVER-BUCHHOLZ, Alfred-Bentz-Haus, Stilleweg 2

Prof. Dr. K.H. Hartge, Institut für Bodenkunde der TU,  
3 HANNOVER, Herrenhäuser-Str. 2

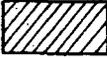
Legende zu Abb.1  
zur Bodenkarte 1:5000,  
Ausschnitt aus dem Leinetal

2a  Geschichteter junger graubrauner kalkhaltiger Auenboden

2b  Junger graubrauner kalkhaltiger Auenboden, schwach geschichtet

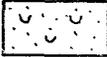
2c  Junger graubrauner kalkhaltiger Auenboden, ab 6-8 dm verglejt

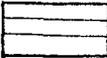
2d  Junger graubrauner bis brauner kalkhaltiger Auenboden

2e  Junger brauner kalkhaltiger Auenboden

3  Brauner kalkhaltiger Auenboden

4  Brauner kalkhaltiger Auenboden über graubraunem Auenboden

5  Brauner kalkhaltiger Auenboden, ab 6-8 dm verglejt

6  Graubrauner bis brauner Auenboden

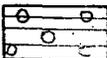
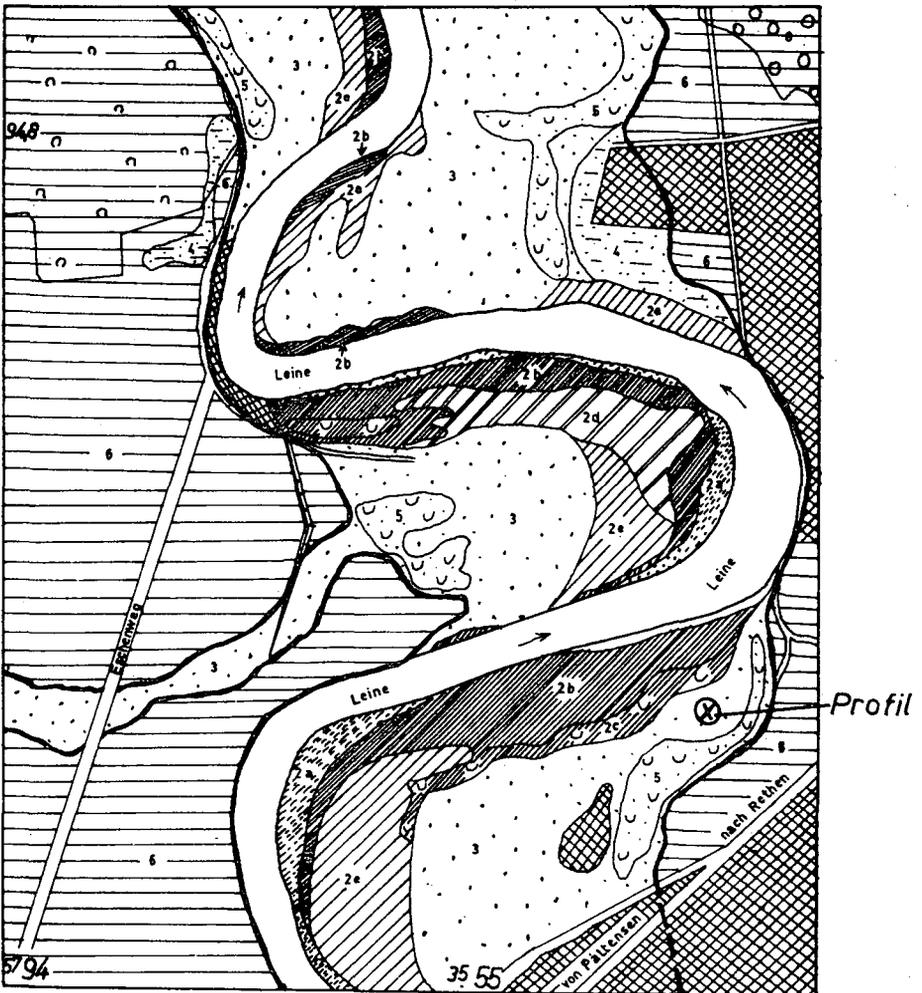
8  Graubrauner bis brauner Auenboden, ab 4-6 dm verglejt

Abb.1  
Bodenkarte 1:5000

- 265 -

Ausschnitt aus dem Leinetal zwischen  
Rethen und Koldingen

auf-  
genommen: K.H. Oelkers Nieders. Landesamt für  
Bodenforschung



Leg: Leinetal südlich von Hannover, etwa 100 m nördlich der Bundesstraße 443 zwischen Koldingen und Rethen in Höhe des Kilometersteins 10.

R 355522 H 579428

Die Leg ist außerdem aus der dieser Arbeit beigelegten Bodenübersichtskarte 1 : 25 000 zu ersehen. Das Rechteck in der linken oberen Ecke dieser Karte ist in der Abb. 1 im Maßstab 1 : 5 000 noch einmal dargestellt.

Klima: Mittlere Niederschlagssummen: 550-600 mm/Jahr; 180-200 mm/Veg. Periode (Mai - Juli)

Mittlere Lufttemperatur: 8-9°C/Jahr; 15-16°C/Veg.Periode

Aufgenommen: August 1970

Nutzung: Weide

Geologie: a) Nähere Umgebung: Die holozäne Taleue der Leine erreicht in diesem Talebschnitt eine Breite von etwa 2 km. Im Westen grenzt sie an eine Steilkante der um 10 - 12 m höher gelegenen Mittelterrasse; im Osten steigt das Gelände dagegen nur allmählich zu einem nur wenige Meter höhergelegenen Mittelterrassenrest.

Die Taleue ist lückenlos mit Auenlehm von durchschnittlich 1,5 - 2 m Mächtigkeit bedeckt; darunter folgen Sande und Kiese. Die Auenlehme lassen sich drei Sedimentationsperioden zuordnen, von denen der älteste in der Zeit vom älteren Abschnitt des Atlantikums bis zum Subboreal, der mittlere von der späten Eisenzeit bis ins frühe Mittelalter, und der jüngste seit etwa 1400 n. Chr. bis in die jüngste Zeit sedimentiert worden ist.

b) Ausgangsgestein des Profils: Das ausgewählte Profil befindet sich auf der höchsten Stufe eines Gleithanges, der sich aus einer Sequenz von Auenlehmen des jüngsten Auenlehmkomplexes zusammensetzt.

Die Auenlehme bestehen vorwiegend aus tonig-schluffigem Solum-Material erodierter Lößböden.

Bodentyp und genetische Deutung: Nach den Vorschlägen der Kommission für Bodensystematik der DBG (Mückenhausen 1962) ist das Profil als allochthoner kalkhaltiger brauner Auenboden (Kalkvege) zu bezeichnen. Der Boden stellt ein Glied einer Entwicklungsreihe dar, an deren Anfang ein stark mit organischer Substanz angereicherter deutlich geschichteter Auenboden steht. Mit abklingender Sedimentation werden zunächst biogene Prozesse für die weitere Entwicklung bestimmend. Durch vollständige Homogenisierung entsteht zunächst ein tiefgründig humoser, graubrauner Auenboden mit der Horizontfolge Ah-AM. Durch weiteren Abbau der angereicherten organischen Substanz bis zu einem Gleichgewichtszustand entsteht der braune Auenboden mit der Horizontfolge Ah-M. Der Entkalkung, die erst mit dem Ausklingen der Sedimentation einsetzt, schließt sich die Entbasung infolge des noch andauernden Einflusses kalkhaltigen Grundwassers nur zögernd an. Verbraunungsprozesse als Folge einer Silikatverwitterung sind zu vermuten, aber infolge der Eigenfarbe der Auenlehme an der Profilwand nur schwer zu erkennen.

Profilansprache: Die Gefügeensprache erfolgte bei relativ stark ausgetrocknetem Profil. Das Gefüge eines braunen Auenbodens läuft zum Untergrund hin in der Regel in ein brüchig kohärentes Gefüge aus. Die starke Gefügebildung bis in große Tiefe deutet hier auf eine Mehrschichtigkeit des Profils hin.

- Ah 0 - 15 cm dunkelgraubrauner (10YR 3/2-3/3), stark humoser, stark schluffiger Ton; kalkhaltig; stark durchwurzelt; Feinpolyeder- bis Krümelgefüge, sehr locker, sehr stark porös;
- (A)M 15 - 26 cm graubrauner (10YR 4/2), humoser, stark toniger Schluff; kalkhaltig; durchwurzelt; schwach ausgebildetes Prismengefüge, zerfallend in gut ausgebildete Polyeder, z. T. Feinpolyeder, locker, stark porös;
- M 1 26 - 39 cm brauner (10YR 4/3), humoser, stark schluffiger Ton; kalkhaltig; schwach durchwurzelt; gut ausgebildetes grobes Prismengefüge, zerfallend über kleinere Prismen und Grobpolyeder in Polyeder bis Feinpolyeder, locker, stark porös;

- M 2 39 - 64 cm brauner (10YR 4/3), schwach humoser, stark schluffiger Ton; kalkhaltig; gut ausgebildetes grobes Prismengefüge, zerfallend über kleinere Prismen und Grobpolyeder in Polyeder, locker, stark porös;
- M 3 64 - 105 cm brauner (10YR 4/3), schwach humoser, stark schluffiger Ton; kalkhaltig; schwach ausgebildetes grobes Prismengefüge, zerfallend über gut ausgebildete kleinere Prismen in schwach ausgebildete Polyeder, locker, stark porös;
- M 4 105 - 120 cm brauner (10YR 4/3), schwach humoser, stark schluffiger Ton; kalkhaltig; schwach ausgebildetes grobes Prismengefüge, zerfallend über gut ausgebildete Grobpolyeder bis in Feinpolyeder, locker, porös.

#### Chemische und physikalische Eigenschaften

Wie die in Tab. 1 dargestellten Werte zeigen, handelt es sich um einen schluffreichen Boden, dessen Körnungen in der Gegend des A(M)-Horizontes eine Unstetigkeit zeigt. Diese Unstetigkeit, die auch in dem Anteil an organischer Substanz auftritt, hängt offenbar mit der 2-Schichtigkeit des Profils zusammen. Die für Auenlehm typische Zunahme des Tongehaltes mit zunehmender Aufhöhung des Profils ist hier nicht erkennbar. Das Profil ist in seiner ganzen Tiefe kalkhaltig und die pH-Werte liegen dementsprechend gleichmäßig hoch.

Die Porenverteilung (Abb. 2) zeigt eine sehr lockere Lagerung an, bei der vor allem der hohe Anteil an groben Poren  $>50 \mu$  bemerkenswert ist, denn bei der vorliegenden Korngrößenverteilung können diese nur strukturbedingte, nicht aber texturbedingte Poren sein. Die Einschnürung im Porensystem in ca. 25 cm Tiefe macht die Lockerheit und damit Verdichtbarkeit der übrigen Tiefen besonders deutlich. Ihre Ursache ist aus den Analysendaten allein nicht rekonstruierbar.

Die Wasserleitfähigkeit (Abb. 2) zeigt die Einheitlichkeit der Struktur besonders deutlich. Auch in der dichter gelagerten Zone in 25 cm Tiefe ist sie im ganzen nicht kleiner als im übrigen Boden. Die Verdichtung

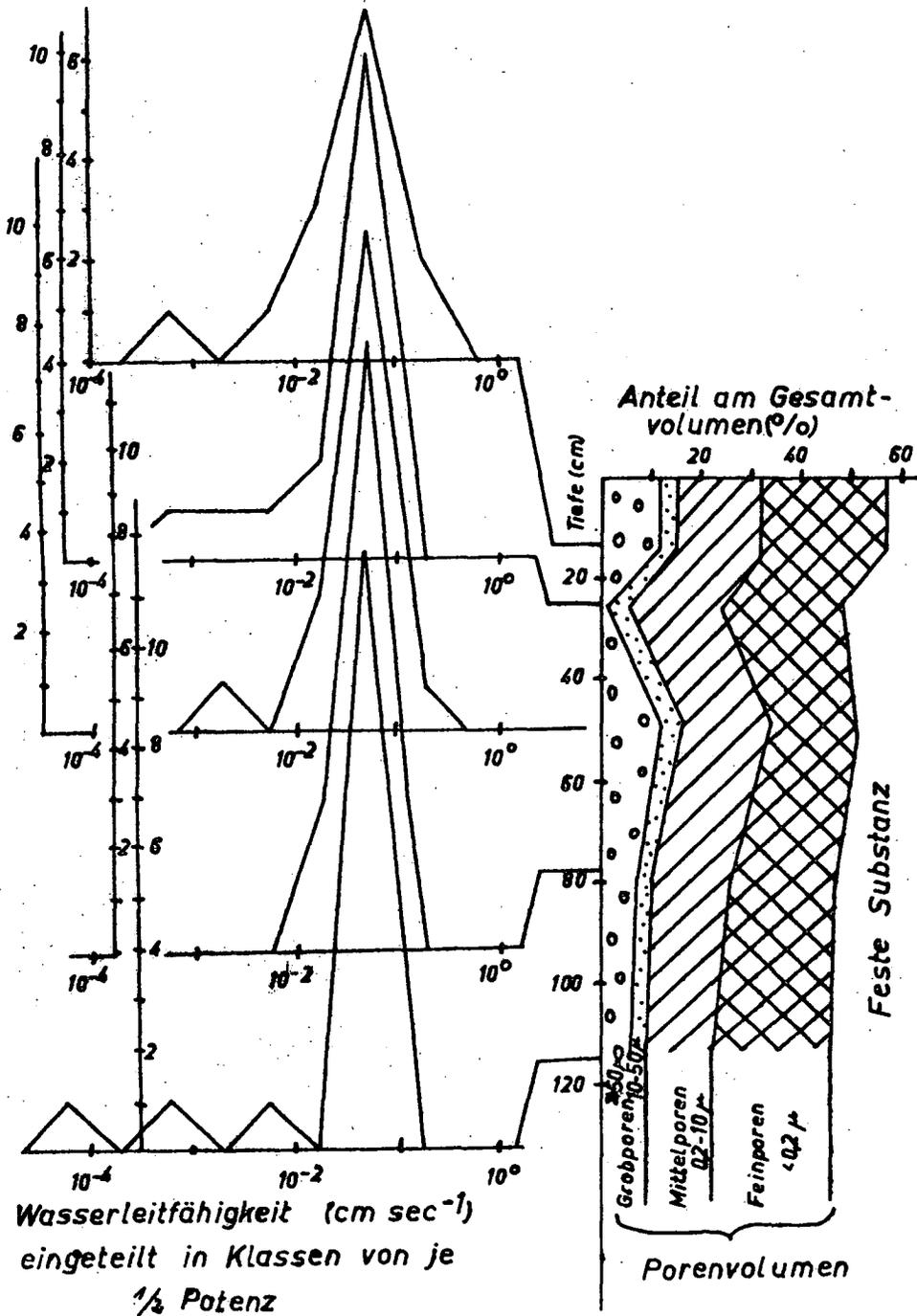
Tab. 1

Chemische und physikalische Untersuchungen zum braunen Auenboden

Horizont	Ah	(A)M	M1	M2	M3	M4
Tiefen im Profil (cm)	5-12	20-25	30-35	45-55	70-80	110-120
pH (KCl)	7,3	7,0	7,7	7,9	7,9	8,0
(H <sub>2</sub> O)	6,8	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2
(CaCl <sub>2</sub> )	6,9	7,1	7,3	7,4	7,4	7,4
org. C (%)	5,6	1,1	n.b.	3,0	1,0	0,9
Austauschkapazität(AK) (mval/100 g) (Mehlich)	26,3	23,2	20,4	16,3	18,6	19,1
Fe oxal. (mg/100 g)	510	510	460	440	440	420
dith. "	1080	1320	1080	950	1210	1200
Al oxal. "	70	150	60	120	140	130
NaOH "	300	340	390	300	210	360
Mn dith. "	35,2	45,8	45,3	29,8	16,7	30,0
K <sub>2</sub> O (Lakt.) "	41	24	15	8	6	6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Lakt.) "	37	10	6	4	4	3
CaCO <sub>3</sub> (%)	1,5	2,0	2,7	2,9	3,3	3,0
Körnung (%)						
600 - 2000 μ	0	0	0	0	0	3
200 - 600 μ	1	0	1	1	0	1
60 - 200 μ	7	4	2	5	3	0
20 - 60 μ	27	48	36	31	35	33
6 - 20 μ	23	20	21	25	28	26
2 - 6 μ	13	8	11	12	10	11
2 μ	29	20	29	26	24	26

Auenlehm Rethen/Koldingen

Häufigkeit des Auftretens je Klasse



äußert sich hier nur in der Anzahl der Parallelen mit kleinerer Wasserleitfähigkeit, sie ist also offenbar nur sehr ungleichmäßig über die Fläche verteilt. Die hohe Wasserleitfähigkeit bis zu den darunter anstehenden Kiesen und Sanden ist für derartige Böden kennzeichnend. Sie allein ermöglicht den oft beobachteten schnellen Wechsel des Grundwasserstandes im Rhythmus mit dem Wasserstand des Flusses und verhindert die Ausbildung von Staunässeerscheinungen.

Meliorationshinweise:

Außer einem wirksamen Hochwasserschutz bedarf der Boden keiner Verbesserung.



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13,273 - 280(1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

KUNTZE, H.:

## **Bewässerungswiesen in der Aller-Niederung.**

Prof. Dr. H. Kuntze, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,  
Außeninstitut für Moorforschung und angewandte Bodenkunde,  
28 BREMEN, Friedrich-Mißler-Str., 46-48

Exkursionsroute

Vorbereitung H. Kuntze u. H. Bruns

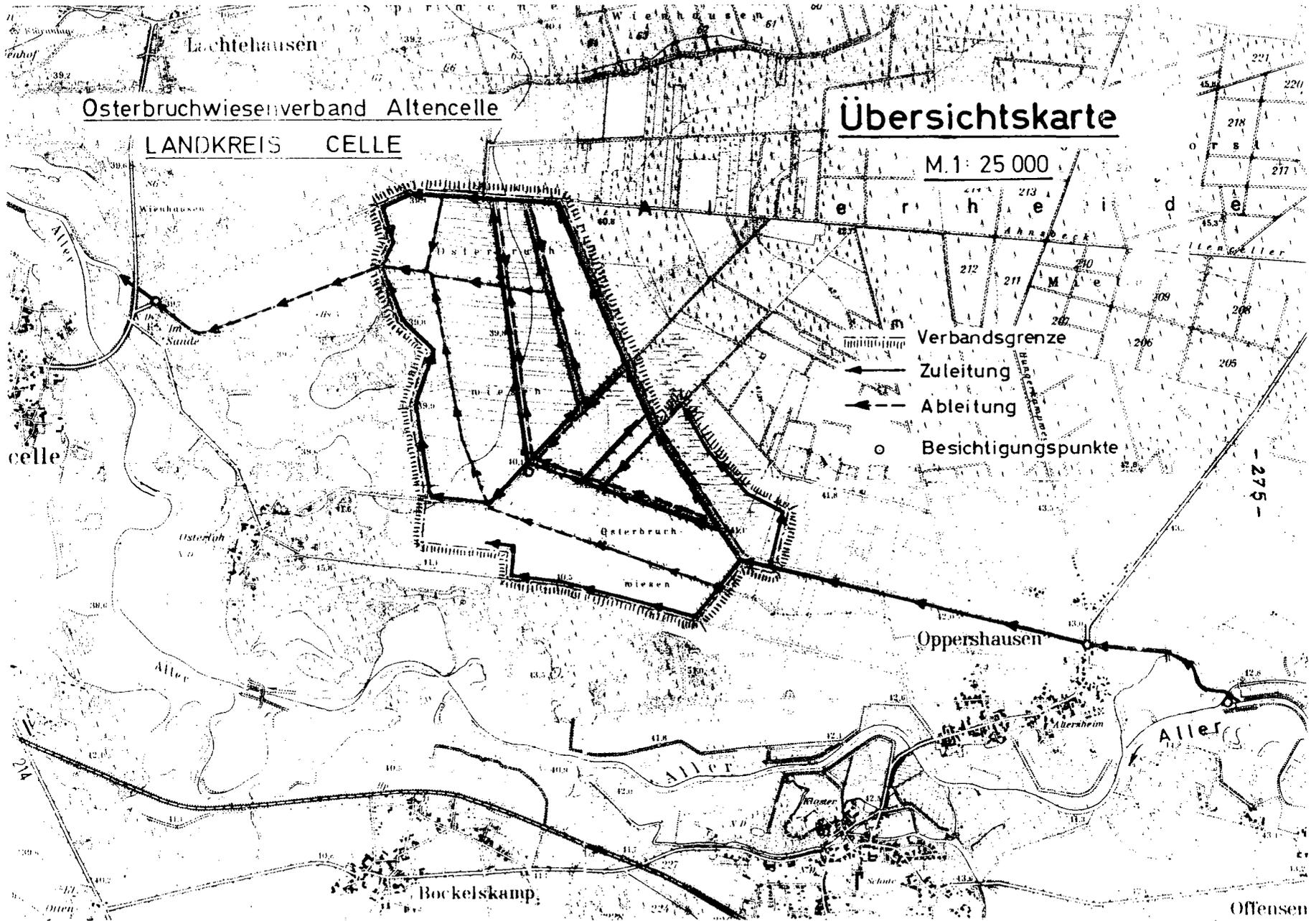
Von Hannover B 3 über Kirchhorst - Ehlershausen bis Nienhagen (30 km) tritt in Nord-Südrichtung der Charakter der anthropogen veränderten Heidelandschaft immer stärker in Erscheinung: Zunächst Braunerden und Parabraunerden aus z.T. Sandlöß, bei ständigem Ackerbau gefährdet durch Winderosion. Im Raum Burgdorf mit künstlicher Beregnung besonders intensiver Feld-Gemüsebau. Bei Ehlershausen berührt die B 3 das Grossmoor, westlich das ombrogen aufgewölbte Hochmoor, östlich ein zur absoluten Grünlandnutzung bestimmtes Niedermoor. Daran schliessen sich nördlich verbreitet Gley-Podsol und Podsol aus pleistozänem-holozänem Sand teilweise über sandig-lehmiger Grundmoräne an.

Östlich Nienhagen gelangen wir in das breite in SO-NW-Richtung verlaufende Allerurstromtal. Vorwiegend schluffig-tonige holozäne Auen-sedimente sind zu Gleyen entwickelt, die vornehmlich bei oberflächen-nahem Grundwasser als Grünland genutzt werden. Im Urstromtal befinden sich auf nicht erodierten Schollen der Grundmoräne Braunerden, Braunerden-Podsole aus Sand bis lehmigem Sand mit guten Möglichkeiten der Ackernutzung. Die aufgewehten Flussdünen sind podsoliert und in der Regel von Kiefernwäldern bestockt.

Nach 15 km überqueren wir im Ort Wienhausen die Aller, einen Nebenfluß der Weser, schiffbar ab Celle. Wienhausen ist berühmt durch sein in Backsteingotik wohl erhaltenes Kloster mit weltberühmten alten Gobelin-Fresken und Skulpturen (Besichtigung im Anschluss an die Fachexkursion). Die Fachexkursion beginnt am neuerbauten Allerwehr.

Zurück über Wienhausen - Altencelle gelangen wir nach ca. 10 km in das Zentrum des Osterbruchs, wo eine alte Hauptverteilerstelle die Bewässerung aus dem Hauptzuleiter in die Zuleiter durch Stauwehre ermöglicht. In seiner Nähe ein für dieses Gebiet typisches Profil (Anmoorgley).

Rückfahrt über Wienhausen (Kaffeepause, Klosterbesichtigung) und Celle (Stadtrundfahrt, Altstadthäuser, Barock und Weserrenaissance, Schloss Rathaus) nach Hannover (50 km).



## DER "HANNOVERSCHE RÜCKENBAU"

### 1.) Der Hannoversche Rückenbau

Von in Deutschland zur Rieselbewässerung vornehmlich im 19. Jhdt. angelegten 300 000 ha Kunstwiesen sind im Osterbruch bei Celle rd. 300 ha teilweise noch in Betrieb (Abb. 1). Eine moderne Grünlandbewirtschaftung macht aber auch hier den Wechsel von der Oberflächenbewässerung zur Unterflurbewässerung durch Grundwasseranstau oder Kulturartenwechsel erforderlich.

Aufwendige Bewässerungsanlagen lassen heute noch erkennen, welchen Wert man der "düngenden" bzw. anfeuchtenden Bewässerung des Grünlandes in den Geestlandschaften früher beigemessen hat. Über ein Stauwehr in einer Allerschleuse 2 km NO von Wienhausen wird Flusswasser durch einen Hauptzuleiter über rd. 4 km in die Osterbruchwiesen geleitet. Dort befindet sich eine zentrale Hauptverteilerstelle, welche die alternierende Bedienung mehrerer Zuleiter gestattet. Die Wiesen selbst sind nun nach dem Verfahren des Hannoverschen Rückenbaus künstlich umgestaltet (s.a. Abb.2): jeweils 80 - 300 m lange und 15 - 40 m breite aufgewölbte Beete tragen in ihrer Mitte, auf ihrem "Rücken", sich allmählich vom Einlass bis zum Auslauf verengende, im Mittel 0,6 m breite und 0,3 m tiefe Zuleiterrinnen (Z). In diese wird meist über kleine Einlassbauwerke aus dem Zuleiter das Wasser eingeleitet bis es beidseitig in dünner Schicht (1-2 cm Höhe) dem künstlichen Gefälle (4-6 %) folgend in die Ableiterrinnen (A) in den Senken zwischen jeweils 2 Rücken rieselt. Von dort gelangt es über Ableitergräben zum rd. 3 km langen Hauptableiter, der flussabwärts nördlich Altencelle wieder in die Aller mündet. Man bewässerte früher vornehmlich zum Zwecke der Anfeuchtung im Sommer in Trockenperioden je nach Durchlässigkeit und Wassergehalt des Bodens 0,5 - 3 Tage (t) mit nachfolgender Perkolations- und Entwässerungszeit von 5 - 20 x t. Anlage und Betrieb lassen erkennen, dass derartige Bewässerungseinrichtungen nur bei hohem Unterhaltungsaufwand auf genossenschaftlicher Grundlage funktionieren. Wirtschaftliche und arbeitstechnische Gründe haben daher zur Aufgabe dieses alten Bewässerungsverfahrens gezwungen. War es auf diesem Standort überhaupt erforderlich ?



## DAS OSTERBRUCH

Trotz künstlicher Umgestaltung der Bodenoberfläche lässt der Aspekt der Landschaft ihren Ursprung aus Auenbruchwald erkennen. Wir befinden uns + 41 - 47 NN im hier bis zu 15 km breiten Urstromtal der Aller, einer schon im Tertiär vorgebildeten Mulde, die im Pleistozän nach Erosion etwa 20 m mit meist mittelkörnigem Sand aufgefüllt wurde. Später aufgewehte Flussdünen begleiten dieses weite Tal. Im Holozän kam es zur Ausbildung einer bis zu 1 m mächtigen Hochflutlehmdecke, die örtlich jedoch fehlen kann. In den flussferneren Senken wuchs ein Erlenbruchwald auf Schilfseggentorfen. Die Niedermoortorfe sind meist schon stark zersetzt. Vorherrschende Bodentypen sind in Tallage neben Niedermoor Anmoorgley, Gley, Gley-Podsol aus Sand bis lehmigem Sand, auf den höheren Ufern in den Dünen Podsol aus Flugsand, in Hochflächen auch Braunerde-Podsol, örtlich bei bindigem Unterboden pseudovergleyt. Im Osterbruch wird anlässlich der Exkursion am 29.8.1971 ein anthropogen umgestaltetes Anmoorgley-Profil aus Sand demonstriert.

Mit durchschnittlich 700 mm Niederschlagshöhe (400 mm in der Vegetationszeit) und + 8,4° C mittlerer Jahrestemperatur ist noch der Einfluss des Seeklimas zu erkennen.

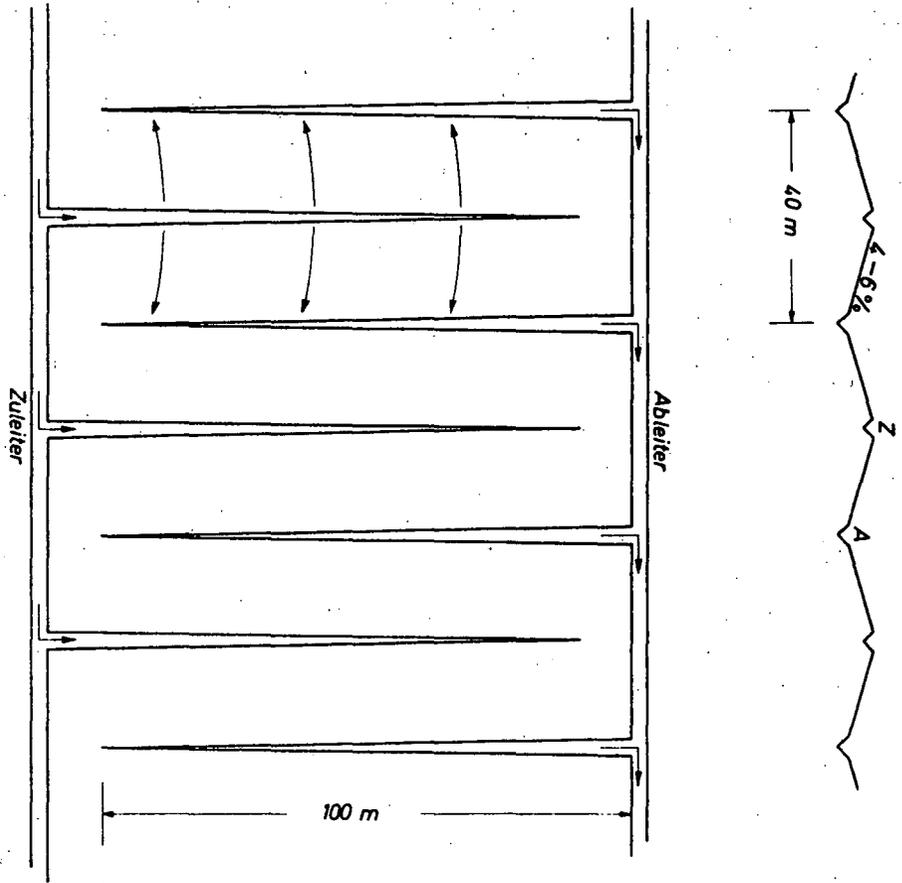
## BEWÄSSERN ODER ENTWÄSSERN?

Unterstellt man einen Vegetationswasserbedarf des Grünlandes von 500 mm, so reicht unabhängig von der Niederschlagsverteilung das Angebot nicht aus. Die Grünlandvegetation ist dann auf die nutzbare Wasserspeicherung im durchwurzelten Bereich des Bodenprofils und - sofern diese nicht ausreicht - auf kapillaren Grundwasseranschluss angewiesen. Das Grundwasser reicht in den meisten Fällen bis zum Oberboden. Niedermoor und Anmoor, wie auch Gley mit ausreichend mächtiger Hochflutlehmdecke verfügen über eine relativ hohe nutzbare Wasserkapazität (400 - 250 mm/m). Lediglich Podsol-Gleye aus Sand sind bei geringer Wasserspeicherung (150 mm/m) und kapillarer Leitfähigkeit dankbar für eine Bewässerung.

Die bisher vornehmlich als Wiesen genutzten Rücken sollen zukünftig intensiver als Mähweideland genutzt werden. Statt Oberflächenentwässerung wird meist schon Grundwasseranstau über das vorhandene Verteilernetz betrieben. Sofern es sich um relativ grobkörnigen Sand im Unterboden sowie bewässerungsbedürftige Bodentypen handelt und der Grundwasseranstau rechtzeitig erfolgt (kap. Hystere), werden je nach Bodenart bei höchstens 0,5 - 0,8 m Grundwasserspiegelhöhe u. Flur

-278-

# Kunstwiesen - Bewässerung Rückenbau



Maßstab d. H. 1:200  
d. L. 1:1000

sowohl die Anforderungen der Grünlandvegetation wie auch der maschinellen Nutzung und intensiven Weidewirtschaft (Tragfähigkeit) erfüllt. Man sollte sich allerdings fragen, ob nicht eine grundlegende Entwässerung mit nachfolgender Verebnung grosse Flächen - ausgenommen tiefgründiges Niedermoor - zu Ackerstandorten umwandeln liesse. Eine Unterbodenmelioration durch Tiefpflügen wäre dazu oft erforderlich. Das Grünland hat als sprichwörtliche "Mutter des Ackerlandes" bei vorherrschend grossbäuerlichen Betrieben die betriebswirtschaftliche Bedeutung als Futter- und Düngelieferant für die Ackerwirtschaft auf leichten Böden überall dort verloren, wo Mineraldünger und Feldfutterbau gezielt eingesetzt werden. Zudem lassen die alten Grünlandnarben neben Trockenheit und Nährstoffmängel anzeigenden Arten (z.B. Rot-schwingel) noch Nässezeiger (Seggen) erkennen. Die Produktivität solchen in Umstellung befindlichen Grünlandes ist mit 30 dz/ha Heu Tr.S. vergleichsweise sehr gering.

Für freundliche Unterstützung bei der Vorbereitung der Exkursion in den Osterbruch sei an dieser Stelle den Herren  
Oberamtmann Kuchenbecker, Landkreis Celle  
Verbandsvorsteher Knoop, Osterbruchwiesenverband Altencelle - Osterloh  
Landwirtschaftsoberrat Grote-Husmann, Landbauausstellung Celle  
verbindlichst gedankt.



EXKURSIONSTAG:

C 1 : 30.8.1971

und

C 2 : 21.9.1971

LÖSS-BÖRDEN IM VORLAND DER MITTELDEUTSCHEN  
SCHWELLE

- SCHWARZERDE-GEBIET HILDESHEIM -

FAHRT HANNOVER-MÜNSTER



EXKURSIONS - ROUTE

Von Hannover über die Bundesautobahn durch die der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaft vorgelagerte Löß-Börden-Landschaft. Dünne Grundmoränenreste der Saale-Eiszeit und dünne Lößdecken der Weichsel-Eiszeit überlagern Schichten des Mesozoikums, die durch Salztektunik (Zechstein) zu Mulden und Sätteln verformt sind (s. Erdölvorkommen, Kalibergwerke). Um Hildesheim wird die 1 - 2 m starke Lößdecke überwiegend von undurchlässigen Tonen der Kreide unterlagert. Verbreiteter Bodentyp: Feuchtschwarzerde, Griserde neben Parabraunerde.

- Hildesheim: (89 m) alte Bischofsstadt (100 000 E) im nordwestlichen Vorland des Harzes, im Tal der Innerste. Hauptsitz der frühromanischen Kunst in Deutschland durch die Bauwerke des Bischofs Bernward (993-1022) und seinen Nachfolgern. Viele alte Gebäude wieder hergestellt. Rolandbrunnen (1540), Rathaus, spätgotisch, Andreaskirche (1389), Dom (1054-79), Roemer-Pelizaeus-Museum (bedeutende ägyptologische Sammlung)
- Asel: PROFIL 1, PROFIL 2, PROFIL 3
- Harsum: PROFIL 4. Von hier Durchquerung der Leineau, südlich Sarstedt, Fahrt durch die Calenberger Börde, eine Lößlandschaft mit Parabraunerden und Pseudogley-Parabraunerden als überwiegenden Bodentypen nach
- Springe: MITTAGESSEN (113 m), 12 000 E., am östlichen Ausläufer des Deisters, eines Höhenzuges des Weserberglandes, gelegen. Nahebei der 345 m hohe Höhenzug des Sauparkes - Wisentzuchtgehege.
- Bad Münder: (120 m) Städtchen von 9000 E. mit Sole-, Schwefel- und Stahlbädern
- Fahrt vor der Schichtstufe des Deisters entlang. Man blickt auf den Stufenhang, dessen Oberkante vom Wealden-Sandstein (obere Unterkreide) gebildet wird (Kohlenvorkommen bei Barsinghausen). Der Unterhang und die Hügellandschaft, die durchfahren wird, bestehen aus den Kalken des Weiß-Juras. Böden: Rendسين, Kalkstein-Braunlehme, Kalk-Braunerden, an

den Hängen und in den Tälern Lößdecken mit Sauerbraunerden, Parabraunerden und Pseudogleyen.

**Lauenau:** (80 m) mit Schloß Schwedestorp. Auffahrt auf die Bundesautobahn in Richtung Westen.

Bis zur Porto-Westafica (Weserdurchbruch), Denkmal für Kaiser Wilhelm I., führt die Autobahn auf der Schichtrippe des Weser-Wiehen-Gebirges entlang. Sie wird vom Korallen-Oolith (Weiß-Jura) gebildet (Aufschlüsse rechts und links der Autobahn), Rendsinen, Kalkstein-Braunlehme, Kalkbraunerden, mit Lößinseln - saure Lößbraunerden. Die Schichtstufe weist nach Süden, die Schichtfläche nach Norden: Blick auf die Bückeberge = Wealden-Sandstein.

**Weserdurchbruch, Porta Westfalica bis Bielefeld:**

Durchquerung der Lias- und Dogger-Mulde (Herforder Liasmulde) zwischen Weser-Wiehen-Gebirge und Teutoburger Wald. Untergrund weitverbreitet Tone mit Auflagen saalezeitlicher Grundmoräne und Löß.

**Herford:** (68 m) alte Hansestadt (56 000 E), bedeutende Möbel-, Textil- und Süßwaren-Industrie, schöne mit Fachwerkhäusern reich bestückte Innenstadt, die sich um die aus dem XIII. Jahrh. stammende Münsterkirche einer ehemaligen Frauenabtei aufbaut. 9 km nordwestlich in Enger ist das Grab des Herzogs Wittekind, des Führers der Sachsen gegen Karl den Großen. Voraus der Teutoburger Wald, vorbei an

**Bielefeld:** (118 m), 175 000 E., seit 1968 Universität, am Nordrand des Teutoburger Waldes, Mittelpunkt westf. Leinen-Industrie. Auf dem Sparrenberg die Sparrenburg (im XIX. Jahrh. erneuert, Spielkarten-Museum). Bekannt ist das Batig-Haus mit seinem Staffelgiebel (1680) und das Grüwellsche Haus mit einem Treppengiebel (1530). Hinter dem Sparrenberg die von Pastor Friedrich v. Bodelschwingh (1831-1910) gegründete Anstalt Bethel.  
Durchquerung des Teutoburger Waldes.

**Teutoburger Wald:** Aufgekippter, zum Teil überkippter Rand der Münsterschen Kreidemulde. Es werden nacheinander durchfahren: die steilgestellten Schichtfolgen des Weiß-Jura, der Unterkreide (Rippe des Wealden-Sandsteins) und der Oberkreide (Rippen der Cenoman- und Turon-Pläner). Abstieg in die Münstersche Tief-landbucht (Senne), die mit Sander-Sanden der Saale-vereisung ausgefüllt ist (Heide, Kiefernwälder, Truppenübungsplätze), Böden: Podsole, Bänderpara-braunerden.

Abfahrt von der Autobahn in:

**Wiedenbrück:** (78 m) an der Ems gelegen (16 000 E), mit schönen Fachwerkhäusern (XVI. Jahrh.).

**Warendorf:** (56 m) im flachen Tal der Ems gelegen, ehemalige Hansestadt (16 000 E), Leinenwebereien, Landgestüt, Sitz des Olympiade-Komitees für Reiterei, Leistungs-zentrum für modernen Fünfkampf.

**Münster:** (62 m) ehemalige westf. Provinzhauptstadt, (200 000 E), Sitz einer Universität und eines kath. Bischofs, zeigt in der von ehem. Stadtwällen umge-benen Altstadt teilweise noch altertümliches Geprä-ge, gotisches Rathaus (XIV. Jahrh.) mit dem Frie-denssaal, in dem 1648 der Teilfriede zwischen Spanien und den Niederlanden unterzeichnet wurde, Lamberti-kirche (XIV./XV. Jahrh.) mit drei eisernen Käfigen am Westturm, in denen die Leichen der Wiedertäufer zur Schau gestellt waren (Münster war 1534-35 Schauplatz wüster Greuel der Wiedertäufer), Kramer-amtshaus (1588), Erbdrostenhof (Höhe = Stadtschlös-ser des westf. Adels), Dom (1225-65) im Übergangs-stil mit astronomischer Uhr von 1542, Westfälisches Landesmuseum, Schloß (1767-73) vom westf. Barock-baumeister J.K. Schlaun erbaut mit Schloßgarten.

Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 287 - 310 (1971)

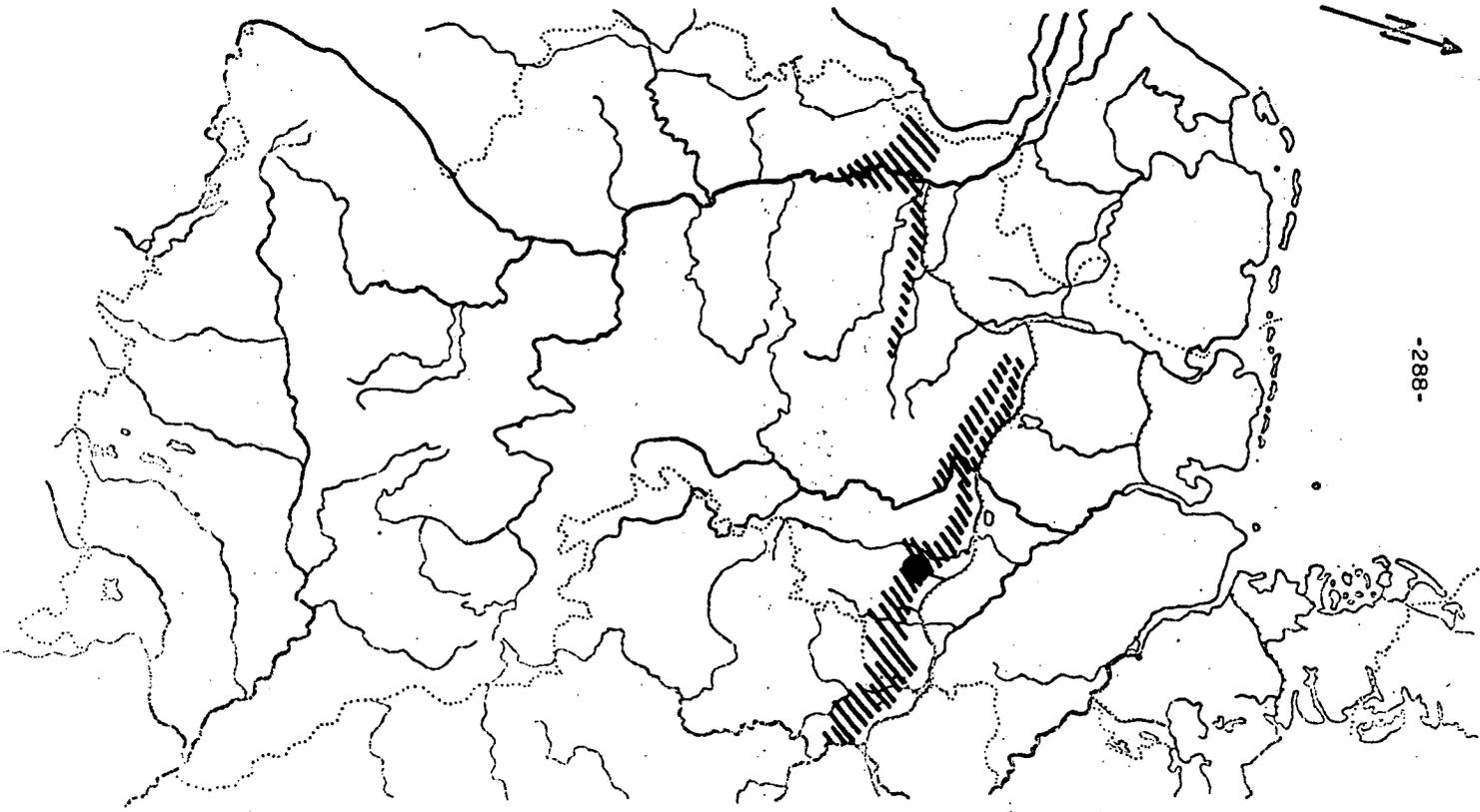
Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

MEYER, B., u. ROESCHMANN, G.:

**Die Löß - Börden am Nordrand der Mitteldeutschen  
Schwelle  
- Das Schwarzerdegebiet um Hildesheim -**

Prof. Dr. Brunk Meyer, Institut für Bodenkunde der Universität,  
34 GÖTTINGEN, von-Siebold-Straße 4

Dr. G. Roeschmann, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,  
3 HANNOVER-BUCHHOLZ, Stilleweg 2



Zwischen dem Südrand der norddeutschen Geest-Landschaft und dem Nordrand der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaft und Mittelgebirgs-Landschaft erstreckt sich in 10 - 100 km Breite

#### der mitteldeutsche Lößgürtel

etwa entlang der Linie Brüssel - Köln - Hannover - Magdeburg - Leipzig - Breslau - Krakau.

Nach Norden ist dieser Gürtel zu den Sandgebieten der Geest hin relativ scharf abgegrenzt, nach Süden fächert der Gürtel in die Buchten und Talungen des Mittelgebirgsraumes hinein auf. Dadurch wird die Verbindung zu dem großflächig-mosaikhaften Löß-Verbreitungsgebiet der mittel- und süddeutschen Berg- und Hügellandschaften hergestellt.

Die Exkursion zeigt im Hildesheimer Raum einen Landschaftsausschnitt, der in seinem Charakter als typisch für den mitteldeutschen Löß-Gürtel gelten kann.

#### Landschafts-, Standorts- und Pedo-Faktoren

Landschaft: Hildesheimer Börde

Höhenlage: 50 - 80 m NN

Klima: 600 - 650 mm Niederschlag (Sommer-Halbjahr  
350 - 400 mm)  
8,5° C mittlere Jahrestemperatur, mittlere  
Sommertemperatur 13,5 - 14° C

Geologischer Aufbau des engeren Exkursions-Gebietes:

Dünne weichselzeitliche Lößdecken 1 - 2,5 m

über: flachwellig reliefiertem Unterkreide-Ton

dazwischengeschaltet: Grundmoränen-Reste (z.T. umgelagert, ausgewaschen, solifluidal verändert) der Saale-Vereisung, stärkere Akkumulation in Hangrinnen. In den Tälern Terrassen-Kiese und fluviale Sande

Vegetation: Heute Ackerbau-Landschaft, dominierende Rotation: Zuckerrüben - Weizen - Gerste/Hafer. Wald auf wenige Reste zurückgedrängt. Die vorgeführten Profile liegen in solchen Restwäldern (Querco-Carpineten), die auch nicht mehr durchweg als

natürliche Waldreste anzusehen sind. Es finden sich in ihnen z.T. mittelalterliche Wölb-Äcker-Fluren.

Hydroregime und Relief: Die nähere Umgebung der Exkursionsprofile ist durch sehr flache Höhenrücken gekennzeichnet, die z.T. durch Plateau-Mulden untergliedert sind. Auf den Plateaus beträgt die Mächtigkeit der Lößdecke über den Kreidetonen ca. 1,2 - 1,8 m. Es gibt Situationen, in denen kein seitlicher Wasserzug existiert, d.h. bei denen die Wasser-Jahresbilanz-Gleichung der Lößdecke auf die Glieder  $N$  (Niederschlag) =  $ET$  (Evapotranspiration) reduziert ist. Der Bodentyp an solchen Standorten ist die nicht oder nur oberflächlich entkalkte Feucht-Schwarzerde. (demonstriert als Monolith).

In Hanglagen tritt sowohl Wasserzug in den oberen Abschnitten der Schwarzerde-A-Horizonte auf, als auch eine - wenn auch nur sehr schwache - Wasser-Bewegung in den LÖB-C-Horizonten. Das Hangwasser strömt bevorzugt in den flachen Sand- und Kiesrinnen ab, die mit solifluidalen und fluvialen Umlagerungsprodukten der saalezeitlichen Moränen-Reste gefüllt sind, und sammelt sich in den Schotterkörpern der Täler. In den Hangfuß- und Tallagen kommt es im Frühjahr häufig zu Überflutungen infolge Grundwasser-Durchstaues. Das Hydroregime und damit der Carbonat-Haushalt der Landschaft haben in den letzten beiden Jahrhunderten infolge Vorflutregelung und Dränage tiefgreifende Veränderungen erfahren.

#### Landschafts- und Siedlungs-Geschichte:

Bis zum Neolithikum (4500 v.Chr.) anthropogen nicht oder wenig beeinflusste Landschafts- und Boden-Entwicklung: Vermutet wird, daß sich die Schwarzerde-Entwicklung seit Ende der Eiszeit (8 - 9000 v.Chr.) im Pröboreal und Boreal unter lichten, grasreichen Wäldern vollzog. Die Tiefgründigkeit der Schwarzerde-

A-Horizonte, das Auffinden von Kalkdrüsen großer, heute ausgestorbener Lumbriciden-Arten, Krotowinen und Skelett-Reste des heute nicht mehr vorkommenden Ziesel (Citellus) sprechen für die Anwesenheit einer tiefwühlenden "Steppen"-Fauna unter weniger feuchten klimatischen Bedingungen als heute.

Das Ende dieser Entwicklung ist wohl mit dem Beginn des Atlantikums, spätestens aber mit dem Eindringen der neolithischen Siedler anzusetzen, die große Teile der Wald-Bedeckung beseitigten. Die heutige Differenzierung der Bodendecke im engeren Exkursions-Gebiet ist in erster Linie als ein Ergebnis der jungholozänen Weiterentwicklung der Schwarzerden unter Wald bei feuchten Klimabedingungen anzusehen. Bei durchgehender Ackernutzung und/oder behinderter Carbonat-Abfuhr an Standorten mit dem Hydrobilanz-Typ  $N \approx ET$ , auch an Unterhängen, hat sich der Typus der ursprünglichen Feuchtschwarzerde weitgehend erhalten (PROFIL 1). Bei fortschreitender Kalk-Abfuhr und Versauerung sind dagegen nacheinander die Prozesse der A-Horizont-Aufhellung (Ton-Schluff-Umverteilung), der Ton-Verlagerung im A-Horizont, die schwarze Ton-Infiltration in den entkalkten B-Horizont und die Acidifikation (Al-Metabolik) des oberen A-Horizontes durchlaufen worden. Endstufe dieser Entwicklung ist die Griserde. Jedes dieser morphologischen Stadien kann unter bestimmten Standorts-Verhältnissen, auch in Abhängigkeit vom Zeitpunkt und der Dauer der landwirtschaftlichen Inkulturnahme, konserviert worden sein. Ziel der Exkursion ist es, anhand 4 ausgewählter Glieder der morphogenetischen Sequenzen die skizzierten Prozesse, ihre morphologischen Ergebnisse und ihre standörtlichen Bedingungen zu erläutern.

Im westlichen Teil des niedersächsischen Löss-Gürtels tritt an die Stelle der Bodengesellschaft "Feuchtschwarzerde-Griserde" die Bodengesellschaft "Parabraunerde-Pseudogley (kalkreich, kalkfrei)", die kürzlich von BAILLY ausführlich bearbeitet worden ist (Habilitationsschrift Hannover). Sie hat nicht wie im Raum Hildesheim eine frühholozäne Schwarzerde-Entwicklung durchlaufen, bzw. war die Schwarzerde-Phase kürzer oder weniger intensiv. Auf eine Demonstration dieser Bodenlandschaft muß aus Zeitgründen verzichtet werden. Einzelne Typen dieser Gesellschaft werden im weiteren Verlauf der Exkursion im Bereich der Kölner Bucht (Ville, Bonn) demonstriert. Trockene tschernosem-artige Böden werden im Nordteil des Oberrhein-Grabens vorgeführt.

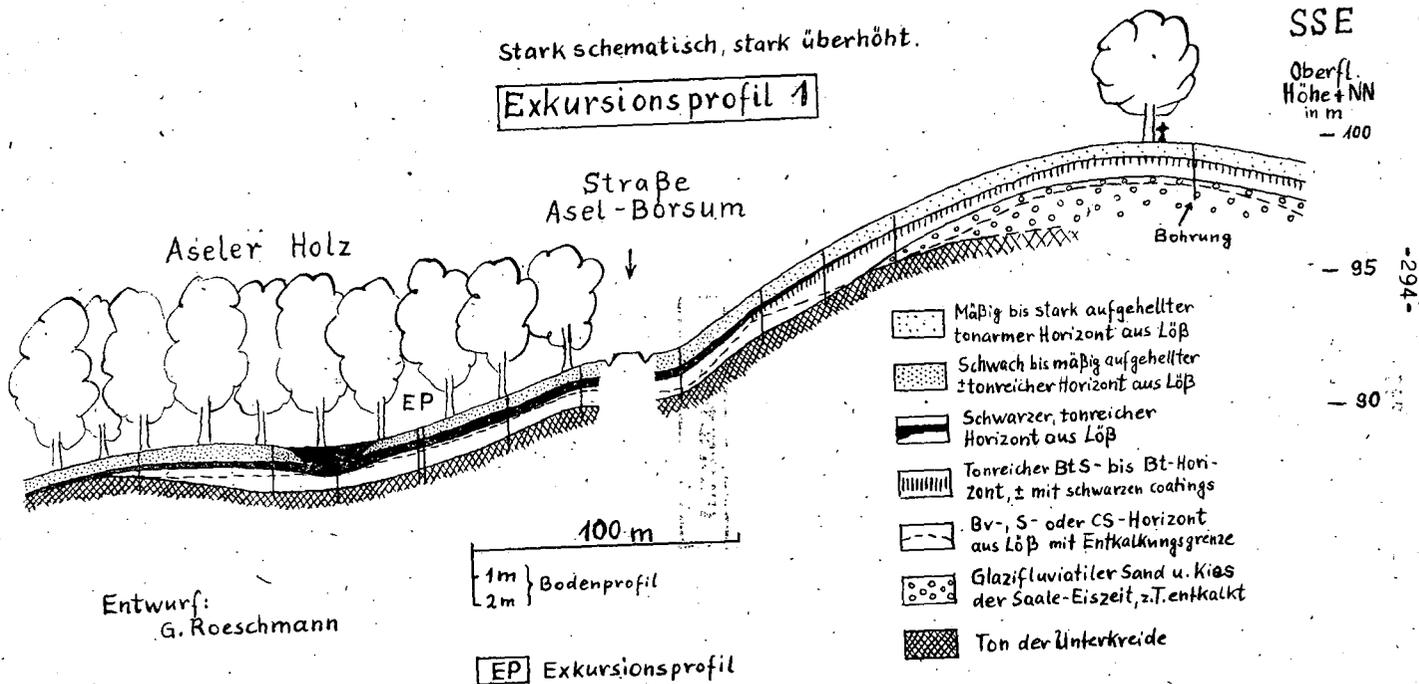


-293-

ANALYSEN-DATEN

Stark schematisch, stark überhöht.

# Exkursionsprofil 1



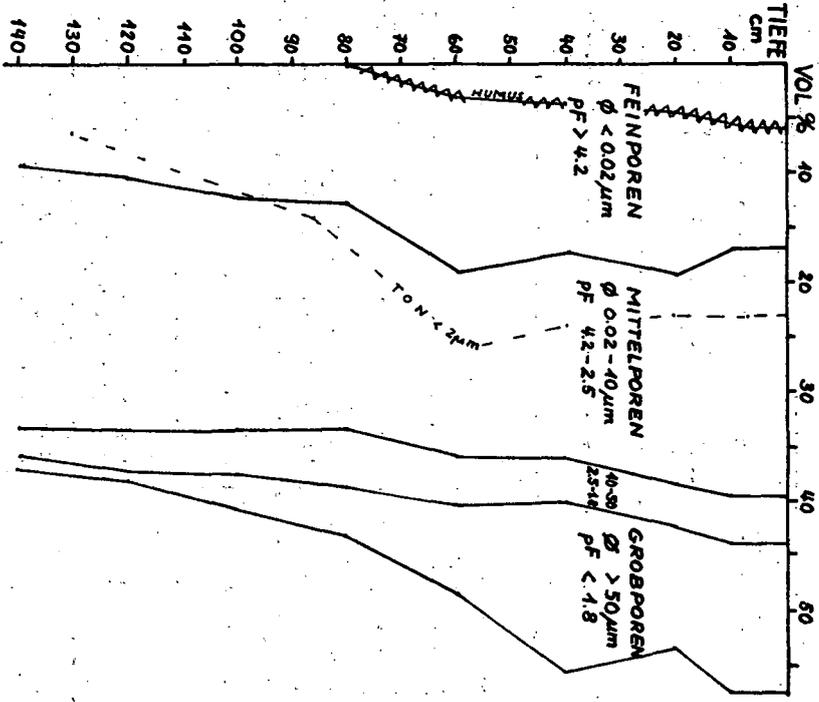
PROFIL 1 Aseler Holz Ost	TIEFE cm PROBE	HORIZONT INT.	MUNSELL 10 YR		KORNGRÖSSEN( $\phi$ in $\mu$ m)-ANTEILE in % carbonatfreier Substanz							CaCO <sub>3</sub> % TrS	MINERALARTEN-ANTEILE in % GESAMT-TrS										
			FEUCHT	TROCK.	<0.6	0.6- 2.0	<2.0	2- 6	6- 20	20- 63	>63		< 2 $\mu$ m					2 - 6 $\mu$ m					
													QUARZ	ILLIT	VERM.	MONT.	KAOL.	QUARZ	FELD- SPÄTE	MUS- COVIT	BIOTIT	CHLOR.	SCHW. MIN.
	5	R <sub>h</sub>	3 2	4-5 1	20	4	24	6	20	50	-	-	2.1	7.1	3.8	8.4	2.6	3.3	0.9	1.4	-	0.4	-
	20	R <sub>h</sub>	3 2	4 1-2	18	5	23	8	21	48	-	-	2.2	6.8	3.5	8.0	2.5	4.6	1.2	1.8	-	0.4	-
	30	A			20	4	24	7	22	46	1	-											
	40		R <sub>h</sub>			22	3	25	6	20	49	-	-										
	57		3 1	4 2-3	23	2	25	8	20	47	-	-	2.3	7.6	3.6	8.9	2.6	4.5	1.0	2.0	-	0.5	-
	70	AB <sub>v</sub>	AB		15	1	16	5	25	53	1	-											
	85	Cca	Ck		14	1	15	5	24	55	1	4.1	0.7	4.6	2.8	4.9	1.0	2.3	0.4	1.9	-	0.4	-
	130			Cg	Cg		9	1	10	5	25	59	1	5.5	0.4	3.2	2.2	3.5	0.7	2.3	0.4	1.9	-
	155	IC	IC				7.8					6.5											
	170																						

MINERALARTEN-ANTEILE in % GESAMT-TROCKENSUBSTANZ (Carbonatfrei)

6-20 μm							20-36 μm					36-63 μm					> 63 μm					F	Q	%	Phyllo-Silic.									
QUARZ	FELD-SPATE	MUS-COVIT	BIOTIT-CHLOR.	SCHW. MIN.	OPAK-KRIST.	QU	F	M	B	Cl	S	O	K	QU	F	M	B	Cl	S	O	K					QU	F	M	B	Cl	S	O	K	
14.2	3.2	1.2	-	0.8	0.6	30.8	7.8	-	0.3	0.8	0.3	8.7	1.1	0.1	-	0.1	-															4.6	22.3	
14.4	4.6	0.7	-	0.9	0.2	30.3	5.0	0.2	0.3	1.8	0.3	8.2	1.5	0.1	-	0.2	0.1															4.9	21.4	
14.8	3.2	0.6	-	1.0	0.4	26.0	5.0	0.2	0.5	2.2	0.2	11.2	1.2	0.2	-	0.1	0.2															5.7	23.6	
18.3	2.6	1.5	-	1.4	0.2	31.6	5.3	0.6	0.2	1.8	0.5	11.7	1.4	1.0	0.1	0.4	0.4	0.6	-	0.2	0.2	-	-									5.7	18.0	
19.2	2.8	1.4	-	1.4	0.2	31.5	5.4	0.6	0.3	1.8	0.5	14.9	1.8	1.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.1	0.2	0.1	-	-									6.7	14.8	

		Fe										HUMUS u. STICKSTOFF										AUSTAUSCHER							
Fe total	BODEN - Fed % Bo	BODEN - Fed % Bo	Feo.100 Fed	TON-Fe % Ton	TON-Feo- % Ton	TonFeo.100 TonFed	TonFeo.100 TonFed	TonFeo.100 BodenFed	C %	C % 1.724	C <sub>1</sub> 1.724 im Ton	C <sub>1</sub> Ton100 C <sub>1</sub> Boden	N %	N %	% N										pH	KAK (Mehlich) mval			
															Aust. - NH <sub>4</sub>	Fix. NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	"AMID"	AMINO- ZUCKER	α-AMI- NO	PURIN- PYRIMID.	hetero- cycl. N	nD	BODEN		BODEN- Humus	HUMUS	Al+++	
2.44	8.0	2.5	31	0.38	22.8	7.0	31	68	3.1	5.3	8.1	35.5	2.8	10.8	0.2	1.7	0.1	4.8	1.9	8.7	5.1	5.5	4.3	34	13	396	-		
2.16	7.8	2.0	25	0.24	22.0	3.7	17	65	2.5	4.3	6.8	36.8	2.2	11.3	0.2	1.2	0.5	4.1	1.7	6.4	4.5	3.4	5.4	31	12	442	-		
2.41	7.5	0.95	13	0.20	17.5	1.3	7.5	58	1.7	2.9	5.7	49.7	1.4	12.0	0.1	1.4	-	2.5	1.3	2.7	2.8	3.2	6.6	24	15	310	-		
2.44	5.8	0.2	4	0.05	25.0	1.2	5	65															7.4	13			-		
2.20	5.6	0.1	2	0.056	24.2	0.9	3	43															7.5						

Tiefe cm	TRG	GPV	VOL % H <sub>2</sub> O bei pF									
			1.0	1.78	2.0	2.3	2.5	2.8	3.0	3.3	3.7	4.2
10	1.13	57.4	48.9	43.8	42.7	40.4	39.7	37.4	36.5	27.1	22.9	16.9
20	1.23	53.6	45.9	42.2	40.9	39.3	38.4	37.0	36.5	28.1	23.8	19.4
40	1.18	55.5	44.1	40.1	38.5	36.9	36.1	35.0	34.4	27.6	22.4	17.3
60	1.37	48.4	44.9	40.4	39.1	37.1	36.0	34.4	33.9	25.1	21.6	19.0
80	1.51	43.1	41.3	38.8	37.5	36.4	33.5	29.9	27.9	20.8	14.0	12.7
100	1.57	40.8	40.2	37.8	37.0	35.9	33.7	29.9	28.5	17.4	14.1	12.1
120	1.63	38.5	38.6	37.3	36.7	35.7	33.8	28.2	25.4	14.6	11.0	10.3
140	1.67	37.0	37.3	36.2	35.7	34.5	33.4	27.1	25.1	13.5	9.9	9.2



von	bis	NIEDER- SCHLAG mm	NIEDER- SCHLAG Langj. Ø	BODEN- WASSER- VORRAT-Ø	" Ø-100	BODEN- WASSER- VORR-GES.	VORRATS- ÄNDERUNG	E+T+RS
19. X. 67	28. III. 68	297	269	225 364	187 231	412 595	+183	114
28. III. 68	4. VII. 68	175	159	364 247	231 190	595 438	-157	332
4. VII. 68	26. IX. 68	211	207	247 270	190 157	438 428	-10	221
28. III. 68	26. IX. 68	386	366	364 270	231 157	595 428	-167	553
26. IX. 68	26. III. 69	278	269	270 368	157 234	428 603	+175	103
26. III. 69	2. VII. 69	200	159	362 304	234 233	603 538	-65	365
2. VII. 69	25. IX. 69	123	207	304 205	233 148	538 353	-185	308
26. III. 69	25. IX. 69	423	366	362 205	234 148	603 353	-250	673
25. IX. 69	25. III. 70	362	269	205 415	148 226	353 642	+289	73
25. III. 70	1. VII. 70	229	159	415 290	226 208	642 494	-148	377
1. VII. 70	1. X. 70	230	207	290 297	208 233	494 530	+36	194
25. III. 70	1. X. 70	459	366	415 297	226 233	642 530	-112	571

PORENRAUM in L / m <sup>2</sup>			
TIEFE cm	0-140	0-80	80-140
Grobporen >10µm	158	121	37
Mittelporen 10-0.02µm	289	153	136
Feinporen <0.02µm	207	141	66
Σ POREN	654	415	239

# Querprofil am „Hölzchen“ bei Harsum

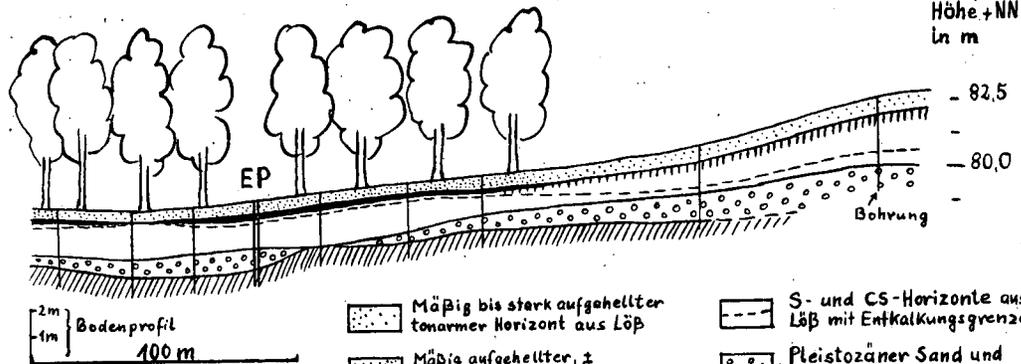
## Exkursionsprofil 2

Stark schematisch, stark überhöht.

N

S

Das Hölzchen



Oberfl.  
Höhe + NN  
In m

- 82,5

- 80,0

Bohrung

2m  
1m } Bodenprofil  
100 m

Mäßig bis stark aufgehellter tonarmer Horizont aus Löß

Mäßig aufgehellter, ± tonarmer Horizont aus Löß

Schwarzer tonreicher Horizont aus Löß

Tonreicher S- bis BtS-Horizont aus Löß

S- und CS-Horizonte aus Löß mit Entkalkungsgrenze

Pleistozäner Sand und Kies (Leine-Mittelterrasse)

Mesozoischer Ton und Mergel (Kreide)

EP Exkursionsprofil

Entwurf:

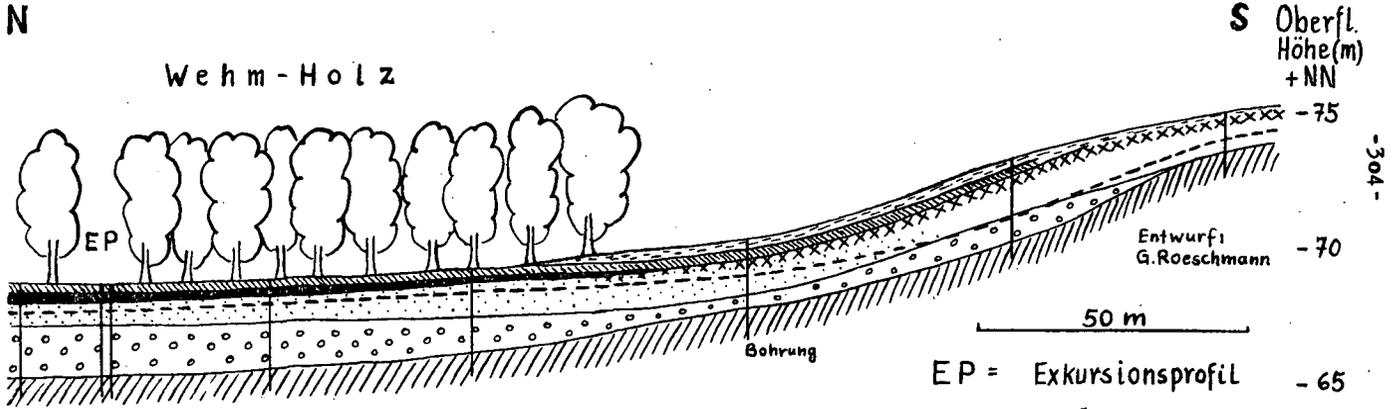
G. Roeschmann



Fe		HUMUS u. STICKSTOFF														AUSTAUSCHER												
Fe total	BODEN- Fed % Bo	BODEN- Feo % Bo	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 100 Fed	TON-Zum Fed	TON-Fed % Ton	TON-Feo- % Ton	Ton-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 100 Ton-Fed	Ton-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 100 Boden-Fed	%	%	C <sub>1</sub> 1724 im TON	C <sub>1</sub> TON/100 C <sub>2</sub> BODEN	Z <sub>1</sub> %	Z <sub>2</sub> %	% N										pH	KAK (Mehlich) mval		
															Aust.- NH <sub>4</sub>	Fix. NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	AMID <sup>2</sup>	AMINO- ZUCKER	α-AMI- NO	PURIN- PYRIMID	hetero- cycl. N	BODEN	BODEN- Humus			HUMUS	Al+++
7.8	3.4	4.3	aa41						2.2	3.8			23	9.5	0.2	2.2	0.2	3.6	2.2	6.0	4.7	3.9	3.6	28	11	447	0.90	
6.8	2.2	3.2	aa38						1.3	2.2			14	8.8	0.2	2.0	-	1.9	1.3	3.6	2.8	2.2	4.6	21	11	454	0.15	
7.9	2.3	2.9	aa28						1.1	1.9			10	10.8	0.2	2.2	-	0.6	1.2	1.9	1.6	2.3	5.8	22	13.5	447	-	
8.9	1.1	1.2	aa40						0.7	1.2			7	10.1	0.1	1.5	-	0.4	0.8	1.4	1.2	1.6	6.1					
6.6	0.2	3	aa66																				7.1	10	10	-		



Querprofil Wehm-Holz östl. Heisede  
Exkursionsprofil 3



- |  |   |   |  |   |  |
|--|---|---|--|---|--|
|  | Mäßig aufgehellter tonarmer Horizont aus Löß      |  | Ap-Horizont und Kolluvium aus Löß                |  | Entkalkungsgrenze                                  |
|  | Schwarzer tonreicher Horizont aus Löß             |  | Tonreicher Horizont mit schwarzen coatings (Löß) |  | Pleistozäner Sand, z.T. lehmig od. schluffstreifig |
|  | Rostfleckiger Horizont aus Löß, z.T. sandstreifig |  | Brauner entkalkter Horizont aus Löß              |  | Mesozoischer Ton (U.Kreide)                        |

PROFIL 3 Wemholz West	TIEFE cm	HORIZONT INT.	MUNSELL 10 YR		KORNGROSSEN (Ø in µm) - ANTEILE in % carbonatfreier Substanz							CaCO <sub>3</sub> %	MINERALARTEN-ANTEILE in % GESAMT-TrS										
			FEUCHT	TROCK.	<0.6	0.6- 2.0	<20	2- 6	6- 20	20- 63	>63		< 2 µm					2 - 6 µm					
													QUARZ	ILLIT	VERM.	MONT.	KAOL.	QUARZ	FELD- SPÄTE	MUS- COVIT	BIOTIT	CHLOR.	SCHW. MIN.
	9	Ah <sub>α</sub> Ah	4 1	5-6 1	7	8	15	9	13	63	-	-	13	2.1	3.8	6.2	1.6	5.4	1.8	1.6	-	0.2	-
	25	Al E	4-5 1	6 2	9	3	12	5	17	66	-	-	12	1.8	2.8	4.8	1.4	3.2	0.8	0.6	-	0.4	-
	45				13	3	16	5	16	63	-	-											
	50	Aht (Ab)	3 1	4 1-2	20	4	24	4	15	57	-	-	2.4	3.5	6.0	9.4	2.7	2.6	0.6	0.6	-	0.2	-
	80	Bv Bw	6 5-6	6-7 4	14	2	16	6	14	64	-	-	1.4	4.7	2.4	5.7	1.8	2.9	0.8	1.9	-	0.4	-
	105	Ca Ck			11	1	12	6	18	62	2	3.3											
	125				10	1	11	7	13	58	11	4.2	1.1	3.2	1.5	4.0	1.2	3.6	0.8	2.1	-	0.5	-
	160	Cr Cr																					

MINERALARTEN-ANTEILE in % GESAMT-TROCKENSUBSTANZ (Carbonatfrei)

6-20 µm							20-36 µm					36-63 µm					> 63 µm					η <sub>10</sub> D	98 Phyllo-Silicate %											
QUARZ	FELD-SPÄTE	MUS-COVID	BIOTIT	CHLOR.	SCHW. MIN.	OPAK-KRUST.	QU	F	M	B	Cl	S	O	K	QU	F	M	B	Cl	S	O			K	QU	F	M	B	Cl	S	O	K		
9.9	1.8	0.6	-	0.7	-	-	32.0	7.0	0.1	-	0.6	0.3	20.6	2.0	-	-	0.3	0.1															55	19.4
13.2	2.2	0.8	-	0.6	0.2	-	35.4	8.0	0.1	0.1	2.0	0.4	17.2	2.1	0.3	-	0.3	0.1															54	11.2
11.9	1.9	0.6	-	0.6	-	-	31.4	6.2	0.2	-	1.8	0.4	14.7	2.0	0.1	-	0.1	0.1															53	20.4
10.0	1.9	1.4	-	0.5	0.2	-	32.7	6.8	0.8	0.4	1.7	0.6	16.8	2.1	1.4	0.4	0.2	0.1	1.8	0.1	0.1	-	-	-									56	19.2
9.2	1.4	1.3	-	1.1	-	-	26.0	5.4	0.5	0.9	2.5	0.7	17.4	1.9	1.8	0.2	0.3	0.4	8.7	0.2	0.1	-	-	-									48	15.6

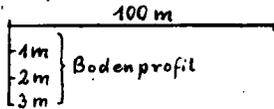
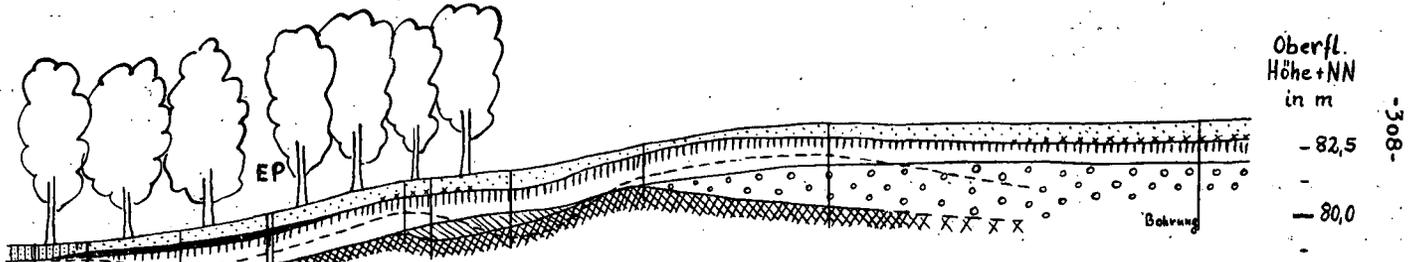
Fe										HUMUS u. STICKSTOFF										AUSTAUSCHER								
Fe total	BODEN - Fed % Bo	BODEN - Feo % Bo	Fed · 100	TON < 2µm	TON - Fed % Ton	TON - Feo % Ton	Ton Feo · 100	Ton Fed	Ton Fed / Boden Fed	C %	Σ %	C · 1.724 im TON	C / TON · 100	C / BODEN	Z %	Z / Σ	% N							pH	KAK (Mehlich) mval			
																	Aust. - NH <sub>4</sub>	Fix. NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	AMID	AMINO-ZUCKER	α-AMI - NO	PURIN		PYRIMID	hetero-cycl. N	BODEN	BODEN - Humus
1.93	4.6	2.0	44	0.031	11.6	8.2	68	378		2.7	4.6	13.5	42	31	8.6	0.3	1.8	0.2	3.5	4.0	9.9	6.7	4.6	4.8	31	11	435	0.18
1.65	5.2	1.9	37	0.033	15.2	9.8	65	351		1.7	3.0	11.4	45	18	9.5	0.2	1.2	-	2.1	2.7	4.2	4.9	2.7	5.4	24	8.5	577	0.19
2.86	9.3	1.9	20	0.041	24.8	7.6	31	601		1.0	1.7	4.0	53	10	10.3	0.2	1.4	-	1.0	1.1	1.6	2.1	2.6	5.9	23	15	471	0.11
2.34	8.6	0.6	7	0.054	26.4	1.3	5	491		0.3	0.5	1.8	57	3	9.9									6.9	14	12	400	0.09
1.78	4.0	0.1	3	0.033	14.8	1.5	10	444																7.5				
1.40	3.0	0.1	1	0.027	6.5	0.6	9	238																7.6				

Querprofil stark schematisch, stark überhöht

NNW

Exkursionsprofil 4

SSE



Entwurf:  
G. Roeschmann

- Stark aufgehellter, tonarmer Horizont aus Löss unten z.T. fahlflechtig (xxx)
- Stark aufgehellter, tonreicher Horizont aus Löss
- Mäßig aufgehellter, tonreicher Horizont aus Löss
- Tonreicher Horizont aus Löss oft mit schwarzgrauen coatings

- C- und CS-Horizonte (z.T. BvS) aus Löss, mit Entkalkungsgrenze
- Pleistozäner Sand und Kies (Leine-Mittelterrasse)
- Saale-Geschiebemergel oder -Lehm, z.T. lehmiger Sand
- Mesozoischer Ton (Kreide)
- EP Exkursionsprofil



Fe									HUMUS u. STICKSTOFF											AUSTAUSCHER										
Fe total	BODEN- Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·Bo	BODEN- Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ·Bo	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·100 Fed	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ·100 Fed	TON-Fed % Ton	TON-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % Ton	Ton-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·100 Ton-Fed	Ton-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ·100 Ton-Fed	% C <sub>t</sub>	% C <sub>t</sub> × 1.724	C <sub>t</sub> ·1724 im TON	C <sub>t</sub> ·TON·100 C <sub>t</sub> ·BODEN	% N <sub>t</sub>	N <sub>t</sub> ·C <sub>t</sub>	% N										pH		KAK (Mehlich) mval			
															Aust.- NH <sub>4</sub>	Fix. NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	AMID "	AMINO- ZUCKER	α-AMI- NO	PURIN- PYRIMID	hetero- cycl. N	pH	BODEN	BODEN- Humus	HUMUS	A <sup>+++</sup>			
1.58	5.4	1.8	33	0.042					2.4	4.2	11.3	35	22	11.3	0.3	1.5	0.2	3.1	2.1	6.4	5.6	2.8	6.8		24	8	381			
1.64	5.5	1.8	33	0.042	36.0	3.8	11	85.1	1.4	2.4	8.8	48	12	11.4	0.2	1.0	0.1	1.9	1.2	3.4	2.7	1.5	3.1		16	8	333	17		
1.68	5.9	1.8	30	0.042	36.0	2.9	8	85.4	0.8	1.4	5.1	52	7	11.3	0.2	0.8	-	0.5	1.1	1.3	2.3	0.8	3.2		13	10	214	1.1		
1.95	6.2	1.3	21	0.041	29.0	2.5	8	70.2	0.4	0.75	4.1	81	5	8.6									3.6		13	10	400	3.3		
2.48	7.2	1.5	21	0.036	34.1	3.6	11	94.7															3.7							
																							5.2							
																							5.8							
1.71	6.3	0.5	8	0.053	35.9	2.4	7	68.4															6.1							
1.82	4.5	0.5	12	0.041	36.8	2.7	7	90.0															7.0							

EXKURSIONSTAG:

C 1 : 31.8.1971

und

C 2 : 20.9.1971

MÜNSTERSCHE BUCHT.  
KÖLNER BUCHT



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 313 - 340 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

MAAS, H., BUTZKE, H., und HEIDE, G.:

## **Material zur Exkursion im Münsterland und im Rheinischen Braunkohlen-Revier**

unter Mitarbeit von:

FRANZ, G.: Mikrobiologische Untersuchungen

WERNER, G.: Chemische Analytik

STADLER, G.: Mineralogische Analytik

REHAGEN, H.-W.: Pollenanalyse

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 KREFELD,  
de-Greif-Strasse 195

Geographische Übersicht

zum Exkursionsgebiet Forstrevier Amelsbüren (Davert),  
Westfälisches Münsterland

1.) Geographische Gliederung des Westfälischen Münsterlandes

Das Westfälische Münsterland nimmt den größten Teil der Westfälischen Tieflandsbucht ein, die im Norden und Osten durch das Ostwestfälische Berg- und Hügelland, im Süden durch das Sauerland und das Bergische Land und im Westen durch das Niederrheinische Tiefland und die deutsch-niederländische Landesgrenze begrenzt wird. Das Westfälische Münsterland gliedert sich in drei Teilgebiete:

1. Westmünsterland    2. Kernmünsterland    3. Ostmünsterland.

Die in diesem Führer enthaltene Bodenkarte stellt die nähere Umgebung des Exkursionsgebietes und gleichzeitig einen charakteristischen Ausschnitt aus dem Kernmünsterland dar.

2.) Das Kernmünsterland

nimmt den zentralen Teil des (geologischen) Beckens von Münster ein, einer großen, randlich aufgewölbten Oberkreide-Mulde. Die Kreidemergel sind hier jedoch auf großen Flächen von pleistozänen Sedimenten (Terrassensanden und -kiesen, Grundmoräne, Löss, Flugsand, Wiesentonmergel) überdeckt. Auf den tonreichen Böden haben sich vorwiegend Pseudogleye, auf den Sandböden Podsole entwickelt.

Das Kernmünsterland ist eine reine Agrarlandschaft, in der je nach Schwere und Vernässungsgrad der Böden Grünland oder Ackerbau vorherrschen. Nur an der Südgrenze des Landschaftsraumes (im Lippetal) sowie im Raum Beckum haben sich größere Industrien angesiedelt. Wirtschaftlicher und kultureller Mittelpunkt des gesamten Münsterlandes ist die am Nordrand des Kernmünsterlandes gelegene alte Bischofsstadt Münster, eines der geistigen Zentren des deutschen Katholizismus.

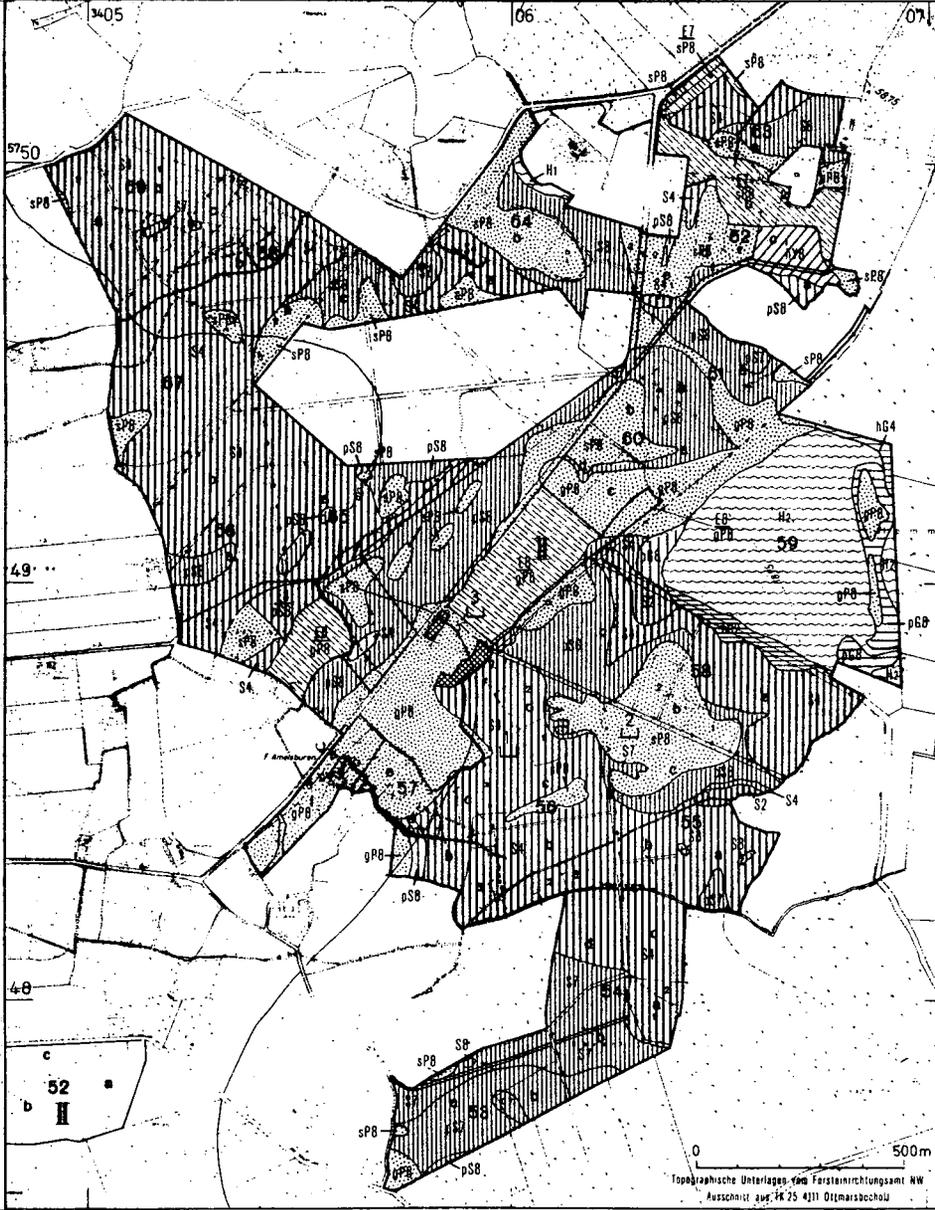


# Eine charakteristische Bodengesellschaft des zentralen westfälischen Münsterlandes

Ausschnitt aus der Bodenkarte des Staatlichen Forstamtes Münster

H. Butzke 1971

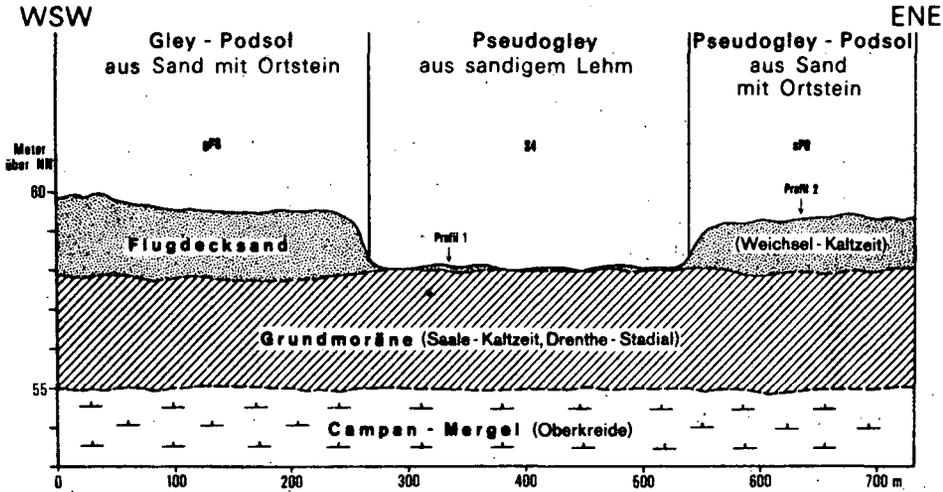
Forstrevier Amelsbüren (Davert)



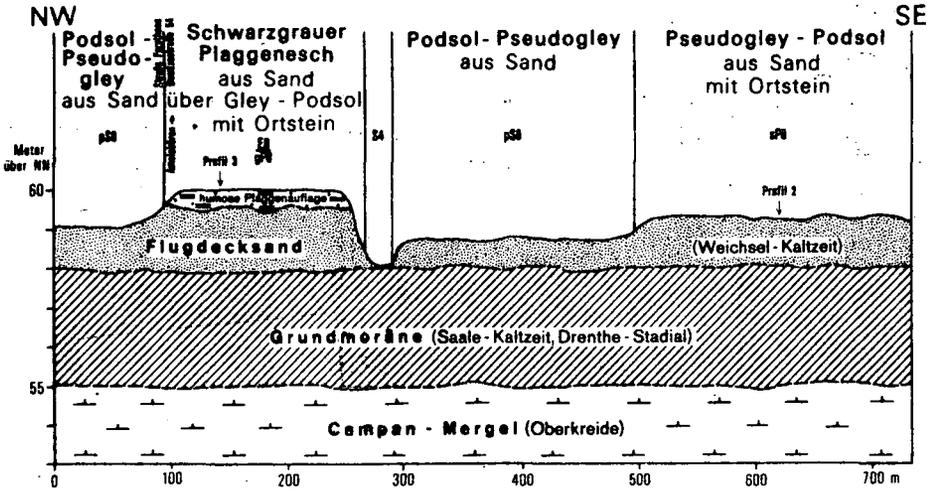
0 500m  
Topographische Unterlage: vom Forstamtsrichtungsamt NW  
Ausschnitt aus PK 25 4311 Oltmarschholz  
Geologisches Landesamt Nordrhein - Westfalen



### Schnitt Profil 1 - Profil 2



### Schnitt Profil 3 - Profil 2



**Geologische Schritte zum Ausschnitt aus der Bodenkarte des Staatlichen Forstamtes Münster, Forstrevier Amelsbüren (Davert)**

P R O F I L I

**Bodentyp:** Pseudogley, mäßig ausgeprägt, schwach podsolig, in ebener, flacher Lage mit sehr schwacher Naßbleichung im Oberboden; schwach basenhaltiger Oberboden über mäßig bis stark basenhaltigem Unterboden und kalkhaltigem Untergrund.

**Körnungsart:** lehmiger Sand 2 dm, über sandig-tonigem Lehm 8 dm, über stark kalkhaltigem sandig-tonigem Lehm, insgesamt schwach steinhaltig.

**Humusform:** geringmächtige Moderauflage im Übergang zum mullartigen Moder

**Grundwasser:** ———

**Staunässe:** ab Bodenoberfläche, mäßig stark, kurze Naß-, lange Feuchtphase, Wasserstand 14.12.1970 30 cm unter Oberfläche

**Lage:** Staatl. Forstamt Münster, Revier Amelsbüren, Abt. 56, Meßtischblatt Ottmarsbocholt 4111 (r 34 06 025, h 57 48 575), in sehr flacher breiter Mulde eines flachwelligen Geländes, unter Wald (Eiche und Hainbuche mit Grabenentwässerung) 59 m über NN

**Klima:** 770 mm N., 9°C

**Geologische Schichtung:** Grundmoräne aus aufbereitetem Oberkreidematerial des Saale-Glazials, Drenthe-Stadial, mit geringmächtiger Decke von (umgelagertem?) Flugsand

**Vegetation:** B 95% B<sub>1</sub> 65% Quercus robur 4.5 mittleres Baumholz  
Fagus silvatica 1.1 geringes Baumholz  
B<sub>2</sub> 50% Carpinus betulus 3.5 geringes Baumholz  
Fagus silvatica 1.1 geringes Baumholz

STR < 5% *Frangula alnus* +.1, *Viburnum opulus* +.2  
*Ilex aquifolium* +.1

KR 30% *Oxalis acetosella* 3.4, *Milium effusum* 2.1,  
*Deschampsia flexuosa* 1.1, *Hedera helix* 1.2,  
*Rubus fruticosus* 1.2, *Rubus idaeus* +.2,  
*Stellaria holostea* +.2, *Athyrium filix-femina*  
+.1, *Anemone nemorosa* 2.3 (absterbend),  
*Lonicera periclymenum* 1.3, *Dryopteris*  
*austriaca* ssp. *spinulosa* +.1, *Solidago*  
*virg-aurea* +.2 (knospend), *Luzula pilosa* +.1,  
*Polygonatum multiflorum* +.2°, *Melampyrum*  
*pratense* +.2, *Galeopsis tetrahit* +.2,  
*Quercus robur* 1.1 (j), *Carpinus betulus*  
+.1 (j), *Viburnum opulus* +.2 in Grabennähe:  
*Circaea lutetiana*; an feuchter Stelle:  
*Lysimachia vulgaris*

M < 5% an feuchten Wühlstellen von Wildschweinen:  
*Mnium hornum* +.2, *Dicranella heteromalla*,  
*Atrichum undulatum*

Vegetationseinheit: Geißblatt-Stieleichen-Hänbuchenwald  
(*Stellario-Carpinetum periclymenetosum*)

#### Zum Profil:

Die Grenzen zwischen den einzelnen Horizonten sind z.T. wenig deutlich und meist wellig.

In den aus Grundmoränen-Material gebildeten Profil-Schichten der Horizonte Sd1 bis Sd2 können Sandlinsen mit 30-80 cm Ø auftreten.

Im Sd2 treten überall stecknadelkopfgroße Fe-Oxid-Konkretionen auf. Sie verschmieren beim Abstecken. An Stellen mit gröberer Körnungsart treten sie weniger häufig auf.

Im Sc liegt das Calciumcarbonat sowohl fein verteilt im Boden-Material als auch in den Konkretionen vor.

Das Gefüge ist im grundmoränen-bürtigen Material überwiegend feinpolyedrisch mit prismatischer Tendenz. Deutliche Tonhäutchen sind nicht erkennbar. In diesen Horizonten finden sich zerdrückbare, stecknadelkopfgroße Fe-Konkretionen. Nur im Sc sind größere, harte Fe Konkretionen zu finden.

HOR.	TIE cm	FLUG LAGE	UNGE- LAGERTER SAND (WEICHSSEL-G.)	KORNGRÖSSEN, Ø i. µm, i. % FEINERDE <2mm										KCl n/Io	pH H <sub>2</sub> O	
				< 2	2-6	6-20	20-60	60-100	100-200	200-600	600-1000	1000-2000	2000n/Io			
Oh	3-0			-	-	-	-								3,1	3,8
Oh <sub>n</sub>	0-2			5 YR 2/1	7,5	3,4	5,8	14,1	5,8	23,1	34,3	6,0			3,0	3,5
Ah/Sw	2-20			7,5 YR 5-6/8 gefleckt mit 2,5 YR 5-6/2	7,9	3,2	4,1	10,9	6,6	30,7	36,0	0,6			3,5	4,2
Sd <sub>1</sub>	2-35 (40)			7,5 YR 6/8 Aggr.-Inneres 5 Y 6/2 Kluftoberfl.	24,3	4,6	5,5	11,4	3,5	21,5	26,7	2,5			3,6	4,4
Sd <sub>2</sub>	5-95 (115)			10 YR 6/4 Aggr.-Inneres 5 Y 6/1 Kluftoberfl.	29,7	6,0	7,1	9,6	4,7	19,7	20,5	2,7			5,0	6,0
Sc	95- 145			5 Y 6/1 gefleckt mit 10 YR 6/6, Kalkaugen	31,1	12,9	9,1	10,9	3,5	15,0	14,6	m. CaCO <sub>3</sub>	2,9		7,5	8,1
Ge- schiebe			GRUNDMORÄNE (SAALE-GLAZ.)	Feuersteine, Granite, vor- wiegend in Haselnußgröße,	24,7	6,0	7,2	7,3	5,3	21,7	26,4	o. CaCO <sub>3</sub>	1,4		7,5	8,1
				Granite bis 15 cm Ø												

C %	Org. Subst. %	N %	C/N	CaCO <sub>3</sub> %	mval/Ioog Boden							V S-Ioog KAK	R <sub>h</sub> %	Al. mval exch.	Fe Dith. %
					Ca	Mg	K	Na	S (Σ Ca ...Na)	KAK	MBN/CM H				
26,87	46,2	1,48	18	-	9,0	1,1	1,4	2,4	13,9	74,3	60,4	19	0,92		
18,06	31,1	1,12	16	-	4,0	0,6	0,9	1,9	7,4	59,7	52,3	12	0,83	6,5	
1,64	2,8	0,10	16	-	0,7	-	0,2	-	0,9	12,7	11,8	10	0,17	5,4	
-	-	-	-	-	5,1	0,5	0,2	0,6	6,4	14,5	8,1	44	0,09	5,4	
-	-	-	-	-	15,7	1,2	0,2	0,2	17,4	18,6	1,3	94	0,13	Sp.	
-	-	-	-	20,8	5,5	1,1	0,3	0,3	7,2	7,2	-	100	0,31	-	

MINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG

HORIZONT	TIEFE	FRAKTION	QUARZ	FELDSPAT	ILLIT	CHLORIT	MONTMORILLONIT	KAOLINIT	CALCIT	LEPIDOKROKIT
A <sub>n</sub> /S <sub>w</sub>	2-20	2-20μ (2μ)	xxxx xx	x (x)	x (x)	? x	(x) xx	x xx		
S <sub>d1</sub>	20-35	2-20μ (2μ)	xxxx x	x (x)	xx xx	(x) xx	(x)	x x		x
S <sub>d2</sub>	35-95	2-20μ (2μ)	xxx xx	x (x)	xx xxx	(x) (x)		x xx		
S <sub>c</sub>	95-145	2-20μ (2μ)	xx x	(x)	xx xxx			x xx	xx xx	

(x) Spuren, x <10%, xx 10-30%, xxx 30-50%, xxxx >50%

Mikrobiologische Untersuchungen

Der Boden wurde zweimal im Frühjahr, zweimal während der trockensten Jahreszeit im Sommer bis September und einmal im Spätherbst untersucht. Die Probenahme erfolgte aus folgenden Horizonten: aus dem  $H/A_h$ -Horizont (1-2 cm Tiefe u.Fl.), dem  $A_h/S_u$ -Horizont (5-8 cm) und aus dem  $S_d$ -Horizont (45-55 cm).

Der  $H/A_h$ -Horizont wies die stärkste mikrobiologische Aktivität und Besatzdichte auf. Sowohl die Atmungstätigkeit als auch das Zellulosezeresetzungsvermögen waren in dieser humusreichsten Bodenschicht am größten, wobei im Frühjahr und Spätherbst jeweils ein Maximum zu beobachten war. Mit zunehmender Bodentiefe nahm die Populationsdichte und Aktivität der Mikroorganismen rasch ab. Dies wurde das ganze Jahr über beobachtet. Ein hoher Prozentsatz der Bakterien ist zur Sporenbildung befähigt. Die höchste Besatzdichte an sporenbildenden Bakterien wurde sowohl während der feuchtesten als auch der trockensten Periode, also unter den extremsten Standortbedingungen, festgestellt. Die Besatzdichte der mikroskopischen Bodenpilze erreichte wie die der Bakterien im  $H/A_h$ -Horizont ihre höchsten Werte und nahm ebenfalls mit zunehmender Bodentiefe stark ab.

Erwähnenswert erscheint der hohe Keimgehalt an Aktinomyceten im  $S_d$ -Horizont, während diese Organismengruppe in den oberen Bodenschichten stark zurücktritt. Diese Beobachtung erklärt sich aus dem Ansteigen des pH-Wertes in den unteren Bodenschichten, verursacht durch das Auftreten von  $CaCO_3$ .

In der folgenden Tabelle wurden die am häufigsten isolierten mikroskopischen Bodenpilze angeführt. Ihre Bedeutung in dem untersuchten Boden ist aus ihren physiologischen Leistungen ersichtlich.

Name des Pilzes	Horizont	physiologische Leistungen
<i>Acremonium roseum</i> (=Cephalosporium roseum)	$S_d$	Pektin- und Celluloseabbau
<i>Aspergillus sacchari</i>	$S_d$	
<i>Cephalosporium acremonium</i>	$S_d$	
<i>Chaetomium globosum</i>	$H/A_h$	Stärke-, Pektin-, Celluloseabbau, Erreger v. Weich- und Moderfäule
<i>Penicillium canescens</i>	$A_h/S_u$	schw. Celluloseabbau, Stoffwechselprodukt (Canescin) m.schw. antimycot. Wirkung
<i>P. cf. cyclopium</i>	$H/A_h$	Pektinabbau, Produktion organ. Säuren m. antibiot. Eigenschaften
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	$H/A_h$	Cellulose-, Chitin-, Ligninabbau, Nitratreduktion, Proteasebildung
<i>Trichoderma koningi</i>	$H/A_h$	Pektin-, Cellulose-, Chitin- u. Ligninabbau, antibiot. Wirkung

Die Algenflora war artenarm. Es wurden nur Grünalgen bzw. grüne Flagellaten und zwar fast ausschließlich aus den obersten 15 cm isoliert.

PROFIL II

Bodentyp: Pseudogley-(Eisenhumus-)Podsol, tief entwickelt, mit Ortstein, sehr schwach basenhaltig

Körnungsart: Mittel- und Feinsand 13 dm.

Humusform: Feinhumusreicher Rohhumus

Grundwasser: In der Kartiereinheit örtlich auch mit Übergängen zum Grundwasser um 100-120 cm u.O.

Stauhöhe: Ab 30 cm, stark ab 70 cm, mit langer Naßphase

Lage: Staatl. Forstamt Münster, Revier Amelsbüren, Abt. 55c, Meßtischblatt Ottmarsbocholt 4111 (r 34 o6 275, h 57 48 625), auf flacher, breiter Bodenerhebung in flachwelligem Gelände unter Wald (Eiche und Rotbuche)

Klima: 770 mm N., 9°C

Geologische Schichtung: Flugdecksand des Weichsel-Glazials über Grundmoräne aus aufbereitetem Oberkreide-Material der Saale-Kaltzeit, Drenthe-Stadial.

Vegetation:

B 80%	B <sub>1</sub> 70%	Quercus robur 2	} früher noch mehr Betula vertreten, aber herausgehauen, da absterbend
		Quercus petraea 2	
		Fagus silvatica 3	
		Betula pubescens 1.1)	
	B <sub>2</sub> 20%	Fagus silvatica 2.1	
	STR < 5%	Fagus silvatica +-1.1	
		Ilex aquifolium +.1	
	KR 50%	Pteridium aquilinum 4.5, Hedera helix 1.2, Rubus fruticosus +.2, Molinia coerulea 1.2 <sup>1</sup> ), Lysimachia vulgaris 1.2 <sup>1</sup> ), Carex pilulifera +.2 <sup>1</sup> ), Milium effusum +.2 <sup>1</sup> )	
		Carpinus betulus (j)r, Fagus silvatica (j)+.1, Sorbus aucuparia (j)+.1	

M < 5% Mnium hornum 1.2, an frischem Grabenaushub  
auch Attrichum undulatum 2.2

- 1) an etwas tiefer gelegenen Stellen, Bodentyp  
nach Stichprobe mit dem Schlagbohrer unter  
Molinia: 1. Pseudogley-Podsol  
2. Podsol-Pseudogley

**Vegetationseinheit:** Pfeifengras-Buchen-Eichenwald  
(Fago-Quercetum molinietosum)

Anmerkungen zur Verbreitung des Profiltyps:

Die Profilausprägung ist je nach Kleinrelief auf kleiner Fläche  
stark wechselnd. Es treten nebeneinander auf:

- Pseudogley-(Eisenhumus-)Podsol mit Ortstein
- Pseudogley-(Humus-)Podsol mit Ortstein
- Podsol-Pseudogley
- Übergänge zu Gley-Podsolen

Zum Bodenprofil:

Der tonreiche Sc ist plastisch-kohärent, der Sd feinpolyedrisch.  
Das Decksandmaterial zeigt im Bs/Sw und im SBs kohärente Hüllengefüge, die nesterweise mäßig bis stark verfestigt sind. Im SBh, Ae und Aeh liegen Übergänge vom Einzelkörngefüge zum schwach ausgeprägten bröckeligen Fragmentgefüge vor.

C-14-Datierung

Horizont	Alterswert
A <sub>eh</sub> +A <sub>e</sub>	1910 ± 60
SB <sub>h</sub>	1980 ± 85
SB <sub>s</sub>	1900 ± 70

Podsole sind immer stark verjüngt durch Perkolation. Die Alterswerte stellen daher kein absolutes Alter, sondern die mittlere Verweilzeit der organischen Substanz bzw. des Kohlenstoffs dar.

HOR.	TIE- FE cm			KORNGRÖSSEN, Ø i. µm, i. % FEINERDE <2mm										pH	
				< 2	2-6	6-20	20-60	60- -100	100- -200	200- -600	600- -1000	1000- -2000	KCl n/10	H <sub>2</sub> O	
OH	12 F23 H8-10		5 YR 2/1	-	-	2,7	13,8	6,3	36,3	40,7	0,2	2,4	3,4		
Aeh	0-8	FLUGDECKSAND WEICHELGLAZIAL	5 YR 3/1	1,0	1,9	1,6	15,8	4,5	33,0	41,4	0,8	2,9	3,7		
Ae	8- 26		10 YR 5-6/2	-	-	3,3	16,4	5,3	32,6	42,2	0,2	3,5	4,5		
SBh	26- 45		5 YR 2/1 örtlich schwach fleckig, nesterweise	7,9	0,8	1,7	9,2	3,9	27,3	47,4	1,8	3,2	3,7		
SBs	45- 70		5 YR 2/1 → 3/3 → 4/4 örtl. deutl. Pantherung	1,3	1,1	2,0	13,1	4,8	33,9	42,7	1,1	3,9	4,2		
Bsßw	70- 125		oben 10 YR 5-6/3 unten 2,5 Y 6/2 dominir.	-	-	-	-	3,7	43,9	51,6	0,8	4,3 4,4	4,5 4,7		
Sd	125- 220	Grundmoräne Säule-Gl.	7,5 YR 5-6 stark gefleckt mit 2,5 Y 6/2	29,5	8,8	7,8	9,5	4,2	18,6	19,7		4,8	5,8		
Sc	220- 265			29,9	8,3	9,8	9,5	3,8	17,7	17,2		n.b.	n.b.		

C %	Org. Subst. %	N %	C/N	CaCO <sub>3</sub> %	mval/100g Boden								V S·100 KAK	R <sub>e</sub> %	Al		Fe	
					Ca	Mg	K	Na	S (ΣCa ...Na)	KAK	H	mval exch.			Dith. %			
24,39	42,0	0,91	27	-	5,8	0,5	0,3	0,1	6,7	75,1	68,4	<10	0,17					
3,65	6,3	0,08	43	-	0,7	-	0,1	-	0,8	13,0	12,2	<10	0,04	0,87	0,04			
0,29	0,5			-	0,3	-	0,1	-	0,4	2,8	2,4	14	<0,04	0,03	0,04			
1,97	3,4	0,06	31	-	0,3	-	0,1	-	0,4	19,8	19,4	<10	0,09	4,35	0,07			
1,59	2,7	0,04	40	-	0,2	-	-	-	0,2	23,6	23,4	<10	0,04	3,68	0,33			
				-	-	-	-	-	-	-	3,9 0,3	-	<0,04 <0,04	0,86	0,08 0,09			
				-	15,1	0,6	0,2	0,2	16,1	18,9	2,8	85	0,31	0,37	1,22			
n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	7,3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		

MINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG

HORIZONT	TIEFE	FRAKTION	QUARZ	FELDSPAT	ILLIT	CHLORIT	MONTMORILLONIT	KAOLINIT		
A <sub>e</sub>	(8)10-26(30)	2-20μ (2u)	xxxx xx	xx x	xx x	(x) x	xx	x		
SB <sub>s</sub>	45(50)-70	2-20μ (2μ)	xxx xx	x (x)	x (x)	x	(x)			
S <sub>d</sub>	125-220	2-20μ (2μ)	xxxx xx	x (x)	xx xxx			xx xx		

(x) Spuren, x <10%, xx 10-30%, xxx 30-50%, xxxx >50%

Mikrobiologische Untersuchungen

Es wurden zweimal im Frühjahr, zweimal während der trockensten Periode im Sommer bis Herbst und einmal im Spätherbst Proben aus folgenden Horizonten untersucht: M-Lage - eine Probe aus 5-8 cm und eine aus 12-15 cm Tiefe u. Fl. -, sowie jeweils eine Probe aus dem  $A_{eh}$ - (16-22 cm), dem  $A_e$ - (30-35 cm) und dem  $SB_h$ -Horizont (45-50 cm).

Die M-Lage war das ganze Jahr über am stärksten belebt. Mit zunehmender Bodentiefe nahm der Mikrobenbesatz rasch ab. Auch die Atmungsaktivität der Mikroorganismen und ihr Zellulosezeretzungsvermögen war in den obersten 20 cm am höchsten, wobei zwei deutliche Maxima, eines im Frühjahr und ein größeres im Spätherbst, zu beobachten waren. Während in der M-Lage die Bakterien den weitaus größten Prozentanteil des gesamten Keimgehaltes ausmachten, überwogen in den unteren Bodenschichten (im  $A_e$ - und  $SB_h$ -Horizont) die Pilze. Die letztgenannten Mikroorganismengruppe hatte vor allem in der trockenen Jahreszeit den Hauptanteil an der biologischen Aktivität dieser Bodenhorizonte zu tragen.

Der größte Teil der in den tieferen Bodenschichten lebenden Bakterien war zur Sporenbildung befähigt.

Die Zahl der Aktinomyzeten in diesem Boden war verschwindend klein, was auf Grund der niedrigen pH-Werte auch nicht anders zu erwarten war.

Folgende Pilze wurden am häufigsten isoliert:

Name des Pilzes	Horizont bzw. Lage	physiologische Leistungen
<i>Alternaria humicola</i>	$SB_h$	
<i>Chaetomium globosum</i>	H	Stärke-, Pektin-, Celluloseabbau, Erreger v. Weich- u. Moderfäule
<i>Mortierella</i> cf. <i>rasniana</i>	$A_e$ u. $SB_h$	
<i>Penicillium</i> cf. <i>purpurogenum</i>	H	
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	H	Cellulose-, Chitin-, Ligninabbau, Nitratreduktion, Proteasebildung
<i>Trichoderma koningi</i>	H	Stärke-, Pektin-, Chitin-, Cellulose-, Ligninabbau, Säureproduktion, antibiot. Wirkung, Moderfäuleerreger
<i>Tr. viride</i>	H	
<i>Zygorrhynchus moelleri</i>	$A_e$	Pektin- u. Hemicelluloseabbau

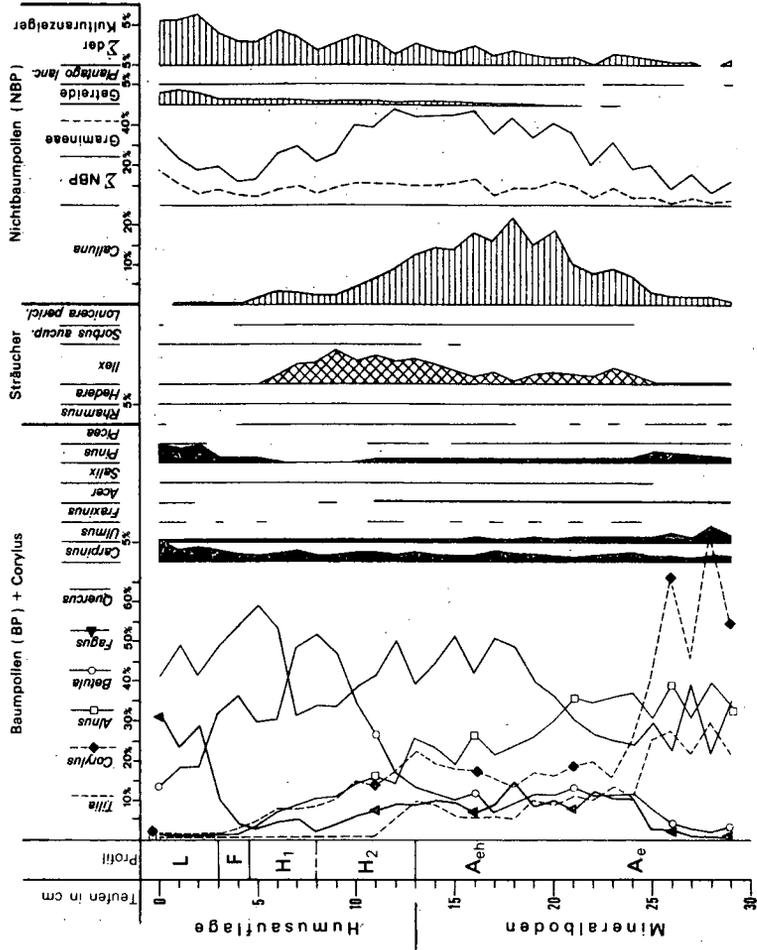
Aus den in der Tabelle angegebenen physiologischen Leistungen ist die Bedeutung der isolierten mikroskopischen Bodenpilze im untersuchten Boden ersichtlich.

Interessant erscheint das dominierende Auftreten von *Mortierella* cf. *rasniana* in den untersten Bodenschichten. Über ihre physiologischen Leistungen ist nicht viel bekannt. Nach eigenen Beobachtungen scheint sie ein starkes Denitrifikationsvermögen zu besitzen. Dieser Pilz ist für die oben geschilderten Besonderheiten verantwortlich und scheint ebenso wie *Zygorrhynchus moelleri* besonders saure Standorte vorzuziehen.

Die Algenflora war ziemlich artenarm. Es wurden nur Grünalgen bzw. grüne Flagellaten aus diesem Boden isoliert.

## Pollendiagramm Amelsbüren (Pseudogley - Podsol, Profil Nr. 2)

Basissumme BP = 100% ; Corylus, die Sträucher und die NBP sind jeweils auf diese Summe bezogen.



### Pollenanalytische Untersuchung der Rohhumusauflage

Die Pollenanalyse eines Rohhumusprofils liefert im Gegensatz zu der eines Hochmoortorfprofils, wie verschiedene Untersuchungen gezeigt haben, in erster Linie einen Einblick in rein lokal begrenzte Vegetationssukzessionen. Die vorliegende Rohhumusbildung stammt aus dem Zentrum eines großen Waldgebietes; es wurden je Pollenspektrum durchschnittlich 900 BP (Baumpollen) sowie 500 NBP (Nichtbaumpollen) und Sporen ausgewertet. Ein Vergleich mit zwei Pollendiagrammen aus dem etwa 0,5 km nördlich gelegenen Hochmoor im Nottebrack (TRAUTMANN 1969) ergibt mit einer Ausnahme gute Übereinstimmung und zeigt, daß das Diagramm des Rohhumusprofils etwa gegen Ende des ersten Drittels der Zone Xa nach FIBRAS bzw. der Zone XIIa nach OVERBECK einsetzt und sich pollenfloristisch in 3 Abschnitte gliedern läßt:

Im unteren Abschnitt (29-25 cm) dominieren Quercus (Eiche) und Tilia (Linde) sowie Alnus (Erle) und Corylus (Hasel), wobei die Kurve der Eiche sich immer gegensätzlich zu denen der anderen genannten Baumarten verhält. Infolge ihrer reichlichen Pollenproduktion sind Erle und Hasel im Pollendiagramm mengenmäßig gegenüber ihrem tatsächlichen Anteil am Waldbild überrepräsentiert. Fagus (Buche) spielt z.Zt. noch keine Rolle. Ebenso ist der Anteil der Kulturbegleiter wie der NBP überhaupt hier am niedrigsten.

Der mittlere Abschnitt (24-6 cm) wird klar von der Eiche beherrscht, doch der Anteil der Buche hat sich etwa verdreifacht, und Säureanzeiger wie Ilex (Stechpalme) und Calluna (Heidekraut) oder Lonicera periclymenum (Waldgeißblatt) nehmen stark zu bzw. treten erstmalig auf. Dieser Abschnitt läßt sich in drei Phasen untergliedern und zwar nach dem Verhalten der Tilia-, Alnus- und später der Betula-Kurve. Betula (Birke) ist jedoch sehr stark überrepräsentiert.

Im oberen Abschnitt (5-0 cm) breitet sich die Buche stark aus, doch wahrt die Eiche ihre Dominanz. Die Birke ist entweder aus der Aufnahmefläche entfernt worden oder abgestorben. Die im Diagramm ausgewiesene Pollenmenge stammt aus der weiteren Nachbarschaft, wie dies u.a. auch für Carpinus (Hainbuche) und Pinus (Kiefer) gilt. Die Säureanzeiger sind zurückgegangen, der Anteil der Gräser und Kulturanzeiger steigt leicht an. Es sei noch

bemerkt, daß sich nur *Fagus* innerhalb der Untersuchungsfläche natürlich verjüngt.

Die Dauer dieser Sukzessionen könnte etwa 500-600 Jahre umfassen, doch ist hierbei zwischen dem Alter der Pollenspektren und dem des einbettenden Sediments zu unterscheiden. Infolge möglicher Perkolatation kann die Bodenbildung älter sein.

Erheblich abweichend gegenüber den erwähnten Hochmoorprofilen von Nottebrack verhält sich nur die Linde. Dieser Unterschied konnte noch an vier weiteren Rohhumusprofilen, die alle der gleichen Bodeneinheit angehören, bestätigt werden. Ob dies Verhalten der Linde noch natürlichen Ursprungs ist wie in dem von IVERSEN (1958) untersuchten südjütischen Wald Draved oder anthropogen bedingt ist, läßt sich an den bisher vorliegenden Profilen noch nicht sicher entscheiden.

Somit lassen sich drei Waldentwicklungsphasen erkennen: Anfangs stockte ein wohl relativ lichter Linden-Eichenwald mit reichlich Hasel in der Strauchschicht und an feuchteren Stellen mit Erlen. Es folgte ein zunehmend saurer werdender Eichenwald mit wenig Linde und etwas Buche, in dem sich Stechpalme und Geißblatt ausbreiteten und -sicherlich mosaikartig- Heidekraut wuchs. Diese Degradation läßt sich sowohl durch forstliche Übernutzung als auch durch klimatische Verschlechterung — die sogenannte kleine Eiszeit (ca. 1650-1850 n.Chr.) — erklären.

Abschließend entwickelte sich das heutige Fago-Quercetum, in dem die Buche nun wieder ihren natürlichen Bestockungsanteil zurückerobert.

P R O F I L III

Bodentyp: Plaggenesch, schwarzgrauer bis graubrauner, mit hoher Basensättigung über Gley-Podsol

Körnungsart: humoser schwach lehmiger Sand 6 dm, über Sand 6 dm, über stark sandigen Lehm

Humusform: ---

Grundwasser: Grundwasser-Spiegel-Flurabstand 120 cm u.O., mittlerer Schwankungsbereich von 80-130 cm u. O.

Staunässe: ---

Lage: Staatl. Forstamt Münster, Revier Amelsbüren, unmittelbar nördl. des Hofes "Druffel", Meßtischblatt Ottmarsbocholt 4111. (r 34 05 925, h 57 48 900) auf flacher, breiter Bodenerhebung in flachwelligem Gelände unter Acker, 60 m über NN.

Klima: 770 mm N., 9°C

Geologische Schichtung: Holozäne künstliche Plaggenauflage über Flugdecksand des Weichsel-Glazials über Grundmoräne aus aufbereitetem Oberkreidematerial der Saale-Kaltzeit, Drenthe-  
Stadial

Vegetation: Getreideunkrautgesellschaft  
Normale Fruchtfolge: Wintergetreide  
Sommergetreide  
Hackfrucht (Stallmist)

Anmerkungen zum Profil:

Die holozäne Plaggenauflage-Schicht ist oben mit wenigen 1 bis 3 cm großen Ziegelstückchen, unten mit bis zu 1 cm großen Ziegelstückchen und Holzkohlen durchsetzt.

Der Bhs-Horizont ist teilweise gestört, vermutlich durch alten Bodenbruch. Die Bodenprobe wurde aus dem Bs-Anteil genommen.

Im übrigen entspricht die Horizontabfolge der Gefügestufen annähernd der des Podsol-Profiles.

HOR.	TIE FE cm	LAGE (ANTHROP.) LAGE (ANTHROP.) LAGE (ANTHROP.)	KORNGRÖSSEN, $\phi$ i. $\mu\text{m}$ , i. % FEINERDE <2mm										pH
			< 2	2-6	6-20	20-60	60-100	100-200	200-600	600-1000	1000-2000	KCl /1g	
Ap1	0-22		1o YR 3/1	6,4	3,0	3,0	9,1	4,1	29,8	43,9	0,7	6,7	7,4
Ap2	22-40		1o YR 3/1 heller als Ap1	6,3	3,0	3,7	6,7	4,6	30,3	44,8	0,6	6,5	7,3
Bhs	40-60		Bh-Anteile 5 YR 2/1 Bs- " 2,5 YR 2/2 $\rightarrow$ 5YR 3/4	-	-	-	-	3,9	36,8	59,0	0,3	6,2	7,2
G <sup>9</sup> Bs	60-85		7,5 YR 5/8	-	-	-	-	2,7	33,0	63,0	1,3	6,2	7,5
Go	85-115		1o YR 5/8 $\rightarrow$ 7,5 YR 5/8	-	-	-	-	2,5	39,8	57,2	0,5	6,1	7,3
Gor	115-200		1o YR 6/3, Sektionen mit 1o YR 6/4	-	-	-	-	1,8	40,7	57,0	0,5	5,8	7,1
Gr	200-240		5 Y 5/3										

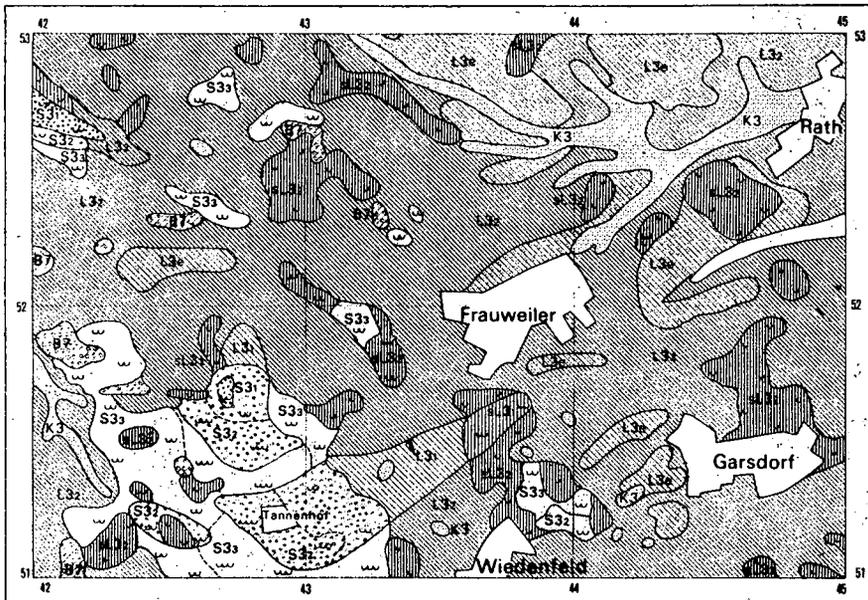
C %	Org. Subst. %	N %	C/N	CaCO <sub>3</sub> %	mval/100g Boden										Al mval exch.	Fe Dith. %
					Ca	Mg	K	Na	S ( $\Sigma$ Ca ...Na)	KAK	MENLICH H	V S-100 KAK	R <sub>0</sub> %			
1,26	2,2	0,09	14	Sp.	9,4	0,8	0,2	-	10,4	11,4	1,0	91	0,65	Sp.	0,35	
1,19	2,0	0,09	13		8,2	0,7	0,2	-	9,1	10,6	1,5	86	0,44	"	0,29	
FeCO <sub>3</sub> ent- haltend?													0,13	"	0,27	
0,22	0,4				1,8	-	0,1	-	1,9	3,2	1,3	59	0,04	"	0,31	
					1,5	-	0,1	-	1,6	2,0	0,4	80	0,04	"	0,29	
					1,0	-	-	-	1,0	1,6	0,6	63	0,04	"	0,11	





# Bodenkarte 1:10000 des Tagebaugebietes Fortuna - Garsdorf

Ausschnitt aus TKV10 4905 Grewenbruch und 5005 Bergheim



Geologisches Landesamt Nordrhein - Westfalen



## I. Bodeneinheiten

- 
**Braunerde**  
aus Hauptterrassenschottern mit L&Glehmbeimengungen
- 
**Paraebraunerde**  
aus L&G
- 
**Paraebraunerde**  
aus L&G über Hauptterrassenschottern
- 
**Paraebraunerde**  
schwach bis mäßig erodiert, aus L&G
- 
**Pseudogley-Paraebraunerde**  
aus L&G
- 
**Pseudogley-Paraebraunerde**  
aus L&G über Hauptterrassenschottern
- 
**Pseudogley, z.T. Paraebraunerde-Pseudogley,**  
aus L&G
- 
**Pseudogley**  
aus L&G über Hauptterrassenschottern
- 
**Pseudogley**  
aus L&G über Hauptterrassenschottern
- 
**Kolluvium, z.T. schwach pseudovergleyt,**  
aus umgelagertem L&Glehm

## II. Sonstige Angaben

- 
**Begrenzung der Bodeneinheiten**
- 
**Begrenzung der Staunissebenebereiche bei gleicher Bodeneinheit**
- 
**Bodenprofil**
- 
**schwache bis mäßige zeitweilige Staunisse im Unterboden**
- 
**mäßige zeitweilige Staunisse bis in den Oberboden**
- 
**starke zeitweilige Staunisse bis in den Oberboden**

- 336 -

Terrassen	Böden	Chronologische Gliederung
Nieder- terrasse	Parabraunerde	Weichsel - Kaltzeit
	Löß	
Krefelder Mittelterrasse	Parabraunerde (Erkelenzer Boden)	Eem - Warmzeit
	Löß	
Ältere Mittel- terrassen	Parabraunerde (Rheindahlener Boden)	Warthe - Kaltzeit
	Löß	Treene - Warmzeit Saale - Kaltzeit
Ältere Mittel- terrassen	Parabraunerde (Wegberger Boden)	Drenthe - Kaltzeit
	Löß	Jüngere Wärmeschwankung der Holstein - Warmzeit
Jüngere Hauptterr.	Braunlehm - Pseudogley Hochflutlehm? Löß?	Kaltphase der Holstein - Warmzeit
	Gley	Ältere Wärmeschwankung der Holstein - Warmzeit
	Rinnenschotter	Holstein - Warmzeit
		Elster - Kaltzeit Cromer - Warmzeit

PROFIL IV

Pseudogley-Parabraunerde, schwach pseudovergleyt, aus L88  
 r<sup>25</sup> 44 268 h<sup>56</sup> 52 253 TK 25 Blatt Nr. 4905 Grevenbroich

A <sub>P</sub>	0 - 33 cm	sehr dunkelgraubrauner (10 YR 3/2), humoser schluffiger Lehm, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, viele Regenwurmröhren, deutliche Begrenzung;
A <sub>11</sub>	33 - 52 cm	gelbbrauner (10 YR 5/4), sehr schwach humoser, stark schluffiger Lehm, Subpolyedergefüge, locker, krümelig, teilw. plattig gut durchwurzelt, viele mit humoser Substanz ausgekleidete Wurmröhren, fließender Übergang;
A <sub>12</sub>	52 - 75 cm	dunkelgelbbrauner (10 YR 4/4), sehr schwach humoser, stark schluffiger Lehm, Subpolyedergefüge, locker, porös, teilw. plattig, mittlere Durchwurzeltung, viele Wurmröhren, fließender Übergang;
S <sub>w</sub> A <sub>13</sub>	75 - 92 cm	gelbbrauner (10 YR 5/3), schwach fahlgrau u. sehr schwach rostbraun gefleckter, stark schluffiger Lehm, Subpolyedergefüge, schwach ausgeprägt, mittlere Durchwurzeltung, viele Wurmröhren mit bis zu 5 mm starker humoser Auskleidung, deutliche Begrenzung;
S <sub>d</sub> B <sub>1</sub> t <sub>1</sub>	92 - 122 cm	dunkelgelbbrauner (10 YR 3/4), schwach rost- und fahlfleckiger, sehr schwach humoser, schluffiger Lehm mit einzelnen, mm-großen Fe-Mn-Konkretionen, Polyedergefüge, dunkelbraune (7,5 YR 3/2), starke Tonhäutchen, dicht gelagert, in Wurmröhren durchwurzelt, grauer Gefügebinder (Grisserde) auf den Gefügeaggregaten, nach Austrocknung Bildung großer Prismen, fließender Übergang;

Horizont	Tiefe cm	Korngrößen (φ in μm)							Org. Subst. %
		<2 mm in Gew. % des Feinbodens							
		<2	2-6	6-20	20-60	60-200	200-600	600-2000	
A <sub>P</sub>	3-30	10,6	7,2	19,4	62,8	-	-	-	2,2
A <sub>11</sub>	35-50	13,7	4,4	16,7	65,2	-	-	-	0,5
A <sub>12</sub>	55-70	16,6	5,4	20,1	57,9	-	-	-	0,4
S <sub>w</sub> A <sub>13</sub>	80-90	20,2	4,8	17,9	57,1	-	-	-	0,4
S <sub>d</sub> B <sub>1</sub> t <sub>1</sub>	95-120	24,7	4,0	17,3	54,0	-	-	-	0,4
B <sub>t2</sub>	125-165	23,9	2,9	9,2	64,0	-	-	-	0,2
B <sub>tv</sub>	175-215	7,7	2,9	10,8	56,5	2,1	8,1	11,9	0,2
B <sub>tv</sub>	(s.o.)	10,4	1,2	3,6	84,8	-	-	-	0,1
B <sub>v</sub>	225-260	11,6	3,7	8,4	57,9	2,1	5,5	10,8	0,1
C <sub>1</sub>	270-300	13,0	2,9	14,0	70,1	-	-	-	0,2
C <sub>2</sub>	320-360	14,6	6,3	14,4	64,1	-	-	-	0,2

B <sub>t2</sub>	122 - 170 cm	dunkelgelbbrauner (10 YR 4/4), auf Gefügeflächen sehr schwach fahlgrau gefleckter schluffiger Lehm, Subpolyeder- bis Kohärentgefüge, Tonhäutchen auf Gefügeflächen, weniger dicht gelagert, porös, einzelne Regenwurmgänge mit Wurmlösungsgefüge, undeutliche Begrenzung;
B <sub>tv</sub>	170 - 220 cm	dunkelgelbbrauner (10 YR 4/4), stark schluffiger Lehm mit cm-breiten Lagen aus stark fahlbraunem (10 YR 7/4) lehmigem Schluff, Subpolyeder- bis Kohärentgefüge, schwache Tonhäutchen auf den wenigen Gefügeflächen, keine Wurmröhren, fließender Übergang;
B <sub>tv</sub>	(Probe enthält nur den fahlbraunen, lehmigen Schluff aus dem B <sub>tv</sub> -Horizont)	
B <sub>v</sub>	220 - 265 cm	hellgelbbrauner (10 YR 6/4), lehmiger Schluff mit mm-starken Bändern aus Mittel- bis Grobsand, schichtig absondernd zwischen dem lehmigen Schluff und den Sandbändern, in den unteren 20 cm unregelmäßig rötlich-braun gefleckt, in Hohlräumen (alten Wurzelröhren) schwarzbraune zerreibbare Substanz aus Fe u. Mn, scharfe Begrenzung;
C <sub>1</sub>	265 - 310 cm	sehr blaßbrauner (10 YR 7/4), kalkhaltiger lehmiger Schluff mit zahlreichen gelbbraunen Flecken und Kalkmycelen, Kohärentgefüge, locker, porös, undeutliche Begrenzung;
C <sub>2</sub>	310 - 370+cm	gelbbrauner (10 YR 5/6), kalkhaltiger lehmiger Schluff mit einzelnen Kalkmycelen, ohne Fleckung, Kohärentgefüge, locker, kleinporös.

Horizont	pH (KCl, /n)	CaCO <sub>3</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	mval/100 g			% von S				V %
				T	H	S	Ca	Mg	K	Na	
A <sub>p</sub>	6,6	-	0,16	15,6	7,0	8,6	86	7	6	1	55
A <sub>11</sub>	6,6	-	0,10	7,8	0,5	7,3	82	10	7	1	94
A <sub>12</sub>	6,5	-	0,11	11,9	4,0	7,9	82	10	5	3	66
S <sub>w</sub> A <sub>13</sub>	6,5	-	0,12	9,3	-	9,3	87	10	2	1	100
S <sub>d</sub> B <sub>t1</sub>	6,5	-	0,10	13,4	0,3	13,1	89	8	2	1	98
B <sub>t2</sub>	6,4	-	0,14	11,1	-	11,1	85	11	3	1	100
B <sub>tv</sub>	6,4	-	0,13	8,7	0,3	8,4	84	12	2	2	97
B <sub>tv</sub>	6,4	-	0,11	6,1	1,3	4,8	83	12	3	2	79
B <sub>v</sub>	6,4	-	0,13	7,4	-	7,4	81	14	3	2	100
C <sub>1</sub>	7,6	18,7	0,10	5,5	-	5,5	70	22	4	4	100
C <sub>2</sub>	7,6	13,3	0,11	6,0	-	6,0	96	2	1	1	100



EXKURSIONSTAG: C 2 : 19.9.1971

GRUNDWASSER-VERSUCHSFELD KIRCHHOVEN



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 343 - 356 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

WOHLRAB, B.:

## **Grundwasserstand - Versuchsfeld Kirchhoven**

der LANDESANSTALT für IMMISSIONS- UND BODENNUTZUNGSSCHUTZ  
des Landes Nordrhein-Westfalen in Essen

Prof. Dr. B. Wohlrab, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 43 ESSEN, Wallneyer Str. 6

## 1. Standort

### 1.1. Lage, Klima (hierzu Übersichtskarte Anhang):

Nordwestlich von Heinsberg in der Nähe der deutsch - niederländischen Grenze. R = <sup>25</sup>03.850 H = <sup>56</sup>62.350

Höhe über NN: 31.8 m

Niederschlag:  $\phi$  645 mm/Jahr

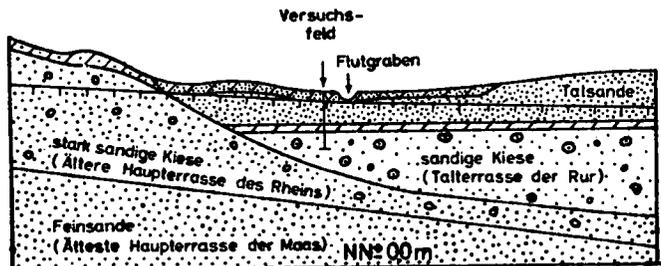
$\phi$  Lufttemperatur Jahresmittel: 9,7 °C

Einrichtung der Versuchsfläche in den Jahren 1968 und 1969.

### 1.2. Geologie

Holozäner ( junger, z.T. alter ) Auelehm von rd. 80 cm Mächtigkeit überkleidet Grob- und Mittelsande, die an ihrer Basis in sandigen Fein- und Mittelkies übergehen ( Talsande, 1. Grundwasserstockwerk ). Darunter liegt eine wasserstauende Schicht aus tonigem, feinsandigem Schluff, die den oberen von dem unteren Grundwasserleiter trennt, der von Terrassenkiesen der Rur gebildet wird ( Mittel- und Feinkies mit etwas Grobkies und viel Grob- und Mittelsand ). Diese sitzen der pleistozänen Hauptterrasse des Rheins auf, die über den Feinsanden der älteren Hauptterrasse der Maas liegen. Die beiden Hauptterrasse sind teilweise durch eine Ton-schicht, den sog. Tegelenton, voneinander getrennt.

## Schnitt durch das Rurtal bei Neuhaaren



Maßstab: d.L. 1:25000, d.H. 1:1000

### 1.3. Boden

Flächenmäßige Verbreitung der in diesem Gebiet auftretenden Böden ergeben sich aus der Bodenkarte des Geologischen Landesamtes, Krefeld, (Anhang 1). Die Versuchsfläche selbst besitzt schwach bis mäßig pseudovergleyte Grundwasserböden. Der Grundwasserspiegel schwankt zwischen 0,2 und 1,3 dm unter Flur. Angaben über Bodenart und -aufbau sowie über analytisch bestimmbare Bodenmerkmale zur Charakterisierung der Standorteigenschaften enthält der Anhang 2.

## 2. V e r s u c h s z i e l

### 2.1. Landwirtschaftlicher Versuch

- 2.1.1. Untersuchungen der Auswirkungen einer totalen Grundwasserabsenkung auf das Wachstum, den Ertrag und die Qualität landwirtschaftlicher Kulturen.
- 2.1.2. Untersuchung der Veränderungen in den standortökologischen Verhältnissen im Hinblick auf das System Boden - Wasser - Pflanze, insbesondere des Bodenwasserhaushaltes und der Bodentemperaturen, der Humus- und Nährstoffverhältnisse
- 2.1.3. Überprüfung von Boden- und Wasserverunreinigungen durch Pflanzenschutzmittel

### 2.2. Wasserwirtschaftlicher Versuch

- 2.2.1. Einstellen des Grundwasserspiegels auf einen Mindestflurabstand von 3 m auf der Teilfläche mit abgesenktem Grundwasser als Voraussetzung für die Durchführung des landwirtschaftlichen Versuchsteiles.
- 2.2.2. Erfassung der hydrologischen Versuchskomponenten
- 2.2.3. Wasserhaushaltsuntersuchungen

### 3. Versuchseinrichtungen

Kernstück der technischen Versuchseinrichtungen sind die Anlagen zur Einstellung des geforderten Grundwasserflurabstandes unter der Teilfläche mit abgesenktem Grundwasser. ( hierzu Querschnitt u. Lageplan, Anhang 3 ).

- 3.1. Die Grundwasserabsenkung unter der 1 ha großen Teilfläche erfolgt in einem Becken. Dieses wurde geschaffen durch den Einbau einer Dichtungswand von 400 m Länge und 6 m mittlerer Tiefe, hergestellt nach dem ETF-Verfahren. Die Dichtungswand ist eingebunden in einen Grundwasserstauer, der das 1. vom 2. Grundwasserstockwerk trennt und dessen obere Begrenzung 5 bis 8 m unterhalb der Geländeoberfläche liegt. Dieser Grundwasserstauer bildet die Beckensohle. Dichtungswand und Grundwasserstauer haben  $K_f$ -Werte von  $10^{-8}$  m/s.
- 3.2. Zur Grundwasserabsenkung sowie zur Einhaltung des Absenkzieles wurde ein Horizontalfilterbrunnen mit 2 Filtersträngen von 200 mm lichter Weite und jeweils 50 m Länge gebaut. Gefördert wird mit 2 automatisch gesteuerten Unterwasserpumpen. Die Steuer- und Meßeinrichtungen sind in einem Betriebsraum über dem Brunnenschacht installiert.

#### 4. Versuchsdurchführung

##### 4.1. Landwirtschaftlicher Versuch

4.1.1. Versuchsanlage ( hierzu Lageplan, Anhang 3 )  
Gesamtversuchsfläche: 1,6 ha, davon abgesenkt:  
1,0 ha. Sowohl auf dem abgesenkten als auch  
auf dem nicht abgesenkten Teil werden jeweils  
Acker- und Grünlandversuche durchgeführt.  
Fruchtfolge auf dem Ackerland: Zuckerrüben -  
Winterweizen - Wintergerste - Kartoffeln -  
Winterroggen - Klee - Hafer ( I - VII im  
Lageplan, Anhang 3 ) jeweils 4-fache Stick-  
stoffstaffelung.

Acker- und Grünlandversuchsfläche im Absen-  
kungsbecken können je zur Hälfte beregnet wer-  
den.

Grünlandversuch: 3 Stickstoffvarianten in 6-  
facher Wiederholung. Jährlich abwechselnde Be-  
weidung und Beerntung der Versuchspartellen.

##### 4.1.2. Versuchsprogramme

Agrarmeteorologische Messungen,  
Ermittlung bodenphysikalischer und boden-  
chemischer Kennwerte,  
Bodenfeuchteuntersuchungen,  
Bodentemperaturmessungen,  
Nährstoffanalysen des Bodens und der Pflanzen,  
Ertragsanalysen  
Qualitätsuntersuchungen der Pflanzen,  
pflanzensoziologische Untersuchungen  
Wirkstoff-Rückstandsuntersuchungen von Wasser  
und Boden

4.2. Wasserwirtschaftlicher Versuch ( hierzu Querschnitt-u. Lageplan, Anhang 3 )

4.2.1. Auf dem Versuchsgelände sind außer der Grundwasserabsenkungsanlage (3) und den für die agrarmeteorologischen Erhebungen erforderlichen Meßeinrichtungen ( 4.1.2. ) insgesamt 29 Grundwassermeßstellen eingerichtet, davon 3 im 2. Grundwasserstockwerk.

4.2.2. Versuchsprogramme

Erfassung des Grundwasserganges zur Beurteilung des Grundwassereinflusses auf der Teilfläche mit ungestörtem Grundwasser;

Erfassung der Wasserstände auf der Teilfläche mit abgesenktem Grundwasser zur Kontrolle der Versuchsvoraussetzungen.

Erfassung des Grundwasserganges im angrenzenden Geländebereich zur Überwachung des Einflusses des im 1. Grundwasserstockwerk liegenden Beckens auf die Grundwasserverhältnisse.

Ermittlung der Zusicckerungsmengen ins Becken in Abhängigkeit vom Druckgradienten zwischen Außen- und Innenwasserständen.

Aufstellung einer Wasserhaushaltsbilanz für den Beckenbereich zur Ermittlung der Grundwassererneuerung und Verdunstung.

Die Mittel für den Bau der Dichtungswand sowie der Grundwasserabsenkungsanlage wurden zur Verfügung gestellt von den Ministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen und des Bundes.

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

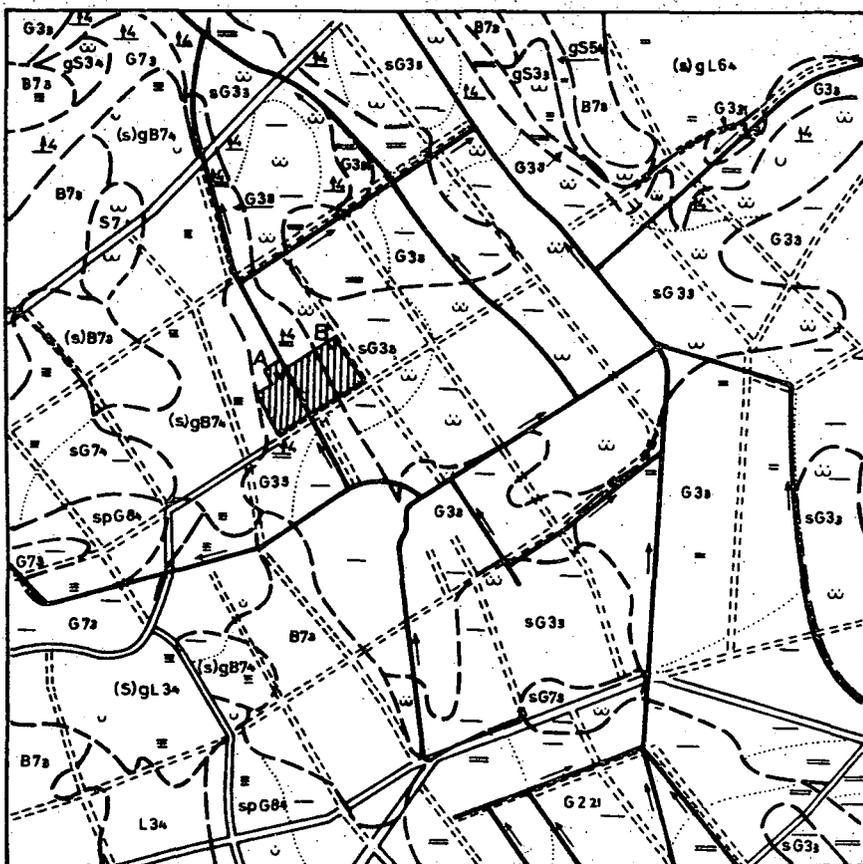
... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

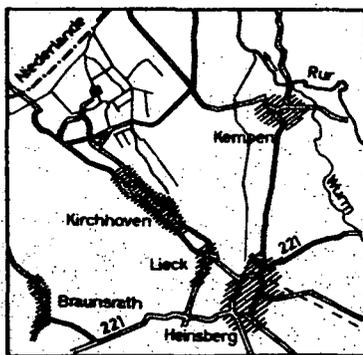
... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..





100 0 100 200 300 400 500 m



Grundwasserstandsversuchsfeld  
Kirchhoven der Landesanstalt für  
Immissions- u. Bodennutzungssch.  
mit Bodenprofil A und B

### Ausschnitt aus der Bodenkarte des Rurtales

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen

Legende nächste Seite

Legende zur Bodenkarte

- B7<sub>3</sub> Braunerde aus Flugsand mit geringer Sandlößbeimengung über Mittel- oder Niederterrassenschottern
- (s)B7<sub>3</sub> Braunerde z.T. Pseudogley-Braunerde, aus Flugsand mit geringer Sandlößbeimengung über Sandlößresten, darunter Haupt- oder Mittelterrassenschotter
- (s)gB7<sub>4</sub> Gley-Braunerde z.T. schwach pseudovergleyt, aus Flugsand mit geringer Sandlößbeimengung, z.T. über Sandlößresten, über Schottern der Mittel- oder Niederterrasse
- L3<sub>4</sub> Parabraunerde aus Löß oder Sandlöß, mit z.T. geringmächtiger kolluvialer Bedeckung, über Hauptterrassenschottern
- (s)gL3<sub>4</sub> Gley-Braunerde z.T. pseudovergleyt, aus Löß oder aus kolluvial umlagertem Lößlehm, über Haupt- oder Mittelterrassenschottern
- (s)gL6<sub>4</sub> Gley-Braunerde z.T. pseudovergleyt, aus Sandlöß über Mittel- oder Niederterrassenschottern
- S7 Pseudogley aus umlagerten Flug- und Terrassensanden mit geringen Beimengungen von Lößlehm, über Haupt- oder Mittelterrassenschottern
- gS5<sub>4</sub> Gley-Pseudogley aus umgelagerten Terrassen- und Flugsanden über Mittel- oder Niederterrassenschottern
- gS3<sub>3</sub> Gley-Pseudogley aus Schwemmlöß oder aus Jungem Auenlehm über Niederterrassenschottern
- gS3<sub>4</sub> Gley-Pseudogley aus Schwemmlöß, z.T. mit Einlagerungen von Altem Auenlehm, über Niederterrassenschottern
- G2<sub>21</sub> Gley z.T. pseudovergleyt, aus Altem Auenlehm über Schwemmlöß über Niederterrassenschottern
- G3<sub>3</sub> Gley aus Schwemmlöß, teilweise aus Jungem Auenlehm über Niederterrassenschottern
- G7<sub>3</sub> Gley aus jungen Talsanden und aus Kolluvium über Niederterrassenschottern
- G3<sub>31</sub> Naßgley z.T. anmoorig, aus Schwemmlöß über Niederterrassenschottern
- sG3<sub>3</sub> Pseudogley-Gley aus Schwemmlöß mit Einlagerungen von Altem Auenlehm über Niederterrassenschottern
- sG7<sub>3</sub> Pseudogley-Gley aus jungen Talsanden über Mittel- oder Niederterrassenschottern

sg7<sub>4</sub> Pseudogley-Gley aus jungen Talsanden über Mittel- oder Niederterrassenschottern

spG8<sub>4</sub> Pseudogley-Gley pseudovergleyt, aus jungen Talsanden mit kolluvialer Bedeckung über Niederterrassenschottern

Wasserverhältnisse

Grundwasser mittlerer Stand unter Flur

≡ 0 - 4 dm

== 4 - 8 dm

— 8 - 13 dm

= 13 - 20 dm

= 20 - 30 dm

14 zeitweiliger Grundwasseranstieg, z.B. früherer Stand 8 - 13 dm, vorübergehender Anstieg um 4 dm

Staunässe

Vernässungs- und Trockenphase etwa gleich lang

o schwache zeitweilige Vernässung im Oberboden

u mäßige zeitweilige Vernässung im Oberboden

Vernässungsphase kurz, Trockenphase herrscht

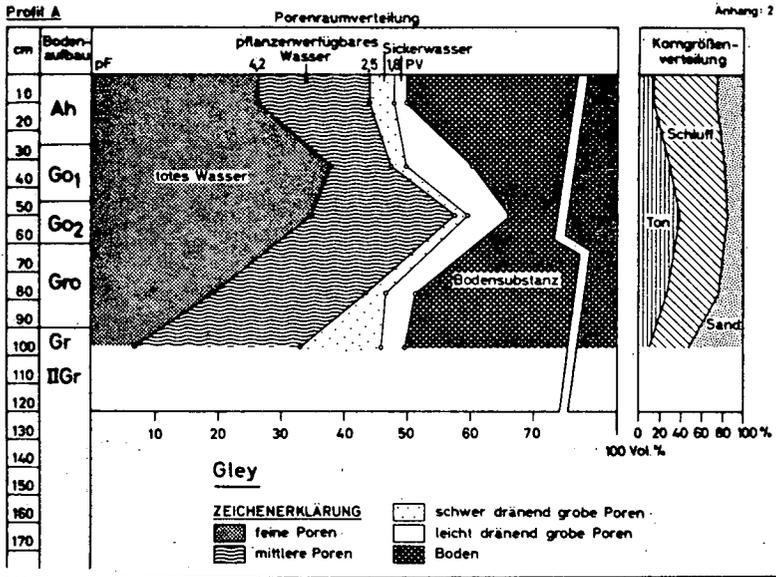
o schwache zeitweilige Vernässung im Oberboden

o mäßige zeitweilige Vernässung im Oberboden

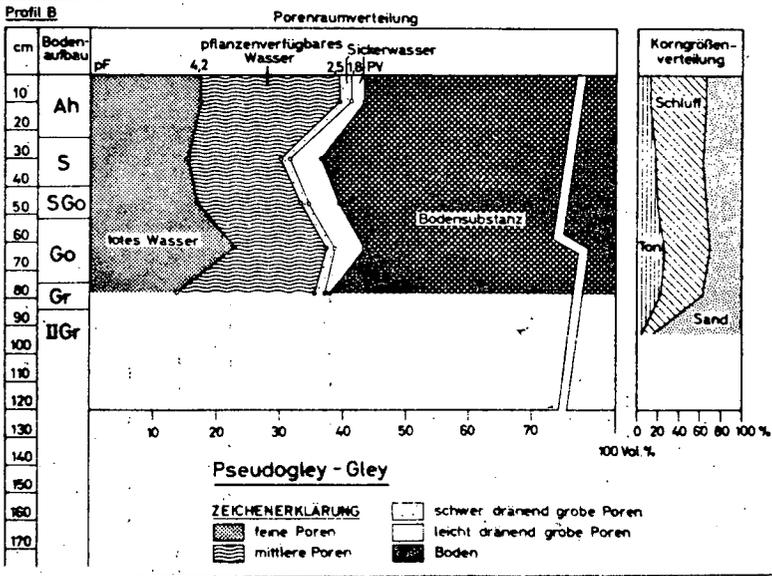
Tiefe cm	Horizont	H <sub>2</sub> O	KCl	K <sub>2</sub> O <sup>mg/100g</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C %	N %	C/N	org.Subst	rt	∅ Durchlässigk. cm/sec
<b>Profil A</b>											
8-12	0-23 Ah	7,2	6,2	9	12	1,95	0,22	8,9	3,36	1,56	0,0804 · 10 <sup>-4</sup>
28-32	23-40 S	7,4	5,9			0,38	0,06	6,3	0,66	1,78	12,19 · 10 <sup>-4</sup>
44-48	40-52 S Go	7,2	5,7			0,27	0,05	5,4	0,47	-1,72	0,956 · 10 <sup>-4</sup>
60-64	52-74 Go	7,2	5,9			0,27	0,05	5,4	0,47	1,60	0,202 · 10 <sup>-4</sup>
76-80	74-84 Gr	7,2	5,6			0,34	0,06	5,7	0,59	1,75	0,0716 · 10 <sup>-4</sup>
86-90	84-90 + II Gr	7,0	5,8			0,99	0,07	14,1	1,71		

<b>Profil B</b>											
8-12	0-22-25 Ah	5,4	4,7	8	13	3,38	0,26	13	5,83	1,33	101,29 · 10 <sup>-4</sup>
30-34	22-25-45 Go 1	4,4	3,9			1,51	0,12	13	2,61	1,21	59,95 · 10 <sup>-4</sup>
48-52	45-55-60 Go 2	4,5	4,1			1,25	0,11	11	2,16	1,04	43,49 · 10 <sup>-4</sup>
75-79	55-60-90 Gr 0	4,5	3,7			0,33	0,05	7	0,57	1,40	1,89 · 10 <sup>-4</sup>
95-99	90 + Gr	4,4	3,8			0,60	0,06	10	1,03	1,42	15,63 · 10 <sup>-4</sup>

Profil 101 (Kuchelstein, An der Donau)



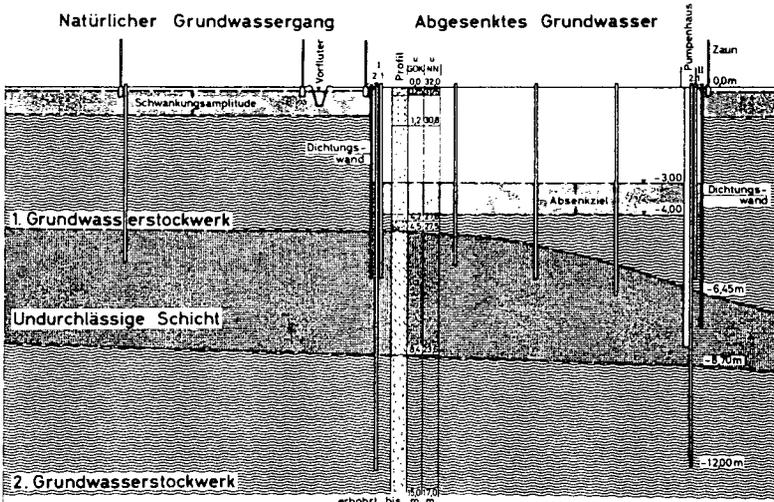
Profil 102 (Kuchelstein)



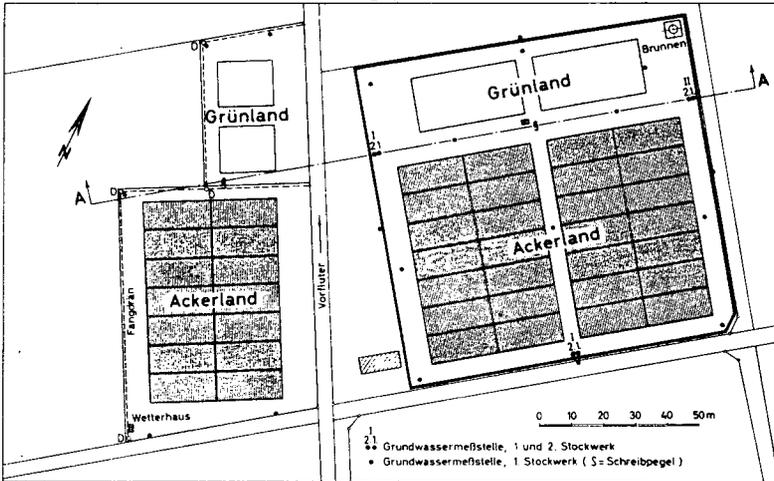
-355-

# GRUNDWASSERSTANDS - VERSUCHSFELD KIRCHHOVEN

Schnitt A - A



erbohrt bis m m  
Lageplan





EXKURSIONSTAG:

C 1 : 1.9.1971

und

C 2 : 18.9.1971

RHEINISCHES SCHIEFERGEBIRGE

und seine nördlichen und südlichen Randgebiete



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 359-392 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

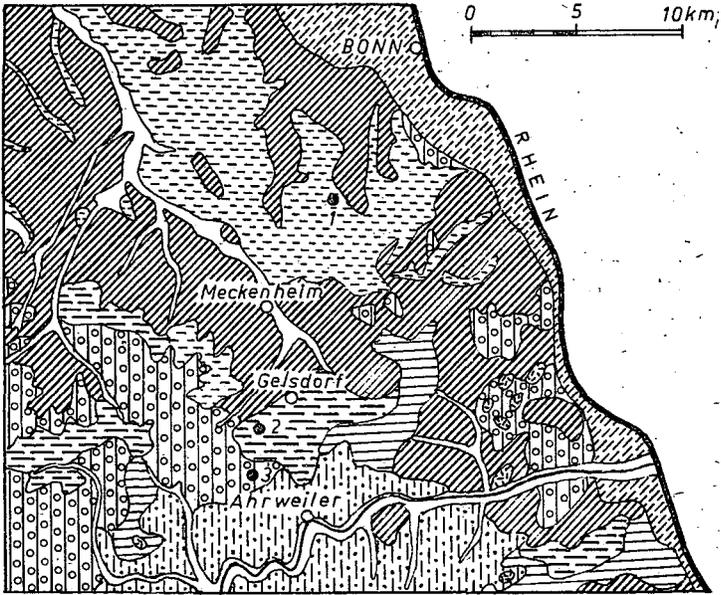
MÜCKENHAUSEN, E.,

unter Mitarbeit von:

BECKMANN, H., GEWEHR, H., SCHARPENSEEL, H. W., u. STEPHAN, S.:

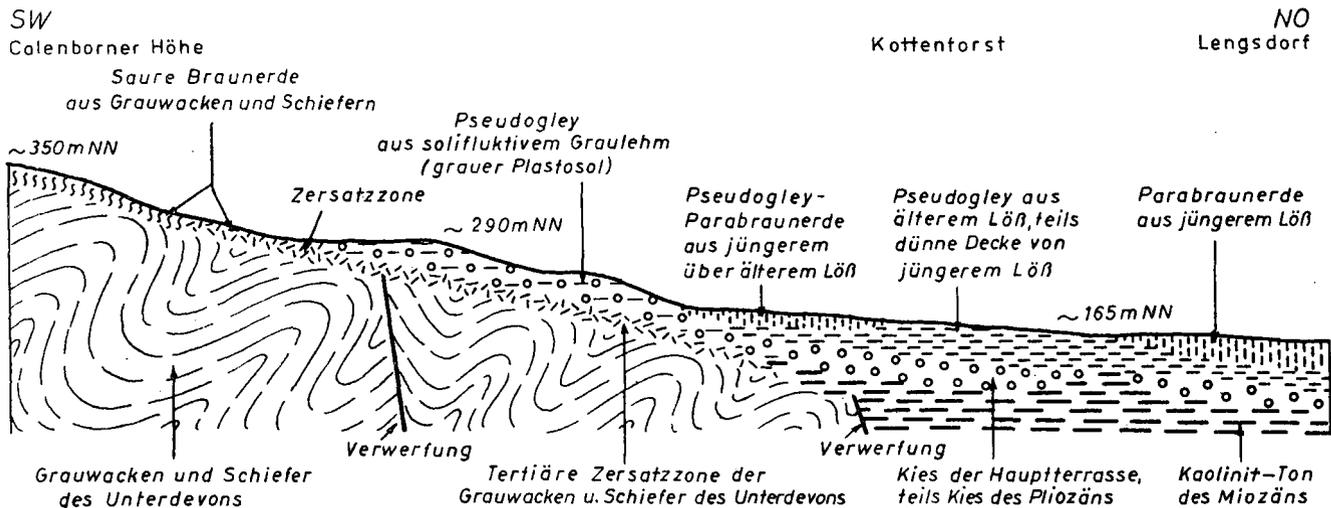
## **Die Bodengesellschaft am Nordrand der Eifel bei Bonn.**

Prof. Dr. Dr. E. Mückenhausen, Institut für Bodenkunde,  
53 BONN, Nußallee 13



- |  |  |
|--|--|
|  Ranker aus Basalt  |  Pseudogley-Braunerde aus Löß über Graulehm |
|  Parabraunerde aus Flutlehm   |  Pseudogley aus Löß                         |
|  Parabraunerde aus Löß  |  Pseudogley aus Graulehm                    |
|  Saure Braunerde aus Siltschiefer und Grauwacke                          |  Gley, Auenboden und Gley-Braunerde        |
|  Saure Braunerde und Pseudogley aus Löß über Siltschiefer und Grauwacke |  |
- 1 Profil (1,2,3)

# Schematisches, geologisch - bodenkundliches Längsprofil am Nordrand der Eifel bei Bonn



Die Eifel ist geographisch und geologisch der nordwestliche Teil des Rheinischen Schiefergebirges. Sie ist überwiegend aufgebaut aus Grauwacken und Schiefen des Unterdevone (s. Abb.). In der Mittelzone der Eifel, in der sogenannten Eifelsenke, kommen auch muldig eingelagerte, mitteldevonische Kalke vor. Daneben hat tertiärer, pleistozäner und altholozäner Vulkanismus Tuffe und Vulkanite in verschiedenen Teilen der Eifel hinterlassen, am Nordrand der Eifel das tertiäre Siebengebirge, den tertiären Tomberg und den jungpleistozänen Rodderberg.

Die Grauwacken und Schiefer der Eifel wurden im jüngeren Paläozoikum in das variszische Falten-System einbezogen. Das variszische Gebirge wurde im Perm und in der Tria zu einer Rumpffläche (Peneplain) eingeebnet, die vom Buntsandstein überdeckt wurde; dieser wurde später aber auch größtenteils wieder abgetragen.

Auf der in jener Zeit wesentlich tiefer liegenden Rumpffläche aus Grauwacken und Schiefen bildete sich im Tertiär und noch früher unter einem tropischen bis subtropischen Klima eine meist graue, kaolinitreiche, mächtige Verwitterungsdecke, Graulehm oder grauer Plastosol genannt. Unter dem Graulehm befindet sich eine mächtige, vorwiegend illitreiche Zersetzzone.

Im jüngeren Tertiär hob sich das Rheinische Schiefergebirge tektonisch, und damit begann der Abtrag der Graulehm-Decke. Mit der Hebung war der Einbruch der Niederrheinischen Bucht und des Neuwieder Beckens verbunden. In diese tieferen Geländebereiche wurde der vom Gebirge abgetragene Graulehm als kaolinitreicher Ton des Miozäns abgesetzt (s. Abb.).

Bei der tektonischen Hebung zerbrach das Rumpfggebirge in Schollen, und diese erfuhren eine ungleiche Hebung. Die stärker gehobenen Bereiche wurden stärker abgetragen als die weniger gehobenen. So erklärt es sich, daß auf den stärker gehobenen Gebirgstellen Graulehm und Zersetzzone abgetragen worden sind. Hier konnten aus den freigelegten Grauwacken und Schiefen Ranker und saurer Braunerde entstehen, wie z. B. auf der Calenborner Höhe (s. Abb.). In nicht zu steilen Lagen ist hier der Ackerbau mit einer einfachen Fruchtfolge (Kartoffel/Runkelrübe - Roggen - Hafer - Rotklee) möglich. Die steileren Lagen stehen dem Waldbau zu (Rotbuche, Stieleiche, Fichte, Kiefer).

In den weniger gehobenen Bereichen der Nordeifel finden wir dagegen Reste des Graulehm oder wenigstens der Zersetzzone vor. Im Pleistozän wurden die verbliebenen Graulehmreste, ferner auch die relativ lockeren Massen der Zersetzzone soliflukktiv umgelagert. Auf diesen dichten Massen entwickelte sich ein primärer Pseudogley, den wir am Nordrand der Eifel häufig finden. Enthalten die solifluktiven Massen viel Graulehm, so ist ihr Anteil an Kaolinit hoch, bestehen sie dagegen vorwiegend aus Material der Zersetzzone, so sind sie illitreich, wie z. B. des Profil vom Roßberg (s. Abb.). Nicht selten ist bei der solifluktiven Umlagerung des Graulehms auch älterer Lößlehm eingemischt worden, wodurch die Standortseigenschaften günstiger werden. Die Pseudogleye aus Graulehmmaterial können als Grünland dienen. Oft werden sie waldbaulich genutzt, meistens durch Fichten. Die solifluktiven Mischungen von Graulehm und Lößlehm (Pseudogley) lassen sich durch Unterbodenlockerung für den Ackerbau besonders gut meliorieren.

Im Pliozän nahm der Rhein seinen Lauf nach Norden. Mit der weiteren Hebung des Rheinischen Schiefergebirges im Pleistozän schnitt er periodisch ins Gebirge ein und bildete mehrere Terrassen. In der sich gleichzeitig senkenden Niederrheinischen Ebene schüttete der Rhein eine große Menge von Sand, Kies und Geröll auf. Nach der Absenkung hob sich der südliche Teil der Niederrheinischen Ebene, so auch die Kölner Bucht, wieder periodisch, und diesen periodischen Hebungen entsprechen die verschieden alten Terrassen des Pleistozäns in diesem Raum. Die Hauptterrasse, als eine der ältesten, hat die größte Verbreitung, häufig liegt sie pliozänen Sanden und Kiesen auf. Sie hat Günz-Alter und ist somit wenigstens in drei Warmzeiten intensiv verwittert worden, wodurch eine mehr oder weniger starke Verdichtung der oberen Schicht stattfand.

Auf die Oberfläche der Hauptterrasse, die in den Kaltzeiten des Pleistozäns einerseits einem örtlich mehr oder weniger starken solifluktiven und äolischen Abtrag unterlag, wurde andererseits Löß abgelagert, der aber auch wieder teilweise abgetragen wurde, was vor allem ältere Löss betrifft. Auf der Hauptterrasse im Kottenforst bei Bonn blieben verschieden alte Löss des Würm erhalten. Aus dem wahrscheinlich älteren Würm-Löß, der in 0,5 - 1,5 m Mächtigkeit hier die Hauptterrasse

überlagert, hat sich vermutlich zunächst eine Parabraunerde gebildet. Die hierbei ablaufende Tonumlagerung hat die bereits vorhandene, mehr oder minder starke Verdichtung des Untergrundes noch verstärkt, und damit war die Vorbedingung für die Entstehung eines sekundären Pseudogleyes geschaffen, wie wir ihn im Kottenforst finden (s. Abb.). Ein Eichen-Heinbuchenwald ist hier standortgemäß. Für Grünland ist dieser Pseudogley auch geeignet. Die Beackerung setzt die Dränung voraus.

Nördlich vom Kottenforst ist jüngerer Würm-Löß verbreitet, aus dem eine meist basenreiche Parabraunerde gebildet wurde. Hier wird unter der Gunst eines guten Ortsklimas ein intensiver Obst- und Gemüsebau betrieben.

EXKURSIONSRUTE

Exkursionsführung: E. Mückenhausen und H.W. Scharpenseel, Bonn

Exkursionsvorbereitung: H. Beckmann, H. Gewähr, E. Mückenhausen,  
H.W. Scharpenseel, S. Stephan, Bonn

Zwischen Köln und Bonn breitet sich die Ebene der Niederterrasse des Rheins aus. Der Untergrund wird von Sand, Kies und Geröll des Jungpleistozäns gebildet, der von altholozänem, sandig-lehmigem Flutlehm überdeckt wird. Daraus ist eine Parabraunerde hoher Basensättigung entstanden, die allen landwirtschaftlichen Kulturen, auch Obst und Gemüse, einen guten Standort bietet.

Zwischen Bonn-Endenich und Lengsdorf liegt der Exkursionsweg auf der lößbedeckten Mittelterrasse (Würm über Jung-Riß) mit basengesättigter Parabraunerde. Das Lokalklima bedingt hier ein zeitiges Frühjahr und damit einen intensiven Gemüsebau.

Zwischen Lengsdorf und Gelsdorf liegt das Gelände etwas höher; es ist das altpleistozäne Geröllfeld der Hauptterrasse des Rheins und weiter nach SW der Eifelschotter, das von Würm-Löß verschiedenen Alters überdeckt ist. Pseudogley und Parabraunerde geringer und mittlerer Basensättigung sowie Übergänge zwischen diesen Typen sind hier entwickelt. Auf den besseren Standorten zwischen Meckenheim und Gelsdorf liegen ausgedehnte Baumschulen und Apfelplantagen.

Zwischen Gelsdorf und Calenborner Höhe ist der Anstieg zur Eifel. Dünne Lößdecken über oder vermischt mit Solifluktionmaterial sind hier verbreitet. Letzteres ist oft tertiäres Verwitterungsmaterial (Graulehm), das meistens vermengt ist mit jüngerem Verwitterungsschutt aus unterdevonischem Schiefer und Grauwacke. Meistens sind Pseudogley und Übergänge zwischen Pseudogley und Braunerde geringer Basensättigung hier zu finden. Dementsprechend wechseln Acker- und Grünland.

Zwischen Calenborner Höhe und Altenahr ist das Gelände bergig; die Täler sind tief eingeschnitten. Alte Bodendecken sind abgetragen; aus Schiefer und Grauwacke des Unterdevons sind brauner Ranker und saure Braunerde entstanden. Flachere Hänge dienen dem Ackerbau, die steileren dem Waldbau.

EXKURSIONSPROFILE  
und  
BODENANALYSEN

Allgemeine Angaben zu den röntgenographischen Untersuchungen

Die Röntgenaufnahmen wurden auf einer "Mikro 111" mit Zählrohr-Goniometer und automatischer Registrierung (Fa. Müller und Philips) gemacht.

Untersucht wurde die Fraktion  $< 1 \mu$ .

Die einzelnen Minerale (glyzeringesättigt) wurden aufgrund folgender Merkmale identifiziert: \*)

1. Illit	$d = \sim 10 \text{ \AA}$ ; $d = \sim 5 \text{ \AA}$
2. Chlorit (sec.) K-gesättigt (550°C)	$d = \sim 14 \text{ \AA}$ ; $d = \sim 7 \text{ \AA}$ $d = \sim 10 \text{ \AA}$ ; Schwächung oder Ausfall des Reflexes bei $d = \sim 7 \text{ \AA}$
3. Kaolinit nach Erhitzen auf 550°C	$d = \sim 7 \text{ \AA}$ ; $d = \sim 3,6 \text{ \AA}$ Ausfall der Reflexe
4. Montmorillonit	$d = \sim 18 \text{ \AA}$
5. Halloysit bzw. Metahalloysit	$d = \sim 10 \text{ \AA}$ ; $d = \sim 4,4 \text{ \AA}$ $d = \sim 7,4 \text{ \AA}$ ; $d = \sim 4,4 \text{ \AA}$
6. Quarz	$d = 3,34 \text{ \AA}$ ; $d = 4,26 \text{ \AA}$ $d = 1,82 \text{ \AA}$
7. Goethit	$d = 4,21 \text{ \AA}$ ; $d = 2,69 \text{ \AA}$ $d = 2,44 \text{ \AA}$
8. Lepidokrokit	$d = \sim 6,26 \text{ \AA}$ ; $d = 3,29 \text{ \AA}$ $d = 2,47 \text{ \AA}$

\*) Von allen Proben wurden zusätzlich elektronenoptische Aufnahmen angefertigt und zur Absicherung der Röntgen-ergebnisse mit hinzugezogen.

P R O F I L I

Ort: Kottenforst, Ortsausgang Röttgen, Blatt Godesberg 1:25 000

Höhe: Um 165 m NN. Geländegestaltung: Eben.

Jahresniederschlag: 600 - 650 mm Ø; Jahrestemperatur: Über 9°C Ø.

Kulturart: Querco-Carpinetum tilietosum (Quercus robur und Carpinus betulus sowie Fagus silvatica, Tilia cordata und wenig Acer pseudoplatanus).

Bodenflora: Kräuter: Milium effusum, Convallaria majalis, Anemone nemorosa, Mycelis muralis, Poa nemoralis, Viel Oxalis acetosella, Hedera helix, Lonicera periclymenum.

Sträucher: Reichlich Acer pseudoplatanus, daneben Quercus robur, Carpinus betulus, Tilia cordata, Prunus avium, Ilex aquifolium.

Geologische Formation: Jung- über Altpleistozän.

Gestein: Würm-Löß über Geröllen, Kies und Sand der Hauptterrasse des Rheins.

Wasser: Stauwasser mit ausgeglichenem Phasenwechsel von naß zu trocken.

Gründigkeit: Tiefgründig.

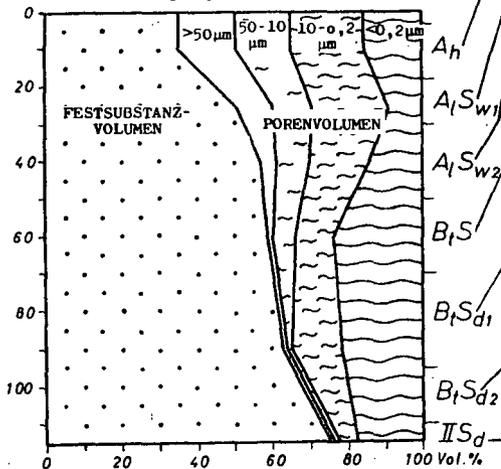
Bodentyp: Sekundärer Pseudogley mit Tonverlagerung. Nach der 7th Approximation typic Fragiaquult.

Profilbeschreibung

	O <sub>1</sub>	dünne Streu von Buche und Eiche;
0 - 3 cm	O <sub>h</sub>	sehr dunkelbrauner (10 YR 2/2), lockerer Moder;
3 - 18 cm	A <sub>h</sub>	dunkelrötlich-braun (um 5 YR 3/2), nach unten heller, stark humos, schwach lehmiger Schluff, Krümel, unten Subpolyeder, porös, locker, stark durchwurzelt, Übergang allmählich und wellig;
18 - 30 cm	A <sub>1</sub> S <sub>w1</sub>	hellbraun-grau (2,5 Y 6/2) mit gelblichroten (5 YR 6/8) Flecken, schwach lehmiger Schluff, Subpolyeder, Scherben und Platten, porös, locker, stark durchwurzelt;
30 - 50 cm	A <sub>1</sub> S <sub>w2</sub>	hellgrau (2,5 Y 7/2) mit gelblichroten (5 YR 5/6) Flecken, lehmiger Schluff, Subpolyeder, gut porös bis mäßig porös, locker, mäßig durchwurzelt;

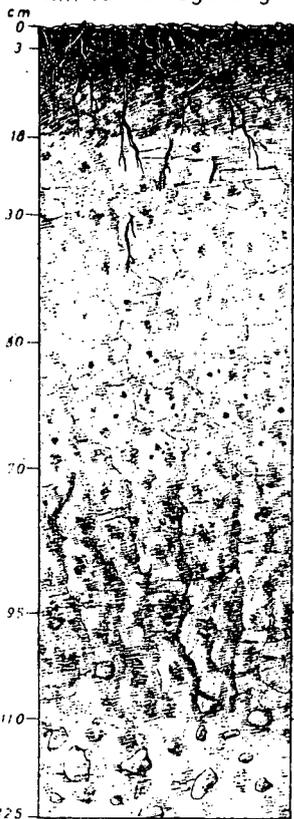
- 50 - 70 cm  $B_t S_w S_d$  hellgrau (2,5 Y 7/2) mit gelblichroten Flecken (5 YR 4-5/6) und dunkelrötlich-braunen Konkretionen (5 YR 2/2), schluffiger Lehm, Polyeder und Scherben, mäßig porös, weniger locker, mäßig durchwurzelt;
- 70 - 95 cm  $B_t S_{d1}$  graubraun (2,5 Y 5/2) mit intensiven, gelblichroten (5 YR 4-5/6) Flecken und Konkretionen, schluffiger Lehm, kohärent, zerfällt in Polyeder und Scherben, mäßig dicht, einige Wurzeln;
- 95 - 110 cm  $B_t S_{d2}$  graubraun (2,5 Y 5/2) mit ausgedehnten rötlichbraunen Flecken (5 YR 4/3-4), schluffiger Lehm, schwacher Steingehalt, kohärent, zerfällt in Polyeder und Scherben, dicht, einige Wurzeln;
- 110 - 125 cm  $II S_d$  grau (5 Y 6/1) mit gelblichroten (5 YR 5/6) Flecken, steinig-kiesiger, sandig-schluffiger Lehm, kohärent, dicht, nicht durchwurzelt.

Porenverteilung  
Pseudogley: Kottenforst



TIEFE cm	WASSERGEHALT in VOL % bei...					TROCK- RAUM- GEW. g/cm <sup>3</sup>	SUBST. VOL. %	PORENANTEILE in VOL %				WASSERDURCH- LÄSSIGKEIT		
	PROBEN- ENTNAH- ME	SÄTT.	pF					GPV	φ - in μm-				cm sec	cm d
			1.8	2.5	4.2				>50	50-10	10-0,2	<0,2		
3 - 18	22,1	62,6	49,6	35,3	15,6	0,89	35,1	64,9	15,3	14,3	19,7	15,6	1,30 $\times 10^{-3}$	112
18 - 30	17,8	46,7	40,1	29,5	8,8	1,32	50,3	49,7	9,6	10,6	20,7	8,8	1,03 $\times 10^{-3}$	89
30 - 50	17,7	41,5	38,9	30,1	14,3	1,50	57,0	43,0	4,1	8,8	15,8	14,3	1,97 $\times 10^{-4}$	17,0
50 - 70	23,9	40,9	40,3	34,3	24,1	1,62	58,5	41,5	1,2	6,0	10,2	24,1	3,93 $\times 10^{-5}$	3,39
70 - 95	24,4	36,9	36,2	35,1	21,8	1,72	62,8	37,2	1,0	1,1	13,3	21,8	6,88 $\times 10^{-6}$	0,592
95 - 110	24,4	36,9	36,2	35,1	21,8	1,72	62,8	37,2	1,0	1,1	13,3	21,8	6,88 $\times 10^{-6}$	0,592
110 +	22,8	24,5	23,6	22,4	17,7	2,00	75,5	24,5	0,9	1,2	4,7	17,7	7,13 $\times 10^{-8}$	0,006

Sekundärer Pseudogley  
mit Tonverlagerung



Horizont Inter- nat. Symb.	TIE FE cm	KORNGRÖSSE $\phi$ in $\mu$ m							P H			C %	N %	ORG. SUB. %	C/N	CaCO <sub>3</sub> %
		% FEINERDE < 2,0 mm						Ges. BOD. 2000	H <sub>2</sub> O	KCL n/Io	CaCl <sub>2</sub> n/Ioc					
		< 2	2-6	6-20	20-60	60-200	200-2000									
O1 O2	0- 3	10,9	5,5	23,6	53,5	4,3	2,2	-	4,4	3,9	4,0	10,8	5,1	18,6	21	-
A	5- 18	11,3	6,2	26,3	50,7	4,0	1,5	-	4,2	3,6	3,8	5,7	2,6	9,8	22	-
A <sub>1</sub> S <sub>w1</sub>	18- 30	12,4	6,3	26,3	49,8	3,6	1,6	-	4,2	3,7	3,8	1,1	0,4	1,9	29	-
A <sub>1</sub> S <sub>w2</sub>	30- 50	15,9	6,6	25,8	43,1	3,5	5,1	-	4,1	3,6	3,8	0,4	0,3	0,7	12	-
B <sub>t</sub> S <sub>w</sub> S <sub>d</sub>	50- 70	30,7	5,5	21,0	37,2	2,8	2,8	-	4,4	3,6	4,0	0,3	0,3	0,5	-	-
B <sub>t</sub> S <sub>d1</sub>	70- 95	29,4	4,5	19,3	41,4	3,3	2,1	-	4,6	3,8	4,3	0,2	0,4	0,4	-	-
B <sub>t</sub> S <sub>d2</sub>	95- 110	26,6	4,5	16,9	41,5	6,1	4,4	-	4,8	3,9	4,4	0,2	0,3	0,4	-	-
IIS <sub>d</sub>	110- 117	23,9	4,8	14,2	27,1	6,3	23,7	72,5	5,0	4,1	4,6	0,2	0,2	0,3	-	-
"	117- 125	22,0	4,7	12,7	23,9	7,9	28,8	70,0	4,9	4,0	4,5	0,1	0,2	0,2	-	-

mval / 100 g Boden														mg/100g Boden				Fe			AL		Si	Mn	
n. MEHLICH				NH <sub>4</sub> -AUSZUG				KAK	S	Σ Na ..Mg	KAK - S	H- Wert	V% SMoo	LAKTAT		HCL		tot. %	Dith. %	Ox. %	Ox* 100 Dith	mval exch	lösli %	lösli %	Dith. ppm
Na	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg							K	P	K	P								
0,2	0,5	5,4	0,6	0,5	0,7	2,9	0,3	25,5	6,7	18,8	24,0	26,3	22,5	2,4	190	100	-	0,42	0,38	0,90	2,58	0,8	0,9	385	
0,2	0,3	2,1	1,3	0,6	0,3	0,7	<0,1	18,4	3,9	14,5	19,0	21,2	15,0	1,1	120	9	-	0,36	0,31	0,86	3,73	1,0	0,7	195	
0,2	<0,1	0,3	<0,1	0,7	0,2	0,1	<0,1	6,9	0,7	6,2	8,5	10,1	4,2	<0,5	205	45	-	0,30	0,21	0,70	3,10	1,0	0,6	170	
0,2	<0,1	0,6	0,1	0,7	0,2	0,1	<0,1	7,4	1,0	6,4	9,5	13,5	5,8	<0,5	300	63	-	0,85	0,33	0,39	4,25	1,2	0,8	380	
0,3	0,2	4,6	1,0	0,7	0,4	2,3	2,8	15,7	6,1	9,6	11,0	38,9	9,2	<0,5	470	18	-	1,00	0,36	0,36	4,95	1,6	1,3	780	
0,3	0,2	5,9	1,1	0,7	0,3	3,6	3,9	15,1	7,5	7,6	7,5	49,7	8,3	1,2	480	63	-	0,70	0,39	0,56	2,40	1,6	1,3	235	
0,4	0,2	7,0	1,1	0,9	0,3	4,4	4,0	14,7	8,7	6,0	6,0	59,2	8,3	0,5	405	45	-	1,05	0,32	0,30	1,50	1,4	1,4	195	
0,3	0,2	5,7	1,1	0,9	0,4	4,1	3,4	11,9	7,3	4,6	4,5	61,3	8,3	0,7	420	56	-	0,68	0,20	0,29	0,88	1,4	1,2	-	
0,4	0,2	5,5	1,1	0,7	0,3	3,6	3,0	11,0	7,2	3,8	4,0	65,5	7,5	0,5	360	12	-	0,50	0,14	0,28	0,71	1,3	1,1	-	

TIEFE cm	FRAKTION <math>\mu</math> Röntgenbeugungs-A.			ELEKTRONENMIKROSKOP. UNTERSUCHGN.		
	HAUPTBE- STANDTEILE	NEBENBE- STANDTEILE	SPUREN	HAUPTBE- STANDTEILE	NEBENBE- STANDTEILE	SPUREN
0 - 3	Chlorit	Illit	Halloysit Kaol., Quarz	Hydro- glimmer	Illit Chlorit	Kaolinit Halloysit
5 - 18	Chlorit	Illit Halloysit	Kaolinit Quarz	Hydro- glimmer Chlorit	Illit Halloysit	Kaolinit Mont- morillonit
18 - 30	Chlorit	Illit	Kaolinit Quarz	Hydro- glimmer Chlorit	Illit	Kaolinit
30 - 50	Chlorit	Illit Kaolinit	Quarz Lepido- krokite?	Illit Hydro- glimmer Chlorit	Kaolinit	
50 - 70	Illit	Chlorit	Kaolinit Mont- morillonit Quarz Lepido- krokite?	Illit	Chlorit Hydro- glimmer	Kaolinit
70 - 95	Illit	Chlorit	Kaolinit Mont- morillonit Quarz	Illit	Chlorit Hydro- glimmer	Kaolinit Mont- morillonit
95 - 110	Illit	Chlorit	Kaolinit Mont- morillonit Quarz	Illit	Chlorit Hydro- glimmer	Kaolinit Mont- morillonit
110 - 117	Illit	Chlorit	Kaol., Quarz Lepidokr.?	Illit	Chlorit Hydroglimm.	Kaolinit Montmor.
117 - 125	Illit	Chlorit	Halloysit Quarz, Kaol.	Illit	Chlorit Hydroglimm.	Kaol., Halloys. Montmor.

### MIKROMORPHOLOGIE

Der sehr hohlraumreiche Ah-Horizont besteht aus locker aufgebauten Aggregaten, die neben Lößkörnchen und zahlreichen kleinen Losungsteilchen verhältnismäßig viele organische Grobreste enthalten. Die Flecken der organo-mineralischen Feinsubstanz sind relativ arm an Ton. Nach unten sind zunehmend humusärmere, kompaktere, kleine Subpolyeder beteiligt.

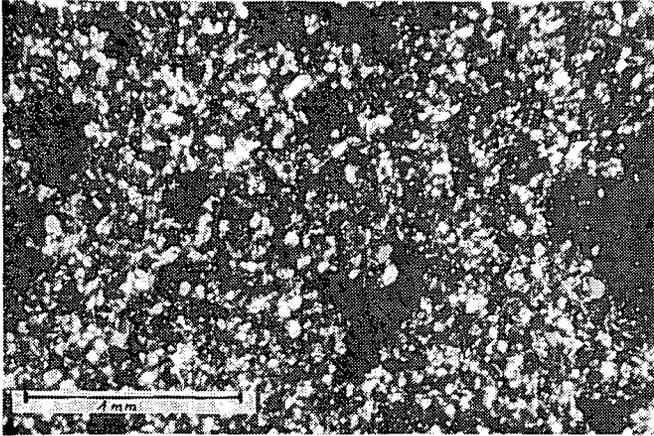
Der A1Sw1-Horizont ist humusarm und wenig untergliedert. Im Elementargefüge sind die hellen Lößkörnchen kompakt gelagert (Abb. 1) und durch etwas gelblichen, schwach humushaltigen Ton nur schwach gebunden. Quarzkörner können feine, doppelbrechende Tonhüllen besitzen. Die wenigen braunen Eisenkonkretionen verlaufen mit gelbem Saum diffus in die Umgebung. Eisenanreicherung kommt auch an Leitbahnen vor. Je Quadratzentimeter gibt es durchschnittlich 1 bis 2 schwarze Pilz-Sklerotien. Während sonst die Grobporen nur als Risse auftreten, die größere Gefügekörner abtrennen und in diese eindringen, sind sie in stärker biologisch durchgearbeiteten, an organischen Resten reicheren Bezirken zahlreich.

Der A1Sw2-Horizont ist etwas stärker gegliedert. Es kommen mehr Leitbahnen vor, die oft durch alte, doppelbrechende Tonbeläge stabilisiert sind. Das gering beteiligte Lehm-Teilplasma kommt auch als Umhüllung von Quarzkörnern, als Rest der Tontapeten verfüllter Leitbahnen und in Form einiger dicker, geschichteter Tonscherben vor und zeigt stets gute Doppelbrechung. Verbraunungen sind häufig und enthalten oft konkretionäre Kerne unregelmäßiger Gestalt. Sklerotien wurden nicht mehr gefunden, was dem geringen Gehalt an organischer Substanz entspricht.

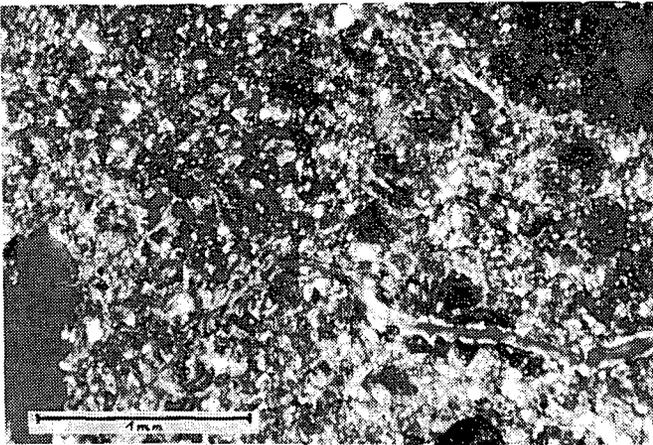
Der BtSwSd-Horizont ist reich an Ton. Seinen geringen Sw-Charakter verdankt er der starken Gliederung durch Spalten, Leitbahnen und andere Grobporen. Es hat eine starke Eisen- und Ton-Differenzierung stattgefunden, wobei sich die Anreicherung nicht an Leitbahnen orientiert hat. Verbraunte Bezirke haben häufig konkretionäre Kerne. Tonbeläge in Spalten und Leitbahnen sind häufig und auch oft recht dick; doch sind viele Risse durch nacktes Feinskelett begrenzt, und es scheint, daß dies junge

Risse sind. Schließlich machen viele Tonbeläge einen gealterten Eindruck durch unverschlossene Wunden. Eisendifferenzierung und Fließplasma zeigt Abb. 2.

In den BtSd-Horizonten ist die Porosität geringer und die Tonbelegung deutlicher. Nach unten zunehmend werden die Konkretionen seltener, die verbraunten Flächen aber beherrschend. Im BtSd2-Horizont hat die Lößfließerde gerollten Quarzit der unterlagernden Hauptterrasse aufgenommen.



**Abb. 1:** Profil 1, Kottenforst:  
Ausgelaugter Löss des A1Sw1-Horizontes in recht kompakter Lagerung (zwischen gekreuzten Polarisatoren).



**Abb. 2:** Profil 1, Kottenforst:  
Kleinflächige Eisendifferenzierung und Fließplasma, dieses vor allem an Leitbahnen, im BtSwSd-Horizont (zwischen unvollständig gekreuzten Polarisatoren).

PROFIL II

Ort: Roßberg bei Gelsdorf, Blatt Ahrweiler 1:25 000.

Höhe: Etwa 290 m NN. Geländegestaltung: 1 - 2° nach OSO geneigt, lokal eben.

Jahresniederschlag: 650 - 700 mm Ø; Jahrestemperatur: 8 - 9°C Ø.

Kulturart: Kleine Waldwiese im Fichtenwald (*Picea abies*).

Bodenflora: Lichtung: (Artmächtigkeit und Soziabilität in der Skala von Braun-Blanquet) *Deschampsia caespitosa* 3.4, *Poa chaixii* 1.2, *Agrostis tenuis* 1.2, *Cirsium palustre* 1.1, *Solanum dulcamara* +.2, *Holcus lanatus* +.2, *Senecio fuchsii* 1.2, *Teucrium scorodonia* +.2, *Dryopteris filixmas* +.2, *Dryopteris austriaca* r, *Stellaria holostea* 1.3, *Rubus fruticosus* +.2, *Galeopsis spec.* +.1, *Hypericum maculatum* r, *Galium aparine* r, *Angelica silvestris* r.

Im angrenzenden Fichtenwald wurde der Boden schwach bedeckt von: *Senecio fuchsii*, *Galium aparine*, *Sambucus nigra*, *Deschampsia flexuosa*, *Epilobium angustifolium*, *Epilobium montanum*, *Poa nemoralis*, *Dryopteris austriaca*, *Teucrium scorodonia*, *Galeopsis spec.*, *Ilex aquifolium* mit verminderter Vitalität.

Geologische Formation: Unterdevon, überlagert von pleistozäner Solifluktuionsdecke.

Gestein: Lößlehmreiches über graulehmreichem Solifluktuionsmaterial.

Wasser: Stauwasser, lange Naßphase.

Gründigkeit: Mittelgründig.

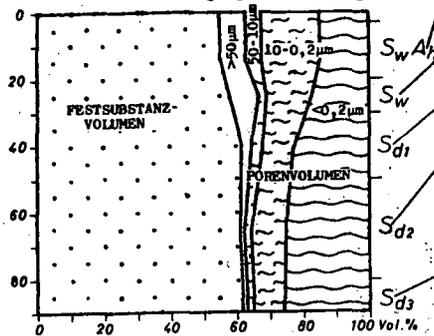
Bodentyp: Primärer Pseudogley. Nach der 7th Approximation typic Haplaquept.

Profilbeschreibung

0 - 1(2)	cm	O	Gras und Nadeln, stark zersetzt, stark durchwurzelt, locker aufliegend;
1(2)-3(10)	cm	A <sub>h</sub>	dunkelbraun bis braun (10 YR 5-3/3) mit Flecken und Konkretionen bis sehr dunkelgrau (10 YR 3/1), schluffiger Lehm, steinig, Krümel und Körner, mäßig porös, mittelhumos, stark durchwurzelt;

- 3(10)-20 cm  $S_{wh}^A$  braun (10 YR 5/3) mit braunen bis schwarzen (7,5 YR 4/4 - 5 YR 2/1) Konkretionen und braunen (7,5 YR 4/4) Flecken, schluffiger Lehm, steinig, Subpolyeder und Scherben, porös, mäßig (stellenweise stärker) humos, mäßig durchwurzelt;
- 20 - 30 cm  $S_w$  fahlbraun (10 YR 6/3) mit stark braunen 7,5 YR 5/6) Flecken und bis schwarzen (10 YR 2/1) Konkretionen, schluffiger Lehm, steinig, Polyeder und Subpolyeder, mäßig porös, schwach durchwurzelt;
- 30 - 50 cm  $S_{d1}$  hellbräunlich-grau (2,5 Y 6/2) mit großen, gelblichbraunen Flecken (10 YR 5/4-6) und großen, sehr dunkelgrauen Konkretionen (10 YR 3/1), schluffiger/toniger Lehm, steinig, polyedrisch bis schwach kohärent, dicht, mäßig durchwurzelt;
- 50 - 80 cm  $S_{d2}$  hellgrau (5 Y 6/1) mit großen braunen Flecken (7,5 YR 4/4) und einigen Konkretionen, sehr dunkelgrau (2,5 Y 3/0), toniger Lehm, steinig, polyedrisch bis schwach kohärent, dicht, sehr wenige Wurzeln;
- 80 - 100 cm  $S_{d3}$  grau (5 Y 5-6/1) mit großen Partien gelblich-braun (10 YR 5-6/6), toniger Lehm mit Steinen, schwach kohärent, zerfällt in Prismen und Grobpolyeder, Beläge in Klüften, dicht, nicht durchwurzelt;
- 100 - 120 cm +  $S_{d4}$  wie  $S_{d3}$ .

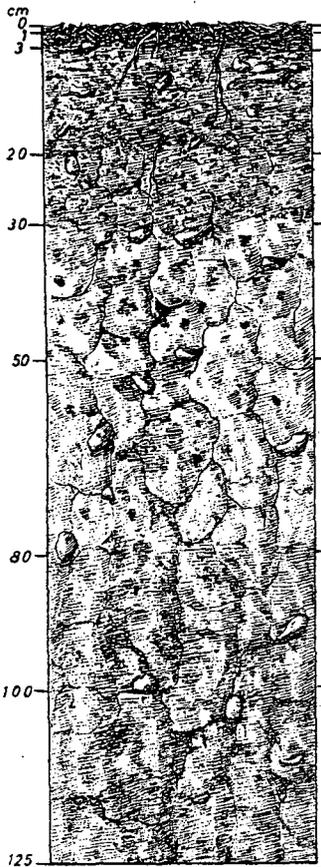
### Graulehm-Pseudogley: Roßberg



TIEFE cm	WASSERGEHALT in VOL % bei...					TROCK- RAUM- GEW. g/cm <sup>3</sup>	SUBST- VOL. %	PORENANTEILE in VOL %					WASSERDURCH- LÄSSIGKEIT	
	PROBE- ENTNAH- ME	VOLLER SÄTT.	pF					GPV	d - in µm-				cm sec	cm d
			1.8	2.5	4.2				>50	50-10	10-0.2	<0.2		
0 (28)	34,8	43,3	37,3	32,4	14,8	1,44	55,1	44,9	7,6	4,9	17,6	14,8	8230	710
20-30	34,1	39,3	33,4	31,1	17,3	1,54	58,4	41,6	8,2	2,3	13,8	17,3	3350	290
30-50	34,6	38,2	35,4	32,1	25,0	1,63	61,6	38,4	3,0	3,3	9,1	23,0	142	12,2
50-80	34,5	38,4	37,4	35,8	25,0	1,69	61,2	38,8	1,4	1,6	10,8	25,0	8,77	0,758
80-100	33,2	37,5	36,6	35,0	26,2	1,73	62,1	37,9	1,3	1,6	8,8	26,2	8,23	0,711

TIEFE cm	FRAKTION <math>\mu</math> Röntgenbeugungs-A.			ELEKTRONENMIKROSKOP, UNTERSUCHGN.		
	HAUPTBE- STANDTEILE	NEBENBE- STANDTEILE	SPUREN	HAUPTBE- STANDTEILE	NEBENBE- STANDTEILE	SPUREN
0-3	Illit	Chlorit	Quarz	Hydroglim.	Illit	
3-20	Illit	Chlorit, Kaolinit	Quarz	Illit	Chlorit Hydroglim. Kaolinit	
20-30	Illit	Chlorit, Kaolinit	Quarz	Illit	Chlorit Hydroglim. Kaolinit	
30-50	Illit	Chlorit, Kaolinit	Quarz, Lepidokro- kit?	Illit	Chlorit Hydroglim. Kaolinit	Goethit
50-80	Illit	Chlorit	Kaolinit, Quarz, Goethit?	Illit	Chlorit Hydroglim. Kaolinit	
80 - 100	Illit	Chlorit	Kaolinit, Halloysit Montmoril- lonit, Quarz, Goa	Illit	Chlorit Hydroglim. Goethit	Kaolinit Halloysit
100 - 120	Illit	Chlorit	Kaolinit, Montmoril- lonit, Quarz, Goethit?	Illit	Chlorit Hydroglim. Goethit	Kaolinit Montmoril- lonit

Primärer Pseudogley



Horizont	TIE FE cm	KORNGRÖSSE $\phi$ in $\mu$ m							P H							
		% FEINERDE < 2.0 mm							H <sub>2</sub> O	KCL n/100	CaCl <sub>2</sub> n/100	C %	N %	% ORG. SUB.	C/N	CaCO <sub>3</sub> %
		< 2	2-6	6-20	20-60	60-200	200-2000	% Ges. 200 >2000								
0 A	0-3	22,6	10,4	22,3	30,1	10,4	4,2	-	4,4	3,9	4,1	4,9	2,5	8,3	19,5	-
3 - 20 Ag	3-20	21,0	9,3	20,7	31,3	11,2	6,5	-	4,7	4,0	4,3	1,5	0,9	2,5	15,7	-
20 - 30 Bg	20-30	25,5	7,2	18,7	27,5	10,9	10,2	-	4,8	4,0	4,5	0,5	0,6	0,9	9,4	-
30 - 50 Bg1	30-50	34,9	10,4	19,9	22,3	6,7	5,8	-	4,3	3,7	4,0	0,4	0,7	0,6	-	-
50 - 80 Bg2	50-80	39,9	13,1	19,4	13,1	4,8	9,7	-	4,3	3,6	3,9	0,3	0,6	0,5	-	-
80 - 100 Bg1	80-100	38,0	16,6	17,0	10,6	8,2	9,6	2,5	4,4	3,5	3,8	0,3	0,7	0,5	-	-
100 - 120 Bg2	100-120	39,9	18,5	19,7	8,7	5,5	7,7	-	4,4	3,5	3,9	0,3	0,8	0,5	-	-

mval / 100 g Boden														V%				mg/100g Boden				Fe				AL				Si	Mn
n. MEHLICH				NH <sub>4</sub> -AUSZUG				KAK	Σ Na ..Mg	KAK	KAK	H- Wert	S- Ioo	LAKTAT		HCL		tot %	Dith %	Ox. %	Ox. Ioo Dith	mval exch	lösli %	lösli %	Dith. ppm						
Na	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg							K	P	K	P														
0,2	0,3	5,1	0,5	0,7	0,3	3,4	0,3	19,1	6,1	13,0	22,5	31,9	15,8	2,1	385	88	-	1,00	0,39	0,39	1,83	0,9	1,3	1950							
0,1	0,1	4,0	0,6	0,5	0,2	2,5	0,5	9,6	4,8	4,8	8,5	50,0	6,7	0,7	370	114	-	1,00	0,41	0,41	1,31	1,0	1,5	1890							
0,2	0,1	3,0	0,6	0,6	0,1	1,9	0,6	8,1	3,9	4,2	6,0	48,2	5,0	0,5	485	67	-	1,15	0,36	0,31	1,12	1,2	1,5	1335							
0,3	0,2	2,9	0,8	0,6	0,3	1,1	1,3	12,7	4,2	8,5	11,0	33,1	6,7	<0,5	660	63	-	1,80	0,28	0,16	4,55	1,4	1,7	325							
0,3	0,2	2,9	0,8	0,7	0,3	1,2	1,8	12,7	4,2	8,5	14,0	33,1	9,2	<0,5	600	63	-	1,95	0,22	0,11	6,65	1,4	1,2	318							
0,3	0,3	2,4	1,0	0,7	0,3	1,3	2,6	15,5	4,0	11,5	20,0	25,8	9,2	<0,5	660	80	-	2,15	0,19	0,09	6,8	1,3	2,0	250							
0,3	0,3	3,1	1,0	0,5	0,3	1,3	2,8	17,5	4,7	12,8	20,0	26,9	8,3	<0,5	635	45	-	2,05	0,27	0,13	7,6	1,4	1,8	375							

### MIKROMORPHOLOGIE

Der Ah-Horizont besteht überwiegend aus Lößlehm und älterem Tonschiefer-Zersatz mit etwas Quarz aus der Grauwacke. Er ist durch tierische Tätigkeit gut gegliedert, enthält viele Pflanzenreste in unterschiedlichen Abbaustadien und stellenweise große Mengen von Arthropoden-Lösung, außerdem einige Pilz-Sklerotien. An organischen Resten arme, kompakte Stellen haben wenige Feinporen. Größere Hohlräume sind überall reichlich. Brauneisen ist in Form zahlreicher, kleiner, meist sehr dunkler, gerundeter Konkretionen anzutreffen, die Quarze einschließen. Diffus verlaufende Konkretionen sind selten. Tonhäutchen und auch freies Braunlehm-Teilplasma kommen vor.

Der SwAh-Horizont ist durch unregelmäßige Risse und hohlraumreiche Zonen gegliedert. Es gibt zahlreiche kleine und größere, braune, gerundete (transportierte) Konkretionen. Organische Gebilde sind selten (Sklerotien, Wurzeln). Grauwacke-Trümmer sind randlich verbraunt und etwas abgerundet.

Im Sd1-Horizont begegnet uns ein Material, dessen Eigenschaften trotz starker Lößbeimengung von altem Tonschiefer-Zersatz bestimmt sind. Da dieser eine erhebliche Menge Ton in peptisierter Form enthält (Lehm-Teilplasma), ist der Horizont recht dick. Man findet in unterschiedlicher Lagerung offene und verfüllte Poren mit Ton-Tapeten und Bruchstücke von Ton-Ausgleitungen; andererseits gibt es junge Spalten ohne solche Tapeten, und es ist nicht sicher, daß der Ton unter den heutigen Bedingungen mobil ist. Der Gehalt an Grobporen ist mäßig bis gering. Eisen-Konkretionen sind häufig und in allen Größen vorhanden, sie sind meist abgerundet, manchmal von gelbem Ton eingehüllt, gelegentlich von unregelmäßigen Spalten durchsetzt, die dann dunkel berandet sind. Man findet verbrauchte, gerundete Stücke von Schiefer und Grauwacke, und viele "Konkretionen" mögen aus solchen hervorgegangen sein. Andere sind aber sicher an alten Leitbahnen gebildet worden. Diffuse Verbraunungen, mit und ohne konkretionärem Kern, sind nicht häufig. Die chaotische Lagerung der Komponenten entspricht der Entstehung als Fließerde.

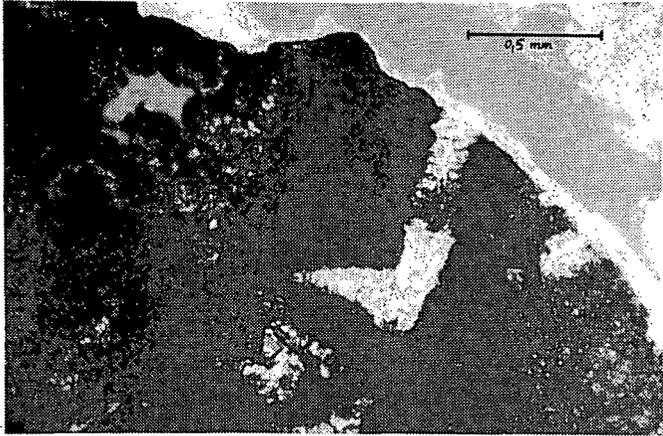
Am Aufbau des Sd2-Horizontes ist kaum Löß beteiligt. Der Sand entstammt der Grauwacke, die in verbrauchten, unregelmäßigen bis gerundeten, oft großen Stücken einen erheblichen Anteil des

Materials darstellt. Eisen-Imprägnierungen von Grauwacke und von Leitbahn-Wänden sind selten; andererseits nehmen verbrauchte Stellen, meist mit mehreren dunkleren Kernen, den größten Teil der Fläche ein. Bei den genannten Kernen wird es sich gelegentlich um Korrosions-Stadien alter Konkretionen handeln. Die Zwischenbereiche sind meist völlig gebleicht (wie in Abb. 3, außerhalb der Konkretion). Es gibt eine mäßige Zahl unregelmäßiger Grobporen, meist Spalten, oft verwürgt, mit oder ohne Tonbeläge, und man findet Adern von peptisiertem Ton als Reste von Röhren. Das Lehm-Teilplasma ist unregelmäßig verteilt und häufig. Stellenweise tritt der serizitische Feinschluff des Tonschiefers stark hervor.

Im Sd3-Horizont begegnen uns als neue Elemente unzersetzte Schiefer-Stücke und hier und da eingearbeitete lateritartige Reste mit starker, fleckweiser Mangan-Führung (Abb. 3). Ausbleichung hat bevorzugt in der Umgebung großer Risse stattgefunden. Auch der peptisierte Ton ist dort am besten zu beobachten, während die großen, verbrauchten Bezirke in den Polyedern vorwiegend geflocktes Plasma enthalten. Die großen Risse haben meist Tonbeläge, z.T. auch Eisen-Mangan-Kutanen, so daß es sich um wenigstens temporäre natürliche (nicht durch Präparation entstandene) Spalten handelt.

Im Sd4-Horizont ist der Hohlraumgehalt noch geringer und der Gehalt an Serizit in den hellen Partien deutlicher.

In allen Horizonten kommen Konkretionen mit nachweisbarem Mangan-gehalt vor.



**Abb. 3:** Profil 2, Roßberg:

Teil einer lateritartigen Konkretion, die an einem Tonschieferstück (unten rechts) ansetzt und von vollständig gebleichtem, an Fließplasma reichem Tonschieferzersatz (Graulehm) umgeben ist (halb gekreuzte Polarisatoren).

PROFIL III

Ort: Calenborner Höhe, Blatt Ahrweiler 1:25 000.

Höhe: Etwa 350 m NN. Geländegestaltung: Oberhang, 8° nach WSW geneigt.

Jahresniederschlag: 650 - 700 mm  $\emptyset$ ; Jahrestemperatur: 8 - 9°C  $\emptyset$ .

Kulturart: Waldwiese.

Bodenflora: Holcus lanatus, Agrostis tenuis, Dactylis glomerata, Trifolium repens, Taraxacum officinale, Sarothamnus scoparius u.a.

Geologische Formation: Unterdevon.

Gestein: Schiefer und Grauwacke, vielleicht etwas Lößlehm-Beimengung.

Wasser: Trocken.

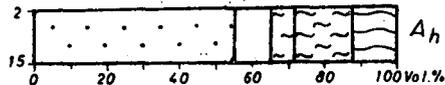
Gründigkeit: Mittelgründig.

Bodentyp: Saure Braunerde. Nach der 7th Approximation Dystrochrept.

Profilbeschreibung

- |         |    |                                  |   |
|---------|----|----------------------------------|---|
| 0 - 2   | cm | O + A <sub>h</sub>               | Wurzelfilz des Rasens mit O- und A <sub>h</sub> -Material;  |
| 2 - 15  | cm | A <sub>h</sub> (A <sub>p</sub> ) | dunkelbraun (7,5 YR 3-4/2), sandiger, schluffiger Lehm, steinig, Subpolyeder und Krümel, porös, gut durchwurzelt. Übergang scharf;  |
| 15 - 22 | cm | B <sub>v1</sub>                  | braun (10 YR 5/3), schluffiger Lehm, stark steinig, Krümel und Subpolyeder, porös, sehr stark durchwurzelt;   |
| 22 - 30 | cm | B <sub>v2</sub>                  | braun (10 YR 4-5/3), schluffiger Lehm zwischen Steinen aller Größen, Krümel und Subpolyeder, porös, gut durchwurzelt;   |
| 30 - 90 | cm | B <sub>v</sub> C <sub>v</sub>    | braun (10 YR 5/3), wenig schluffiger Lehm zwischen stark vorherrschenden Steinen (Schiefer, Grauwacke, kantig, mürbe), Subpolyeder und Polyeder, gering durchwurzelt, wenig verlegter Hangschutt. |

Saure Braunerde : Calenborner Höhe

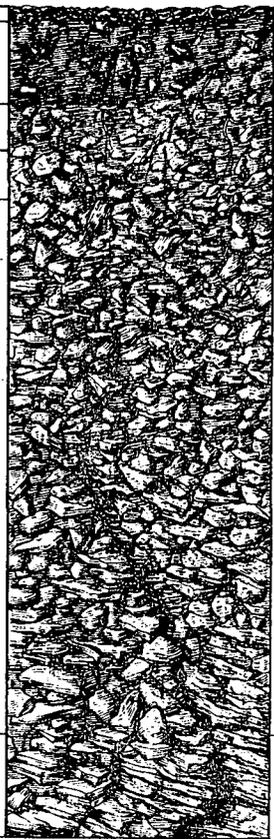


TIEFE cm	WASSERGEHALT in VOL % bei...					TROCK-SUBST.		PORENANTEILE in VOL %					WASSERDURCH-	
	PROBEVOLLER ENTNAHME	SÄTT.	pF			RAUH- GEW. g/cm <sup>3</sup>	VOL. %	GPV	Ø - in µm-				LÄSSIGKEIT	
			1.8	2.5	4.2				>50	50-10	10-0.2	<0.2	cm sec	cm d
2-15	25,6	44,1	35,1	28,7	12,5	1,46	55,2	44,8	9,7	6,4	16,2	12,5	1,09 x-2 10	940

TIEFE cm	FRAKTION <math>\leq 1\mu</math> Röntgenbeugungs-A.			ELEKTRONENMIKROSKOP. UNTERSUCHGN.		
	HAUPTBE- STANDTEILE	NEBENBE- STANDTEILE	SPUREN	HAUPTBE- STANDTEILE	NEBENBE- STANDTEILE	SPUREN
2-15	Illit	Chlorit	Kaolinit, Quarz	Illit	Chlorit Hydrogl.	Kaolinit
15-22	Illit	Chlorit	Kaolinit, Quarz	Illit	Chlorit Hydroglim.	Kaolinit
22-30	Illit	Chlorit	Kaolinit, Quarz	Illit	Chlorit Hydroglim.	Kaolinit
30-60	Illit	Chlorit	Kaolinit, Quarz	Illit	Chlorit Hydroglim.	Kaolinit
60-90	Illit	Chlorit	Kaolinit, Quarz	Illit Chlorit	Hydroglim- mer	Kaolinit

Saure Braunerde

cm  
0  
2  
15  
22  
30  
120  
125



O+Ah  
Ah(Ap)  
Bv1  
Bv2  
BvC  
BvCv  
Cv

Hori- zont	TIE- FE cm	KORNGRÖSSE $\phi$ in $\mu\text{m}$							P H								
		% FEINERDE < 2.0 mm							H <sub>2</sub> O	KCL n/Ion	CaCl <sub>2</sub> n/Ion	C %	N %	% ORG. SUB.	C/N	CaCO <sub>3</sub> %	
		< 2	2-6	6-20	20- 60	60- 200	200- 2000	9/0 Ges. 300 2000									
	O/A																
A	2 15	18,9	9,9	16,4	19,3	16,9	18,6	-	5,2	4,4	4,6	2,2	1,6	3,7	13,5	-	
Bv1	Bw1 15 22	18,6	16,7	20,8	15,1	7,6	21,2	54,0	4,8	3,9	4,2	0,8	0,9	1,4	9,3	-	
Bv2	Bw2 22 30	21,1	18,4	24,2	11,0	5,2	20,1	43,0	4,9	3,9	4,3	0,5	0,7	0,9	7,5	-	
BvC	30 - 60	17,5	16,2	24,0	13,3	4,5	24,5	59,5	5,1	4,0	4,4	0,3	0,8	0,5	-	-	
BvCv	60 - 90	21,0	15,4	25,3	13,1	4,6	20,6	-	5,1	4,0	4,5	0,3	0,6	0,5	-	-	
Cv																	

mval / 100 g Boden											V <sup>o</sup> / %	mg / 100g Boden				Fe			AL		Si	Mn		
n. MEHLICH				NH <sub>4</sub> - AUSZUG				KAK	S	KAK	H- Wert	S <sup>o</sup> / 100	LAKTAT		HCL		tot. %	Dith. %	Ox. %	Ox. 100 / Dith	mval exch	lösli. %	lösli. %	Dith. ppm
Na	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg		∑ Na .. Mg			KAK - S	K	P	K	P								
0,2	0,5	3,7	0	0,7	0,7	2,9	0,1	10,9	4,4	6,5	9,5	40,4	16,7	4,4	445	150	-	1,70	0,39	0,23	0,86	1,0	1,3	2205
0,1	0,3	2,5	0,1	0,7	0,5	1,5	0,1	9,3	3,0	6,3	8,5	32,3	10,8	0,5	640	113	-	1,65	0,32	0,19	2,58	1,1	1,5	1440
0,1	0,3	4,0	0,3	0,5	0,3	2,3	0,5	9,6	4,7	4,9	7,5	49,0	11,7	0,5	670	114	-	1,65	0,22	0,13	2,58	1,0	1,4	990
0,2	0,2	3,7	1,0	0,6	0,2	2,7	2,4	11,4	5,1	6,3	6,5	44,7	9,2	0,5	565	100	-	1,50	0,16	0,11	2,06	1,1	1,3	765
0,2	0,2	3,5	1,1	0,5	0,3	2,5	3,2	11,7	5,0	6,7	6,0	42,7	8,3	0,5	670	132	-	1,55	0,16	0,10	1,57	1,0	1,5	840

### MIKROMORPHOLOGIE

Der stark durchwurzelte und an organischen Resten reiche Ah-Horizont ist sehr locker und krümelig aufgebaut. Einerseits enthält er lose eingelagert nackte Quarzkörner (aus der Grauwacke) und unterschiedlich stark gebräunte Reste von Grauwacke und Schiefer; andererseits sind im Elementargefüge die Intergranularräume ausgefüllt. Diesen Gefüge-Aufbau erzeugt ein von Eisen und Humus stark braunes, geflocktes Braunerdeplasma. Ganz untergeordnet sind Reste alter Eisen-Mangan-Konkretionen und sogar gerundete Basaltkörner eingearbeitet, die auf die Durchmischung des Substrats hinweisen.

Die Bv-Horizonte zeigen Grauwacke und deren Zersatz nur untergeordnet. In das feine, äußerst hohlraumreiche Schwammgefüge, das auch größere Lücken freiläßt, sind die zahlreichen unterschiedlich verbräunten Steine (vorwiegend Schiefer) chaotisch eingearbeitet (Abb. 4). In kleinen Resten kann man sogar etwas gelben, stark doppelbrechenden, geschichteten Ton finden, der zugeführt und durch Bewegung des Hangschuttetes eingearbeitet worden ist.

Die wenige Feinerde des BvCv-Horizontes ist vorwiegend heller; es ist schluffiger Tonschiefer-Zersatz. Die Schiefer sind meist nur an alten Rändern stark gebräunt.

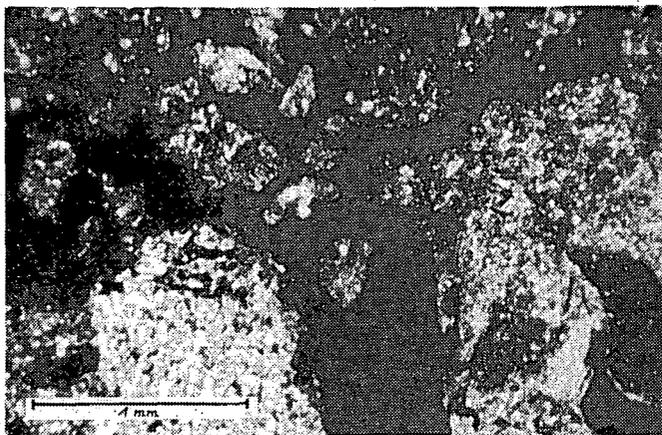


Abb. 4: Profil 3, Calenborner Höhe:

Tonschieferreste und junger Tonschiefer-Zersatz des Bv-Horizontes. Der Schiefer zeigt Übergänge zu einer mehr grob-schluffigen Fazies und ist stellenweise verbräunt (Polarisatoren unvollständig gekreuzt).

Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 393 - 410 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

## **Böden aus Pyroklastika und ihren Mischsedimenten im Verbreitungsgebiet des Laacher Trachyt - Tuffs**

**Führung:**

**Oberlandesgeologe Dr. W. Stöhr, Geolog. Landesamt,  
6500 MAINZ, Flachsmarktstr. 9**

- Laacher See:** Mit 331 ha das größte der Eifelmaare, 53 m tief, Auswurfstelle der Laacher-See-Tuffe 1 - 5 und des Brohltal-Traß, Höhe: 276 m, an seinem Rand die 1093 gestiftete Benediktiner-Abtei mit der romanischen Kirche von 1156.
- Niedermendig:** 5000 Einwohner mit einer Kirche von 1156 steht auf einem versteinerten Lavastrom. Zwischen Laacher See und Niedermendig vermutete ältere Auswurfstelle des Eifelvulkanismus. Durch das Nette-Tal über die waldlose Hochfläche des Maifeldes mit seinen vulkanischen Kegelbergen nach
- Ochtendung:** (190 m) 973 erstmals erwähnte Gerichtsstätte "of demo dinge". Heute Sitz einer großen Bimsindustrie (PROFIL 1 und 2)
- Bassenheim:** 1614 gebautes Schloß, in der Dorfkirche ein bedeutendes, erst 1935 entdecktes Sandsteinrelief des hl. Martin (Bassenheimer Reiter), wohl vom Naumburger Meister (ca. 1239)
- Koblenz:** (60 m) Aus dem Römerlager "Castrum ad confluentes" entstanden, 105 000 Einwohner, liegt an der Mündung der Mosel in den Rhein. Sitz vieler Behörden, bedeutender Weinhandelsplatz, Schloß 1777 - 86 vom Trierer Kurfürsten Clemens Wenceslaus erbaut. Das Deutsche Eck - nach dem nahegelegenen ehemaligen Deutschherrenhaus (Sitz des Deutschen Ordens) benannte Landspitze zwischen Rhein und Mosel, heute mit dem "Mahnmal der Einheit Deutschlands". - Raststelle der Eiszeitmenschen (ca. 9000 v. Chr.); Rheinübergang Caesars 55 und 53 v. Chr.; Geburtsort Metternichs. Überragt von der Feste Ehrenbreitstein (ca. 1000 erbaut, 1160 Burg Helfenstein, 2 mal wieder aufgebaut, heute Bundes-Archiv
- von Koblenz über die Hunsrück-Höhenstraße bis:
- Buchholz:** (306 m) PROFIL 3
- Emmelshausen:**

- St. Goar: (71 m) altes Städtchen (2500 E) mit ehemaliger Stiftskirche aus dem XV. Jahrh., überragt von der ehemaligen Festung Rheinfels
- Bacharach: ummauertes Städtchen (3000 E) mit Ruine der Wernerkapelle (XIII. - XV. Jahrh.), auf der Höhe Burg Stahleck
- Bingerbrück: Mäuseturm (Zollstelle aus dem XIII. Jahrh.), bekannt durch die Sage vom Erzbischof Hatto, den die Mäuse bis hierher verfolgt haben sollen, auf dem rechten Rheinufer Burgruine Ehrenfels
- Bingen: (77 m) alte Weinhandelsstadt (21 000 E) mit beachtenswerter Basilika (XV./XVI. Jahrh.), überragt von Burg Klopp und der Rochus Kapelle (185 m)
- mit der Fähre über den Rhein:
- Rüdesheim: (78 m) altes Städtchen (8000 E) mit bedeutendem Weinhandel und Sektkellereien, am unteren Ortsrand die Brömserburg (Burg der Mainzer Erzbischöfe X. Jahrh.), dahinter die Boosenburg 1868 umgebaut; Drosselgasse - berühmtestes Touristenziel. Im Hintergrund der Niederwald - 344 m hoher Ausläufer des Rheingaugebirges, auf der vorderen Kante des Bergrückens (225 m über dem Rhein) das Niederwald-Denkmal - eine 10,5 m große Gestalt der Germania zur Erinnerung an die Erneuerung des Deutschen Reiches im Jahre 1871, errichtet 1877 - 1883
- Winkel: mit dem "grauen Haus" - dem ehemals ältesten Wohnhaus Deutschlands (um 800 erbaut - 1964 abgebrannt - heute wieder aufgebaut)  
PROFIL 4
- Schloß Vollrads: PROFIL 5, PROFIL 6, PROFIL 7, PROFIL 8
- Kloster Eberbach: WEINPROBE
- Wiesbaden: (117 m) Hessische Landeshauptstadt (260 000 E) am Fuß bewaldeter Taunushöhen. 27 Thermalquellen, die schon den Römern bekannt waren, Theaterstadt, 1837 - 74 erbautes Schloß, Spielbank

PROFIL 1

OCHTENDUNG

Meßtischblatt: Bassenheim Nr. 56 10  
r: 26 01 550 h: 55 81 090

Kreis: Mayen Ort: Ochtendung

nach: W.Th. Stöhr, H. Beckmann, P. Benecke, K.-H. Emmermann  
aus: Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 6, 1967

Lage: 2,7 km ENE Ortslage, nördl. der B 258 und des Karmelen-  
berges (378,5 m; Basaltschlacken = basaltische Locker-  
gesteine); Rand einer Bimsgrube

Geländeneigung: fast eben Exposition: schwach NNE

Höhe über NN: etwa 205 m

Niederschlag: 580 mm (180 mm) Temperatur: 8,3° C (15,2° C)

Nutzung: Ackerland, Winterweizen

Bodenschätzung: SL 3 D 58/60 Kl. + 6, Ver. - 2

Ausgangsmaterial: Bims (Trachyttuff), und zwar Laacher Seetuff  
1-4 (?) über Löß und basaltischen Laven und  
Schlacken im tieferen Untergrund

Geologische Altersstellung: Pleistozän (Mittel - Alleröd)

Bodenarten: stark lehmiger Sand (Bims) über Bimssand  
und Bimskies

Bodentyp: Steppenbodenartig entwickelte Bims-Braunerde

Bodenwasser: frei von Grundwasser und Staunässe, extrem  
hohe Durchlässigkeit des Solums

Vegetation: Polygono - Chenopodion

Profilbeschreibung

Ap 1 0 - 15 cm humoser, schwach grusiger (Bims), stark  
lehmiger Sand, kalkfrei, graubraun, 10 YR  
3/3, krümelig, locker, stark durchlässig,  
lebhaft durchwurzelt (Quecke); am Grubenrand  
örtlich durch Befahren (Bimsentnahme) ver-  
dichtet, dann bröckelig bis grobpolyedrisch;  
schwach abgesetzt zum

- Ap 2 15 - 27 cm humoser, grusiger (Bims), stark lehmiger Sand, kalkfrei, dunkelbraun, 10 YR 3/3, kantig-krümelig bis plattig, mäßig verdichtet, örtlich dicht, mäßig durchlässig, lebhaft durchwurzelt, ausgeprägte Pflugschalenverdichtung; - Die Struktur der Krume wird durch Belastung sehr leicht nachhaltig verändert (verdichtet)
- Bv 1 27 - 44 cm schwach humoser, grusiger (Bims), stark sandiger Lehm, kalkfrei, dunkelbraun, 10 YR 3/4, rundlich- bis kotkrümelig, z.T. hohlraumreiches Schwammgefüge, große Poren, ziemlich locker, stark durchlässig, sehr lebhaft durchwurzelt (Haarwurzeln), allmählicher Übergang
- Bv 2 44 - 69 cm schwach humoser, grusiger (Bims), stark lehmiger Sand, kalkfrei, dunkelgelblich-braun, 10 YR 4/4, rundlich-krümelig, sehr locker, durchlässig, sehr lebhaft durchwurzelt. - Dieser Horizont erscheint in vielen Profilen dunkler und örtlich fleckiger als der Bv 1 (Humuskolloide ?) - örtlich Krotowinen, einzelne Basalt- und Basaltschlackenbomben
- BCv 69 - 85 cm sehr schwach humoser, grusiger Sand (Bims) mit beginnender Verlehmung, kalkfrei, gelblichbraun, 10 YR 5/4 - 4/4, bröckelig bis einzelkörnig, locker bis lose, stark durchlässig, durchwurzelt (Haarwurzeln), allmählicher Übergang in den
- Cn ab 85 cm anstehender grusig-sandiger Bims, kalkfrei, weißlichgrau, einzelkörnig, lose, hier bis 2,60 m aufgeschlossen: teils größere, teils feinere Lagen, vereinzelt Lapillis und kleinere Bomben aus Basalt und Basaltschlacken enthaltend, örtlich dünne Ton- und Rostbändchen bzw. Absätze auf einzelnen Bimskörnern

Horizont	Tiefe	Korngröße in $\mu\text{m}$						in% d. Ges.B.		$\text{CaCO}_3$ %	pH			
		in % der Feinerde < 2mm						> 2mm	$\text{H}_2\text{O}$		nKCl	n/10 KCl	CaCl <sub>2</sub>	
		< 2	2-6	6-20	20-60	60-200	200-2000							
Ap	0-15 (5-15)	15	12	11 30	7	7	49	11	-	6,2	5,3	5,0	5,6	
Bv1	27-44 (30-40)	16	12	9 27	6	5	51	12	-	6,6	5,8	5,4	6,0	
Bv2	44-69 (45-60)	14	10	8 23	5	6	58	13	-	6,7	6,0	5,6	6,2	
BCv	69-85 (75-85)	4	2	2 7	3	4	85	11	-	6,6	6,8	5,8	6,3	

Horizont	Tiefe	%	C x C	%	C/N	Mehl. AK <sub>t</sub>					Tonminerale der Frakt. < 1 $\mu$				
							Fe <sub>t</sub>	Fe <sub>D</sub>	Fe <sub>O</sub>	Fe <sub>O</sub> / Fe <sub>D</sub>	Kaolin	Halloys Metahs.	Illit	Vermik/ aufgill.	Montm. rillon.
Ap	0-15 (5-15)	1,6	2,7	1,4	11	17,0	1,91	0,85	0,39	0,46	-	x	-	-	-
Bv <sub>1</sub>	27-44 (30-40)	0,8	1,3	0,8	9	18,4	1,91	0,91	0,38	0,42	-	x	-	-	-
Bv <sub>2</sub>	44-69 (45-60)	0,7	1,2	0,6	11	20,4	1,93	0,84	0,42	0,50	-	x	-	-	-
BCv	69-85 (75-85)	0,3	0,6	0,4	10	10,0	1,57	0,48	0,11	0,23	-	x	-	-	-

Horizont	Tiefe cm	Frakt. mm	Gew.% der Schw.-M. an der Siebfrakt.	Schwerminerale d) 2,89 Kornverteilung %				Leichtminerale d < 2,89			
				Hornbl. Augit	Tita- nit	Magnetit	Sonsti- ge	Feldspat	Bimsstücke	vulk.Glas	Quarz
Ap	5-15	2,0-1,0	1,9	69	3	11	17	x	x	-	/
		1,0-0,6	7,2	67	6	18	9	xx	x	-	x
		0,6-0,2	18,4	70	7	18	5	xxx	/	o	x
		0,2-0,06	19,0	65	7	17	11	xxx	x	o	x
Bv <sub>1</sub>	27-44	2,0-1,0	2,6	52	-	17	31	x	x	-	/
		1,0-0,6	7,4	69	6	16	9	x	x	-	/
		0,6-0,2	17,9	69	7	20	4	xxx	/	o	x
		0,2-0,06	18,4	68	7	18	7	xxx	x	o	x
Bv <sub>2</sub>	45-60	2,0-1,0	1,3	63	3	8	26	x	x	-	/
		1,0-0,6	6,8	70	5	21	4	xx	x	-	/
		0,6-0,2	18,7	70	7	19	4	xxx	/	o	x
		0,2-0,06	20,0	70	9	18	3	xxx	x	o	x
BCv	75-85	2,0-1,0	-	-	-	-	-	/	xxx	-	o
		1,0-0,6	6,7	65	5	25	5	x	xxx	-	/
		0,6-0,2	16,4	62	7	28	3	xx	xx	o	/
		0,2-0,06	17,0	63	8	25	4	xx	xx	o	/

xxx viel, xx mittel, x wenig, / sehr wenig, o vorhanden, - fehlt

Horizont	Entn. Tiefe cm	Kf-Werte in cm/Tag		Porengrößenverteilung in % des Ges.-Bo.-Vol.				Ges. Poren Vol.	Subst. Vol.	TRG (Dichte)	spez. Gew.
		geom.Mittel		Äquivalentdurchmesser $\mu\text{m}$							
		vert.	horiz.	>50	50-10	10-0,2	<0,2				
Ap	10-20	594		18,2	3,5	14,3	13,7	49,7	50,3	1,26	2,51
Bv <sub>1</sub>	40-50	4090	1485	25,9	4,4	10,0	13,6	53,9	46,1	1,19	2,58
Bv <sub>2</sub>	75-85	3940	3940	27,0	5,3	11,6	14,4	58,3	41,7	1,09	2,62
Bv/C	100- 110			42,4	2,8	8,0	9,4	62,6	37,4	1,00	2,66
C	130- 140			47,4	1,8	5,9	9,3	64,4	35,6	0,92	2,58

PROFIL 2

OCHTENDUNG

Meßtischblatt: Bassenheim

Nr.: 56 10

r: 26 01 540

h: 55 81 110

Kreis: Mayen

Ort: Ochtendung

nach: W.Th. Stöhr, H. Beckmann, P. Benecke, K.-H. Emmermann

aus: Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 6, 1967

Lage: etwa 20 m NW von Profil 1; im 1962 ausgebimsten und wieder rekultivierten Gelände

Geländeneigung: eben

Exposition: keine

Höhe über NN: etwa 203 m

Niederschlag: 580 mm (180 mm) Temperatur: 8,3° C (15,2° C)

Nutzung: Ackerland

Bodenschätzung: Nach der Rekultivierung noch nicht nachgeschätzt; vorher SL 3 D wie Profil 1

Ausgangsmaterial: Bimsabraum über LÖß, im Oberboden entkalkt (Würmlöß); tieferer Untergrund siehe Profil 1

Geologische Altersstellung: Holozän über Pleistozän

Bodenarten: stark lehmiger Sand (Bims) über stark lehmigem bis lehmigem Schluff (LÖß)

Bodentyp: Kultosol über fossiler (allerödzeitlicher) LÖß-Braunerde

Bodenwasser: Geringer Stau der Winterfeuchtigkeit auf der fossilen LÖß-Braunerde (in einem 100 m entfernten Vergleichsprofil war die Grenze am 2.10.1964 trocken, am 27.4.1965 naß)

Vegetation: nicht aufgenommen; vgl. aber Profil 1

Profilbeschreibung

Ap R 1 0-20 cm humoser, stark grusiger (Bims), stark lehmiger Sand, kalkfrei, dunkelbraun, 10 YR 4/4, bröckelig bis krümelig, sehr locker, durchlässig, durchwurzelt, kein ausgeprägter Übergang zum

R 2 20-35 cm wie oben; künstlicher, noch wenig belebter Mischboden, der aus dem ehemaligen Mutterboden (Abraum) der Bimsgrube und nicht verwertbaren Bimsbestandteilen (Britzbanke, Basalt-Lapilli, Bomben usw.) zusammengemischt und einplaniert wurde

- Sw Cn 35-38 cm einzelkörnige Bimszwischenlage, fahlgrau, (Rest der ehemaligen Bimsdecke), örtlich durch feinstkörnigen Tuff oder ein verfestigtes Aschenband verdichtet und verbacken; in dieser Schicht wurde im Frühjahr langsam ziehende Staunässe festgestellt; scharf abgesetzt zum
- II Sd f Ah 38-52 cm schwach humoser, stark lehmiger (toniger) Schluff (Lößlehm), kalkfrei, graubraun, 10 YR 4/3, schwach weißgrau fleckig, örtlich dünnes Rostband an der Oberkante (Stauwasser-einfluß), säulig-grobprismatisch, stark verdichtet (ehem. Bimsauflast) mäßig stauend, vereinzelt Nadelstichporen und einzelne große Poren, auf Kluft- und Absonderungsflächen örtlich dünne Tontapeten; auf den Prismenflächen plattige Haarwurzelfilze (Getreidebau)
- fABv 1 52-64 cm sehr schwach humoser, stark lehmiger Schluff (Übergangs-Horizont), kalkfrei, braun, 10 YR 5/3, einzelne weißlichgraue und schwach rostige und schwärzliche Flecken, grobprismatisch-säulig, verdichtet, einzelne Nadelstichporen, einzelne dicke Baumwurzelgänge ziehen schräg durch den Horizont, allmählicher Übergang
- fBv 2 64-75 cm stark lehmiger Schluff (Lößlehm), kalkfrei, gelblichbraun, 10 YR 5/4 - 4/4, noch grobprismatisch, Prismen verbreitern sich an der Basis und lösen sich in der Löß-Sedimentstruktur allmählich auf, vereinzelt Grobporen, nadelstichporig, einzelne Wurm- und Wurzelgänge, die vereinzelt Kotkrümel und Tontapeten enthalten
- fBv 3 75-98 cm lehmiger Schluff (Lößlehm), kalkfrei bis sehr schwach kalkhaltig an der Basis, gelblichbraun, 10 YR 5/4 - 5/6, Löß-Sedimentstruktur, ziemlich locker, durchlässig, sonst wie oben, allmählicher Übergang in den
- fCvn 98-115 cm aufgeschlossen: lehmiger Schluff (Löß), kalkhaltig bis stark kalkhaltig im Untergrund, gelblichbraun, 10 YR 5/4, Löß-Sedimentstruktur

Horizont	Tiefe cm	Korngröße in $\mu\text{m}$							in % d. Ges.-Bod. > 2 mm	% $\text{CaCO}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	pH			$\text{CaCl}_2$
		in % des Feinbodens (< 2 mm)										n KCl	n/lo KCl		
		< 2	2-6	6-20	20-60	60-200	200-2000								
R	10-20	13	10 29	11	8	7	52	28	-	6,4	5,5	5,2	5,7		
f Ah	40-50	21	8 79	28	43	1	0	0	-	7,1	5,9	5,5	6,4		
Bv <sub>1</sub>	60-70	20	8 79	29	42	2	0	0	-	7	5,9	5,5	6,4		
Bv <sub>2</sub>	80-90	13	8 84	27	49	3	0	0	-	6,9	6	5,7	6,6		
Cvn	105- 115	16	8 80	29	43	4	1	5	12,8	7,7	7	6,9	7,3		

Horizont	% C	C x 1,724	% N	C/N	Mehl. Akt	Fe <sub>t</sub>	Fe <sub>D</sub>	Fe <sub>O</sub>	FeO FeD	Kaolinit	Halloysit Metahalloy	Illit	Vermikulit aufg. Illit	Montmo- rillonit
R	1,1	1,9	1,0	11	8,6	-	-	-	-	-	x	x	-	-
f Ah	0,3	0,6	0,5	-	18,2	-	0,79	0,07	0,09	x	-	x	-	(x)
Bv <sub>1</sub>	0,2	0,4	0,3	-	16,6	-	0,83	0,07	0,08	x	-	x	-	(x)
Bv <sub>2</sub>	0,2	0,4	0,4	-	14,6	-	0,80	0,08	0,10	(x)	-	x	-	x
Cvn	0,2	0,3	0,3	-	11,8	-	0,68	0,05	0,07	(x)	-	x	-	x

Horizont	Tiefe cm	Frakt. mm	Gew.% der Schw. M.an der Siebfr.	Schwerminerale d > 2,89 Kornverteilung %				Leichtminerale d < 2,89			
				Hornbl. Augit	Tita- nit	Magne- tit	Sonsti- ge	Feldspat	Bimsstücke	vulk.Glas	Quarz
f Bv	80-90	2,0-1,0 1,0-0,6 0,6-0,2 0,2-0,06	- - 4,4 0,5	- - 70 42	- - 3	- - 8 18	- - 22 37	- - / x	- - - -	- - (0) (0)	- - x xxx

xxx viel, xx mittel, x wenig, / sehr wenig, 0 vorhanden, - fehlt

Horizont	Entn. Tiefe cm	Kf-Werte in cm/Tag		Porengrößenverteilung in % des Ges.-Bo.-Vol.				Ges. Poren Vol.	Subst. Vol.	TRG (Dichte)	spez. Gew.
		geom. Mittel		Äquivalentdurchmesser um							
		vert.	horiz.	> 50	50-10	10-0,2	< 0,2				
R Ap	5-15			19,6	3,5	15,6	13,5	52,2	47,8	1,23	2,58
R	20-30		166	11,4	3,8	13,3	16,5	45,0	55,0	1,44	2,62
f A	70-80	22,7	(447)	3,3	1,4	15,1	23,3	43,1	56,9	1,50	2,64
fA Bv	90-100	268	156	10,4	9,2	16,2	17,1	52,9	47,1	1,26	2,67
Bv	105- 115		110	12,0	15,8	19,2	11,7	58,7	41,3	1,10	2,67
Cv	120- 130		252	13,3	14,1	15,6	10,3	53,3	46,7	1,25	2,67

P R O F I L 3

BUCHHOLZ

- Meßtischblatt: Boppard Nr.: 57 11  
r: 33 94 720 h: 55 66 390
- Kreis: St. Goar Ort: Gemarkung Buchholz  
Forstamt Boppard, Revier Buchholz, Abt. 63
- nach: W. Wallesch, W.Th. Stöhr, H. Beckmann, P. Benecke,  
K.-H. Emmermann
- aus: Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 6, 1967
- und: R. Kickuth, B. Meyer, H.J. Schönlaue
- aus: Göttinger Bodenkundliche Berichte 8, 1-61, 1969
- und: W.Th. Stöhr, H. Götz
- aus: Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforschg. 21, 318-337, 1963
- Lage: Auslaufende Quellmulde des Lehnscneider Baches, entwässert über Hirschwieser Bach zur Mosel (nördlich Brodenbach) und Rhein (Koblenz)
- Geländeneigung: fast eben Exposition: SW bis W
- Höhe über NN: etwa 375 m
- Niederschlag: 660 mm (180 mm) Temperatur: 7,9° C (14,8° C)
- Nutzung: Nadelwald (Fichte = *Picea abies* (L.) Karst. =  
*P. excelsa* Lk.)  
Alter: (1958) 34 Jahre, Höhe 20,1 m, Ekl. I A
- Ausgangsmaterial: Bims-Staublehm mit Lößlehmanteil (?) über Aschentuff und Bims über Löß- und Graulehmresten über angewittertem und zerfallenem Ton- und Faserschiefer (Hunsrückschiefer)
- Geologische Altersstellung: Pleistozän über Tertiär (?) über Unterdevon (Oberems)
- Bodenarten: sandiger Lehm über lehmigem Sand über schluffig-tonigem Lehm und Fels
- Bodentyp: saure Braunerde oder Lockerbraunerde (hier *Locus typicus* der Lockerbraunerde!)
- Bodenwasser: In der körnigen Bimsschicht des Unterbodens wurde gelegentlich (28.4.1965) im Frühjahr hangabwärts ziehendes Bodensickerwasser festgestellt; sonst trocken.
- Vegetation: Melampyro - Fagetum

Profilbeschreibung

Org. Bodenauflage

- OL 4 (6) cm unzersetzte Fichtennadelstreu und Holzreste
- OF 2 (4) cm Fichtenmoder, schwärzlich, 10 YR 2/2 - 3/2, läßt sich leicht vom folgenden Mineralboden ablösen

Mineralboden

- Ah o-2(3) cm stark humoser, sandiger Lehm, grusig (Tonschiefer), kalkfrei, dunkelbraun bis schwärzlich, teilweise leicht violettstichig, 10 YR 4/4 - 3/4, krümelig bis bröckelig, ziemlich locker, durchlässig, lebhaft durchwurzelt (Stockabstand Fichte etwa 1,8 m)
- ABv 1 2 - 9 cm stark humoser, sandiger Lehm, schwach grusig (Tonschiefer), kalkfrei, dunkelbraun, 10 YR 4/4 - 3/4, krümelig bis bröckelig, locker, durchlässig, sehr lebhaft durchwurzelt, allmählicher und unregelmäßiger Übergang
- ABv 2 9 - 21 cm wie vorstehend, humos, sehr locker, lose, krümelig und porenreich
- Bv 3 21-54 cm humoser, lehmiger Sand, schwach grusig (Bims und Tonschiefer), kalkfrei, dunkelbraun, 10 YR 4/4, bis 35 cm leicht verbacken, bröckelig, unten krümelig, sehr locker, lose, porenreiches Schwammgefüge, lebhaft durchwurzelt, allmählicher, örtlich ausgeprägter Übergang
- CBv 4 54-79 cm schwach humoser, lehmiger Sand (stärker  
(84) angewitterter Bimstuff), grusig (Bims, einzelne Tonschiefer), kalkfrei, gelblich-örtlich graubraun, 10 YR 5/8 und 4/4, bröckelig-krümelig, ziemlich locker, Schwammgefüge, durchwurzelt (Haarwurzeln), scharf abgesetzt
- (Sw Cn 79-84 cm) nur örtlich vorhanden: körniger Bims und mausgrauer Tuff; dieser Horizont ist stark gestört (Kryoturvation). Er fehlt örtlich, ist lagenweise und nesterförmig ausgebildet oder taschenförmig nach oben ausgebeult. Bei einer älteren Aufnahme (am 28.4.1965) wurden folgende Lagerungsverhältnisse angetroffen:
- 5 cm körniger Bims, weißgrau  
2 cm feinstkörniger Tuff, verbacken, grau  
8 cm körniger Bims, weißgrau  
1 cm grobkörniger Tuff, verbacken, mausgrau  
2 cm feinstkörniger Tuff, verbacken, mausgrau
- In diesem Horizont zieht gelegentlich Bodensickerwasser hangabwärts

- II Sd Cv 84-90 (95) cm toniger Lehm, grusig-steinig (Tonschieferplättchen), kalkfrei, weißlichgrau und fahlgelb- (unten) bis bräunlichgrau (oben) gefleckt, 5 Y 7/3 und 2,5 Y 6/2; dichter undurchlässiger Staukörper, der nicht überall vorhanden ist, einzelne Wurzelgänge
- III Cn ab 90 cm anstehender, angewitterter und zerfallener, klüftiger Ton- und Faserschiefer mit weißlichen Tonabsätzen auf Klufflächen usw.



Horizont	Tiefe cm	Korngröße in $\mu\text{m}$							in % d. Ges. Bod. >2mm	% $\text{CaCO}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	pH				% C	$\text{C}_x$ 1,724	% N	$\text{C}/\text{N}$
		in % des Feinbodens (< 2mm)						in % d. Ges. Bod. >2mm				N KCl	N KCl	N KCl	N KCl				
		< 2	2-6	6-20	20-60	60-200	200-2000												
O <sub>f</sub>	2-4	-	-	-	-	-	-	7	-	3,9	3,5	3,5	3,8	13,1	22,6	5,4	24,4		
ABv <sub>1</sub>	2-9	21	8	13	15	10	33	14	-	4,3	3,9	3,9	4,0	3,7	6,4	2,3	16,2		
ABv <sub>2</sub>	11-21	16	12	13	13	12	35	13	-	4,3	3,9	3,9	4,1	1,9	3,2	1,4	13,4		
Bv	39-51	9	7	11	12	16	45	13	-	5,4	4,6	4,6	4,8	1,4	2,3	0,9	15,1		
CBv	54-64	9	6	9	10	16	50	14	-	5,5	4,4	4,4	4,7	0,8	1,3	0,6	12,2		
IISd	84-90	34	14	17	15	6	14	0	-	6,2	4,5	4,5	4,9	0,4	0,7	0,7	-		

AKt Meh- lich	AKr $\text{NH}_4\text{Cl}$	AKr AKt	$x^s$ der mit $\text{NH}_4$ austauschb. Kationen (x100)								$\text{Fe}_t$	$\text{Fe}_D$	$\text{Fe}_O$	$\frac{\text{FeO}}{\text{FeD}}$	$\text{Al}_O$	ppm $\text{Mn}_D$
			H	Na	K	Ca	Mg	Al	Fe	Mn						
37,2	16,4	0,441	1,7	1,6	4,9	31,4	5,4	49,4	0,8	4,8	-	1,08	0,61	0,57	0,77	750
25,4	8,7	0,341		1,7	7,4	7,8	2,0	77,8	0,4	3,1	-	1,32	0,67	0,50	1,03	1140
21,0	7,7	0,367		2,6	9,5	8,3	2,6	73,7	0,3	3,1	-	1,43	0,70	0,49	1,09	1325
16,2	4,0	0,244		8,9	15,6	27,8	18,2	28,1	0,2	1,3	-	1,20	0,71	0,59	1,79	715
14,2	3,6	0,251		8,9	36,6	9,2	17,7	26,1	0,3	1,2	-	0,98	0,50	0,51	0,87	540
18,0	13,3	0,742		4,9	6,4	34,8	43,8	9,6	0,1	0,5	-	0,89	0,37	0,41	0,21	1015

Entn. Tiefe cm	Hor.	Porengrößenverteilung in % des Ges.-Bo.-Vol.						Ges. Poren Vol.	Subst. Vol.	TRG (Dichte)	spez. Gew.
		Kf-Werte in cm/d		Äquivalentdurchm. $\mu\text{m}$							
		geom. Mittel	vert.	horiz.	>50	50-10	10-0,2				
10-20	ABv <sub>2</sub>	-	10600	39,5	6,0	7,8	14,5	67,8	32,2	0,82	2,53
30-40	Bv	-	13800	31,8	8,1	15,4	10,0	65,3	34,7	0,89	2,57
55-60	CBv	-	480	29,1	6,3	5,7	19,4	60,5	39,5	1,05	2,66
85-90	IISd	-	0,037								

Entn. Tiefe	Hor.	Sieb- frakti. mm	Gew.% der Schw- M.an der Siebfrak.	Schwerminerale d > 2,89				Leichtminerale d < 2,89			
				Hornblen. Augit	Tita- nit	Magne- tit	Sonsti- ge	Feldspat	Bims- stücke	vulk. Glas	Quarz
11-21	ABv <sub>2</sub>	2,0-1,0	0,6	100	-	-	-	/	0	-	/
		1,0-0,6	4,4	60	2	14	24	x	0	-	/
		0,6-0,2	9,3	65	12	18	5	xxx	0	0	x
		0,2-0,06	9,4	65	10	19	6	xxx	/	0	x
39-51	Bv	2,0-1,0	0,5	100	-	-	-	/	/	-	/
		1,0-0,6	4,8	67	2	14	20	x	x	-	/
		0,6-0,2	9,6	62	11	18	8	xx	x	0	x
		0,2-0,06	7,8	61	12	19	9	xx	x	0	x
54-64	CBv	2,0-1,0	0,5	88	12	-	-	/	x	-	/
		1,0-0,6	4,3	77	3	7	13	x	x	0	/
		0,6-0,2	9,1	66	11	16	7	xx	x	0	x
		0,2-0,06	8,3	68	12	16	4	xx	x	0	x
84-91	II Sd	2,0-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1,0-0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cv	0,6-0,2	1,1	43	4	10	43	x	/	-	/
		0,2-0,06	0,9	38	3	7	52	x	/	-	/

xxx viel; xx mittel; x wenig; / sehr wenig; 0 vorhanden; - fehlt

Horizont	Tiefe cm	Kaolinit	Halloysit Metahalloy	Illit	Vermikulit oder aufgeillit	Montmorillonit
ABv <sub>1</sub>	2-9	-	(x)	x	(x)	-
ABv <sub>2</sub>	11-21	-	x	x	(x)	-
Bv	39-51	-	x	-	(x)	-
CBv	54-64	-	x	-	-	-
IIISd Cv	84-91	(x)	-	x	(x)	-

## Humus - Stoffgruppen - Fraktionierung

Tiefe cm	Ges.-C Geh.in%	Streu- stoffe	Extrahierbare Huminstoffe			Humine	Verhältnis		
			aggr.FS	Fulvos.	Humins.		FS. : HS. : H.		
4-15	4,9	1,1 (22)	0,60 (12)	1,30 (26)	1,10 (22)	0,80 (16)	10 : 6 : 2		
15-35	2,3	0,64 (28)	0,26 (11)	0,60 (26)	0,24 (10)	0,56 (24)	10 : 3 : 7		

In Klammern % C bezogen auf Gesamt-C = 100 (=relative Menge)

Cellulose, Uronsäuren,  $\alpha$ -Aminosäuren, Hexosamine

Tiefe cm	Cellulose	Uronsäure/ Uronide	$\alpha$ -Amino- Säuren	Hexosamine
4-15	0,46 (9,4)	0,85 (17)	0,21 (4,3)	0,15 (3)
15-35	0,24 (10)	0,42 (18)	0,11 (4,8)	0,08 (3,5)

In Klammern % C bezogen auf Gesamt-C = 100

## Stickstoff - Fraktionierung

Tiefe cm	Ges.N Gehalt	C/N Verhält	$\alpha$ -Amino N	Hexos- amine	Amide + NH <sub>4</sub>	Rest N
4-15	0,36	13,7	0,085 (24)	0,061 (17)	0,137 (38)	0,077 (21)
15-35	0,22	10,4	0,045 (20)	0,033 (15)	0,055 (25)	0,087 (40)

Die N-Mengen sind in % vom Gesamtboden angegeben. Die Mengen der einzelnen N-Gruppen sind als N-Mengen angegeben, die sich zum Gesamt-N der Probe addieren. In Klammern % N bezogen auf Gesamt-N = 100

Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 411 - 417 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

ZAKOSEK, H.:

## STANDORT - UNTERSUCHUNGEN IM WEINBAU

### Führung:

Prof. Dr. Heinrich Zakosek, Hessisches Landesamt für Bodenforschung,  
62 WIESBADEN, Leberberg 9-11

Prof. Dr. H. BECKER, Hess. Lehr- u. Forschungsanstalt für  
Wein-, Obst- und Gartenbau, 6222 GEISENHEIM/RHEIN

Reg. Dir. G. HORNEY, Agrarmeteorologische Forschungsstelle,  
6222 GEISENHEIM/RHEIN

### Einige Bemerkungen zu den Standortuntersuchungen

Noch vor wenigen Jahrzehnten spielten bodenkundliche Überlegungen im europäischen Weinbau eine völlig untergeordnete Rolle, weil die europäischen Kultursorten (Vinifera-Sorten) neben hervorragenden weinbautechnischen Eigenschaften auch eine umfassende Bodenverträglichkeit besitzen. Seit uns aber die um 1850 aus Amerika eingeschleppte Reblaus den Anbau der wurzelrechten Europäerrebe nach und nach unmöglich gemacht hat, ist es trotz intensiver Forschungsarbeit noch nicht gelungen, eine Rebe zu züchten, die gegen die Reblaus widerstandsfähig ist, eine große ökologische Streubreite besitzt und gleichzeitig eine gute Weinqualität verbürgt. Der Weinbau ist daher heute noch zum Pfropfrebenanbau gezwungen, wobei die qualitativ hochwertige Europäerrebe das Edelreis und die reblausresistenten Kreuzungen von amerikanischen Arten der Gattung Vitis die Unterlage stellen. Leider versagen viele Unterlagen bei uns, weil jede Unterlagsorte spezifische Bodenansprüche stellt. Nun ist aber eine den Böden angepaßte Unterlagenauswahl schwer, weil die Böden in den Weingebieten sehr verschiedene Eigenschaften haben und häufig auf engem Raum wechseln. Die Bodenkunde ist darum eine wichtige Hilfswissenschaft für die weinbauliche Praxis, Forschung und Planung, besonders durch ihre Bodenkarten, weil diese eine genaue Kenntnis vom Aufbau und von der Verbreitung der Böden vermitteln. Auf den Bodenkarten sind die in den Weinbaugebieten auftretenden Böden und ihre ökologisch wichtigen Eigenschaften großmaßstäblich dargestellt und erläutert. Schon während der bodenkundlichen Aufnahmen (von 1947 - 1959) zeichnete sich auch im Weinbau zunehmend das Streben nach Qualität und Rationalisierung ab. Darum wurden im Anschluß an die Bodenkartierung auf allen ökologisch wichtigen Böden Adaptionenversuche angelegt (von 1959 - 1961), um die Streubreite der Standard-Unterlagen und Neuzüchtungen zu ermitteln. Außerdem wurde das Weinbaugebiet (von 1957 - 1959) kleinklimatisch kartiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen haben bereits in mehreren Schriften und in der Praxis, Beratung und Planung ihren Niederschlag gefunden.

Nach mehr als zehnjähriger Versuchsdauer ist jetzt eine planmäßige Auswertung der Adaptionenversuche und auch eine Wiedergabe aller vorweg genannten Untersuchungs-Ergebnisse möglich. Gegenwärtig wird daher an einer großmaßstäblichen Standortkarte gearbeitet (Maßstab 1:5 000), in der Boden, Pflanzen und Klima praxisnah berücksichtigt werden sollen.

Zusammenfassende Darstellung: ZAKOSEK, H., KREUTZ, W. und BAUER, W., BECKER, H., SCHRODER, E.: Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. - Abh. Hess.L.-Amt Bodenforsch. 50, 82 S. und 1 Atlas, Wiesbaden 1967; vorhandene Bodenkarten 1:25 000 aus dem Exkursionsgebiet: Bl. 5914 Eitville mit Erläuterungen 1966 und Bl. 5913 Presberg mit Erläuterungen 1967 (Herausgabe und Vertrieb: Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden).

Profil 4

Ort: Etwa 1 km nördlich Winkel, Weinberglage Oberberg

Top.Karte 1:25 000: 5914 Eitville, R 34 28 34 H 55 42 29

Lage: ~125 m ü.NN, 4-6° SW geneigt

Klima: Mittlere Jahresdurchschnittstemperatur ~9° C

Mittlere jährliche Niederschlagssumme: ~540 mm

Nutzung: Weinberg

Boden: Rigolte Rendzina (Rendzina-Rigosol) aus tertiärem Cyrenenmergel

R <sub>1</sub>	0 - 30 cm	dunkelgraubrauner (10 YR 4/2), lehmiger Ton, schwach steinig, stark humos, stark karbonathaltig
R <sub>2</sub>	30 - 80 cm	brauner bis gelblichbrauner (10 YR 5/3-5/4), lehmiger Ton, schwach humos, stark steinig, schwach karbonathaltig
C	80 cm +	blaßgelber (5 YR 7/3-7/4), schluffig-toniger Lehm mit bräunlichgelben Flecken (10 YR 6/6), schwach humos, stark karbonathaltig

Analytische Angaben zu Profil 4

Nr.	Hor.	Entnahmetiefe cm	Korngröße in $\mu$						CaCO <sub>3</sub> %	nKCl	
			in % des Feinbodens <2 mm								
			<2	2	6	20	60	200			in % d. Gesamtbodens >2 mm
171	R <sub>1</sub>	0 - 30	47,8	10,3	14,8	10,8	5,8	10,5	6,9	10,8	7,2
172	R <sub>2</sub>	30 - 80	57,8	12,6	11,0	7,5	5,2	5,9	2,0	10,8	7,0
173	C	80 - 90	35,7	12,4	21,1	19,1	11,5	0,2	0	11,8	7,4

org.Substanz %	C/N	AK <sub>t</sub> Mehlich	Fe <sub>D</sub>
6,88	12,3	23,7	1,7
1,03	-	29,9	2,0
0,51	-	13,3	2,1

Profil 5

Ort: Kiesgrube 125 m W Schloß Vollrads, Versuchsanlage Sandacker  
 Top.Karte 1:25 000: 5913 Presberg, R 34 27 92 H 55 42 28  
 Lage: ~182 m ü.NN, ~4° SO geneigt  
 Klima: Mittlere Jahresdurchschnittstemperatur ~8,5° C  
 Mittlere jährliche Niederschlagssumme ~600 mm  
 Nutzung: Weinberg  
 Boden: Rigolte Braunerde (Braunerde-Rigosol) aus tertiärem Meeressand

R 0 - 60 cm brauner (5 YR 4/3) bis rostbrauner (5 YR 4/4), schwach toniger Sand, mittel kiesig, stark humos, karbonatfrei  
 B<sub>V</sub>C 60 - 80 cm + gelblichroter (5 YR 4/8) und stark brauner (7,5 YR 5/8), schwach toniger Sand, mittel kiesig, schwach humos, karbonatfrei

Analytische Angaben zu Profil 5

Nr.	Hor.	Entnahmetiefe cm	Korngröße in $\mu$						CaCO <sub>3</sub> %	nKCl	
			in % des Feinbodens < 2 mm								
			< 2	2	6	20	60	200			2000
8367	R <sub>1</sub>	0 - 20	8,1	2,0	3,5	8,1	11,7	65,6	26,8	0	6,4
8370	R <sub>2</sub>	20 - 40	13,6	3,0	5,0	7,0	10,1	61,3	23,4	0	6,4
12191	B <sub>V</sub> C	60 - 80	12,1	1,0	2,5	5,0	8,0	71,4	15,6	0	6,1

org.Substanz %	C/N	AK <sub>t</sub> Mehlich	Fe <sub>D</sub>
2,58	12,4	8,7	-
2,40	-	9,2	-
1,17	-	7,2	-

Profil 6

Ort: Kiesgrube 125 m W Schloß Vollrads  
 Top.Karte 1:25 000: 5913 Presberg, R 34 27 92 H 55 42 28  
 Lage: ~ 182 m ü.NN, 1-2° NW geneigt  
 Klima: Mittlere Jahresdurchschnittstemperatur ~8,5°C  
 Mittlere jährliche Niederschlagssumme ~600 mm  
 Nutzung: Grubenrain  
 Boden: Braunerde aus tertiärem Meeressand

A<sub>h</sub> 0 - 20 cm dunkelgrauer (10 YR 4/1), schwach toniger Sand, mittel kiesig, mäßig humos, karbonatfrei  
 B<sub>v</sub>C 20 -160+ cm gelblichroter (5 YR 4/8) und stark brauner (7,5 YR 5/6-5/8), schwach toniger Sand, mittel kiesig

Analytische Angaben zu Profil 6

Nr.	Hor.	Entnahmetiefe cm	Korngröße in $\mu$						CaCO <sub>3</sub> %	nKCl
			in % des Feinbodens < 2 mm					in % d. Gesamtbodens > 2 mm		
			< 2	2	6	20	60			

14	A <sub>h</sub>	0 - 18	12,6	3,5	10,5	14,0	12,3	47,1	32,6	0	6,5
15	B <sub>v</sub> C <sub>1</sub>	25 - 40	15,1	2,0	3,0	7,9	17,0	54,0	20,7	0	5,7
16	B <sub>v</sub> C <sub>2</sub>	140 - 150	14,1	0,5	2,5	7,3	15,2	60,4	21,7	0	5,8

org. Substanz %	C/N	AK <sub>t</sub> Mehlich	Fe <sub>D</sub>
2,23	-	8,35	-
-	-	7,06	-
-	-	6,86	-

Profil 7

Ort: ~ 750 m nordwestlich Schloß Vollrads, Versuchsanlage  
 Top.Karte 1:25 000: 5913 Presberg, R 34 27 67 H 55 42 90  
 Lage: ~240 m ü.NN, 2-4° SO geneigt  
 Klima: Mittlere Jahresdurchschnittstemperatur ~8° C  
 Mittlere jährliche Niederschlagssumme ~ 650 mm  
 Nutzung: Weinberg  
 Boden: Rigolter Pseudogley (Pseudogley-Rigosol) aus Solifluktionsschutt (Lößlehm mit Quarzitbeimengung)

R<sub>1</sub> 0 - 35 cm dunkelgraubrauner (10 YR 4/2), sandig-lehmiger Schluff, mittel steinig, sehr stark humos, karbonatfrei  
 R<sub>2</sub> 35 - 55 cm brauner bis gelblichbrauner (10 YR 5/3-5/4), sandig-schluffiger Lehm, stark steinig, schwach humos, karbonatfrei  
 S<sub>d</sub>B<sub>t</sub> 55 - 80 cm + hellbrauner (7.5 YR 6/4) bis rötlichbrauner (5 YR 5/4) und rötlichgelber (7.5 YR 6/6) bis hellgelblichbrauner (10 YR 6/4), schwach toniger Lehm, mittel steinig, karbonatfrei

Analytische Angaben zu Profil 7

Nr.	Hor.	Entnahmetiefe cm	Korngröße in $\mu$					in % d. Gesamtbodens >2 mm	CaCO <sub>3</sub> %	nKCl	
			in % des Feinbodens <2 mm								
			<2	2	6	20	60				200
12153	R <sub>1</sub>	0 - 35	15,4	8,4	20,3	22,2	10,4	23,3	28,3	0	6,3
154	R <sub>2</sub>	35 - 55	16,9	8,5	16,8	17,3	10,2	30,3	54,5	0	6,3
155	S <sub>d</sub> B <sub>t</sub>	55 - 80	31,7	9,4	15,4	14,8	9,3	19,4	23,3	0	3,7

org. Substanz %	C/N	AK <sub>t</sub> Mehlich	Fe <sub>D</sub>
4,80	-	9,7	1,2
0,68	-	7,6	1,4
-	-	18,1	3,1

Profil 8

Ort: ~ 750 m NW Schloß Vollrads, neben Versuchsanlage Waldäcker  
 Top.Karte 1:25 000: 5913 Presberg, R 34 27 67, H 55 42 90  
 Lage: ~ 240 m ü.NN, ~ 2° SO geneigt  
 Klima: Mittlere Jahresdurchschnittstemperatur ~ 8° C  
 Mittlere jährliche Niederschlagssumme ~ 650 mm  
 Nutzung: Ödland  
 Boden: Pseudogley aus Solifluktionsschutt (Lößlehm mit Quarzit-  
 beimengung)

A<sub>p</sub> 0 - 20 cm hellgraubrauner (10 YR 6/1), schluffiger Sand, mittel  
 steinig, stark humos, karbonatfrei, Begrenzung gerade  
 und deutlich  
 S<sub>w</sub> 20 - 40 cm gelblichbrauner (10 YR 6/4), stark lehmiger Sand, mittel  
 steinig, karbonatfrei, häufig Eisenkonkretionen  
 IIS<sub>d</sub>B<sub>t</sub> 40- 85 cm rötlichbrauner (5 YR 4/6-4/8), sandig-toniger Lehm,  
 steinig, karbonatfrei, dicht  
 IIIS<sub>d</sub>B<sub>t</sub> 85-160 cm+ rötlichbrauner (5 YR 4/6-4/8), blaugrauer (7,5 YR N 5)  
 und rötlichgelber (7.5 YR 6/6), schluffiger Lehm, schwach  
 steinig, karbonatfrei, dicht

Analytische Angaben zu Profil 8

Nr.	Hor.	Entnahme- tiefe cm	Korngröße in $\mu$						CaCO <sub>3</sub> % <sup>3</sup>	nKCl	
			in % des Feinbodens < 2 mm								in % d. Gesamt- bodens > 2 mm
			< 2	6	20	60	200	2000			
29	A <sub>p</sub>	0 - 20	6,2	9,2	25,3	9,7	34,4	15,2	17,7	0	5,9
30	S <sub>w</sub>	20 - 35	14,6	10,0	20,5	1,0	33,2	20,7	28,6	0	5,9
31	IIS <sub>d</sub> B <sub>t</sub>	60 - 80	31,6	6,5	17,5	9,5	21,7	16,2	23,5	0	6,3
32	IIIS <sub>d</sub> B <sub>t</sub>	140 - 150	23,6	7,5	25,5	28,5	9,8	5,1	< 0,2	0	< 6,3

org.Substanz %	C/N	AK <sub>t</sub> Mehlich
4,5	14,73	9,60
0,4	-	7,34
0,1	-	16,26
< 0,1	-	15,40



EXKURSIONSTAG: C 1 : 2.9.71  
C 2 : 17.9.71

RHEIN - MAIN - GEBIET

LÖSS: STRATIGRAPHIE/STEPPENBÖDEN  
-----  
PSEUDOGLEYE AUS HOCHFLUTLEHM/MELIORATION  
-----  
SAURE BRAUNERDEN AUS DECKSCHUTT



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 421 - 444 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

SCHÖNHALS, E.:

## Übersicht über die Landesnatur des südlichen Rhein - Main - Gebietes

Prof. Dr. E. Schönhals, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung,  
63 GIESSEN, Ludwigstraße 23

## 1. Einleitung

Die wechselvolle Erdgeschichte des Rhein-Main-Gebiets und seiner Randlandschaften ist an den verschiedenartigen Gesteinen und deren Lagerungsverhältnissen abzulesen. Am geologischen Aufbau sind neben Grundgebirgsgesteinen fast alle Formationen beteiligt, insbesondere aber die größtenteils lockeren Sedimente des Tertiärs und Quartärs.

Von größter Bedeutung für die heutige Oberflächengestalt und den Schichtenaufbau dieses Großraums waren jedoch die tektonischen Bewegungen während der beiden genannten Zeitabschnitte; denn in diese Perioden fällt die Entstehung des Oberrhein-Grabens, ein geologisches Ereignis, das die gesamte Landesnatur und damit die Wirtschaft des Rhein-Main-Gebiets entscheidend bestimmt (Abb. 1).

Die Exkursion hat das Ziel, die vielgestaltigen naturräumlichen Einheiten und insbesondere die Bedingungen der Bodenbildung kennenzulernen.

Exkursionsroute: Wiesbaden - Mainz - Würzburg - Wallertheim - Alzey - Worms - Heppenheim (Mittagessen) - Bensheim - Reinheim - Babenhausen - Autobahn Stockstadt - Aschaffenburg - Würzburg.

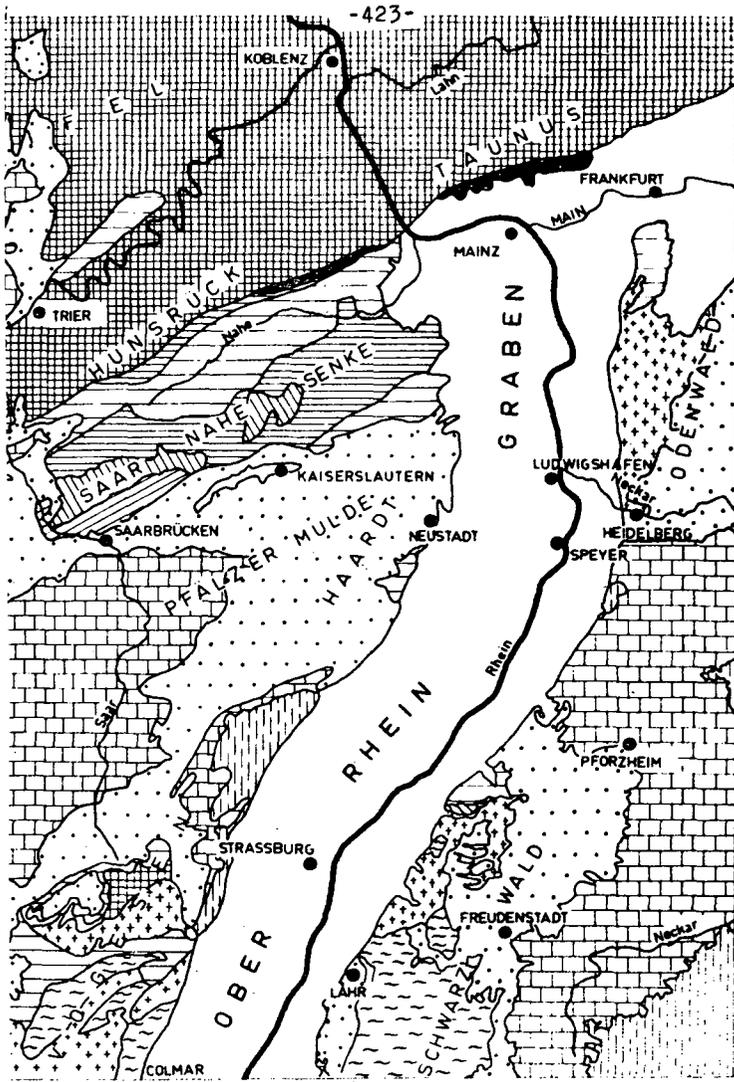
Die Exkursion führt durch folgende naturräumliche Einheiten (Abb. 2): Rheinhessisches Tafel- und Hügelland, Nördliche Oberrheinniederung, Hessische Rheinebene, Bergstraße, Vorderer (Kristalliner) Odenwald, Reinheimer Hügelland, Östliche Untermainebene, Vorderer (Kristalliner) Spessart, Sandsteinspessart und Marktheidenfelder Platte. Bodenprofile und quartärgeologisch wichtige Aufschlüsse bzw. Paläoböden werden nur in den Landschaften westlich des Spessarts demonstriert und jeweils näher erläutert.

## 2. Kurze geologisch-bodenkundliche Beschreibung des Exkursionsgebiets

Von Wiesbaden nach Mainz; von hier über die Bundesstraße 40 in das Rheinhessische Tafel- und Hügelland bis nördlich Klein-Winternheim auf einer bis über 200 m NN ansteigenden Lößhochfläche mit degradierten Tschernosemen und Pararendzinen.

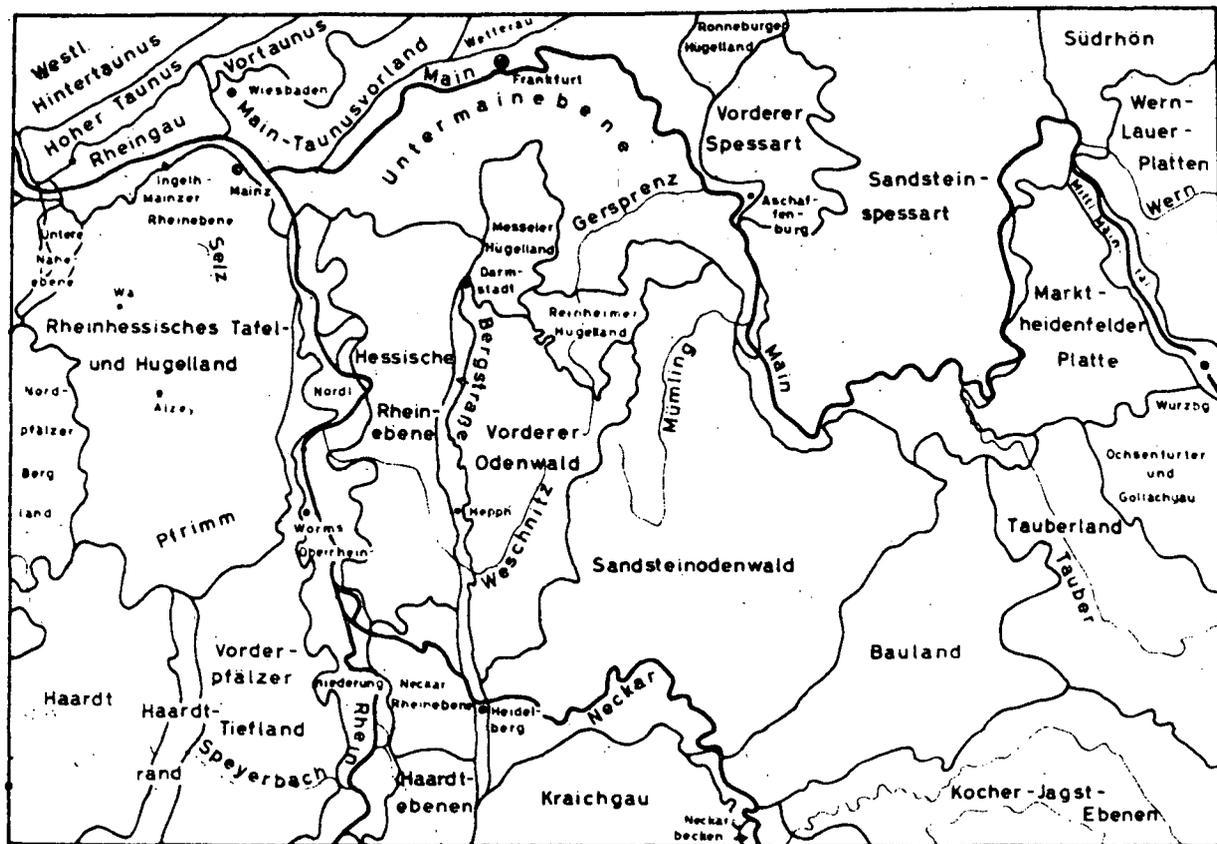






	TERTIÄR UND QUARTÄR		OBERRÖTLIEGENDES		DEVON
	JURA		UNTERRÖTLIEGENDES		VORDEVON
	MUSCHELKALK UND KEUPER		STEFAN		MAGMATISCHE TIEFEN- GESTEINE
	BUNTSANDSTEIN		WESTFAL		GNEIS

Abb.1. Geologische Übersichtskarte des Oberrhein-Grabens und der benachbarten Gebiete (nach O.ATZBACH 1970)



-424-

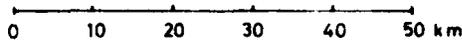


Abb. 2. Die naturräumlichen Einheiten des Rhein-Main-Gebiets

An den Hängen des Selz-Tales Rendzinen aus tertiären Kalksteinen und Mergeln, Pararendzinen aus Löß und in Hangdellen Kolluvium. Südwestlich von Nieder-Olm allmählicher Anstieg zum lößbedeckten Westrheinhessischen Plateau (Wörrstadt), das ganz überwiegend von Braunen Tschernosemen eingenommen wird. Über Sulzheim zur Ziegelei Schick in Wallertheim, wo am Rand des Wiesbachtals würmzeitliche Lössse und fossile Böden aufgeschlossen sind (erster Besichtigungspunkt, vgl. Beitrag ZAKOSEK). Der rezente Boden ist als Tschernosem entwickelt. Von Wallertheim zurück nach Wörrstadt und Weiterfahrt auf der Bundesstraße 40 bis zur Kreisstadt Alzey durch Hügelland mit Braunen Tschernosemen; an den zum großen Teil von Rebanlagen eingenommenen Hängen treten Rendzinen aus tertiären Carbonatgesteinen, Pararendzinen aus Löß und Rigosole aus den genannten Sedimentgesteinen auf. Nach Verlassen der Stadt Alzey fährt durch das Hügelland der mittleren Selz und über das Zeller Plateau nach Monsheim im Tal der Pfrimm. Zwischen Alzey und Monsheim sind die Böden stärker erodiert, so daß erodierte Tschernoseme, Pararendzinen und Rendzinen dominieren. Bei Monsheim beginnt das etwa 12 km breite, nach N schmaler werdende Riedelland des südöstlichen Rheinhessischen Tafel- und Hügellandes. In diesem Gebiet überwiegen Braune Tschernoseme und erodierte Tschernoseme sowie Pararendzinen aus Löß. Nach kurzer Fahrt wird der Westrand der Stadt Worms und damit die Niederterrasse des Rheins bzw. die Nördliche Oberrheinniederung erreicht (Abb.2). In der Niederung, die von humosem kalkhaltigem Hochflutlehm eingenommen wird, sind Gleye und Auenböden verbreitet. Auf der Weiterfahrt in östlicher Richtung queren wir zwischen Bürstadt und Lorsch den mit Flugsand bedeckten südlichen Teil der etwas höher gelegenen Hessischen Rheinebene (Niederterrasse des Rheins, "Lämpertheimer Sand"). Hier sind Braunerden und Podsol-Braunerden verbreitet. Am Ostrand schließt sich eine etwa 4 km breite Niederung (Südliches Neckarried) an, die von der Weschnitz durchflossen wird. Durch die Kreisstadt Heppenheim zum zweiten Besichtigungspunkt: Gley - Pseudogley aus holozänem Neckar-

hochflutlehm über carbonathaltigem Sand (Erläuterung des ungestörten Bodenprofils und des tiefgepflügten Bodens; vgl. Beiträge BARGON, HARRACH et al. und PREUSSE).

Nach dem Mittagessen in Heppenheim Fortsetzung der Fahrt entlang der Bergstraße nach Bensheim (stark erodierte Parabraunerden, Pararendzinen und Rohböden aus Löß); von hier in den Vorderen Odenwald über Reichenbach zum Südostabhang des Felsberges (514 m NN). Hier dritter Besichtigungspunkt: Saure Braunerde aus Deckschutt über vergrustem Mela-Quarzdiorit mit Tonanreicherungsbandern (vgl. Beiträge HARRACH, POETSCH, PREUSSE, WERNER sowie Abb.4, 5 und 6).

Weiterfahrt in nördlicher Richtung durch das obere Modautal zur Ziegelei westlich von Reinheim (vierter Besichtigungspunkt, vgl. Beitrag SEMMEL). Aufgeschlossen sind über tonigem Unterem Buntsandstein verschiedenaltrige Löss- und fossile Böden, die im einzelnen erläutert und besichtigt werden.

Fahrt nach N durch das lößbedeckte Reinheimer Hügelland (Parabraunerden, erodierte Parabraunerden, Pararendzinen und kolluviale Bildungen). Von Dieburg auf der Bundesstraße 26 in östlicher Richtung durch die von pleistozänen Sanden und Kiesen sowie holozänen sandigen und lehmig-tonigen Ablagerungen der Gersprenz eingenommene, zum großen Teil bewaldete östliche Untermainebene. Bei Stockstadt auf die Autobahn in Richtung Würzburg. Östlich des Maintales beginnt der größtenteils von quartären sandig-lehmigen Sedimenten (Lößlehm, Gehängelehm) bedeckte Vordere Spessart (Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit, Diorit).

Von der Anschlußstelle Hösbach aus folgt die Autobahn dem Tal der Aschaff. In diesem Tal sind die genannten Gesteine stellenweise aufgeschlossen und vom Bus aus zu beobachten. Sie werden vom Buntsandstein (Untere Trias) überlagert, der zusammen mit quartären Hangsedimenten (Solifluktionslehm und -schutt) das Ausgangssubstrat der Böden (Saure Braunerden, Podsolbraunerden) des bewaldeten Sandsteinspessarts bildet (Höhen zwischen 400 und fast 600 m NN). In dem nach O zum

Main hin abfallenden bewaldeten Gelände folgen der Obere Buntsandstein (Röt) und östlich des Maintals im Bereich der Marktheidenfelder Platte die jüngeren Abteilungen der Trias, nämlich Muschelkalk und Keuper, die auf großen Flächen von Löß bedeckt sind. Es überwiegen daher Parabraunerden, erodierte Parabraunerden und Pararendzinen.

### 3. Landesnatur (Relief, geologischer Aufbau, Klima, Vegetation und Böden)

#### 3.1 Das Rheinhessische Tafel- und Hügelland

Mainz, die Hauptstadt des Landes Rheinland-Pfalz, hatte wegen seiner günstigen Verkehrslage im Rheinknie bereits in keltischer und römischer Zeit große Bedeutung als Flußübergang. Seine besondere geographische Lage und die Tatsache, daß im Jahre 748 in Mainz das erste deutsche Erzbistum gegründet wurde, haben die wechselvolle Geschichte der Stadt und ihre Umgebung im Laufe der vergangenen 1200 Jahre weitgehend bestimmt. Bedeutende Kulturdenkmäler (vor allem der Martinsdom und eine Anzahl Kirchen) zeugen von Glanz, Zerstörung durch Kriege und Brände, aber auch vom Wiederaufbauwillen der Bevölkerung dieser Stadt.

Den Untergrund der tiefer gelegenen Stadtteile (mit dem mittelalterlichen Stadtkern) bilden jungquartäre Sedimente, vor allem kiesig-sandige und lehmige Flußablagerungen sowie äolische Sedimente (Flugsand, Dünen). Bei der Fahrt durch die Stadt in westlicher Richtung erreichen wir allmählich die höheren Außenbezirke und damit den Nordostrand des Rheinhessischen Tafel- und Hügellandes. Es wird im N und O vom Rhein, im W von der Nahe begrenzt. Die fruchtbare, waldfreie Landschaft dehnt sich - in der Mitte verengend - über 50 km weit nach S aus. Die Gewässer in der Nordhälfte fließen nach N zum Rhein, in der Südhälfte nach O, ebenfalls zum Rhein. Das Gebiet ist morphologisch schwach gegliedert. Plateaus, Verebnungen, Hügelländer unterschiedlicher Reliefenergie und Täler mit z.T. breiten Talsohlen bilden die morphologischen Landschaftselemente.

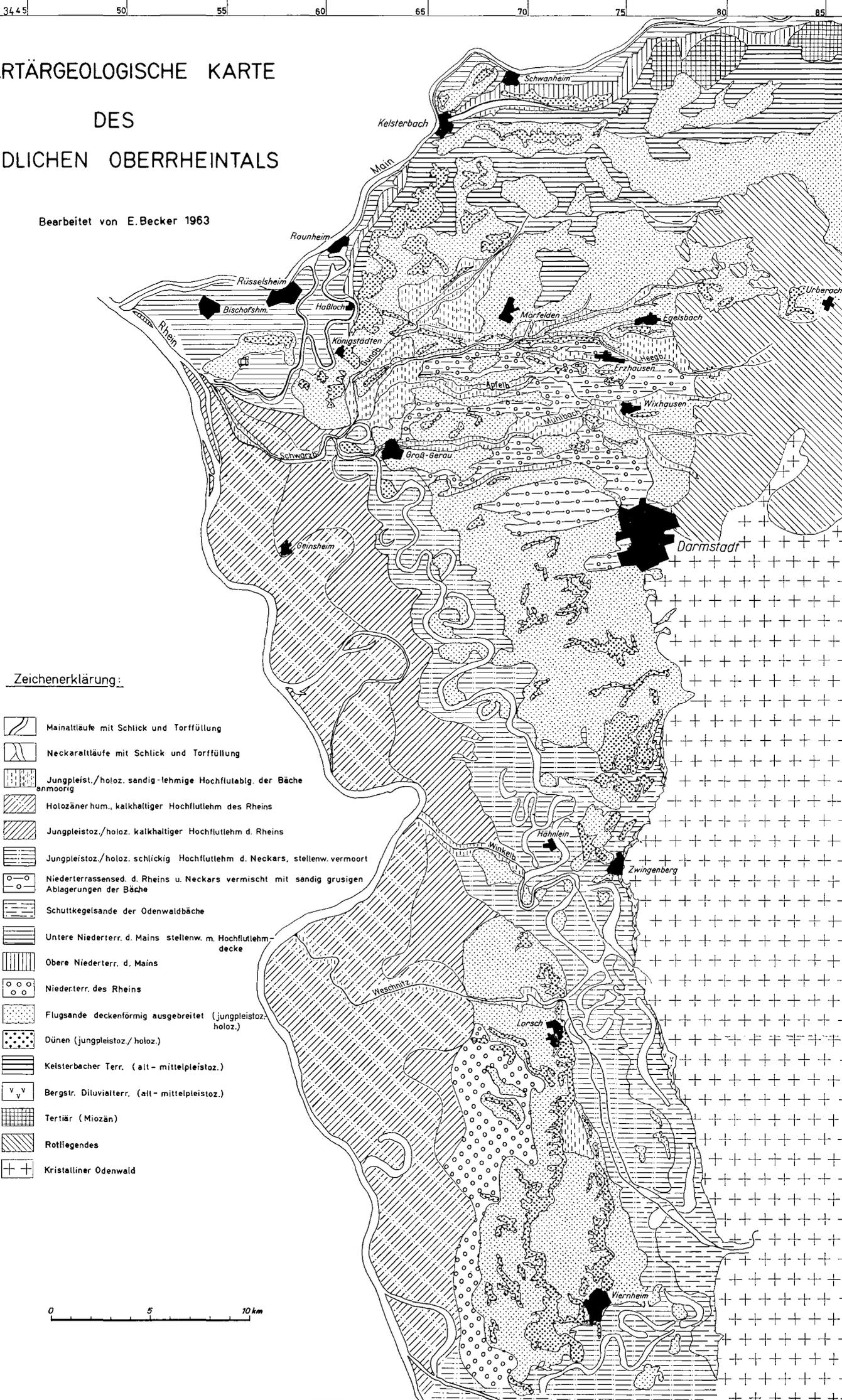
Am geologischen Aufbau sind vor allem tertiäre Sedimente beteiligt (marine oligozäne Tone, sandige Mergel und Sande, miozäne Kalksteine und mergelige Kalke sowie fluviatile Kiese, Sande und Tone des Pliozäns). Die Oberflächenformen des Mainzer Tertiärbeckens sind während des Pleistozäns durch die klimatisch bedingten Erosions- und Akkumulationsvorgänge sowie durch Solifluktion, Frostverwitterung und großflächige Lössedimentation in ihrem heutigen Erscheinungsbild geprägt worden.

Außer den Relief- und Gesteinsunterschieden ist noch das Klima als wichtiger Bodenbildungsfaktor zu erwähnen. Die Lage im Lee des Saar-Nahe-Berglandes und das im O angrenzende Oberrheinische Tiefland bestimmen weitgehend das Klima. Es ist durch große Trockenheit und Wärme sowie durch lange Sonnenscheindauer gekennzeichnet. Wie das Oberrheinische Tiefland, so hat auch das Rheinhessische Tafel- und Hügelland ein wintermildes, sommerwarmes und niederschlagsarmes Tal- und Beckenklima. Die Jahresniederschläge betragen weniger als 550 mm. Im Lee der im W angrenzenden Bergländer (Haardt, Hunsrück) und der höheren Plateaus werden sogar nur 350 - 400 mm erreicht, so daß Trockeninseln entstehen, z.B. das untere Nahetal, das Selztal und der Ostrand der Haardt. Einige Klimadaten seien noch angeführt: Täler - etwa 180 m NN - Mittelwerte der Lufttemperatur in °C: Jahr 9,0, Jan. 0,5, Juli 18,0, Absol.Min. -25, Absol.Max. 37, Dauer  $\geq 5^{\circ}$  240 Tage. Tafel- und Hügelland - etwa 250 m NN - Mittelwerte der Lufttemperatur in °C: Jahr 8,5, Jan. 0,0, Juli 17,5, Absol.Min. -25, Absol.Max. 37, Dauer  $\geq 5^{\circ}$  230 Tage.

Die ursprüngliche Vegetation ist infolge der bereits im Paläolithikum einsetzenden Besiedlung und des seit dem Neolithikum ununterbrochenen Ackerbaus fast vollständig verschwunden. Reliktformen von Steppenheide- und Felsheidepflanzen an günstigen Standorten weisen noch auf eine Vegetation mit Steppencharakter hin. Lichte Eichenwälder waren wahrscheinlich an besonderen Standorten für kurze Zeit vor-

# QUARTÄRGEOLOGISCHE KARTE DES NÖRDLICHEN OBERRHEINTALS

Bearbeitet von E. Becker 1963



Zeichenerklärung:

- Mainaltläufe mit Schlick und Torffüllung
- Neckaraltläufe mit Schlick und Torffüllung
- Jungpleist./holoz. sandig-lehmige Hochflutablg. der Bäche anmoorig
- Holozäner hum., kalkhaltiger Hochflutlehm des Rheins
- Jungpleistoz./holoz. kalkhaltiger Hochflutlehm d. Rheins
- Jungpleistoz./holoz. schlückig Hochflutlehm d. Neckars, stellenw. vermoort
- Niederterrassensed. d. Rheins u. Neckars vermisch mit sandig-grusigen Ablagerungen der Bäche
- Schuttkegelsande der Odenwaldtäler
- Untere Niederterr. d. Mains stellenw. m. Hochflutlehmdecke
- Obere Niederterr. d. Mains
- Niederterr. des Rheins
- Flugsande deckenförmig ausgebreitet (jungpleistoz./holoz.)
- Dünen (jungpleistoz./holoz.)
- Kelsterbacher Terr. (alt-mittelpleistoz.)
- Bergstr. Diluvialterr. (alt-mittelpleistoz.)
- Tertiär (Miozän)
- Rotliegendes
- Kristalliner Odenwald

0 5 10 km

handen. Da seit dem Spätglazial kein ausgesprochenes Waldklima existiert hat, ist nicht mit einer Bewaldung im üblichen Sinne zu rechnen.

Aus den Carbonatgesteinen und carbonathaltigen Lockersedimenten, vor allem Löß, sind unter dem Einfluß der skizzierten Faktoren im allgemeinen schwach bis mäßig entwickelte Böden mit A - C - Profilen hervorgegangen. An den Hängen der Täler und des Hügellandes, wo häufig tertiäre Kalksteine und Mergel an die Oberfläche treten oder umgelagert wurden (Lößbeimischung), sind Rendzinen, Pararendzinen und Rigosole (durch Umgraben bis ca. 60 cm Tiefe stark veränderte Böden) sowie an Unterhängen stellenweise Smonitzen und Pseudogleye verbreitet. Auf den lößbedeckten Verebnungsflächen und Plateaus, wo sich der Bodenabtrag nicht oder nur schwach auswirkt, sind Steppenböden unterschiedlicher Ausprägung erhalten geblieben, und zwar der sog. Braune Tschernosem und degradierte Tschernoseme; Übergänge zu Parabraunerden (Parabraunerde-Tschernosem) und Parabraunerden kommen ebenfalls vor. Bereits bei sehr geringer Neigung des Geländes sind die ehemals vorhandenen Tschernoseme unter dem Einfluß häufig auftretender Starkregen weitgehend abgetragen, so daß Pararendzinen überwiegen.

Aus den holozänen Sedimenten der Täler (meist schluffige Lehme) sind je nach den hydrologischen Bedingungen (Grundwasserstand) Gleye und Auenböden entstanden.

Aufgrund des trocken-warmen Klimas und der auf großen Flächen verbreiteten fruchtbaren Böden wird das Rheinhessische Tafel- und Hügelland intensiv landwirtschaftlich genutzt (Weizen, Gerste, Zuckerrüben, Luzerne, Weinbau, Obstbau).

### 3.2 Nordöstliches Oberrheintiefland

Das zwischen dem Odenwald im O und dem Rheinhessischen Tafel- und Hügelland im W etwa 20-25 km breite und im N bis zur Linie Darmstadt-Groß-Gerau reichende Gebiet nimmt den Nordabschnitt des Oberrhein-Grabens ein (Abb.3). Mächtige tertiäre und

quartäre Sedimente bilden die Füllung des auch heute noch in Absenkung befindlichen Raumes<sup>1)</sup>. Bodenkundlich wichtig sind aber nur die pleistozänen und holozänen fluviatilen Ablagerungen des Rheins und seiner Nebenflüsse, vor allem des Neckars (vgl. beigelegte Quartärgeologische Karte).

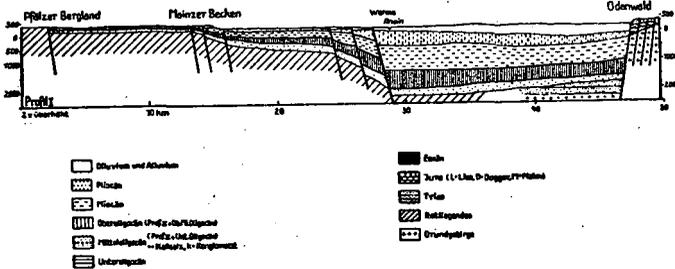


Abb.3. Geologisches Profil durch den nördlichen Oberrhein-Graben. (nach W.WAGNER, aus DORN, P.: Geologie von Mitteleuropa, Stuttgart 1960)

Die etwas höheren Terrassenflächen an der Westseite (Hochgestade) und zwischen Mannheim und Gernsheim bestehen aus Sand und Kies, die nur gebietsweise carbonathaltig sind, so z.B. die sog. Schneckensände zwischen Worms und Speyer. Auf den carbonatfreien sandig-kiesigen Ablagerungen, die vor allem in der südlichen Hessischen Rheinebene vorkommen, sind ganz überwiegend Braunerden und Podsol-Braunerden entwickelt. Aus den Flug- und Dünenständen, die im südlichen mittleren Teil des Tieflandes und zwischen Pfungstadt und dem Main vorkommen, sind i.a. schwach entwickelte Braunerden und Podsol-Braunerden hervorgegangen.

1) Die Senkungsgeschwindigkeit im Bereich der beiden randlichen Tiefschollen bei Lorsch und Worms beträgt im fast 30jährigen Mittel 0,6 bis 0,7 mm pro Jahr.

Die größten Flächen des Nordöstlichen Oberrheintieflandes werden von holozänen (und z.T. auch spätglazialen) feinkörnigen Sedimenten des Rheins und seiner Zuflüsse eingemommen. Die im allgemeinen carbonatfreien Ablagerungen des Neckars, der bis zum frühen Präboreal (etwa 8000 v.Chr.) seinen Lauf entlang des Odenwaldes nahm und erst ca. 15 km südöstlich von Mainz bei Trebur in den Rhein mündete, bestimmen in großem Umfang die Bodenverhältnisse westlich des Odenwaldes und weiter nördlich. Im Bereich der schluffigen und tonigen Lehme des Neckars sind je nach Grundwasserstand Pseudogleye, Gleye, Naßgleye, Niedermoore und auch Auenböden verbreitet. Große Verbreitung haben die spätglazialen und holozänen Ablagerungen des Rheins in der Nördlichen Oberrheinniederung. Es handelt sich um carbonathaltigen Hochflutlehm, dessen Textur wechselt. Die holozänen feinkörnigen Sedimente sind im allgemeinen humos. Folgende Bodentypen sind anzuführen: Gleye, Naßgleye und Auenrohböden. Auf den etwas höher gelegenen spätglazialen Hochflutlehmen sind zum großen Teil schwarzerdeartige Auenböden entwickelt. In verlassenen Mäanderbögen des Rheins und Neckars finden sich Niedermoore, Anmoore und Hochflutablagerungen mit unterschiedlicher Bodenentwicklung. Da das Grundwasser im Oberrheintiefland kalkhaltig ist, kommt es häufig zur Entstehung carbonatreicher G-Horizonte, die z.T. die Durchwurzelung behindern. Die Kalkabsätze werden als "Rheinweiß" bezeichnet.

Die Dynamik der hydromorphen Böden ist durch verschiedene wasserbauliche Maßnahmen während der letzten 150 Jahre (z.B. die Tullasche Rheinkorrektion 1817 - 1874) mehr oder weniger stark verändert worden. Durch die Absenkung des Grundwassers und die Beseitigung der Überflutung (Deichbauten am Rhein) traten Bodentypenwandlungen und als deren Folge Änderungen der Bodennutzung ein (intensive Ackernutzung Weizen, Gerste, Zuckerrüben und Feldgemüsebau). In neuerer Zeit wird die Ertragsfähigkeit sowohl sandiger als auch lehmig-toniger Böden durch Beregnung verbessert.

Klimatisch gehört das Nordöstliche Oberrheintiefland zu den günstigsten Gebieten Deutschlands. Die Jahresniederschläge erreichen in der westlichen Hälfte 500 - 600 mm, in der Osthälfte 600 - 700 mm. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 9 - 10°C, die Durchschnittstemperatur der Hauptvegetationszeit (Mai, Juni, Juli) liegt über 16°C.

Der ehemals stark vom Grundwasser oder durch Überflutungen bestimmte Wasser- und Lufthaushalt der Böden kam auch in der natürlichen Vegetation zum Ausdruck. Große Flächen entlang der Flüsse wurden von artenreichen Auen- und Quellwäldern eingenommen (Ulmen-Mischwald, Weiden-Mischwald und Pappel-Auenwald). In den etwas höheren Lagen waren Hainbuchen-Ulmen-Mischwälder und auf den Braunerden und Podsol-Braunerden aus lehmig-sandigen Substraten Buchen- und Eichen-Hainbuchen-Mischwälder verbreitet. Auf den trockenen grundwasserfreien Sandböden (Flugsande und Dünen) stockten Kiefernwälder, die auch heute noch größere Areale einnehmen.

### 3.3 Bergstraße

Die Bergstraße gehört mit Ausnahme einiger Flußtäler zu den schmalsten naturräumlichen Einheiten Deutschlands, denn sie umfaßt nur den in N-S-Richtung verlaufenden, etwa 70 km langen und 1-3 km breiten Westrand des Odenwalds zwischen Darmstadt und Nußloch in einem Höhenbereich von 120 - 220 m. Da außer dem Neckar, der Weschnitz und der Modau noch mehr als 30 Bäche das Gebirge in westlicher Richtung verlassen, ist der etwa 350 bis über 500 m Höhe erreichende Gebirgsrand morphologisch stark gegliedert, so daß neben den nach W exponierten Hängen die S- und N-Hänge ebenfalls noch größere Flächen einnehmen. Außer den Höhen- und Gefälleunterschieden spielt für die Bodenbildung der abwechslungsreiche geologische Aufbau eine große Rolle. Während am Südende der Bergstraße - bei Heidelberg - der Buntsandstein den Gebirgsrand bildet, treten weiter nördlich bis nach Darmstadt magmatische Gesteine (Porphyry, Granit, Granodiorit, Diorit, Gabbro, Metamorphe Schiefer) an die Oberfläche. Je nach

Exposition und Hangneigung sind diese Gesteine von  $\frac{1}{2}$  mächtigem Löß bedeckt, der teilweise einen höheren Sandanteil aufweist (aus der Rheinebene angeweht).

Außer Löß und durch Solifluktion und Abspülung entstandene Gehängelehme sind an den Westhängen auch pleistozäne sandig-kiesige Flußablagerungen in Resten erhalten geblieben (Bergsträßer Terrasse). Die zahlreichen Fließchen und Bäche haben unmittelbar am Gebirgsrand Schwemmfächer wechselnder Körnung (sog. Schuttkegelsande) aufgeschüttet; es überwiegen jedoch sandige Ablagerungen, die meist von feinsandig-schluffigen Lehmen bedeckt sind.

Die Bergstraße ist wie nur wenige Landschaften Deutschlands vom Klima begünstigt. Mit Niederschlägen zwischen 700 und 850 mm, einer mittleren Jahrestemperatur von  $9,8^{\circ}\text{C}$ , einer durchschnittlichen Lufttemperatur von  $17,0^{\circ}\text{C}$  in der Hauptvegetationszeit (Mai, Juni, Juli), 245 Tagen mit  $\geq 5^{\circ}\text{C}$  und 200 frostfreien Tagen bestehen auf den gut durchlässigen und sich rasch erwärmenden Böden (meist Pararendzinen aus Löß, Ranker-Braunerden aus magmatischen Gesteinen, erodierte Parabraunerden aus Löß und Gehängelehm sowie Rigosole) die Voraussetzungen für eine intensive landwirtschaftliche und gärtnerische Nutzung (Obstbau und Weinbau, der allerdings früher eine weit größere Bedeutung hatte als heute). Es gedeihen Mandeln, Pfirsiche, Aprikosen, Walnüsse und Edelkastanien.

Es sei noch erwähnt, daß nicht selten Starkregen fallen, die in dem hängigen Gelände einen erheblichen Bodenabtrag und Ertragseinbußen verursachen.

### 3.4 Der Vordere (Kristalline) Odenwald

Am geologischen Aufbau sind die im vorhergehenden Kapitel erwähnten magmatischen und metamorphen Gesteine sowie quartäre Ablagerungen beteiligt. Dieser Gebirgstheil ist aufgrund größerer Gesteinsunterschiede und des komplizierten tektonischen Baues morphologisch viel stärker gegliedert als der aus Buntsandstein bestehende Odenwald. Beim Vorderen Oden-

wald können 3 in SW-NO-Richtung verlaufende Gebirgszüge unterschieden werden, die durch die ausräumende Tätigkeit der Weschnitz, der Gersprenz und zahlreicher kleinerer Gewässer ein vielgestaltiges Relief (Rücken, Kuppen, Hügel, Riedel) aufweisen. In der Neunkircher Höhe - im nördlichen mittleren Gebirgszug gelegen - erreicht der Vordere Odenwald mit 605 m NN seine höchste Erhebung.

Wie schon erwähnt, sind quartäre Sedimente weit verbreitet. Außer Löß, der im westlichen und nördlichen Teil des Gebirges carbonathaltig ist, haben vor allem jungpleistozäne, durch Solifluktion und Abspülung entstandene Gehängelehme als Bodenausgangsgesteine große Bedeutung. Ihre Mächtigkeit und Körnung sind von der Hangrichtung und -neigung sowie vom Gesteinsuntergrund und dem Lößanteil abhängig. So wechseln sandig-grusige mit feinsandig-schluffigen und skelettreicheren Substraten ab. Die weitaus größte Verbreitung hat der i. a. 40 - 60 cm mächtige Deckschutt (Decksediment), der während der jüngeren Tundrenzeit durch Solifluktion entstanden ist (stellenweise sind kolkische Vorgänge beteiligt). Der feste Gesteinsuntergrund tritt - wie in vielen anderen Mittelgebirgen - daher nur auf relativ kleinen Flächen zutage, nämlich dort, wo als Folge junger Abtragung die quartären Hangsedimente beseitigt wurden. Auf eine Besonderheit des kristallinen Untergrundes sei noch hingewiesen. Wie in anderen Grundgebirgskomplexen Europas weisen die Gesteine an zahlreichen Stellen eine mitunter tiefreichende Verwitterung auf. Die Ursachen dieser sog. Vergrusung sind im einzelnen noch nicht bekannt; doch spielen sehr wahrscheinlich chemische Verwitterungsprozesse (z. B. Herauslösen des Kaliums aus den Zwischenschichten der Glimmer) eine Rolle; als Entstehungszeit der Verwitterungsdecke, die in Zonen verschiedenen Verwitterungsgrades unterteilt werden kann, wird i. a. das Präquartär (Tertiär und Kreide) angenommen.

In der grusigen Verwitterungsdecke blieben rundliche Gesteinskörper (Wollsäcke) zurück, die durch verschiedenartige Verlagerungsvorgänge an bestimmten Stellen, z. B. Mulden, angereichert wurden. Auf diese Weise entstanden verschiedenartige Block-Akkumulationen (Abb. 4, 5 und 6).

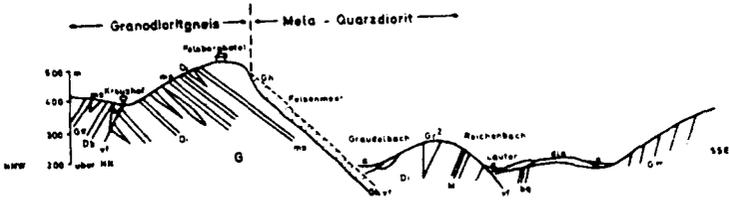


Abb.4. Geologisches Profil im Bereich des Felsbergs (aus U.BRAUN 1969)

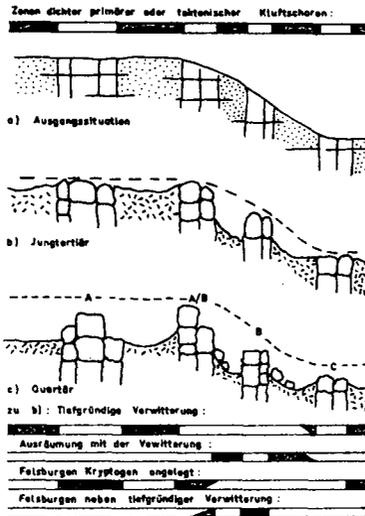


Abb.5. Die Entstehung der Felsburgen als Funktion von Klüftung und Hangneigung (aus U.BRAUN 1969)

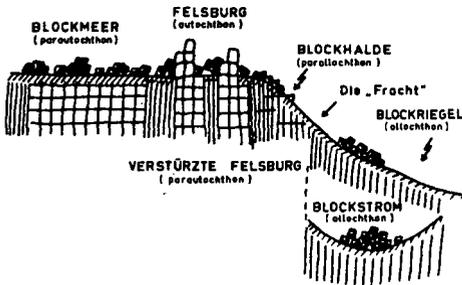


Abb. 6. Die verschiedenen Formen der Blockanhäufung in Abhängigkeit von der Geländeform (aus U. BRAUN 1969)

Das Klima des Vorderen Odenwaldes ist durch höhere Niederschläge und niedrigere Lufttemperaturen gekennzeichnet als das Tiefland. Die Jahresniederschläge betragen in der tiefer gelegenen nördlichen Randzone und im Weschnitztal (bis ca. 300 m NN) etwa 700 bis 800 mm, um dann mit zunehmender Höhe auf über 1100 mm anzusteigen. Die mittlere Lufttemperatur beträgt für die niedrigeren Gebiete 8,0 - 8,5, für die höheren etwa 7,5 - 8,0°C. Das ungünstigere Klima kommt auch in der geringeren Zahl der Tage mit einer Lufttemperatur von mindestens 5°C (220 Tage) und 10°C (153 Tage) zum Ausdruck. Das durchschnittliche Monatsmittel der Lufttemperatur im Juli liegt unter 17°C, im Januar bei etwa -0,8°C.

Der kleinräumige Wechsel der pedogenetischen Faktoren führte zur Entstehung sehr verschiedenartiger Böden, und zwar sowohl hinsichtlich der Textur als auch des Typs. Es können daher nur einige allgemeine Angaben gemacht werden.

An stärker geneigten Hängen, vor allem bei Ackernutzung, überwiegen Ranker und Ranker-Braunerden aus Grundgebirgssteinen; beimittlerer bis geringer Geländeneigung sind aus den dann vorhandenen Hangsedimenten, vor allem aus dem Deckschutt, sehr unterschiedliche Braunerden hervorgegangen.

Mit Zunahme des Löß- bzw. Schluffanteils in den Hangsedimenten tritt mehr und mehr die Parabraunerde auf, die am deutlichsten auf Löß und umgelagerten schluffigen Lehmen entwickelt ist. Unter Ackernutzung ist die Parabraunerde jedoch mehr oder weniger stark erodiert, doch treten Pararendzinen aus Löß nur im westlichen und nördlichen Teil des Gebirges auf. In den niederschlagsreicheren Lagen und bei geringer Hangneigung oder auf ebenen Flächen sind Pseudogley-Parabraunerden und Parabraunerde-Pseudogleye entwickelt. Solche Subtypen finden sich vor allem an den schwach geneigten Hängen des Weschnitz-Gersprenz- und Modautals. Die Böden in den Talsohlen dieser Fließchen und der vielen Bäche werden meist vom hochstehenden Grundwasser geprägt; es überwiegen daher Gleye aus basenarmen schluffigen Substraten.

Der starke Wechsel des Reliefs, der Gesteine und Böden sowie die kleinräumigen Klimaunterschiede spiegeln sich auch in der Vegetation und der Bodennutzung wider. Die vorherrschenden natürlichen Waldgesellschaften waren Buchen-, Eichen- und Hainbuchen-Mischwälder. Heute ist der Wald, dessen Hauptholzarten Buche (über 50%), Kiefer und Fichte sind, im wesentlichen auf die höheren und steileren Lagen zurückgedrängt, so daß eine sehr aufgelockerte Waldverbreitung zu verzeichnen ist. Gerade die zahlreichen in Größe, Umriß, Höhenlage und Holzartenzusammensetzung wechselnden Wälder verleihen dem Vorderen Odenwald zusammen mit der landwirtschaftlichen Nutzung (Getreide-Hackfrucht- und Getreide-Futterbau-Wirtschaft) einen besonders hohen Erholungswert. Der Fremdenverkehr gewinnt daher von Jahr zu Jahr eine immer größere Bedeutung.

### 3.5 Das Reinheimer Hügelland

Es schließt sich im N an den Odenwald an. Im Hügelland selbst tritt der Untergrund, der aus Buntsandstein und Grundgebirgs-gesteinen besteht, nur an wenigen Stellen (so besonders im O) zutage, da eine fast geschlossene, z.T. sehr mächtige Lößdecke das 150 - 250 m hohe Gebiet überzieht. Der carbonathaltige Löß geht in nördlicher Richtung in Sandlöß über.

(Der Sand ist durch Nordwinde aus den fluviatilen Ablagerungen der Untermainebene ausgeweht worden). Als Bodenausgangssubstrat überwiegt bei weitem der Löß, der in der Körnung und im Carbo-  
natgehalt Unterschiede aufweist, die sich auch auf die Boden-  
bildung ausgewirkt haben.

Während im westlichen Teil ebene und schwach geneigte Flächen überwiegen, ist das Relief im Übergangsbereich zum Odenwald durch Rücken, Kuppen, Riedel und Hügel vielgestaltiger, wodurch auch die Bodenentwicklung beeinflusst wird, vor allem durch verstärkten Abtrag.

Das Klima dieser zur Untermainebene offenen Landschaft ist durch eine mittlere Jahresniederschlagssumme von ca. 620 - 700 mm und eine mittlere jährliche Lufttemperatur von ca. 8,6°C in den tieferen Lagen und etwa 8,2°C in den höheren Randlagen gekennzeichnet. Auch die übrigen Klimadaten lassen erkennen, daß das Reinheimer Hügelland nicht mehr so begünstigt ist wie das Oberrheintiefland oder die nördliche Untermainebene. Trotzdem gehört es mit der zentralen Wetterau, dem Taunusvorland und einzelnen Becken in der Nordhessischen Senke zu den natürlichen Verbreitungsgebieten anspruchsvoller Eichen-Mischwälder und Hainbuchen-Ulmen-Mischwälder.

Der dominierende Bodentyp dieser Waldgesellschaften war die Parabraunerde, die durch die verschiedenartigen Kultureinflüsse, insbesondere durch den Ackerbau verändert wurde. Wegen der leichten Erodierbarkeit der Löß-Parabraunerde kam es vor allem im randlichen Hügelland, aber auch im westlichen eben-welligen Teil zu einem stärkeren Bodenabtrag, so daß das vollständige Profil der Parabraunerde nur unter den wenigen kleinen Waldresten erhalten geblieben ist. Im Ackerbaugelände sind die Parabraunerden mehr oder weniger stark erodiert; an zahlreichen Stellen und auf größeren Flächen sind daher Pararendzinen verbreitet. Pseudovergleyte Parabraunerden treten trotz tonreicher B<sub>t</sub>-Horizonte nur auf kleinen Flächen auf. Größere Bedeutung haben die kolluvialen Anschwemmungen an den Unterhängen (oft grundfeucht) und in den zahlreichen Tälchen.

Die holozänen sandigen und schluffig-tonigen Ablagerungen der Gersprenz und in den Nebentälern sind meist als Gleye entwickelt, die häufig carbonathaltige G-Horizonte aufweisen.

Wegen des günstigen Klimas und der ertragreichen Böden wird das Reinheimer Hügelland ausschließlich landwirtschaftlich genutzt, und zwar sehr intensiv durch Anbau von Weizen, Gerste und Zuckerrüben. Der Weinbau ist nur noch auf kleine Flächen bei Groß-Umstadt beschränkt.

### 3.6 Messeler Hügelland

Das flachwellige, größtenteils bewaldete Gebiet erhebt sich nur etwa 20 - 50 m über die Untermainebene. Höhen über 200 m werden nur an zwei Stellen im N und S erreicht.

Den Untergrund bilden Konglomerate, Sandsteine und Tonsteine des Rotliegenden (Perm). An zahlreichen Stellen treten außerdem Diabas, Melaphyr, Granit und Trachyt an die Oberfläche. Den Ostrand begleiten pliozäne tonige Ablagerungen. Die Sedimente des Rotliegenden und die magmatischen Gesteine sind häufig tiefgründig zersetzt bzw. vergrust und von Flugsanden abgelagert, besonders entlang der nur wenig eingetieften Täler, wo stellenweise auch Dünen vorkommen.

Der Gesteinswechsel bedingt unterschiedliche Böden, doch überwiegen mittel- und tiefgründige sandig-lehmige Braunerden mit geringem und mittlerem Basengehalt. Aus den Flugsanden sind nur schwach entwickelte Braunerden hervorgegangen. Staunäsböden kommen in Mulden und über Sedimenten mit geringer Durchlässigkeit vor.

Das Klima des Messeler Hügellandes ähnelt dem der angrenzenden Untermainebene. Die Niederschläge erreichen 630 - 660 mm und die mittlere jährliche Lufttemperatur beträgt 8,5 - 9,0°C.

Größere landwirtschaftliche Nutzflächen liegen in dem Gebiet nördlich Messel. Die Anbaustruktur unterscheidet sich nur wenig von der in der Untermainebene (Roggen- und Kartoffelbau).

### 3.7 Die Östliche Untermainebene

Sie wird im W vom Messeler Hügelland, im O vom Vorderen Spessart und im S vom Reinheimer Hügelland begrenzt. Die Gersprenz, die im zentralen Vorderen Odenwald entspringt, durchfließt die zum großen Teil bewaldete Ebene in nordöstlicher Richtung und mündet bei Stockstadt in den Main. Die Gersprenz und ihre von S kommenden Zuflüsse haben zusammen mit dem Main während des Pleistozäns mächtige Schichten aus Sand und Kies aufgeschüttet, die im jüngeren Quartär (während der Würm-Kaltzeit und stellenweise auch im Holozän) von großen Flächen aus Flugsanden überlagert wurden. In der östlichen Ebene ist der Flugsand vor allem beiderseits der Gersprenz zu Dünen aufgeweht worden, die meist in WSW-ONO-Richtung angeordnet sind. Die holozänen Ablagerungen der Gersprenz und ihrer Zuflüsse bestehen überwiegend aus schluffigen und tonigen Lehmen. Sowohl die pleistozänen als auch die holozänen Sedimente sind carbonatfrei; nur im Schwankungsbereich des in den Niederungen hochstehenden Grundwassers sind stellenweise carbonathaltige Bildungen (Wiesenmergel) anzutreffen.

Gegenüber dem Reinheimer Hügelland ist die östliche Mainebene durch trockeneres (600 - 650 mm) und in Richtung zum Main durch ein etwas wärmeres Klima ausgezeichnet (mittlere jährliche Lufttemperatur etwa  $9,5^{\circ}\text{C}$ ). Aufgrund der geringwertigen Böden hat sich jedoch nur eine extensive Landwirtschaft entwickeln können. Die relativ geringen Niederschläge wirken sich auf den stark durchlässigen Braunerden und Podsol-Braunerden aus basenarmen sandig-kiesigen Lockersedimenten ertragbegrenzend aus. Es werden daher meistens Roggen und Kartoffeln angebaut. Für anspruchsvollere Kulturpflanzen, so z.B. Rotklee und Weizen kommen kleinere Flächen mit Braunerden aus lehmigem Sand und sandigem Lehm im Übergangsbereich zum Reinheimer Hügelland in Betracht, wo auch das Grundwasser häufig von den Pflanzenwurzeln erreicht wird (Gley-Braunerden). Die Gleye in der relativ breiten Niederung der Gersprenz und in den Seitentälern werden durchweg als Grünland genutzt, auf dem in einigen Tababschnitten qualitativ hochwertige Erträge erzielt werden.

Schriften und Karten

- ATZBACH, O.: Geologische Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz 1 : 500 000.- Textband d. Pfalzatlas, H. 15, S. 545-552, Speyer 1970
- BARGON, E.: Bodenkarte von Hessen 1 : 25 000, Bl. Zwingenberg mit Erl., Wiesbaden 1969
- BECKER, E.: Stratigraphische und bodenkundliche Untersuchungen an jungpleistozänen und holozänen Ablagerungen im nördlichen Oberrheintalgraben. Diss. Frankfurt/M. 1965
- BRAUN, U.: Der Felsberg im Odenwald. Eine geomorphologische Monographie.-Heidelb.Geogr.Arb., H.26, 175 S., Heidelberg 1969
- LESER, H.: Landeskundlicher Führer durch Rheinhessen.- Sammlung Geographischer Führer, Bd. 5, 254 S., Stuttgart 1969
- MEYNEN, E. u. J.SCHMITHÜSEN u.a.: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands mit einer Karte 1 : 1 000 000. Remagen-Bad Godesberg 1953 - 1962
- RÖSING, F.: Geologische Übersichtskarte von Hessen 1 : 300 000. Hess.L.-Amt Bodenforsch. Wiesbaden 1960
- SCHÖNHALS, E. : Die Böden Hessens und ihre Nutzung. Mit einer Bodenkundl.Übersichtskarte 1 : 300 000.- Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.,H.2, 288 S., Wiesbaden 1954 (Karte 1951)
- SCHÖNHALS, E.: Bodenübersichtskarte von Hessen 1 : 600 000.- Planungsatlas Hessen, Wiesbaden 1958
- STÖHR, W. TH.: Übersichtskarte der Bodentypen-Gesellschaften von Rheinland-Pfalz 1 : 250 000.- Geol.L.-Amt Rheinland-Pfalz, Mainz 1966

STÖHR, W. TH.: Bodenübersichtskarte von Rheinland-Pfalz  
1 : 500 000, Textband d.Pfalzatl., H. 15,  
S. 553 - 588, Speyer 1970

ZAKOSEK, H.: Zur Genese und Gliederung der Steppenböden im  
nördlichen Oberrheintal.- Abh. hess.L.-Amt  
Bodenforsch., H. 37, 46 S., Wiesbaden 1962

Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 445 - 448 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

ZAKOSEK, H.:

### **Dunkelbrauner Rheintal - Tschernosem (Wallertheim)**

**Führung:**

Dr. A. Beckel, Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten,  
65 MAINZ, Große Bleiche 55

Prof. Dr. H. Zakosek, Hessisches Landesamt für Bodenforschung,  
62 WIESBADEN, Leberberg 9-11

Einige Bemerkungen über die Steppenböden des nördlichen Oberrheintals<sup>1)</sup>

Verbreitung: Rheinhessen, Vorderpfalz, Rheingau und Ried. Begrenzung des Verbreitungsgebietes: S-Rand des Rheinischen Schiefergebirges, im Westen Ost-Rand des Nahe- und Pfälzer Berglandes und des Pfälzer Waldes, im Süden durch eine Linie Edenkoben-Germersheim, im Osten durch eine Linie Germersheim-Lampertheim-Wiesbaden. In diesem Gebiet sind heute noch etwa 200 km<sup>2</sup> Steppenböden in Höhenlage zwischen 90 bis fast zu 300 m ü.NN vorhanden.

Klima: (auch im Winter) mild, verhältnismäßig warm und trocken; mittlerer Jahresniederschlag zwischen 481 und 620 mm, Jahresdurchschnittstemperaturen zwischen 8° und 10,2° C. Niederschlagsmaximum von Mai bis Oktober.

Ausgangsgesteine: Löß und örtlich kalkhaltige Hochflutlehme.

Vegetation: nicht eindeutig, auf landwirtschaftlich ungenutzten Restflächen (u. a. Mainzer Sand, Gau Algesheimer Kopf) südosteuropäische Florenelemente. Ob es sich dabei um Relikte aus der postglazialen Warmezeit handelt, ist noch unklar.

Tiere: Hamster häufig, früher (vermutlich im Boreal und früher) auch Ziesel (durch Skelette und Krotowinen belegt).

Besiedlung: zusammenhängend und geschlossen, vermutlich ab Neolithikum.

Gliederung:

- Klasse: Steppenböden  
Typ: Rheintal-Tschernosem  
Subtypen: (I) Dunkelbrauner Rheintal-Tschernosem  
(II) Brauner Rheintal-Tschernosem  
(III) Degradierter brauner Rheintal-Tschernosem  
(IV) Grauer Rheintal-Tschernosem

In der Ziegeleigrube der Firma Hofmann & Co. in Willertheim

(Besitzer Stabroth) ist Löß aufgeschlossen. Das Liegende zum Löß sind im NW der Grube Reste der Wiesbachtterrassen über oligozänem Schleichsand. Im Lößprofil selbst konnte man z. Z. der Aufnahme von NW nach SE 2 fossile Tschernoseme, ein Äquivalent einer paläolithischen Jagdstelle, eine mächtige fragliche Fließerde eine Diskordanz zwischen zwei Rohlössen und ein Tuffband beobachten.

1) Zusammenfassende Darstellung ZAKOSEK, H.: Zur Genese und Gliederung der Steppenböden im nördlichen Oberrheintal.- Abh.hess.L.-Amt Bodenforsch., 32, 46. S.; Wiesbaden 1962.





Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 449 - 466 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

HARRACH, T., WERNER, G., u. WOURTSAKIS, A.  
mit einer Karte von:  
BARGON, E.:

## **Gley - Pseudogleye aus Hochflutlehm/Melioration durch Tiefpflügen ( Heppenheim )**

Dr. T. Harrach, G. Werner und A. Wourtsakis, Institut für Bodenkunde  
und Bodenerhaltung, 63 GIESSEN, Ludwigstraße 23

Oberregierungsgeologe Dr. E. Bargon, Hessisches Landesamt für  
Bodenforschung, 62 WIESBADEN, Leberberg 9-11

Naturräumliche Einheit: Hessische Rheinebene (Südliches Neckarried)

Höhenlage: ca. 95,5 m über NN

Klimadaten: ca. 700 mm mittlere Jahresniederschlags-  
höhe  
ca. 400 mm mittlere Niederschlagshöhe in  
den Monaten Mai - Oktober  
9,0 - 9,5° C mittlere Jahreslufttemperatur  
0° C mittlere Lufttemperatur im Monat  
Januar  
18° C mittlere Lufttemperatur im Monat  
Juli

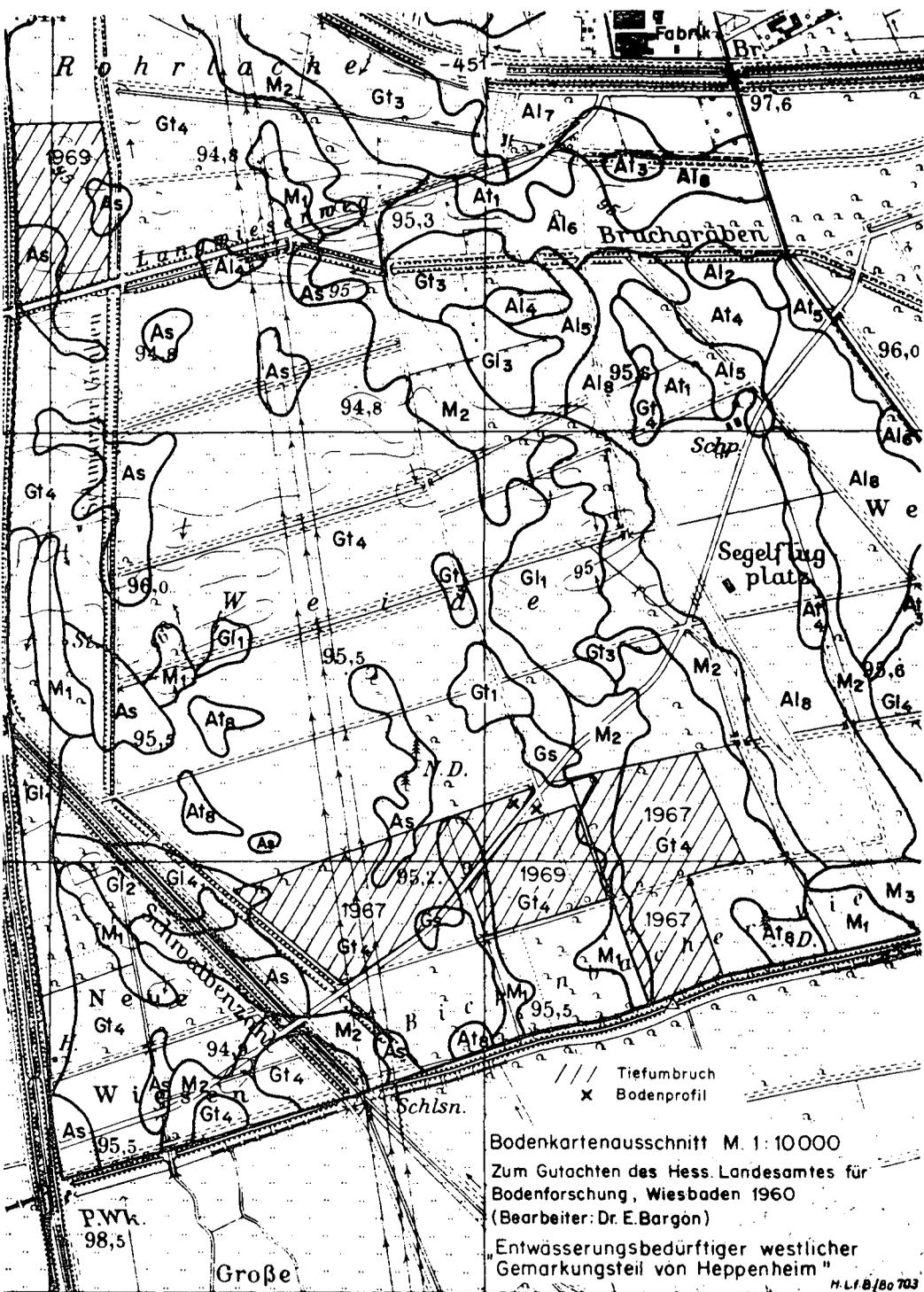
Wichtige wasserwirtschaftliche Maßnahmen:

Ausbau der Wasserläufe, Entwässerung durch offene Gräben, Bau von Hochwasserrückhaltebecken usw. zur Regelung der Abflussverhältnisse im Weschnitz-Gebiet in den Jahren 1958 - 1965 (vgl. Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Weschnitz, Wiesbaden 1964)

Nutzung: sehr extensiv genutztes Grünland, extensiv genutzter Acker, einige Pappelkulturen

Substrat der Bodenbildung: jungpleistozäne bzw. holozäne schlickige Hochflutlehme des Neckars über carbonathaltigem Sand

Typologische Bezeichnung des Bodens: Gley-Pseudogley



Bodenkartenausschnitt M. 1:10 000  
 Zum Gutachten des Hess. Landesamtes für  
 Bodenforschung, Wiesbaden 1960  
 (Bearbeiter: Dr. E. Bargon)

"Entwässerungsbedürftiger westlicher  
 Gemarkungsteil von Heppenheim"

Farbenerklärung zum Bodenkartenausschnitt i.M. 1:10 000

Bodentyp	Signatur	Horizontfolge	Bodenartenschichtung in dm	Reaktion	CaCO <sub>3</sub> %	Grundwasserstand in m u.Fl. (Aug. - Okt. 1959)
AUENBÖDEN	As	A	S1 - 1S 2	schwach sauer bis neutral	0 - 2	1,3 - 1,6
		G <sub>o</sub> G <sub>r</sub>	S - S1 18+			
	A12	A	sL 3	alkalisch	1 - 5 5 - 15	1,5 - 1,7
G <sub>o1</sub> G <sub>o2</sub> G <sub>r1</sub>		1S - SL 8 S1 9+				
A13	A B <sub>v</sub> G <sub>oC</sub> C	SL - sL 3 tL - 1T 4 S1 - 1S 13+	alkalisch stark alkalisch >20	2 - 8	1,9 - 2,0	

A U E N B Ü D E N

A14	A	SL - sL 3	alkalisch	1 - 5	1,4 - 1,6
	G <sub>o1c</sub>	tL - lT 8	stark alkalisch	> 20	
	G <sub>o2</sub> G <sub>r1</sub>	Sl 9+	alkalisch	5 - 15	
A15	A	SL - sL 6	alkalisch	2 - 8	1,8 - 2,0
	B <sub>v</sub> C				
	B <sub>v</sub> G <sub>o1</sub>	tL - lT 9	schwach alkalisch	1 - 5	
	G <sub>o2c</sub>		stark alkalisch	15 - 20	
A16	G <sub>r</sub>	S - Sl 5+			1,8 - 2,0
	A	sL - L 4	alkalisch	2 - 8	
	G <sub>o1</sub>	tL 4	schwach alkalisch	0 - 2	
	G <sub>o2c</sub>	lT 2			
	G <sub>r1</sub>	Sl - lS 8	stark alkalisch	> 20	
	G <sub>r2</sub>	S - Sl 2 +	alkalisch	5 - 15	

AUENBÖDEN

A17	A	1S - SL	3	alkalisch	2 - 8	1,4 - 1,6
	B <sub>v</sub> C					
	G <sub>o1</sub>	1T - T	5	schwach alkalisch	0 - 2	
	G <sub>o2c</sub>	tL	4	stark alkalisch	>20	
	G <sub>r1</sub>	S	8+	alkalisch	>8	
A18	A	sL - L	3	schwach alkalisch	0 - 2	1,8 - 2,0
	G <sub>o1</sub>	tL - 1T	10	alkalisch	2 - 8	
	G <sub>o2c</sub>	L - tL	3	stark alkalisch	>20	
	G <sub>r1</sub>	S	4+	alkalisch	5 - 15	
At1	A	tL - 1T	2	alkalisch	1 - 5	1,3 - 1,8
	G <sub>o1</sub>	1T - T	4			
	G <sub>o2c</sub>	L - tL	3	stark alkalisch	>20	
	G <sub>r1</sub> G <sub>r2</sub>	S - S1	11+	alkalisch	5 - 15	

A U E N B Ö D E N

At3	A	L - tL	3	schwach alkalisch	0 - 2	1,2 - 1,4
	G <sub>o1</sub>		7	alkalisch	2 - 8	
	G <sub>o2c</sub>	tL-lT		stark alkalisch	>20	
	G <sub>o3</sub> G <sub>r1</sub>	Sl	3+	alkalisch	5 - 15	
At4	A	tL - lT	3	schwach sauer bis neutral	0 - 2	1,4 - 1,6
	G <sub>oc</sub>	lT - T	12	alkalisch bis stark alkalisch	15 - 20	
	G <sub>r</sub>	Sl	5+			
At5	A <sub>p</sub>	tL - lT	2	schwach alkalisch	0 - 2	1,3 - 1,5
	G <sub>o1</sub>	lT	11	alkalisch	1 - 5	
	G <sub>o2c</sub>			stark alkalisch	>20	
	G <sub>r</sub>	S	7+	alkalisch	5 - 15	
At6	A	tL - lT	3	neutral bis schwach alkalisch	0 - 2	1,8 - 2,0
	G <sub>oc</sub>	lT - T	12	stark alkalisch	>20	
	G <sub>r</sub>	S	5+			

GLEIBÖDEN

	G <sub>s</sub>	AG <sub>o</sub>	S - SL	3	schwach sauer	0,6 - 0,9	
		G <sub>o</sub> G <sub>r</sub>	S	17+			
	G <sub>11</sub>	AG <sub>o</sub>	1S - SL	3	schwach sauer bis neutral	0 - 2	0,8 - 1,0
		G <sub>o</sub>	1T	5			
G <sub>r</sub>		S	12+	alkalisch	5 - 15		
G <sub>12</sub>	AG <sub>o</sub>	1S - SL	3	schwach sauer bis neutral	0 - 2	0,8 - 1,0	
	G <sub>o</sub>	S	3				
	G <sub>r1</sub>	1T - T	4	schwach sauer			
	G <sub>r2</sub>	S	10+				
G <sub>13</sub>	AG <sub>o</sub>	1S - SL	3	schwach sauer		0,8 - 1,0	
	G <sub>o</sub>	1T - T	5				
	G <sub>r</sub>	S	12+	schwach sauer bis neutral	0 - 2		

GLEIBÖDEN

GLEIBÖDEN	G <sub>14</sub>	AG <sub>o</sub>	sL	3	schwach sauer bis neutral	0 - 2	0,9 - 1,2
		G <sub>o</sub>	lT	5			
		G <sub>r1c</sub>	tL	2	stark alkalisch	>20	
		G <sub>r2</sub>	S1	10+	alkalisch	5 - 15	
	G <sub>t1</sub>	AG <sub>o</sub>	tL - lT	3	alkalisch	1 - 5	0,8 - 1,0
		G <sub>o1</sub>	lT - T	2	stark alkalisch	>20	
		G <sub>o2c</sub>	L - tL	3	alkalisch	5 - 15	
		G <sub>r</sub>	S	12+			
	G <sub>t2</sub>	AG <sub>o</sub>	L - tL	3	schwach sauer bis neutral	0 - 2	1,0 - 1,2
		G <sub>o1</sub>	lT	1	alkalisch	1 - 5	
		G <sub>o2c</sub>	lT - T	16+	stark alkalisch	>20	
		G <sub>rc</sub>					

GLEIBÖDEN

GLEIBÖDEN	Gt3	AG <sub>o</sub>	tL - lT	3	schwach sauer bis neutral	0 - 2	1,1 - 1,3
		G <sub>o1</sub>	lT - T	2	alkalisch	1 - 5	
		G <sub>o2c</sub>	L - tL	3	stark alkalisch	>20	
		G <sub>r1</sub> G <sub>r2</sub>	S	12+	alkalisch	5 - 15	
	Gt4	AG <sub>o</sub>	tL - lT	2	sauer		0,8 - 1,0
		G <sub>o1</sub>	lT - T	4			
		G <sub>o2c</sub>	L - tL	2	stark alkalisch	>20	
		G <sub>r</sub>	S	12+	alkalisch	5 - 15	

A n m o r g l e y

A n m o r g l e y	M1	AG <sub>o</sub>	tL - lT	3	schwach alkalisch	5 - 15	1,0 - 1,2
		G <sub>o</sub>	lT - T	9			
		G <sub>r1</sub>	S	8+			
	M2	AG <sub>o</sub>	L - tL	3	schwach sauer bis neutral	0 - 2	1,4 - 1,6
		G <sub>o1</sub>	tL - lT	3			
		G <sub>o2</sub>	lT - T	4			
		G <sub>r1c</sub>	tL - lT	4	stark alka- lisch	>20	
		G <sub>r2</sub>	S - Sl	6+	alkalisch	5 - 15	
	M3	AG <sub>o</sub>	tL - lT	3	schwach sauer bis neutral	0 - 2	0,6 - 1,0
		G <sub>o</sub>	lT - T	15			
		G <sub>r1</sub>	tL - lT	2+	stark alka- lisch	>20	
		G <sub>r2c</sub>					

Profilbeschreibung (Grünlandnutzung):

- A<sub>h</sub> 0 - 15 cm schwarzgraubrauner (10 YR 2/1 - 2/2) sehr stark humoser sandig-toniger Lehm, Krümel- bis Subpolyedergefüge, gut aggregiert, locker, gut durchwurzelt; Begrenzung gerade und undeutlich
- S<sub>d1</sub> 15 - 30 cm stark marmorierter sandig-toniger Lehm, vor allem rostbraune (10 YR 5/8 und 5/4), bläulichgraue (5 Y 5/2) und schwarzbraune (5 Y 4/1 - 5/1) Farbanteile, weiche schwarzbraune Mn-Konkretionen, im feuchten Zustand Kohärentgefüge, sehr dicht, schwach durchwurzelt, dunkle Wurzelgangauskleidungen; Begrenzung undeutlich
- S<sub>d2</sub> 30 - 55 cm stark marmorierter sandiger Ton, vor allem blaugraue (5 Y 6/2 - 5/2), rostbraune (7,5 YR 5/6) und schwarzbraune (5 Y 4/1 - 3/2) Farbanteile, im feuchten Zustand Kohärentgefüge, sehr dicht, sehr schwach durchwurzelt; Begrenzung wellig und deutlich
- IIG<sub>oc</sub> 55 - 62 cm stark fleckiger, stark carbonathaltiger sandiger Lehm bis lehmiger Sand, vor allem blaugraue (5 Y 5/1 - 6/1), weißgraue (10 YR 7/1 - 8/1) und rostbraune (7,5 YR 5/6 und 10 YR 5/8) Farbanteile, Carbonatanreicherungs-horizont ("Rheinweiß") im Substrat-Übergangsbereich
- IIG<sub>o</sub> 62 - 75 cm blaugrau (5 Y 6/1 - 6/2) und rostbraun (10 YR 5/8) gefleckter, schwach bis mäßig carbonathaltiger toniger Sand
- II G<sub>r</sub> 75 cm + schwach rostfleckiger (10 YR 5/8) grauer (5 Y 5/2 und 10 YR 5/2 - 6/2) mäßig carbonathaltiger Sand, Einzelkorngefüge

Tab. 1 - Korngrößenverteilung (Äquivalent-Durchmesser in  $\mu$ )  
und einige chemische Kennwerte des Gley-Pseudogleys  
bei Heppenheim unter Grünland

Horizont	Ton < 2	Schluff 2-63	Fein- sand 63-200	Mittel- u. Grob- sand 200-2000	pH in nKCl	pH in H <sub>2</sub> O	Carbo- nate %	C %
A <sub>h</sub>	34,2	34,10	14,5	17,2	4,6	5,4	0,17	5,36
S <sub>d1</sub>	28,5	29,6	16,5	25,4	5,9	7,1	0,19	0,40
S <sub>d2</sub>	39,4	16,3	5,0	39,4	6,0	7,8	0,17	0,21
IIG <sub>oc</sub>	23,5	21,7	27,0	27,8	6,8	8,3	10,9	0,24
IIG <sub>o</sub>	14,1	12,7	23,1	50,0	7,2	8,4	1,1	0,21
IIG <sub>r</sub>	0,7	5,6	22,7	71,0	8,0	8,7	5,3	0,45

In den Jahren 1967 und 1969 wurden in der südwestlichen Gemarkung Heppenheim nach Plänen des Landeskulturamtes Wiesbaden größere Flächen (25 und 14,5 ha) durch Tiefpflügen melioriert. Der Boden wurde 150 - 170 cm tief gepflügt, anschließend eingeebnet, gedüngt (57 kg N, 91 kg P und 186 kg K je ha) und saarfertig gemacht. Die neu entstandene Ackerkrume besteht aus einer Mischung der verschiedenen Horizonte des ursprünglichen Bodens. Eine Homogenisierung und ein genügend hoher Humusgehalt konnten allerdings noch nicht erreicht werden. Auch die Nährstoffversorgung ist noch unzureichend. Mit der Doppellaktatmethode wurden 2,5 bis 5,0 mg K<sub>2</sub>O und 5,0 bis 24,3 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> je 100 g Boden ermittelt. Außerdem ist die Beschaffenheit der neuen Krume flächenmäßig nicht einheitlich (Tab. 2), weil einerseits die Mächtigkeit des Hochflutlehmes vor der Melioration unterschiedlich war (0 bis über 200 cm, meistens jedoch ca. 80 cm; vgl. dazu auch Bodenkarte von E. Bargon) und andererseits der Kalkanreicherungs-horizont (sog. Rheinweiß) flächenhaft gesehen eine sehr unterschiedliche Ausprägung hatte.

Tab. 2 - Einige Kenndaten von 22 Bodenproben aus der neuen Ackerkrume einer ca. 25 ha großen tiefgepflügten Fläche

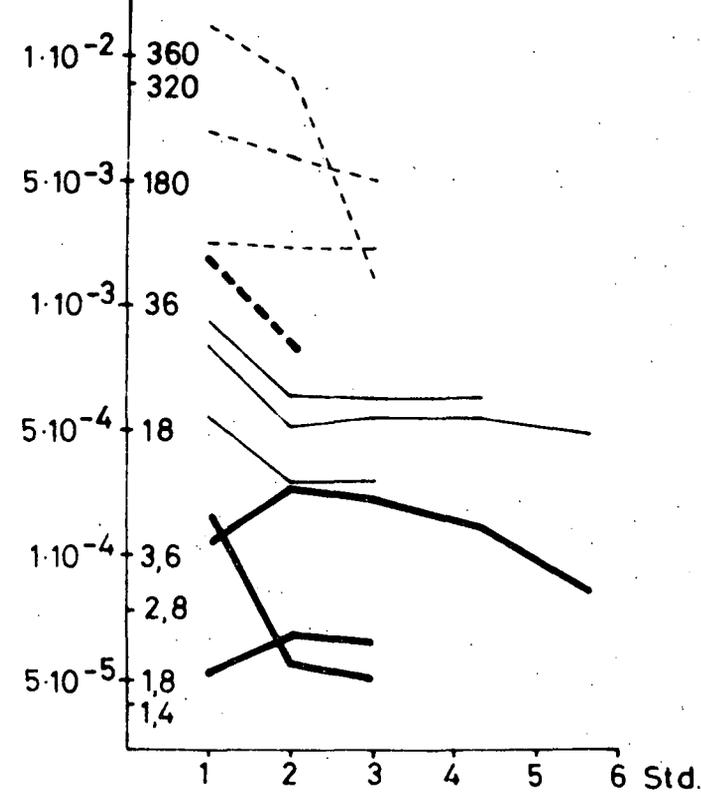
Nr. der Probe	pH in KCl	Carbonate %	Humus %	Ton %	Schluff %	Sand %
1	7,4	17,2	1,7	17	26	57
2	6,8	1,2	1,5	29	20	51
3	7,5	4,7	1,1	12	11	77
4	5,3	0,0	1,5	9	7	84
5	7,6	10,7	1,4	10	17	73
6	7,3	6,9	1,2	29	20	51
7	7,5	12,2	1,5	20	19	61
8	7,5	6,1	1,5	16	20	64
9	7,5	20,0	1,0	19	26	55
10	7,1	3,2	1,1	36	30	34
11	7,4	19,5	1,2	22	32	46
12	7,2	8,9	1,5	18	22	60
13	7,3	8,4	0,9	21	23	56
14	7,3	8,6	1,2	23	36	41
15	7,3	9,6	1,9	22	26	52
16	7,4	12,4	1,3	24	22	54
17	7,4	8,0	1,4	28	25	47
18	7,4	7,0	2,3	20	26	54
19	7,3	5,7	1,3	25	21	54
20	7,4	6,5	0,9	19	21	60
21	7,3	2,0	1,6	19	21	60
22	7,4	5,0	1,4	22	17	61

Tab. 3 - Porengrößenverteilung in % des Gesamtbodenvolumens

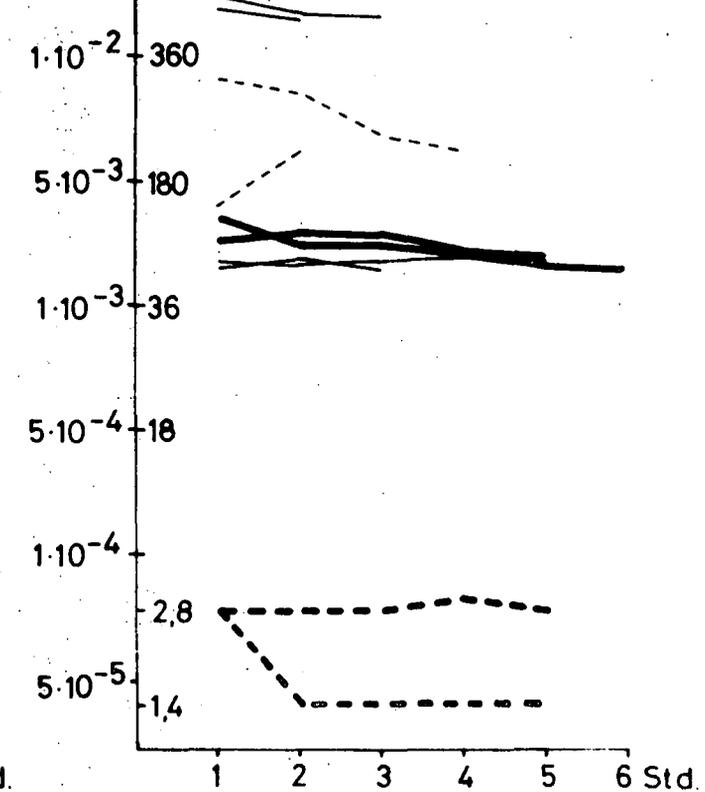
Horizont	Entnahme- tiefe cm	GPV	Äquivalentdurchmesser in $\mu$				
			>120	120-50	50-10	10-0,2	<0,2
<u>Gley-Pseudogley (Grünland)</u>							
A <sub>h</sub>	10	62,6	8,1	3,1	4,3	12,2	34,7
S <sub>d1</sub>	25	39,9	0,6	0,6	2,8	12,2	23,7
S <sub>d2</sub>	50	47,8	0,5	0,4	2,8	11,3	32,8
IIG <sub>oc</sub>	60	42,4	2,6	1,0	4,0	22,2	12,6
IIG <sub>o</sub>	70	40,7	13,4	6,9	5,9	12,9	1,6
IIG <sub>r</sub>	100	41,8	10,3	18,0	3,6	8,5	1,4
<u>Tiefgepflügter Gley-Pseudogley (Acker)</u>							
A <sub>p</sub>	10	38,6	0,9	0,5	3,6	8,6	25,0
R <sub>1</sub> (T,S,H) <sup>1)</sup>	18	47,9	2,4	1,5	3,3	7,3	33,8
R <sub>1</sub> (T,H)		55,1	7,2	2,9	3,6	7,6	33,8
R <sub>1</sub> (T,S)		39,3	3,2	1,1	2,2	7,6	26,0
R <sub>1</sub> (T,H,S)		40,9	0,1	1,1	1,2	8,5	30,0
R <sub>2</sub> (S,T)	45	41,1	14,7	5,5	3,5	9,4	8,2
R <sub>2</sub> (H)		68,7	20,9	4,7	4,8	11,2	27,1
R <sub>2</sub> (T,H)		45,4	3,5	1,0	2,2	8,7	30,0
R <sub>2</sub> (T)		43,1	0,4	0,5	1,8	8,0	32,4
R <sub>3</sub> (S)	55	42,8	19,7	11,5	1,8	8,6	1,4
R <sub>3</sub> (T,H,S)		48,5	6,7	2,1	2,8	8,9	28,0
R <sub>3</sub> (T)		44,3	0,6	0,8	1,9	9,0	32,0

1) T = toniges Material, H = humoses Material, S = Sand

cm/sec mm/h **Bodenoberfläche**



cm/sec mm/h **30 cm Tiefe**



— Kontrolle am 25.9.1969  
 - - - " " am 21.4.1970

— tiefgepflügter Boden am 25.9.1969  
 - - - " " am 21.4.1970

Abb.1: Infiltrationsverlauf in Heppenheim.

Im Unterboden finden sich die ehemaligen Horizonte wenig vermischt in Form von schräg gekippten Balken wieder, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften haben, wie es auch aus Tab. 3 hervorgeht.

Während die humusarme Krume des tiefgepflügten Bodens einige Mängel aufweist, zeichnet sich der Unterboden durch eine wesentlich bessere Wasser- und Luftdurchlässigkeit und damit auch eine bessere Durchwurzelbarkeit als der nicht tiefgepflügte Boden aus. Abb. 1 zeigt den Infiltrationsverlauf auf der Bodenoberfläche und im freigelegten Unterboden zu zwei verschiedenen Terminen auf einem tiefgepflügten und einem nicht meliorierten Boden. Auffallend sind die starken jahreszeitlichen Unterschiede, die vor allem auf Trockenrissbildung im Sommer und auf Quellung im Winter und Frühjahr zurückzuführen sind. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe großflächiger Doppelringinfiltrimeter (30 und 70 cm Ø) durchgeführt.

Die auf der tiefgepflügten Fläche bisher durch die Stadtverwaltung Heppenheim erzielten Erträge sind aus Tab. 4 ersichtlich. Der ertragbegrenzende Faktor war mit großer Wahrscheinlichkeit die ungenügende Nährstoffversorgung des Bodens.

Tab. 4 - Angaben der Stadtverwaltung Heppenheim  
über die Nutzung der tiefgepflügten Flächen

Jahr	Frucht	Düngung kg je ha			Kornertrag dz TM je ha
		N	K	P	
1968	Winterweizen	im Durchschnitt			48,0
	Sommerweizen				48,2
	Hafer	172	186	91	25,7
1969	Winterweizen	66	249	88	35,1
1970	Körnermais	250	155	82	47,1
1970 <sup>1)</sup>	Winterweizen	107	144	47	35,0

<sup>1)</sup> auf der 1969 tiefgepflügten Fläche.



Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 467 - 474 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

HARRACH, T., POETSCH, T., u. WERNER, G.:

## **Eine saure Braunerde im Odenwald (Beedenkirchen)**

Dr. T. Harrach, T. Poetsch und G. Werner, Institut für Bodenkunde  
und Bodenerhaltung, 63 GIESSEN, Ludwigstraße 23

Allgemeine Angaben zum Profil

Ort: Südostabhang des Felsberges etwa 1 km SW von Beeden-  
kirchen, Topographische Karte 1 : 25 000 Blatt 6218  
Neunkirchen, R : 347710, H : 551023

Naturräumliche Einheit: Vorderer oder Kritalliner Odenwald

Höhenlage: 400 m über NN

Relief: Oberhang mit ca. 22° Hangneigung

Mittlere Jahresniederschlagshöhe: 850 - 900 mm

Mittlere Jahreslufttemperatur: 8 - 9°C

Nutzung: Niederwald

Ausgangsgestein: Decksediment<sup>1)</sup> aus überwiegend parautochtonen  
Verwitterungsprodukten über tiefgründig vergrustem Mela-  
Quarzdiorit mit zahlreichen unverwitterten Blöcken  
(sog. Wollsäcken)

Typologische Bezeichnung des Bodens: Saure Braunerde mit ge-  
bändertem Untergrund

---

1) Periglaziale Fließerde der Jüngerer Tundrenzeit;  
vgl.dazu PLASS,W.: Braunerden und Parabraunerden in  
Nordhessen.-Z.Pflanzenernähr.,Düngung,Bodenkde.,  
114,12-26, Weinheim 1966. - SCHILLING,W. u.H.WIEFEL:  
Jungpleistozäne Periglazialbildungen und ihre regionale  
Differenzierung in einigen Teilen Thüringens und des Harzes.-  
Geologie, 11, 428-460, Bln. 1962. - SEMMEL,A.: Junge Schutt-  
decken in hessischen Mittelgebirgen.-Notizbl.hess.L.-Amt  
Bodenforsch.,92, 275-285,Wiesbaden 1964. - SEMMEL,A.:Studien  
über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen.-Frank-  
furter geogr. Hefte 45, Frankfurt/M. 1968.

Profilbeschreibung:

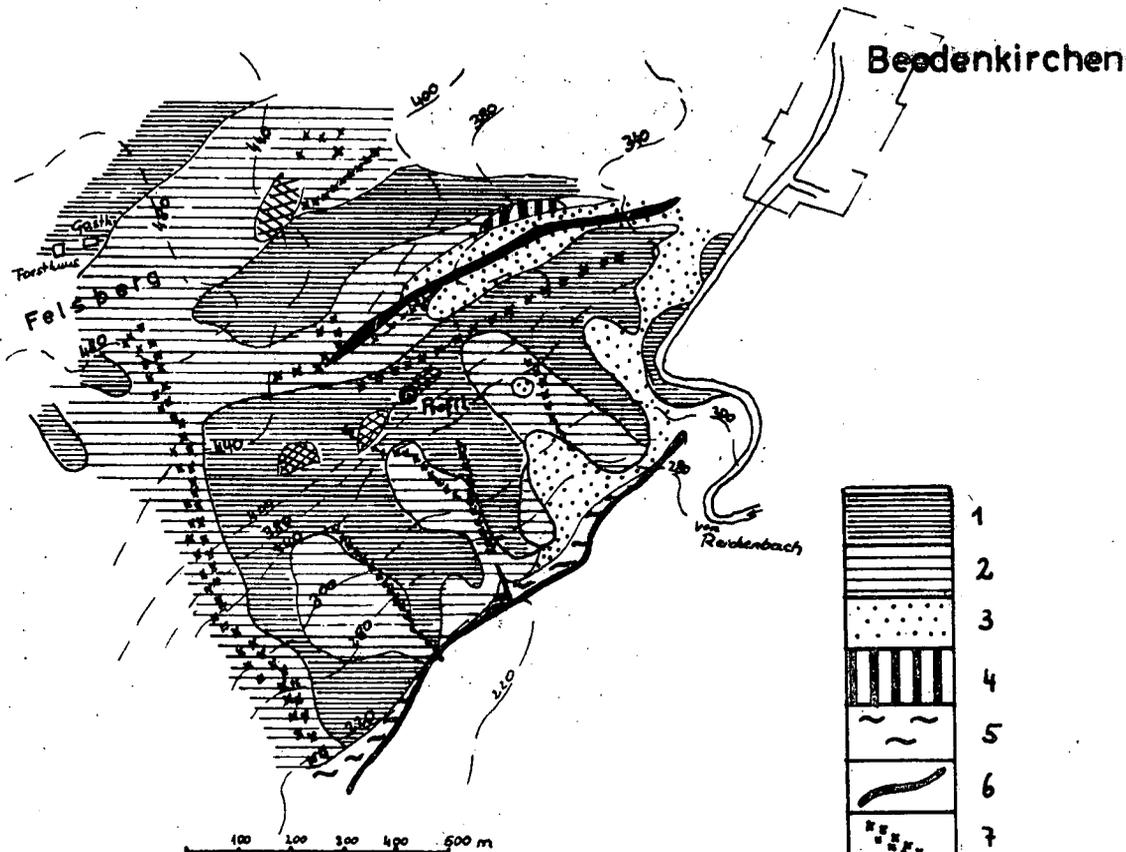
$O_l + O_f + O_h$	4 cm	organische Auflage
$A_h$	0 - 1 cm	dunkelgraubrauner (10 YR 3/2) sandig-lehmiger Schluff, mäßig humos, durchwurzelt
$B_v$	1 - 60 cm	gelbbrauner (10 YR 5/4-6/4) schluffig-lehmiger Sand, grusig, Grusanteil nach unten zunehmend, sehr locker und intensiv durchwurzelt; Begrenzung deutlich und wellig
$IIB_{tC_v}$	60 - 140 cm	gelblichbrauner (10 YR 5/4) schwach lehmig-sandiger Grus mit 1 - 2 cm mächtigen $\pm$ horizontal verlaufenden rötlich braunen (7,5 YR 4/4-5/4) tonigen Bändern, wenig durchwurzelt, Begrenzung undeutlich
$IIC_v$	140 cm +	Gesteinszersatz mit sog. Wollsäcken

Bodenreaktion und Hauptkornfraktionen (in % des Feinbodens)  
der Sauren Braunerde bei Beedenkirchen im Odenwald

Hori- zont	pH		Äquivalentdurchmesser in $\mu$		
	KCl	H <sub>2</sub> O	< 2	2-63	63-2000
$B_v$	4,2	4,4	11,2	41,2	47,5
$IIB_{tC_v}^{1)}$	4,2	5,6	12,8	10,1	77,1
$IIB_{tC_v}^{2)}$	3,8	5,6	5,0	12,6	82,4

1) tonige Bänder

2) zwischen den tonigen Bändern



-470-

Bodenkarte des Südostabhanges des Felsberges im Odenwald

Zeichenerklärung zur Bodenkarte

1. Saure Braunerden mittlerer Entwicklungstiefe ( $A_h-B_v-IIC_v$  oder  $IIC_n$ ) aus Lößlehm und/oder  $\pm$  verwittertem kristallinem Gestein (Decksediment; Körnungsart: luS,  $\pm$ grusig-steinig) über Gesteinszersatz oder unverwittertem Gestein (Mela-Quarzdiorit bzw. Granodiorit-Gneis) oder örtlich über Gehängeschutt. In der Kartiereinheit kommen außerdem Saure Braunerden geringer und großer Entwicklungstiefe sowie Ranker ( $A_h-IIC_n$  oder  $IIC_v$ ) vor.
2. Saure Braunerden großer Entwicklungstiefe ( $A_h-B_v-IIC_v$ ) aus Lößlehm und  $\pm$  verwittertem kristallinem Gestein (Decksediment; Körnungsart: luS-slU,  $\pm$  grusig-steinig) über Gesteinszersatz (Mela-Quarzdiorit bzw. Granodiorit-Gneis) oder örtl. über Gehängeschutt. In der Kartiereinheit kommen außerdem vor: von Kolluvium überlagerte Saure Braunerden ( $A_h-M-B_v-IIC_v$ ). Saure Braunerden mittlerer und geringer Entwicklungstiefe, Plastosol-Braunerden und Hanggley-Braunerden ( $A_h-G_o-B_v-IIC_v$ ).
3. Parabraunerden großer Entwicklungstiefe ( $A_h-A_1(B_v?) - IIB_t - IIIC_v$ ) aus Lößlehm und  $\pm$  verwittertem kristallinem Gestein (Decksediment; Körnungsart: luS-slU,  $\pm$  grusig-steinig) über Lößlehm über Gesteinszersatz (Mela-Quarzdiorit) oder örtlich über Gehängeschutt. In der Kartiereinheit kommen außerdem vor: Pseudogley-Parabraunerden ( $A_h-A_1(B_v?) - IISB_t - IIIC_v$ ), von Kolluvium überlagerte Parabraunerden ( $A_h-M-A_1(B_v?) - IIB_t - IIIC_v$ ) und Saure Braunerden unterschiedlicher Entwicklungstiefe.
4. Plastosol-Braunerde ( $A_h-B_v-IIfB$ ) aus Lößlehm und  $\pm$  verwittertem Grundgebirgsmaterial (Decksediment; Körnungsart: luS-slU,  $\pm$  steinig-grusig) über stark verwittertem (stL) Gestein (Mela-Quarzdiorit)
5. Braunes Kolluvium ( $A_h-M$ ) aus holozänen Abschläm Massen (Körnungsart: lS-uL,  $\pm$  grusig). Der Boden ist örtlich von Hangwasser beeinflusst.
6. Gleye ( $A_h-G_o-G_r$ ) aus holozänen Abschläm Massen (Körnungsart: lS-uL,  $\pm$  grusig)
7. Blockstrom bzw. Blockmeer
8. Steinbrüche und Aufschüttungen

Die einzelnen Schluff- und Sandfraktionen (in % des Fein-  
bodens) der Sauren Braunerde bei Beedenkirchen im Odenwald

Hori- zont	Äquivalentdurchmesser in $\mu$							
	2 - 6	6 - 20	20-36	36-63	63-100	100-200	200-340	340-2000
B <sub>v</sub>	3,2	14,1	14,5	9,6	8,2	8,0	11,0	20,3
B <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>1)</sup>	2,7	3,7	2,3	1,4	10,3	16,0	22,4	28,3
B <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>2)</sup>	1,5	5,8	3,4	1,8	10,8	15,9	21,9	33,8

1) tonige Bänder

2) zwischen den tonigen Bändern

Mineralogische Zusammensetzung einiger Schluff- und Sandfraktionen (Angaben in Korn-%)

Fraktionen / u	Horizont	Quarz	Alkali-Feldspat <sup>3)</sup>	Plagioklas	Biotit <sup>5)</sup>	Eisenerme Glimmer <sup>6)</sup>	Calcit	Opal	vulk. Glas	Epidot <sup>7)</sup>	Hornblende <sup>8)</sup>	Pyroxen <sup>9)</sup>	Titanit	Gesteinsstücke	Opak und Unbekenn
20	B <sub>v</sub>	50,8	24,2	14,0	1,2	0,4	0,6	0,4	-	2,2	4,6	-	-	0,6	0,0
bis	IIB <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>2)</sup>	9,9	3,4	8,5	56,0	0,6	3,4	-	-	10,8	5,6	-	-	1,4	0,4
36	IIB <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>1)</sup>	7,5	5,6	7,5	54,0	0,2	12,0	-	-	7,2	3,8	-	-	1,6	0,6
36	B <sub>v</sub>	60,3	16,6	10,5	1,0	-	-	-	-	2,2	4,8	-	-	4,4	0,2
bis	IIB <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>2)</sup>	31,3	5,0	9,0	27,0	-	-	-	-	15,7	7,0	-	-	3,3	1,6
63	IIB <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>1)</sup>	35,0	8,0	9,0	21,7	-	-	-	-	12,0	9,3	-	-	5,0	-
63	B <sub>v</sub>	42,2	12,2	13,8	18,2	0,2	-	-	-	1,2	9,2	-	-	2,2	1,2
bis	IIB <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>2)</sup>	1,6	1,0	2,6	92,2	-	-	-	-	0,2	1,0	-	-	0,6	0,8
100	IIB <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>1)</sup>	5,4	1,2	6,2	82,0	-	-	-	-	0,4	2,8	-	-	1,2	0,8
100	B <sub>v</sub>	24,2	11,0	22,0	20,3	-	-	-	2,7	-	10,3	1,3	-	5,0	3,0
bis	IIB <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>2)</sup>	0,7	3,0	3,3	85,0	-	-	-	-	0,7	4,0	-	0,3	2,0	1,0
200	IIB <sub>t</sub> C <sub>v</sub> <sup>1)</sup>	2,7	2,7	2,7	86,0	-	-	-	-	0,7	2,7	-	-	1,0	1,7

1) tonige Bänder

2) zwischen den tonigen Bändern

3) einschl. Albit u. Oligoklas; Einteilung der Feldspäte u. Glimmer nach GEBHARDT, MEYER u. SCHEFFER (1967)

4) Andesin bis Anorthit

5) Biotite, Chlorite u. ähnl. Schichtsilikate (Biotite ZV<sub>NX</sub> bis 25°)

6) Überwiegend Muskovite, Illite

7) Minerale der Epidot-Zoisit-Gruppe

8) Überwiegend grüne gemeine Hornblende (z/c 25°) - untergeordnet Aktinolith

9) Überwiegend Hypersthen

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that this is crucial for the company's financial health and for providing reliable information to stakeholders.

2. The second part of the document outlines the specific procedures for recording transactions. It details the steps from initial entry to final review, ensuring that all necessary information is captured and verified.

3. The third part of the document addresses the role of the accounting department in this process. It highlights the need for clear communication and collaboration between different departments to ensure the accuracy and completeness of the records.

4. The fourth part of the document discusses the importance of regular audits and reviews. It explains how these processes help to identify any discrepancies or errors in the records and ensure that the company's financial statements are accurate and reliable.

5. The fifth part of the document provides a summary of the key points discussed and offers some final thoughts on the importance of maintaining accurate records. It concludes by stating that this is a fundamental aspect of good financial management and is essential for the long-term success of the company.

Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 475 - 478 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

SEMMEI, A.:

## Lößprofil Ziegelei GRÜN in Reinheim im Odenwald

Prof. Dr. A. Semmel, Geographisches Institut der Universität Frankfurt,  
6 FRANKFURT, Senckenberganlage 36

Über anstehendem Bröckelschiefer (su) liegt eine weiße, größtenteils umgelagerte Verwitterungsdecke mit Kaolinitdominanz. Auf ihr kommt stellenweise ein grusiger Bachkies vor. Die Lößfolge setzt mit einem mächtigen Pseudogley ein, der von Eiskeil-Pseudomorphosen durchsetzt wird. In diesem Boden - wie im gesamten Lößprofil - dominieren Illit und Chlorit. Der Pseudogley wird vom Lößlehm mit zwei fossilen  $B_t$ -Horizonten überlagert, die unterschiedlich stark pseudovergleyt sind. Über dem jüngsten dieser Horizonte folgt kalkhaltiger Löß, der von einem grusigen Bachkies gekappt wird.

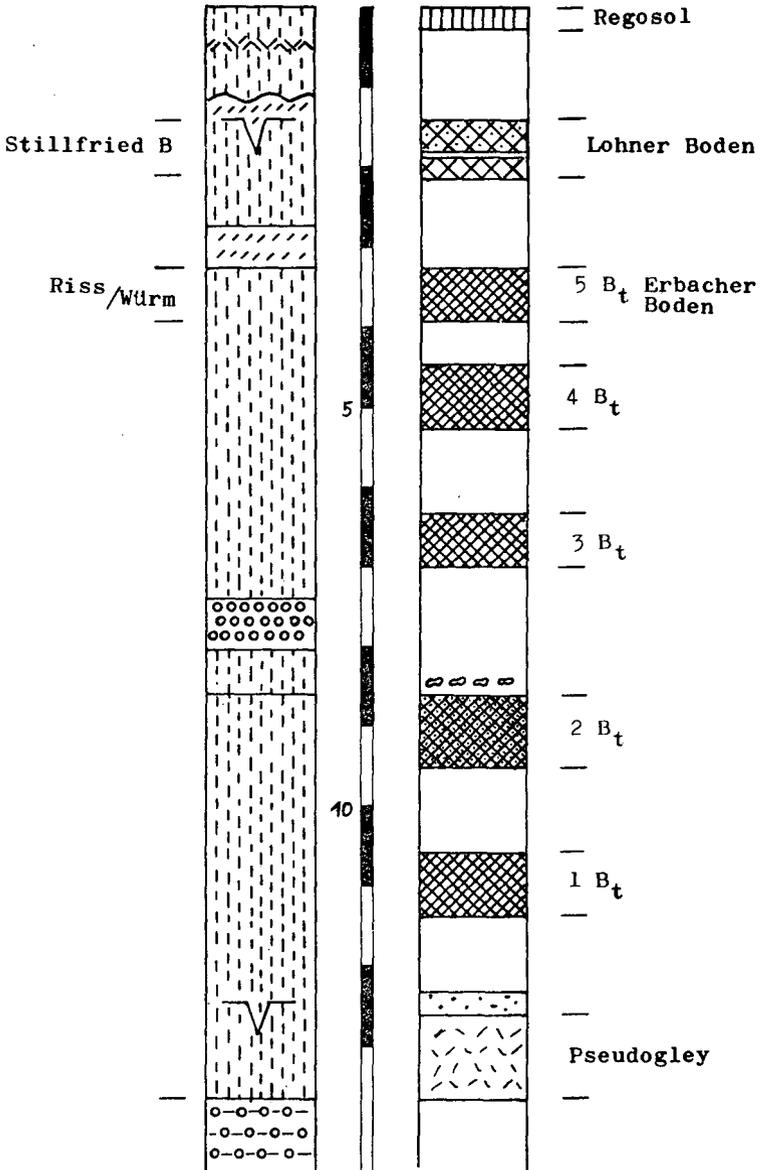
Hierauf ist eine Lößserie mit drei fossilen  $B_t$ -Horizonten entwickelt. Der Löß über dem jüngsten fossilen  $B_t$ -Horizont enthält den "Löhner Boden", der stratigraphisch dem "Stillfried-B"-Interstadial entspricht. Der heutige Oberflächenboden ist eine Pararendzina, die infolge Bodenerosion aus der ursprünglich entwickelten Parabraunerde hervorging.

Die große Zahl der intensiven Bodenbildungen in diesem Profil wirft die Frage auf, ob jeder dieser fossilen Böden in eine echte Warmzeit gehört.

#### Literatur

- SEMMELE, A.: Über Prävürmlöse in Hessen,  
Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforschg., 95, 239-241,  
Wiesbaden 1967
- SEMMELE, A.: Stratigraphie du Loess dans les Hesses  
Meridionales et Rhenanes,  
Bull. Ass. franc. p. et Quatern.,  
81-83, 1 Abb., Paris 1969

170m





Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, 479 - 521 (1971)

Exkursionsführer zur Tagung der Komm. V und VI der ISSS in  
Stuttgart-Hohenheim

KOHL, F., DIETZ, TH., JERZ, H., u. WITTMANN, O.

## **Bodenlandschaften und Böden in Bayern**

( EXKURSIONSTEIL BAYERN )

Reg.Dir.Dr.F.Kohl, Dr.Th.Dietz, Dr.H.Jerz, u. Dr.O.Wittmann  
Bayerisches Geologisches Landesamt, 8 MÜNCHEN 22, Prinzregenten-  
strasse 28

An der Ausarbeitung des Exkursionsführers waren beteiligt:

Bayerisches Geologisches Landesamt, München

Profile 1- 6, Zusammenstellung der Exkursionsroute,  
8-19: Auswahl und Beurteilung der Profile,  
bodenchemische und bodenphysikalische  
Untersuchungen

Institut für Bodenkunde der Technischen  
Universität München in Weihenstephan

Profile 1,2,4,12, Tonmineralogie u. Untersuchung von  
13,14,17: Fe, Mn u. Konkretionen

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

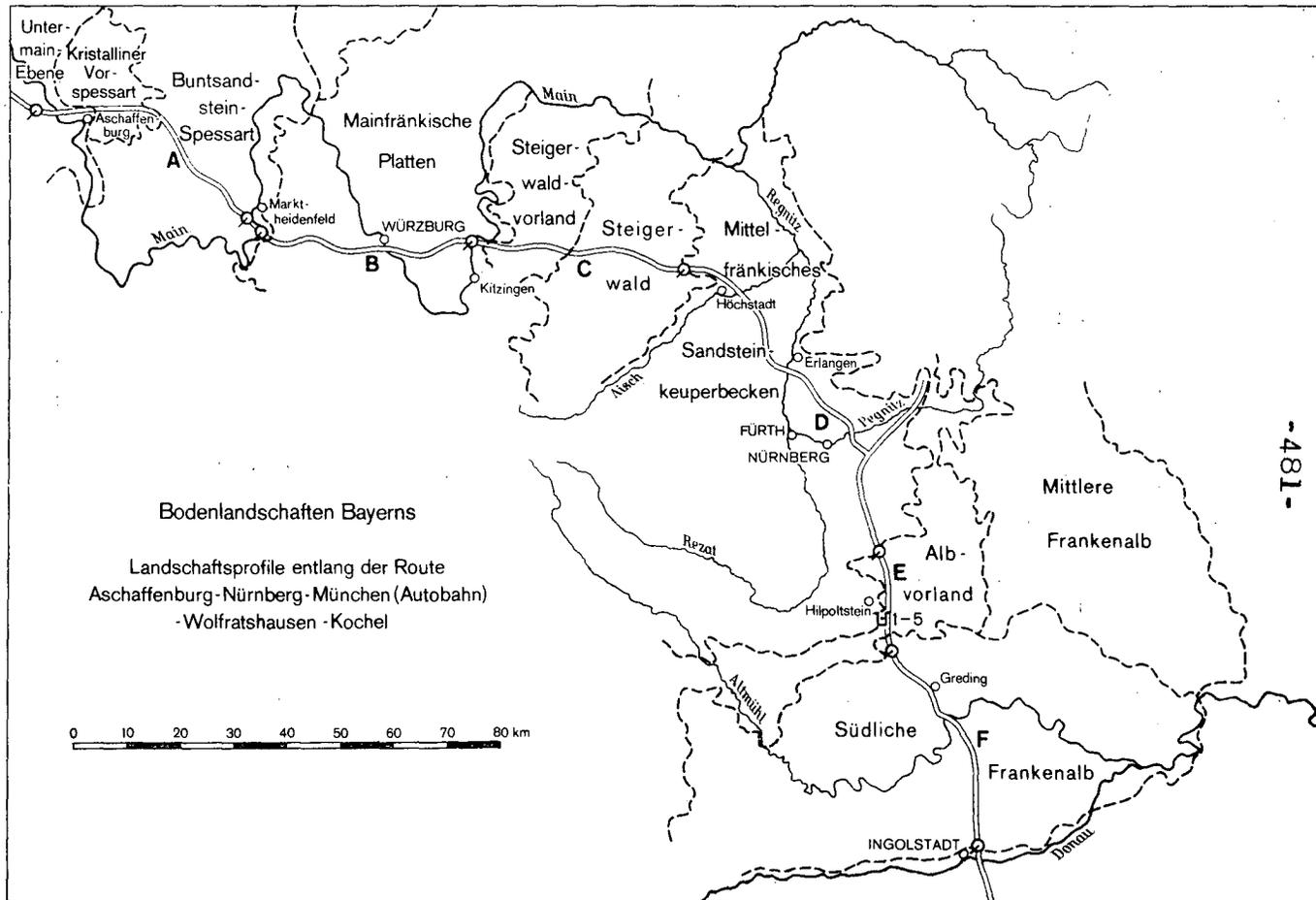
Profil 7: Beschreibung und Analysen  
Profile 17-19: Vegetation, Mikrobotanik, Mikrobiologie  
Mikrofauna

Benutzte Kartenwerke:

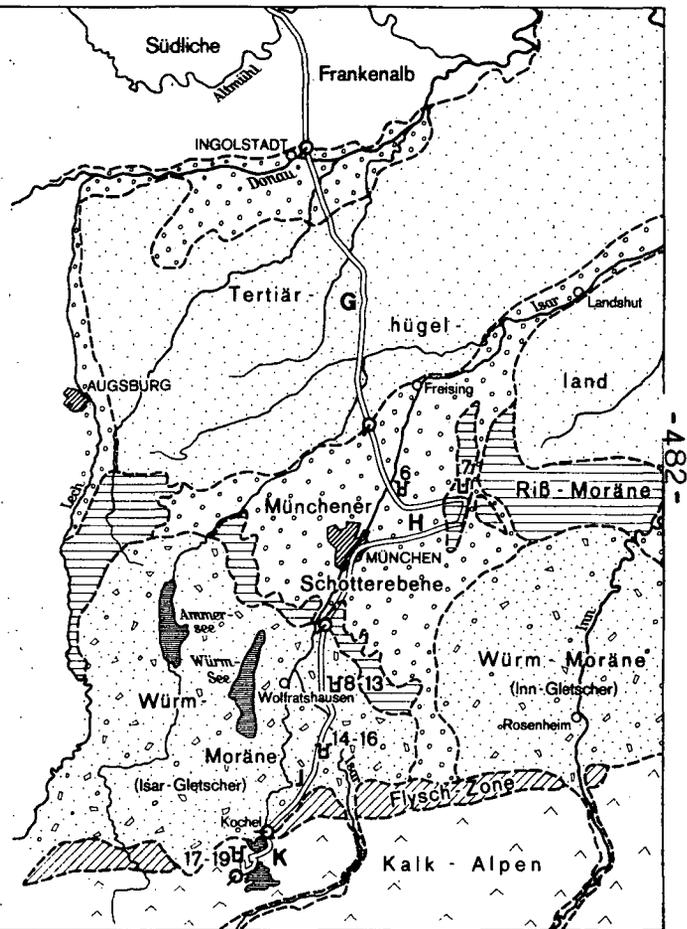
Bodenkundliche u. geol. Karten des BGLA im Bereich der vor-  
geführten Bodenlandschaften (siehe Veröffentlichungsverzeich-  
nis)

Klima-Atlas von Bayern, Deutscher Wetterdienst, 1952

Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern  
1:500 000 von P. SEIBERT, 1965/66



- ==== Fahrtroute
- Grenzen der Landschaftseinheiten
- ⊙ A ⊙ Landschaftsprofile
- ⊔6 Bodenprofile



EXKURSIONSTAG:

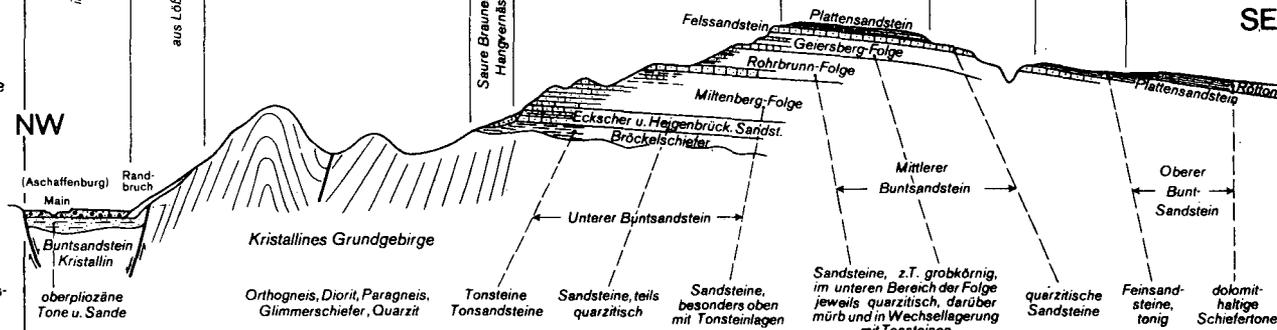
C 1 : 3.9.1971  
und  
C 2 : 16.9.1971

SÜDDEUTSCHE SCHICHTSTUFEN - LANDSCHAFT  
TERTIÄR - HÜGELLAND SÜDLICH DER DONAU  
MÜNCHENER SCHOTTEREBENE UND RISSMORÄNENLANDSCHAFT  
(DRÄNVERSUCHSFELD OTTENHOFEN)



# Profil A: Untermainebene – Spessart

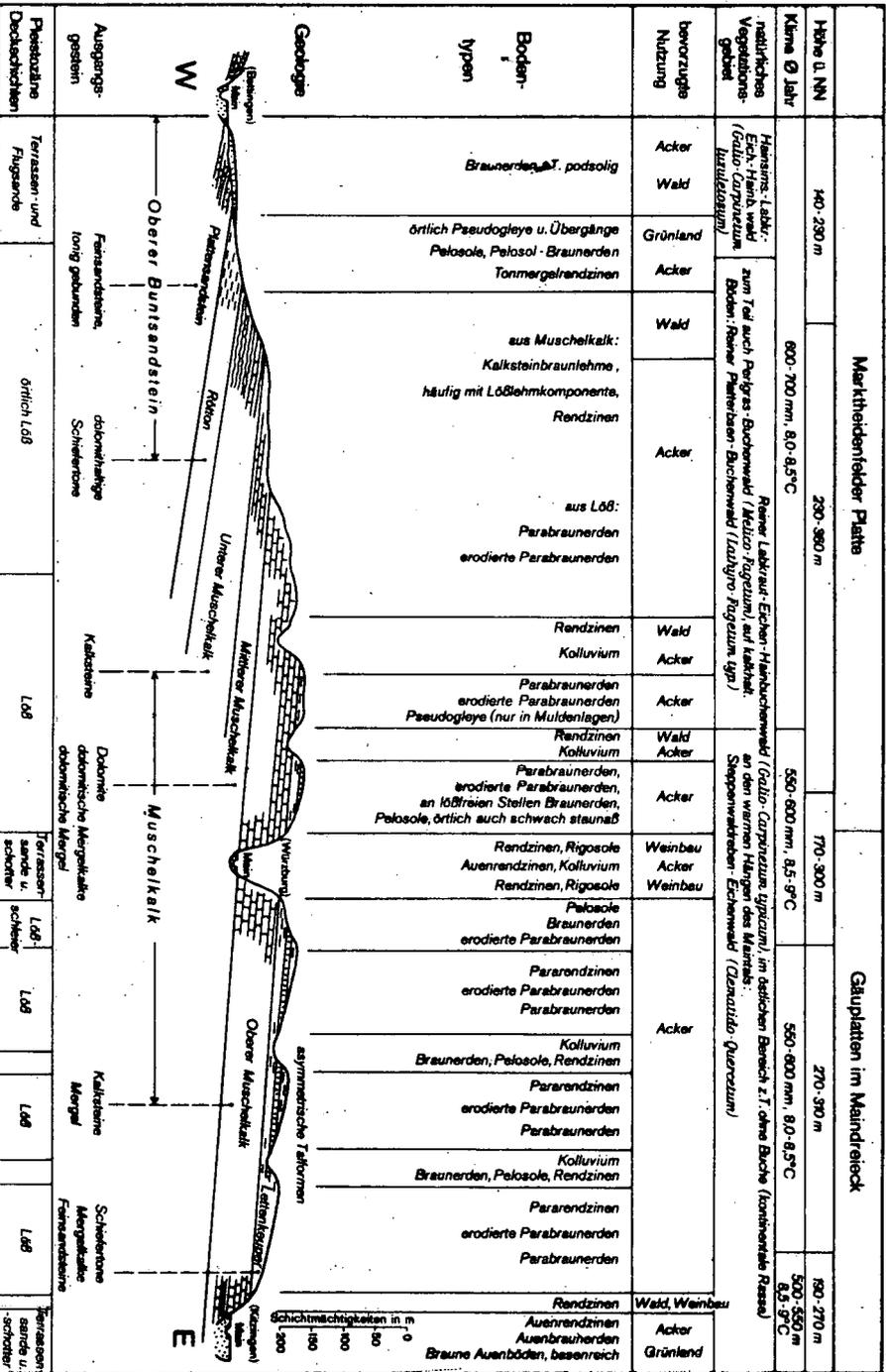
	Untermain-Ebene		Kristalliner Vorpessart			Buntsandstein – Spessart						
Höhe ü. NN	100-280m		150-430m			250-585m				380-170m		
Klima Ø Jahr	600-700mm, 9,5-8,5°C		700-850mm, 8,5-8°C			850-1000mm, 8-7°C		1100-900mm, 6-8°C		900-650mm, 7,5-8,5°C		
natürliches Vegetationsgebiet	Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald ( <i>Stellario-Carpinetum</i> )		Hainsimsen-Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald ( <i>Galio-Carpinetum, luzuletosum</i> )			Hainsimsen-Buchenwald ( <i>Luzulo-Fagetum</i> )				Hainsimsen-Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald ( <i>Galio-Carpinetum, luzuletosum</i> )		
bevorzugte Nutzung	Grünland	Acker, örtlich Weinbau	Acker	Wald	Wald	Grünland	Wald	Wald	Wald	Acker	Grünland	
Bodentypen	Braunerden, Braunerde-Gleye, in Senken und verlandeten Flußläufen Gleye, Naßgleye, Niedermoor		Saure Braunerden, z.T. podsolig; unter Ackerkultur örtlich Ranker			Saure Braunerden über tonigem Untergrund; örtlich Hangverernässungen durch Schichtwasserstritte				Saure Braunerden, z.T. podsolig, auf Verebnungsflächen häufig mit tonigem Unterboden; aus Hangschutt quarzitischer Sandsteine Podsole		
Geologie	Braunerden, Braunerden und Parabraunerden aus Loß									Saure Braunerden Pseudogleye		
Ausgangsgestein	Buntsandstein Kristallin		Orthogneis, Diorit, Paragneis, Glimmerschiefer, Quarzit			Sandsteine, z.T. grobkörnig, im unteren Bereich der Folge jeweils quarzitischer, darüber mürb und in Wechsellagerung mit Tonsteinen				Feinsandsteine, tonig		
	oberpleiozäne Tone u. Sande		Tonsteine Tonsandsteine			Sandsteine, teils quarzitischer				quarzitischer Sandsteine		dolomit-haltige Schieferlone
Pleiozäne Deckschichten	Terrassensande und -schotter		Fließerden, Löß			parautochthone sandige Verwitterungsdecken (verbreitet 10-15 dm mächtig; in den oberen 4-9 dm mit (äolischer) schluffreicher Komponente (fehlt in exponierten Lagen); auf Hochflächen Schlufflehmedecken				Löß		



-485-

SE

# Profil B: Mainfränkische Platten



Marktheidenfelder Platte

Gäuplatten im Maindreieck

Höhe ü. NN	140-230 m	230-380 m	770-900 m	270-310 m	190-270 m
Körner Ø Jahr	800-700 mm, 8,0-8,5°C		650-800 mm, 8,5-9°C	550-600 mm, 8,0-8,5°C	500-550 mm, 8,5-9°C

natürliches Vegetationsgebiet	Hausains-Lalke:	Rauer Laubwald: Eichen-Hainbuchenwald (Galio-Carpuruzum junceum) im südlichen Bereich z.T. ohne Buche (fontinalis-Rasse) an den unteren Hängen des Muschelk.	Stoppenseitlicher Eichenwald (Cyanido-Quercetum)
	Eich-Haink. weid (Galio-Carpuruzum latifolium)		
bevorzugte Nutzung	Acker	Wald	Wald
	Wald	Acker	Acker

Boden-typen	Braunerden, T. podsolig	aus Muschelkalk: Kalksteinbraunlehme, häufig mit Lößlehmkomponente, Rendzinen	aus Löß: Parabraunerden erodierte Parabraunerden	Rendzinen Kolluvium	Parabraunerden erodierte Parabraunerden Pseudogleye (nur in Muldenlagen)	Parabraunerden, erodierte Parabraunerden, an lößfreien Stellen Braunerden, Pelosole, örtlich auch schwach steuabf.	Rendzinen, Rigosole Auenrendzinen, Kolluvium Rendzinen, Rigosole	Pelosole Braunerden erodierte Parabraunerden	Pararendzinen erodierte Parabraunerden Parabraunerden	Kolluvium Braunerden, Pelosole, Rendzinen	Pararendzinen erodierte Parabraunerden Parabraunerden	Kolluvium Braunerden, Pelosole, Rendzinen	Pararendzinen erodierte Parabraunerden Parabraunerden	Rendzinen Auenrendzinen Braune Auenböden, besenreich
	örtlich Pseudogleye u. Übergänge Pelosole, Pelosol - Braunerden Tonmergelrendzinen	Wald Acker	Wald Acker	Wald Acker	Wald Acker	Weinbau Acker Weinbau	Acker	Wald, Weinbau	Acker Grünland					

Ausgangsgestein	Feransandstein, tonig gebunden	dolomithaltige Schieferone	Kalksteine	Dolomite dolomithaltige Mergelkale dolomithaltige Mergel	Kalksteine Mergel	Schieferone Mergelkale Feransandstein
	Terassen- und Flugsande	örtlich Löß	Löß	Terassen sande u. schiefer	Löß Löß Löß Löß	Terassensande u. schiefer

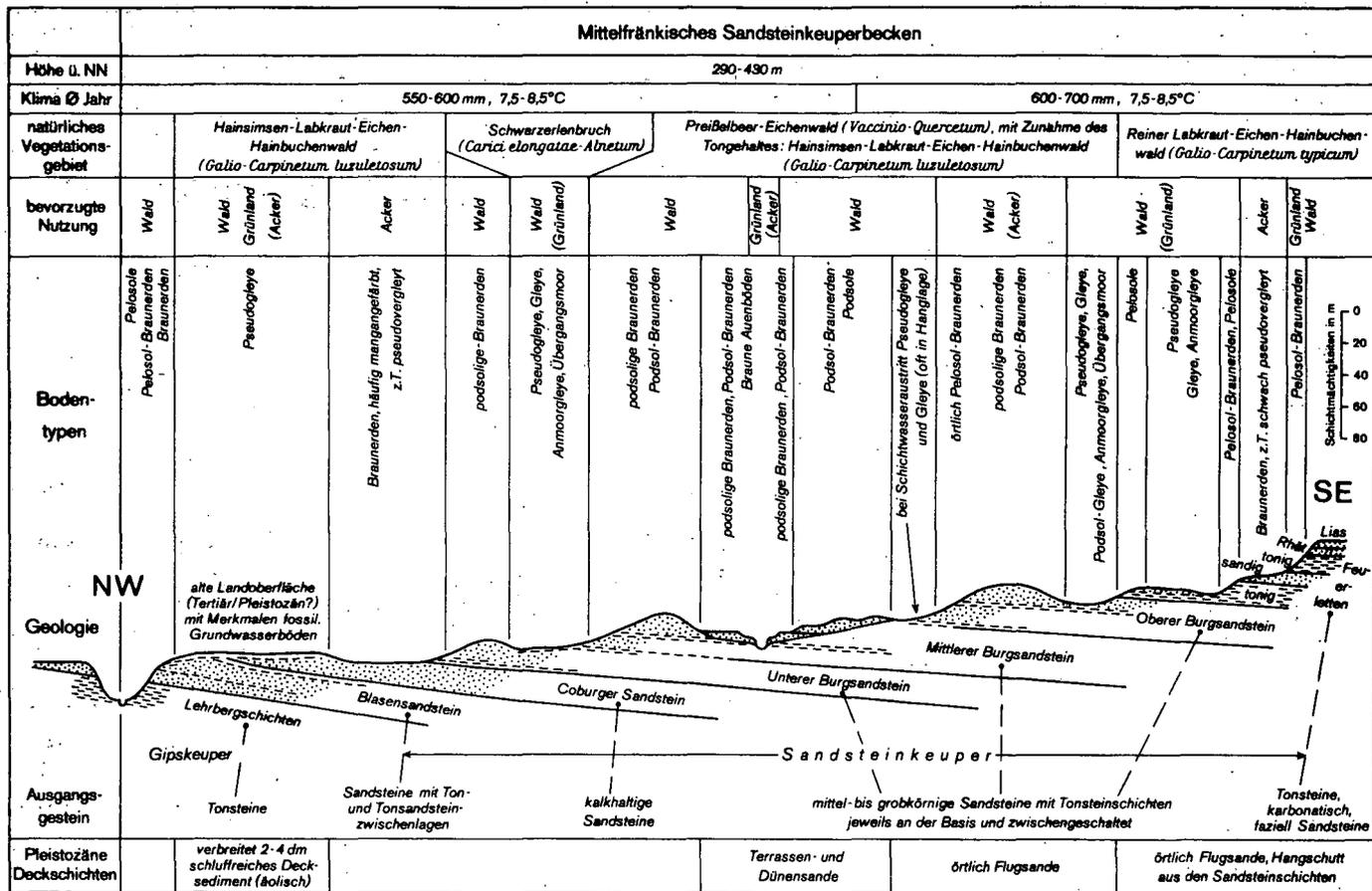
Entwurf: O. Wirthmann, Bayer. Geol. Landesamt 1971

# Profil C: Steigerwaldvorland - Steigerwald

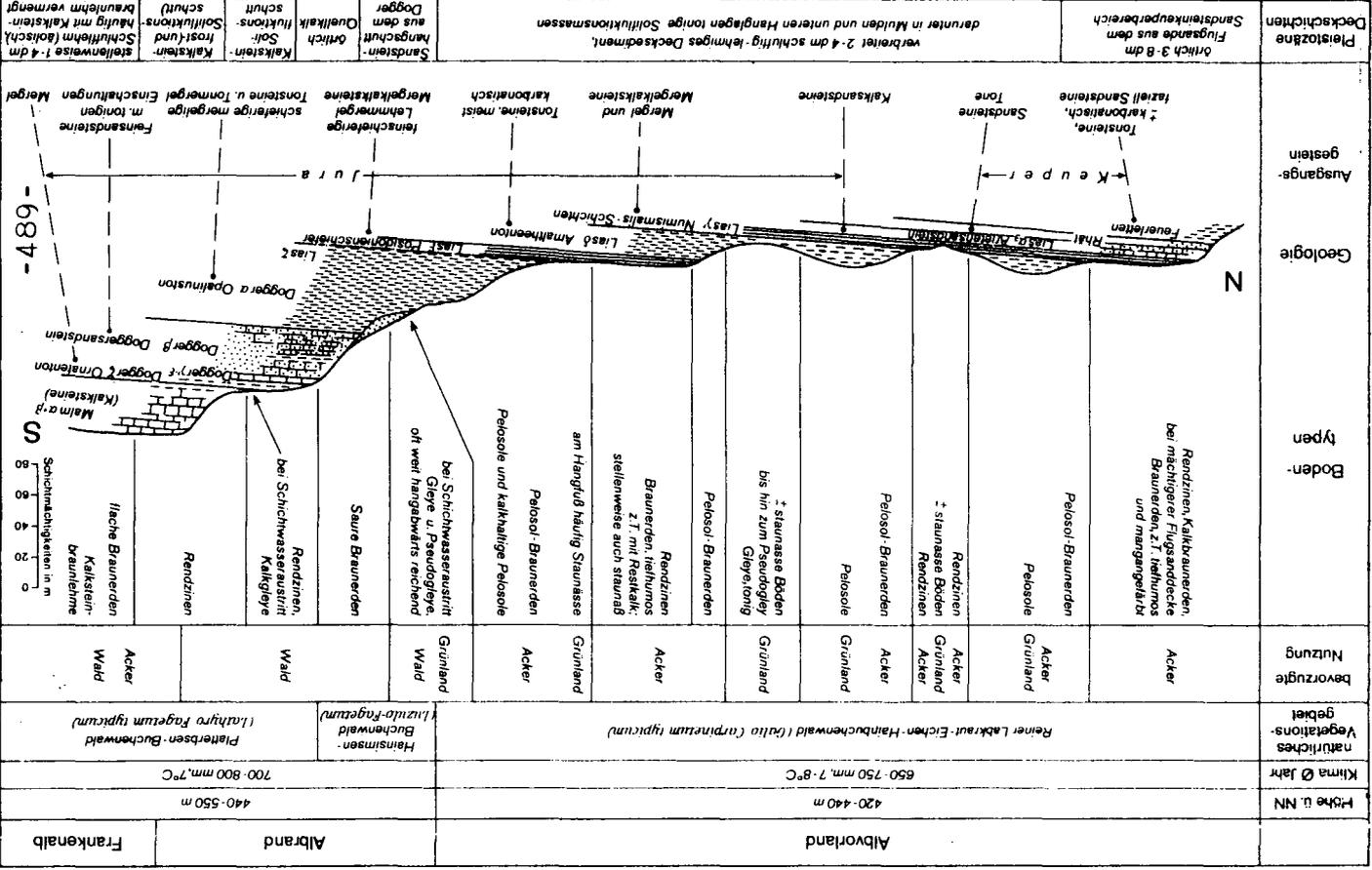
	Steigerwaldvorland				Steigerwaldanstieg				Steigerwald		
Höhe ü. NN	190-290 m				290-470 m				470-290 m (nach E und SE einfallend)		
Klima Ø Jahr	500-550 mm 8,5-9°C		550-600 mm, 8-8,5°C		600-700 mm, 8-8,5°C				750-850 mm, 7,0-7,5°C		
natürliches Vegetationsgebiet	Sternmerlen-Eichen-Hainbuchenwald ( <i>Stellario Carpinetum</i> )		Reiner Labkraut-Eich-Hainbuchenwald ( <i>Galio Carpinetum typicum</i> ), örtlich auch ohne Buche (kontinentale Rasse)				Hainsimsen-Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald ( <i>Galio Carpinetum luzuletosum</i> ) Hainsimsen-Buchenwald ( <i>Luzulo-Fagetum</i> )				
bevorzugte Nutzung	Acker (Wald)	Wald	Acker (Wald)	Grünland	Acker	Weinbau	Acker	Wald	Weinbau	Wald (Acker)	
Bodentypen	Rendzinen Saure Braunerden, örtlich Pseudogleye	Podsol-Braunerden flache Podsole, in Senken Grundwasseranschluss (Gleye)	Braunerden Rendzinen Braunerden, z.T. podsolig	Braunerde-Pseudogleye Gleye Pelosol-Pseudogleye	unter Weinbau Rigosole Pelosol-Braunerden Pelosole Tonmergelrendzinen, Kalkhaltige Pelosole Rendzinen			Ranke podsolige Braunerden Pelosol-Braunerden	Saure Braunerden, z.T. schwach pseudovergleyt	Saure Braunerden Pelosol-Braunerden, z.T. pseudovergleyt Pseudogleye	
Geologie											
Ausgangsgestein	Kalksteine Mergel	Schiefertone Mergelkalle	verbreitet 3-6 dm mächtige sandige bis lehmig-sandige Deckschichten	toniges Solifluktions- material	örtlich sandig-lehmige Deckschichten < 3 dm			Sandstein- hangschutt	örtl. lehmig-sandige Deckschichten häufig	örtlich schluffig-sandige bis schluffig-lehmige Deckschichten häufig über tonigem Unterboden	
Pleistozäne Deckschichten	Flugsande, örtl. Terrassen- sande	Dünensande									

-487

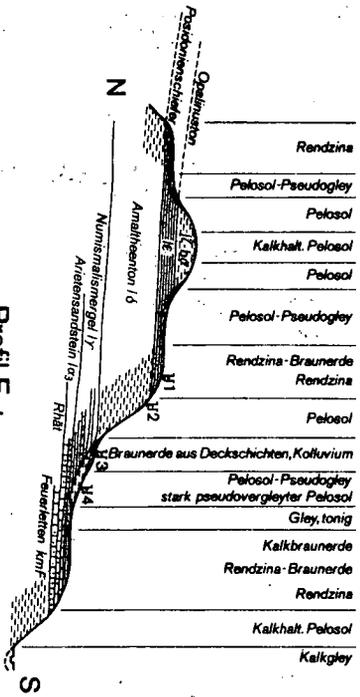
# Profil D: Mittelfränkisches Sandsteinkeuperbecken



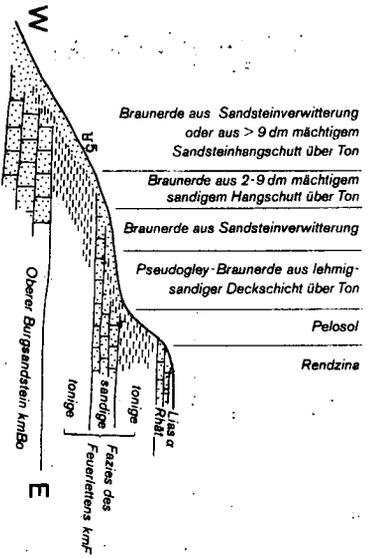
# Profil E: Alvorland-Albrand



Entwurf: O. Wittmann, Bayer. Geol. Landesamt 1971

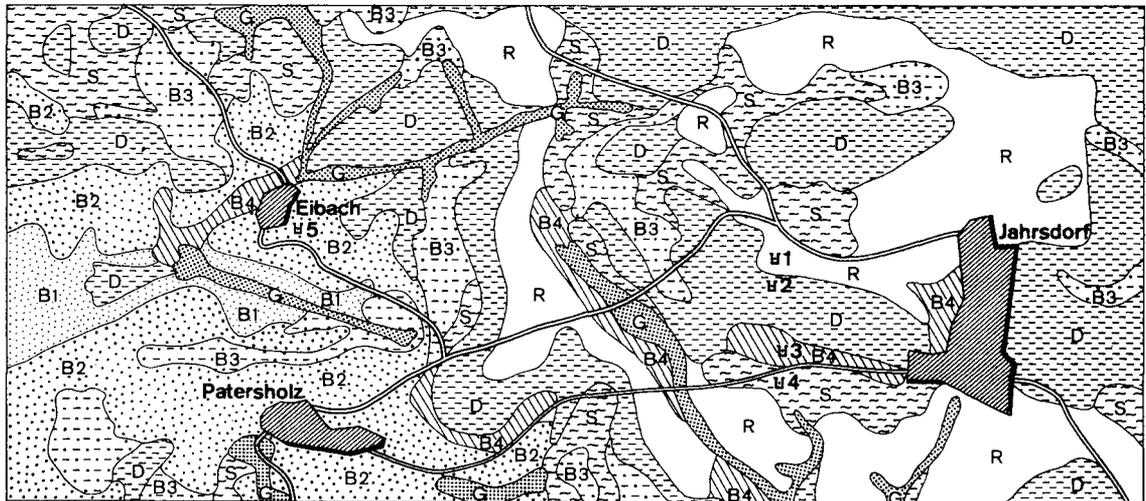


Ausschnitt aus der Bodenlandschaft des Altvorlandes



Ausschnitt aus der Bodenlandschaft des Sandsteinkuppenbeckens im Grenzbereich zum Altvorland

Entwurf: O. Wirmann, Bayer. Geol. Landesamt 1971



- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  R  | Rendzinen, Rendzina-Braunerden, Kalkbraunerden |  B4 | Braunerden aus Deckschichten (> 9 dm)                   |
|  D  | Pelosole, Pelosol-Braunerden                   |  S  | Braunerde-Pseudogleye, Pelosol-Pseudogleye, Pseudogleye |
|  B1 | Braunerden aus Flug- und Terrassensand         |  G  | Gleye   |
|  B2 | Braunerden aus Sandsteinen (des Keupers)       |  u5 | Bodenprofile  |
|  B3 | Braunerden aus Deckschichten (3-9 dm) über Ton |  |   |

### Exkursionsgebiet

Ausschnitt aus der Bodenkarte von Bayern 1: 25000 Blatt Nr. 6833 Hilpoltstein (vereinfacht)

Profil 1 R<sup>44</sup>44440 H<sup>54</sup>48605 TK 25 Blatt Nr. 6833 Hilpoltstein

Rendzina großer Entwicklungstiefe aus Posidonienschiefer (Lias Epsilon)

Ap	0 - 15 cm	dunkelbrauner (10 YR 3/3), kalkhaltiger, stark humoser, stark toniger Lehm; feinkrümeliges Gefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer
A <sub>h</sub>	15 - 30 cm	graubrauner (10 YR 4/4), kalkhaltiger, humoser, lehmiger Ton; feinpolyedrisches Gefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer
C <sub>v</sub>	30 - 42 cm	gelbgrauer (2,5 Y 4/4), lehmiger Tonmergel mit Gesteinsbitumen; feinsubpolyedrisches Gefüge; mittel durchwurzelt; Regenwürmer
C <sub>n</sub>	42 - 80 cm	grauer (5 Y 4/2), gesteinsbitumenhaltiger Lehmmergel; schieferige Primärstruktur; auf Schieferflächen durchwurzelt; Regenwürmer

Profil 2 R<sup>44</sup>44420 H<sup>54</sup>48525 TK 25 Blatt Nr. 6833 Hilpoltstein

Peloso mittlerer Entwicklungstiefe aus Amaltheenton (Lias Delta)

Ap	0 - 15 cm	dunkelgraubrauner (2,5 Y 4/4), stark humoser, schwach toniger bis toniger Lehm; bröckeliges Gefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer
P	15 - 38 cm	grauer (5 Y 5/2) und graubrauner (2,5 Y 5/6), lehmiger Ton; grobpolyedrisches Gefüge; mittel durchwurzelt (besonders in Gefügekörperzwischenräumen)
PC <sub>v</sub>	38 - 50 cm	grauer (5 Y 4/2) und ockerbrauner (10 YR 4/4), schiefergrusiger, lehmiger Ton; grobpolyedrisches Gefüge, zum Teil schieferige Primärstruktur; mittel durchwurzelt (besonders in Gefügekörperzwischenräumen)
C <sub>vn</sub>	50 - 85 cm	dunkelgrauer (5 Y 5/1) und ockerbrauner (10 YR 3/3) Schiefertone; schwach durchwurzelt

Profil 3 R<sup>44</sup>44460 H<sup>54</sup>48300 TK 25 Blatt Nr. 6833 Hilpoltstein

Pseudovergleyte Braunerde aus sandig-lehmiger über lehmig-toniger Deckschicht über fossilem Grundwasserboden

A <sub>h</sub>	0 - 10 cm	graubrauner (2,5 Y 4/2), humoser, stark lehmiger Sand mit einzelnen Mn-Fe-Konkretionen; Krümelgefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer
S <sub>w</sub> B <sub>v</sub>	10 - 78 cm	graubrauner (2,5 Y 5/6), schwach humoser, sandiger Lehm über sandigem, schwach tonigem Lehm mit Mn-Fe-Konkretionen, auf Klüftwänden humose Überzüge; dichtes bröckeliges Gefüge; mittel durchwurzelt; Regenwürmer
IIS <sub>d</sub>	78 - 105 cm	blaugrauer (2,5 Y 6/0) und braungrauer (10 YR 5/8), sandiger, lehmiger Ton mit Mn-Fe-Konkretionen bis 5 mm Ø; Kohärentgefüge; schwach durchwurzelt; Regenwürmer
IIIIG <sub>o</sub>	105 - 144 cm	hellblaugrauer (2,5 Y 6/2), graubrauner (2,5 Y 7/4) und ockerbrauner (10 YR 4/4), toniger Sand, nesterweise manganfleckig; schwach kohärentes Gefüge

Profil Nr.	Horizont	Korngrößen (ø in mm)							Organische Substanz		pH			Sorptionsverhältnisse					Kalium		Phosphor		Eisen			Mangan				
		< 2 mm in Gew. % des Feinbodens							gesamt (C-1,72)	C/N	%			Austauschbare Kationen (in % des T-Wertes)			gesamt	lact. mg	gesamt %	lact. mg	%		%		MnO (HCl 1,15) %					
		Ton	Schluff		Sand			> 2 mm (Steine/Kies) in Gew. % des Gesamtbodens			%	H <sub>2</sub> O	CaCO <sub>2</sub> 0,01m	KCl n	Austauschkapazität (T-Wert) mval	H					Ca	Mg	K	Na		Basensättigung (V-Wert) %	K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
		< 0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-0,6		0,6-2,0	gesamt							CaCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	CaCO <sub>2</sub> 0,01m	KCl n					H					
1	A <sub>p</sub>	46.0	15.4	14.5	6.2	5.1	7.6	5.2	-	5.8	10.3	10.5	7.7	7.2	7.1	36.6	0	93.4	5.3	3.3	0	100		>50	0.66	13		0.77	4.19	0.35
	A <sub>h</sub>	53.7	14.2	15.0	4.3	6.1	4.2	2.5	-	3.1	9.6	6.1	8.0	7.4	7.2	34.6	0	94.3	3.9	1.5	0.3	100		31	0.47	8		0.77	4.69	0.44
	C <sub>v</sub>	48.0	20.3	18.7	8.5	2.8	1.0	0.7	-	4.7	16.1	33.0	8.0	7.5	7.3											0.34				
	C <sub>n</sub>									6.0	29.4	48.6															0.32			
2	A <sub>p</sub>	35.7	17.0	19.8	5.4	5.0	11.2	5.9	-	4.1	10.0	-	7.0	6.7	6.4	21.7	23.0	64.1	6.0	6.9	0	77.0		50	0.39	5				
	P	62.2	17.0	16.1	0.7	0.7	1.7	1.6	-				6.6	6.4	5.3	24.7	23.1	61.1	8.5	2.8	4.5	76.9		24	0.27	<0.1				
	PC <sub>v</sub>	52.2	17.7	19.3	4.7	1.0	1.5	3.6	-				5.3	4.9	4.0	23.6	36.5	47.9	8.9	2.5	4.2	63.5		19	0.23	0.2				
3	A <sub>h</sub>	15.5	10.8	13.9	7.8	10.4	26.6	15.0	-	3.2	9.9		6.4	5.8	5.3	17.0	42.0					53.0		9		4				
	S <sub>B</sub>	21.1	11.1	12.2	6.4	9.2	25.9	14.1	-	1.3	8.8		6.8	6.0	5.7	13.6	40.4					59.6		8		1				
	S <sub>Bv</sub>	24.6	10.1	13.3	5.1	9.6	22.9	14.4	-	1.1	8.2		7.0	6.2	5.7	14.0	35.7					64.3		8		0.3				

Profil Nr.	Horizont	Mineralzusammensetzung der Fraktion < 2µ																Elementgehalte (%) der Fraktion < 2µ				Bodenphysikalische Kennwerte													
		Mont.	Verm.	sek. Chlor.	prim. Chlor.	Jll.	Kao.	Qu.	Feldsp.	Lep.	K	Na	Fe	Mg	Porengrößenverteilung (Äquival. Ø in µ in % des Gesamt-Bodenvolumens)			Gesamt-Poren-Vol. (%)	Trockenraum-gewicht	Nutzf. Feldkapazität (pF 1,8-4,2)															
		(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	Ø > 50	50-10	10-0,2			< 0,2	mm/ Horizont	mm/ Wurzelraum													
1	A <sub>p</sub>		(x)			xxxx	x	xx	(x)																										
	A <sub>h</sub>		x			xxxx	x	xx	(x)																										
	C <sub>v</sub>		x			xxxx	x	x	(x)																										
	C <sub>n</sub>		x			xxxx	x	x	(x)																										
2	A <sub>p</sub>		(x)			xxx	xx	(x)	(x)																										
	P		x			xxxx	xx	(x)	(x)																										
	PC <sub>v</sub>		x			xxxx	xx	(x)	(x)																										
3	A <sub>h</sub>		x			xxxx	xx	(x)	(x)																										
	PC <sub>v</sub>		x			xxxx	xx	(x)	(x)																										

(x) Spuren | x < 10% | xx 10-30% | xxx 30-50% | xxxx > 50%

\*) berechnete Werte

Profil 4

R<sup>44</sup>44440 H<sup>54</sup>48190

TK 25 Blatt Nr. 6833 Hilpoltstein

Stark pseudovergleyter Pelosol aus toniger Solifluktionsschicht aus Amaltheenton-Verwitterung (Lias Delta), im Unterboden zusätzlich Hangwasser

S <sub>wh</sub>	0 - 6 cm	dunkelgraubrauner (10 YR 3/2), stark rostfleckiger, sehr stark humoser, toniger Lehm; feinsubpolyederisches Gefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer
A <sub>hw</sub>	6 - 21 cm	dunkelgraubrauner (2,5 YR 3/2), stark rostfleckiger, sehr stark humoser Ton; prismatisch-subpolyedrisches Gefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer
PS <sub>wd</sub>	21 - 51 cm	dunkelgrauer (10 YR 4/2), rostfleckiger, stark humoser Ton, ab 40 cm manganfleckig; grobes prismatisch-polyedrisches Gefüge; mittel durchwurzelt; Regenwürmer
PS <sub>d</sub>	51 - 77 cm	blaugrauer (5 Y 4/1), rostfleckiger, humoser, sandiger, lehmiger Ton mit nesterweise angereicherten Mn-Fe-Konkretionen; grobes Polyedergefüge; vereinzelt durchwurzelt; Regenwürmer
S <sub>d1</sub>	77 - 115 cm	hellblaugrauer (5 Y 4/1), rostfleckiger, schwach humoser, lehmiger Ton mit Mn-Fe-Konkretionen; grobes Polyedergefüge; vereinzelt durchwurzelt; Regenwürmer
S <sub>d2</sub>	115 - 130 cm	blaugrauer (2,5 Y 5/0) und ockerbrauner (10 YR 5/6), rostfleckiger, sehr schwach kalkhaltiger, sehr schwach humoser, schwach steiniger (Mergelkalke des Lias Gamma), lehmiger Ton mit Mn-Fe-Konkretionen; Kohärentgefüge

Profil 5

R<sup>44</sup>42820 H<sup>54</sup>48690

TK 25 Blatt Nr. 6833 Hilpoltstein

Braunerde aus sandiger Deckschicht (Hangschuttverwitterung aus der sandigen Fazies des Feuerlettens) über Feuerletten

A <sub>p</sub>	0 - 22 cm	braungrauer (7,5 YR 4/2), schwach humoser, sehr schwach kiesiger Sand; Einzelkorngefüge; stark durchwurzelt
B <sub>v</sub>	22 - 45 cm	rötlichgraubrauner (5 YR 5/6), sehr schwach kiesiger Sand; Einzelkorngefüge; mittel durchwurzelt
BC	45 - 80 cm	hellbraungrauer (5 YR 6/3), sehr schwach kiesiger Sand mit rötlichbraunen, schwach tonigen Bändern, Einzelkorngefüge; schwach durchwurzelt
C <sub>v</sub>	80 - 125 cm	hellbräunlichgrauer (7,5 YR 6/2) Sand mit grauen Manganflecken; Einzelkorngefüge
IIC <sub>v</sub>	125 - 145 cm	braunroter (2,5 YR 4/4), schwach toniger Sand; Einzelkorngefüge
IIIC <sub>v</sub>	145 - 150 cm	grünlichgrauer (5 Y 6/3) und braunroter (2,5 YR 4/2) Ton; Kohärentgefüge

Profil Nr.	Horizont	Korngrößen (φ in mm)							Organische Substanz		Carbo- nate	pH			Sorptionsverhältnisse					Kalium		Phosphor		Eisen			Mangan						
		< 2 mm in Gew. % des Feinbodens							gesamt (C 1,72)	C/N	% CaCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub> 0,01M	KCl n	Austauschbare Kationen (in % des T-Wertes)					K <sub>2</sub> O gesamt %	K <sub>2</sub> O lact. mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gesamt %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> lact. mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (HCl 1,15) %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (oxal.) %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (dith.) %	MnO (HCl 1,15) %						
		Ton	Schluff		Sand		> 2 mm (Steine, Kies) in Gew. % des Gesamt- bodens	Austausch- Kapazität (T-Wert) mval							H	Ca	Mg	K	Na									Basen- sättigung (V-Wert) %					
		< 0,002	0,002- 0,006	0,006- 0,02	0,02- 0,06	0,06- 0,2	0,2-0,6	0,6-2,0																									
4	S <sub>4h</sub>								16,4	10,2		6,5	6,2	6,0	54,2	0,9	88,9	9,1	0,9	0,2	99,1		15	0,40	4								
	A <sub>4h</sub>	66,8	13,4	9,5	2,5	1,8	4,2	1,8	-	11,5	9,5	6,3	6,0	5,7	48,2	3,5	87,4	7,7	0,8	0,6	96,5		11	0,38	2								
	PS <sub>4d</sub>	68,4	12,7	7,7	2,8	2,2	4,7	1,5	-	4,4	8,9	6,5	6,1	5,6	39,1	4,6	86,7	7,9	0,8	0	95,4		10	0,30	0,1								
	PS <sub>4d1</sub>	49,1	8,7	9,5	5,7	5,6	15,0	6,4	-	2,0		6,9	6,3	5,6	26,6	9,4	83,1	6,4	1,1	0	90,6			0,32									
	S <sub>4d2</sub>	56,7	10,4	11,6	3,6	4,0	10,1	3,6	-	1,3		-	7,0	6,5	5,7																		
	S <sub>4d2</sub>	54,3	13,2	13,2	7,1	3,2	4,3	4,7	-	0,7		7,6	7,1	6,9																			
5	A <sub>5p</sub>	2,9	0,2	3,5	2,0	12,7	53,7	25,0	-	1,3	11,3	5,1	4,3	4,0	5,5	69,1						30,9		15	0,18	11	0,46	0	0,30				
	B <sub>5p</sub>	1,7	0,8	1,7	0,7	8,7	50,5	35,9	-	0,3	8,3	4,9	4,1	4,0	3,8	65,8						34,2		3	0,20	14	0,44	0	0,17				
	BC <sub>5p</sub>	1,1	0,8	2,3	2,0	13,1	52,0	28,7	-			5,0	4,1	4,1	3,0	66,7						33,3		3	0,21	7	0,40	0	0,22				
	C <sub>5p</sub>	0,9	0,6	1,5	1,5	8,4	59,4	27,7	-			5,2	4,4	4,4	2,6	30,8						70,2											

- 495 -

Profil Nr.	Horizont	Mineralzusammensetzung der Fraktion < 2 μ																Elementgehalte (%) der Fraktion < 2 μ				Bodenphysikalische Kennwerte												
		Mont.		Verm.	sek. Chlor.	prim. Chlor.	Jil.	Kao.	Qu.	Feldsp.	Lep.	K	Na	Fe	Mg	Porengrößenverteilung (Aequiv. Ø in μ in % des Gesamt-Bodenvolumens)				Gesamt-Poren-Vol. (%)	Trocken-raum-gewicht	Nutzb. Feldkapazität (pF 1,8-4,2)												
		> 50	< 1,8	50-10	1,8-2,5	10-0,2	0,2-2,5	0,2-4,2	> 4,2	mm/ Horizont	mm/ Wurzels- raum																							
4	S <sub>4h</sub>	(x)	x			xxx	xx	(x)	(x)																									
	A <sub>4h</sub>	(x)	xx			xx	xx	(x)	(x)																									
	PS <sub>4d</sub>	(x)	x			xx	xx	(x)	(x)																									
	PS <sub>4d1</sub>	(x)	xx			xx	xx	(x)	(x)		2,01	0,21	4,89	0,79																				
	S <sub>4d2</sub>	(x)	x			xxx	xx	x	(x)																									
	S <sub>4d2</sub>	(x)	x			xxx	xx	xx	(x)																									
5	A <sub>5p</sub>																																	
	B <sub>5p</sub>																																	
	BC <sub>5p</sub>																																	
	C <sub>5p</sub>																																	

(x) Spuren | x < 10% | xx 10-30% | xxx 30-50% | xxxx > 50%

\*) berechnete Werte

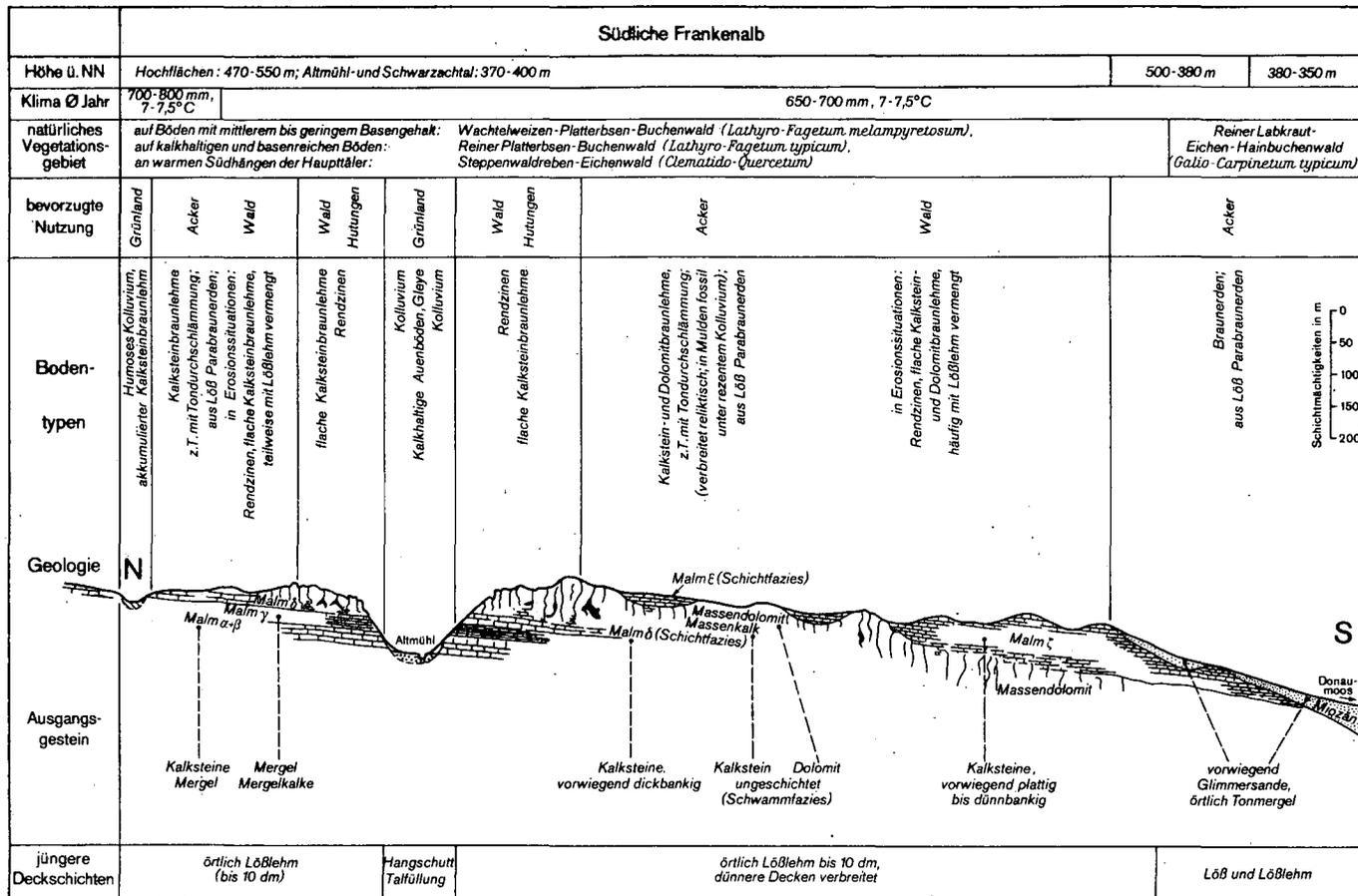
Aus konkretionsreichen Horizonten der Profile 3 und 4 wurde die Fraktion  $> 60 \mu$  abgesiebt und aus ihr von Hand 2 Arten von Konkretionen ausgelesen und getrennt analysiert: 1.) runde, 0,5 - 5 mm große, schwarzbraune Konkretionen und 2.) abgeschliffene (transportierte), meist flache rostbraune bis zu 5 mm große Geodenbruchstücke. Außer diesen wurden die verbleibenden Fraktionen  $> 60 \mu$  und  $< 60 \mu$  analysiert.

Die Konkretionen unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung von den Geodenbruchstücken durch einen wesentlich höheren Mn-Gehalt und einem geringen Fe-Gehalt sowie durch einen wesentlich höheren  $Fe_o/Fe_d$ -Quotienten, der sogar über dem der Matrix liegt. Durch diese Unterschiede geben sich - wie zu erwarten - die konkretionären Geodenbruchstücke deutlich als etwas genetisch verschiedenes zu erkennen. Es wird vermutet, daß die Konkretionen in situ entstanden sind. Die Unterschiede im  $Fe_o/Fe_d$  können hier jedoch nicht, wie in anderen Fällen (BLUME u. SCHWERTMANN 1969), durch einen unterschiedlichen C-Gehalt erklärt werden.

Profil	Horizont	Tiefe (cm)	Fraktion	$Fe_d$ $Fe_o$		$Fe_o/Fe_d$	Mnd [% Mn]	C <sub>t</sub> %
				[% Fe]				
3	S <sub>w</sub> B <sub>v</sub>	20-40	$< 60 \mu$ $> 60 \mu$ Konkr. Geod.	3,0	0,80	0,26	0,23	1,23
				1,3	0,24	0,19	0,12	n.b.
				10,5	4,4	0,42	5,0	0,63
				24,0	1,6	0,067	1,8	0,59
3	S <sub>w</sub> B <sub>v</sub>	55-72	$< 60 \mu$ $> 60 \mu$ Konkr. Geod.	2,95	0,80	0,27	0,19	1,13
				1,1	0,24	0,22	0,12	n.b.
				9,5	4,4	0,45	4,3	0,59
				24,5	1,6	0,065	1,8	0,66
4	PS <sub>wd</sub>	21-51	$< 60 \mu$ $> 60 \mu$ Konkr.	2,5	0,70	0,28	0,04	n.b.
				2,6	1,1	0,43	0,21	n.b.
				18,5	11,0	0,60	6,2	n.b.



# Profil F: Südliche Frankenaib



-498-

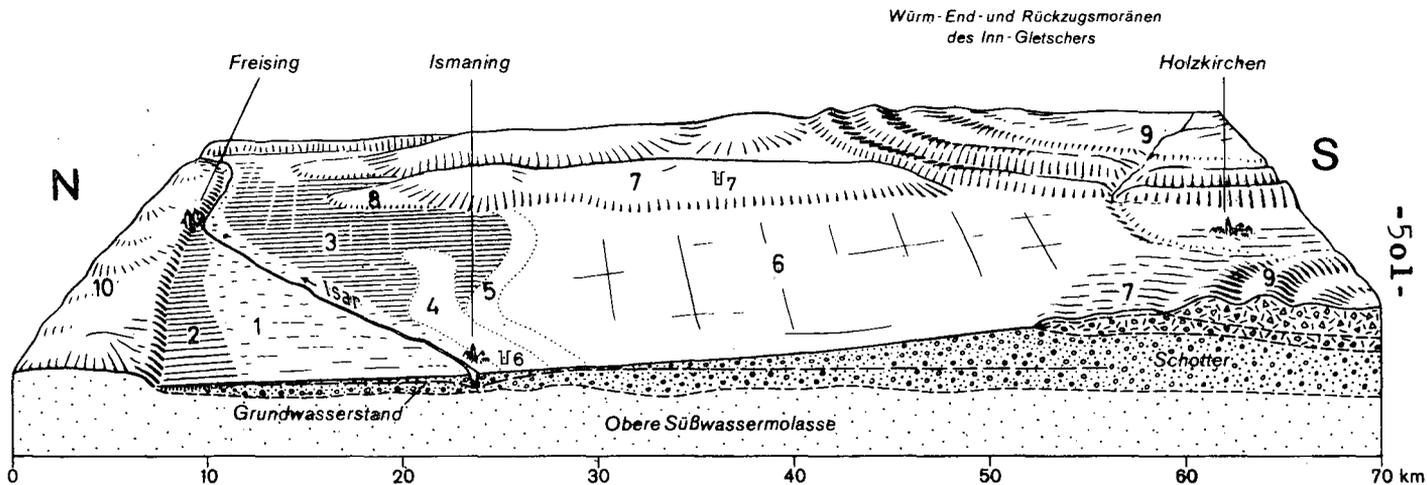
# Profil G: Tertiärhügelland

	Donau-Paar-Alluvium		Tertiärhügelland			Münchener Schotterebene	
Höhe ü. NN	365 m		404 m	513 m	440 m	460 m	
Klima Ø Jahr	650 mm, 7,5-8,0°C		650-750 mm, 6,5-8,0°C				
natürliches Vegetationsgebiet	<p>Auwälder</p> <p>Ulmen-Eschen- (<i>Quercus/Alnus minoris</i>)</p> <p>Erlen-Eschen- (<i>Prunus/Fraginetum</i>)</p>		<p>Eichen-Hainbuchenwald (<i>Galio-Carpinetum</i>)</p> <p>Mergel-Lößböden: <i>Galio-Carpinetum typicum</i></p> <p>basenarme Kies-Sand- und Lehmböden: <i>Galio-Carpinetum luzuletosum</i></p> <p>Hainsimsen-Buchenwald (<i>Luzulo-Fagetum</i>)</p> <p>Waldmeister-Tannen-Buchenwald (<i>Asperulo-Fagetum</i>) (höhere, niederschlagsreiche Lagen)</p> <p>Erlen-Eichen-Auwald (<i>Pruno-Fraginetum</i>) (in Tälern)</p>			Kalk-Flachmoor ( <i>Toftia-dietalia</i> )	
	bevorzugte Nutzung	Acker (Auwald)	Grünland, Wald (Acker)	Acker (Hopfenbaugebiet Hallertau)			Grünland
Bodentypen	<p>Grauer und Brauner Kalkauböden (<i>Kalkpaterria</i>)</p> <p>Gleye</p> <p>Amnorigleye</p> <p>Niedermoor (Donnaunmoos)</p> <p>Podsol-Gleye</p>		<p>Parabraunerden und Ackerbraunerden aus Löß ± pseudovergleyt (1)</p> <p>Hangpseudogley bzw. gley aus Löß über Tertiärton und -mergel (wo Lößlehm-Deckschichten erodiert → Pelosole) (2)</p> <p>Humoses Lößlehm-Kolluvium ± vergleyt (3)</p> <p>Braunerden, z.T. podsoliert aus Tertiärsand und -kies (4)</p> <p>Gleye und Niedermoor in den größeren Tälern</p>			Kalkenmoorigleye Niedermoor	
	<p>N</p> <p>(Ingoistadt) Donau</p> <p>Paar</p> <p>Ilm</p> <p>(Allershausen) Amper</p> <p>(Eching)</p> <p>S</p>						
Geologie und Ausgangsgestein	<p>Niederterrassenschotter z.T. mit holozäner Auenlehmedecke</p> <p>Kalk-Schluff u. Sand über Kalk-Schotter (alpine Herkunft)</p> <p>Tone, Sande und Quarzschotter aus dem Tertiärhügelland</p>		<p>Lagerungsverhältnisse und Böden innerhalb eines typischen S-N verlaufenden asymmetrischen Tales</p> <p>W</p> <p>E</p> <p>Quarz-Schotter und Sand mit Ton- und Mergel-Zwischenlagen (Obere Süßwassermolasse)</p> <p>Kalk-Schotter, z.T. Alm</p>				
	<p>1-4: Böden, vgl. Spalte „Bodentypen“</p>						

## Profil H: Münchener Schotterebene

Nr.	Landschaftseinheit	Ausgangsgestein	Höhe in m U.NN	Klima		Natürliche Vegetation	Bevorzugte Nutzung	Verbreitetste Bodentypen
				Niedersch. mm Ø/J	Temp. °C Ø/J			
1	Junge Isarablagerungen	Kalkschotter, Auelehm (Kalk-Sande u. Schluffe)	440	750	7,5	Fingerkraut-Kiefern-Eichenwald ( <i>Potentilla-Quercetum</i> ) i.d. Flußaue <i>Quercus-Ulmetum</i> und <i>Alnetum incanae</i>	Acker (Auwald)	Mullrendzina Auenrendzina Kalkauboden (Kalkpaternia)
2	Dachauer Moos	Kalkschotter, Karbonatanteil >80%, davon etwa die Hälfte Dolomit	nach Süden zunehmend	nach Süden zunehmend	nach Süden abnehmend	Kalk-Fischmoor ( <i>Tofeldietalia</i> ), mit absinkendem Grundwasserstand Erlen-Eschen-Auwald ( <i>Pruno-Frazinetum</i> ) und Erlen-Ulmen-Auwald ( <i>Quercus-Ulmetum</i> )	Grünland, (nach Dränung Acker)	Kalkreiches Niedermoor
3	Erdinger Moos						Acker (Kohlbau)	
4	Almzone						Grünland (Acker)	Anmoorgley
5	Anmoorzone							
6	Schotterflächen mit tiefliegendem Grundwasser		680	1200	7,0	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald ( <i>Galio-Carpinetum</i> ), mit zunehmenden Niederschlägen nach S übergehend in Hainsimsen-Buchenwald ( <i>Luzulo-Fagetum</i> )	Acker Wald nach S zunehmend Grünland	Parabraunerde (unter Wald), Ackerbraunerde und (Kult-) Rendzina
7	Altmoräne (Rißzeit)	Löß- und Lößlehmdecken (-4 m) über Grundmoräne bzw. Schotter				Hainsimsen-Buchenwald ( <i>Luzulo-Fagetum</i> )	Acker Grünland (Wald)	Ackerbraunerden, Pseudogley-Braunerden und Pseudogley z.T. tiefhumos (vgl. II 7)
8	Hochterrasse (Rißzeit)							
9	Jungmoräne (Würmeiszeit)					siehe Profil J		
10	Tertiärhügel-land					siehe Profil G		

-500-



Blockbild der östlichen Münchener Schotterebene, schematisiert, im geologischen Profil stark überhöht  
 Entwurf: Th. Diez, Bayer. Geol. Landesamt 1971

Profil 6

R<sup>44</sup>76830 H<sup>53</sup>42780

TK 25 Blatt Nr. 7736 Ismaning

Mullrendzina (mit kolluvialem A-Horizont) aus Almkalk

- A<sub>P</sub> 0 - 18 cm dunkelgrauer ( 10 YR 4/1), stark humoser, lehmiger Kalkschluff; krümeliges, lockeres Gefüge; einzelne ortsfremde Gerölle
- A<sub>h</sub> 18 - 45 cm dunkelgrauer ( 10 YR 4/1), humoser, lehmiger Kalkschluff; feinpolyedrisches Gefüge, schwach verdichtet; stark durchwurzelt, >200 Regenwürmer /qm
- C<sub>v</sub> 45 - 100 cm+ grauweißer ( 10 YR 8/2) Almkalk, körnig, mürb, schluffig zerreibbar, \*) Gefüge sehr locker, porös; Humuseinmischung auf Wurm- und Wurzelröhren; Durchwurzlung gering; unregelmäßig zwischengelagerte, schwach humose bis torfige Bändchen; zahlreiche Schneckenschalen
- \*) im tieferen Untergrund schwach rostfleckig;

Profil 7

R<sup>44</sup>89300 H<sup>53</sup>41700

TK 25 Blatt Nr. 7737 Altenerding

Humoser Pseudogley aus LÖB über Rißmoräne, tiefgründig

- S<sub>w</sub>A<sub>p</sub> 0 - 24 cm stark dunkelgrauer ( 5 YR 3/1), stark humoser, schluffiger Lehm; krümelig bis feinpolyedrisches Gefüge
- A<sub>h</sub>S<sub>d</sub> 24 - 36 cm schwarzer ( 5 YR 2/1), stark humoser, eisenschüssiger, schluffiger toniger Lehm; polyedrisches Gefüge, mittlere Durchwurzlung
- S<sub>d</sub> 36 - 100 cm hell-olivbrauner ( 2,5 Y 5/6), schwach humoser, eisenschüssiger schluffiger Lehm, hellgrau gefleckt ( 10 YR 7/1); Neigung zu Prismengefüge, Humusanreicherungen in Wurmröhren und Wurzelgängen, schwache Durchwurzlung

Profil Nr.	Horizont	Korngrößen (ø in mm)							Organische Substanz		Carbodate			pH			Sorptionsverhältnisse					Kalium		Phosphor		Eisen			Mangan	
		< 2 mm in Gew. % des Feinbodens							gesamt (C-1,72)	C/N	%	H <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub> 0,01m	KCl n	Austauschbare Kationen (in % des T-Wertes)					K <sub>2</sub> O gesamt %	K <sub>2</sub> O lact. mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gesamt %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> lact. mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (HCl) 1,15 %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (oxal.) %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (dith.) %	MnO (HCl 1,15) %			
		Ton	Schluff		Sand		> 2 mm (Steine/Kies) in Gew. % des Gesamt- bodens	Austausch- Kapazität (T-Wert) mval							H	Ca	Mg	K	Na									Basen- sättigung (V-Wert) %		
6	A P h C v	<0,002	0,002- 0,006	0,006- 0,02	0,02- 0,06	0,06- 0,2	0,2-0,6	0,6-2,0	7.7	9.2	78.8	7.7	7.4	7.4									20			25				
									2.9	9.9	91.3	7.9	7.5	7.9								4			7					
											>96	8.2	7.6	8.8								2			2					
7	S A h S d	19.3	9.8	24.1	33.5	8.8	2.5	2.0	-	7.9	13			5.3	31.2	32	58	8	1	1	68		10			6.5				
		28.5	7.5	25.2	31.2	5.9	1.0	0.7	-	4.4	25			5.5	25.8	16	66	17	>1	1	84		2			1.3				
		23.9	5.7	26.3	35.9	7.1	0.6	0.5	-	0.44	10			5.7	16.6	22	52	25	>1	1	78		2			1.8				

Profil Nr.	Horizont	Mineralzusammensetzung der Fraktion < 2 µ												Elementgehalte (%) der Fraktion < 2 µ				Bodenphysikalische Kennwerte							
		Mont.	Verm.	sek. Chlor.	prim. Chlor.	Jll.	Kao.	Qu.	Feldsp.	Lep.	K	Na	Fe	Mg	Porengrößenverteilung (Äquival. Ø in µ)				Gesamt-Poren-Vol. (%)	Trocken-raum-gewicht	Nutzb. Feldkapazität (pF 1,8 - 4,2)				
															Ø > 50 µ	50-10 µ	10-0,2 µ	< 0,2 µ			mm/	Wurzel-raum			
6	A P h C v														22.1	5.2	20.7	13.9	61.9	1.01	47	} 129 336			
														12.1	4.8	25.5	15.1	57.5	1.11	82					
														23.7	7.4	30.3	4.4	65.8	0.94	207					
7	S A h S d														7.0	3.1	27.2	16.7	54.0	1.15	73	} 210			
														2.6	0.6	22.0	19.3	44.5	1.42	27					
														2.7	0.8	16.3	16.5	36.3	1.62	110					

(+) Spuren | ± < 10% | xx 10-30% | xxx 30-50% | xxxx > 50%

\*) berechnete Werte



EXKURSIONSTAG: C 1 : 4.9.1971  
und  
C 2 : 15.9.1971

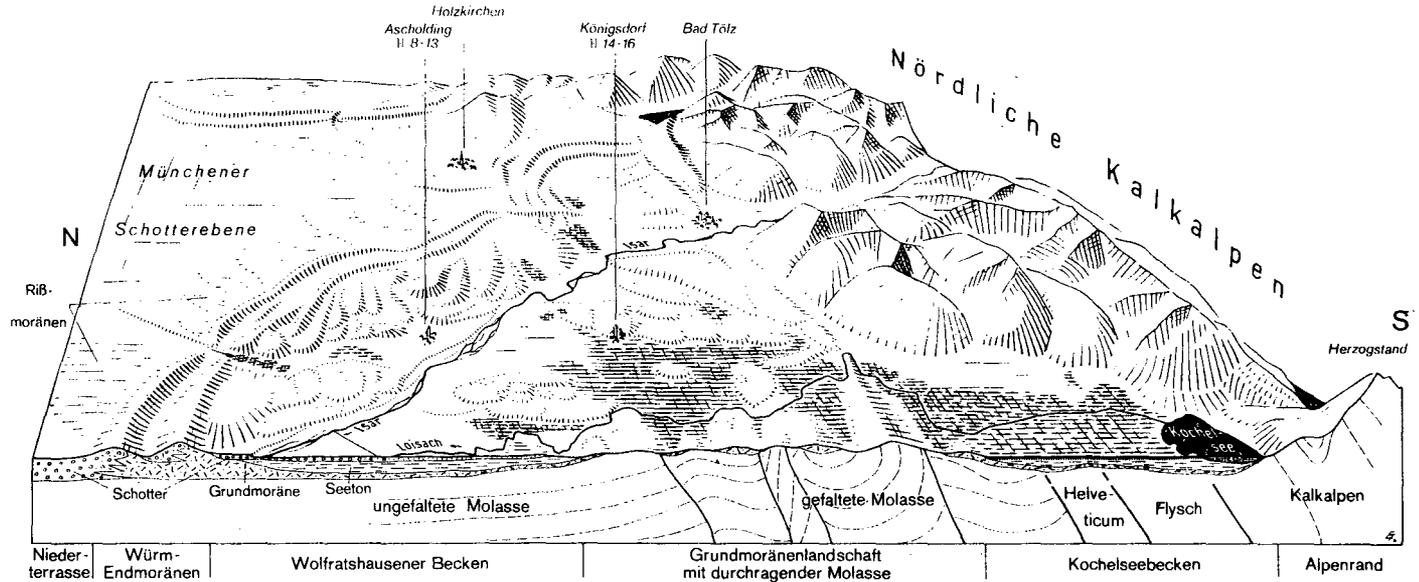
ALPEN - VORLAND  
NÖRDLICHE KALKALPEN



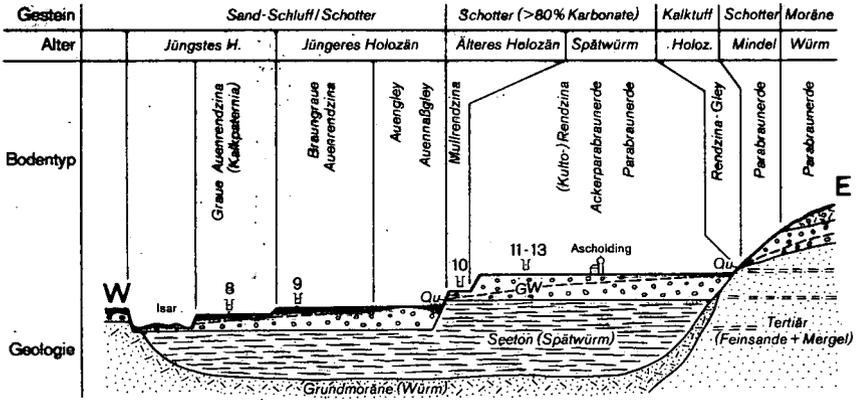
-507-

## Profil I: Alpenvorland

Landschafts-einheit	Terrassen	End- und Rückzugsmoränen	Gletscher-Zungenbecken	Gletscher-Stambecken	Kalkalpen
Orte auf der Exkursionsroute	Grünwald	Straßlach-Deining	Wolfratshausener Becken: spät- bis postglaziale Terrassenlandschaft der Isar bei Ascholding, Moore bei Königsdorf-Penzberg	Kochelsee-Becken	Herzogstand
Alter der Landoberfläche	<p>Ende Hochglazial (~ 20000 v. h.) → Eisrückzug im ausgehenden Würm-Hochglazial → Beginn Spätglazial (~ 17000 v. h.)</p> <p>Auffüllung der Becken im Spätglazial Einschneidung der Flüsse im Postglazial</p>				Spät- und Postglazial
Höhe ü. NN	630 m	650-670 m	570-600 m	600 m	1730 m
Klima	<p>1000 ← Mittlere Jahresniederschlagsmenge (mm) → 1400</p> <p>7,0-7,5 ← Jahresmittel der Lufttemperatur (°C) → 6,0-6,5</p>				~ 2000 < 4
natürliches Vegetations-gebiet	Hainsimsen-Buchenwald ( <i>Luzulo Fagetum</i> ) u. Waldmeister-Tannen-Buchenwald ( <i>Asperulo Fagetum</i> ) mit Orchideen-Buchenwald ( <i>Cariici Fagetum</i> )		Isar-Aue: Praealpiner Schneeheide-Kiefernwald ( <i>Dorycnio-Pinetum</i> ) Täler mit hochstehendem Grundwasser: Erlen-Eschen-Wald ( <i>Pruno-Fru.rinetum</i> ) gegen Süden in Grauerlen-Auenwald ( <i>Alnetum incanae</i> ) übergehend; Kalk-Flachmoor ( <i>Tofieldietalia</i> ), Schwarzerlenbruch ( <i>Urtici elongatae Alnetum</i> ), Hochmoor ( <i>Sphagnion fusci</i> ) und Kiefernmoor ( <i>Vaccinio idiginosi-Mugetum</i> ) mit Schlenken u. Zwischenmoorgesellschaften		vgl. Profil K
bevorzugte Nutzung	Acker, Wald	Grünland, Wald (Acker)	Grünland, Streuwiesen, Torfgewinnung, Wald (Acker nach S allmählich verschwindend)		Wald (Almweiden)
Bodentypen	Parabraunerden, Ackerbraunerden, (Kulto-) Rendzinen (Moränen, ältere und mittlere Terrassen) Mullrendzinen, Auenrendzinen (jüngere Terrassen u. Talaue der Isar) Gleye, Naß- und Anmoorgleye, Niedermoor, Hochmoor (Loisachtal, verlandete Seebecken)				Rohböden, Rendzinen, Braunlehme (vgl. Profil K)

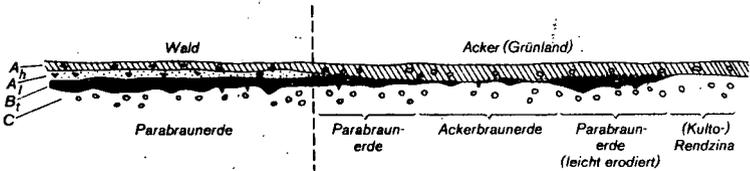


Blockbild des vom würmeiszeitlichen Isar-Vorlandgletscher geprägten Alpenvorlandes (Profil schematisiert und stark überhöht).  
Entwurf: Th. Diez, Bayer. Geol. Landesamt 1971



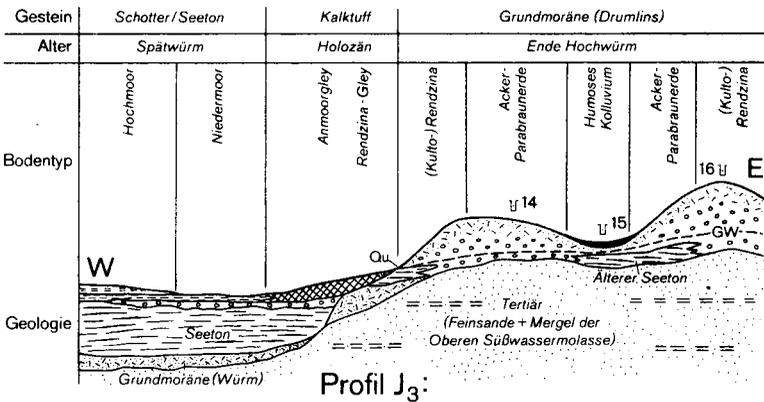
**Profil J<sub>1</sub>:**

Terrassenlandschaft der Isar im Wolfratshausener Becken  
Querprofil bei Ascholding (schematisiert)



**Profil J<sub>2</sub>:**

Die Bodengesellschaft der spätwürmglazialen Terrasse  
in Abhängigkeit von der Bodennutzung



Drumlin-Grundmoränenlandschaft im Wolfratshausener Becken  
 Querprofil bei Königsdorf (schematisiert)

Entwurf: Th. Diez Bayer. Geol. Landesamt 1971

Graue Auenrendzina aus jüngsten, schluffig-sandigen Isarablagerungen

O	3 cm	Wurzelfilz und Moder
A <sub>h</sub>	0 - 10 cm	dunkelgrauer, humoser Kalk-Schluffsand; Regenwürmer
AC	10 - 30 cm	grauer, schwach humoser Kalk-Schluffsand; Einzelkorngefüge, Regenwürmer
G <sub>o</sub> C	30 - 50 cm+	hellgrauer Kalksand; Einzelkorngefüge; schwach rostfleckig (Wurzelröhren); einzelne Regenwürmer

Braungraue Auenrendzina aus jungholozänen, sandig-schluffigen Isarablagerungen

A <sub>h</sub>	0 - 15 cm	dunkelbraungrauer (10 YR 4/2), stark humoser, lehmiger Kalkschluff; krümeliges Gefüge, stark durchwurzelt; Regenwürmer
AC	15 - 23 cm	braungrauer (10 YR 5/3), humoser Kalkschluff bis -feinsand; schwach krümeliges Gefüge, stark durchwurzelt; Regenwürmer
C <sub>v</sub>	23 - 35 cm	bläulichbrauner (10 YR 6/3), schluffiger Kalk-Feinsand; ungegliedert; mittel durchwurzelt; Regenwürmer
CG <sub>o</sub>	35 - 130 cm	bläulichbrauner (10 YR 6/3) bis hellgelbgrauer (10 YR 7/2) Kalkschluff und -feinsand schwach rost- und graufleckig; ungegliedert; schwach, nach unten abnehmend durchwurzelt; Schneekenschalen, Regenwürmer
CG <sub>r</sub>	130 - 140 cm+	sandiger Kies (Kalkschotter)

Mullrendzina aus postglazialen Schottern der Isar

A <sub>h</sub>	0 - 15 cm	schwarzer (10 YR 2/1), kalkhaltiger, stark humoser, kiesig-sandiger, schluffiger Lehm; feinsubpolyedrisches Gefüge; stark durchwurzelt
C <sub>v</sub>	15 - 25 cm	braungrauer, schwach humoser, stark sandiger Kies (Kalkschotter); stark durchwurzelt
C <sub>n</sub>	25 - 300 cm+	Kalkschotter (oben grob, nach unten im Wechsel mit Feinkies und Sand)

Profil Nr.	Horizont	Korngrößen (ø in mm)							Organische Substanz		Carbonate	pH			Sorptionverhältnisse					Kalium		Phosphor		Eisen			Mangan											
		< 2 mm in Gew. % des Feinbodens							gesamt (C-1,72)	C/N	% (CaCO <sub>3</sub> )	Austausch Kapazität (T-Wert) mval			Austauschbare Kationen (in % des T-Wertes)					K <sub>2</sub> O gesamt %	K <sub>2</sub> O fact. mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gesamt %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> fact. mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (HCl 1,15) %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (oxal.) %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (dith.) %	MnO (HCl 1,15) %											
		Ton	Schluff		Sand			H <sub>2</sub> O				CaCl <sub>2</sub> 0,01m	KCl n	H	Ca	Mg	K	Na																				
		< 0,002	0,002- 0,005	0,005- 0,02	0,02- 0,06	0,06- 0,2	0,2-0,6		0,6-2,0																													
8	A <sub>b</sub> AC	3.1	1.2	8.2	22.3	21.9	25.1	18.2	5	3.7	16.5	87																										
		1.5	2.5	5.1	15.9	34.7	35.6	4.7	1	1.3			97																									
9	A <sub>b</sub>	16.7	11.8	29.3	35.3	6.8	1.4	0.7	-	7.3	9.9	71																										
10	A <sub>b</sub>	25.3	9.9	15.6	17.6	8.7	6.4	16.5	52	15.2	9.4	41																										

(Kult-) Rendzina aus spätglazialen Schottern der Isar

A <sub>P</sub>	0 - 22 cm	schwarzbrauner (10 YR 3/2), stark kalkhaltiger, stark humoser, kiesiger-sandig-schluffiger Lehm; feinsubpolyedrisches Gefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer
C <sub>v</sub>	22 - 54 cm	stark sandiger Kies (Kalkschotter), schwach verwittert
C <sub>n</sub>	54 - 70 cm+	stark sandiger Kies (Kalkschotter)

Parabraunerde mittlerer Entwicklungstiefe (unter Acker) aus spätglazialen Schottern der Isar

A <sub>h</sub>	0 - 15 cm	schwarzbrauner (10 YR 3/2), kalkhaltiger, stark humoser, kiesiger toniger Lehm; feinsubpolyedrisches Gefüge
AB	15 - 25 cm	dunkelgraubrauner (7,5 YR 4/2), kalkhaltiger, humoser, kiesiger toniger Lehm; feinsubpolyedrisches Gefüge; gut durchwurzelt; Regenwürmer
B <sub>t</sub>	25 - 37 cm	rötlichgelbbrauner (7,5 YR 4/4), kalkhaltiger, stark kiesiger, lehmiger Ton; feinsubpolyedrisches Gefüge; gut durchwurzelt; Regenwürmer
BC	37 - 55 cm	sandiger Kies (Kalkschotter) mit braunem tonig-lehmigem Zwischenmittel; schwach durchwurzelt
C	55 - 100 cm+	sandiger Fein- bis Grobkies (Kalkschotter)

Parabraunerde mittlerer Entwicklungstiefe (unter Wald) aus hochglazialen Schottern der Isar

O <sub>L</sub>	1 cm	Streu	} Moder
O <sub>F</sub>	4 cm	braunschwarzer Streuzersatz + Wurzelfilz	
O <sub>H</sub> A <sub>h</sub>	0 - 2 cm	schwarzer Feinhumus + sehr stark humoser, schluffiger Lehm	
A <sub>1</sub>	2 - 25 cm	gelbbrauner (10 YR 4,5/4), schwach humoser, kiesig-sandiger, schwach toniger Lehm; feinsubpolyedrisches Gefüge; stark durchwurzelt	
B <sub>t</sub>	25 - 40 cm	rötlichbrauner (5 YR 4/4), kiesig-sandiger, stark toniger Lehm; feinsubpolyedrisches Gefüge; stark durchwurzelt	
BC	40 - 50 cm	Kalkschotter mit tonig-lehmigem Zwischenmittel	
C <sub>v</sub>	50 - 70 cm+	Kalkschotter, angewittert	

Profil Nr.	Horizont	Korngrößen (ø in mm)						Organische Substanz			pH			Sorptionsverhältnisse					Kalium		Phosphor		Eisen			Mangan		
		< 2 mm in Gew. % des Feinbodens						gesamt (C-1,72)	C/N	% (CaCO <sub>3</sub> )	Austauschkapazität (T-Wert)			Austauschbare Kationen (in % des T-Wertes)			Basensättigung (V-Wert) %		K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (HCl)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (oxal.)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (dith.)	MnO (HCl)		
		Ton	Schluff	Sand	> 2 mm (Steine, Kies) in Gew. % des Gesamtbodens	H <sub>2</sub> O	CaO				KCl	mval	H	Ca	Mg	K	Na	gesamt %	lact. mg	gesamt %	lact. mg	%	%	%	%			
11	A <sub>p</sub>						3	9,5	9,1	14,4	7,4	7,2	7,0	46,1	8,2	8,0	10,8	0,4	-	91,8	12	14	3,02	0,45	1,08			
12	A <sub>h</sub>	36,5	8,0	11,2	14,3	9,4	7,2	13,4	2	7,8	9,7	4,3	7,3	7,1	6,8	36	6,1	7,7	15	0,8	1,1	93,9	14	0,42	8	3,36	0,42	1,31
	B <sub>t</sub>	50,6	8,5	9,8	10,8	8,0	5,3	7,0	8	2,0		3,5	7,7	7,3	6,7	29,9	9,4	7,9	18	0,7	0	90,6	6	0,26	0	5,59	0,30	1,80
13	A <sub>h</sub>									26,9	20,3		4,3	3,8	3,6												0,33	0,91
	A <sub>1</sub>	21,5	10,2	14,9	13,8	12,1	11,8	15,7	4	2,3	14,7		5,3	4,9	4,3	14,0	9,2	5,7	0	0	2,1	7,8	2	0,31	<0,1	2,8	0,45	1,19
	B <sub>t</sub>	44,7	7,3	9,8	9,8	11,1	9,3	8,0	19	1,1	9,4		5,3	4,4	3,8	23,3	61,4	35,2	3	0,4	0	38,6	5	0,24	0	5,76	0,53	2,20

Profil Nr.	Horizont	Mineralzusammensetzung der Fraktion < 2 µ																Elementgehalte (%) der Fraktion < 2 µ				Bodenphysikalische Kennwerte											
		Mont.		Verm.	sek. Chlor.	prim. Chlor.	Jll.	Kao.	Qu.	Feldsp.	Lep.	K	Na	Fe	Mg	Porengrößenverteilung (Äquival. Ø in µ in % des Gesamtbodenvolumens)				Gesamt-Poren-Vol. (%)	Trockenraumgewicht	Nutzf. Kapazität (pF 1,8-4,2)											
		Ø > 50		50-10		10-0,2		< 0,2		> 4,2		mm/		Horizont		mm/		Wurzelsraum															
12	A <sub>h</sub>	(x)	(x)	xx	x	xx	x	x			1,14	0,13	6,19	1,05																			
	B <sub>t</sub>	x	xx	xx	x	x	x	(x)			1,27	0,12	6,93	1,17																			
	C	xx	x		x	xx	x	(x)			1,90	0,68	3,46	1,23																			
13	A <sub>h</sub>			xxxx			x	x			0,39	0,15	2,81	0,53																			
	A <sub>1</sub>			xxxx			x	x			0,60	0,16	4,29	0,80																			
	B <sub>t</sub>			xxxx			x	x			0,98	0,10	5,75	1,14																			
		*) Die tonmineralogischen Untersuchungen wurden an einem Profil 13 entsprechenden Boden durchgeführt																															
		(x) Spuren   x < 10 %   xx 10-30 %   xxx 30-50 %   xxxx > 50 %																*) berechnete Werte															

Profil 14

R <sup>44</sup>61880 H <sup>52</sup>97530

TK 25 Blatt Nr. 8134 Königsdorf

Ackerbraunerde großer Entwicklungstiefe aus Würm-Grundmoräne

- A<sub>P</sub> 0 - 20 cm dunkelbraungrauer (2,5 Y 3/2), kalkhaltiger, sehr stark humoser, kiesiger, schwach toniger Lehm; krümelig-subpolyedrisches Gefüge
- AB 20 - 35 cm graubrauner (10 YR 3/3), schwach kalkhaltiger, kiesiger, schwach toniger Lehm; feinsubpolyedrisches Gefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer
- B 35 - 70 cm gelbgraubrauner (10 YR 4/4), kiesiger, schwach toniger Lehm; subpolyedrisches Gefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer; Humusverfüllungen von Wurm- u. Wurzelröhren
- C<sub>v</sub> 70 - 100 cm+ hellgelbgrauer (2,5 Y 6/4), kiesig-sandig-lehmiger Schluff (kalkreiche Grundmoräne, schwach verwittert); ungegliedert; Durchwurzelung gering; einzelne Regenwürmer

Profil 15

R <sup>44</sup>61900 H <sup>52</sup>97370

Humoses Kolluvium über Würm-Grundmoräne

- A<sub>h</sub> 0 - 20 cm dunkelbraungrauer (10 YR 4/2), stark humoser, schwach kiesiger, sandiger, schwach toniger Lehm; feinsubpolyedrisches Gefüge
- AM<sub>1</sub> 20 - 40 cm } braungrauer (10 YR 3/2), humoser, schwach kiesiger, sandiger, schwach toniger Lehm; subpoly-  
AM<sub>2</sub> 40 - 70 cm } edrisches Gefüge; stark durchwurzelt; Regenwürmer
- B 70 - 100 cm graubrauner (10 YR 4/3), kiesig-sandiger, schwach toniger Lehm; subpolyedrisches Gefüge, Durchwurzelung mittel; Regenwürmer
- C<sub>v</sub> 100 - 130 cm+ kalkreiche Grundmoräne

Profil 16

R <sup>44</sup>61530 H <sup>52</sup>97040

(Kulto-) Rendzina aus Würm-Grundmoräne

- A<sub>P</sub> 0 - 15 cm schwarzbrauner (10 YR 3/2), schwach kalkhaltiger, sehr stark humoser, kiesiger, toniger Lehm
- AC 15 - 30 cm kiesig-sandig-lehmiger Schluff (kalkreiche Grundmoräne) mit humosem Zwischenmittel
- C<sub>v</sub> 30 - 65 cm kalkreiche Grundmoräne, schwach verwittert

-516-

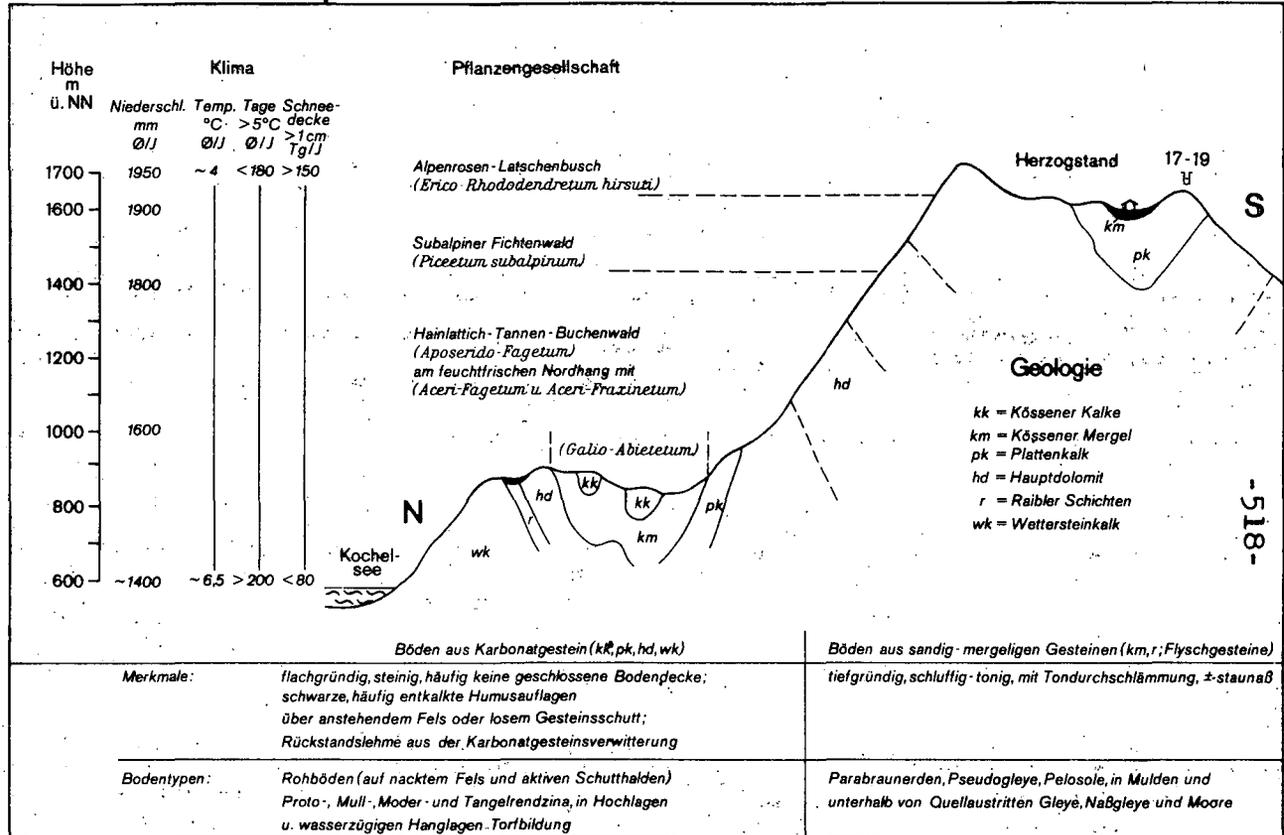
Profil Nr.	Horizont	Korngrößen (ø in mm)								Organische Substanz		Carbonate		pH			Sorptionsverhältnisse					Kalium		Phosphor		Eisen			Mangan	
		< 2 mm in Gew. % des Feinbodens								gesamt (C 1,72)	C/N	% (CaCO <sub>3</sub> )	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub> 0,01M	KCl n	Austausch Kapazität (in % des T-Wertes)					K <sub>2</sub> O gesamt %	K <sub>2</sub> O lact. mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gesamt %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> lact. mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (HCl 1,5) %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (oral.) %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (dith.) %	MnO (HCl 1,5) %		
		Ton	Schluff			Sand	> 2 mm (Steine, Kies) in Gew. % des Gesamtbodens	Austauschbare Kationen (in % des T-Wertes)								Basensättigung (V-Wert) %														
			< 0,002	0,002-0,006	0,006-0,02			0,02-0,06	0,06-0,2								H	Ca	Mg	K									Na	
14	A <sub>p</sub>	28,6	9,8	15,2	18,9	14,1	5,4	8,0	15	9,9	9,2	5,4	7,2	7,0	6,8	37,6	2,1	82,8	130	2,1	0	97,9		36	0,47	21	3,14	0,69	1,27	
	AB	27,5	11,3	16,8	19,4	14,9	5,3	4,8	14	3,4	9,3	1,5	7,4	7,0	6,7	21,3	8,9	78,5	117	0,9	0	91,1		9	0,27	0,2	3,59	0,60	1,63	
	B	15,5	9,4	21,3	23,2	16,8	6,0	7,8	17	1,0	-	0,25	7,6	7,1	6,7	15,7	147	68,8	10,2	1,3	0	80,3		6	0,24	0	3,71	0,43	1,84	
	C <sub>v</sub>									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	A <sub>h</sub>	27,2	10,1	13,9	20,4	17,4	5,7	5,3	10	5,7	9,1		6,6	6,2	6,0	26,8	37	53,8	5,7	4,1	0,7	62,3		45	0,48	2	3,22	0,82	1,29	
	AR <sub>1</sub>	24,9	10,3	15,4	19,5	17,9	5,5	6,5	15	2,6	9,7		6,5	5,8	5,4	19,2	38,9	55,2	4,7	1,6	0	61,5		12	0,34	0	3,34	0,74	1,34	
	AR <sub>2</sub>	26,1	10,6	15,6	20,2	15,4	5,2	6,9	18	2,5	9,2		6,5	5,8	5,3	18,9	434	50,8	5,3	0,5	0	56,6		5	0,33	0	3,47	0,77	1,41	
	B	27,7	9,1	13,1	20,8	17,5	5,8	6,0	25	1,2		0,30	7,1	6,6	6,4	16,7	30,9	60,9	7,8	1,2	0	69,5		6	0,27	0	3,57	0,44	1,60	
	C <sub>v</sub>								55																					
16	A <sub>p</sub>								-	9,2	10,2	0,60	7,0	6,7	6,5	37,2	9,9	75,8	134	1,1	0,8	90,1		14	0,47	3	4,04	0,58	1,24	

Profil Nr.	Horizont	Mineralzusammensetzung der Fraktion < 2 µ																	Elementgehalte (%) der Fraktion < 2 µ				Bodenphysikalische Kennwerte							
		Mont.		Verm.	sek. Chlor.	prim. Chlor.	Jil.	Kao.	Qu.	Feldsp.	Lep.	K	Na	Fe	Mg	Porengrößenverteilung (Äquival. Ø in µ in % des Gesamt-Bodenvolumens)			Gesamt-Poren-Vol. (%)	Trockenraumgewicht	Nutzb. Feldkapazität (pF 1,8-4,2)									
		x													Ø < 1,8	50-10	10-0,2	< 0,2 > 4,2			mm/	Horizont	mm/	Wurzelsraum						
14	A <sub>p</sub>			xx	x	xxx	(x)	(x)			1,32	0,14	5,75	0,90																
	AB			xxx	x	xx	(x)	(x)			1,46	0,16	6,77	0,93																
	B	x	x	xxx	x	xx	(x)	(x)			2,39	1,20	3,56	1,08																
	C <sub>v</sub>				x	xxxx	x	(x)																						

(x) Spuren | x < 10% | xx 10-30% | xxx 30-60% | xxxx > 60%

\* berechnete Werte

# Profil K: Nördliche Alpenrandzone



Profil	Vegetation	Mikrobiologie (16.9.70)	Mikrofauna (16.9.70)
17	<p><i>Pinus mugo</i>, <i>Vaccinium myrtillus</i>,  <i>Vaccinium vitis-idaea</i>, <i>Dicranum scoparium</i>, <i>Polytrichum formosum</i>,  <i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>,  <i>Sphagnum magellanicum</i>, <i>Barbi-  lophozia lycopidioides</i></p>	<p>extrem arm an Mikroorganismen,  ab 20 cm prakt. steril (ähnlich  sehr sauren Hochmooren); starke  substratspez. Enzymaktivität  Ausdruck gesteigerter Mikrobentätigkeit während des kurzen  sommerlichen Klimaoptimums</p>	
18	<p><i>Deschampsia caespitosa</i>, <i>Sesleria coerulea</i>, <i>Aposeris foetida</i>,  <i>Crepis paludosa</i>, <i>Soldanella alpina</i>,  <i>Ranunculus nemorosus</i>, <i>Cirriphyllum piliferum</i>,  <i>Drepanocladus exannulatus</i>, <i>Lophocolea bidentata</i>,  <i>Mnium punctatum</i>, <i>Rhytidiadelphus squarrosus</i></p>	<p>Mikrobendichte gegenüber Profil 17  verzehnfacht, jedoch geringer als bei Böden des Voralpenlandes;  Enzymaktivitäten rel. hoch</p>	<p>Milben (Orbatiden) und Springschwänze (Colembolen),  erstgenannte nach Arten- und Individuenzahl über-  wiegend. Arten- und Individuenzahl in Profil 17  größer als in den Profilen 18 und 19,  nach der Tiefe rasch abnehmend</p>
19	<p><i>Molinia coerulea</i>, <i>Calamagrostis varia</i>,  <i>Carex flacca</i>, <i>Globularia nudicaulis</i>,  <i>Aposeris foetida</i>, <i>Hippocrepis comosa</i>,  <i>Phyteuma orbiculare</i>, <i>Polygala chamaebuxus</i></p>	<p>Mikrobendichte und Artenreichtum  ähnlich wie in humusreichen Böden des  Voralpenlandes, neben Bakterien auch  Streptomyceten und Pilze. Enzymaktivitäten  ähnlich Profil 18, extrem hohe Katalase-  Aktivitätswerte</p>	

Profil 17

R<sup>44</sup>48540 H<sup>52</sup>74550

TK 25 Blatt Nr. 8333 Murnau

Herzogstand, 1610 m NN, Hang, ca. 30°N; Niederschläge ~2000 mm, Temperatur 4-5°C

Kalkstein-Braunlehm mit flacher Waldtorfauflage

- O<sub>LF</sub> 0 - 5 cm Nadelstreu (Latsche) Sphagnum-Heidelbeer-Filz
- O<sub>FH</sub> 5 - 10 cm dunkelrötlichbrauner ( 5 YR 2/2 ), gut zersetzter Auflagehumus mit verrottenden Pflanzenresten; locker, bröckelig; gut durchwurzelt
- O<sub>H1</sub> 10 - 20 cm rötlichschwarzbrauner ( 5 YR 2/1,5 ), gut zersetzter Auflagehumus mit einzelnen noch erkennbaren Pflanzenstrukturen; grobsubpolyedrisches Gefüge; mäßige Durchwurzlung
- O<sub>H2</sub> 20 - 30 cm schwarzer ( 5 YR 2/1 ) Auflagehumus; grobpolyedrisches, scharfkantig brechendes Gefüge, schmierig; geringe Durchwurzlung
- B<sub>t</sub> 30 - 40 cm gelblichbrauner ( 10 YR 5/4 ), lehmiger Ton; einzelne Wurm- und Wurzelröhren; grobpolyedrisches Gefüge, Humusüberzüge auf Klüften
- C<sub>v</sub> 40 - 50 cm anstehender, zergrüster Plattenkalk

nach mikrobotanischen Untersuchungen: schwach mineralischer Waldtorf mit Holz- und Rindenresten von Fichte und Birke, vereinzelt Sphagnum

Profil 18

R<sup>44</sup>48580 H<sup>52</sup>74530

Herzogstand, 1620 m NN, Hang ca. 30°N; Niederschläge ~2000 mm, Temperatur 4-5°C

Moderrendzina aus Plattenkalk

- O<sub>FH</sub> 0 - 5 cm Wurzelfilz und grauschwarzer ( 5 YR 2/1 ) Auflagehumus; krümelig, schmierig
- O<sub>H<sup>A</sup>h</sub> 5 - 20 cm grauschwarzer ( 5 YR 2/1 ) sehr stark humoser, lehmiger Schluff; feinsubpolyedrisch - krümeliges Gefüge, locker; sehr gut durchwurzelt; unmittelbar dem festen Gestein bzw. Gesteinschutt aufliegend, in Klüften tieferreichend

Profil 19

R<sup>44</sup>48580 H<sup>52</sup>74460

Herzogstand, 1600 m NN, Hang ca. 40°S; Niederschläge ~2000 mm, Temperatur 4-5°C

Mullrendzina aus Plattenkalk

- A<sub>h1</sub> 0 - 5 cm dunkelbraungrauer ( 10 YR 4/2 ), sehr stark humoser, schluffiger Lehm; feinsubpolyedrisch - krümeliges Gefüge, locker; durch Wurzeln sehr stark verfilzt
- A<sub>h2</sub> 5 - 25 cm wie A<sub>h1</sub> jedoch mit schwächerer Durchwurzlung; unmittelbar dem zergrusteten Gestein aufliegend. bzw. Klüfte verfüllend

Profil Nr.	Horizont	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
		Korngrößen (s in mm)								Organische Substanz		Carbonate	pH			Sorptionsverhältnisse					Kalium		Phosphor		Eisen			Mangan			
		< 2 mm in Gew. % des Feinbodens								gesamt (C-1,72)		C/N	% CaCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	CaO <sub>0,01m</sub>	KCl n	Austauschbare Kationen (in % des T-Wertes)					K <sub>2</sub> O gesamt %	K <sub>2</sub> O lact. mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gesamt %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> lact. mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (HCl 1,15) %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (oxal.) %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (dith.) %	MnO (HCl 1,15) %		
Ton	Schluff		0,02-0,06		0,06-0,2	0,2-0,6	0,6-2,0	2 mm (Siene Keil) in Gew. % des Gesamtbodens																							
17	O <sub>1</sub> H O <sub>1</sub> B O <sub>2</sub> B B <sub>t</sub>	55,8	11,3	17,3	11,5	3,9	0,2	0		77,1	21,7		3,7	3,2	2,8																
										74,2	20,8		3,9	3,4	3,1																
										93,1	30,9		4,1	3,5	3,2																
										4,2	15,7		6,2	5,7	5,3	36,7	289	55,5	14,2	1,1	0,3	71,1					6,18	0,85	2,14	0,40	
18	O <sub>B</sub>									27,4	14,1	0,2	6,7	6,4	6,2																
19	A <sub>b</sub>									18,8	13,7	0,5	7,1	6,8	6,5																

Profil Nr.	Horizont	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
		Mineralzusammensetzung der Fraktion < 2 µ										Elementgehalte (%) der Fraktion < 2 µ				Bodenphysikalische Kennwerte						
		Mont.	Verm.	sek. Chlor.	prim. Chlor.	Jil.	Kao.	Qu.	Feldsp.	Lep.	K	Na	Fe	Mg	Porengrößenverteilung (Aequival. Ø in µ, % des Gesamtbodenvolumens)				Gesamt-Poren-Vol. (%)	Trocken-raum-gewicht	Nutzb. Feldkapazität (pF 1,8-4,2) mm/ Horizont	mm/ Wurzel-raum
												Ø > 50 µ pF < 1,8										
17	B <sub>t</sub> C <sub>n</sub>		xx x	x		xxx xxxx	x	(x) x	(x)	x												

(x) Spuren | x < 10% | xx 10-30% | xxx 30-50% | xxxx > 50%

\*1) berechnete Werte