

# MITTEILUNGEN

der

DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN  
GESELLSCHAFT



EXKURSIONSFÜHRER

Band 90

ISSN - 0343-107x

1999

Schriftleitung: P. Hugenroth, Oldenburg

**Unredigierte Mitgliederinformationsschrift**

**Beiträge in ausschließlich wissenschaftlicher Verantwortung der jeweiligen Autoren**

Jahrestagung  
der  
Deutschen Bodenkundlichen  
Gesellschaft  
1999  
HANNOVER

«NACHHALTIGE BODENNUTZUNG IM DRITTEN JAHRTAUSEND»

**EXKURSIONSFÜHRER**

---

Redaktion  
*B. Beyme und J. Böttcher*  
*Institut für Bodenkunde der Universität Hannover*

## Vorwort

Seit die Exkursionsführer zu den Jahrestagungen in den Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft erscheinen, wird in Hannover nach 30 Jahren, also nach einer Generation, erstmals ein Exkursionsprogramm am gleichen Tagungsort angeboten. Damit wird ein Vergleich von damals und jetzt möglich.

Der Vergleich muß beeindrucken. Die Zunahme an Umfang dieses Bandes auf das 4- bis 5fache im Vergleich mit Band 9 aus dem Jahre 1969 gibt allein aber noch kein Maß für die gewachsene Exkursionslust; eine Ausweitung, die dem gewachsenen Mitteilungsdrang entsprochen hätte, mußte aus Platzgründen willkürlich gebremst werden - oft zum Leidwesen der Exkursionsvorbereiter. Eher schon ist die Größe des Exkursionsgebietes bezeichnend. Während dieses sich 1969 tatsächlich noch bequem von der Aussichtsplattform auf Hannovers Rathauskuppel übersehen ließ, wäre Gleiches heute höchstens noch aus der Perspektive eines Astronauten möglich. Umfassen die Exkursionen doch vom Harz bis auf die Nordseeinseln und von der Elbe bis an die Ems eine Fülle von Landschaftsformen mit unterschiedlichsten bodenkundlichen, geologischen, vegetationskundlichen und historischen Inhalten. Aber nicht nur die räumliche Ausweitung gegenüber früher ist festzustellen, sondern auch die größere fachliche Breite der Themen kann nicht übersehen werden.

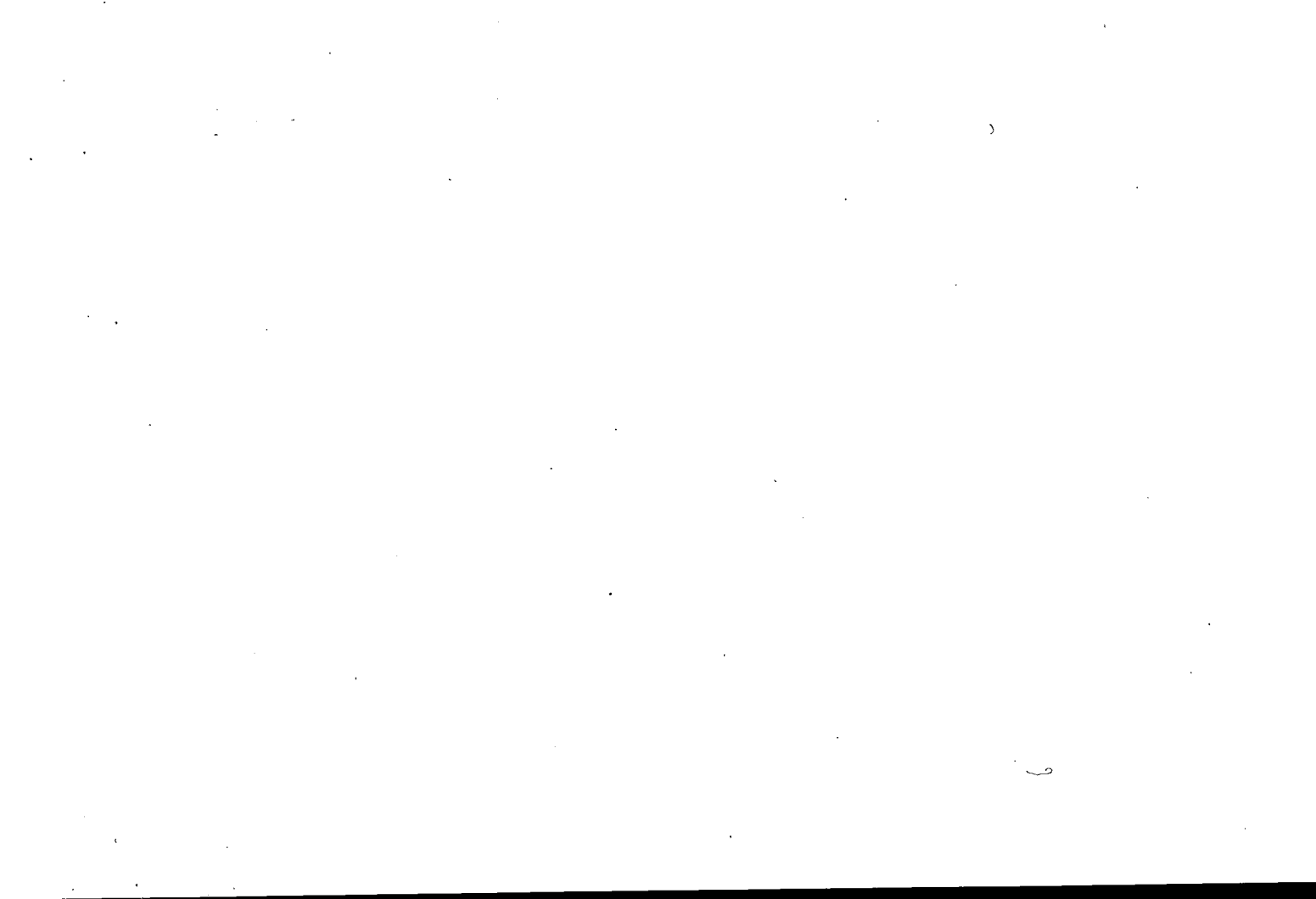
Insbesondere haben die Mitarbeiter des Niedersächsischen Landesamts für Bodenforschung, die in der bodenkundlichen Landesaufnahme Deutschlands in mancher Beziehung Vorreiter gewesen sind, alle Anstrengungen unternommen, um ein möglichst vielfältiges Bild des Bodenformenschatzes des Landes bekanntzumachen und zur Diskussion zu stellen. Einen weiteren Schwerpunkt setzt neben der gastgebenden Universität Hannover die Universität Göttingen, die ihre weithin bekannt gewordenen Objekte in der Waldökosystemforschung "life" demonstriert. Aber auch alle anderen Exkursionen geben jede für sich Einblicke in zeitnahe Forschungsthemen. Alle an der Vorbereitung Beteiligten ohne Ausnahme verdienen Dank und Anerkennung, nicht zuletzt auch die Verfasser der einleitenden Beiträge zur Vorstellung des Exkursionsraumes. Ganz gewiß wäre für sie alle der schönste Lohn die Gewißheit, daß ihre Mühen auch auf reges Gegeninteresse stoßen werden.

Hannover, im März 1999

Bertwin Beyme  
Walter Rainer Fischer

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<u>Allgemeiner Teil: Einführung in den nordwestdeutschen Exkursionsraum</u>	
<i>D. Henningsen:</i> Geologie und Rohstoffe Nordwestdeutschlands	5
<i>W. Thiem:</i> Geomorphologie und Landschaftsentwicklung im nordwestdeutschen Raum	11
<i>G. Groß:</i> Klima von Niedersachsen	25
<i>R. Pott:</i> Vegetation von Nordwestdeutschland	29
<i>E. Gerth:</i> Bodenregionen und Bodengroßlandschaften Niedersachsens	49
<i>H.H. Seedorf:</i> Grundzüge der niedersächsischen Siedlungsgeschichte	61
<i>K. Severin:</i> Landwirtschaftliche Bodennutzung in Niedersachsen	71
<i>H. Wachter:</i> Forstliche Bodennutzung in Niedersachsen	81
<i>B. Scheffer:</i> Stoffliche Belastung und Stoffausträge mit dem Sickerwasser bei Ackerböden	85
<i>K.J. Meiwes u.a.:</i> Stoffliche Belastung der Waldböden in Niedersachsen	95
<i>R. Nieß:</i> Die Beschaffenheit des Grundwassers in Niedersachsen	101
<u>Spezieller Teil: Informationen zu den Exkursionen</u>	107
<i>Zweitagsexkursionen</i>	
Exkursion Z1	109
Exkursion Z2	163
<i>Ganztagesexkursionen</i>	
Exkursion G1	203
Exkursion G2	231
Exkursion G3	249
Exkursion G4	279
Exkursion G5	307
Exkursion G6	327
Exkursion G7	353
Exkursion G8	375
Exkursion G9	405
<i>Halbtagesexkursionen</i>	
Exkursion H1	425
Exkursion H2	437
Exkursion H3	459
Exkursion H4	469
Exkursion H5	479
Exkursion H6	481



# Geologie und Rohstoffe Nordwestdeutschlands

von

Dierk Henningsen\*

## 1. Einführung

Im nordwestdeutschen Exkursionsraum können drei geologische Baueinheiten unterschieden werden:

- a. Der im Südosten gelegene Harz, der zum paläozoischen Grundgebirge gehört;
- b. die Bergzüge des Leine- und Weserberglandes sowie des nördlichen Harzvorlandes, die aus mesozoischen und wenigen tertiären Gesteinen bestehen. Sie werden dem Deckgebirge zugerechnet;
- c. das norddeutsche Tiefland, das aus verschiedenartigen Lockergesteinen des Quartärs aufgebaut wird.

Die Gesteine in diesen drei Einheiten unterscheiden sich nicht nur in ihrem geologischen Alter, sondern auch im Grad ihrer Deformation und ihrer Verfestigung: In den Festgesteinen des Harzes sind Zeichen einer intensiven tektonischen Deformation (z.B. Faltung, Verstellung und Schieferung) häufig zu beobachten, zurückzuführen auf die variszische Gebirgsbildung in der Devon- und Karbon-Zeit. In den Gesteinen des Deckgebirges herrscht dagegen ein Bruchfaltenbau vor, starke Verfallung tritt selten, Schieferung gar nicht auf. Die Gesteine sind zumeist mehr oder minder stark verfestigt, vor allem die aus der Tertiär-Zeit können aber noch locker bzw. unverfestigt sein. Die quartären Lockergesteine des norddeutschen Tieflandes liegen meist annähernd horizontal, zeigen aber örtlich Verschuppungen oder Verstellungen, die auf Druck oder Stauchung durch ehemalige Gletscher- bzw. Inlandeismassen zurückgehen..

## 2. Der Harz

Der Harz stellt die nordöstliche Fortsetzung des Rheinischen Schiefergebirges dar. Ähnlich wie bei diesem sind im östlichen und mittleren Harz vor allem schiefrige und sandige, teilweise auch kalkige Gesteine des Unter-, Mittel- und Oberdevons vorherrschend, während im Westharz (Oberharz) Grauwacken-Serien des Unterkarbons dominieren. Außer diesen Sedimentgesteinen treten im Harz verschiedene magmatische Gesteine auf: Einmal die den devonischen und unterkarbonischen Sedimentgesteinen eingeschalteten Diabas-Gänge, zum zweiten die während der oberen Karbon-Zeit aufgedrungenen Granit-Plutone (Brocken-, Ramberg- und Oker-Granit), und zum dritten die Stöcke oder Decken von porphyrischen bzw. rhyolitischen Vulkaniten aus der Rotliegend-Zeit (Unteres Perm) wie z.B. der Große Knollen im Westharz oder die ausgedehnten Vulkanite im Ostteil der Ilfelder Senke, am Südrand des mittleren Harzes gelegen. In der Umgebung des Brockens, mit einer Höhe von 1142 m die höchste Erhebung des Harzes, kommen weni-

---

\* Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover, Callinstr. 30, 30167 Hannover

ge Glazialsedimente vor, die anzeigen, daß der Harz in der letzten und/oder vorletzten Glazialzeit des Quartärs in geringem Maße verglétschert gewesen ist.

Der innere Aufbau des Harzes wird durch zumeist von Südwesten nach Nordosten, in der sog. erzgebirgischen Richtung, verlaufende Baueinheiten gekennzeichnet. Im Gegensatz zu diesem inneren Aufbau steht seine äußere Form, die durch Nordwest/Südost (herzynisch) verlaufende Richtungen gekennzeichnet ist. Der Harz bildet eine Pultscholle, die an der Nordost-Seite steil herausragt und an der Südwest-Seite flach unter Schichten des Oberen Perms (Zechstein) abtaucht. Die wahrscheinlich relativ steil einfallende Harznordrand-Verwerfung muß hauptsächlich als Aufschiebung, zusätzlich aber auch als Scherzone mit eher horizontalen Bewegungen aufgefaßt werden. Lange bekannt ist, daß der Harz schon in der Jura- und Kreide-Zeit gegen sein Vorland gepreßt wurde, wodurch die mesozoischen Schichten am Harz-Nordrand steil aufgerichtet und teilweise auch überkippt wurden. Wenn dabei der Harz sich herausgehoben hat, wurde er danach auch wieder eingeebnet. Daß er heute herausragt, verdankt er wie andere Mittelgebirge Mitteleuropas einer geologisch gesehen - sehr jungen Heraushebung, die erst in der Pliozän-Stufe des Tertiärs begonnen hat. Beim Harz gibt es Anzeichen dafür, daß diese Hebung - zumindestens örtlich - andauert.

### *Rohstoffe*

Die Gesteine des Harzes sind bzw. waren reich an nutzbaren Gesteinen, wobei die Lagerstätten der verschiedene Erze an erster Stelle zu nennen sind. Die Harzer Erz-Bergleute hatten im Mittelalter Weltruf, weil sie führend in der Entwicklung der Abbaufverfahren und Wasserhaltung gewesen sind. Am bekanntesten sind die gangförmigen Blei- und Zinkerze (die letzte Grube Bad Grund wurde 1992 geschlossen), daneben die in Gesteinen des Devons und Unterkarbons ausgebildeten schichtförmigen Roteisenstein-Lagerstätten. Über fast 1000 Jahre im Abbau befand sich die in Schiefer des Mitteldevons eingebettete Lagerstätte des Rammelsbergs bei Goslar (heute Museums-Bergwerk), in der Blei-/Zinkerze abgebaut wurden, aus denen man darüberhinaus viele andere Metalle gewinnen konnte. Noch im Abbau befindet sich gangförmiger Schwerspat bei Bad Lauterberg.

Wichtig war auf dem Gebiet der Natursteine der bis in die 60er Jahre dieses Jahrhunderts betriebene Abbau von mitteldevonischen Dachschiefern im Gebiet südlich von Goslar. Kalksteine aus dem Grenzbereich Mitteldevon/Oberdevon werden noch in großen Steinbrüchen bei Elbingerode und am Iberg/Winterberg bei Bad Grund, Gabbro-Gestein bei Bad Harzburg gewonnen. Der Abbau von Graniten ebenso wie von Diabasen und Grauwacken (z.B. als Fundament-, Einfassungs- oder Pflastersteine) ist dagegen stark zurückgegangen.

Infolge der hohen Niederschläge in seinen Hochlagen hat der Harz eine große Bedeutung als Lieferant für Wasser. Aus Talsperren des Westharzes (z.B. Innerste-Talsperre) werden Orte in Niedersachsen und Bremen, aus der Rappbode-Talsperre im Ostharz Orte im Raum Halle-Leipzig mit Trinkwasser versorgt.

### 3. Leine- und Weserbergland, nördliches Harzvorland

Das Bergland westlich und nördlich des Harzes besteht aus mehreren, unterschiedlich großen Bergzügen und dazwischen liegenden Senken. Es wird aus Sedimentgesteinen des Mesozoikums aufgebaut. Über roten, meist sandigen Gesteinen des Buntsandsteins (Untere Trias) liegen bis zu insgesamt mehr als 3-4 Tausend Meter mächtige kalkige, tonige oder sandige Sedimentgesteine, die altersmäßig von der mittleren Trias- bis zur oberen Kreidezeit reichen. (s. Tabelle 1). In den meist wenig verstellten Schichten hat der Wechsel von harten Gesteinen (z.B. Kalksteine des Oberen Muschelkalks [Trochitenkalk] oder des Oberen Juras [Korallenoolith], Sandsteine aus der Unteren Kreidezeit [Wealden-Sandstein oder Hils-Sandstein]) mit weichen Gesteinen (z.B. tonig-



Unteren Kreidezeit [Wealden-Sandstein oder Hils-Sandstein]) mit weichen Gesteinen (z.B. tonig-mergelige Gesteine des Mittleren Muschelkalks oder des Unteren Juras) deutliche Schichtstufen erzeugt.

	Sedimentgesteine	Tektonische Ereignisse
Quartär	Löß, Lößlehm, Talauen-Ablagerungen	Heraushebung
Tertiär	örtlich/randlich Tone und Sande mit Braunkohlen	
Oberkreide	Plänerkalk, Schreibkreide, Sandsteine (z.T. mit Eisen-Trümmererzen) (bis 700 m)	Bruchfaltung
Unterkreide	Tonsteine, Sandsteine, (z.T. mit Eisen-Trümmererzen) (bis 1000 m) Wealden-Tonsteine und Sandsteine mit Kohlenflözen (bis 250 m)	
Malm	Korallenoolith mit Eisenerz-Horizont, Sandsteine, Salze (bis 700 m)	
Dogger	Tonsteine, Sandsteine, z.T. mit Eisen-Oolithen = Portaerz (bis 300 m)	
Lias	Ton- und Mergelsteine, z.T. mit Eisen-Oolithen (bis 400 m)	
Keuper	Sandsteine, Quarzite, Mergelsteine (bis 350 m)	
Muschelkalk	Kalk- und Mergelsteine, selten Gips (bis 200 m)	
Buntsandstein	Sandsteine, Konglomerate und Tonsteine (bis 700 m)	
Perm und älter	Gesteine verschiedenen Alters, von denen Salze der Zechstein-Zeit meist aufgestiegen sind	

Tab. 1: Schichtfolge im Leine- und Weserbergland sowie im nördlichen Harzvorland.  
Schraffiert: Schichtlücken. Aus HENNINGSSEN & KATZUNG (1998).

Im mesozoischen Bergland sind einige kleinere Senken vorhanden, die mit Lockersedimenten (überwiegend Sanden, manchmal mit Braunkohlen-Lagen) aus der Tertiär-Zeit gefüllt sind. Diese Senken sind mehrfach über Strukturen von Zechstein-Salzen im Untergrund durch deren Auslaugung (z.B. Wallensen/Duingen südwestlich von Hildesheim) oder deren seitliche Abwanderung (z.B. Helmstedt/Oschersleben nördlich des Harzes) entstanden.

Etwa an der Linie Osnabrück - Hannover - Braunschweig taucht das mesozoische Bergland nach Norden unter den Quartär-zeitlichen Lockersedimenten des Norddeutschen Tieflandes unter. In südlicher Richtung sind die Talflanken im Bergland zunehmend mit Löß und Lößlehm, der im Pleistozän angeweht wurde, bedeckt. Örtlich erreicht die Lößbedeckung eine Mächtigkeit von über 2 m. Während die Quartär-zeitlichen Flußschotter der Leine infolge der vorherrschenden Plänerkalk-Gerölle (Kreide-Zeit) aus dem Leine-Bergland eine grau-weiße Farbe haben, sind die Weser-Schotter eher rötlich gefärbt, weil weite Bereiche des Weser-Berglandes (z.B. der Solling), aus dem sie größtenteils stammen, von Buntsandstein eingenommen werden.

Im mesozoischen Bergland stimmen geologische Struktur und morphologisches Bild nicht immer überein. Über Sätteln aus Zechstein-Salzen gibt es Aufwölbungen (wie z.B. der Hildesheimer Wald), aber auch Einbruchsraben, wie der Leinetal-Graben bei Göttingen. Einige geologische Mulden zeigen eine Reliefumkehr und sind als Erhebungen herauspräpariert (wie die Hils-Mulde oder die Mulde des Sackwaldes bei Alfeld/Leine). Schollenbau, Salzauftrieb und unterschiedliche Abtragung haben bewirkt, daß die wichtigen, oft herzynisch ausgerichteten Bergzüge des Leine- und Weserberglandes aus verschiedenartigen Gesteinen aufgebaut werden, so z.B. aus Buntsandstein der Solling oder der Hildesheimer Wald, aus Schichten des Doggers und vor allem des Malms das Weser- und das Wiehengebirge, aus Schichten des Malms und der Unterkreide der Deister, Süntel, Ith und Hils. Im Lippischen Bergland sind Sedimentgesteine des Keupers flächenhaft verbreitet, im nördlichen Harzvorland Ablagerungen aus der Kreide-Zeit.

#### *Rohstoffe*

Zechstein-Salze, die als Dome oder Stöcke die mesozoischen Gesteine durchragen, werden in der Umgebung von Hannover durch Schächte aufgeschlossen, um Kalisalze, seltener auch Steinsalze zu gewinnen. Bekannt und umstritten ist das ehemalige Kalisalz-Bergwerk Asse II bei Wolfenbüttel, das als Endlager für radioaktive Abfälle genutzt wird. Oolithische Eisenerze aus der Jura-Zeit wurden früher in der westlichen und nördlichen Umgebung des Harzes (z.B. Schacht Konrad bei Salzgitter) und im Wesergebirge (z.B. Grube Nannen bei Kleinenbremen) abgebaut. Trümmer-Eisenerze in Sedimenten der Unteren und der Oberen Kreidezeit hat man vor allem vor dem 2. Weltkrieg bei Peine und Salzgitter im nördlichen Harzvorland gewonnen. Bis in die sechziger Jahre dieses Jahrhunderts wurde bei Obernkirchen und Barsinghausen Steinkohle gefördert, die den sandig-tonigen sog. Wealden-Schichten der ältesten Kreidezeit eingelagert ist.

Das Erdöl-Erdgas-Gebiet zwischen Elbe und Weser erstreckt sich vom Norddeutschen Tiefland bis in die Umgebung der niedersächsischen Bergzüge. Produktive Bereiche liegen im Gebiet von Hildesheim und bei Salzgitter. Die Förderung erfolgt zumeist aus verschiedenen Sandstein-Horizonten des Mesozoikums. Für die Baustoff-Industrie wichtig sind die Kalksteine des Malms (z.B. große Steinbrüche im Wesergebirge bei Bad Eilsen) und verschiedene Sandsteine, wie der Buntsandstein im Solling (z.B. bei Karlshafen/Weser), Keuper-Sandsteine bei Velpke nordöstlich von Braunschweig, Wealden-Sandsteine aus der ältesten Kreide-Zeit (sog. Obernkirchner Sandstein) in der Gegend von Bückeburg. Tone und Tonsteine aus der Jura- und Unteren Kreide-Zeit werden südlich von Hannover und Braunschweig an mehreren Stellen für die Herstellung von Ziegelei-Erzeugnissen abgebaut, Mergelsteine aus der Oberen Kreide für die Zementindustrie östlich von Hannover bei Misburg und Höver.

Im mesozoischen Bergland gibt es zahlreiche Sol- und Heilquellen (z.B. Bad Pyramont, Bad Oeynhaus, Bad Nenndorf, Bad Gandersheim).

#### 4. Norddeutsches Tiefland

Das Norddeutsche Tiefland ist durch eine bis zu 500 m mächtige Decke von Lockergesteinen des Quartärs gekennzeichnet. In südlicher Richtung, mit Annäherung an die Mittelgebirge, wird die Dicke der Quartär-Schichten meist geringer. Unter ihnen liegen Gesteine des Mesozoikums, teilweise auch des Paläozoikums oder Tertiärs. Vor allem im Zusammenhang mit Aufwölbungsstrukturen von Salzen aus der Perm-Zeit reichen diese älteren Gesteine bis an die Oberfläche, sie durchstoßen die quartären Deckschichten. Beispiele hierfür sind der Lüneburger „Kalkberg“ (der tatsächlich aus Gips und Anhydrit aus der Perm-Zeit besteht), die Buntsandstein-Tafel der Insel Helgoland oder die Schreibkreide-Vorkommen von Lägerdorf bei Elmshorn und Hemmoor bei Stade.

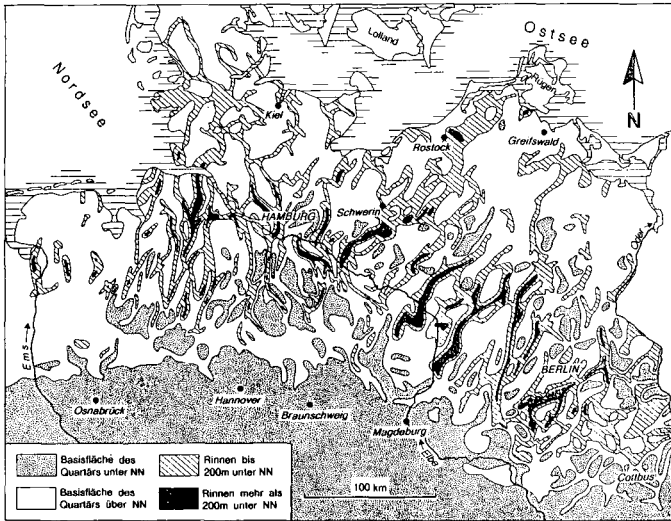


Abb. 1: Verlauf der Tiefen Rinnen im Untergrund von Norddeutschland.  
 Aus HENNINGSSEN & KATZUNG (1998).

Die quartären Schichten gehören überwiegend in das Pleistozän, holozäne Bildungen sind nur in geringerer Verbreitung und Mächtigkeit vorhanden. Bei den pleistozänen Schichten handelt es sich teils um Geschiebemergel und Geschiebelehme, also um Ablagerungen von aus nördlicher oder nordöstlicher Richtung vorgestoßenen Gletschern bzw. Inlandeisströmen; teils um glazifluviale Sande und -Kiese, seltener auch Tone, die von meist in südlicher Richtung abfließenden Schmelzwässern sedimentiert wurden. Von späterer Abtragung freigelegte große Geschiebeblöcke werden als Findlinge bezeichnet, wie z.B. der Giebichenstein bei Stöckse nahe Nienburg/Weser oder der Große Stein bei Rahden in Ostwestfalen. Beide haben ein Gewicht von fast 300 t.

Die größte oberflächliche Verbreitung im südlichen Norddeutschen Tiefland haben Ablagerungen aus dem vorletzten Saale-Glazial, vor allem in den großen Flächen mit Glazifluvial-Sanden, dem Hauptanteil der Geest (z.B. in der Lüneburger Heide). Die Ablagerungen aus dem drittletzten Elster-Glazial, in dem das Inlandeis ähnlich weit nach Süden gereicht hat wie im Saale-Glazial, liegen meist von Saale-zeitlichen Ablagerungen bedeckt und sind seltener an der Oberfläche aufgeschlossen. Der Eisvorstoß während des letzten Weichsel-Glazials hat die Elbe nach Süden nicht überschritten, seine Ablagerungen und Geländeformen finden sich vor allem in Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg. Lößablagerungen wie in den Mittelgebirgen haben sich während des Weichsel-Glazials im Norddeutschen Tiefland nicht gebildet, weil hier der Eisrand zu nah und die Winde zu kräftig waren; es kam statt dessen etwas grobkörnigerer Sandlöß (örtlich als Flottsand bezeichnet) in Mächtigkeiten von höchstens 2-3 m zur Ablagerung (z.B. im Hamburger Raum oder in der südlichen Lüneburger Heide). Sedimente aus den Warmzeiten (Interglazialen) zwischen den Glazialen sind oft tonig, im Gebiet der Lüneburger Heide wurde auch Kieselgur gebildet. Die Interglazial-Bildungen haben nur eine geringe Verbreitung.

An der Oberfläche nicht sichtbare, aber wichtige geologische Strukturen stellen die im quartären Untergrund in Norddeutschland ebenso wie in Nachbargebieten vorhandenen Tiefen Rinnen dar (Abb. 1). Es handelt sich um zumeist nach Süden oder Südwesten gerichtete, bis über 500 m in ältere Schichten eingetiefte Täler, die mit quartären Sanden und Kiesen gefüllt sind. Sie haben sich überwiegend während der Elster-Vereisung gebildet, hauptsächlich wohl als Abflurrinnen

von Schmelzwässern unter dem Eis. Weil die tiefen Rinnen als Grundwasserträger eine wichtige Rolle spielen und deswegen durch Bohrungen u.a. eingehend untersucht werden, ist ihr Verlauf relativ gut bekannt.

Die in den großen Flußtäälern Norddeutschlands (z.B. Aller- oder Elbe-Tal) häufig vorhandene Sanddünen haben sich teilweise am Ende des letzten Glazials gebildet, bevor die Wiederbewaldung einsetzte. Zumeist sind sie aber vom Mittelalter bis in das 18. und 19. Jahrhundert hinein entstanden, als Sandverwehungen infolge von Abholzungen, Viehtrieb in die Wälder und Abgrabungen der oberen Bodenschicht (Plaggenhieb) einen Höhepunkt erreicht hatten.

Im ehemaligen Vereisungsgebiet Norddeutschlands entstanden in den vom Eis geschaffenen Hohlformen während des späten Weichsel-Glazials verbreitet Torfmoore, oft aus verlandenden Seen. Zunächst bildete sich in den topogenen Mooren Niedermoor, vielfach wandelten sich die Moore im Holozän in ombrogene Moore um, in denen es zur Ablagerung zunächst von Schwarztorf und darüber meist von Weißtorf kam. Sedimente des Holozäns finden sich im Gebiet der Nordseeküste verbreitet in der Marsch: Der dort typische Klei ist eine natürliche Ablagerung, die durch Maßnahmen des Menschen gefördert und vor erneuter Abtragung geschützt wurde bzw. wird (Bepflanzung, Lahnungen, Eindeichungen). Infolge von Setzungen des Untergrundes, teilweise infolge zu früher Eindeichung, vor allem aber wegen des im Holozän deutlich angestiegenen Meeresspiegels liegen einige der eingedeichten Köge nahe dem oder sogar unter dem Meeresspiegel.

#### *Rohstoffe*

Über 90% der Förderung von Erdöl und Erdgas stammen aus dem Untergrund des norddeutschen Tieflandes, die erschlossenen Reserven reichen aber nur für eine Fortsetzung der Produktion über ca. 15-20 Jahre. Die im Untergrund Norddeutschlands häufigen Dome und Aufragungen von permischen Salze werden teilweise ausgesolt und als Kavernen zur Speicherung von Rohöl und Erdgas benutzt (z.B. Etzel bei Wilhelmshaven, Empelde bei Hannover). Sande und Kiese, die vor allem aus Glazifluviatil-Ablagerungen stammen, werden an vielen Stellen Norddeutschlands für die Bau- und die Baustoffindustrie abgebaut, wobei hochwertige Kiese inzwischen knapp geworden sind. Ton und Lehm wird als Abdichtungsmaterial und zur Herstellung von Ziegeleierzeugnissen gewonnen. Die Grundwasser-Reserven im Norddeutschen Tiefland sind wegen des großen Anteil an Sanden und Kiesen, die als Grundwasserträger (Aquifere) geeignet sind, insgesamt reichlich. Eine Ausnahme bilden Bereiche, in denen das Grundwasser versalzen ist (Küstenbereiche der Nordsee und in der Umgebung mehrerer Salzstöcke).

#### 5. Literatur

- HENNINGSSEN, D. & KATZUNG, G.: Einführung in die Geologie Deutschlands. - 5. Aufl., 244 + XX S., Enke-Verlag, Stuttgart 1998.
- WALTER, R.: Geologie von Mitteleuropa (begründet von P. DORN). - 6. Aufl., 566 S., Schweizerbart-Verlag, Stuttgart 1995.

# Geomorphologie und Landschaftsentwicklung im nordwestdeutschen Raum

von

W. Thiem<sup>1</sup>

## 1. Die naturräumliche Gliederung im Überblick

Der nordwestdeutsche Exkursionsraum hat Anteil an fünf naturräumlichen Großeinheiten, die sich im wesentlichen west-östlich erstrecken und jenseits der niedersächsischen Landesgrenze ihre Fortsetzung finden. Von Norden nach Süden sind dies (Karte 1):

- das **Küstenland** mit Düneninseln, Watten und Marschen;
- die **Geest**, bestehend aus Hoher Geest (vor allem Endmoränenrücken), Geestplatten und Geestniederungen; zum Teil weitflächig mit **Nieder- und Hochmooren** besetzt;
- die **Lößböden** (Bergvorlandzone);
- das **Berg- und Hügelland** mit einem Wechsel von Schichtkämmen und Schichtstufen einerseits sowie offenen Talzügen und Becken andererseits;
- die **Mittelgebirge**, vertreten durch das altgefaltete Mittelgebirge des Harzes.

Über Verbreitung und Alter der die naturräumlichen Einheiten oberflächennah aufbauenden geologischen Einheiten informiert Karte 2.

## 2. Das Küstenland

Bei den dem niedersächsischen Festland in einer Breite von durchschnittlich 5-7 km und maximal 20 km vorgelagerten **Watten** handelt es sich um den gleichsam amphibischen Übergangsbereich vom festen Land zum offenen Meer, der im Verlaufe der Tidebewegung zweimal täglich bei Flut überströmt wird und bei Ebbe trockenfällt, wobei das im regelmäßigen Rhythmus auflaufende und wieder zurückfließende Wasser in den Wattboden ein verzweigtes System von sich ständig verlagernden Wattrinnen, Prielen und Baljen eingeschnitten hat. Mit jeder Flut werden Trübstoffe und Sand herangeführt, die sich vor allem beim sog. Kentern, d.h. im Scheitelpunkt des Hochwassers, wegen der erlahmenden Transportkraft absetzen und vom nachfolgenden Ebbstrom nur z.T. wieder erodiert werden. Während es in den strömungsärmeren Gebieten (z.B. im Strömungsschatten der Inseln, in der Nähe der Tidehochwasserlinie vor dem Festland oder auf den Wattwasserscheiden) bevorzugt zur Schlicksedimentation (sog. *Schlickwatt*) kommt, wird in Bereichen stärkerer Strömung und damit höherer Transportkraft (z.B. entlang der Baljen) vor allem Sand im sog. *Sandwatt* abgelagert. Diese sedimentologische Untergliederung findet sich – wenn auch im einzelnen sehr differenziert – in allen vier nach ihren Lagebeziehungen unterschiedenen Watttypen wieder: *Rückseitenwatten* (im Wind- und Strömungsschatten der Düneninseln (s.u.)), *offene Watten* (ungeschützt gegen die offene See im allerdings strömungsärmeren Gebiet zwischen Jade-Weser- und Elbemündung), *Ästuarwatten* (in den großen Mündungstrichtern von Ems, Weser und Elbe) sowie *Buchtenwatten* (in brandungs- und strömungsarmen Meeresbuchten von Dollart und Jadebusen).

---

<sup>1</sup> Geographisches Institut der Universität Hannover, Abt. Physische Geographie und Landschaftsökologie, Schneiderberg 50, D-30167 Hannover

Seewärts ist das Watt zwischen Ems- und Jademündung durch die Kette der sieben ostfriesischen **Düneninseln** begrenzt, zu denen noch einige mit kleinen Dünen besetzte Sandplatten als Düneninseln in statu nascendi hinzukommen. Aufgebaut sind die Düneninseln aus Watt- und Strandsanden mit darüber aufgewehten Dünenkomplexen.

Wahrscheinlich sind die Inseln hervorgegangen aus einem System von Riffen und Strandwällen an der Seeseite des Wattes, das von der W-E-verlaufenden Küstenströmung in Verbindung mit Seegang und Brandung aufgebaut worden ist und nur aufgrund der starken Gezeitenströmung und des großen Tidehubes – dies insbesondere in den Flußmündungsbereichen von Weser und Elbe – nicht zu einer durchgängigen Barriere geschlossen werden konnte. Einige der Inseln sitzen zudem submarinen Geesthochlagen auf oder sind an solche angelehnt, so daß sie ein frühes Vorstadium als Geestkerninsel durchlaufen haben könnten. An oder auf diesen Geesthochlagen bzw. auf den o.g. Riffen bildeten sich dann im Subboreal und frühen Subatlantikum mit dem weiteren Meeresspiegelanstieg während der Dünkirkentransgression (ab etwa 1600 v. d. Ztw.) Sandplatten, die schließlich hochwasserfrei wurden. Auf ihnen kam es dann – wahrscheinlich seit kurz vor der Zeitenwende (bei Regressionstendenz) – zur Dünenaufwehung und deren Festlegung durch Grasvegetation und damit zur Ablösung des *Platen-* durch das *Dünenstadium*.

Seitdem haben die marinen Gestaltungsprozesse den Verlauf der Inselkette allerdings erheblich verändert. Zum einen unterliegt die Mehrzahl der Inseln an ihren *Westenden* einem nur durch Küstenschutzmaßnahmen (u.a. Bau von Buhnen, Deckwerken und Spundwänden; Vorspülungen) eingeschränktem *Abbruch*, dem meist eine in den ausgedehnten Sandplatten dokumentierte *Anlandung im mittleren und östlichen Teil* gegenübersteht. Dabei wird die Sandbilanz sehr wesentlich durch die Interferenz der Wirkungen der Küstenströmung und des mehr oder weniger kräftigen Ebbstromes in den Seegaten zwischen den Inseln gesteuert. Zum anderen haben die Inseln auch eine *Südwärtsverlagerung* erfahren und sind dabei auf vormalige Wattflächen bzw. Wattwiesen aufgewandert, die jetzt an den Nordstränden bei Dünenabbruch wieder freigelegt werden können. Zum dritten sind einige der Inseln z.T. mehrfach *bei Sturmfluten durchbrochen* worden oder inzwischen sogar ganz *verschwunden*.

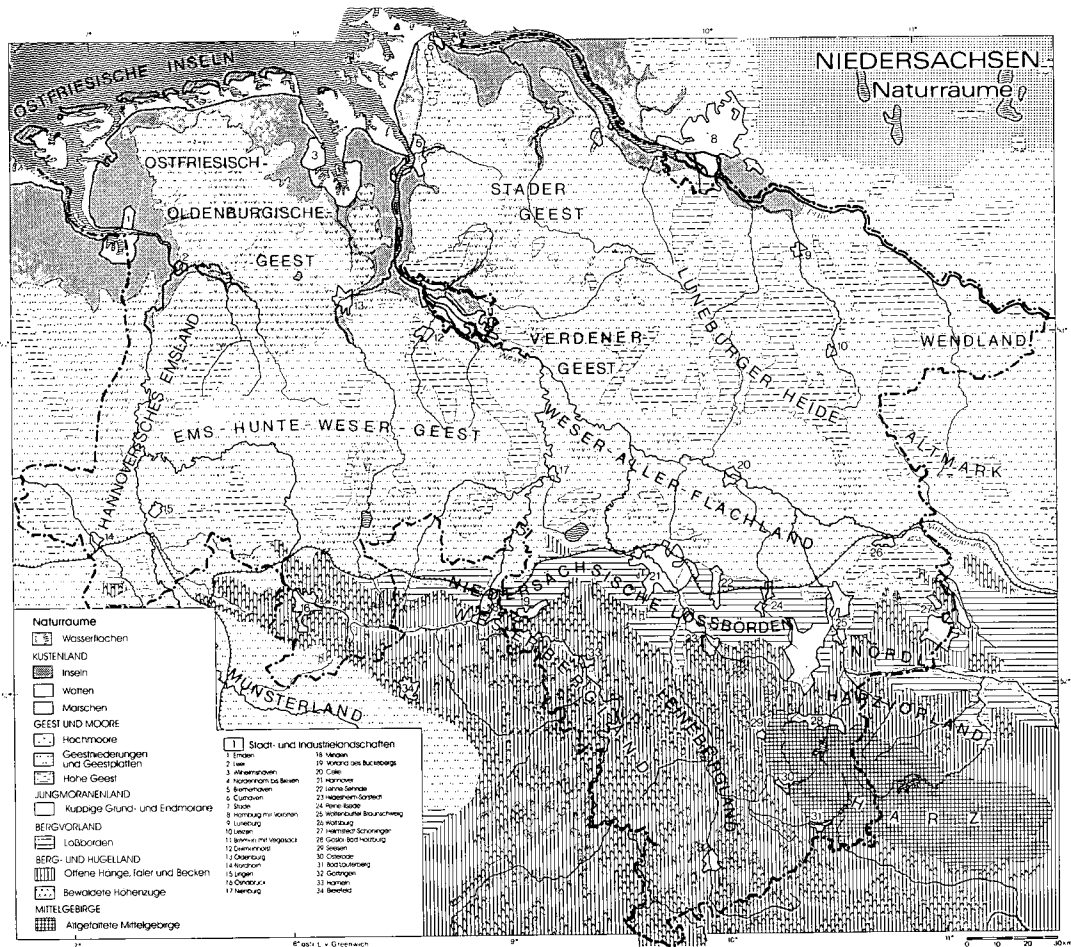
Ein Idealprofil durch die heutigen ostfriesischen Düneninseln zeigt von N nach S folgende Einheiten:

- *Riffsystem* des Sublitorals und des Nassen Strandes (Eulitoral);
- *Trockener Strand* mit Strandwall, Strandebene und Primärdünen, der bei mittlerem Tidehochwasser nicht mehr überspült wird und daher bei den vorherrschenden Nordwestwinden als Liefergebiet für den Aufbau der Sekundärdünen dient;
- *Dünenkern* aus jüngeren Weiß- und älteren Grau- und Braundünen, die ihren charakteristischen Farbwert sowohl aus der unterschiedlich starken Zufuhr von frischen, nährstoffreichen äolischen Sanden und dem Verwitterungszustand der Substrate als auch aus der daran angepaßten Vegetation (Differenzierung Strandhafer - Kleingräser, Kräuter und Büsche) beziehen;
- *Inselmarsch*, teilweise eingedeicht, aus Marschenschlick und eingewehten Dünensanden;
- *Rückseitenwatt* mit Queller und Schlickgras als Schlickfänger im Brandungs- und Strömungsschatten der Insel.

Die **Marschen**, schließlich, liegen als im allgemeinen 3-17 km breite Ebenen zwischen dem Watt und der Geest, die nur bei Cuxhaven-Duhnen in Gestalt der Altenwalder Endmoräne sowie bei Dangast am Jadebusen bis unmittelbar an das Meer vorstößt und dort in einem Kliff unterbrochen wird.

Die Verbreitung des Marschenlandes und die heutige Konfiguration der Festlandsküste sind das Ergebnis

- des in sich differenzierten, bis heute andauernden *postglazialen Meeresspiegelanstiegs* mit entsprechender Sedimentation, die ab dem jüngeren Subboreal und dann vor allem zu Beginn des Subatlantikums (etwa im Zeitraum 700 v. Chr. – 100 v. Chr.) das Watt flächenhaft bis zum heutigen Geestrand in Ostfriesland ausdehnte;



Karte 1:  
 Naturräume,  
 mit Stadt- und Industrielandschaften  
 (in Seedorf 1977;  
 fcp, Atlas Niedersachsen und Bremen  
 Abb. 7, S. 19; verändert)

- verheerender *mittelalterlicher Orkanfluten*, in deren Gefolge die Gezeitenströme vor allem die leicht erodierbaren Niedermoorgebiete vor dem Geestrand zu großen Buchten wie Dollart und Jadebusen ausräumten und die Ästuare von Ems, Weser und Elbe schufen; sowie
- der seitherigen *etappenweisen Rückgewinnung der Landverluste* durch den Menschen.

Wenn das Watt durch die tidebedingte Auflandung von Sedimenten über das Mittlere Tidehochwasser-Niveau (MThw-Niveau) emporgewachsen ist, beginnt mit der sich verstärkenden Vegetationsansiedlung (Übergang von Queller und Schlickgras zu Andelrasen) eine semiterrestrische Bodenentwicklung, die die *Wattsedimente* in *Marschenland* überführt. Diese Prozesse laufen nach natürlichen Gesetzmäßigkeiten ab, sind aber seit den vergangenen Jahrhunderten durch anthropogene Vorkehrungen (Bau von Lahnungsfeldern, Begrüppung) gefördert und schließlich durch Deichbau und begleitende wasserbauliche Maßnahmen (Anlage von Kanälen, Schöpfwerken und Sielen) quasi unumkehrbar gemacht worden.

Die jüngsten, noch nicht ausgesüßten Marschenablagerungen finden sich in der sog. **Salzmarsch** der Außendeichsländer mit ihren ökologisch wertvollen Salzwiesen.

Auf der Binnenseite der Deiche schließt sich in den Seemarschen im allgemeinen **junge Marsch** an, deren wasser- und nährstoffhaushaltliche Gunst durch den hohen Anteil an Ackerland (sog. *Ackerbaumarsch*) bezeugt wird. Das Ackerland konzentriert sich in einer schmalen deichnahen Zone, von wo aus es in den seit dem Mittelalter zurückgewonnenen Teilen der ehemaligen Meeresbuchten bogenförmig gegen das Hinterland ausgreift. Die ackerbauliche Vorzugsstellung der oft feinsandreicheren jungen Marsch resultiert vor allem aus ihrem meist noch vorhandenen Kalkgehalt (sog. *Kalkmarsch*), der u.a. die Bildung eines stabilen Bodengefüges begünstigt, sowie aus ihrer höheren Lage über dem Meeresspiegel (bis +2 m NN), die in Verbindung mit den Gefügeeigenschaften für eine ausreichende Bodendurchlüftung sorgt.

Hydrologisch ähnlich bevorteilt ist das gleichfalls überwiegend ackerbaulich genutzte **Hochland** der Flußmarschen an den Ästuaren von Ems, Weser und Elbe, das im Tidestaubereich uferdammartig höher und grobkörniger aufgewachsen ist und daher leichtere Böden aufweist als das dahinter tiefer gelegene **Sietland** mit seinen schweren, feuchten, häufig vermoorten Böden ohne hinreichende Vorflut, auf denen in der Regel nur Grünlandnutzung möglich ist.

Das Grünland dominiert auch in der küstenfernen **alten Marsch**, die aufgrund des seinerzeit noch niedrigeren Meeresspiegelstandes weniger hoch aufsedimentiert worden ist und sich zudem schon stärker gesetzt hat als die junge Marsch. Das stärkere Setzen wurde durch die hier schon lange andauernde künstliche Entwässerung gefördert, die sich in den meist feinkörnigeren, schluffig-tonigen Sedimenten stärker ausgewirkt und auch die Zersetzung der häufig eingeschalteten Torfe begünstigt hat.

Hydrologisch besonders prekär ist die Situation in der geestrandnahen bzw. im Sietland gelegenen **Moormarsch**, deren nur geringmächtig überschlickte und mit Schlick durchsetzte Niedermoortorfe besonders sackungsanfällig sind. Die Moormarsch leitet zum Teil in reine **Marschrandmoore** über. Wegen der fehlenden natürlichen Entwässerung kommen in diesen vermoorten Gebieten sogar „*Marschrandseen*“ vor.

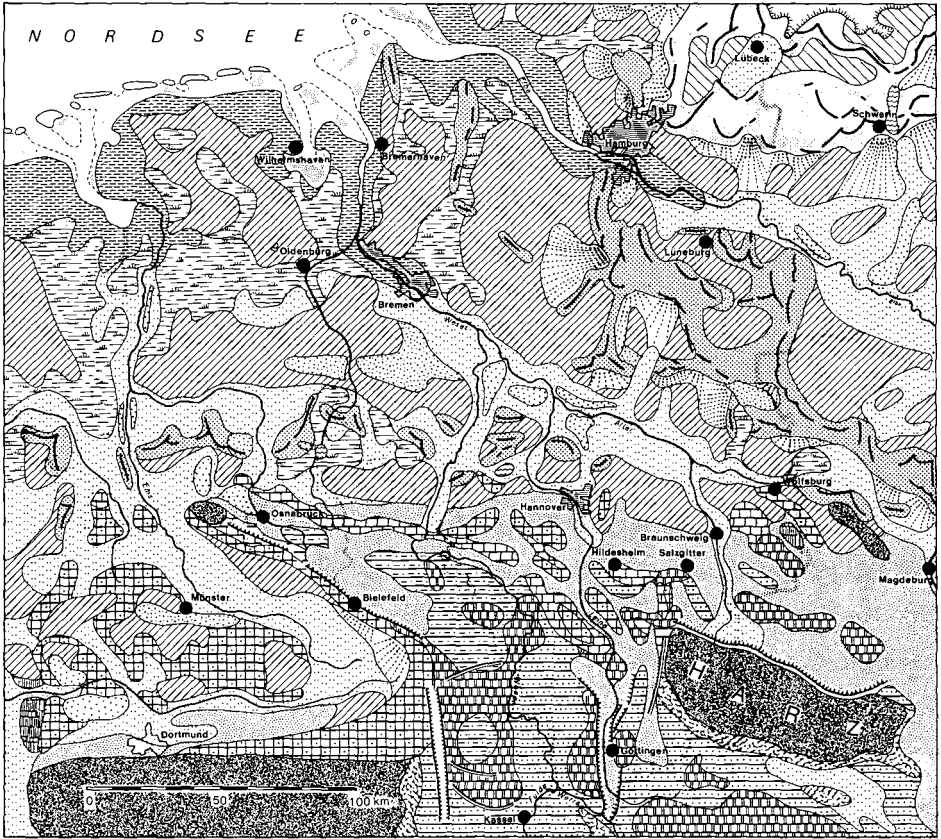
### 3. Geest und Moore

Die Geest nimmt zwischen ihrer nur im Bereich der Randmoore schwer zu fassenden Nordgrenze, dem sog. Geestrand, und der Lößgrenze im Süden etwa drei Fünftel der niedersächsischen Landesfläche ein.

Der Name **Geest** (von „güst“ (nhd.) = unfruchtbar) deutet darauf hin, daß ihr naturräumliches Potential – im Vergleich zu Marschen und Lößbörde – von unseren Vorfahren eher negativ bewertet wurde.

Es handelt sich um ein **Altmoränengebiet**, das – nachdem es bereits während der ersten, der Elstereiszeit von nordischen Gletschern überfahren worden war – oberflächennah im wesentlichen während der zweiten, der Saaleeiszeit vom Inlandeis und seinen Schmelzwässern bei insgesamt drei Vorstößen aufgebaut worden ist, von denen in Niedersachsen der ältere und der mittlere dem Drenthestadium, der jüngere dem Warthestadium zugerechnet werden.





**Quartär und Tertiär**

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> Düneninsel und Watt (Schlick, Sand)</li> <li> Marsch (Klei, z. T. mit Torf)</li> <li> Nieder- und Hochmoor</li> <li> Ablagerungen der Flüsse und Urstromtäler (Talsande, Niederterrasse, Auelehm)</li> <li> Flugsand, Binnendünen</li> <li> Sandloß</li> <li> Loß</li> <li> junge Endmoränen bzw. Eisrandlagen*</li> <li> Jungmoränenplatten (Grundmoräne etc.)</li> <li> alte Endmoränen bzw. Eisrandlagen*</li> <li> Altmoränen- (Geest-) platten</li> <li> Sander</li> <li> Tertiär (Sand, Braunkohle)</li> </ul> | <p style="text-align: center;">} <b>Holozän</b><br/>(Nacheiszeit)</p> <p style="text-align: center;">} <b>Weichsel-</b><br/><b>Eiszeit</b></p> <p style="text-align: center;">} <b>Pleistozän</b><br/>(Eiszeitalter)</p> | <p style="text-align: center;">O</p> <p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: center;">B</p> <p style="text-align: center;">R</p> <p style="text-align: center;">I</p> <p style="text-align: center;">J</p> |
|--|--|---|

\*zumeist sandig-kiesig

**Mesozoikum**

- |  |                |
|--|----------------|
| Kreide (Kalk-, Mergel-, Sand- und Tonsteine)   | } <b>Trias</b> |
| Jura (Kalk-, Mergel-, Sand- und Tonsteine)     |                |
| Keuper (Ton-, Mergel- und Sandsteine)          |                |
| Muschelkalk (vorwiegend Kalksteine)            |                |
| Buntsandstein (vorwiegend Sand- und Tonsteine) |                |

**Paläozoikum**

- |   |                      |
|---|----------------------|
| Zechstein (Gips, Kalk, Dolomit, Anhydrit)   |                      |
| Gesteine des Rotliegenden, des Karbons, Devons und Silurs (Kristallin, metamorphe Gesteine, alte Sedimente) |                      |
| Verwerfung  | Binnensee            |
| Graben  | Stetlifer der Ostsee |
| tektonische Störung   |                      |

Karte 2: Geologische Übersichtskarte (aus: SEEDORF u. MEYER 1992: Landeskunde Niedersachsen, Bd. 1, Abb. 43, S. 95)

Die hierbei geschaffenen Formen sind, beginnend schon während der Saale- und dann besonders während der Weichselkaltzeit, im periglaziären Milieu durch Gelisolifluktion, Abspülung und Deflation z.T. wieder abgetragen worden; die Sedimente unterlagen zudem im letzten Interglazial (Eem) und im Holozän intensiver Verwitterung und Bodenbildung, die vor allem in Seebecken und Niederungen durch die Ablagerung von Mudden und Torfen ergänzt wurden.

Während das Eis bei seinem ersten saalezeitlichen Vorstoß, in der sog. Hamelner Phase des Älteren Drenthestadiums, bis weit in das Niedersächsische Berg- und Hügelland vorrückte, baute es während des Jüngeren Drenthestadiums markante Endmoränenwälle zwischen Weser, Aller und Elbe auf, um während des Warthestadiums die Elblinie nur noch bis in die nördliche und östliche Lüneburger Heide zu überqueren, wo es seine Randlagen im Verlaufe älterer Eisrandlagen aus der Zeit des Jüngeren Drenthestadiums fand.

Bei jedem Vorstoß hinterließ das Eis im Idealfall eine sog. „**Glaziale Serie**“ mit einer räumlichen Vergesellschaftung von Grundmoräne(nlandschaft), Endmoräne, Sander und Urstromtal; im einzelnen können jedoch aus unterschiedlichen Gründen bestimmte Elemente dieser Glazialen Serie schon bei der Entstehung (weitgehend) ausgefallen oder durch spätere Abtragungsprozesse beseitigt worden sein.

Es sind diese Glazialen Serien mit ihren Deckschichten (s.u.), die durch das Nebeneinander verschiedenartiger Oberflächenformen und das Neben- und Übereinander unterschiedlicher Sedimente mit differierenden wasser- und stoffhaushaltlichen Eigenschaften ein relativ kleinräumiges Mosaik von Ackerflächen, Grünlandarealen, Restmooren und Wäldern auf unterschiedlichen Böden hervorgebracht haben.

Die recht ebene **Grundmoränenlandschaft** nimmt die größten Teile der flachwelligen Geestplatten ein (sog. *Grundmoränenplatten*). Dort wo sie in der Nähe der Endmoränen ursprünglich kuppiger ausgebildet war, ist sie während der letzten Kaltzeit durch Gelisolifluktion und Abspülung nivelliert worden. Sedimentologisch besteht die Grundmoränenlandschaft aus zu *Geschiebelehm* verwittertem ehemaligem *Geschiebemergel*, der im weiteren Hinterland der Endmoränen vor allem beim Niedertauen des Eises abgelagert wurde und je nach Eisvorstoß ein unterschiedliches Geschiebeinventar, vor allem aber in der Matrix unterschiedliche Sand-, Ton- und Kalkgehalte und damit ein differierendes Bodenbildungspotential aufweist. Da die Geschiebelehme im Vergleich zu den sonst überwiegend sandigeren Substraten per saldo nährstoffreicher, sorptionsstärker und weniger austrocknungsgefährdet sind, findet sich auf ihnen die nach den Sandlößgebieten (s.u.) höchste Verbreitungsdichte von Ackerland auf der Geest.

Bei den **Endmoränen** der sog. Hohen Geest handelt es sich im nordwestdeutschen Raum weitaus überwiegend um *Stauchmoränen*, bei deren Bildung unter der Last und Bewegung der vorrückenden Gletscherfront vor allem Vorschüttsande und -kiese des gleichen oder eines älteren Eisvorstoßes, aber auch voreiszeitliche Sedimente (z.B. Kreide- und Tertiärtone, alte Flußschotter) im gefrorenen Zustand vom Untergrund abgeschert und zu schollenartigen Paketen aufgestaucht wurden. Die zugehörigen Endmoränenwälle sind – schon reliefbedingt – in aller Regel bewaldet und zeigen in Abhängigkeit von der Hangneigung und den o.g. Substraten, aber auch von der Vegetation (meist Kiefernforste, aber auch kleinräumige Reste von naturnahen Eichen-Birken- bzw. Eichen-Buchen-Wäldern) ein durchaus differenziertes Bodeninventar, das einerseits die räumlich vorherrschenden mehr oder weniger podsolierten Braunerden, andererseits aber auch Pseudogleye umfaßt.

Die vom Inlandeis gespeisten Schmelzwasserströme schütteten vor den Endmoränenwällen saum- und fächerartige Formen, die sog. **Sander**, auf, die in der Nähe der Durchtrittsstellen durch die Moränenwälle aus Kiesen, ansonsten aus Sanden bestehen. Besonders markante Beispiele sind die zu einem erheblichen Teil mit Geschiebelehm überlagerten Sander des Jüngeren Drenthestadiums in der südwestlichen Lüneburger Heide im Vorland der Warthe-Haupteisrandlage. Wegen ihrer durchweg geringwertigen, weil nährstoffarmen, sorptionsschwachen, stark wasserdurchlässigen Böden tragen die Sander heute in der Regel weitflächig Kiefernforsten, während sich hier vor zwei Jahrhunderten noch Heideflächen ausdehnten.

Nachdem die Schmelzwässer ihre mitgeführte Kies- und Sandfracht schon weitgehend auf den Sandern deponiert hatten, sammelten sie sich gemeinsam mit den Flußwässern aus dem Binnenland in von SE nach NW parallel zum jeweiligen Eisrand verlaufenden **Urstromtälern** (vgl. u.a. MEYER 1983), die sich bei stoßweiser Wasserführung mit einem sich stark verzweigenden und pendelnden („verwilderten“) Lauf bis auf 20 km Breite aufweiteten (Bsp.: Elbe-Urstromtal der verschiedenen Stadien der Weichseleiszeit, schon älter angelegt; Aller-Weser-Urstromtal des Jüngeren Drenthe- und des Warthe-Stadiums).

Die **übrigen Geestniederungen** gehen entweder ebenfalls auf den verwilderten Abfluß von Schmelzwässern vor dem längere Zeit stationären Rand des Inlandeises zurück (Bsp.: Niederungen von Hamme und Wümme nördlich bzw. östlich von Bremen), oder sie entstammen einer im einzelnen oft noch gar nicht entschlüsselten Kombination von ausschürfender Tätigkeit des Inlandeises und zeitweisem Schmelzwasserabfluß (Bsp.: Hunte-Leda-Niederung, Niederungsgebiete südlich der Nienburg-Cloppenburg-Meppener Geest). Auch spiegelt die Anlage schmalere solcher Niederungen – z.B. auf der Ostfriesisch-Oldenburgischen oder auf der Stader Geest – teilweise die NE-SW-Bewegungsrichtung des saalezeitlichen Inlandeises und/oder die Erosion der unter seinen Längsspalten erodierenden Schmelzwässer wider.

In all diesen Geestniederungen hängt die Bodenentwicklung sehr wesentlich von der Höhenlage des Grundwasserspiegels, darüber hinaus aber auch von einer etwaigen jungen Umlagerung der Substrate (s.u.) und/oder vom anthropogen beeinflussten Vegetationsbestand ab.

Das Relief der Glazialen Serien wurde im Altmoränengebiet in den jeweils eisfrei gewordenen Teilen schon während der Saalekaltzeit, flächendeckend dann aber erst in der Weichselkaltzeit durch **Gelisolifluktion** und **Abspülung** stark nivelliert, wobei speziell die Abspülung (Abluation) den Sand oft kilometerweit bis in das Vorland von Vollformen verlagert hat. Er wurde dann in den Bächen und Flüssen periglaziär-fluviatil weitertransportiert und schließlich – vergleichbar der Ablagerung der Niederterrassen-Schotter im Bergland – als sog. *Talsand* sedimentiert. (Als solcher kommt er z.B. auch im Hangenden der saalezeitlichen Schmelzwassersande im Aller-Weser-Urstromtal vor.)

Ergänzt wurden diese an die Existenz eines Dauerfrostbodens gebundenen Abtragungsprozesse durch intensive **Windwirkung** bei spärlicher oder fehlender Vegetation und hinreichender atmosphärischer Trockenheit. Die Windwirkung führte in den auswehungsfähigen Substraten der Moränen- und Schmelzwasserablagerungen sowie der Talsande einerseits durch selektive Anreicherung der gröberen Komponenten zur Bildung von *Steinsohlen* mit *Windkantern*, andererseits zur Ausblasung von *Deflationswannen*. Während der ausgeblasene Sand meist in räumlicher Nachbarschaft zu den Deflationsgebieten zu *Flugdecksanden* und (*Alt-*)*Dünen* auf- bzw. zusammengeweht wurde, transportierten die Winde die feinkörnigeren Gemengteile (vor allem Schluffe) als Schwebfracht über größere Distanzen, um sie schließlich als *Sandlöß* oder *Löß* abzulagern, wobei der Sandlöß oft – aber keineswegs immer – schon im Nahbereich von Flugsandgebieten bzw. zwischen Flugsand- und Lößgebieten inselartig deponiert wurde. Sowohl die bevorzugte Lage der Dünen östlich der Sandliefergebiete, insbesondere an den östlichen Talrändern von Ems, Weser und Aller, als auch das Vorkommen der größten Lößmächtigkeiten auf den ostexponierten, also leeseitigen Talhängen im Berg- und Hügelland beweisen, daß während der Weichselkaltzeit ähnlich wie heute im westlichen Mitteleuropa Winde aus westlichen Richtungen vorherrschten. Nur in einem weniger als 100 km breiten Streifen vor dem weichselhochglazialen Eisrand sind offenbar (auch?) antizyklonale Luftströmungen mit vorherrschend nordöstlichen Winden deflations- und transportaktiv gewesen (vgl. MEYER & KOTTMEIER 1989).

Wohl vor allem als Folge der verschiedenen periglaziären Prozesse sind die Moränen, aber auch die Schmelzwasserablagerungen der Geest oft weitflächig in mehreren Dezimetern Mächtigkeit von **Geschiebedecksanden** überlagert – meist ungeschichtete, mit einzelnen Kiesen, Steinen und evtl. Blöcken durchsetzte, strukturlöse Sande, für die diskutiert wird, in welchem Umfang neben der periglaziären kryogenen Perstruktion auch biogene Perstruktion im Holozän an ihrer Bildung beteiligt war.

Die vor allem im Spätglazial und frühesten Holozän aufgewehten **Flugdecksande** und **Altdünen** (s.o.) wurden beginnend schon mit der anthropogenen Vegetationszerstörung im Neolithikum und in der Bronzezeit, dann verstärkt seit dem Hochmittelalter und mit einem Höhepunkt im 18. und 19. Jahrhundert durch den Menschen reaktiviert, so daß es zur Ausbildung von sog. **Wehsanden** und **Jungdünen** kam. Diese Reaktivierung resultierte vor allem aus der Plaggengewinnung und Schafweide der Heidebauernwirtschaft und wurde erst in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts durch obrigkeitliche Einschränkungen des Plaggenhiebs und der Beweidung sowie durch gleichzeitige Aufforstungen der devastierten oder gefährdeten Areale mit Kiefern und Birken unterbunden.

Ähnlich stark hat der Mensch auch in die **Moore** der Geestlandschaft eingegriffen. Die hier auf den grundwassernahen Standorten der Niederungen im Spätglazial und Holozän entstandenen **Niedermoore** (Flachmoore) wurden nach ihrer Trockenlegung in der Regel in Grünlandnutzung übergeführt. Auch die seit etwa 5500 v.Chr. (sog. Atlantikum) auf einem Teil der Niedermoore, aber auch direkt auf dem mineralischen Untergrund aufgewachsenen ombrogenen, oligotrophen **Hochmoore**, die z.T. auf die angrenzenden Geestplatten übergegriffen haben, sind inzwischen weitflächig – vor allem durch die Fehn-, die Deutsche Hochmoor- und die Sandmischkultur – in landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt worden, die heute überwiegend als Grünland, seltener auch als Ackerland Verwendung finden.

Torfabbau – wichtigste Abnehmer sind der Erwerbsgarten- und der Landschaftsbau – findet gegenwärtig noch auf gut 10 % der niedersächsischen Hochmoorflächen statt, doch wird aus ökologischen Gründen angestrebt, die letzten unversehrten Areale unter Schutz zu stellen und zugleich mit der Renaturierung ehemals genutzter Flächen zu beginnen.

#### **4. Die Lößbörden (Bergvorlandzone)**

Die Lößbörden (von „bören“ (nnd.) = tragen, ertragreich sein) der Bergvorlandzone beginnen im Westen vor dem Nordfuß des Wiehengebirges als schmaler Saum, der sich innerhalb Niedersachsens nach Osten hin keilförmig verbreitert, um dann jenseits der Landesgrenze nahtlos in die Magdeburger Börde überzugehen. Seine Nordgrenze gegen die Geest, die sog. „**Lößgrenze**“ (s.u.), ist relativ scharf ausgeprägt und verläuft im wesentlichen West-Ost, wobei sie bis Braunschweig über weite Strecken der Trasse des Mittellandkanals benachbart ist. Im Süden greift die Bördenzone mit Buchten – von Westen nach Osten sind dies Calenberger, Hildesheimer und Braunschweig-Schöppenstedter Börde – weit in das Niedersächsische Berg- und Hügelland ein, wo sich die Lößbedeckung in den Flußtälern und Becken sowie auf den Berghängen bis 300 oder 400 m ü.NN fortsetzt (siehe Kap. 5).

Die absolute Dominanz des Ackerbaus verdankt diese Zone dem Lößstaub, der hier in der Fußregion der Berglandschwelle (sog. Mittelgebirgsschwelle) mit ihren Windstauwirkungen letztmalig während des trocken-kalten Weichselhochglazials (oberes Jungwürm) auf Ablagerungen des saalezeitlichen Inlandeises und mesozoischen Untergrundgesteinen äolisch sedimentiert worden ist, wobei die meist 0,50-3 m mächtige Überkleidung des Feinreliefs zu weiten Lößebenen sowie im Verzahnungsbereich mit dem Bergland zu Lößhügelländern geführt hat. Da ältere als weichselhochglaziale Lössе in den niedersächsischen Lößbörden selten sind und wenn, dann meist in typischen Lee- oder Schutzpositionen (Depressionen, Beckenlagen) angetroffen werden, darf von ihrer weitgehenden Aufarbeitung ausgegangen werden, wobei es insbesondere während der mittleren Weichselkaltzeit auch zu erheblichen Umlagerungen durch Verspülvorgänge gekommen ist.

Die erstaunlich scharfe nördliche Grenze der Lößverbreitung in der Bergvorlandzone wird heute überwiegend als Vegetations- und Bodengrenze zwischen der höchstens spärlich bewachsenen Frostschutt-Tundra im Norden und einer geschlossenen Gras- und Krautsteppe, der sog. „**Lößsteppe**“, im Süden interpretiert, deren Pflanzen geeignet waren, den Lößstaub aus der Luft auszukämmen und festzuhalten – wobei sich in dieser Vegetations- und Bodendifferenzierung vor allem die wachsende Entfernung vom weichselhochglazialen Inlandsrand widerspiegelt.

Da der Löß wegen seiner hervorragenden bodenphysikalischen und guten bodenchemischen Eigenschaften ein vorzügliches Ausgangssubstrat für die Entwicklung von Böden mit hoher

Ertragsfähigkeit darstellt und sich dementsprechend auf ihm anspruchsvolle Feldfrüchte anbauen und Spitzenerträge erzielen lassen, fehlt hier Grünland- oder Waldnutzung fast vollständig. Die wenigen in das Ackerland eingestreuten größeren Waldflächen stocken entweder auf sehr feuchtem Untergrund oder aber auf Festgesteinsdurchragungen mit geringmächtiger Bodendecke.

## 5. Das Berg- und Hügelland

Das Niedersächsische Berg- und Hügelland ist eine kleinräumig gekammerte Landschaft, die sich aus einer unregelmäßigen Folge von bewaldeten Höhenzügen und offenen Becken, Mulden und Tälern zusammensetzt.

Während im Leine-Weser-Bergland etwa nördlich der Linie Bad Pyrmont – Bodenwerder – Einbeck – Seesen sowie im nördlichen Harzvorland einzelne, langgestreckte Höhenzüge – meist **Schichtkämme** – vorherrschen, dominieren im südlichen Teil des Leine-Weser-Berglandes sowie im südlichen Harzvorland **Schichtstufen-** (Bsp.: Göttinger Wald) und **Rumpfflächenlandschaften** (Bsp.: Untereichsfelder Becken), vergesellschaftet mit breiten Gewölbestructuren, so dem Buntsandsteingewölbe von Solling, Bramwald, Reinhardswald und Kaufunger Wald.

Die Bergzüge sind aus mesozoischen Sedimentgesteinen aufgebaut, die per saldo von Süden (Buntsandstein, Muschelkalk) nach Norden (Jura, Kreide) immer jünger werden – eine Folge der im Süden stärkeren Hebung der Mittelgebirgsschwelle seit der ausgehenden Jurazeit, so daß hier bereits kräftig abgetragen wurde, als im Norden noch Ablagerung stattfand. Im einzelnen zeigt sich jedoch ein sehr differenziertes petrographisches Bild, da die Festgesteinschichten in mehreren Phasen ab dem oberen Jura bis in das Tertiär an zahlreichen Störungen zerbrochen und verstellt wurden, so daß bei nur geringer Faltung ein typischer Schollenbau entstand (sog. **Saxonische Bruchschollentektonik**), der im südlichen Bergland vor allem durch rheinisch (N-S) gerichtete Zerrungsstrukturen (z.B. Leinetalgraben bei Göttingen), im nördlichen Teil dagegen zumeist durch herzynisch (NW-SO) verlaufende Strukturen charakterisiert ist. Bei der Schichtenverstellung spielte die Wanderung der unter den mesozoischen Festgesteinen liegenden Zechsteinsalze und ihr Aufstieg an den Schollengrenzen eine wichtige Rolle (sog. **Salztektonik, Halokinese**).

Aus den schräggestellten Gesteinspaketen wurden dann durch **selektive Verwitterung und Abtragung** bei flacherer Schichtneigung (bis etwa 10-12°) – wie sie für das südliche Niedersächsische Bergland kennzeichnend ist – Schichtstufen, bei steilerem Einfallen – wie es im nördlichen Bergland vorherrscht – Schichtkämme oder Schichtrippen herauspräpariert, wobei die morphologisch hochwertigen Sand- und Kalksteine als Stufen- bzw. Kambildner fungierten, während die als Sockelbildner an den Unterhängen ausreichtenden, wenig resistenten Ton- und Mergelsteine zu Talungen und Becken ausgeräumt wurden.

Das dabei entstandene morphologische Bild muß nicht immer mit der geologischen Struktur übereinstimmen. Das markanteste Beispiel für eine derartige „**Reliefumkehr**“ ist die im nördlichen Leinebergland gelegene geologische Ith-Hils-Mulde mit ihrem elliptisch umlaufenden Streichen, in deren Zentrum der aus den jüngsten Gesteinen (Kreide) aufgebaute, ohrmuschelförmige Höhenzug des Hils mit 480,4 m die größte Höhe erreicht.

Hervorgegangen ist die **Schichtstufen- und Schichtkammlandschaft** Niedersachsens aus einem *tertiären Flachrelief*, in dem es allerdings in Abhängigkeit von der Lage zu den damaligen Vorflutern als Erosionsbasen und von den tektonischen und petrographischen Differenzierungen neben Rumpfflächen auch bereits Vorformen der Schichtstufen und Schichtkämme in Gestalt der weniger akzentuierten Schichtrampen und Schichtschwellen gab, von denen heute noch die Walme und Scheitelflächen als Relikte zeugen (vgl. SCHUNKE & SPÖNEMANN 1972). Im nördlichen Niedersächsischen Berg- und Hügelland schon seit dem Jungtertiär, im südlichen erst mit der oberpliozän-pleistozänen Taleintiefung, hat sich dann daraus eine ausgeprägte sog. Strukturformenlandschaft entwickelt, wobei die markante *Herauspräparierung der Bergzüge* erst mit der zunehmenden Hangversteilung der Stufen- bzw. Stirnhänge durch Gelisolifluktion und Abspülung während der pleistozänen Kaltzeiten erfolgte. Diese Abtragungsprozesse haben vor allem im Unterhangbereich *periglaziäre Fließerden* hinterlassen, in denen die Kalk- oder Sandsteinschutte vom Oberhang unter Aufnahme periglaziär-äolischer Ablagerungen (Löss) sowie der quell- und

gleitfähigen Gesteine des Sockels über diesen hinweggeglitten sind, wobei sie sich noch weiter hangabwärts z.T. mit kaltzeitlichen Flußschottern verzahnt und an deren Akkumulation mitgewirkt haben können.

Im Gegensatz zu den hangversteilenden pleistozänen Prozessen führt die **holozäne Formung** an den Stufen- und Stirnhängen eher zu einer Abflachung der Böschungen; sie ist zudem gering, erfährt nur einen relativ kleinen Anteil der Hänge und beschränkt sich im wesentlichen auf örtliche *Massenverlagerungen* (Absturz von Gesteinsmassen, Abgleiten von Schichtpaketen, Ausfließen von tonigem Lockermaterial) sowie auf *Kriechbewegungen*. Voraussetzungen dafür sind vor allem eine genügend große aus dem Pleistozän überkommene Reliefsteilheit und eine hinreichende Durchfeuchtung der oberen tonig-mergeligen Sockelgesteine, wodurch die rezente Formung an den Stufenhängen der Schichtstufen deutlich stärker ausfällt als an den Stirnhängen der Schichtkämme. (Vgl. SCHUNKE & SPÖNEMANN 1972.)

Die zwischen den bewaldeten Bergzügen gelegenen Offenlandschaften der Täler und Becken verdanken ihre schon frühe Rodung und die weitaus überwiegend ackerbauliche Nutzung dem hier wie in der Bördenzone letztmalig während des Weichsel-Hochglazials angewehten Lößstaub.

Der **Löß** überlagert entlang der Flußläufe deren periglaziär-fluviatile Schotterkörper von der besonders weitflächig erhaltenen drenthezeitlichen Mittelterrasse an aufwärts. Er zieht sich von hier aus noch weit an den Unterhängen der Bergzüge empor, um erst in steileren Hangabschnitten allmählich auszudünnen und oberhalb 300 oder 400 m Höhe schließlich fast ganz zu fehlen. Dabei bleibt fraglich, ob der Löß hier mangels Pflanzendecke gar nicht erst zum Absatz gekommen war, oder aber ob er durch spätglaziales Bodenfließen und/oder durch Abspülungsprozesse vor der frühholozänen Waldrückkehr wieder erodiert worden ist.

Im Unterhangbereich bzw. am Übergang zu einer vorgelagerten Fuß- oder Terrassenfläche können in Leelagen gegenüber den auch damals vorherrschenden Westwinden abnorm große Lößmächtigkeiten von 6 und mehr Metern, z.T. mit einer charakteristischen Abfolge von Paläoböden, erreicht werden, wobei allerdings meist größere Partien der Lössе nicht autochthon, sondern verlagert vorliegen. Hier im Unterhang- und Fußflächenbereich findet sich über dem anstehenden Sockelgestein der Schichtstufen und Schichtkämme die typische *Fließerde-Löß(lehm)-Deckfolge* als Ausgangssubstrat für die Bodenentwicklung.

Im nördlichen Berg- und Hügelland können die Lössе in tieferen Reliefpositionen auch die verbreiteten Grundmoränen- und Schmelzwasserablagerungen überkleiden, die hier das drenthezeitliche Inlandeis hinterlassen hat, als es bei seinem Maximalvorstoß im Wesertal bis südlich von Hameln, im Leinetal bis Freden sowie weiter im Osten bis an den nordwestlichen und nördlichen Harzrand vordrang.

In den lößbedeckten Bereichen des Niedersächsischen Berg- und Hügellandes ist es schon bei geringer Hangneigung zu bedeutender **Bodenerosion** durch oberflächlich abfließendes Wasser gekommen, deren Abspülprodukte als Kolluvien sowohl die Hangfüße über- als auch ältere Tiefenlinien auskleiden können. Die Bodenerosion begann örtlich beschränkt bereits mit dem Selbsthaftwerden des Menschen und der Einführung von Ackerbau und Viehzucht im Neolithikum, nahm dann offenbar in der ausgehenden Bronzezeit merklich zu, erreichte aber ein bedeutendes Ausmaß erst während der mittelalterlichen Rodungsperiode(n) und in der Neuzeit, als eine immer weitere Ausdehnung des Kulturlandes auf hängige Lagen stattfand und sich in den letzten Jahrhunderten zudem entscheidende Änderungen in der Agrartechnik, dem Anbaueffüge und der Auswahl der Feldfrüchte vollzogen. Die Folge war nicht nur eine flächenhafte oder rinnenförmige Abspülung der Bodenkrume, sondern z.T. sogar Graben- und Schluchtreißen, wobei besonders starke Erosionsereignisse in der ersten Hälfte des 14. und der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts (vgl. u.a. BORK 1988) offenbar durch exzessive Starkniederschläge ausgelöst worden sind.

Als Folge der Bodenerosion in den Lößgebieten kam es seit der ausgehenden Bronzezeit (so jedenfalls im Einzugsbereich der Weser) und dann während des Mittelalters und der Neuzeit in den Talauen der Flüsse und Bäche auf Niederterrassenschottern zur Ablagerung mehrerer, vor allem durch verschiedenartige Körnung und unterschiedliche pedogene Überprägung ausgezeichnete **Auelehmkörper**, die – durch Erosionsphasen getrennt – ineinandergeschachtelt, aber auch gestapelt

vorliegen können. Bis heute wird diskutiert, welchen Anteil an dieser Differenzierung anthropogene und welchen natürliche (vor allem klimatogene) Prozesse gehabt haben. Die aus dem Bergland und der Lößbörde kommenden Flüsse haben die Schwebstoffe bis weit in das niedersächsische Tiefland verfrachtet, wo die *Auelehme* zunehmend geringmächtiger und sandiger ausfallen und schließlich von *Auensanden* abgelöst werden können.

## 6. Der Harz als Mittelgebirge

Mit scharf gezeichnetem, herzynisch (NW-SE) verlaufendem Umriß erhebt sich der Harz aus dem niedersächsischen und thüringischen Schichtkamm- und Schichtstufenland. Die deutliche Abgrenzung wird durch die weithin geschlossene Bewaldung betont, der das Gebirge seinen Namen verdankt (Hart (mhd.) = Bergwald). Der *herzynischen Kontur* des Harzes steht das *erzgebirgische* (SW-NE) *Streichen* seines Faltenbaus gegenüber, das sich am augenfälligsten in der Richtung des Acker-Bruchberg-Zuges dokumentiert. Diese innere Struktur wie auch die petrographischen Merkmale (vorwiegend Sedimentgesteine des Devons und Karbons; daneben Magmatite in Form von Diabas-Gängen, Granit-Plutonen und porphyrischen Vulkaniten) erweisen das *Grundgebirge* des Harzes als Teil des ehemaligen *Variskischen Gebirges*, das im Oberkarbon entstanden, vor der Zechstein-Transgression aber bereits wieder weitgehend abgetragen war. Die heutige Kontur verdankt der Harz erst den an der Wende Jura/Kreide einsetzenden Phasen der *Saxonischen Gebirgsbildung*, durch die er als Teil eines durch frühere Faltung verfestigten Orogens pultschollenartig herausgehoben wurde. Während sich die Heraushebung *am Südrand* in Form einer mehr oder weniger bruchlosen Aufbiegung (*Flexur*) vollzog, erfolgte sie im Norden an der „*Harznordrandstörung*“ mauerartig zu einer steilen Bruchstufe. Dabei wurden hier die Schichten des Deckgebirges aufgerichtet und teilweise sogar überkippt (sog. *Aufrichtungszone*).

Den Gebirgsrand begleitet eine **Randsenke**, die ihre Entstehung im Norden der Ausräumung morphologisch wenig widerständiger Gesteine dieser Aufrichtungszone, im Süden dem Zusammenspiel von fluvialer Erosion und Subrosion des Werra-Sulfats (Zechstein 1) verdankt. Im Westen sind im Gittelder Graben Salz und Gips ausgelaugt worden.

Der Gebirgsrand weist aufgrund der hohen Reliefenergie eine dichte und tiefe Kerbzertalung, die sog. **Randzertalung**, auf. Talaufwärts werden die Talhänge zunehmend niedriger und flacher, bis sie schließlich in 560-600 m NN der **Harzhochfläche** Platz machen, die im Oberharz ihre größte Ausdehnung und ihren besten Erhaltungszustand in der Umgebung von Clausthal-Zellerfeld (sog. Clausthaler Hochfläche) besitzt. Sie erfuhr ihre Anlage als Teil einer in Resten auch im umliegenden Niedersächsischen Bergland nachweisbaren *Rumpffläche* durch flächenbildende Abtragungsprozesse unter tropenähnlichen Klimabedingungen im Alttertiär, wurde in ihren inneren Teilen jedoch noch bis in das Miozän hinein weitergebildet, bevor sie dann im Pliozän und ältesten Pleistozän um rd. 300 m über das Umland gehoben wurde.

Aus dieser tertiärzeitlichen Reliefbildungsphase stammen die auf der Harzhochfläche, aber auch auf höherer gelegenen Verebnungen im Zentralen Bergland (s.u.) vorhandenen Reste *vorzeitlicher Verwitterungsdecken* in Form von tiefgründig vergrustem und vertontem *Granitzersatz* sowie von tonreichen, kaolinithaltigen *Graulehmen*; letztere finden sich auf der Clausthaler Hochfläche sowohl auf unterkarbonen Grauwacken und Tonschiefern als auch auf unterdevonen Sandsteinen und Quarziten mit Tonschiefereneinschaltungen und haben in der Regel zur Bildung staunasser Böden und zu Versumpfungen geführt. Der heute nur noch geringe Umfang tertiärzeitlicher Verwitterungsbildungen auf den Hochflächen belegt, daß diese seit ihrer Hebung nicht nur durch rückschreitende Erosion von der Randzertalungszone aus immer weiter aufgezehrt werden, sondern daß sie auch durch denudative Prozesse erheblich überprägt worden sind. Die hierfür vor allem verantwortlichen kaltzeitlichen Prozesse der Gelsolifluktion und Abspülung haben – meist mehrgliedrige – *Fließerde-Schuttdecken* auf den Hängen hinterlassen, in denen älteres Zersatzmaterial aufgearbeitet ist, die aber vielfach auch bis in größere Höhen Lößbeimengungen enthalten. Zumindest der obere Teil dieser kaltzeitlichen Fließerden kann gebietsweise als Folge von Rodungen während der mittelalterlichen und der neuzeitlichen Bergbauperiode sekundär umgelagert worden sein.

Unterhalb der Harzhochfläche werden die Zwischentalbereiche der Randzertalzone in einer mittleren Höhe von 500, 400 und 300 m von den Resten dreier ehemaliger *Gebirgsfußflächen* gegliedert, von denen *Hochtalböden* längs der großen Flußtäler in das Gebirge zurückgreifen. Diese **Randverebnungssysteme** entstanden, als die durch die Hebung ausgelöste Tiefenerosion während des Pliozäns und ältesten Pleistozäns am Gebirgsrand dreimal von Phasen flächenhafter Formung mit Seitenerosion unter semiariden Abtragungsbedingungen unterbrochen wurde (vgl. THIEM 1974).

Die Harzhochfläche selbst wird im Mittelharz von den weitgespannten Erhebungen eines im Brockenmassiv kulminierenden **Zentralen Berglandes** überragt, dessen treppenförmigen Aufbau (*Rumpftreppe*) HÖVERMANN und andere mit einem der Anlage der Harzhochfläche vorausgegangenen Wechsel von Phasen der Hebung (Stufenbildung) und solchen tektonischer Ruhe (Formung der Rumpfflächen unter flächenbildungsgünstigen Tertiärklimaten) erklären. Hierfür ist aber auch die insgesamt hohe, im einzelnen jedoch differenzierte morphologische Wertigkeit der Gesteine (Acker-Bruchberg-Quarzit, Brocken-Granit, Hornfelse im Plutonkontakt) sowie die unterschiedliche Erosionskraft der tertiären Abtragungssysteme von Bedeutung.

Die markantesten Glieder dieser Rumpftreppe, Bruchberg und Brocken, schließen zwischen sich eine weitgespannte, großflächig vermoorte *Hochmulde* ein, die in 770-800 m NN, im Niveau des Torfhäuser Hügellandes, auffällig rumpfflächenhafte Züge trägt. Im S wird die Hochmulde überragt und gleichsam abgeschlossen von *kopffartigen Bergkuppen* (Gr. u. Kl. Sonnenberg, Rehberg, Königskopf, Achtermannshöhe, Wurmberg), deren granitischer Sockel durch eine Hornfels-Kappe vor verstärkter Erosion geschützt ist.

In der für eine Firnakkumulation geradezu prädestinierten Hochmulde lag zumindest während der Saale- und der Weichseleiszeit ein ausgedehntes, mehr als 80 m mächtiges, relativ inaktives **Plateaueis** (DUPHORN 1968), von dem aus kurze, gedrungene Gletscherzungen lappenartig in die angrenzenden Taloberläufe vordrangen. Zur Bildung eines ausgeprägten Talgletschers kam es auch während der letzten Eiszeit im Odertal, wo die am besten erhaltenen Endmoränenstufen des Harzes am Fuße der Hahnenklee Klippen liegen. Sowohl in den Talgründen als auch an den Hängen und auf den Zwischentalscheiden hat das Eis Blockschuttanhäufungen und Blockschuttdecken oder auch nur einzelne erratische Blöcke hinterlassen, die sämtlich oft nur schwer von den im Hochharz besonders mächtigen periglaziären Fließerdeströmen und -decken zu unterscheiden sind, so daß bis heute sehr unterschiedliche Anschauungen über Art, Ausmaß und Altersstellung der Vergletscherung des Gebirges existieren.

Das ehemalige Firnsammelbecken wurde im Postglazial zum Zentrum einer großflächigen **Vermooring**, die ab ca. 1600 v. Chr. in der zweiten Hälfte des Subboreals eine besonders starke Ausweitung erfuhr. Meist handelt es sich um ombrotrophe Hochmoore oder – so vor allem bei den Hang- und Sattelmoores – um soli-ombrogene Übergangsmoore, die sowohl vom Relief als auch vom Klima her in der Hochmulde optimale Wachstumsbedingungen vorgefunden haben.

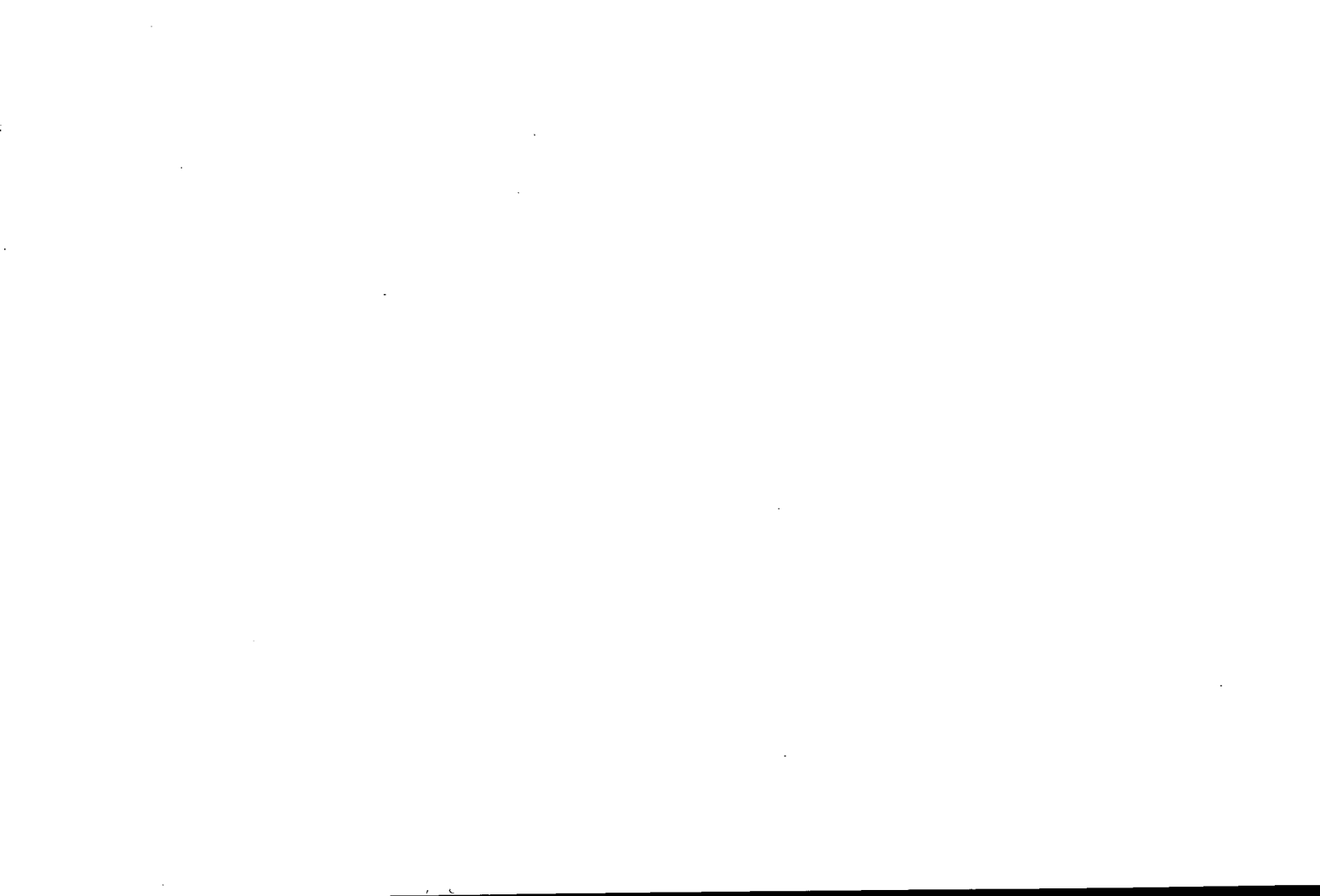
Hier im Zentralen Bergland erfährt der markante Großformenschatz noch eine zusätzliche Bereicherung durch zahlreiche im Granit (als sog. Felsburgen), im Kamm-Quarzit und im Hornfels ausgebildete **Klippen**, an deren Fuß sich *Blockhalden*, *Blockmeere* und *Blockströme* befinden können.

## 7. Literatur

- BORK, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt. Verlauf, Ursachen und Folgen der mittelalterlichen und neuzeitlichen Bodenerosion. Bodenerosionsprozesse. Modelle und Simulationen. – Landschaftsgenese und Landschaftsökologie, H. 13. Braunschweig.
- DUPHORN, K. (1968): Ist der Oberharz im Pleistozän vergletschert gewesen? – Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 19, S. 164-174. Öhringen/Württ..
- HÖVERMANN, J. (1950): Die Oberflächenformen des Harzes. – Geogr. Rdsch., Jg. 2, S. 208-212. Braunschweig.



- MEYER, H.-H. & KOTTMEIER, C. (1989): Die atmosphärische Zirkulation in Europa im Hochglazial der Weichsel-Eiszeit – abgeleitet von Paläowind-Indikatoren und Modell-simulationen. – Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 39, S. 10-18. Stuttgart.
- MEYER, K.-D. (1983): Zur Anlage der Urstromtäler in Niedersachsen. – Z. Geomorph. N. F., Bd. 27, S. 147-160. Berlin - Stuttgart.
- SCHUNKE, E. & SPÖNEMANN, J. (1972): Schichtstufen und Schichtkämme in Mitteleuropa. – Göttinger Geogr. Abh., H. 60, S. 65-92. Göttingen.
- SEEDORF, H. H. (1977): Topographischer Atlas Niedersachsen und Bremen. – (Harz-Blätter bearb. v. W. THIEM). Hrsg.: Nds. Landesverwaltungsamt – Landvermessung –. Neumünster (Wacholtz).
- SEEDORF, H. H. & MEYER, H.-H. (1982): Landeskundlich-statistische Übersichten Niedersachsen. – Hrsg.: Der Nds. Min. d. Innern. Hannover.
- SEEDORF, H. H. & MEYER, H.-H. (1992): Landeskunde Niedersachsen. Bd. 1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung. – Neumünster (Wacholtz).
- STREIF, H. (1990): Das Ostfriesische Küstengebiet – Nordsee, Inseln, Watten und Marschen. – Sammlung Geologischer Führer, Bd. 57, 2. Aufl.. Berlin – Stuttgart (Borntraeger).
- THIEM, W. (1974): Neue Aspekte für die Rekonstruktion der Reliefentwicklung des Harzes. – Hercynia N. F., Bd. 11, S. 233-260. Leipzig.
- THIEM, W. (1993): Naturräumliche Ausstattung. – In: JUNG, H.-U. & SCHÄTZL, L.: Atlas zur Wirtschaftsgeographie von Niedersachsen. Hrsg.: Landeszentrale f. pol. Bildung. Braunschweig (Joh. H. Meyer).



## Klima von Niedersachsen

von

G. Groß\*

Das Klima eines Ortes wird durch die Zusammenfassung der Wettererscheinungen über einen gewissen Zeitraum hinweg festgelegt. Die Länge einer solchen Bezugsperiode ist 30 Jahre. Die Elemente des Wetters, die für eine klimatologische Bearbeitung herangezogen werden sind im wesentlichen identisch mit den routinemäßig beobachteten meteorologischen Größen. Die wichtigsten Klimaelemente sind Strahlung, Temperatur, Feuchte, Niederschlag und Wind.

Die Verteilung der Tagessummen der Sonnenscheindauer in Niedersachsen zeigt im Sommer (Juni) neben den Gegensätzen zwischen Höhen und Niederungen auch eine auffallende Zunahme um eine halbe bis dreiviertel Stunde zwischen dem Süden und dem Norden (Abbildung 1). Zum Teil sind diese Unterschiede auf die nach Norden hin größer werdende Tageslänge zurückzuführen, denn an wolkenfreien Tagen nimmt die Tagessumme der Sonnenscheindauer vom Südrand bis zum Nordrand Niedersachsens um etwa eine halbe Stunde zu. Aber nicht nur die Tageslänge, sondern auch die Unterschiede in der Bewölkungsverteilung über dem niedersächsischen Flachland und den Mittelgebirgen tragen zur Zunahme der Sonnenscheindauer nach Norden hin bei. Die größten beobachteten Werte betragen im nördlichen und östlichen Teil des Landes 8,5 Stunden, während der größte Teil des Weserberglandes und des Sauerlandes im klimatologischen Mittel weniger als 7,8 Stunden Sonnenschein erhält. In den höheren Lagen des Harzes sinkt dieser Wert sogar auf unter 7,4 Stunden. Im durchschnittlich sonnenscheinärmsten Monat des Jahres, dem Dezember, sind die Unterschiede der Sonnenscheindauer gering. Im Flachland erhält der Westteil 1,2-1,3 Stunden pro Tag, während im Bereich der Ostsee die tägliche Dauer auf unter eine Stunde sinkt.

Die durch den Gegensatz von Land und Meer bedingten Unterschiede sind im Jahresmittel der Lufttemperatur nicht mehr zu erkennen, denn die milden Winter und die kühlen Sommer im küstennahen nordwestdeutschen Flachland liefern den gleichen Jahresdurchschnitt wie die kälteren Winter und die wärmeren Sommer im küstenferneren Südosten des Landes. Es ist eine geringe Temperaturzunahme von Norden nach Süden vorhanden. Die höchsten Jahresmittel der Temperatur in Niedersachsen von über 8,5°C weisen die Ostfriesischen Inseln und das nördliche Vorland der Mittelgebirge auf, und im südlichen Münsterland steigt das Jahresmittel sogar auf über 9°C an. Unter 8°C sinkt das Jahresmittel in der Lüneburger Heide sowie in den Bergregionen. Jahresmittel von unter 5°C sind lediglich im höheren Mittelharz anzutreffen.

Die größten Niederschlagssummen von 1600 mm pro Jahr beobachtet man im Harz am Brocken, während weite Flächen des Oberharzes Summen von etwa 1300 mm aufweisen. Im Flachland nördlich des Mittelgebirgsrandes werden Summen von mehr als 750 mm erreicht (z.B. Lüneburger Heide). Der Küstenstau macht sich in der Verteilung der mittleren Jahressummen stark bemerkbar, erreichen doch die Summen in den Kernzonen in Ostfriesland und zwischen Weser- und Elbe-Mündung Werte von mehr als 800 mm. Das Gebiet stärkeren Niederschlags beginnt im allgemeinen etwa 10 bis 20 km von der Küste entfernt und reicht unterschiedlich weit ins Binnenland.

\* Institut für Meteorologie und Klimatologie der Universität Hannover, Herrenhäuser Str. 2, D-30419 Hannover

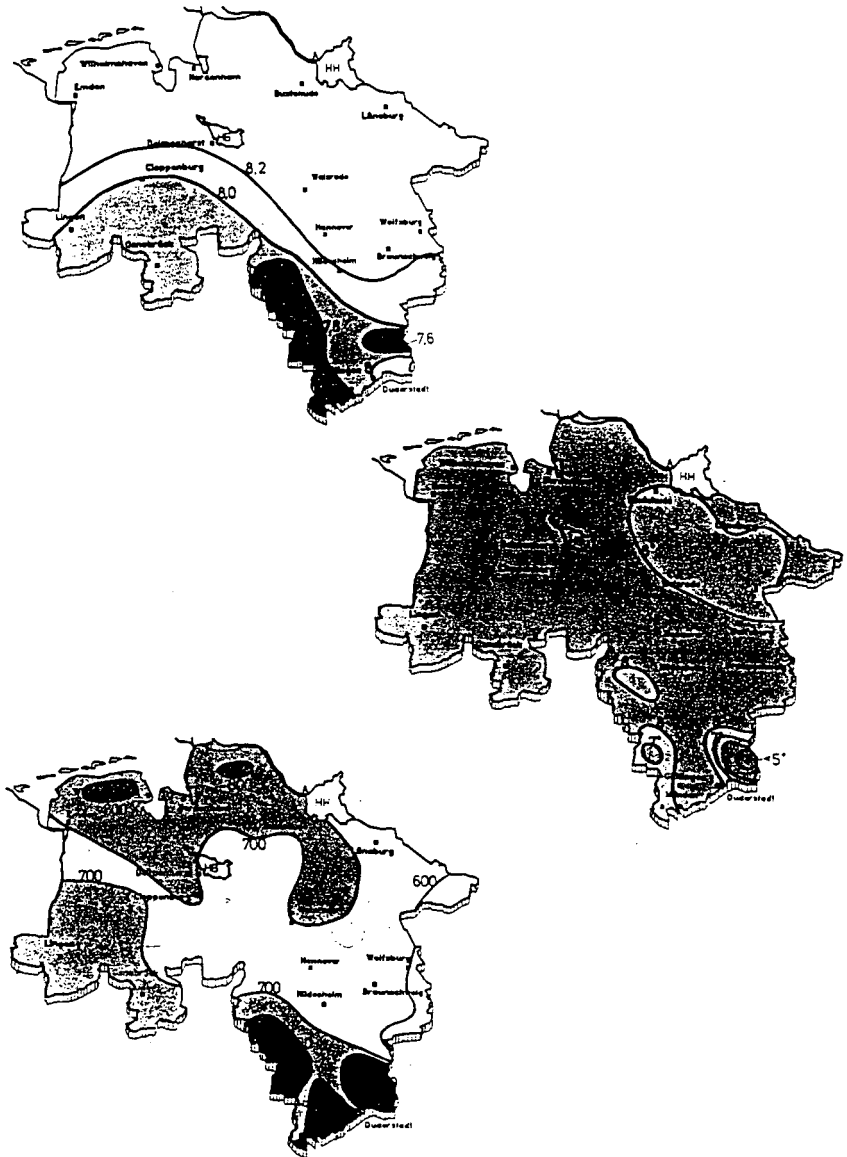


Abbildung 1: Mittlere Sonnenscheindauer im Sommer in Stunden (oben). Jahresmitteltemperatur in °C (mitte) und mittlere Niederschlagsmengen in mm (unten).

Im allgemeinen werden in der Bundesrepublik Gebiete mit mittleren Jahressummen von weniger als 600 mm als Trockengebiete bezeichnet. Hierzu gehören weite Flächen im östlichen Teil Niedersachsens südlich der Elbe sowie kleinere Gebiete im Tal der Ilmenau und der Elbe. Im südöstlichen Teil Niedersachsens werden mit die geringsten mittleren Jahressummen Deutschlands mit weniger als 450 mm erreicht.

Die oben beschriebenen großräumigen, über 30 Jahre gemittelten Verhältnisse werden durch die lokalen und regionalen Bedingungen mehr oder minder stark modifiziert. Weiterhin wird eine große Variation der einzelnen meteorologischen Elemente von Jahr zu Jahr beobachtet. In der Abbildung 2 sind die zeitlichen Entwicklungen im Zeitraum 1957-1996 der Jahresmitteltemperatur T, des Niederschlags R und der Sonnenscheindauer S für ausgewählte Standorte in Niedersachsen gezeigt.

Bei der Temperatur zeigt sich, daß die Veränderungen von Jahr zu Jahr an allen Stationen fast gleich verlaufen. Die Schwankungsbreite innerhalb des betrachteten Zeitraums liegt zwischen 7°C und 11°C. An den Stationen Soltau und Göttingen werden die niedrigsten Temperaturen beobachtet, an der Station Hannover-Herrenhausen die höchsten Werte. Obwohl die beiden Stationen in Hannover nur wenige Kilometer voneinander entfernt sind, ist die Temperatur in Herrenhausen zu allen Zeiten höher als in Langenhagen. Dies ist auf den Wärmeinseleffekt der Stadt zurückzuführen.

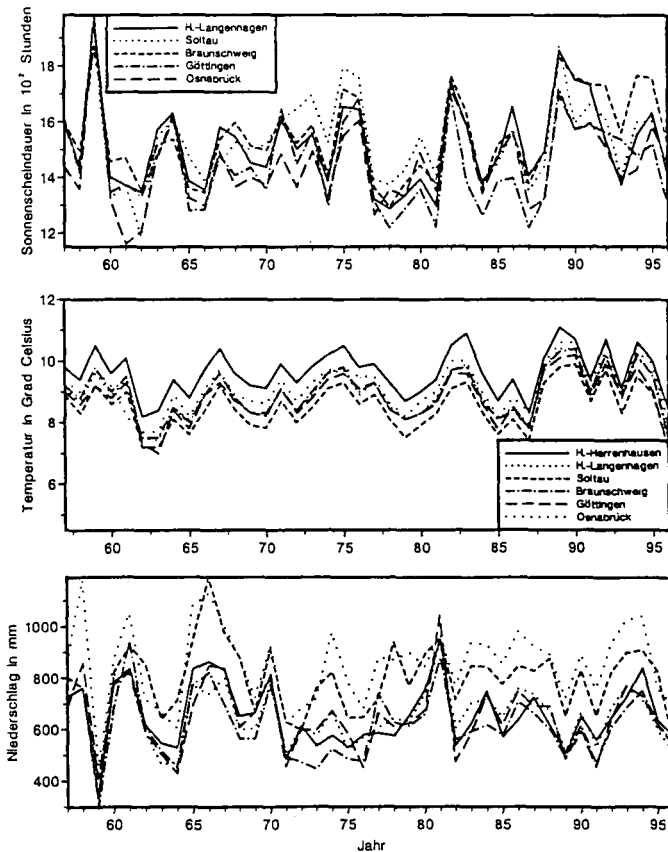


Abbildung 2: Zeitliche Entwicklung der Jahresmittelwerte verschiedener Größen an ausgewählten Stationen in Niedersachsen.

Bei der Sonnenscheindauer wird zwar ein ähnliches Verhalten an allen Stationen zwischen 1957-1996 beobachtet, die Korrelation untereinander ist aber nicht so deutlich wie bei T. Hier machen sich die lokalen Gegebenheiten und insbesondere die Bewölkungsverhältnisse bemerkbar. Entsprechend ist die Schwankung von Jahr zu Jahr deutlich größer als bei der Jahresmitteltemperatur.

Auch die Jahresniederschlagsmenge ist eine stark veränderliche Größe. Die Bandbreite reicht von sehr trockenen Jahren mit weniger als 400 mm bis zu einer Menge von über 1200 mm.

Aus den vorliegenden Beobachtungsdaten lassen sich, mit aller Vorsicht, Trends über die letzten 30 Jahre ableiten. Die berechneten Zahlenwerte für die einzelnen Stationen sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

	OS	SFA	H-Langenh.	H-Herrenh.	GÖ	BS
T (K/10 a)	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4
R (mm/10 a)	+26	-7	+16	-8	-1	-8

Die Temperatur zeigt generell eine Zunahme, wobei die Sommertemperaturen im Mittel deutlich weniger stark ansteigen als die Wintertemperaturen. Es zeigt sich ebenfalls ein deutliches Ansteigen der nächtlichen Minimumtemperaturen, während die tägliche Maximumtemperaturen fast gleich bleiben. Die Gründe für diese Veränderungen sind vielschichtiger Natur und reichen von globalen Klimaänderungen bis hin zu lokalen und regionalen anthropogenen Einflüssen.

Es können aber nicht nur langfristige natürliche (und anthropogene?) Veränderungen des Klimas festgestellt werden, sondern auch Verschiebungen innerhalb eines Jahres. Wertet man die, mit großen Variabilitäten behafteten, Jahresgänge der meteorologischen Größen aus (beispielhaft sind in der Abbildung 3 die Verhältnisse für das Jahr 1998 in H-Herrenhausen gezeigt), so läßt sich eine Tendenz zu insgesamt höheren Temperaturen in den Wintermonaten, etwa gleichbleibenden Temperaturen im Sommer, eine Verringerung der Niederschläge im Sommer und eine Erhöhung im Herbst feststellen.

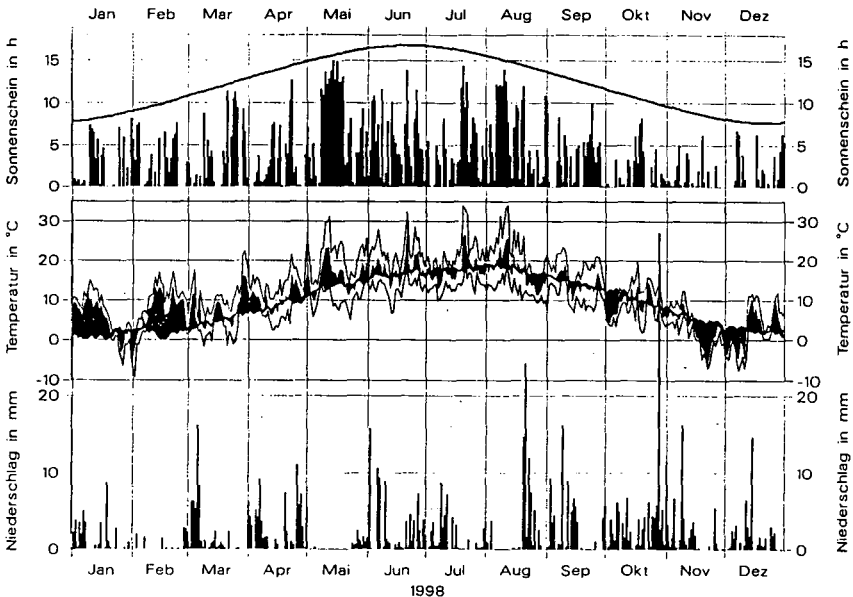


Abbildung 3: Beobachtete meteorologische Variablen an der Station Hannover-Herrenhausen im Jahre 1998.

## Vegetation von Nordwestdeutschland

von

R. Pott<sup>1</sup>

### I. Einleitung

Nur wenige Landschaften zeigen heute in Nordwestdeutschland noch wirklich natürliche Verhältnisse. In den Küstenregionen sind es die Dünenlandschaften, die Wattengebiete und einige nicht beweidete Salzwiesen, und im Binnenland gehören einige Gewässer- und Moorlandschaften dazu. Ähnliches gilt für einige unzugängliche Felsabstürze und Steilhangpartien in den Mittelgebirgen. Fast alle anderen Gebiete sind organisiert, drainiert, kultiviert und seit nahezu 10000 Jahren den Umweltveränderungen durch den Menschen unterworfen. Selbst von den ehemals riesigen siedlungsfeindlichen, weil extrem nährstoffarmen Hochmooren sind in Niedersachsen nur noch wenige Reste in Naturschutzgebieten erhalten geblieben. Die heutigen Wälder zeigen vielfach das Ergebnis jahrhundertelanger Nutzung und rationeller forstlicher Planung nach ökonomischen Gesichtspunkten. Erst in jüngster Zeit kommen allmählich auch die Aspekte des nachhaltigen Natur- und Landschaftsschutzes in der genutzten Kulturlandschaft zum Tragen. Wir leben also heute in einer hochentwickelten, industrialisierten und vielfach urbanisierten Kulturlandschaft und können uns kaum vorstellen, wie es vordem in Mitteleuropa ausgesehen hat oder wie es heute sein würde, wenn der Mensch nicht eingegriffen hätte.

Der gewaltig große Raum zwischen Ems und Elbe wird gewöhnlich zwei verschiedenen Landschaften zugeteilt; einmal der stellenweise recht hügeligen Hohen Geest zwischen Wildeshausen und Hitzacker im Osten und der flachen, gelegentlich fast tischgleichen Niedersächsischen Ebene im Westen zwischen Ems und Weser. Beide Landschaften reichen im Süden bis auf die randlichen Lehm- und Lößböden im Vorland der deutschen Mittelgebirge.

Die Emssandebene und - wenn auch in geringerem Maße - die Hügelländer der Oldenburger und Verdener Geest gehören zu den am stärksten unter ozeanischen Klimaeinflüssen stehenden Landschaften in Deutschland. Es ist daher wegen der allgemein hohen Niederschläge nicht verwunderlich, daß die Böden, die fast ausnahmslos aus eiszeitlichen Aufschüttungen bestehen, früher oft über gewaltige Strecken hinweg eine starke Auslaugung erkennen ließen. Heute sind diese eiszeitlichen, d.h. glazialen Sand- und Sandmischböden durch reichliche Düngergaben oftmals bis an ihre Grenzen hin mit Nährstoffen angereichert, also eutrophiert und manchmal sogar leider schon überdüngt, d.h. hypertrophiert. Deutlich kontinentaler geprägt sind die Sandflächen der Lüneburger Heide und des angrenzenden Wendlandes im Osten Niedersachsens.

Einen großen Anteil hatten auch die Moorböden. Wenn auch genaue Zahlen über ihre ursprüngliche Ausdehnung kaum anzugeben sind, so hat doch der Umfang mit über 500 000 Hektar allein im nördlichen Niedersachsen knapp ein Fünftel der Gesamtfläche ausgemacht. Die Moore treten - oder besser, sie traten - auf als Niederungs- oder Hochmoore und standen fast immer in Verbindung mit der Geest.

Das niederdeutsche Wort "güst" (= unfruchtbar, trocken), aus dem der Begriff Geest hervorgegangen ist, bezeichnet unfruchtbares Land. Im natürlichen Zustand ist es ein sandiger, von Steinen bis Findlingsgröße durchsetzter Boden, der den idealen Untergrund für die lichten Eichen-Birken- und

<sup>1</sup> Institut für Geobotanik der Universität Hannover, Nienburger Str. 17. D-30167 Hannover

Buchen-Eichen-Wälder bildet. Im Vergleich lößreicher Sandböden mit ihren charakteristischen Buchen-Eichen-Wäldern und der Lößböden sowie den besonders fruchtbaren, schweren Marschenböden zeigt sich, daß die Sandböden von Haus aus weniger ertragreich sind. Die moderne Landwirtschaft hat diesen Nachteil jedoch durch die Verwendung von Mineraldünger, durch Drainierung und wo nötig, durch Feldberegung aufgehoben und aus der Geest ebenso gutes Bauernland gemacht wie in den benachbarten Landesteilen anderer Naturräume. Zur Geest gehören heute eine oftmals noch reichgekammerte Agrarlandschaft - von Hecken, Feldmarken, Wiesen und Waldresten durchsetzt -, mit reichlichen Wasserläufen, großen und kleinen Flüssen, zahlreichen Bächen, mit Stillgewässern aller Art und mit natürlichen Seen (vgl. Pott 1996, 1999). Letztere werden - sprachlich korrekt - im Binnenland als Meer bezeichnet (Ewiges Meer, Steinhuder Meer, Zwischenahner Meer, Düm-Meer = Dümmer) und so von der offenen See, der salzigen Nordsee, begrifflich abgetrennt.

## 2. Die Naturräume Nordwestdeutschlands

Die verschiedenen Naturlandschaften Nordwestdeutschlands sind anhand ihrer Entstehung, ihrer Gesteine, ihrer Böden, ihres Klimas, ihres Wasserhaushaltes sowie ihrer Pflanzen- und Tierwelt jeweils weitgehend einheitlich ausgestaltet. Sie sind also Ergebnisse einer eigenständigen und vergleichbaren raum-zeitlichen Entwicklung; folglich sind dies aber auch noch immer veränderliche Landschaftsräume, was leider allzuoft vergessen oder auch nur nicht erwähnt wird. Der Volksmund sagt: das nordwestdeutsche Tiefland hat vor allem drei Gesichter, die Marschen, die Moore und die Geest. Das stimmt natürlich nicht ganz, denn vier recht unterschiedliche natürliche Großlandschaften sind in Nordwestdeutschland deutlich voneinander zu trennen:

- das **Küstenland** mit seinen Inseln, Watten und Marschen,
- die **Geest** (das Altmoränengebiet),
- die ausgedehnten **Moore** sowie
- das **Mittelgebirgsvorland** und das **Berg- und Hügelland** mit seinen ausgedehnten Lößböden im Vorland und den Lößablagerungen in den Mittelgebirgstälern, den sogenannten intramontanen Lößschleimern (vgl. Seedorf 1977).

Die Geest, eine vom Eis und seinen Schmelzwässern geschaffene Altmoränenlandschaft, nimmt als etwa 100 - 170 km breiter Gürtel zwischen der Marsch im Norden und der Lößgrenze im Süden den größten Teil des nordwestdeutschen Tieflandes ein. Rund drei Fünftel der Landesfläche Niedersachsens beispielsweise sind ursprüngliches Geestland, wo während der Elster- und wirksamer noch während der Saale-Eiszeit - vor rund 200 000 Jahren die nordischen Gletscher in mehreren Vorstößen sogenannte Glaziale Serien aufgeschüttet haben, die jeweils aus vier Gliedern bestehen:

- **Grundmoränen**, die lehmige Böden und große erratische Blöcke (Findlinge) hinterließen,
- **Endmoränen**, in denen überwiegend Sand und Kies zu Höhenzügen aufgestaucht und aufgeschüttet wurden (z.B. Windberg im Hümmling, 73 m NN; Wilseder Berg in der Lüneburger Heide, 169 m NN),
- **Sander**, das sind von den Eisschmelzwässern und den Endmoränen ausgebreitete weite Sandflächen und
- **Urtromtäler**, in denen sich die Schmelzwässer sammelten und zum Meer hin abflossen.

Trotz der lang zurückliegenden Entstehungszeiten der Glazialen Serien bestimmen diese noch heute mit ihren Moränen, Sandern und Urtromtälern das abwechslungsreiche Landschaftsbild der Geest. Auf den Grundmoränenflächen finden sich heute die meisten Ackergebiete. Die Endmoränenzüge, die auch als Hohe Geest bezeichnet werden, sind als zertalte Höhenrücken durchweg mit Eichen-Birkenwäldern, mit Kiefernforsten und seltener mit Buchenwäldern bestockt. Die Sander tragen wegen ihrer geringwertigen Böden in der Regel heute ausgedehnte Kiefernforsten. Noch vor zwei Jahrhunderten dehnten sich hier riesige Ödland- und Heideflächen aus, die vielfach der Landschaft ihren



jeweiligen Namen gegeben haben (z.B. Sprakeler Heide im Hümmling). Auf den kilometerbreiten Talböden der einstigen Urstromtäler der größeren Flüsse sind an die Stelle natürlicher Bruchwälder und Auenwälder seit langem Wiesen und Weiden und nach erfolgreicher Tiefdrainage stellenweise sogar wertvolle Ackerflächen entstanden. Dünen, Flugsanddecken, Lössanwehungen und die Moorbildungen stammen in der Regel aus der Endphase der letzten Vereisung, dem Spätglazial oder haben sich noch später in der Nacheiszeit, im Holozän gebildet. Sie alle sind wichtige Landschaftsbestandteile in der Region. Vor etwa 8000 Jahren schließlich wuchsen als nacheiszeitliche, holozäne Bildungen die landschaftsprägenden Hoch- und Niedermoore. Diese Moore, vor allem die Hochmoore (z.B. Bourtangener Moor und Esterweger Dose), nahmen dabei früher große Flächen ein. Sie versperrten vielfach die Verbindung einzelner Geestplatten und machten diese oftmals zu regelrechten Inseln (Geestinseln, wie z.B. den Hümmling und das Saterland um Strücklingen). Schon seit prähistorischer Zeit wurden solche Moorbarrrieren durch Bohlenwege überbrückt, von denen viele von den Archäologen ausgegraben werden konnten. Auch die heutigen Gewässer sind meist spätglazialen oder mehr noch holozänen Ursprungs.

### 3. Die Entwicklung des heutigen Vegetations- und Landschaftsbildes

Sieht man sich heute die inzwischen zahllosen Pollendiagramme des ausgehenden letzten Spätglazials und der Nacheiszeit an, so sind die Unterschiede beträchtlich, und es gibt oftmals lokal erhebliche Abweichungen von den Grundzügen der generellen Vegetations- und Landschaftsentwicklung. Die Ursache dafür lieferte der Mensch, dessen Einfluß die Nacheiszeit prägte, und der aber nicht überall in gleicher Weise tätig war. Die vom Menschen und seinen Haustieren ausgehenden Wirkungen auf das Vegetations- und Landschaftsgeschehen waren stärker als bislang meist angenommen wurde. Die Grundzüge der spät- und postglazialen Waldentwicklung sind aber für Nordwestdeutschland bestens bekannt und sollen deshalb auch hier nur kurz zusammen gefaßt werden. Sie sind darüber hinaus sehr wichtig für ein grundlegendes Verständnis von Landschaften und ihrer jeweiligen Vegetation. Schon am Ende der Weichseleiszeit wird die schon damals regional verschiedene Basis für die nacheiszeitliche Wald- und Landschaftsentwicklung und das heutige Landschaftsbild gelegt. In der spätglazialen Tundren- oder Dryaszeit wird die Sommertemperatur zumindest in der bodennahen Schicht die für Pflanzen günstige Assimilationstemperatur von 20°C sicherlich erreicht und überschritten haben, lange bevor die Kiefer Fuß faßte. Die vorherrschenden Vegetationstypen waren gras- und seggenreiche Matten, Strauchweiden-, Zwergbirken- und Sanddorngebüsche, wie wir es noch heute in den subarktischen Steppen sehen können .

#### *3.1 Birken- und Kiefernwälder*

Die nachfolgende Birken-Kiefern-Zeit des Alleröd mit ihren Wacholder- und Sanddorn- Gebüschstadien sowie das spätere Präboreal von etwa 8000 - 7000 v. Chr. brachten eine weitgehende Bedekung des vormals eisfreien Mitteleuropas mit Birkenwäldern im Nordwesten und Kiefernwäldern im Osten und Südosten (vgl. Seedorf und Meyer 1992). Auch die Vegetation Nordwestdeutschlands hat damals offensichtlich den Charakter subarktischer Waldsteppen mit Birken und Kiefern getragen. Sehr viele Steppenpflanzen südosteuropäischer Herkunft - kälteresistent und ausgerüstet mit Einrichtungen zum Ertragen großer Trockenheit und jäher Temperatursprünge - dürften bereits zur Kiefern-Birken-Zeit in weite Gebiete Mitteleuropas eingewandert und auch bis nach Nordwestdeutschland gelangt sein. Einige natürliche Kiefernwälder, wie sie beispielsweise auf der Oldenburger Geest und im Hümmling noch zu sehen sind, gehören somit zu den ältesten Waldökosystemen Mitteleuropas. Ein weiterer Zusammenschluß der Wälder ist in der Haselzeit (frühe Wärmezeit, Boreal 7000 - 6000 v. Chr.) anzunehmen, wobei mit der starken Ausbreitung der Hasel die Zunahme der Kiefer in den zuvor birkenreichen Landschaften einherging, andererseits aber auch schon die Verdrängung der Kiefer auf reichen Böden durch Eichenmischwälder mit dominierender Ulme begann.

Vor allem in den westlichen Mittelgebirgen mit ihrem ozeanisch getönten, feuchten Klima wurden Kiefer und Birke von Haselbüschen verdrängt, die sich nördlich der Alpen von Westen her ausbreiten. Ganze Haselwälder müssen zeitweise vor allem in den Mittelgebirgslandschaften bis in den Harz und in das Weserbergland bestanden haben. Dabei wird bereits der noch nicht seßhafte, mittelstein-

zeitliche Mensch als Sammler von Haselnüssen eine wichtige Rolle bei der Haselverbreitung gespielt haben, denn in zahlreichen mesolithischen Plätzen finden sich gehäufte Haselfunde aus damaligen Nahrungsvorräten.

### 3.2 Laubmischwälder aus Eiche, Linde und Ulme

Die Eichenmischwald-Zeit (mittlere Wärmezeit, Atlantikum, etwa 6000 - 3000 v. Chr.) brachte als wesentliche klimatische Veränderung gegenüber der Vor- und frühen Wärmezeit eine Feuchtigkeitszunahme, die in der späten Wärmezeit des Subboreal ihre Fortsetzung fand. Die tiefgreifende Folge war die Verdrängung der Kiefer aus dem westlichen Teil Mitteleuropas durch artenreiche Laubwälder mit Eichen, Ulmen, Linden, später auch zunehmend Buchen. Die Ausbreitung der subozeanischen Schattholzarten, allen voran der Buche, und die fortschreitende Hochmoorbildung deuten auf feuchtkühle Klimaphasen mit wachsendem Schneeanteil und verkürzter Vegetationsperiode hin. Das Atlantikum war also eine etwa 3000 Jahre andauernde Periode, in der sich ein stabiles Waldbild einstellte, das vor allem durch Ulme, Eiche, Linde, Esche, Ahorn und Erle bestimmt wurde. Die meisten dieser Arten traten schon gegen Ende des Boreals in Erscheinung, gelangten aber erst im Atlantikum zur vollen Ausbreitung.

Mit phasenhaft durchschnittlich 4-2° C höheren Sommertemperaturen gegenüber heute und höheren Niederschlägen ist nicht zu bezweifeln, daß die Zunahmen der Laubholzarten mit generellen Anstiegen des Niederschlagsnettos zusammenhängen, was zugleich durch zahlreiche, oft flächenhaft einsetzende Nieder- und Hochmoorbildungen belegt ist. Wegen der sehr unterschiedlichen Standortverhältnisse in den einzelnen Naturräumen Nordwestdeutschlands müssen wir obendrein mit verschiedenen Varianten des atlantischen Eichenmischwaldes rechnen, die mehr oder weniger auch alle pollenanalytisch belegt sind:

- Erlenreiche Varianten in versumpften Niederungen der großen Flußtäler und des Flachlandes,
- Ulmenreiche Varianten auf nährstoffreichen, frischen Böden (vor allem in den Flußauen von Ems, Weser und Elbe),
- Lindenreiche Varianten in den Lößgebieten sowie mit höheren Eschen- und Ahornanteilen im Vorland der Mittelgebirge,
- Birkenreiche Varianten auf den armen Sandböden der nordwestdeutschen Geest (z.B. mit Kiefer),
- Fichtenreiche Varianten im Harz.

Restbestände dieser Vegetationstypen existieren noch heute an speziellen Sonderstandorten und sind deshalb als vergleichsweise alte, reliktsche Biotoptypen von großer Bedeutung.

### 3.3 Buchen- und Buchenmischwälder

Im Zuge spät- und nacheiszeitlicher Klimaverbesserungen drangen also die verschiedenen Laub- und Nadelgehölze aus ihren Refugialgebieten wieder zu uns. Sie kamen gestaffelt in ganz bestimmter Reihenfolge, durch säkulare Klimawandlungen gesteuert, von der ersten bis zur letzten eingewanderten Art über einen Zeitraum von etwa 9000 Jahren. Die Buche hat sich dabei aus verschiedenen eiszeitlichen Refugien des Mittelmeergebietes nach Norden bis auf ihr heutiges Areal verbreitet, wobei sie zunächst auf mindestens zwei Wegen nach Nord- und Mitteleuropa gelangt sein dürfte. Spätglaziale Vorkommen von der Buche in Griechenland, im Bereich der Adria, der Südalpen, des Kantabrischen Gebirges, der Pyrenäen und Cevennen bezeugen die Refugialstandorte. Vielleicht gab es weitere Refugien in der Nähe der Karpaten. Die Wanderwege der Buche mit ihren westlichen und östlichen Provenienzen trafen sich im nördlichen Voralpengebiet, und von dort gelangte die Buche gegen 5000 v. Chr. in die Mittelgebirgsregionen der Vogesen, des Schwarzwaldes, auf die Schwäbische Alb und in den Bayerischen Wald. Seit der Mitte des Atlantikums ist der Pollen der Buche also in den entsprechenden Ablagerungen größerer Moore vertreten; nahezu zeitgleich erreicht die Buche zwischen 5000 und 4500 v. Chr. von Südosten die Kalk- und Lößstandorte der nördlichen Mittelgebirge. Von dort dürfte sie sich auf benachbarte Lehmstandorte der Geest ausgebreitet haben. Eine

anthropo-zoogene Ausbreitung der Buche ist dabei nicht auszuschließen; sie ist im nördlichen Mitteleuropa sogar sehr wahrscheinlich. Die Pollenanalysen gerade aus unserem Raum zeigen fast immer die Ausbreitung der Buche auf aufgelassenen ehemaligen Siedlungsflächen der vorausgegangenen steinzeitlichen und bronzezeitlichen Bauern.

Während des Subboreals um 1800 v. Chr. gelangte *Fagus* schließlich bis an die nördlichen Randflächen des Gesamtareals im Grenzbereich zur Küstenmarsch der Nordsee sowie auf die kalkhaltigen Eindmoränen des Ostseeküstenraumes. Neuere moderne Altersbestimmungen entsprechender Ablagerungen nach der Radiocarbonmethode mit <sup>14</sup>C-Datierungen aus den Mooren des Elbe-Weser-Gebietes oder aus den Mooren Ostfrieslands und der nördlichen Mittelgebirge bestätigen die synchronen Ausbreitungsphasen der Buche in dieser Zeit (Pott 1993). Um Christi Geburt gelangte die Buche schließlich bis nach Südingland und ca. 1000 n. Chr. bis an die äußerste Nordgrenze nach Südschweden. Pollenanalysen mit Standarddiagrammen der größeren Moore zeigen außerdem, daß geschlossene Buchenkurven mit ein- und mehr Prozentanteilen - gemessen an der Gesamtbaumpollensumme - auch im nordwesteuropäischen Flachland bei großräumiger Betrachtung recht zeitgleich auftreten. Eine diskontinuierliche und verzögerte Buchenausbreitung erfolgte auf der Geest nur im kleinräumigen Wechsel von buchenfähigen Sandmischböden zu feuchten und nassen Moorstandorten oder in direkter Nachbarschaft zu den Fluß- und Küstenmarschen, wo die Buche ohnehin nicht wachsen kann. In der westfriesischen Küstenmarschregion sowie im Umfeld des holländischen IJsselmeeres lassen sich dementsprechend erste Buchenvorkommen auf kleinen inselartigen Geestplatten gegen 850 v. Chr. bzw. 500 v. Chr. nachweisen.

Die nachsaiszeitliche Ausbreitung der Buche geschah also fast überall unter gleichzeitigen menschlichen Einwirkungen. Es gab also ständige Überlagerungen natürlicher Entwicklungsgeschehen mit umgestaltenden Einflüssen des Menschen. Die Auswahl von Siedlungsplätzen prähistorischer Menschen beschränkte sich dabei fast überall auf buchenfähige Standorte. Die Buche hat im nordwestdeutschen Flachland deshalb niemals ihr potentiell Areal besiedeln können. Aus diesem Grunde können wir auch annehmen, daß auf den Jung- und Altmoränen die potentiellen Buchenanteile heute noch höher sind, und daß der natürlich verbreitete Buchen-Eichen-Wald gerade in Nordwestdeutschland ohne die späteren und andauernden menschlichen Siedlungsaktivitäten mehr an Fläche eingenommen hätte als der aktuelle Eichen-Birken-Wald, der ja auch vielfach nachweislich als Sekundärwald aus ausgeschlagenen, gelichteten oder forstlich genutzten Buchenmischwäldern hervorgegangen ist. Auch trafen die ersten Eingriffe des Menschen in die damaligen Waldlandschaften nicht auf einen statischen Vegetationszustand, sondern auf ein dynamisches Geschehen.

Reine, natürliche Eichen-Birkenwälder gibt es im Exkursionsgebiet nur kleinstflächig auf humusarmen Dünenstandorten, wohin die Buche nicht folgen kann. Im atlantischen Klimabereich NW-Niedersachsens häufen sich solche Eichen-Birken-Waldlandschaften auf den ausgehagerten Dünen- und Wehsandflächen besonders im Hümmling und im Emsland sowie auf der Oldenburger- und Wildeshäuser Geest; im subkontinentalen Weserraum gelingt es der Buche zusehends auch direkt auf den Sandböden Fuß zu fassen. Alle saaleiszeitlichen Substrate Nordwestdeutschlands können deshalb durchaus buchenfähig sein. Von den nährstoffarmen, bzw. grund- oder stauwasserbeeinflussten Böden abgesehen, gelangte also die Buche fast überall auch auf der Geest auf verschiedenen Substraten zur absoluten Dominanz. Sie tritt dabei aber nur als Mischholz mit Trauben- und Stieleiche vor allem im Buchen-Eichen-Wald auf, ebenso im Eichen-Hainbuchen-Wald; lokale Domänen für Tieflagen-Buchenwälder aus dem Komplex des Flattergras-Buchenwaldes bilden weiterhin die lößhaltigen Substrate der nordwestdeutschen Lößlehm- und Bördenlandschaften. Diese kleinräumige Differenzierung reicht zurück bis in die Zeit der Bucheneinwanderung.

#### 4. Die natürlichen Tieflagen-Wälder Nordwestdeutschlands

In einem begrenzten und klimatisch einheitlichen Gebiet wie Nordwestdeutschland entscheiden über Wuchsmöglichkeiten und Leistungsfähigkeit einer Baumart vor allem die Bodeneigenschaften, insbesondere die Feuchtigkeit, der Nährstoffgehalt und der Säuregrad. Bei "mittleren" Verhältnissen, d.h. bei mäßiger Feuchtigkeit sowie mäßiger Nährstoff- und Basenversorgung können die meisten Baumarten gut gedeihen, da sich ihre Umweltsprüche mehr oder minder überschneiden. Im natür-

lichen Konkurrenzkampf können sich aber nur die Arten durchsetzen, die auf dem entsprechenden Standort schnell wachsen und relativ alt werden. Die stärker Schatten ertragenden Arten sind dauerhaft wettbewerbsfähiger als die lichtbedürftigen; Schattholzarten sind weiterhin den Lichtholzarten überlegen.

In der Mehrheit der norddeutschen Wälder spielt die Buche (*Fagus sylvatica*), eine Schattholzart, die entscheidende Rolle für Vorkommen oder Fehlen anderer Baumarten. Wie bereits erwähnt, erreicht die Buche in unserem Klima optimale Wuchsleistungen, denn sie kann nicht nur mehr Schatten erzeugen, sondern auch mehr Schatten vertragen als ihre Konkurrenten. Mit ihren fächerförmig verzweigten Ästen und den auf Lücke stehenden Blättern kann die Buche mit verhältnismäßig wenig Laub außerordentlich viel Licht einfangen. Den sogenannten Schattenblättern an ihren unteren Ästen genügen schon wenige Prozent des einfallenden Sonnenlichtes, um Photosynthese zu betreiben. Von jenem Teil des Lichtspektrums, das für die Photosynthese nutzbar ist, können im Durchschnitt nur wenige Prozentanteile durch das Blätterdach der Buche bis auf den Waldboden vordringen. Mit dieser Fähigkeit, viel Schatten zu werfen und notfalls mit wenig Licht auszukommen, konnte und kann sich die Buche auf den nicht allzu nährstoffarmen Sandmischböden der Geest durchsetzen. Auf allen nicht zu nassen, nicht zu trockenen und nicht allzu nährstoffarmen Böden ist die Buche deshalb allen anderen Baumarten überlegen. Sie bevorzugt - wie der Forstmann sagt - "trockene Füße und einen feuchten Kopf", d. h. sie benötigt das regenreiche subatlantische Klima und trockene Böden und wird schon durch zeitweilige Bodennässe gehemmt. Eichen, Birken oder Kiefern dominieren im Flachland nur dort, wo es der Buche zu naß, zu kalt, zu nährstoffarm oder zu trocken ist.

Die Eichen sind langlebige Lichtholzarten; sie können daher auf vielen Standorten wachsen, die der Buche wegen Trocken- oder Naßperioden oder der Gefahr von Spätfrösten nicht zusagen. In naheliegenden Wäldern wird der Eichenanteil auch um so größer, je nährstoffärmer und trockener oder je nasser der Standort ist. Eichen kommen von der Ebene bis in mittleren Gebirgslagen vor; in der montanen Stufe nimmt ihre Konkurrenzkraft jedoch schnell ab. Die beiden einheimischen Arten, die Stieleiche (*Quercus robur*) und die Traubeneiche (*Quercus petraea*) decken sich in ihren ökologischen Ansprüchen jedoch nicht ganz: Die Traubeneiche ist etwas nährstoff- und wärmebedürftiger; Stieleichen haben den Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Flachland, Traubeneichen im unteren Berg- und Hügelland. Die beiden Arten sind an ihren Blättern und Früchten leicht zu unterscheiden: Bei der Stieleiche ist der Becher (Cupula), in dem die Eichel sitzt, lang gestielt wie eine Tabakspfeife; bei der Traubeneiche stehen die Cupulae traubig gehäuft und sind ungestielt. Mit den Blättern verhält es sich genau umgekehrt; sie sind bei der Stieleiche ganz kurz und bei der Traubeneiche länger gestielt. Zwischen beiden Arten gibt es Bastarde.

Auf den feuchten, nährstoffreichen Böden der Grundmoränen und in Flußauen dominiert die Hainbuche (*Carpinus betulus*). Auf stauwasserbeeinflussten Lehmböden bildet sie u. a. zusammen mit der Eiche wuchskräftige und artenreiche Eichen-Hainbuchenwälder. Die Hainbuche, ein schattenverträglicher Waldbaum, wächst allgemein auf frischen bis mäßig trockenen, nährstoffreichen und tiefgründigen Böden, vor allem im Flachland, aber auch auf den unteren Hügellagen der angrenzenden Mittelgebirge. Gegen Dürre und Spätfröste ist sie widerstandsfähiger als die Buche. Ähnliche Standortbedingungen bevorzugt die Esche (*Fraxinus excelsior*), die frische, sickerfeuchte, aber lockere und nährstoffreiche Böden vorwiegend in Flußauen besiedelt und dort eine wichtige Komponente der Hartholzauenwälder bildet. Die Esche wächst in der Jugend schnell und kann daher auch zusammen mit Buchen gedeihen; in Altbuchenwäldern dominieren aber meist die Buchen, weil die Esche nicht so schattenfest ist wie die Buche.

Unter allen einheimischen Baumarten verträgt die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) am meisten Bodenfeuchtigkeit. Sie wächst auf nassen, nährstoffreichen Standorten an Bächen sowie in Auen- und in Bruchwäldern (vgl. Pott 1996). Sie ist dürreempfindlich, aber spätfrosthart und relativ unempfindlich gegen scharfe Winterfröste. Knöllchenbakterien an ihren Feinwurzeln tragen zur Stickstoffanreicherung des Bodens bei. An natürlich fließenden, mäandrierenden Bächen haben Schwarzerlen wesentlichen Anteil an der Uferbefestigung und verhindern mit ihrem Wurzelwerk, daß zu viel Boden abgeschwemmt wird. An den vorhandenen nährstoffreichen Seen bilden sie als Erlenbruchwälder die erste Waldvegetation. Schwarzerlen wachsen schnell heran, erreichen aber nur ein Höchstalter von etwa 150 Jahren.

Auf den nährstoffärmsten, nassen oder trockenen Böden können nur noch Birken konkurrieren, weil die anderen Baumarten hier noch schlechter gedeihen. Lichtbedürftig und anspruchslos wachsen sie als Pioniergehölze auf Sand- und trockengelegten Moorböden oder bilden lockere Bestände mit Eichen und Kiefern. Bei uns gibt es zwei Arten, die Hängebirke (*Betula pendula*) und die Moorbirke (*Betula pubescens*). Die Hängebirke, auch Sandbirke genannt, wächst vorzugsweise auf trockenen Sandböden, hat dreieckige, völlig kahle Blätter und einen sehr hellen Stamm. Die Moorbirke wächst auf feuchten Böden, ihre Blätter sind eirautenförmig und in der Jugend weich behaart; ihre Zweige stehen aufrechter und ihre Rinde ist nicht so hell wie bei der Sandbirke. Zwischen beiden Arten kommt es häufig zur Bildung von Bastarden, die dann alle Übergänge zwischen den Merkmalen der reinen Arten zeigen können. Auch die Eberesche (*Sorbus aucuparia*) ist eine lichtbedürftige, anspruchslose Baumart. Sie wächst sowohl auf mageren, lockeren Sandböden zusammen mit Eichen und Birken als auch auf feuchten Torfböden ehemaliger Hochmoore. Die Nadelholzarten Kiefer, Fichte und Lärche wurden durch den Menschen bei uns eingeführt; nur die Kiefer (*Pinus sylvestris*) und die Fichte (*Picea abies*) haben wohl einige kleinräumige natürliche Vorkommen in der Umgebung von Mooren, wo sie sich seit ihrer nacheiszeitlichen Wiedereinwanderung an Sonderstandorten halten konnten. Beide Nadelholzarten werden seit etwa 150 Jahren vor allem im Flachland verstärkt auf Eichen-Birken-Wald-Standorten sowie auf Buchen-Eichen-Wald-Standorten aufgeforstet.

Das heutige Vegetations- und Landschaftsbild ist also aus den natürlichen Gehölzarten und den eingeforsteten Elementen zusammengesetzt, und die Wälder sind aus diesen Baumarten aufgebaut (vgl. Burrichter et al. 1988). Es ist in der jetzigen Kulturlandschaft oftmals auch sehr schwer, zwischen natürlichen und anthropogenen Waldbildern zu unterscheiden; deshalb sind im folgenden die natürlichen Vegetationslandschaften mit ihren typischen, korrelierbaren Ersatzformationen in der Kulturlandschaft vorgestellt. Es sind Landschaftskomplexe und kartierbare naturräumliche Einheiten als Ergebnis der Wechselwirkungen von natürlichen und anthropogenen Standortfaktoren. Sie beinhalten naturnahe Biotoptypen, die Relikte der bäuerlichen Kulturlandschaft, der intensiv genutzten Forst- und Agrarflächen sowie der Siedlungsgebiete der Menschen mit ihren Verkehrs- und Gewerbeflächen.

Die Verbreitung der acidophytischen, nordwesteuropäischen bodensauren Eichenmischwälder und der silikatischen Buchenmischwälder ist in groben Zügen mit dem pleistozänen Geestbereich der Niedersächsischen Tiefebene identisch. Dabei haben die buchenfähigen Flächen den größten Anteil, da die Buche auch auf basenarmen Standorten der Geest durchaus in der Lage ist, Fuß zu fassen und auch die Herrschaft zu erlangen. Nur Stau- und Grundwassereinflüsse sowie Nährstoffmangel auf humusarmen trockenen Sanden hemmen - wie bereits gesagt - die Buche. Den unterschiedlichen Bodenverhältnissen entsprechend, wechseln also der Birken-Eichen-Wald (*Betulo-Quercetum*) und der Buchen-Eichen-Wald (*Periclymeno-Fagetum*) im Gelände mosaikartig miteinander ab (s. Vegetationskarte Abb. 1). Auf anlehmigen Sandböden kann die Buche noch wachsen, jedoch ist im Vergleich zu den reinen Buchenwäldern ihre Alleinberrschaft gebrochen, und es kommt zur Ausbildung des Buchen-Eichenwaldes, in dem die Buche mit größeren Anteilen von Trauben- und Stieleiche vergesellschaftet ist. Die reinen, humusarmen Quarzsandböden, meist der Dünen- und Wehsandstandorte, die zudem noch größtenteils podsoliert sind, reichen qualitativ als Buchenstandorte nicht mehr aus. Hier können nur noch die anspruchsloseren Baumarten, Stieleiche und Sandbirke gedeihen, die sich zur Assoziation des Birken-Eichenwaldes zusammenschließen.

Birken-Eichen- und Buchen-Eichenwald-Bereiche tragen heute aufgrund differenzierter Naturschutz und Wirtschaftsnutzung unterschiedliche physiognomische Züge. So kann man den Birken-Eichenwald-Bereich treffend als "waldreiche Kulissenlandschaft" bezeichnen. Hier wechseln birkenreiche Regenerationsstadien verschiedenen Alters mit ausgedehnten Kiefernforsten und kleinen Zwergstrauch-Heideflächen ab. Unterbrochen wird dieses Vegetationsmosaik auf trockenen Böden von grausandigen Äckern mit anspruchslosen Kulturpflanzen, - neuerdings aber auch mit hochgedüngten Maiskulturen -, während in feuchten und nassen Gebieten meist umfangreiche von Birken-Erlen-Wallhecken umfriedete Dauergrünlandflächen zu finden sind.

Vom Silikat-Bergland abgesehen, beschränken sich auch die abflußarmen Niederungen und Mulden mit nährstoffarmen Seen, Hochmooren, *Erica*-Heiden und Birkenbrüchen auf das Wuchsgebiet des Birken-Eichen-Waldes. Restbestände ehemals weit verbreiteter Silbergrasfluren und deren Folgege-

sellschaften gehören dagegen zum charakteristischen Vegetationsbild der Flugsandflächen und Bindendünen. Das komplexe Auftreten dieser Vegetationseinheiten verleiht dem auch heute noch vom Menschen schwach besiedelten Birken-Eichenwald-Bereich seine eigentümlichen Züge und das spezifische Gepräge.

Ein ganz anderes Bild vermittelt das Areal des potentiellen Buchen-Eichen-Waldes. Die natürlichen Wälder sind hier bis auf wenige, oft hofnahe Reste verschwunden. Sie mußten, soweit es sich nicht um Feuchtböden handelt, zum Teil schon seit prähistorischer Zeit dem Ackerbau und der Anlage von Höfen weichen. Daher ist diese Landschaft offener und übersichtlicher. Ausnahmen mit umfangreichen Wald- und Forstbeständen bilden lediglich die Endmoränenlandschaften, wo bewegtes Gelände-relief und Skeletthaligkeit der Böden eine ackerbauliche Nutzung erschweren (z.B. in den Fürstenaauer und Dammer Bergen).

Trotz oder gerade wegen dieser Unterschiede bildete das Vegetationsgebiet des Bodensauren Eichenmischwaldes für die Landwirtschaft der vergangenen Jahrhunderte, die weit mehr als heute von den natürlichen Gegebenheiten der Landschaft abhängig war, eine funktionale Einheit. Die überwiegend trockenen und etwas reicheren Geestböden des Buchen-Eichen-Waldes waren die Keimzellen der bäuerlichen Siedlung und dienten der Anlage von Hof und Ackerland. Demgegenüber blieben die ärmeren und zudem meist abflußgehemmten feuchten Birken-Eichenwald-Bereiche der gemeinsamen Nutzung als Markengebiete vorbehalten. Eine Folge der vielfältigen Markennutzung war die allmähliche Degradation des Waldes zu offenen Heideflächen, wobei neben der Schafstude die fortwährende Plaggenentnahme für die Düngung der Sandäcker mit "ewigem Roggenanbau" (Plaggenesche) eine wesentliche Rolle spielte. Gerade die Feuchtheide als Ersatzgesellschaft des feuchten Birken-Eichenwaldes ist aufgrund der hohen Humosität ihrer Oberböden für den Plaggenhieb und die organische Düngung der Äcker besonders geeignet. Die Heideflächen der Birken-Eichenwald-Marken bildeten also die notwendigen Düngerréservoirs für das Ackerland des Buchen-Eichenwald-Bereiches, ein landwirtschaftliches Bezugssystem, das die naturgegebenen standörtlichen Unterschiede zwischen beiden Gesellschaftsarealen der Markengebiete und der Ackerflächen noch verschärfte, nämlich auf Kosten des ärmeren Birken-Eichenwald- zugunsten des reicheren Buchen-Eichenwald-Bereiches. Wegen dieser langfristigen anthropogenen Waldveränderungen ist es ungemein schwer, die potentiellen natürlichen Buchenmischwaldstandorte von den potentiellen natürlichen Eichen-Birken-Waldstandorten zu differenzieren. Manchmal ist es auch müßig, solchen detaillierten Fragen nachzugehen: wir wissen, die Buche vermag ein größeres Areal zu besiedeln als sie es heute zeigt. Niederwaldwirtschaft, Plaggenhieb und ständiger Nährstoffentzug haben über die Jahrhunderte hinweg die Böden verändert und zur Nährstoffreduktion beigetragen. Heutige aerosolierte N-Einträge kompensieren das teilweise und lassen solche „alten Eichen-Birkenwaldflächen“ wieder als buchenfähig erscheinen. Die lang anhaltenden Grundwasserabsenkungen in den Sandgebieten Nordwestdeutschlands bewirken bekanntermaßen die gleichen Effekte der sekundären "Bucheneinwanderung". Aber trotz allem gibt es noch klar definierbare natürliche Eichen-Birkenwald-Landschaften, wo auf Dünen, Wehsanden und Feuchtböden die Buche eine Trocken- oder Nässegrenze erfährt.

#### 4.1 Birken-Eichen-Wald-Landschaften

Als charakteristische Waldgesellschaft der nährstoffarmen pleistozänen Quarzsandböden nordwestdeutscher Geestlandschaften läßt sich der Birken-Eichenwald je nach unterschiedlichen Feuchtigkeits- und Nährstoffansprüchen in drei Subassoziationen untergliedern:

- Trockener Birken-Eichen-Wald auf Quarzsandböden trockener Lagen mit teilweise natürlichen Beimengungen der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*),
- Feuchter Birken-Eichen-Wald auf wechselfeuchten Quarzsandböden,
- Erlen-Birken-Eichen-Wald in wasserzügigen, ammoorigen und etwas nährstoffreicheren Quarzsandgebieten.

Bestände des Trockenen und Feuchten Birken-Eichen-Waldes sind in den Geestgebieten noch relativ häufig anzutreffen, jedoch niemals als ausgedehnte Waldbezirke, sondern stets als kleinere oder mittelgroße Parzellen meist bäuerlichen Besitzes. Sie dienen oder dienen zum Teil heute noch bei extensiver Wirtschaftsweise und kurzfristigem Umtrieb der Brennholznutzung oder bilden bei längeren

Intervallen zwischen Abtrieb und Wiederaufbau von Kiefernforsten auf Schlagflächen mehr oder weniger ungenutzte Regenerationsstadien. Demzufolge kommen sie nie über Pioniergehölze hinaus, in denen die Birke dominiert. Altholzbestände mit natürlich ausgewogener konkurrenzbedingter Holzartenzusammensetzung sind seltener anzutreffen. In den Altholzbeständen ist die Stieleiche der beherrschende Baum, Sandbirke und Eberesche tragen nur die Rolle von untergeordneten Begleitarten. Die Standorte der potentiellen Birken-Eichenwälder und ihre aktuellen Bestände haben seit Beginn der anthropogenen Waldzerstörung manche Veränderungen erfahren. Dem Wald folgte die Heide, die noch in den letzten Jahrhunderten weiträumige Flächen der Geest bedeckte. Ein großer Teil der Heiden wurde in der Neuzeit mit Kiefern aufgeforstet, zunächst in der Absicht, die ausgedehnten Flugsandflächen und Dünenande festzulegen, später aber auch aus forstökonomischen Gründen.

#### 4.2 Erlen-Birken-Eichen-Wald-Landschaften

Der Erlen-Birken-Eichenwald ist nirgendwo mehr großflächig anzutreffen. Seine potentiellen Wuchsbereiche in wasserzügigen Tälern und Niederungen der Geest sind fast ausnahmslos entwaldet und zu Dauergrünland umgewandelt worden. Offene, günstigenfalls von Birken-Erlen-Wallhecken parzellenartig unterbrochene Weideflächen bestimmen heute das Landschaftsbild dieser Niederungsgebiete. Nur selten stocken an Besitzgrenzen noch kümmerliche Waldreste, die meist dem Schutz des Weideviehs vorbehalten sind. Auch dann, wenn sie vom Vieh nicht betreten werden können, ist ihre Artenkombination infolge des einfallenden Seitenlichtes oder der Deponierung landwirtschaftlicher Abfallprodukte oft überformt und verunkrautet. Hinzu kommen Eutrophierungseffekte vom gedüngten Grünland her und in vielen Fällen nachhaltige Grundwasserabsenkungen durch Entwässerungsmaßnahmen. Zunehmende Einstrahlung nach Entwaldung und Grundwasserabsenkung bedingen eine stärkere Mineralisation der organischen Substanz in solchen Naßböden, und es kommt dann vielfach zu Ausbildungen von stickstoffliebenden Brombeerdickichten im Unterwuchs dieser Waldreste. Nahezu die einzige Möglichkeit, relativ ungestörte Bestände zu finden, bieten Waldparzellen des Birken-Eichen-Wald-Gebietes mit eingestreuten, meist kleinflächigen Ausbildungen des erlenreichen Typs. Sie zeigen anhand der Artenkombination die vermittelnde Position des Waldes zwischen den Birken-Eichenwäldern auf der einen und den Erlen-Bruch-Wäldern auf der anderen Seite an. Mit diesen beiden Waldgesellschaften steht der Erlen-Birken-Eichenwald auch meist in räumlichem Kontakt.

In der Baumschicht dominiert neben der Stieleiche die Schwarzerle, und je nach den unterschiedlichen Feuchtigkeits- und Nährstoffbedingungen erreicht die eine oder andere Baumart in der Holzartenkombination das Übergewicht. Überwiegende Erlen-Anteile weisen, wenn sie nicht durch anthropogene Maßnahmen gefördert worden sind, stets auf höhere Feuchtigkeits- und Trophieverhältnisse hin, was sich entsprechend auf die Strauch- und Krautschicht auswirkt. Beide Hauptholzarten werden von Sand- und Moorbirke begleitet.

Die natürlichen Standorte des Erlen-Birken-Eichenwaldes sind mehr oder weniger nasse Bleichsandböden mit schwachen Moorerde- oder Anmoorbildungen im Oberboden. Die Böden sind an sich ziemlich nährstoff- und basenarm; aber dadurch, daß vom Grundwasser - wenn auch in bescheidenem Maße - stets neue Nährstoffe zugeführt werden, können etwas anspruchsvollere Arten gedeihen. Möglicherweise haben sich aufgrund der wirtschaftsbedingten Anreicherung des Grundwassers mit Nährstoffen in unserer modernen Kulturlandschaft die potentiellen Wuchsbereiche des Erlen-Birken-Eichenwaldes auf Kosten von wasserzügigen Ausbildungen des Feuchten Birken-Eichenwaldes ausweiten können.

#### 4.3 Buchen-Eichen-Wald-Landschaften

Birken-Eichen- und Buchen-Eichenwälder haben hinsichtlich ihrer Verbreitung, Artenzusammensetzung und Ökologie viele Gemeinsamkeiten. Beide sind im potentiellen Waldmosaik der Geest die flächendeckenden Waldgesellschaften, wobei dem Buchen-Eichenwald stets die besseren Standorte vorbehalten bleiben, wie man der Vegetationskarte entnehmen kann. Die Mehrzahl der säuretoleranten Arten des Birken-Eichenwaldes findet sich, allerdings durch größeren Schatteneinfluß mengenmäßig eingeschränkt, auch im Buchen-Eichenwald wieder. Dagegen sind etwas anspruchsvollere Arten wie Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*), Haarsimse (*Luzula pilosa*), Hainveilchen (*Viola riviniana*)

na), Maiglöckchen (*Convallaria majalis*), Schönes Johanniskraut (*Hypericum pulchrum*) und Goldrute (*Solidago virgaurea*) auf die Buchen-Eichenwälder beschränkt.

Neben der Buche und Traubeneiche als Hauptholzarten ist auch die Stieleiche fast immer in der Baumschicht des Buchen-Eichenwaldes vertreten. Ihr Anteil liegt um so höher, je stärker die Böden podsoliert sind und zum Birken-Eichenwald überleiten. Untergeordnete und meist sporadisch auftretende Holzarten, die dem Birken-Eichenwald fehlen, sind die atlantische Hülse (*Ilex aquifolium*) und die synanthrope Edelkastanie (*Castanea sativa*). Ihre Vorkommen liegen im Westen bzw. Südwesten des Emslandes. Die Hülse bildet zuweilen in alten Hudewäldern und hofnahen Waldbeständen dichte Unterholzbestände aus. Dieser Massenwuchs ist ein Relikt anthropo-zoogener Überformung und meist auf positive Weideselektion im Zuge der ehemaligen Waldhude zurückzuführen. Den unterschiedlichen Feuchtigkeits- und Nährstoffverhältnissen entsprechend läßt sich der Buchen-Eichenwald in drei Untergesellschaften aufgliedern:

- Weißmoosreicher Buchen-Eichenwald
- Trockener Buchen-Eichenwald
- Flattergras-Buchen-Eichenwald.

Auf extrem ausgehagerten Böden kommt das Weißmoos (*Leucobryum glaucum*) zur Dominanz und kennzeichnet sehr seltene, eigenständige Buchenmischwälder meist auf Flugsanden und Dünen. Der Trockene Buchen-Eichenwald ist stets durch die Vorherrschaft der Buche gekennzeichnet, die Traubeneiche bleibt untergeordnet, und die Stieleiche tritt nur in den ärmeren Ausbildungsformen mit Tendenz zum Birken-Eichenwald stärker in Erscheinung. Mit zunehmender Bodenfeuchte verschiebt sich die Holzartenkombination dagegen deutlich zugunsten der Stieleiche, wobei das auf Kosten der Buche oder lokal auch der Traubeneiche geschehen kann. Je höher der Staunässegrad, um so geringer ist der Buchenanteil. Die jahreszeitlich wechselnde Feuchtigkeit des Bodens wird, wie im Birken-Eichenwald, oftmals durch das Pfeifengras (*Molinia caerulea*) angezeigt. Im Gegensatz zur Staufeuchtigkeit reagiert der Flattergras-Buchen-Eichenwald auf höheren Nährstoff- und Basengehalt des Bodens. Der hohe Buchenanteil und die schwache, aber regelmäßige Präsenz anspruchsvoller Arten wie Flattergras (*Milium effusum*), Efeu (*Hedera helix*), Hasel (*Corylus avellana*), Sauerklee (*Oxalis acetosella*), Hainrispengras (*Poa nemoralis*), Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*) und Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*) deuten auf die besseren Substratverhältnisse hin und lassen darüber hinaus Tendenzen zum Flattergras-Buchenwald oder zu artenarmen Eichen-Hainbuchenwäldern erkennen.

Die Bodenarten des Buchen-Eichenwaldes sind im allgemeinen anlehmige Sande, örtlich auch lehmhaltige Kiese aus Ablagerungen der Grund- oder Stauchmoränen und der Flußterrassen. Nur gebietsweise bestehen sie aus Sandlöß, tertiären Sanden und aus sandigen Sedimenten der Oberkreide. Als Bodentypen überwiegen im potentiellen Bereich des Trockenen Buchen-Eichenwaldes podsolierete Parabraunerden oder schwache bis mäßige Podsole ohne Ortsteinbildung. Die Böden des Feuchten Buchen-Eichenwaldes bestehen im oberen Bereich aus Sand und lehmigem Sand. Geschiebelehm oder tonige Sedimente der Kreide und des Tertiärs bilden häufig den Untergrund, auf dem sich das Niederschlagswasser staut.

#### 4.4 Eichen-Hainbuchen-Wald-Landschaften

Die subozeanischen Eichen-Hainbuchen-Wälder Nordwestdeutschlands sind substratbedingte, also azonale Vegetationseinheiten. Sie stocken auf stau- und grundwasserfeuchten Lehmböden. Diese relativ nährstoffreichen Böden können wegen ihrer stagnierenden Feuchtigkeit von der Buche nicht oder nur noch in untergeordneter Position eingenommen werden. Überall dort, wo der Wassergehalt der Lehmböden nachläßt, gewinnt die Buche an Überhand, und auf den trockeneren Standorten kommt es je nach Substrat zur Ausbildung von verschiedenen Mischbeständen mit Buchenwäldern. Dieses Phänomen kennzeichnet deutlich die beherrschende Position der Buche in ihrem klimatischen Optimalbereich. Die Eichen-Hainbuchenwälder, die hier an und für sich auch auf trockeneren Böden gedeihen könnten, werden durch den Konkurrenzdruck der Buche auf die feuchten Lehmböden als buchenungeeignete Standorte abgedrängt. Soweit hier aktuelle Eichen-Hainbuchenbestände auf trock-



kenen Böden angetroffen werden, handelt es sich stets um anthropogene Ersatzgesellschaften von Buchenwäldern, bei denen der Konkurrenzdruck der Buche durch geeignete Wirtschaftsmaßnahmen, wie Nieder- und Mittelwaldbetrieb, eingeschränkt oder gebrochen wird.

Das größte geschlossene Eichen-Hainbuchenwald-Kontingents Nordwestdeutschlands befindet sich im Schaumburger Wald und auf der Wildeshausener-Syker Geest, ganz zu schweigen von vielen Niederungen und engen Talauen der norddeutschen Flußtäler (besonders an der Hase), deren Auenwälder von schmalen Eichen-Hainbuchenwaldzonen begleitet werden.

Verglichen mit dem Gebiet des Bodensauren Eichenmischwaldes wirkt das Eichen-Hainbuchenwald-Gebiet einheitlicher und geschlossener. Das heutige Landschaftsbild entspricht, wie das besonders auf der Wildeshäuser Geest zum Ausdruck kommt, dem einer intensiv genutzten Parklandschaft mit zahlreichen kleinen und umfangreicheren Laubwaldinseln als letzte Zeugen der ehemaligen geschlossenen Walddecke. Die meisten Bestände haben sich von den ärgsten Schäden, die ihnen durch ehemalige Waldhude und extensive Holznutzung zugefügt worden sind, wieder erholt und den Charakter, wenn auch nicht natürlicher, so doch naturmaher Wälder angenommen. Eingebettet liegen diese Wälder zwischen fruchtbareren, von Hainbuchen-Schlehen-Wallhecken umgebenen oder parzellierten Dauergrünlandflächen sowie zwischen Ackerland und Einzelgehöften oder Hofgruppen. Die ackerbaulich genutzten Böden sind meist drainiert, oder sie befinden sich in den von Natur aus sandigeren, inselartig eingestreuten Wuchsbereichen des potentiellen Flattergras-Buchenwaldes und Buchen-Eichenwaldes.

Das einheitliche und geschlossene Gesamtbild der Eichen-Hainbuchenwald-Landschaft setzt sich also im einzelnen aus einem nahezu gesetzmäßig angeordneten Mosaik von kleinstrukturierten Ökosystemen zusammen, das seine Entstehung den natürlichen Gegebenheiten des Raumes, der Eigenart seiner Menschen und vor allem der wirtschaftlichen Autarkie seiner bäuerlichen Betriebe verdankt. Trotz der natürlichen Fruchtbarkeit ist das Eichen-Hainbuchenwaldgebiet, wenn man von den eingestreuten trockenen Löß- oder Sandinseln absieht, offenbar erst in frühhistorischer Zeit besiedelt worden. Das wird sicherlich in erster Linie mit der Stauanässe und Bindigkeit seiner Böden als denkbare ungünstiger Voraussetzungen für die agrarwirtschaftlichen Erschließungsmöglichkeiten in vorgeschichtlicher Zeit zusammenhängen. Ohne umfangreiche Entwässerungen und ohne den Einsatz des schollenwendenden Pfluges dürfte hier wohl kaum ein erfolgversprechender Ackerbau möglich gewesen sein, zumal die Böden früher noch feuchter waren als heute.

Auch hinsichtlich der soziologischen Struktur und des Arteninventars unterscheiden sich die Eichen-Hainbuchenwälder deutlich von den Waldgesellschaften der Bodensauren Eichenmischwald-Gebiete. Kennzeichnen dort anspruchslose Azidophyten maßgeblich den Aufbau der Wälder, so sind hier je nach Ausbildungsform meso- bis eutraphente Pflanzenarten (Arten mit mittleren bis hohen Standortansprüchen) beteiligt. Gemeinsam ist allen Eichen-Hainbuchenwäldern die Vorherrschaft der Stieleiche und ein hoher Mengenanteil der Hainbuche. Die Strauchschicht wird vorrangig vom Jungwuchs der Bäume, gelegentlich auch von der Hasel und von Weißdornarten gebildet. Dichte Strauchbestände als Unterwuchs sind in unseren schattigen Wirtschafts-Eichen-Hainbuchenwäldern unnatürlich und deuten immer auf erhebliche menschliche Störungen hin. In der Bodenvegetation dieser Wälder besteht der Grundstock aus mesotraphenten Pflanzenarten. Fast immer vorhanden sind Sternmiere (*Stellaria holostea*), Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), Sauerklee (*Oxalis acetosella*) und Efeu (*Hedera helix*).

Die ärmste Ausbildungsform ist der Geißblatt-Eichen-Hainbuchenwald. Er ist vorwiegend auf sandigen Lehmböden und kleinflächig auch in der Niedersächsischen Tiefebene verbreitet, wo er mit Buchen-Eichenwäldern in Kontakt steht. Daher stellen sich in diesen Kontaktgebieten nicht selten Übergangsformen oder kleinräumige Wechsel beider Waldgesellschaften ein.

Die Tendenz zum Buchen-Eichenwald zeigt sich auch in der Differentialartengarnitur. Sie besteht neben dem mesotraphenten Artengrundstock der Eichen-Hainbuchenwälder ausschließlich aus anspruchslosen Azidophyten der Bodensauren Eichenmischwälder. Dazu zählen: Waldgeißblatt (*Lonicera periclymenum*), Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*), Faulbaum (*Rhamnus frangula*) und Schattenblume (*Maianthemum bifolium*).

Der typische Eichen-Hainbuchenwald ist auf der norddeutschen Geest standörtlich etwas besser gestellt als die vorhergehende. Die Böden sind ein wenig basen- und nährstoffreicher- daher fehlen auch

die azidophytischen Arten. Physiognomisch macht sich das aber kaum bemerkbar. Für die Böden des artenarmen Eichen-Hainbuchenwaldes sind in den meisten Fällen Überschichtungen von zwei verschiedenen Bodenarten kennzeichnend. Die oberen Bodenbereiche bestehen aus schwach lehmigem Material von wechselnden Mächtigkeiten, das zur Tiefe hin von tonigen Lehmen der Saale-Grundmoräne mit wasserstauer Wirkung unterlagert wird.

#### 4.5 Tieflands-Buchen-Wald-Landschaften

In den Endmoränenlandschaften der Hohen Geest und auf den Flottsanden der Wildeshausen-Syker Geest sind Buchenwälder schon bei Höhenlagen von 50 m über NN typisch entwickelt. Es sind immer die Standorte mit besseren Parabraunerde-Böden und überlegener Konkurrenzfähigkeit der Buche. Die Bevorzugung solcher Standorte, verbunden mit höheren Konkurrenzvermögen, kennzeichnet nicht nur die derzeitige ökologische Situation der aktuellen Buchen- und Buchenmischwälder in unserem Raum, sondern sie reicht zurück bis in die Zeit der Bucheneinwanderung im Subatlantikum. Der artenarme Drahtschmielen-Buchenwald gehört zu den floristisch ärmsten Waldgesellschaften Mitteleuropas. Er entspricht im wesentlichen dem Typus des Hainsimsen-Buchenwaldes (*Luzulo-Fagetum*) der nur die Grundaustattung an azidophytischen Arten enthält. Günstigenfalls wird diese Artengruppe auf etwas frischeren Böden um einige vereinzelt wachsende mesotraphente Arten, wie Efeu (*Hedera helix*), Sauerklee (*Oxalis acetosella*), Flattergras (*Milium effusum*) und wenigen Farben bereichert. Extrem artenarme Bestände dieses Waldes findet man örtlich in der Wildeshauser Geest und im Hümmling sowie ausschließlich auf den nordwestlichen Ausläufern des Teutoburger Waldes und im Osnabrücker Berg- und Hügelland.

Ihnen fehlt die charakteristische Hainsimse, und sie enthalten außer der vorherrschenden Drahtschmielen nur ein paar säuretolerante Arten. Sie werden daher als Drahtschmielen-Buchenwälder (*Deschampsio-Fagetum*) bezeichnet. Speziell im Osnabrücker Berg- und Hügelland mit den Westausläufern des Wiehengebirges hat das Ausbleiben der Hainsimse arealgeographische Gründe. Die Nordwestgrenze dieser Art verläuft entlang des Teutoburger Waldes und biegt dann im Raum Iburg nordostwärts über Melle nach Wittlage am Wiehengebirge ab. Zudem erreicht das Hügelland außerhalb des Hainsimsen-Areals nur noch Höhen, die mit einigen Ausnahmen unter 200 m über NN liegen. Diese niedrigen Lagen und der relativ hohe Anteil an Traubeneiche in vielen Beständen, vorwiegend an Südexpositionen, deutet nicht auf reine Buchenwälder, sondern auf Übergangsformen von Buchen-Eichen- zu Hainsimsen-Buchenwäldern hin.

Die Bodentypen sind tiefgründige Parabraunerden oder Braunerden mittleren Basengehaltes, die stellenweise schwache Pseudogleyeinflüsse aufweisen können. Aufgrund der günstigen Lage- und Bodeneigenschaften (Tiefgründigkeit, ohne Stau- oder Grundwassereinflüsse, vorteilhafte Bodenfractionierung, ausreichende Basen- und Nährstoffversorgung) waren die Wuchsbereiche des Flattergras-Buchenwaldes vom frühesten Neolithikum bis heute bevorzugte Siedlungs- und Ackerbaugebiete. Daher sind naturnahe Wälder meist nur noch in ungünstigen Lagen als kleinflächige Restbestände vorhanden.

#### 5. Moorlandschaften

Es ist mittlerweile klar, wir stellen uns die Urlandschaft Mitteleuropas in der Regel als nahezu geschlossene Waldlandschaft vor. Wesentliche Ausnahmen bildeten aber die waldfreien Moore im Norden. Hinsichtlich der Moore zeigt sich dabei die stärkste Akkumulation in Nordwestdeutschland. Das Gebiet zwischen Ems und Weser ist noch immer die moorreichste Region Deutschlands. Hoch- und Übergangsmoore waren also ehemals als große zusammenhängende Flächen im Emsland, in der Leda-Jümme-Niederung und als kleinere Mooregebiete an vielen Stellen der nordwestdeutschen Geestlandschaft verbreitet. Heute sind sie jedoch infolge von Entwässerung, Abtorfung und Kultivierung ihrer natürlichen Vegetation entledigt oder als noch lebende Hochmoore bis auf kleine Reste, die meist zu Schutzgebieten erklärt worden sind, eingeschrumpft. Das größte noch lebende Hochmoor des Emslandes ist die Timmer/Stavener Dose nordöstlich von Meppen mit ca. 3500 ha Fläche. Etwa ein Drittel dieses Gebietes befindet sich noch im naturnahen baumfreien Zustand, und das nur, weil das gesamte Mooregebiet seit 1877 Teil eines militärischen Erprobungsschießplatzes von 200

Quadratkilometern Größe ist und somit eine wirksame Abschirmung gegen Kultur- und Eutrophierungseinflüsse besitzt.

Noch vor 30 Jahren war die Esterweger Dose zwischen dem Unterlauf der Ems im Westen und Oldenburg im Osten das größte lebende Hochmoor Mitteleuropas. Im Jahre 1959 wurde aber trotz nationaler und internationaler Petitionen die Abbaulizenz für dieses Hochmoorgebiet erteilt. Die Lizenzvergabe geschah nach rein ökonomischen Gesichtspunkten. Sie bleibt für den Vegetationskundler und Naturschützer um so unverständlicher, als sich zu dieser Zeit bereits herausgestellt hatte, daß viele der vor etwa 50 Jahren unter Schutz gestellten Moorreste und Kleinstmoore aufgrund ihrer Geringräumigkeit durch Eutrophierungsprozesse so erheblich denaturiert waren, daß ihre Pflanzengesellschaften nichts mehr mit der ehemaligen Hochmoorvegetation gemeinsam hatten. Der Denaturierungsvorgang setzt in der Regel als Randeutrophierung durch Nährstoffeintrag aus den umliegenden Kulturfleichen meist über das Grundwasser ein und kann bei kleinflächigen Mooren relativ schnell fortschreitend die gesamte Moorfläche erfassen. Bei einem Hochmoor in der Größenordnung der Esterweger Dose hätte die Eutrophierungsgefahr von vornherein nicht bestanden.

Andererseits setzten um die gleiche Zeit, als die Esterweger Dose zur Abtorfung freigegeben wurde, die ersten Bemühungen ein, entwässerte Mooregebiete, deren Torfkörper noch vollständig oder teilweise erhalten waren, durch geeignete Maßnahmen zu renaturieren. Diese Widersprüchlichkeit, Abbau eines großen lebenden Hochmoores von internationaler Bedeutung auf der einen und Renaturierungsmaßnahmen an abgestorbenen Mooren auf der anderen Seite, ist ein Musterbeispiel für die ohnmächtige Situation des damaligen Naturschutzes gegenüber wirtschaftlichen Interessen.

Die Vernichtung der Hochmoore wiegt abgesehen von ihrer Funktion als Wasserspeicher um so schwerer, als sie noch vor wenigen Jahrhunderten das eigenständige Gesicht der nordwestdeutschen Landschaft entscheidend prägten, und gerade sie haben unter allen natürlichen Pflanzenformationen den größten Verlust hinnehmen müssen. Eine Schilderung des bekannten Vegetationsgeographen August GRIEBACH aus dem Jahre 1846 gibt die damalige Situation für das Bourtanger Moor eindrucksvoll wieder: "*An der hannoversch-holländischen Grenze habe ich, zwischen Heseperwitz und Ruetenbrock das pfadlose Moor von Bourtange überschreitend, einen Punkt besucht, so wie auf hohem Meere der ebene Boden am Horizont von einer reinen Kreislinie umschlossen ward und kein Baum, kein Strauch, keine Hütte, kein Gegenstand von eines Kindes Höhe auf der scheinbar unendlichen Einöde sich abgrenzte.*" Die natürlichen Standorte der Hochmoorvegetation sind extrem saure und nährstoffarme Torfe. Sie bestehen überwiegend aus halbzersetzten Rotteprodukten von Torfmoosen (*Sphagnum*-Arten) mit Einschlüssen von Wollgräsern und Hochmoor-Ericaceen. Die lebenden Torfmoose haben aufgrund ihrer spezifisch morphologischen Ausstattung ein hervorragendes Wasserspeichervermögen, das sie auch bei Vertorfung als Rotteprodukte beibehalten. Hinsichtlich der Wasserspeicherung wirkt der *Sphagnumtorf* also wie ein Schwamm, und daher hat jedes Hochmoor mit riesigen Mengen gespeicherter Niederschläge seinen eigenen Wasserhaushalt. Die anspruchslosen Hochmoorpflanzen werden nur vom gespeicherten Regenwasser und dem atmosphärischen Staub versorgt. Sie sind unabhängig vom Grundwasser und seinen Nährstoffen. Diese Ombrotrophie ist das entscheidende Charakteristikum eines Hochmoores und seiner anspruchslosen Vegetation, im Gegensatz zum Niedermoor (Flachmoor), dessen anspruchsvolle Sumpfpflanzen stets vom nährstoffreicheren Grundwasser abhängig sind.

Zum Vegetationskomplex eines ungestörten ombrogenen Hochmoores gehören neben einigen dystrophenten Wasserpflanzengesellschaften die gehölzfreien Bulte und Schlenken, die von Moosen aufgebaut werden. Die meist schwach erhabenen Bulte werden im feuchten Bereich von Torfmoosen beherrscht. Ihre typischen Vertreter *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum rubellum* und *Sphagnum papillosum* sind allerdings in vielen Mooren schon zu Seltenheiten geworden. Als häufigstes Torfmoos tritt dafür *Sphagnum fallax* auf. Weitere Bult-Arten sind neben Rundblättrigem Sonnentau, Scheidenwollgras und Moorlilie die Ericaceen Moosbeere, Rosmarinheide, Glockenheide und im trockenen Bereich auch die Gewöhnliche Heide. Die Pflanzengesellschaften der zeitweilig überfluteten Moorschlenken und Schwingrasen beherbergen dagegen vorzugsweise Torfmoose der nässeliebenden *Cuspidata-Gruppe*. Hinzu kommen fast stets Schmalblättriges Wollgras, Mittlerer Sonnentau und die beiden Schnabelsimen Arten (*Rhynchospora alba* und *Rh. fusca*), nach denen die bezeichnende Schlenkengesellschaft auch als *Rhynchosporium* benannt ist.

Auf verlandenden Moorgewässern bilden sich häufig Schwingrasen aus. Sie wachsen vom Rande her knapp unter der Wasseroberfläche in die Moortümpel hinein und werden primär von zusammenhängenden Rasen des schwimmenden Spieß-Torfmooses (*Sphagnum cuspidatum* f. *plumosum*) gebildet. Auf dieser schwimmenden Torfmoosdecke stellen sich sekundär nässeliebende Moorpflanzen ein wie Schmalblättriges Wollgras, Blasenbinse und Schlammsegge. Die beiden letztgenannten Arten waren früher typisch für diese Schwingrasenausbildung. Heute kommen sie nur noch ganz selten in einigen Kleinmooren der Niedersächsischen Tiefebene vor.

In unmittelbarem Kontakt mit den typischen Hochmoor-Assoziationen wachsen an den Moorrändern aus Gründen der Nährstoffarmut nur wenige Pflanzengesellschaften. Die wichtigsten davon sind die Glockenheide- und Gagelgesellschaft sowie der Birkenbruchwald. Die Glockenheide-Gesellschaft besiedelt meist mit einer dünnen Torfschicht bedeckte, nasse Moorrandpartien oder kommt auch auf schwach entwässerten Hochmoortorfen vor. Ihr Arteninventar besteht aus wenigen extrem säuretoleranten und nässeliebenden Arten, die eine winterliche Überstauung des Grundwassers vertragen können. Es sind im wesentlichen die vorherrschende Glockenheide und das Pfeifengras.

Das kleinstrauchige Gagelgebüsch kommt infolge seiner küstennahen euatlantischen Verbreitung nur in der nordwestlichen Tiefebene vor. Dominierende Art der Gesellschaft ist der Gagel, der früher als Bierwürze Verwendung fand, er wird meist begleitet vom Faulbaum, Sumpfhhaarstrang und Pfeifengras. Das Gagelgebüsch bevorzugt schwach eutrophierte Moorrand-Partien oder Uferländer von Moorkolken. Zuweilen ist es auch saumartig offenen Beständen des Birken-Bruchwaldes vorgelagert. Die Moorbirken drängen mit der Zeit in das Gebüsch ein, durchsetzen es, und es kommt dann in solchen Initialbeständen des Birken-Bruchwaldes zu Durchdringungskomplexen mit dem Gagelgebüsch.

Der Birken-Bruchwald stockt ebenfalls auf Torfböden. Er steht entweder mit Hochmooren in Kontakt oder besiedelt getrennt davon kleinere vermoorte Senken und Tälichen auf extrem nährstoffarmer Quarzsand-Unterlage. Die Torfauflagen erreichen zwar unterschiedliche, aber stets nur geringe Mächtigkeiten, so daß je nach örtlichen Verhältnissen Bodentypen aus einer Übergangsreihe vom oligotrophen organischen Naßboden bis zum Anmoor oder Stagnogley vorliegen können. Aufgrund dieser nährstoffarmen Standorte fehlen dem Birken-Bruchwald jegliche anspruchsvollen Pflanzenarten. Der einschichtige lichte Baumbestand wird meist nur von der Moorbirke gebildet. In Birkenbrüchen des östlichen Niedersachsens bis zur Hunte-Weserlinie ist allerdings als Zweitholzart auch die Waldkiefer bodenständig. Je nach dem Schlußgrad der Baumschicht und der Vernässungsintensität des Bodens ist der Strauchunterstand verschieden dicht. Faulbaum und Öhrchenweide zählen zu den häufigsten Sträuchern. Den Aspekt der Krautschicht bestimmen in der Regel Pfeifengras-Bulte und Torfmoos-Polster mit *Sphagnum fallax*, *Sphagnum fimbriatum* und nicht selten auch *Sphagnum palustre*. Sie werden meist von Gemeinem Frauenhaarmoos (*Polytrichum commune*) und vereinzelt Wollgras-Bulten begleitet. Zwergstrauchreiche Varianten mit Blaubeere, Preiselbeere und Glockenheide zeigen relativ trockenes Bodensubstrat oder Entwässerung der organischen Naßböden an.

Die beschriebenen Vegetationsverhältnisse treffen nur für noch lebende Hochmoorreste oder deren Regenerationskomplexe zu. Ein großer Teil der Moore ist zum Zwecke der Abtorfung entwässert worden, und die Lebensbedingungen haben sich damit für die Vegetation entscheidend geändert. Anstatt der Hochmoorgesellschaften beherrschen hier Austrocknungsstadien mit Pfeifengras, Glockenheide, Gemeiner Heide und vereinzelt Scheidenwollgras-Bulte die Mooroberfläche. Nach Moorbränden können sich auch Adlerfarn-Bestände ausbreiten.

Die Besiedlung solcher Austrocknungsstadien mit den ersten Waldpionieren erfolgt sehr zögernd. Im Verlaufe von Jahrzehnten stellen sich offene Buschbestände mit Sand- und Moorbirke ein, die auf mehreren Meter mächtigen Torflagern zuweilen ein halbes Jahrhundert brauchen, um einen 25prozentigen Kronenschluß zu erreichen. Diese offenen Birkenbestände sind zwar physiognomisch den Initialstadien der Birken-Bruchwälder ähnlich, haben aber floristisch-soziologisch wenig mit ihnen gemeinsam. Man kann sie heute überall in den entwässerten Mooren sehen.

## 6. Talauen- und Gewässerlandschaften

Die vegetationskundliche Beschreibung von Auen- und Niedlungswäldern ist oft sehr schwierig, da die naturnahen Waldbestände vielerorts dem Wirtschaftsgrünland weichen mußten. In ihrer Artenzusammensetzung sind gerade diese speziell grundwassernahen Waldgesellschaften nicht nur vom Bodensubstrat als solchem, sondern auch vom Nährstoffgehalt des Grundwassers abhängig; und der richtet sich nach den Trophie-Verhältnissen seiner Einzugsgebiete.

Im Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Niedlungswald beherrscht im allgemeinen die Schwarzerle das Bild der Baumschicht. Die Esche bleibt untergeordnet und ist nur auf basenreichen Böden in größerer Menge anzutreffen. Stärkere Frequenzen von Eichen und Hainbuchen deuten meist auf Übergangsformen zum Eichen-Hainbuchen-Wald hin. In den ärmeren Ausbildungen können gelegentlich auch unsere beiden Birkenarten zusammen mit der Eberesche vorkommen. Die Strauchschicht ist je nach Verlichtungsgrad sehr artenreich. Fast immer dominiert die Traubenkirsche (*Prunus padus*), die in manchen Beständen nahezu baumartigen Wuchs annehmen kann. Hasel, Schneeball, Bluthartriegel, Pfaffenhütchen, Rote Johannisbeere und Brombeere vervollständigen das Strauchinventar. Da die Traubenkirschen-Eschen-Auenwälder bis auf wenige Reste der Grünlandkultur weichen mußten und die wenigen Restbestände zudem meistens anthropogen überformt worden sind, stößt eine genaue vegetationssystematische Untergliederung in Norddeutschland auf Schwierigkeiten. Mit Sicherheit kann nur ein artenreicher und ein artenarmer Flügel unterschieden werden. Die artenreichen Ausbildungsformen sind durch eine Anzahl besonders anspruchsvoller Differentialarten wie Binglekraut (*Mercurialis perennis*), Aronstab (*Arum maculatum*), Goldhahnenfuß (*Ranunculus auricomus*), Einbeere (*Paris quadrifolia*) und Schlüsselblume (*Primula elatior*) gekennzeichnet. Sie dürften aufgrund dieser anspruchsvollen Artenkombination und des verstärkten Auftretens der Esche den Eschen-Auenwäldern nahestehen. Ihre Standorte sind entweder etwas feindispersere basenreiche Gleyböden oder auch ausgesprochen sandige Naßgleye mit sehr nährstoff- und basenreichem Grundwasser. Die artenarmen Traubenkirschen-Erlen-Eschenwälder, in denen die Esche weitgehend zurücktritt, nehmen dagegen die wasserzügigen Niederungen mit geringerer Basen- und Nährstoffversorgung ein. Es sind überwiegend Sandböden, deren Bodentypenskala vom typischen Gley bis zum Anmoorgley, zum Teil sogar bis zum entwässerten Niedermoor reicht. Solche artenarmen Traubenkirschen-Eschen-Wälder mit Tendenz zum Eichen-Hainbuchenwald treten vor allem in den reinen Sandgebieten auf.

In den Flußtälem des Flachlandes mit überwiegend sandigen Ablagerungen dürfte sich als potentielle natürliche Vegetation ein Hartholzauenwald einstellen, der überwiegend von der Stieleiche beherrscht wird. An etwas günstigeren Stellen können auch Esche und Feldulme beigemischt sein, häufiger dagegen die Hainbuche. Unter den Sträuchern dominieren Hasel und Weißdorn-Arten, die bei Auflichtung des Waldes von einem dichten Teppich aus Haselblättriger Brombeere (*Rubus corylifolius*) und Kratzbeere (*Rubus caesius*) unterwachsen sein können. Die übrigen anspruchsvollen Strauchgehölze der Hartholzauen wie Feldahorn, Hartriegel und Pfaffenhütchen fehlen dagegen fast vollständig. Auch die für diesen artenreichen Eichen-Umenwald charakteristischen eutraphenten Arten der Krautschicht bleiben hier aus oder spielen zumindest eine untergeordnete Rolle. Tonangebend sind die mesotraphenten Arten mit Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), Sauerklee (*Oxalis acetosella*), Nelkenwurz (*Geum urbanum*), Flattergras (*Milium effusum*), Waldveilchen (*Viola reichenbachiana*), Efeu (*Hedera helix*) sowie die Feuchtigkeitszeiger Riesenschwingel (*Festuca gigantea*), Rasenschmiele (*Deschampsia caespitosa*), Hexenkraut (*Circaea lutetiana*) und Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*). Nitrophile Arten wie Brennessel (*Urtica dioica*), Gundermann (*Glechoma hederacea*) und Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*) dürften mit den Treibselablagerungen während der Überflutungsperioden im Zusammenhang stehen.

Der artenarme Eichen-Umenwald ist vor allem in der Ems-Aue, aber auch im Hase- und Wesertal verbreitet. Infolge episodischer Überflutungen bei Hochwässern werden die Auen in den Geestgebieten häufig mit grob- bis mittelkörnigen Bodenfraktionen übersandet. Neben den Übersandungen durch Wassertransport spielte früher auch der Flugsandeintrag aus den benachbarten Heidegebieten eine zusätzliche und lokal bedeutsame Rolle. Er war zeitweilig so erheblich, daß beispielsweise die Flußschiffahrt im Bereich der Mittelems noch bis Anfang des vorigen Jahrhunderts durch eingewehrte

Dünenriegel im Fahrwasser vorübergehend zum Erliegen kam.

Im Gegensatz zur artenarmen Hartholzau ist die Feldulme ein wichtiger Bestandteil des artenreichen Eichen-Ulmenwaldes. Dennoch dominiert auch in dieser Waldgesellschaft die Stieleiche. Sie wird häufig von der Esche, gelegentlich auch von der Silberweide und Erle (in feuchteren Ausbildungen) sowie von Feldahorn und Hainbuche begleitet. Die artenreiche Strauchschicht, die nur in offenen Beständen zur vollen Entfaltung gelangen kann, besteht aus Bluthartriegel, Schneeball, Pfaffenhütchen, Weißdorn, Kreuzdorn, Hasel und Schwarzem Holunder. Das Bild der üppigen Krautschicht wird von Pflanzen mit hohen Nährstoffansprüchen geprägt. Viele von ihnen sind stickstoffliebende Arten, zu denen sich in feuchten Ausbildungen des Waldes Hygrophyten gesellen.

Aktuelle Bestände dieses artenreichen Auenwaldes sind nur noch an wenigen Stellen vorhanden und meist überformt vorhanden. Deshalb stößt die detaillierte Erfassung des Artengefüges und der zoologischen Struktur auf erhebliche Schwierigkeiten. Die potentielle Verbreitung des Waldes dürfte sich im wesentlichen auf die Auen der Weser, der Elbe und ihrer Nebenflüsse beschränken.

Die charakteristischen Baumarten des Eichen-Ulmenwaldes sind Eiche, Esche und Ulme. Daneben treten auch die Erle häufig und Feld- und Spitzahorn sowie Eberesche und Birke sporadisch auf. Unter den Sträuchern herrscht die Hasel vor, aber auch Pfaffenhütchen, Weißdorn und Kreuzdorn sind am Aufbau des Waldes beteiligt.

Die Bodenarten sind in der Regel feindispers. Sie umfassen eine Skala vom sandigen Lehm bis zum lehmigen Ton, wobei die unterschiedlichen Fraktionen auch schichtweise gelagert sein können. Trotz der episodischen Überflutungen liegt der Grundwasserspiegel während der Vegetationszeit im allgemeinen tief.

Flußseitig der Hartholzau vorgelagert erstreckt sich im allgemeinen die Weichholzau, die in der Nähe der Mittelwasserlinie in das Korbweidengebüsch übergeht und den Abschluß der Auen-Gehölzzonierung bildet. Im Rahmen dieser Zonierung ist der Silberweidenwald die charakteristische Weichholz-Auengesellschaft an größeren Strömen. Im nahen Uferbereich liegend, wird sie im Winter periodisch und langandauernd überflutet. Daher kann die Aue nur von Holzarten eingenommen werden, die diese amphibischen Bedingungen ertragen können. Unter den Baumarten sind es die Silberweide, die hybride Bruchweide (*Salix rubens*) sowie die Schwarzpappel (*Populus nigra*) und in der Strauchschicht Mandel- und Korbweide (*Salix triandra*, *Salix viminalis*). Die Bodenvegetation des Waldes setzt sich aus Kratzbeer-, Brennessel- und Rohrglanzgrasbeständen sowie anderen Sumpfhochstauden zusammen. Hauptverbreitungsgebiet des Waldes sind untere Ems, Weser und Elbe, wo er auf Auenrohböden vorwiegend sandiger Sedimente wächst, die von einer Schlickschicht überlagert sind.

## 7. Die natürlichen Wälder der Mittelgebirge

Auf allen Höhenzügen des Niedersächsischen Berg- und Hügellandes stockt von Natur aus ein Buchenwald. Daran zeigt sich die Vorliebe der Buche für das Bergland, für gut durchlüftete, nährstoffreiche und besonders kalkreiche Böden und für ein niederschlagsreiches, kühles Klima. Erst in Höhen von 800 - 900 m NN wird die Buche in den Mittelgebirgen (Harz) durch die widerstandsfähigere Fichte verdrängt.

Der Buchenwald im Bergland ist auch heute noch im Gegensatz zu vielen anderen Vegetationsgesellschaften durch weitgehend naturnahe Bestände vertreten und vermittelt durch seine relative Geschlossenheit den Eindruck einer echten Waldlandschaft. Lediglich auf den nährstoffärmeren Böden der Sandsteinhöhenzüge, die von Natur aus ebenfalls Buchenwälder tragen würden, sind Nadelholzforsten (überwiegend Fichtenreinbestände) angelegt worden. Mit ihnen lassen sich auf den kargen Standorten höhere Erträge erwirtschaften.

Talwärts ist der natürliche Buchenwald durch die Ersatzgesellschaften der Äcker und Wiesen verdrängt worden. Besonders dort, wo die Hänge Lößlehmedecken und tiefgründige Böden aufweisen, hat der Wald auch an den steileren Hangpartien den Getreide- und Futteranbauflächen weichen müs-

sen. Sind Grünlandflächen vorhanden, weisen sie auf feuchte, tonige Böden hin, wobei ab einer Neigung von etwa 15° (27%) lediglich noch Viehweiden anzutreffen sind; denn ein steileres Relief läßt eine maschinelle Bearbeitung der Wirtschaftsf lächen nicht mehr zu.

Die Buchenforsten werden vorwiegend als Hochwälder mit einer etwa 120jährigen Umtriebszeit bewirtschaftet, in denen vereinzelt auch Traubeneichen, Eschen, Berg- und Spitzahorn, Hainbuchen und Bergulmen stehen. Die gutwüchsigen Buchen bilden einen geschlossenen Schirm, durch den im Sommer nur etwa 0,5-1 % (!) des Außenlichtes bis in die bodennahen Schichten gelangt. Bei diesem überaus kargen Lichtangebot kann sich in den schattigen Hallenwäldern keine nennenswerte Strauchschicht entwickeln. Bestimmte Vertreter der Krautschicht dagegen haben sich diesen spezifischen Standortverhältnissen angepaßt und damit eine ökologische Nische erschlossen, die ihnen großen Konkurrenzdruck erspart und damit ein Fortkommen sichert. Durch eine Vorverlegung ihrer Wachstumsphase und der Blütenbildung in das zeitige Frühjahr, d.h. vor die Buchenblaubung (z.B. Buschwindröschen, Lerchensporn, Aronstab) oder durch langandauernde Blätter (z.B. Leberblümchen) nutzen diese Arten Beginn und Ende der Vegetationsperiode intensiver aus und sind damit an ihrem Standort Vertretern anderer Pflanzengesellschaften überlegen. Das zeitige Wachstum im Frühjahr wird dadurch erreicht, daß die Überdauerungsorgane dieser Pflanzen unterhalb der Erdoberfläche liegen und als Nährstoffspeicher dienen (Geophyten).

Die Pflanzengesellschaft der Buchenwälder zeigt auf den Sandsteinhöhenzügen eine andere Ausprägung als auf den Kalkhöhenzügen und -tafeln, da sich auf den unterschiedlichen Ausgangsgesteinen unterschiedliche Bodentypen entwickelt haben.

Die tonhaltigen, kalk- und basenreichen (Para-) Braunerden der Kalkhöhen bieten den Pflanzen günstigere Wachstumsbedingungen als die silikatreichen, sauren Podsol-Braunerden bzw. Ranker der Sandsteinrücken.

Die unterschiedlichen Bodenverhältnisse schlagen sich jedoch weniger in der Zusammensetzung der natürlichen Baum- und der kaum vertretenen Strauchschicht nieder als vielmehr in der Artenvielfalt und der Artenzusammensetzung der Krautschicht.

Auf einem mäßig sauren Kalkgestein stockt beispielsweise die Untergesellschaft des Perlgras-Buchenwaldes, während die sauren Böden der Sandsteinrücken mit einem Hainsimsen-Buchenwald bestanden sind. Aus Platzgründen wird hier nur auf die weite Palette von Kalk- und Silikat-Buchenwäldern hingewiesen, wie sie bei Pott (1993, 1995 und 1996) in der Auflistung und Beschreibung der Buchenwälder eingehend dargestellt sind.

## 8. Die Wälder des Harzes

Der Harz als Mittelgebirge unterscheidet sich pflanzengeographisch deutlich von den Höhenzügen des Berg- und Hügellandes, weil hier eine Vegetationsstufung vorhanden ist, die von der Eichenmischwaldstufe über die Buchenstufe zur Fichtenwaldstufe und schließlich auf dem Brocken sogar bis über die Waldgrenze reicht, so daß die kahle Brockenkuppe zur Höhenstufe des Krummholzgürtels bzw. der subalpinen Rasen gehört.

Ausschlaggebende Faktoren sind dabei die Temperaturabnahme mit der Höhe und die dadurch bedingte Verkürzung der Vegetationsdauer, die Zunahme der Niederschläge und der Windgeschwindigkeiten sowie die Zunahme extremer Witterungsbedingungen (Schnee- und Eisbruch), die den Baumwuchs schädigen bzw. verhindern.

Auch die Berge des Harzes gehören bis zu den Höhen von 800 bis 900 m NN zum natürlichen Verbreitungsgebiet der Buche, obwohl hier heute die Fichte bei weitem vorherrscht.

Die natürlichen Buchenwälder dieses Gebirges sind den Buchenwäldern der Sandsteinhöhenzüge sehr ähnlich. Lediglich in den oberen Lagen sind nicht nur Esche, Bergahorn und Birke, sondern vor allem auch Fichten beigemischt, die sich auf den höchsten Erhebungen zu nahezu reinen Fichtenwäldern verdichten.

Von den Buchenwäldern sind nur noch Reste vorhanden, die besonders in den Kalkgebieten des Ostharzes zu finden sind, während im Westharz bis 500 m Höhe hinab die Fichte absolut vorherrscht. Häufig erreichen geschlossene Fichtenforsten sogar den Gebirgsfuß.

Dieser Vegetationswandel vollzog sich unter dem Einfluß des Menschen, der bereits während der

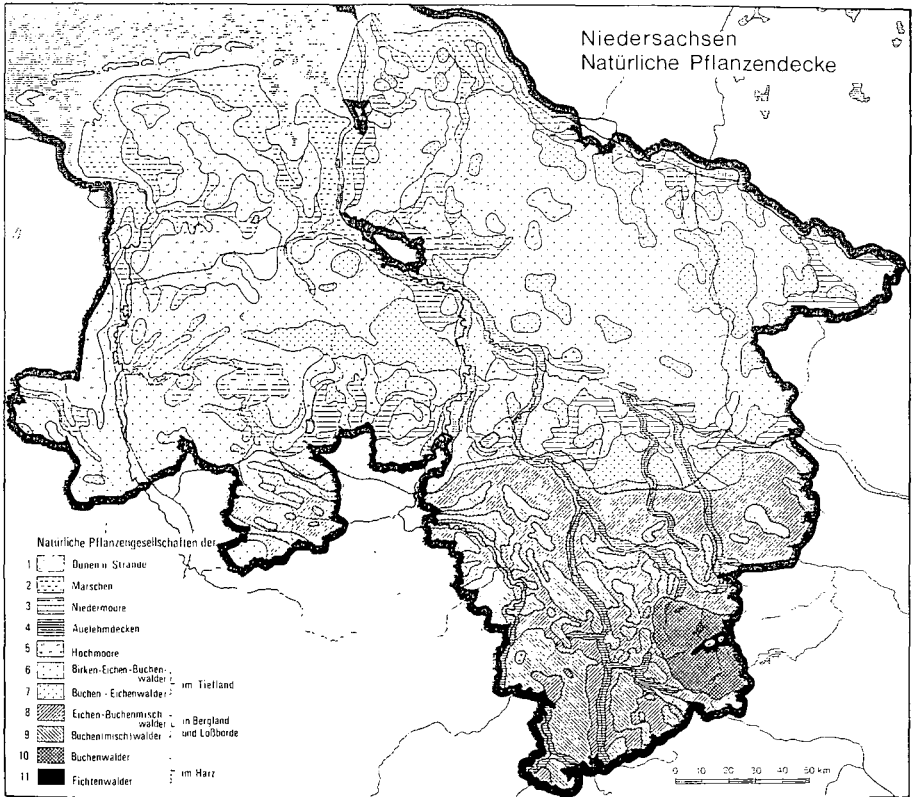
ersten Blütezeit des Bergbaues im 12. und besonders im 13. Jahrhundert zur Gewinnung von Holzkohle und zum Feuersetzen in den Abbaustollen die Buchenwaldungen weitgehend lichtetete. In der zweiten Bergbauperiode, vom 15. bis zum 18. Jahrhundert, wurden die Waldungen schließlich ganz vernichtet. Eine Folge der rücksichtslosen Nutzung der Wälder durch Einschlag, Viehweide und Brand war eine rasche Ausdehnung des Heidekrautes, dessen Humussäuren den Boden zusehends verschlechterten, so daß dieser nur noch Fichten einen zusagenden Standort bieten konnte. Sie stellten sich, von den höheren Lagen kommend, auch allmählich ein, jedoch ihre Massenausbreitung erfuhren sie in den letzten beiden Jahrhunderten durch die geregelte Forstwirtschaft mit eindeutiger Bevorzugung der Fichte. Der natürliche Fichtenwald ist im Harz ausschließlich auf die Höhenstufe zwischen 800 und 1000 m NN beschränkt.

Das waldfreie Gebiet des Brockenmassivs wird derzeit von subalpin anmutenden Zwergstrauch- und Rasengesellschaften eingenommen, in denen das Alpen-Windröschen (*Anemone alpina*), die Berg-Nelkenwurz (*Geum montanum*) sowie andere Hochgebirgspflanzen oder nordische Arten vertreten sind.

#### Literaturverzeichnis

- BURRICHTER, E., R. POTT & H. FURCH (1988): Die potentielle natürliche Vegetation. - In: Geographisch-landeskundlicher Atlas von Westfalen, 4. Lfg. - Atlasblatt und Begleittext, 42 S., Münster.
- POTT, R. (1993): Farbatlas Waldlandschaften. Ausgewählte Waldtypen und Waldgesellschaften unter dem Einfluß des Menschen. - 1. Aufl., 224 S., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- POTT, R. (1995): Farbatlas Nordseeküste und Nordseeinseln. Ausgewählte Beispiele aus der Südlichen Nordsee in geobotanischer Sicht. - 1. Aufl., 288 S., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. - 2. Aufl., 622 S., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- POTT, R. (1996): Biotoptypen - Schützenswerte Lebensräume Deutschlands und angrenzender Regionen. - 1. Aufl., 448 S., Verlag Eugen Ulmer.
- POTT, R. (1999): Lüneburger Heide, Wendland und Nationalpark Mittleres Elbtal. In: Kulturlandschaften, Exkursionsführer. Hrsg.: J. PFADENHAUER & R. POTT; 256 S., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- POTT, R. (1999): Nordwestdeutsches Tiefland zwischen Weser und Ems. In: Kulturlandschaften, Exkursionsführer. Hrsg.: J. PFADENHAUER & R. POTT; 256 S., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SEEDORF, H. H. (1977): Topographischer Atlas Niedersachsen und Bremen. 289 S., Wachholtz-Verlag, Neumünster.
- SEEDORF, H. H. & H.-H. MEYER (1992): Landeskunde Niedersachsen - Natur- und Kulturgeschichte eines Bundeslandes. Bd. 1 Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung. 517 S., Wachholtz-Verlag, Neumünster.





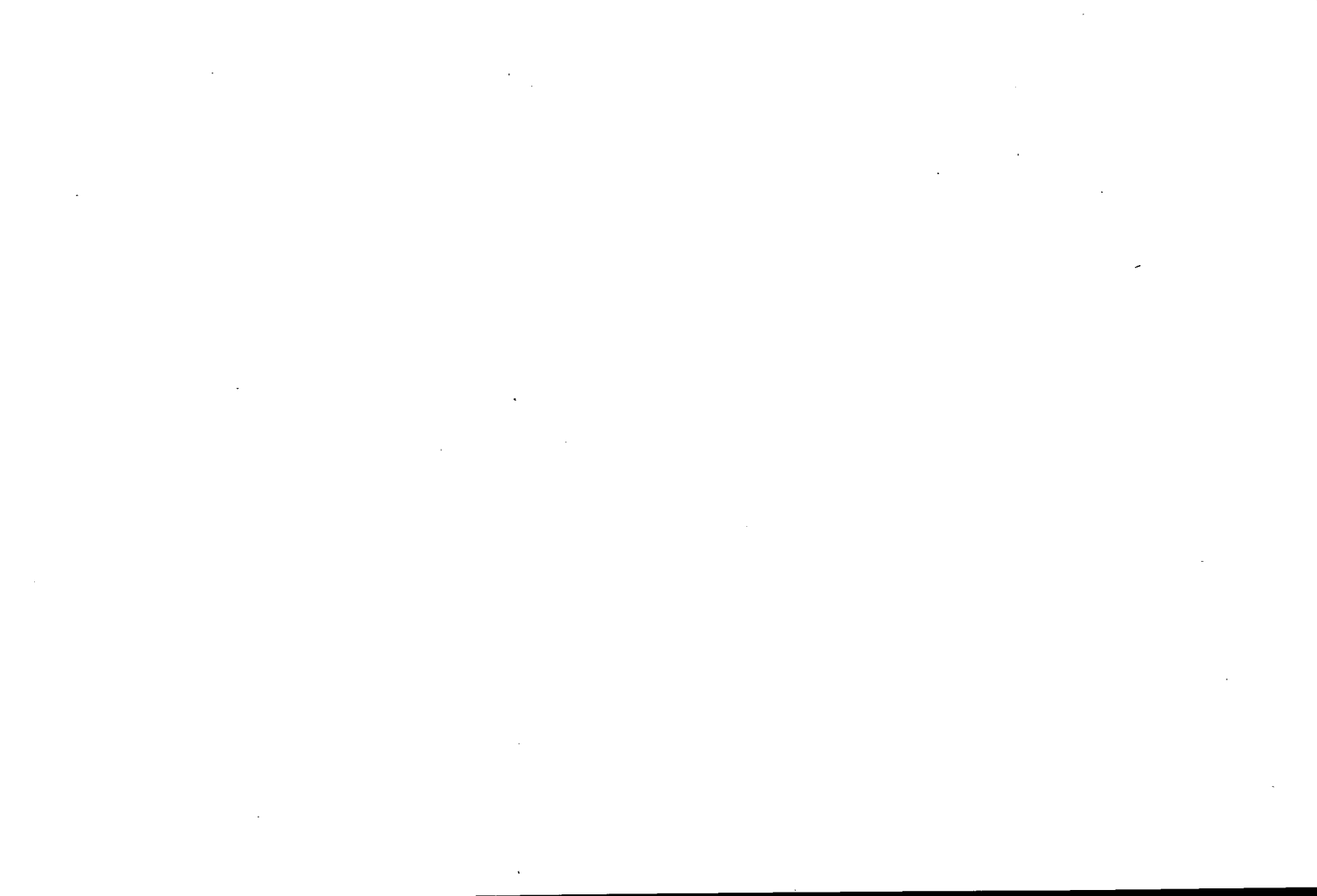
**TYPISCHES NATÜRLICHES VEGETATIONSBILD:**

1. Offene Gras- und Zwergstrauchfluren, in Dünentalern Erlen-Weiden-Bruchwald und Eichen-Birkenwald
2. An der Küste Salzwiesen, binnenwärts Erlen-Weiden-Auenwald, Eschenwälder und Eichen-Hainbuchenwälder
3. Erlenbruchwälder
4. Artenreiche Auenwälder
5. Baumfreie Torfmoosdecken
6. Birken-Eichen-Buchenwälder
7. Buchen-Eichenwälder
8. Eichen-Buchen-Mischwälder
9. Buchen(misch)wälder
10. Buchenwälder (im Harz)
11. Fichtenwälder

**TYPISCHE HEUTIGE PFLANZENDECKE:**

- Offene Gras- und Zwergstrauchfluren, Sanddorn-Dünenweidenbusch, z.T. kleine Inselwälder, z.T. Viehweiden
- Im Deichvorland Salzwiesen, binnenwärts Weizen-, Gerste-, Raps-, Zuckerrüben- und Feldgemüseäcker, Obstbäume, jedoch überwiegend Fettweiden und Fettwiesen
- Wiesen und Weiden, seltener drainiertes Ackerland mit Mais, Kartoffeln, Roggen und Hafer
- Fettwiesen und -weiden, z.T. Getreide- und Zuckerrübenäcker
- z.T. Moorbirken- und Krüppelkiefernwälder, Heidereste, z.T. Wiesen, Weiden und Moorräcker
- z.T. Kiefernforsten, noch geringe Heidereste, z.T. Äcker mit Roggen, Gerste, Kartoffeln und Mais, z.T. Viehweiden
- größtenteils Äcker mit Weizen, Zuckerrüben, Hafer und Mais, z.T. gute Wiesen und Weiden, z.T. Buchen- und Fichtenwälder
- zumeist Äcker mit Weizen, Zuckerrüben, Gerste, Raps, seltener Fettwiesen und -weiden, z.T. Buchenwälder und Fichtenforsten
- Buchen- und Fichtenforsten
- vorherrschend Fichtenforsten
- Fichtenforsten

Abbildung 1: Die natürliche Pflanzendecke in Niedersachsen (aus Seedorf und Meyer 1992)



# **Bodenregionen und Bodengroßlandschaften Niedersachsens**

von

E. Gerth<sup>1)</sup>

## Inhalt

- 1 Einleitung
  - 2 Bodenregion des Küstenholozäns
  - 3 Bodenregion der Flußlandschaften
  - 4 Bodenregion der Geest
  - 5 Bodenregion des Bergvorlandes
  - 6 Bodenregion des Berglandes
  - 7 Bodenregion des Mittelgebirges
  - 8 Stadtlandschaften
- Literatur

## 1 Einleitung

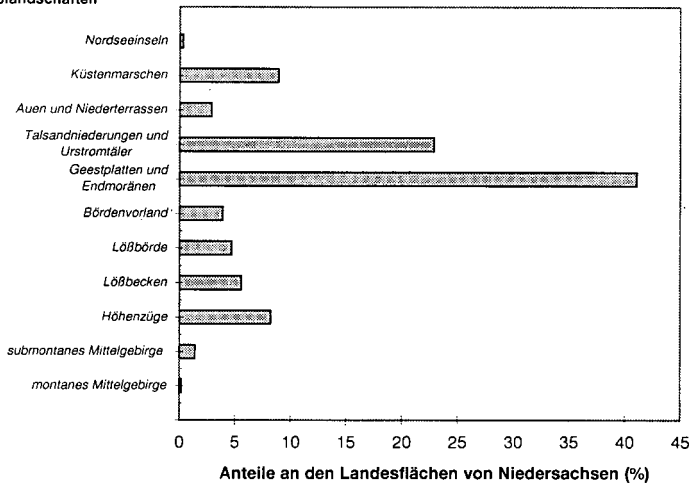
Die Verbreitung der Böden Niedersachsens beruht auf einem Zusammenspiel verschiedener Bodenbildungsfaktoren. Diese führen zu charakteristischen Bodenvergesellschaftungen unterschiedlicher Komplexität, die sich in einem hierarchischen Bezugssystem ordnen lassen. So unterscheiden sich die Böden im Bereich der ebenen Marschlandschaften, der Geest, des Bergvorlandes, des Berglandes und des Mittelgebirges (Harz) völlig voneinander. Diese Kategorien beschreiben komplexe Großstrukturen und stellen die Bodenregionen Niedersachsens dar. Innerhalb der Bodenregionen lassen sich durch Einengung der Geofaktoren (Gestein, Relief, Wasserhaushalt, Klima) zunehmend homogenere Bodenareale bilden.

zeigt einen Überblick der flächenmäßigen Anteile der wichtigsten Bodengroßlandschaften von Niedersachsen. Die Bodenübersichtskarte in der Abb. 2 gibt mit den Bodenregionen und Bodengroßlandschaften einen Gesamtüberblick zur bodenkundlichen Gliederung des Landes. Die Einschreibungen verweisen auf die Exkursionsgebiete der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1999. Der unter der Bodenübersichtskarte folgende Schnitt durch die Bodenregionen Niedersachsens zeigt den Zusammenhang zwischen den im folgenden dargestellten Teillandschaften. Er gibt einen Überblick zu den Gesteinsverhältnissen und Oberflächenformen. Die Überhöhung ist dabei nicht proportional.

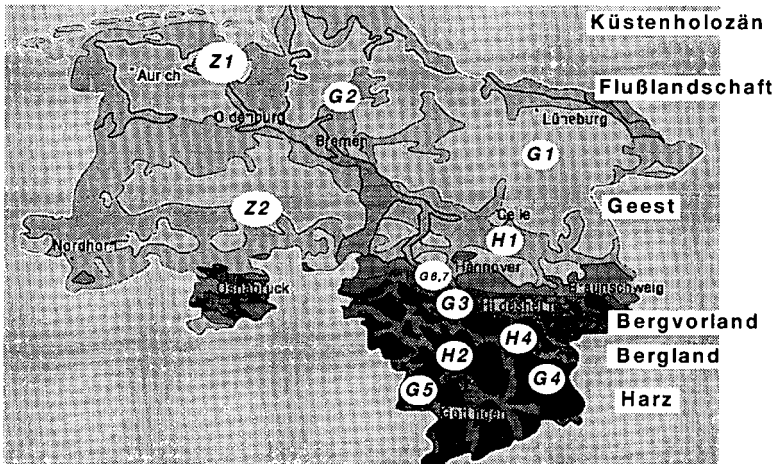
<sup>1)</sup>Anschrift des Autors:

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, 30655 Hannover

**Bodengroßlandschaften**



**Abb. 1: Flächenanteile der Bodengroßlandschaften von Niedersachsen**



**Abb. 2: Karte der Bodenregionen und -großlandschaften von Niedersachsen im Maßstab 1:1,5 Mill. mit Angabe der Bodenregionsnamen und Lage der Exkursionsgebiete**

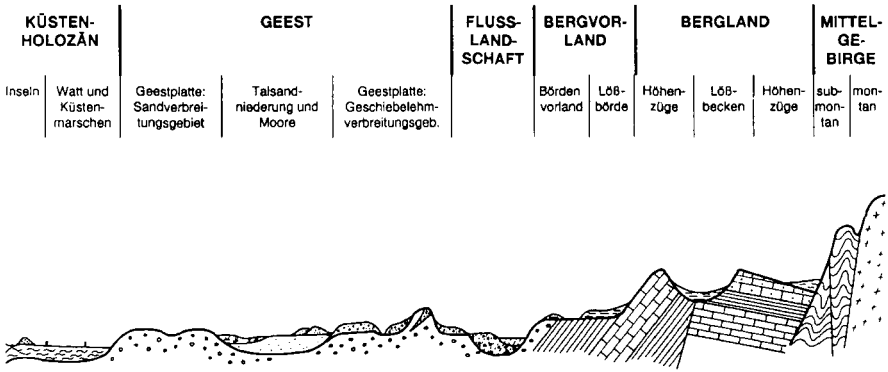


Abb. 3: Schematische Darstellung der Bodenregionen und -großlandschaften von Niedersachsen

## 1 Bodenregion des Küstenholozäns

Die Landschafts- und Bodenbildung in der Bodenregion des Küstenholozäns wird wesentlich durch den langsamen Meeresspiegelanstieg in den letzten 10.000 Jahren bestimmt. Die Region gliedert sich in die Bodengroßlandschaften der Watten, der Küstenmarschen und der Nordseeinseln. Das Klima der Inseln ist mit Niederschlägen von 700-800 mm/a und einer Jahresmitteltemperatur von 9 °C deutlich maritim geprägt. Die Niederschläge der Küste sind mit 800-900 mm/a erkennbar höher als auf den Inseln. Dadurch wird die Bodenbildung beschleunigt, und die bindigen Böden der Marschen sind eher zu naß. Der Wasserhaushalt vieler Böden unterliegt darüberhinaus dem Gezeiten einfluß.

Die Bodengroßlandschaft der Watten liegt vollständig im Gezeitenbereich. Die regelmäßige Überflutung mit laufender Sedimentation verhindert eine Bodenbildung. Die Untergliederung des Watts ist im wesentlichen durch die Körnungen der Wattablagerungen und durch die geringen Unterschiede in der Höhe bestimmt. In Bereichen mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten finden sich sandigere, in stilleren Bereichen schluffige Sedimente (Sand-, Übergangs- und Schlickwatt), die wiederum die bodenbiologischen Aktivitäten prägen. Die geringfügigen Höhenunterschiede bestimmen die Dauer der Überflutung. Im Randbereich des Watts werden höhere Bereiche nur kurz oder nur bei höheren Tidewasserständen überflutet. Dadurch wird die Durchlüftung der oberen Zentimeter besser und ermöglicht eine Besiedelung durch salzverträgliche Pflanzen (Quellerrasen).

Die Sedimente der Küstenmarschen haben ein ähnliches Körnungsspektrum wie die der Watten, wobei die schluffig-tonigen Sedimente bei weitem überwiegen. Die Differenzierung in sandige, schluffige und tonige Bereiche erlaubt eine Rekonstruktion der Ablagerungsbedingungen vor der Eindeichung. So finden sich entlang der Uferwälle alter Priele vorwiegend feinsandige bis schluffige, im Hinterland dagegen tonige Sedimente. Mit Annäherung an die Flußmündungen finden sich Übergänge von den Meeres- zu den Flußablagerungen mit geringeren Salzgehalten, die eine Differenzierung in marine, brackische und perimarine Bereiche ergibt. Die Bodenentwicklung wird wesentlich durch die Eindeichung beeinflusst, die die Überflutung und weitere Sedimentation verhindert. Die randlichen Moore werden z. T. von jüngeren marinen Sedimenten überlagert. Von den Küstenmarschen unterscheiden sich die Marschen der Nordseeinseln durch ihre Sedimentationsbedingungen in der wesentlich sandigeren Ausprägung und den daraus resultierenden Folgeigenschaften.

Die Ostfriesischen Inseln wurden gebildet, indem bei vorherrschenden westlichen Winden aus den Strand-sedimenten Sand ausgeweht und in Dünen abgelagert wurde. Im seeseitigen, flachwelligen Strandbereich der Nordseeinseln finden sich marine, carbonathaltige Sande, zum Teil mit Primärdünen. Die landseitig anschließenden Bereiche werden durch ältere Dünsande geprägt. Sie sind mit einer geschlossenen Vegetationsdecke überzogen.

Die Marschböden sind meist ertragreiche Standorte, deren begrenzender Faktor der Wasserhaushalt ist. Die potentiell ertragreichen Böden begründen die frühen Versuche, diese Standorte landwirtschaftlich zu nutzen. Auf den künstlich aufgeschütteten Wurten lagen die alten Siedlungsplätze vor Sturmfluten geschützt. Mit dem weiteren Meeresspiegelanstieg mußten die frühen Siedlungen aufgegeben werden. Erst mit den umgreifenden Maßnahmen der Eindeichung wurde eine dauerhafte Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung dieser tiefgelegenen Bereiche möglich. In den vernähten Bereichen überwiegt die Weidenutzung, in den trockeneren Bereichen ist auch Ackerbau möglich. Die Inseln sind oft durch menschliche Eingriffe, Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung, Maßnahmen des Küstenschutzes sowie militärische Bauten, verändert. Durch den engräumigen Bodenwechsel, die Nährstoffarmut und die Überflutung ist die vorrangige Nutzung der Inseln durch Naturschutz und Erholung gegeben. Der Inselkern trägt darüberhinaus die Siedlungen. Die Pflanzengesellschaften der Dünen stehen in einem engen Zusammenhang zu den Böden. Sie haben eine besondere Bedeutung für die Dünenbefestigung. Ohne Vegetation ergeben sich erhebliche Probleme durch die Erosion durch Wind.

**Die Böden des Küstenholozäns werden auf der Exkursion Z1 vorgestellt.**

## 2 Bodenregion der Flußlandschaften

Die Flußlandschaften von Weser, Elbe und Leine mit ihren fruchtbaren Böden sind in die wesentlich ärmeren Landschaften der Geest eingebettet. Die größeren Talauen bilden mit ihren Sedimenten, Oberflächenformen, ihrem Wasserhaushalt und einem spezifischen Lokalklima eine eigenständige Bodenregion. Die Talauensedimente enthalten anthropogene Beimengungen. So sind die jüngeren Auelehme gut an darin auftretenden Ziegelresten erkennbar. Probleme bereiten die Kontaminationen durch den mittelalterlichen Erzbergbau im Harz oder durch Industrieabwässer, die sich in deutlich erhöhten Schwermetallgehalten in den Auensedimenten zeigen. Im Gegensatz dazu werden die kleineren Talauen von der Umgebung geprägt und sind deshalb Teil dieser Landschaften. So sind beispielsweise die kleinen Talauen in den Sandlößgebieten der Geest mit sand-lößbürtigen Sedimenten verfüllt. Im Bergland werden diese Täler von randlichen Schwemmfächern geprägt. Teilweise ist hier kaum ein eigenständiger Sedimentationskörper der Aue zu erkennen. Die Übergänge von den überregionalen Flußlandschaften zu den kleineren Nebentälern sind im Einzelfall unscharf.

Die Bodenregion der Flußlandschaften läßt sich nach ihrer Entstehung in die holozänen Talauen aus der heutigen Warmzeit und die weichselzeitlichen Niederterrassen aus der letzten Eiszeit gliedern. Die Talauen sind fast lückenlos mit warmzeitlichen Auelehmdecken bedeckt. In der Regel sind nach der Sedimentausbildung drei Komplexe, ältester, älterer und jüngerer Auelehm, zu unterscheiden. Die ältesten Auelehme sind häufig sehr tonig und können einen schwarzen, reliktschen Boden tragen. Die älteren Auelehme sind im Oberboden entkalkt. Die jüngeren Auelehme wurden zum großen Teil infolge der mittelalterlichen und neuzeitlichen Bodenerosion im Oberlauf gebildet und sind noch nicht entkalkt. Durch den langen Transportweg im Wasser veränderten sich die Kornverteilung und die Eigenschaften des erodierten Materials, so daß mit den Auelehmen ein neues Substrat entstand. Die Oberflächenformen sind durch die Dynamik des Flusses geprägt. Grundsätzlich sind zwei Formen der Auelehmablagerung zu unterscheiden. Zunächst gibt es die Ablagerungsform mit terrassenförmiger Lagerung. Die älteren Auelehme finden sich flußfern in höherer Lage und leiten zu den Niederterrassen über. Sie werden nur noch bei extremem Hochwasser überflutet. In anderen Bereichen finden sich auch vertikale Gliederungen, bei denen die jüngeren die jeweils älteren Auelehme überdecken. Dieser Lagerungstyp findet sich bei geringerem Längsgefälle in Breittalabschnitten und in Senkungsgebieten.

Die Böden der Talauen liegen im Schwankungsbereich des vom Fluß bestimmten Grundwassers und können bei Hochwasser überflutet sein. Wegen der hohen Bodenfruchtbarkeit sind die Talauen seit langem in landwirtschaftlicher Nutzung, mit der intensive Eingriffe in den natürlichen Zustand einhergingen. So sind in den meisten Flußbauen die Grundwasserstände in mehreren Phasen abgesenkt. Häufig wurden auch die Altarme künstlich verfüllt und das Oberflächenrelief eingeebnet. Die Gebiete der Niederterrassen sind meist hochwasserfrei. In tieferen Bereichen ist jedoch Grundwassereinfluß vorhanden. In alten Rinnen finden sich jüngere, kolluviale Sedimente oder Niedermoores. Flußnah treten kaltzeitliche Hochflutlehmdecken und z. T. holozäne Dünen auf. Auf den geringmächtigen Hochflutlehmdecken entwickelten sich gut durchlüftete Braunerden und Parabraunerden. In den alten Rinnen finden sich vorwiegend Gleye. Die Dünen werden durch junge unentwickelte Rohböden und Syrosete geprägt.

**Die Böden der Flußlandschaften werden exemplarisch auf der Exkursion H4 vorgestellt.**

### 3 Bodenregion der Geest

Die Geest als Altmoränenlandschaft wurde von den Gletschern der vorletzten Eiszeit geprägt, die sich von Norden kommend bis an den Harzrand und in das Bergland ausdehnten. Mit 64 % Flächenanteil nimmt die Geest den größten Teil Niedersachsens ein und gliedert sich in Grundmoränen, Endmoränen, Sander und Urstromtäler. Aufgrund verschiedener Eisvorstöße und der anschließenden Überprägung ist der räumliche Zusammenhang zwischen diesen Gliedern im Einzelnen schwer erkennbar. Aus bodenkundlicher Sicht wird der grundwasserernahe Teil der Talsandniederungen und Urstromtäler vom grundwasserfernen Teil der Geestplatten und Grundmoränen, Endmoränen und Sander unterschieden. In der letzten Warmzeit des Eem wurden durch intensive Bodenbildung die Nährstoffe weitgehend ausgewaschen. In der darauf folgenden Weichsel-Kaltzeit sind die Sedimente und Böden unter Dauerfrostbedingungen stark verändert, verspült oder verweht worden. Regional findet sich eine Differenzierung der Sande, wobei im Westen Feinsande und Flugsande, dagegen im Osten Mittelsande verbreiteter sind.

Durch den nach Osten abnehmenden Einfluß des Meeres ergibt sich in der Geest ein Übergang vom maritimen zum kontinentalen Klima. Die Niederschläge sinken im Jahresmittel von etwa 800 mm an der Küste auf ca. 550 mm in Ostniedersachsen ab, und die Jahresmitteltemperatur sinkt von 8,5 auf 8 °C. Für die Bodenentwicklung und -eigenschaften resultiert daraus eine in Richtung Osten abnehmende Sickerwasserbildung und Vernässung, Torfbildung, Versauerung und Stoffverlagerung. Die Folge ist eine stärkere Verbreitung von Stauwasserböden, Mooren und Podsolen im Westen sowie Braunerden und Rankern im Osten.

Die Talsandniederungen durchziehen als weite Ebenen die Geest. Im Norden liegen sie nur wenige Meter, im Süden und Osten maximal 50 m ü. NN. Sie wurden überwiegend in der vorletzten Eiszeit durch das abfließende Schmelzwasser gebildet und in der letzten Eiszeit durch ausgedehnte Gewässernetze mit Talsanden verfüllt. Auf diesen Talsanden finden sich verbreitet Flugsanddecken. Sie können von wenigen Zentimetern bis mehrere Meter mächtig werden. Die Flugsande sind teilweise zu Dünen aufgeweht, die sich mit hohem Flächenanteil insbesondere in Westniedersachsen und an den Rändern dieser Niederungen finden. Sie entstanden vorwiegend im Mittelalter durch Erosion in Folge einer Übernutzung der Landschaft. In Dünengebieten ist die Landschaftsoberfläche stark gegliedert. Die Böden der Talsandniederungen haben häufig Grundwasseranschluß.

Mit einer Höhe von 50-100 m liegen die Geestplatten und Endmoränen über den Talsandniederungen, wobei die höheren Bereiche von den aufgestauchten Endmoränen eingenommen werden. Das Relief der Geestplatten ist flachwellig, während sich im Bereich der Endmoränen großflächige Areale mit stärkerer Hangneigung finden. Die Geestplatten sind im Kern durch Schmelzwassersande aufgebaut. Durch das Aufschieben der Endmoränen und durch nachträgliche Erosionsprozesse wechseln die Gesteine in diesem Bereich kleinräumig. Die in die Geestplatten eingeschnittenen Täler wurden z. T. schon in der vorletzten Eiszeit als Entwässerungsrinnen angelegt. Im Verlauf der letzten Eiszeit bis heute wurden sie durch jüngere Sedimente aus der Umgebung verfüllt, oder sie sind bei stärkerer Vernässung vermoort.

In den Geschiebelehmvorbereitungsgebieten wurden mit dem Vordringen des Gletschereises an dessen Basis verschiedene Gesteine aufgenommen und vermengt. Dabei entstand ein ungeschichtetes, relativ dichtlagerndes, carbonathaltiges Lockergestein, das als Grundmoräne oder Geschiebemergel bezeichnet wird. Je nach dem aufgenommenen Material haben die Grundmoränen unterschiedliche Ton- oder Sandgehalte und variieren im Carbonatgehalt. Die Grundmoränen wurden während der vorletzten Eiszeit in weiten Teilen Niedersachsens auf den Geestplatten abgelagert. Durch erneute Eisvorstöße kam es im Bereich der Eisrandlagen zu Stauchungen. Dabei wurde die Grundmoräne schuppig in die Schmelzwassersande gepreßt. In der anschließenden Warmzeit wurden die Grundmoränen bzw. Geschiebemergel durch intensive Bodenbildung entkalkt. Sie verarmten an Nährstoffen, durch Tonverlagerung aus dem Ober- in den Unterboden nahm die Lagerungsdichte zu und die Durchlässigkeit für Wasser ab. Diese durch Bodenbildung veränderten Grundmoränen werden als Geschiebelehme bezeichnet. Neben den Geschiebelehmen werden in dieser Bodenlandschaft die ebenfalls dichtlagernden und in bezug auf die Bodenbildung vergleichbaren Beckenablagerungen aus Ton und Schluff erfaßt. Für die Bodenentwicklung im Verbreitungsgebiet der Geschiebelehme ist die geringe Durchlässigkeit für Wasser wesentlich. Generell ist auf diesen Standorten mit einer Beeinflussung durch stauendes Wasser zu rechnen.

In der letzten Eiszeit kam es in der Auftauzone zu Verwürgungen (Kryoturbation) und Bodenfließen mit erneuter Verdichtung. Durch Verspülungen und Verwehungen wurden in den oberen Dezimetern sandige und leicht kiesige Bodenarten angereichert, die wie in den Sandverbreitungsgebieten als Geschiebedecksande bezeichnet werden. Die ausgeblasenen feineren Partikel wurden in anderen Bereichen der Platten als Fein- bis Mittelsande (Flugsande) oder Schluffe (Sandlöße) abgelagert. In den Sandverbreitungsgebieten finden sich im oberen Meter verbreitet kiesige, z. T. leicht schluffige Sande, die als Geschiebedecksande bezeichnet werden. Sie entstanden im Dauerfrostbodenmilieu und haben in der Regel, Flugsandbeimengungen. Bei den Windablagerungen finden sich alle Übergänge von reinen Sanden (Flugsande) bis zu sandigen Schluffen (Sandlöß). Die Übergänge von den Sandlössen zu den schwach schluffigen Geschiebedecksanden sind fließend. Die Mächtigkeit der Sandlöße schwankt zwischen 50 und 200 cm. Die geringmächtigen Sandlöße sind in der Auftauzone mit Steinen und Sanden gemischt. In den mächtigeren Sandlössen ist in der Regel eine Zwichschichtigkeit zu erkennen. Die jüngeren Ablagerungen werden an der Basis durch eine Steinsohle von den älteren Bildungen getrennt.

Trotz der vergleichsweise armen Standorte wird die Geest vom Menschen landwirtschaftlich genutzt. Die Böden wurden dabei z. T. stark verändert. Im westlichen Niedersachsen entstanden über Jahrhunderte hinweg durch die Nutzung der Heidevegetation einschließlich des Wurzelfilzes als Einstreu für die Ställe und die anschließende Düngung in Ortsnähe mächtige Auftragsböden mit erhöhten Gehalten an Dauerhumus. Dadurch wird die Wasserhaltefähigkeit und die Nährstoffkapazität der Böden nachhaltig erhöht. Diese Böden werden als Plaggenesche bezeichnet. Sie werden von den natürlichen Böden unterlagert. Neben dem Aspekt der besseren Nährstoffversorgung hatte der Auftrag mit Plaggenmaterial den Effekt, daß die Vernässung der Pseudogleye durch Stauwasser herabgesetzt wurde.

Die landwirtschaftliche Nutzung der Böden führte in weiten Bereichen zu einer weiteren Verschlechterung oder Zerstörung. Durch Rodung und Übernutzung kam es im Mittelalter und der Neuzeit zu einer umfangreichen Erosion durch Wind, die bis zur Dünenbildung führte. So versauerten die Böden infolge der Beweidung mit Schafen und Ausbreitung der Heidevegetation (Heidepodsole). Die Moore wurden durch die Entwässerung und Torfabbau stark verändert.

**Die Böden der westlichen Geest werden auf der Exkursion Z2 und die der östlichen Altmoränengeest auf der Exkursion G1 vorgestellt. Die Exkursion H1 führt in die Großlandschaft der Talsandniederungen.**

In ganz Niedersachsen finden sich mit unterschiedlichem Flächenanteil **Moore**. Ihre Torfe entstanden seit der Nacheiszeit vor etwa 8000 Jahren durch den geringen Abbau der organischen Substanz in stark vernässten Bereichen. Häufig sind in Torfen Pflanzenreste erkennbar. Die Torfmächtigkeit erreicht 1,5 bis 3 m, selten bis 10 m. Die Vernässung ist klimatisch bzw. durch Grundwasser bedingt. Das Hauptverbreitungsgebiet der Moore der Geest ist die Küstenregion. Im küstennahen Bereich treten die Moore verbreitet auch auf der grundwasserfernen Geest (Scheitelhochmoore im Bereich der Wasserscheiden) auf. Durch die abneh-



menden Niederschläge nimmt auch der Mooranteil mit Entfernung von der Küste ab. Küstenfern finden sich die Moore bevorzugt in den Talsandniederungen und den vernähten Senken. Nach der Entstehung ist zwischen Nieder- und Hochmoortorfen zu unterscheiden.

Niedermoortorfe entstehen bei hohem Grundwasserstand oder durch die Verlandung von Gewässern. Sie haben durch den Grundwassereinfluß einen Eintrag an Mineral- und Nährstoffen und unterscheiden sich als Folge davon wesentlich von den Hochmooren. Die natürlichen Niedermoortorfe untergliedern sich nach den Hauptpflanzenarten. Weit verbreitet sind Schilf-, Seggen- und Erlenbruchwaldtorfe. Die Torfe sind i. d. R. stark zersetzt. Die Nährstoffversorgung und der pH-Wert hängen von dem Stoffbestand des Grundwassers ab, sind aber in der Regel höher als bei den Hochmoortorfen. Seit dem Mittelalter wurden die Niedermoore entwässert und in landwirtschaftliche Nutzung genommen.

Hochmoortorfe entstehen ausschließlich unter dem Einfluß von Regenwasser. In ihnen bildet sich ein eigener, von der umgebenden Landschaft unabhängiger Wasserkörper aus. Da die organische Substanz nicht abgebaut wird, erheben sich die Hochmoortorfe über die umgebende Landschaft. Zum Zentrum der Hochmoorgebiete hin ist das Wachstum relativ stärker und die Oberfläche deshalb aufgewölbt. Hier finden sich häufig freie Wasserflächen (Moorauge). Als Hauptpflanzenarten treten Torf- oder Weißmoose (Sphagnen), Wollgräser (Eriophorum) und verholzte Arten wie die Krähenbeere (Empetrum) oder Kriechweiden (Salix) auf. Im Bodenprofil sind schon nach der Farbe der alte, stark zersetzte Schwarztorf und der jüngere, weniger zersetzte Weißtorf zu unterscheiden. Die Böden sind nährstoffarm und mit pH-Werten unter 3,5 bis 2,5 sauer.

In Ostniedersachsen ist aufgrund des boden- und klimatisch bedingten Wassermangels der Waldanteil wesentlich größer. Zur Ertragssicherung und -steigerung werden die ackerbaulich genutzten Sandstandorte hier häufig beregnet. Im westlichen Niedersachsen wird durch verschiedene Meliorationsmaßnahmen seit dem Mittelalter versucht, die Bodenqualität zu verbessern. Die stark entwickelten Podsole haben mit dem Ortstein eine massive Anreicherungszone (Bs-Horizont), die die Eigenschaften des Bodens nachhaltig beeinträchtigt. Durch Tiefpflugmaßnahmen wurden diese Ortsteinhorizonte in weiten Gebieten aufgebrochen und damit die Bodenqualität verbessert. Schon seit dem Mittelalter ist in den Sandgebieten die Erosion durch Wind ein großes Problem. Dadurch kam es insbesondere in weiten Teilen Westniedersachsens zu Flurzerstörungen. Auch heute tritt auf den großen Schlägen das Problem der Erosion durch Wind wieder vermehrt auf.

**Die Böden der Hoch- und Niedermoore sowie Bodendauerbeobachtungsflächen werden auf der Exkursion G2 vorgestellt.**

#### 4 Bodenregion des Bergvorlandes

Zwischen der Geest und der Berglandschwelle verläuft ein 20 bis 50 km breiter Gürtel, der einerseits durch Löß- und Sandlößablagerungen, andererseits durch die in weiten Teilen darunter auftretenden Ton-, Sand- und Kalksteine des Erdmittelalters und die ebenen Flußterrassen und Ablagerungen der Eiszeit geprägt ist. Neben diesen Gesteinen sind die vorherrschenden ebenen bis flachwelligen Oberflächenformen als verbindender Faktor zu nennen. Die Bergvorlandregion gliedert sich, getrennt durch die von Westen nach Osten verlaufende nördliche Lößgrenze, in die Börde und das Bördenvorland.

Mit zunehmender Entfernung von der Küste sind in der Bergvorlandregion unterschiedliche klimatische Bedingungen vorhanden. So sind im Osnabrücker Raum mit 700 bis 800 mm noch erkennbar höhere Niederschläge zu verzeichnen. Im Braunschweiger Raum nehmen die Niederschläge auf unter 700 mm ab. Mit im Mittel kälteren Wintern und wärmeren Sommern sind kontinentale Einflüsse erkennbar. Die mit unter 600 mm niedrigen Niederschläge im Ostbraunschweigischen Hügelland sind auf die Lee-Einflüsse im Regenschatten des Harzes zurückzuführen.

Bei nur geringer Mächtigkeit der Sandlössе bzw. der periglazialen Auftauzonen werden die Böden im Bördenvorland besonders stark von den Gesteinen unter diesen Decken geprägt. Die Vielfaltigkeit dieser Gesteine hebt diese Bodenlandschaft von den angrenzenden deutlich ab. Einerseits handelt es sich um die Festgesteine des Erdmittelalters, die maßgeblich die Böden der Höhenzüge des Berglandes prägen, und andererseits um die Gesteine der Geest. Die Abgrenzung zur Bodenregion der Geest ist damit nicht immer eindeutig. In diesem Übergangsraum weisen die Gesteine jedoch einige Besonderheiten auf. So ist z. B. der Tongehalt von Geschiebemergeln und -lehmēn durch Beimischungen aus Tonsteinen des Untergrundes häufig deutlich erhöht. Die oberen Bereiche der Festgesteine wurden durch den Eisdruck oder durch Auftauen und Frieren (Auftauzone) mit den Sanden oder Geschiebelehmēn vermengt. Die Festgesteine sind in dieser flachwelligen Landschaft darüberhinaus besonders tief verwittert. Die Eigenschaften der Gesteine verändern sich also z. T. erheblich.

Im Gegensatz zum Bördenvorland sind die unterschiedlichen Gesteine der Eiszeit und des Erdmittelalters in der Börde durch eine ein bis zwei Meter mächtige Lößauflage bedeckt. Lössе sind feinkörnige Windablagerungen und datieren aus der letzten Kaltzeit. Die Bodeneigenschaften werden maßgeblich durch den Löß bestimmt. In der Bodenentwicklung zeigt sich jedoch wiederum eine Abhängigkeit von den Gesteinen unter der Lößdecke.

Die Böden aus Löß bieten bei überwiegend ebener Lage und guter Wasserversorgung sehr ertragreiche Böden und damit sehr gute Bedingungen für landwirtschaftliche Nutzung. Die Landschaft ist entsprechend schon seit der Jungsteinzeit besiedelt. Wald findet sich lediglich in den vernähten Bereichen der Niederungen. Durch die Ackernutzung wurden die Böden der Lößbörde schon bei geringen Hangneigungen erodiert. Kolluvien haben deshalb eine relativ große Verbreitung.

**Die Lößböden der Lößbörde werden auf der Exkursion G3 vorgestellt.**

## 5 Bodenregion des Berglandes

Südlich der flachwelligen Lößböden sind Höhenzüge erkennbar, die sich mit 300 bis 500 m ü. NN deutlich über das Flachland erheben. Diese Höhenzüge bilden zusammen mit den dazwischen liegenden Becken die charakteristische Bodenregion des Berglandes. Sie wurden durch eine bis in die Eiszeit anhaltende Ausräumung oder Absenkung der Becken herausgearbeitet. Der Übergang von den Höhenzügen zu den Becken liegt in der Nähe des Harzes und des Sollings um 240 m ü. NN. Nach Norden und im Bereich der größeren Flüsse sinkt diese Grenze auf etwa 170 m ü. NN. Im Bereich der Höhenzüge dominieren Hangneigungen über 3°, während die Oberflächen der Becken in der Regel unter 3° geneigt sind. Durch die Höhenunterschiede von 200 bis 300 m ergibt sich ein deutlicher klimatischer Wechsel. Die Jahresdurchschnittstemperatur der Becken liegt mit etwa 8-9 °C etwa 1-2 °C höher als im Bereich der Höhenzüge. Dagegen sind die Jahresniederschläge in den Becken mit 650 bis 750 mm deutlich niedriger als die der Höhenzüge (800 bis 900 mm).

Die Höhenzüge werden durch die Festgesteine des Erdmittelalters geprägt. In bezug auf die Bodenentwicklung ist die Untergliederung der Höhenzüge in die Kalk-, Sand-, Schluff- und Tonsteinverbreitungsgebiete von Bedeutung. Auf den Festgesteinen haben sich Fließerden und Hangschutte gebildet, welche die Festgesteine mit Ausnahme der exponierten Scheitelbereiche fast lückenlos überziehen. Die Fließerden entstanden im Milieu der Dauerfrostböden. Schon bei Hangneigungen unter 2% kamen die aufgetauten Bereiche in Bewegung und flossen hangabwärts. Durch den phasenweisen Wechsel von Lössanwehung und Fließerdebildung sind charakteristische Abfolgen entstanden, die als Decklagen bezeichnet werden. Die untersten Lagen werden aus den in der Umgebung anstehenden Gesteinen gebildet (Basislage). In erosionsgeschützten Positionen erhielten sich Lössablagerungen (Mittellagen). An der Oberfläche findet sich eine aus dem örtlichen Material und Löss bestehende Schicht (Hauptlage), die der letzten Auftauzone entspricht. Bis heute bilden sich an den sehr steilen Hängen Hangschutte durch die Anreicherung von herabfallenden, rutschenden oder rollenden Gesteinen.

Die Höhenzüge sind aufgrund der steilen Hänge, der flachgründigen Böden und des ungünstigen Klimas überwiegend bewaldet. Landwirtschaftliche Nutzung findet sich lediglich auf Hochflächen und im Übergang zu den Becken. Vom Mittelalter bis in die Neuzeit wurden, wie an häufig zu beobachtenden Altackerstrukturen zu belegen ist, allerdings auch die Höhenzüge stärker landwirtschaftlich genutzt. Die Böden sind dadurch auch unter Wald häufig erodiert oder durch die Ackernutzung in den oberen Dezimetern verändert.

**Die Böden der Höhenzüge werden auf den Exkursionen G3 und G5, die Böden der Lößbecken auf der Exkursion H2 vorgestellt.**

## 6 Bodenregion des Mittelgebirges

Mit der Bodenregion des Mittelgebirges wird in Niedersachsen der Westharz zusammengefasst. Er hebt sich aufgrund der Höhenlage und dem damit verbundenen submontanen bis montanen Klima und den silikatischen Gesteinen des Erdaltertums (Paläozoikum) vom Bergland ab. Der Harz gliedert sich nach dem Klima und den Oberflächenformen in die Bodengroßlandschaften des Oberharzes und des Hochharzes.

Mit dem Oberharz werden die randlichen Steilhänge (untere Grenze etwa bei 250 m ü. NN), die tief in den Harz einschneidenden Kerbtäler und die Hochflächen zwischen 500 und 600 m ü. NN zusammengefasst. Die unteren Stockwerke sind im Vergleich zu den Hochflächen im allgemeinen noch wärmer und niederschlagsärmer.

Im Oberharz dominieren die basenarmen Silikatgesteine der Tonschiefer und Grauwacken und kleinräumig auch Sandsteine, Quarzite oder Kieselschiefer. Nur an wenigen Stellen sind darin basenreichere Silikatgesteine wie Diabas oder Kalksteine eingeschaltet. Die Altflächen des Harzes unterlagen schon vor der Eiszeit der Verwitterung und Bodenbildung. So finden sich kleinsträumig graue und rote Verwitterungslehme aller Bodenbildungen. Während der Eiszeit wurden diese Bildungen durch Fließerden und Vergletscherungen weitgehend ausgeräumt. Auf den Festgesteinen finden sich heute verbreitet Fließerden, die im oberen Bereich lößhaltig sind. Wie im Bergland werden diese als Hauptlagen bezeichnet. Stark lößhaltige Mittellagen finden sich nur in den geringer geneigten Reliefpositionen der Hochflächen. Die Talhänge weisen im allgemeinen eine Zweigliederung in einen steilen oberen und extrem steilen unteren Hangabschnitt auf. Insbesondere in den unteren Steilhängen dominieren Hangschutte. Die ebenen Talböden bestehen aus kiesigen und sandigen Sedimenten.

Im Oberharz überwiegt die forstliche Nutzung. Nur auf den Hochflächen, auf denen auch die größeren Siedlungen liegen, gibt es Grünlandnutzung (vorwiegend Wiesen). Ackerbau ist nur in Ausnahmen für die Eigenproduktion zu finden. Eine starke Prägung der Böden geht von dem jahrhundertelangen Erzbergbau und seinen Halden aus. In vielen Gebieten der Erzgewinnung und -verhüttung liegen stark erhöhte Schwermetallgehalte vor. Die Flüsse transportierten die Schwermetalle bis in das Harzvorland. Die Talauen der Oker und Innerste sind dadurch deutlich belastet. Auch in den Auelehmen der größeren Flüsse wie Leine und Weser sind die harzbürtigen Schwermetalle nachweisbar. Der für die Erzverhüttung nötige Holzkohlebedarf wurde zunächst aus den Wäldern des Harzes gedeckt. Die weitgehende Rodung der ursprünglichen Wälder löste z. T. eine Bodenerosion aus. Die anschließende Neubestockung mit Fichten förderte die Bodenversauerung. Im Bereich der Meilerplätze finden sich z. T. mächtige Reste der Holzkohleproduktion und entsprechend stark veränderte Böden.

Der Hochharz setzt über 600 m ü. NN an. Mit Niederschlägen bis 1500 mm, einer Jahresdurchschnittstemperatur von 7° C und langen, schneereichen Wintern sind deutlich montane Klimaeinflüsse zu erkennen. Diese Höhenstufe deckt sich zum großen Teil mit der Verbreitung der Granite und des Ackerbruchbergquarzites. Beides sind sehr arme Silikatgesteine. Daneben finden sich ebenfalls Tonschiefer und Grauwacken. Die Gesteinshärtlinge bilden z. T. sehr schroffe Formen. Große, die Hänge herabgestürzte Blöcke zeigen die intensive Gesteinsaufbereitung durch Frostverwitterung. Im Extrem weiten sich diese Massenbewegungen zu Blockströmen aus. Auch wenn die Masse dieser Erscheinungen wohl aus der letzten Eiszeit stammt, sind z. T. auch heute noch vereinzelt solche Bildungen möglich. Aufgrund der hohen Niederschläge haben die feinsten Bodenreicheren Lockergesteine langfristig eine hohe Wassersättigung. Hierdurch kann bis

heute anhaltend ein Bodenfließen (Fließerde) beobachtet werden. Die Fließerden bedecken auch hier mit Ausnahme exponierter Positionen die Festgesteine.

## **Die Böden des Harzes werden auf der Exkursion G4 vorgestellt.**

### **7 Stadtlandschaften**

Die bisher beschriebenen natürlichen Bodenlandschaften sind nur in Teilbereichen durch menschliche Eingriffe verändert (Pflughorizonte, erodierte Profile, kolluviale Auflagen). In Ballungsräumen wie Städten und Industriegebieten sind die Böden dagegen meist grundlegend verändert. Anthropogene Einflüsse prägen Faktoren und Merkmale, wie das Ausgangsmaterial der Bodenbildung, Humus- und Carbonatgehalte, Lagerungsdichten, Bodenwasserhaushalt etc.. In Böden anthropogener Gesteinsentstehung (Lithogenese) finden sich jedoch z. T. ähnliche Bodenentwicklungsprozesse wie in den naturnahen Böden (Humusanreicherung, Eisenverteilungen bei Vernässungen etc.). Darüberhinaus treten aber auch neue Bodenentwicklungen auf, wie z. B. Sauerstoffmangel durch Gasentwicklung (z. B. Methansole auf Mülldeponien) oder gestörte biologische Umsetzungen durch Schadstoffkontaminationen. Urbane Böden können in Abhängigkeit der Nutzung (z. B. Gewerbebetriebe, Industrie) in unterschiedlichem Maße mit Schadstoffen kontaminiert sein. Die Art der Schadstoffe ist dabei von den jeweiligen Produktionszweigen abhängig. Eine Abschätzung der Belastungssituation ist über eine Zuordnung der Schadstoffgruppen zu den Branchengruppen möglich. Für flächenscharfe Belastungsaussagen sind hier konkrete Einzeluntersuchungen durchzuführen.

Die Bodenverbreitung der Siedlungen, Städte und Industriegebiete folgt eigenen Gesetzmäßigkeiten. So wird die Bodenverbreitung und -vergesellschaftung primär durch die Nutzungsgeschichte und die aktuelle Flächennutzung bestimmt. Das Prinzip der Bodenverbreitung ist in den größeren Städten mittelalterlichen Ursprungs zu erkennen.

Die Böden im mittelalterlichen Stadtkern sind durch die bis mehrere Meter mächtigen Siedlungsschichten geprägt. Bei hoher Bebauungsdichte und vielen Wegeflächen ist der Versiegelungsgrad extrem hoch. Lediglich in Hinterhöfen finden sich offene Böden, die dann häufig tief humos sind. Der Bereich der mittelalter- bis neuzeitlichen Wallanlagen ist durch Auftragsböden geprägt. Im 18. Jh. wurde hier nach Schleifen der Befestigungen ein Grüngürtel mit geringer Versiegelung angelegt. Mit Humusanreicherung, Entkalkung und Verbraunung konnten im Laufe der Zeit natürliche Bodenentwicklungen einsetzen. Die Grüngürtel gingen im 20. Jh. oftmals in einer Ringstraße mit entsprechender Versiegelung auf. Um die Altstadt entstand im 19. Jh. zunächst ein Ring mit öffentlichen Gebäuden (Schulen, Rathäuser, Krankenhäuser) und großen Freiflächen. Am Ende des 19. Jh.s bis zum ersten Weltkrieg wurden die Städte entlang der Ausfallstraßen und konzentrisch um die Altstadt mit Wohn- und Industriequartieren der Gründerzeit erweitert. In den Villenvierteln finden sich in den großen Gärten vielfach noch naturnahe Böden und Böden aus umgelagertem natürlichem Material. In den dicht bebauten Vierteln der Rück- und Blockbebauung geht dieser Anteil deutlich zurück. Die Böden sind häufig in ortsfremdem, künstlichem Auftragsmaterial (Bauschutt etc.) entwickelt. Der Versiegelungsgrad ist mit 40 bis 60 % hoch. In den alten Industriegebieten ist durch die lange Nutzungsgeschichte und wechselnde Gewerbe mit unterschiedlichen Kontaminationen zu rechnen. Der Versiegelungsgrad ist durch große Gebäudekomplexe und Wegebau hoch. Häufig finden sich auf aufgelassenen, mit Staub bedeckten, versiegelten Flächen extrem flachgründige Bodenentwicklungen.

Wie in den Wohnquartieren der Gründerzeit findet sich in den Mietshausvierteln der 20er bis 90er Jahre eine Mischung aus natürlichen Böden und Böden aus Auftragsmaterial. Der Anteil der nicht versiegelten Grünflächen der Mietshausviertel dieser Phase ist höher als in den älteren Mietshausquartieren. In den Einfamilienhausgebieten nimmt in der Nachkriegszeit bei abnehmender Grundstücksgröße der Anteil der Gartenflächen ab und der relative Anteil der versiegelten Flächen zu.

Die Industrie- und Gewerbegebiete der Nachkriegszeit sind durch große Gebäudekomplexe und Wegeflächen mit hohem Versiegelungsgrad gekennzeichnet. Die verbleibenden Flächen haben zum Teil noch natürliche Böden oder wurden in den oberen Dezimetern durch Baumaßnahmen verändert.

Kleingartengebiete aus der Zeit vor dem ersten Weltkrieg sind oftmals in für die Wohnbebauung ungünstigen Gebieten (Auenbereich, Grundwasserböden) angelegt worden. In den Kleingärten finden sich Gartenböden (Hortisole). Die Mächtigkeit ihrer durch Grabetätigkeit entstandenen humosen Oberböden ist abhängig von der Nutzungsdauer. In Stadtwäldern und alten Parks haben sich meist natürliche Böden erhalten.

Große Areale der Stadt werden durch die Verkehrsflächen eingenommen. Entlang der Bahntrassen und Bahnbetriebsflächen finden sich große Areale mit künstlichem Auftrag, die durch Herbizide vegetationsfrei gehalten werden. Daraus ergibt sich eine spezifische Bodenbelastung. In Vorhalteflächen für Verkehrsstraßen und Gewerbegebiete finden sich bei nur geringer Versiegelung unter Brachvegetation annähernd natürliche Böden.

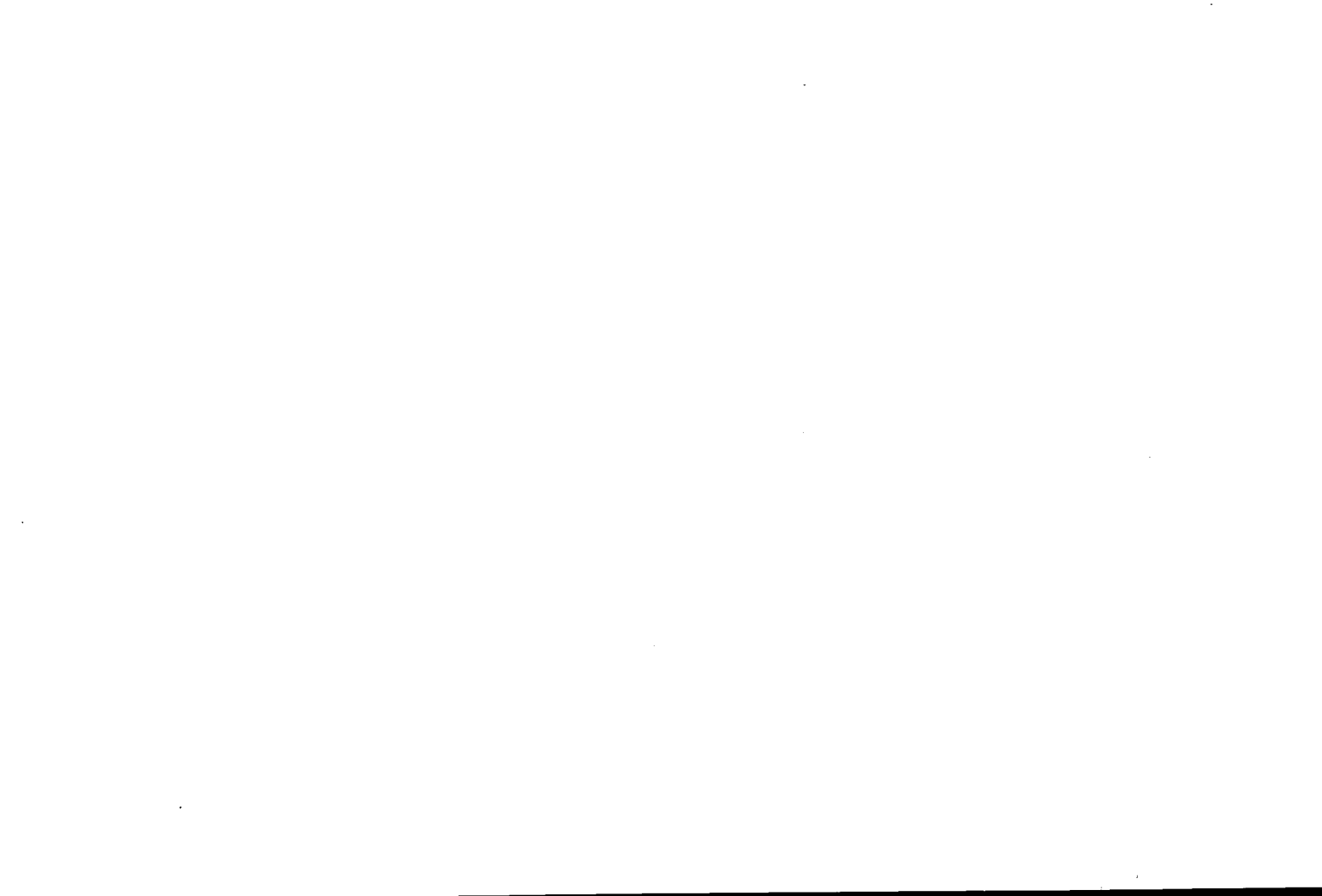
In den Randbereichen der Stadt finden sich Areale, die der Ver- und Entsorgung der Städte dienen. So sind häufig Bodenabbaugebiete vorhanden, in denen Baumaterial gewonnen wird. Diese Gebiete dienen nach Abbau z. T. als Deponieflächen. Extrem anthropogen geprägte Böden finden sich durch die Methangasentwicklung auf den Hausmülldeponien, während auf Bauschuttdeponien eine natürliche Bodenentwicklung einsetzen kann.

**Die Böden im Ballungsraum Hannover werden auf der Exkursion G6 für das Stadtrandgebiet und der Exkursion G7 für das engere Stadtgebiet vorgestellt.**

#### Literatur

Fachbereich Bodenkunde des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (1997): Böden in Niedersachsen, Teil 1: Bodeneigenschaften, Bodennutzung und Bodenschutz, Niedersächsisches Bodeninformativsystem NIBIS. - 125 S., 36 Abb., 1 Tab., 63 Prof.; Hannover.

Seedorf, H. H. & Meyer, H. H. (1992): Landeskunde Niedersachsen. Band 1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung. 517 S.; Neumünster.



## Grundzüge der niedersächsischen Siedlungsgeschichte

von

H.H. Seedorf\*

### Die Lößgrenze als frühe und auch heute noch wirksame Siedlungsgrenze

Entsprechend der Vielfalt und der räumlichen Verbreitung unterschiedlicher Bodenarten und -typen ist die Besiedlung des Landes Niedersachsen räumlich und zeitlich unterschiedlich verlaufen. Von Anfang an waren die wertvollsten Lößböden auch die bevorzugtesten Siedlungsgebiete, die von den Bandkeramikern, als den ersten Ackerbauern der Jungsteinzeit, rd. 1.500 Jahre früher in Kultur genommen wurden als die nördlich davon liegenden Geest-, Moor- und Marschgebiete. Die Lößgrenze folgt in Niedersachsen etwa dem Verlauf des Mittellandkanals. Sie war zwischen etwa 4.500 v. Chr. und rd. 3.000 v. Chr. eine Kulturgrenze zwischen einer mittelsteinzeitlichen Jäger- und Sammlerbevölkerung in vagabundierender Lebens- und Siedlungsweise und einer weitgehend sesshaften jungsteinzeitlichen Bauernbevölkerung im Lößbördegebiet. Die Lößgrenze, die von Natur aus eine letzteiszeitliche Vegetationsgrenze zwischen der spärlich bewachsenen Frostschutt- und Ausblasungszone im Vorfeld des Inlandeises und der sich südlich anschließenden Gras-, Kraut- und Strauchtundra als Ablagerungsgebiet des Lösses ist, wurde erst etwa ab 3.000 v. Chr., als sich im Lößgebiet bereits erste Übervölkerungserscheinungen zeigten, nach Norden von einer Bauernbevölkerung überschritten, den Großsteingraubeuten (Tiefstichkeramikern), wobei als Ackerflächen die Böden der lehmigen Grundmoräne oder Sandlößböden dienten.

### Der Siedlungsraum im Wandel

Jede Besiedlung hat im Naturraum angefangen. Eine Besiedlung setzt das Sattwerden auf der vorhandenen Fläche voraus. Solange erst wenige Menschen auf dieser Fläche lebten, konnte man mit einfachen Mitteln auskommen, um satt zu werden. Die Natur lieferte alles, was man benötigte, doch man mußte es auf einem weiten Raum erjagen und ersammeln. Je Familie wurden 4 - 16 km<sup>2</sup> zum Lebensunterhalt benötigt, d.h. auf der Wirtschaftsstufe der Jäger und Sammler beanspruchte durchschnittlich jeder Bewohner mehr als 1 km<sup>2</sup> Raum, um satt zu werden. Auf diesem einen als Durchschnittswert genannten Quadratkilometer leben heute im Mittel in Niedersachsen mehr als 150 Menschen, und auf ihm werden so viele Nahrungsmittel produziert, daß nicht nur die 150 Menschen davon satt werden können, sondern es werden sogar noch erhebliche Überschüsse erzielt, die außerhalb dieses Raumes abgesetzt werden müssen.

Die rd. 20.000 über das Land verteilten Siedlungen in Niedersachsen sind das Ergebnis einer langen Entwicklungsreihe mit stetigen Vergrößerungen und Neugründungen, aber auch mit Perioden des Verlassens und Aufgebens von Siedlungen, wie das besonders in der Wüstungsperiode des späten Mittelalters der Fall gewesen ist, als ein tiefer Bevölkerungseinbruch erfolgte, ausgelöst vor allem durch die Pest (1349/50), der wohl rd. ein Drittel der Bewohner Niedersachsens zum Opfer fiel. Dazu traten Agrarkrisen und Fehden, die zur Aufgabe vieler Dörfer führten. In einigen Gebieten des Landes, besonders im Bergland, wurden in dieser Zeit mehr als die Hälfte, auf den Höhen des Harzes und des Sollings sogar alle der bestehenden Dörfer aufgegeben. So hat die Entwicklung der Siedlungen, der Kultur und der Wirtschaft von der Eiszeit bis zur Gegenwart viele Perioden durchlaufen, die stark vereinfacht in der nachstehenden Tabelle in 13 Stufen dargestellt werden.

#### 1. Jäger, Fischer und Sammler der Steinzeit (Wildbeuterstufe)

Insgesamt gesehen reicht die Besiedlungsgeschichte in Niedersachsen einige zehntausend Jahre und mehr zurück. Die längste Zeit lebte hier der Mensch auf der Entwicklungsstufe der Jäger und Sammler, also von einer aneignenden Wirtschaftsform, die sich noch ganz nach den Naturbedingungen richten mußte. Die Jäger zogen dem Wilde nach, verlegten ihre Behausungen in Form von Hütten und Zelten je nach der anfallenden Jagdbeute. Solche Jägerkulturen sind bereits seit dem Eiszeitalter in Niedersachsen bekannt (Speer von Lehringen bei Verden zwischen den Rippen eines Waldelefanten, rd. 130.000 Jahre alt).

Die folgenden 12 Wirtschaftsstufen sind in der nachstehenden Tabelle aufgelistet.

---

\* Geographisches Institut der Universität Hannover, Schneiderberg 50, D-30167 Hannover

Entwicklungsstufe und Bevölkerungsdichte im Landesdurchschnitt	Zeitstufe	vorherrschende bzw. zeittypische Siedlungsformen	Einwohnerzahl in Gesamt-Niedersachsen*
<b>1. Wildbeuterstufe</b> Jäger und Sammler etwa 0,2 - 0,4 Einw./km <sup>2</sup>	(ab 500.000 v. Chr.)	Wandersiedlungen, Zelte, Windschirme, Hütten	rd. 15 000
<b>2. Frühe Agrarwirtschaft</b> (Selbstversorgung, Hauswirtschaft) Waldbauernrum etwa 2 - 5 E./km <sup>2</sup>	(ab 4500/3000 v. Chr.)	erste Dauersiedlungen, orientiert an Talauen und getreidefähigen Böden, kleine Dörfer und Einzelhöfe, erste Wurtendörfer in den Marschen	etwa 100.000 bis 200.000
<b>3. Waldrodungen des frühen Mittelalters</b> fortschreitende Arbeitsteilung, Bauern, Handwerker, Händler, Adelige, Geistliche etwa 16 E./km <sup>2</sup>	(ab 500 n. Chr.)	kleine Haufendörfer, Großhöfe, Klöster, Kirchen, Burgen, Straßenmärkte (Wike), Anfänge von Burgen u. Ackerbürgerstädten	300.000 bis 750.000
<b>4. Vielseitige Dorf- und Stadtwirtschaft</b> Ausbildung des Fernhandels, hochmittelalterliche Ausbauperiode, Aufblühen der Städte zu Hansestädten u.ä., weitere Berufsdifferenzierung, Rangfolge der Siedlungen, zentrale Orte etwa 25 E./km <sup>2</sup>	(ab 1950 n. Chr.)	a) Burg- und Bischofsstädte, b) Mittlere Bürgerstädte, Städte der Kaufleute und Handwerker, c) Ackerbürger- und Marktstädte, d) frühe Gewerbesiedlungen (Bergbau- u. Handwerkerorte) e) kleine Haufendörfer und Streusiedlungen, Plandörfer, Marsch-, Wald- und Hagenhufendörfer, Rundlinge	etwa 1,2 Mio.
<b>5. Wüstungsperiode</b> Bevölkerungsschwund und Fehden etwa 20 E./km <sup>2</sup>	(1320-1500)	aufgelassene Dörfer (Wüstungen), Rückgang der Siedlungen um 30-60 %, trotzdem Städtewachstum, große Haufendörfer (Siedlungsballung) mit Gewinnflur	etwa 0,9 Mio.
<b>6. Wiederbesiedelung</b> Frühneuzeitliche Blüte der Bürgerstädte und Dorfwirtschaften, Bergbau etwa 30 E./km <sup>2</sup>	(ab 1500)	Haufendörfer, Marktflücken, Fachwerkstädte 7 Oberharzer Bergstädte, Güter, Burgen und Schlösser	etwa 1,4 Mio.
<b>7. Dreißigjähriger Krieg</b> i. a. Niedergang der Städte und Dörfer etwa 21 E./km <sup>2</sup>	(1618-1648)	verlassene Höfe, zerstörte Burgen, Ausbau der Städte zu Bastionärsfestungen	etwa 1 Mio.
<b>8. Erneute Expansion und Neugründungen durch zunehmende Staatstätigkeit, Merkantilismus und Absolutismus</b> etwa 32 E./km <sup>2</sup>	(ab 1650)	Reihendörfer und Einzelhöfe, Moorkolonien, Markkotten, Residenzen, Garnison- und Festungsstädte, Bergbauorte und Gewerbeorte (Manufakturen)	etwa 1,5 Mio.
<b>9. Agrarreformen (Bauernbefreiung)</b> Gemeinheits-(Marken-)teilungen und Vorkoppelungen etwa 42 E./km <sup>2</sup>	(ab 1820)	Ausbau und Umgestaltung der Dörfer, Aussiedlungen in die Feldmark und an die Dorfträger, Anbauerstellen	etwa 2 Mio.
<b>10. Gründerzeit</b> Industrialisierung und Gewerbefreiheit Liberalisierung des Handels Ausbau des Eisenbahnnetzes Marktwirtschaft auch auf dem Lande etwa 60 E./km <sup>2</sup>	(ab 1860-1914)	stark wachsende Industrie- und Hafenstädte mit Fabriken und Reihenhäuser ("Mietskasernenviertel"), Fabrikantenvillen, Umbau der Innenstädte, Bahnhofssiedlungen, gründerzeitliche Bauten in den Dörfern, Dreschscheunen, Molkekräuter, Zuckerfabriken, "Rübenburgen", Viehställe u.ä.	etwa 3 Mio.
<b>11. Zwischen den Weltkriegen</b> Weltere Arbeitsteilung und zunehmende Dienstleistungsberufe Ausbau des Straßennetzes durchschnittl. 85 E./km <sup>2</sup>	(1918-1939)	neue Industriestädte (Wolfsburg, Salzgitter), Großstädte und Verwaltungssitze mit Geschäftsvierteln (City) und Wohnbezirken, Schrebergärten und Parkanlagen, Mittel- und Kleinstädte mit zentralen Einrichtungen, Ladengeschäfte und Sparkassen in den Dörfern	etwa 4 Mio.
<b>12. Zweiter Weltkrieg, Flüchtlingszustrom und frühe Nachkriegszeit</b> Kriegswirtschaft und Wiederaufbau 144 E./km <sup>2</sup> (1950)	(1939-1950)	Rüstungsbetriebe, Barackensiedlungen, Luftschutzbunker, Behelfsneime, Notunterkünfte für 2,4 Mio. Flüchtlinge, rascher Wiederaufbau kriegszerstörter Gebäude	6,8 Mio. (1950)
<b>13. Zweite Gründerzeit</b> Mobile Dienstleistungsgesellschaft, vorherrschender Kraftfahrzeug-Individualverkehr und Verkürzung der Arbeitszeit, Autobahn-, Flughäfen und Schnellbahnausbau, internationaler Handel, Rückzug aus der Landwirtschaft über 150 E./km <sup>2</sup> (1990)	(ab 1950)	Moorkultivierungen (Emsland) und Neulandgewinnung, großflächige Gewerbegebiete, ausufernde Pendlerwohngemeinden und Wohnvororte (z.T. mit Großwohnanlagen) Bandstrukturen, Agglomerationen, Verbrauchermärkte, Ferienzentren und Naherholungseinrichtungen der Freizeitgesellschaft, Rückzug aus den landw. Problemgebieten	etwa 7,7 Mio. (1996)

\* bis 1821 Grobschätzungen

Tab. 1: Historische Wirtschaftsstufen und Grundzüge der Siedlungsentwicklung in Niedersachsen (Entwurf: Seedorf)



## **Ländliche Siedlungen und ihre Fluren**

Die Frage nach der Erstbesiedlung des heutigen Dorf- oder Hofstandortes läßt sich kaum beantworten. Die ersten Siedler haben ihre Felder und damit auch ihre Siedlungen häufiger verlegt, wenn die Fruchtbarkeit des Bodens erschöpft bzw. das "Dorf" abgebrannt war. Während der Völkerwanderungszeit sind sogar ganze Landstriche verlassen worden, oder sie haben durch Seuchenzüge (Pest u.a.) große Einbußen erlitten. Die Ungewißheit, ob es sich bei den gefundenen Resten von frühen Siedlungen bereits um Dauersiedlungen handelt, oder ob es noch Wandersiedlungen waren, bleibt bis in das frühe Mittelalter hinein bestehen.

### **Die optimale Siedlungslage der alten Dörfer**

Die wichtigste Siedlungsbedingung ist auch heute noch das Vorhandensein einer Nährfläche, auf der man den Lebensunterhalt erwirtschaften und eine Familie ernähren kann. Die ersten Nährflächen unseres Raumes waren für die Jäger- und Sammlerbevölkerung die Jagd- und Fischfanggründe und die Sammelgebiete für Wildfrüchte. Als diese Nährfläche für die wachsende Bevölkerung nicht mehr ausreichte, mußte man zu anderen Wirtschaftsweisen übergehen. Das geschah mit der Einführung des Ackerbaues, der die Tragfähigkeit, d. h. das Ernährungspotential des Raumes vervielfachte.

Mit dem Aufkommen des Ackerbaues und Einführung der Viehwirtschaft wurde das Ackerland, auf dem das Brotgetreide erzeugt wurde, zur Hauptnährfläche der Bevölkerung. Nebennährflächen waren die siedlungsnahen Wald- und Talweidegebiete, in denen das Vieh Nahrungsmittel (Fleisch und Milch) sowie Wolle und Felle produzierte und wo weiterhin Wild erlegt und Wildfrüchte gesammelt wurden.

### **Der Ackerbau benötigte lehmige oder anlehmige Böden:**

#### **Die bevorzugten Lößgebiete und die Grundmoränenorientierung auf der Geest**

Ein ertragreicher Ackerbau war vor Einführung der regelmäßigen Düngung nur auf lehmigen oder anlehmigen Böden möglich. Die Einführung der Mistdüngung dürfte kaum vor 1150 erfolgt sein, denn von der Zeit an sind mit dem Stalldünger auch Topfscherben vom hausnahen Dunghaufen mit auf die Äcker gelangt, die man datieren kann.

Lehmige und anlehmige Böden besitzt in den Moor- und Geestgebieten vor allem die in den Sandflächen inselhaft vorkommende eiszeitliche Grundmoräne, die wegen der in ihr enthaltenen Geschiebe (Findlinge) auch Geschiebelehm genannt wird. Noch bessere ackerfähige lehmige Böden weisen auf der Geest die wenigen Sandlößvorkommen (Flottsande) auf, z.B. im Uelzener Becken. Es zeigt sich in den weitflächigen nordniedersächsischen Gebieten seit der Jungsteinzeit eine Bindung der Siedler an diese Grundmoränenflächen, die wir Grundmoränenorientierung nennen. Sie setzt sich fort über die vorgeschichtlichen und mittelalterlichen Zeiten bis in die Gegenwart hinein. In der Regel sind auch heute noch die Altäcker anlehmige Grundmoränenflächen. Sie sind an den Steinen auf den Feldern leicht zu erkennen, die aus dem Lehm herausgepflügt worden sind.

In oder am Rande dieser Lehm Böden ließen sich die ersten Dauersiedler und Dorfbewohner der Geest nieder. Das waren im allgemeinen die Großsteingrableute, die außer den ackerfähigen Böden hier auch die großen Geschiebe, d.h. die Findlinge, vorfanden, die sie für ihre monumentalen Grabdenkmäler benötigten. In den niedriggelegenen westniedersächsischen Geest- und Mooregebieten sind mit wachsender Bevölkerungszahl die Äcker zunehmend durch Plaggendüngung erhöht und ertragreicher gemacht worden (Plaggenesch).

### **Die Ackerflächen mußten in den Wald hineingerodet und ständig geschützt werden.**

Unser ganzes Gebiet war, mit Ausnahme der Hochmoore, dicht bewaldet. Im Wald lebten viele Tiere, auch die eigenen Viehherden, die leicht in die Felder einbrachen, und Vögel, die Saat und Ernte heimsuchten. Wenn man die Feldfrüchte ernten wollte, mußte man die Felder ständig unter Kontrolle haben. Also legte man die Dörfer zumeist am Rande der Felder an und gab das Dorf wieder auf, wenn der Boden ausgelaugt war. Daher rührt die große Zahl der Wandersiedlungen in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. Sie machten es schwer, die Gründungszeit eines Dorfes erkennen zu wollen. Das gilt vor allem für die Geest, deren Bodenfruchtbarkeit wesentlich früher erschöpft war als die der Lößgebiete.

### **Erst mit der Einführung der Düngung lagen die Wohnplätze fest**

Die Einführung der Düngung, insbesondere die Plaggendüngung (etwa ab 1.000 n.Chr.), brachte die Wende. Von nun an konnte man auf derselben Fläche den "ewigen Roggenbau" betreiben und brauchte auch auf der Geest die Dörfer nicht mehr wegen Auslaugung der Äcker zu verlegen. Erst von dieser Zeit an lag auch auf der Geest der Standort der Dörfer endgültig fest. Es kommt als standorterhaltend hinzu, daß mit der Einführung des Christentums Kirchen als dauerhafte Siedlungsbestandteile erbaut wurden und sich eine Grundherrschaft entwickelte, die gegen

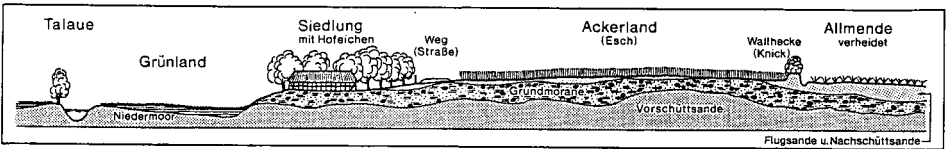
jegliche Grundstücksverschiebung eingestellt war. Der Standort der älteren Dörfer ist in der Regel von der sächsischen und karolingischen Zeit bis zur Gegenwart gleich geblieben. Das gilt insbesondere für die Dörfer der Lößgebiete, wie das auch aus den Ortsnamen erkennbar ist.

**Die Auenorientierung, eine gleichfalls wichtige und heute noch überall erkennbare Siedlungsbedingung**

Durch Vergleich der frühen Siedlungslagen auf historischen Karten wird erkennbar, daß sich die Erstsiedler nach dem Vorhandensein folgender Standort- und Wirtschaftsbedingungen gerichtet haben:

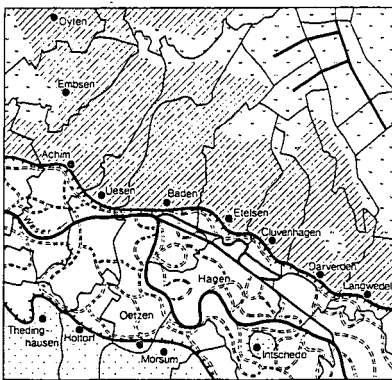
1. ein ackerfähiger Boden in Siedlungsnähe, auf dem sich Brotgetreide und andere Feldfrüchte anbauen ließen,
2. eine graswüchsige Niederung, in der das Vieh geweidet und Heu geerntet werden konnte,
3. in den umliegenden Wäldern Viehweideflächen und geeignetes Holz für den Hausbau und für die Brennstoffversorgung,
4. Trink- und Tränkwasser für den Haushalt und das Vieh sowie
5. eine überschwemmungsfreie und trockene Lage für das Haus.

Die wirtschaftliche Optimallage in der diese fünf Siedlungsbedingungen an ehesten erfüllt wurden, war die Kante der Niederterrasse an den Flüssen und Bächen oder auch der untere Hang der Höhenrücken, wie das bei den Eschrandssiedlungen der Fall ist. Damit war eine sog. Auenorientierung gegeben, d.h. die Häuser reichten sich erhöht am Rande der Talauie zwischen den trockenen Ackerböden und den feuchten aber graswüchsigen Wiesenböden auf.



**Abb. 1: Typische Siedlungslage auf der Geest (Grundmoränen- und Auenorientierung) (eigener Entwurf)**

Die Auenorientierung der Siedlungen ist ein Grundprinzip der Dorfanlagen auf der Geest und darüber hinaus auch in anderen Landschaften. Die Häuser lagen alle einige Meter erhöht am Rande der nassen Talauie zwischen den trockenen Ackerböden und dem feuchten Wiesenland, in der Regel mit dem Einfahrtstor zum Ackerland und damit zum Verbindungsweg zeigend, der parallel zum Tal verlief. Geologisch ist das die Mittellage zwischen der saalezeitlichen Grundmoräne (Geschiebelehm) und der nacheiszeitlichen, häufig etwas vermoorten Talauie. Die Häuser standen am Talrand auf der weichseleiszeitlichen Niederterrasse auf trockenem Baugrund, in dessen Untergrund ein frisches Trinkwasser talwärts fließt, das durch Brunnen oder am unteren Talrand durch Quellen leicht zu erschließen war. Jenseits der Geschiebelehminsel mit den Altäckern erstreckte sich die heruntergewirtschaftete, zumeist von Heidekraut eingenommene Gemeinheit (Allmende, Mark), die häufig durch eine Wallhecke vom Ackerland getrennt wurde, um das Vieh von den Feldern fernzuhalten. Diese Gemeinheiten wurden in der Regel Mitte des 19. Jahrhunderts an Private aufgeteilt (Gemeinheits- bzw. Markenteilungen).



● altes Dorf  
 - - - Gemeindegrenze (Stand: 1949)  
 ~~~~~ Talauie mit alten Flufarmen<sup>1)</sup>  
 // // // Grundmoränenplatte (z.T. mit Dünen)  
 ■ Hochmoorkolonie des 18. Jh.  
 ▨ Terrassenrand bzw. Geestrand  
 ▤ Niederterrasse  
 ▧ Hochmoor  
 1) n. n.P. Jörcks 1952

**Abb. 2: Auenorientierte Siedlungen an der Weser zwischen Verden und Bremen (eigener Entwurf).**

An allen Talkanten der großen Flüsse reihen sich, sofern ackerfähiger Boden vorhanden war, die Dörfer in Abstand von etwa 2 km auf. Damit wird eine seit jeher begehrte Siedlungslage deutlich, deren Dörfer in vorgeschichtlicher Zeit gegründet worden sind, wie auch die Ortsnamen häufig ausweisen. In der Lage, in Abstand und in der Erstreckung der Gemeindegebiete (Grenzen von 1960) von der Grünlandmarsch über die Ackerflächen der Grundmoränenplatte bis zu den Sandflächen und Mooren der ehemaligen Gemeinheit wird deutlich, daß jedes Dorf Grünlandniederung, Ackerland, Heide- und Buschland sowie Torfstichmoore als Existenzgrundlage benötigte.

### Ländliche Siedlungsformen im 19. Jahrhundert

Geben die Ortsnamen und die behandelten Modellvorstellungen von den Lagebedingungen einen ersten Anhalt über das Mindestalter der Siedlungen, so können die heute noch sichtbaren vererbten oder auf historischen Karten festgehaltenen Dorf- und Flurformen genauere Anhaltspunkte über die Entwicklung der Siedlungen liefern. Man muß allerdings aus der heutigen, oft sehr dichten und unübersichtlichen Bebauung die alten Dorfkern herauschälen. Dann lassen sich die ländlichen Siedlungsformen einigen wenigen Grundtypen zuordnen: Streusiedlungen (Einzelsiedlungen), Kleinsiedlungen (Drubbel, Weiler), lockere und geschlossene Haufendörfer, Platzdörfer (Wurtendörfer, Rundlinge) und Reihensiedlungen (Marsch-, Wald-, Moor- und Hagenhufendörfer, Straßendörfer). Sie bestimmen auch heute noch das Grundmuster der ländlichen Siedlungen in den einzelnen niedersächsischen Landschaften.

In den Kolonisationsgebieten des hohen Mittelalters (Jungsiedelland) wurden Planformen entwickelt: im Wendland der Rundling und das Straßendorf als Frühformen der Ostkolonisation, in den Jung- und Flußmarschen das Marschhufendorf, auf den Höhen des Berglandes das Waldhufendorf und in den Feuchtgebieten zwischen Bückeberg und Steinhuder Meer das Hagenhufendorf. Schließlich sind als jüngste Form der Kolonisation im 18. und 19. Jahrhundert in den Hochmooren des Emslandes, in Ostfriesland, Oldenburg und im Teufelsmoor bei Bremen Moorhufendörfer gegründet worden.

Insgesamt ist das Formenbild wesentlich bunter als das die Übersichtskarte wiederzugeben vermag, weil die Siedlungsbedingungen, insbesondere auf der Geest, durch den kleinräumigen Wechsel der Bodenarten unterschiedlich sind und dementsprechend früh- und spätmittelalterlich besiedelte Gebiete nebeneinander liegen, die im einzelnen nicht ausgewiesen werden können.

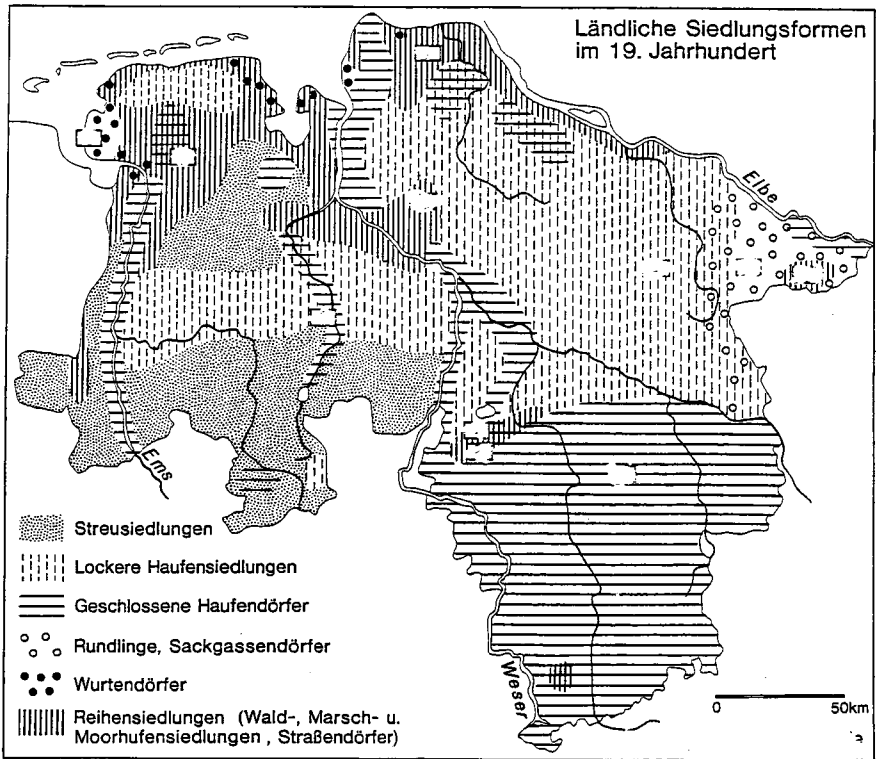


Abb. 3: Vorherrschende ländliche Siedlungsformen im 19. Jahrhundert in Niedersachsen (n. Wächter 1959, verändert und ergänzt).

## Bäuerliche Wohn- und Hausformen

Drei bäuerliche Hausformen haben über Jahrhunderte das Bild der ländlichen Siedlungen und damit das Bild der niedersächsischen Landschaften bestimmt: 1. das niederdeutsche Hallenhaus, wegen seiner landesweiten Verbreitung auch "Niedersachsenhaus" genannt, 2. das friesische Gulfhäus und 3. das mitteleuropäische Gehöft mit verschiedenen Abwandlungen.

Beispiele dieser drei Hausformen sind noch allenthalben vorhanden; wenn sie auch überall gegenüber jüngeren Bauten zurücktreten oder nur noch in Einzelexemplaren existieren. Sie sind Ausdruck der ehemaligen Wirtschaftsweise und Bestandteile der bäuerlichen Kultur und der Dorfidentität geblieben. Die Veränderung der bäuerlichen Wohn- und Hausformen und das Verlassen der traditionellen Formen begann vor allem mit den Agrarreformen des vorigen Jahrhunderts, mit der beginnenden Industrialisierung und mit der Abkehr vom Selbstversorgungsprinzip unter Hinwendung zur Marktwirtschaft.

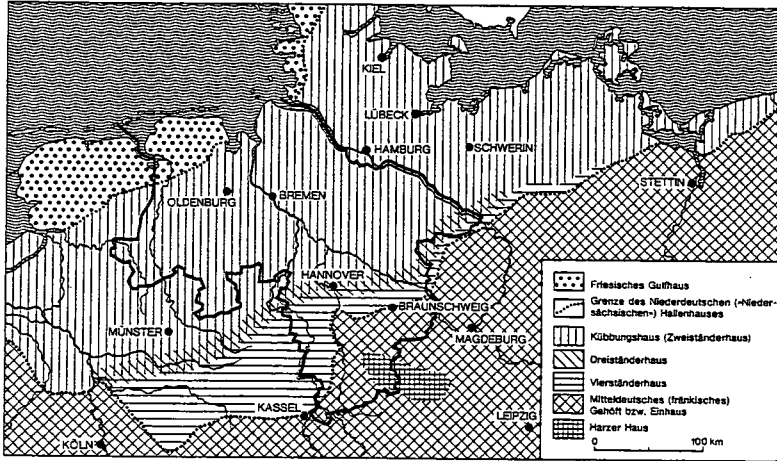


Abb. 4: Vorherrschende alte bäuerliche Hausformen in Norddeutschland (n. Johannsen 1974).

### Niederdeutsche Hallenhäuser ("Niedersachsenhaus") (Abb. 5)

Fast ganz Niedersachsen wurde über Jahrhunderte durch den Typ eines mit Stroh oder Schilf gedeckten Wohnstallhauses geprägt, der deshalb auch das Niedersachsenhaus genannt wurde, richtiger aber als Niederdeutsches Hallenhaus bezeichnet wird; denn sein Verbreitungsgebiet erstreckt sich von den Niederlanden bis zur Danziger Bucht und von Schleswig-Holstein bis nach Westfalen hinein (vgl. Abb. 4). Den größten Raum in diesem Haus nahm stets die große Halle ein, bestehend aus der Diele (Deele) im Wirtschaftsteil und dem Flett im Wohnteil. In der ursprünglichen Einräumigkeit und in dem Beieinanderwohnen von Mensch und Vieh unter einem Dach sowie in der Beschränktheit des Speicherraums für Feldfrüchte ist noch deutlich das Vorwiegen der Viehzucht erkennbar. Später wurde durch Vergrößerung der Dachfläche aus dem Wohnstallhaus ein "Wohn-Stall-Speicher-Haus".

Je nach der Größe des landwirtschaftlichen Anwesens und nach dem Raumbedarf konnte das Niederdeutsche Hallenhaus durch Verlängerung oder Verkürzung der Ständerreihen (Fache) verändert werden. Viehstarke Betriebe erreichten Längen bis zu 50 m. Dem standen Häuslings- und Kleinkötterhäuser von 7 bis 8 m Länge gegenüber.

Da sie aus Fachwerk bestanden, ließen sich diese Häuser auch auseinandernehmen und transportieren. Bei der Moorkolonisation des 18. Jahrhunderts ist manches Haus auf der Geest aufgekauft und im Moor wiedererrichtet worden, so daß die Jahreszahl am Giebelbalken stellenweise älter als die Moorkolonisation war. Auch bei der Aussiedlung nach den Gemeinheitsteilungen und Verkoppelungen ist manches Haus aus dem Dorf auf die neu zugeteilten Flächen in der Gemeinheit versetzt worden. Das gleiche gilt für Schafställe und Scheunen.

Der bisher beschriebene Bauernhaustyp war das in Gesamtniedersachsen, insbesondere in den Geestgebieten, dominierende Zweiständerhaus. Hinsichtlich des Aufbaus unterscheidet man aber Zweiständer-, Dreiständer- und Vierständerhäuser. Beim Zweiständerhaus besteht das tragende Gerüst aus den beiden Ständerreihen, die die Diele seitlich begrenzen (vgl. Abb. 5).

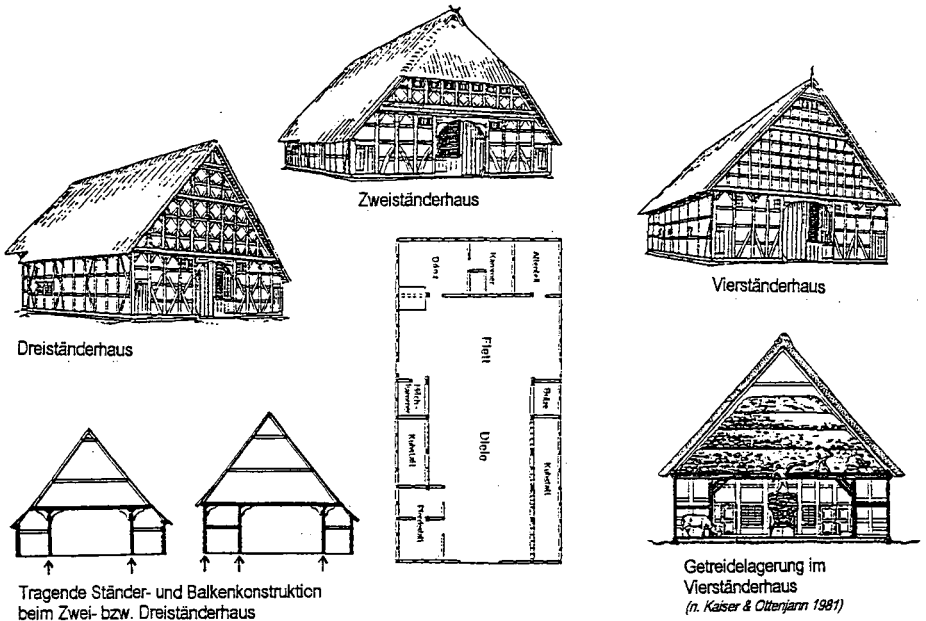


Abb. 5: Niederdeutsche Hallenhäuser (Zwei-, Drei- und Vierständerhaus) (n. Johannsen 1974)

Vom ausgehenden 16. Jahrhundert an wurde das Zweiständerhaus, das bis dahin uneingeschränkt vorgeherrscht hatte, vom Drei- und Vierständerbau zurückgedrängt. Sie hatten sich in Anlehnung an städtische Bürgerhäuser in den enggebauten Ortschaften des Oberweserraumes und des Osnabrücker Berglandes entwickelt und von dort aus das Gebiet mit den besseren Böden und den größeren Erntemengen, aber auch der dichteren Bevölkerung erobert. Beim Vierständerbau sind die Seitenwände zur vollen Höhe der mittleren Ständerreihen heraufgeführt und selbst mit Ständern versehen worden. Die Last des Daches ruhte nun nicht mehr allein auf den beiden Deelenständerreihen sondern auch auf den Ständern der Außenwände. Das brachte eine erhebliche Vergrößerung des Dachraumes, die man für die zunehmenden Erntemengen benötigte. Und über den Ställen konnten noch niedrige Wohnräume eingerichtet werden.

Das Dreiständerhaus fällt mit seinem unregelmäßig geformten Baukörper mit einer hohen und einer niedrigen Seitenwand auf. Es ist entwicklungsgeschichtlich gesehen jedoch keine Übergangsform, die vom Zweiständer- zum Vierständerbau führt, sondern eine Ausgleichsform, die die Kenntnis des Vierständerhauses voraussetzt und vermittelnd zwischen der alten und neuen Bauart steht.

### Das Friesische Gulfhaus

Dieses Haus, das die Ernte erdlastig birgt, im Gegensatz zur Balkenlast im niederdeutschen Hallenhaus, scheint erst vom 16./17. Jahrhundert an mit der Ausbreitung des Getreidebaus in den ostfriesischen Marschen Eingang und weite Verbreitung gefunden zu haben. Vorher war Ostfriesland ein Gebiet des Niederdeutschen Hallenhauses.

Es handelt sich bei dem Gulfhaus um ein fachwerkloses großes Backsteingebäude, in dem zwar auch Wohnung, Stall und Speicher unter einem Dach vereint sind, doch sind Wohn- und Wirtschaftsteil deutlich durch Brandmauer und Quergang voneinander getrennt. Das Gulfhaus wurde eingeführt, als die Speicherräume nicht mehr ausreichten und überall der Ziegelbau bekannt war. Das Haus besitzt statt der Diele in der Mitte einen großen Erntestapelraum, dessen Fache in Ostfriesland "Gul." genannt werden. Mehrere, meistens zwei bis vier hintereinander liegende Gulfe bilden das Mittelschiff zum Bergen der nunmehr erdlastig untergebrachten Ernte, sowohl der Heu- als auch der Getreide-ernte.

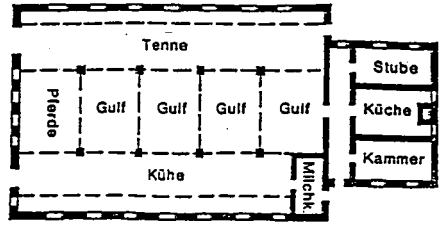


Abb. 6: Friesisches Gulfhuis mit schmalen Wohnteil und großem Wirtschaftsteil, der von hinten durch eine große Dieleintür und eine Stalltür zugänglich ist (aus: Atlas Niedersachsen 1950 und Kaiser u. Ottenjann 1981)

Im 18. und 19. Jahrhundert wurde das Gulfhuis auch von den Kleinbauern, den Fehntjern in den Moorkolonien und den Tagelöhnern in einer Miniaturform übernommen. So schwanken die Hauslängen je nach dem Besitzstand zwischen 8 und 80 m.

**Mitteldeutsche Bauernhäuser**

Ganz anderer Herkunft ist das von Südosten eingedrungene, quer aufgeschlossene Mitteldeutsche Einheitshaus oder Gehöft, auch Ernhaus nach dem wichtigen Herdraum (= Ern) genannt. Dieser Haustyp paßt sich am besten den unterschiedlichen Betriebsgrößen und den örtlichen Gegebenheiten an, so daß er sowohl im Tagelöhnerhaus des Harzvorlandes, im Bergmannshaus des Harzes als auch im Herrenhaus des Gutsbesitzers Verwendung fand und immer noch findet. Er ist besonders in Südniedersachsen und im Lössbördegebiet zu finden mit vielfältiger Mischung zum Niederdeutschen Vierständerhaus.

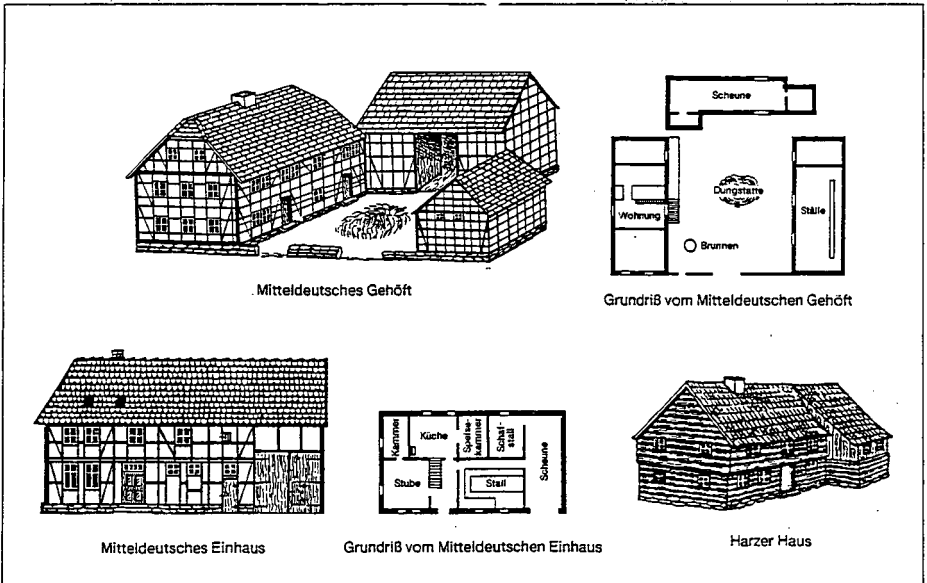


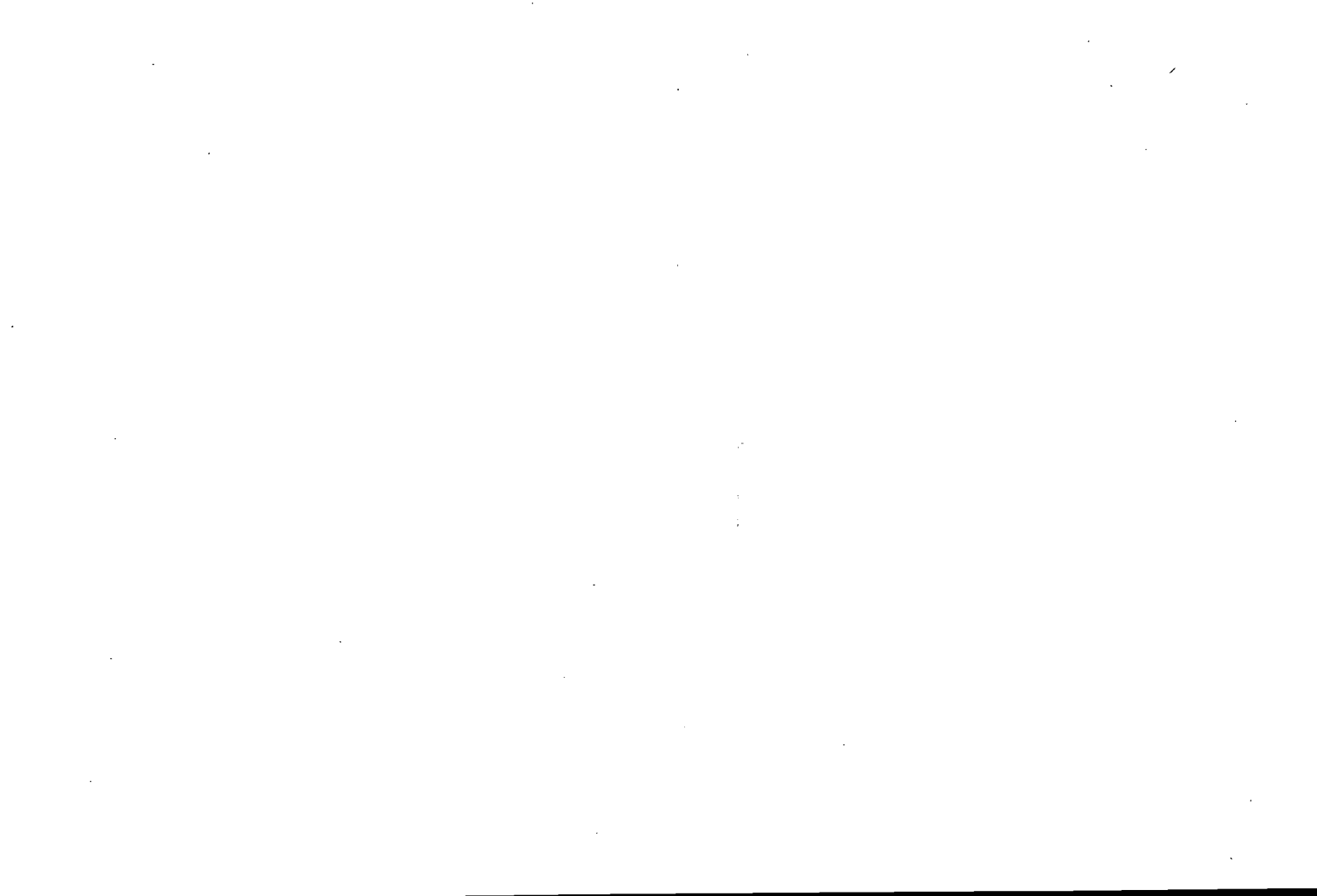
Abb. 7: Mitteldeutsches Gehöft und Mitteldeutsche Einhäuser (n. Atlas Niedersachsen 1950).

Wenn man bedenkt, daß hier auf den größeren Höfen schon immer Getreide und Vieh über den eigenen Bedarf hinaus produziert wurden, erforderte das ein Gehöft mit verschiedenen Wirtschaftsgebäuden und deren Trennung nach Ställen und Scheunen. Sie gruppierten sich um den Hof, der zur Straße hin durch eine von einer Toreinfahrt unterbrochenen Mauer abgeschlossen war. Bei den kleinen Kötnerstellen dagegen brauchte man nur wenig Stall- und Bansenraum, so daß hier ein mitteldeutsches quergeteiltes Einheitshaus genügte, wie es besonders im südlichen Randbereich des Harzes, im Realerbtteilungsgebiet des Eichsfeldes, anzutreffen ist.

Das noch deutlicher als Sonderform ausgeprägte Oberharzer Haus ist eine wahrscheinlich aus dem Erzgebirgischen eingeführte Kleinform des queraufgeschlossenen mitteldeutschen Wohnhauses, das mit imprägnierten Brettern verschalt ist, die vor dem sehr niederschlagsreichen Klima mit seinen kalten Wintern schützen sollen. Außer der Verschalung sind noch die steilen Satteldächer, die dem Schneedruck im Winter besser Widerstand leisten, und die hier üblichen Schiebefenster klimatisch bedingt.

#### Literatur

- ABEL, W. (1976): Die Wüstungen des ausgehenden Mittelalters. Bd.1, 3., neubearb. Aufl. Suttgart.
- BEHRE, K.-E. (1995): Die Entstehung und Entwicklung der Natur- und Kulturlandschaft der ostfriesischen Halbinsel. In: BEHRE, K.-E. u. H. VAN LENGEN: Ostfriesland; Geschichte und Gestalt einer Kulturlandschaft. Aurich
- BOER, H.-P. (1985): Norddeutsche Bauernhäuser. Frankfurt/M.
- BOMANN, W. (1984): Bäuerliches Hauswesen in Niedersachsen. 2. Aufl. Hildesheim.
- BORN, M. (1977): Geographie der ländlichen Siedlungen. 1. Genese der Siedlungsformen in Mitteleuropa. Stuttgart
- CORDES, R. (1981): Die Binnenkolonisation auf den Heidegemeinden zwischen Hunte und Mittelweser (Grafschaften Hoya und Diepholz) im 18. und frühen 19. Jahrhundert.- Quellen u. Darst. z. Gesch. Nieders., Bd.93. Hildesheim.
- DANNENBERG, H.-E. u. H.-J. SCHULZE (Hrsg.) (1995): Geschichte des Landes zwischen Elbe und Weser. 3 Bde. Stade
- DONAT, P. (1980): Haus, Hof und Dorf in Mitteleuropa vom 7. bis 12. Jahrhundert. Archäologische Beiträge zur Entwicklung und Struktur der bäuerlichen Siedlung.- Schr. z. Ur- u. Frühgesch., Bd.33. Berlin.
- ECKHARDT, H. (Hrsg.) (1987): Geschichte des Landes Oldenburg. Oldenburg
- ELLENBERG, H. (1984): Bäuerliche Bauweisen in geökologischer und genetischer Sicht. Erdkundliches Wissen H.72. Wiesbaden
- GRUBE, J. u.a. (1978): Das ostfriesische Bauernhaus. Entwicklung - Erhaltung - Nutzungswandel.- Schriftenr. d. Niedersächs. Baupflege, H.6. Aurich.
- JOHANNSEN, C. I. (1974): Das Niederdeutsche Hallenhaus und seine Nebengebäude im Landkreis Lüchow-Dannenberg. Diss. Braunschweig
- KAISER, H. & OTTENJAHN, H. (1985): Museumsdorf Cloppenburg. Museumsführer mit Anhang zur Vor- und Nachbereitung des Museumsbesuches. Cloppenburg, darin: Zur Geschichte des niederdeutschen Hallenhauses und zur Geschichte des ostfriesischen Gulfhauses S.109-143
- KULKE, E. (1986): Wendlanddörfer gestern und heute. Hrsg.: Niedersächs. Sozialminister. Hannover.
- NITZ, H.-J. (1976): Moorkolonien. Zum Landesausbau im 18./19. Jahrhundert westlich der Weser.- Westfäl. Geogr. Stud., Bd.33 (Fs. f. Wilh. Müller-Wille), S.159-180. Münster.
- NITZ, H.-J. (Hrsg.) (1974): Historisch-genetische Siedlungsforschung. Genese und Typen ländlicher Siedlungen und Flurformen. Darmstadt.
- OTTENJANN, H. (1989): Alte Bauernhäuser zwischen Weser und Ems. 3. Aufl. Hildesheim
- PESSLER, W. (1981): Das altsächsische Bauernhaus in seiner geographischen Verbreitung. (Nachdruck) Hildesheim.
- REINHARDT, W. (1969): Die Orts- und Flurformen Ostfrieslands in ihrer siedlungsgeschichtlichen Entwicklung. In: Ostfriesland im Schutze d. Deiches, Bd.1, S.201-375. Leer.
- SCHEPERS, J. (1943): Das Bauernhaus in Nordwestdeutschland.- Schr. d. Volkskdl. Komm. i. Provinzialinst. f. westfäl. Landes- u. Volkskde., Bd.7. Münster. Reprint Bielefeld 1978.
- SCHMID, P. (1982): Siedlung und Wirtschaft im frühen Mittelalter an der südlichen Nordseeküste (=Vorträge der Oldenburgischen Landschaft, H.9)
- SCHWARZ, G. (1966) Allgemeine Siedlungsgeographie, 3. Aufl. Berlin.
- SEEDORF, H.H. (1986): Altkarten als Geschichtsquellen. Uni Hannover, H.1, S. 47-58
- SEEDORF, H. H. u. H.-H. MEYER: Landeskunde Niedersachsen. Bd.1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung. Neumünster 1992
- SEEDORF, H.H. u. H.-H. MEYER: Landeskunde Niedersachsen. Bd. 2: Niedersachsen als Wirtschafts- und Kulturräum. Bevölkerung, Siedlungen, Wirtschaft, Verkehr und kulturelles Leben. Neumünster 1996





## Landwirtschaftliche Bodennutzung in Niedersachsen

von  
Karl Severin <sup>1)</sup>

Das zu beschreibende Gebiet mit dem Mittelpunkt Hannover liegt in den Landschaften des niedersächsischen Berg- und Hügellandes und des niedersächsischen Tieflandes. Die Grenze zwischen diesen beiden Landschaften ist mit dem Verlauf des Mittellandkanals nahezu gleichzusetzen.

Mit einem Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF) von 57 % der Gebietsfläche liegt Niedersachsen noch über dem Durchschnitt des Bundesgebietes mit 50 %. Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe betrug 1995 insgesamt 79.569, von denen 52,4 % als Haupterwerbsbetriebe und 47,6 % als Nebenerwerbsbetriebe geführt wurden. Von den Haupterwerbsbetrieben bewirtschaften die Vollerwerbsbetriebe eine durchschnittliche Betriebsgröße von 52,7 ha und die Zuerwerbsbetriebe eine durchschnittliche landwirtschaftlich genutzte Fläche von 57,9 ha. Die Nebenerwerbsbetriebe weisen eine durchschnittliche Betriebsgröße von 11,1 ha auf. Eine Aufteilung aller landwirtschaftlichen Betriebe und Forstbetriebe nach ha-Größe zeigt Tabelle 1.

**Tabelle 1: Betriebsgrößenstruktur in Niedersachsen 1996  
Landwirtschaftliche Betriebe und Forstbetriebe**

| Betriebsgröße von ... bis unter ... ha LF | 1996   |
|-------------------------------------------|--------|
| 1 bis 20                                  | 47,9 % |
| 20 bis 30                                 | 10,1 % |
| 30 bis 50                                 | 16,9 % |
| 50 bis 100                                | 19,1 % |
| 100 und mehr                              | 6,0 %  |

Quelle: Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 1997, NMELF

Bedingt durch die Faktoren Klima, Boden und Lage zu den Absatzmärkten ergeben sich erhebliche regionale Unterschiede in Landnutzung und Viehhaltung. Eine Übersicht zur Landnutzung gibt Tabelle 2.

<sup>1)</sup> Landwirtschaftskammer Hannover, Johannessenstraße 10, 30159 Hannover

**Tabelle 2: Landnutzung in Niedersachsen 1996**

|                                                      |              |
|------------------------------------------------------|--------------|
| Ackerland                                            | 1.777.533 ha |
| Obstanlagen                                          | 10.970 ha    |
| Baumschulen                                          | 5.202 ha     |
| Dauergrünland zusammen                               | 907.406 ha   |
| Davon a) Dauerwiesen                                 | 152.590 ha   |
| b) Mähweiden                                         | 498.436 ha   |
| c) Dauerweiden                                       | 249.359 ha   |
| d) Streuwiesen, Hutungen                             | 7.022 ha     |
| Nutz- und Hausgärten                                 | 2.925 ha     |
| Korbweiden, Pappelanlagen,<br>Weihnachtsbaumkulturen | 2.676 ha     |
| gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche           | 2.706.711 ha |

Quelle: Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 1997, NMELF

Tabelle 3: Anbau der wichtigsten Fruchtarten auf dem Ackerland und im Erwerbsgartenbau als Hauptfrucht

|                                             |              |
|---------------------------------------------|--------------|
| Getreide insgesamt                          | 1.000.383 ha |
| davon Winterweizen                          | 328.499 ha   |
| Roggen                                      | 157.271 ha   |
| Wintergerste                                | 222.326 ha   |
| Sommergerste                                | 103.624 ha   |
| Hülsenfrüchte insgesamt                     | 6.354 ha     |
| Hackfrüchte insgesamt                       | 274.162 ha   |
| davon Frühkartoffeln                        | 4.777 ha     |
| mittelfrühe und späte Kartoffeln            | 131.302 ha   |
| Zuckerrübern                                | 133.920 ha   |
| Runkelrüben                                 | 3.473 ha     |
| Gemüse, Erdbeeren und andere Gartengewächse | 14.342 ha    |
| Handelsgewächse insgesamt                   | 74.367 ha    |
| Winterraps, Sommerraps und Rüben            | 62.991 ha    |

Quelle: Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 1997, NMELF

Die Böden des Gebietes sind aufgrund der sehr unterschiedlichen Ausgangsgesteine extrem verschieden. In der Bodenschätzung kommen diese Unterschiede durch Ackerzahlen von 100 bei Borsum, Kreis Hildesheim und 18 auf Flugsandböden bei Celle zum Ausdruck. Diese großen Unterschiede in der potentiellen Ertragsleistung der Böden nördlich und südlich von Hannover hat der Bodennutzung und somit der Landwirtschaft ihre Prägung gegeben. Südlich von Hannover hat der Ackerbau, nördlich von Hannover die Viehhaltung ihren Schwerpunkt.

Die Anbauverhältnisse in Nordhannover und Südhannover zeigt Tabelle 3.

Zuckerrüben und Weizen werden bevorzugt in Südhannover und Früchte wie Kartoffeln, Winterroggen und Sommergerste auf den leichten Böden Nordhannovers angebaut werden. Als Besonderheiten des Ackerbaues sind der Feldgemüseanbau und der Frühkartoffelanbau in stadtnahen Gemeinden im Kreis Burgdorf zu erwähnen, darüber hinaus ist hervorzuheben, dass der Kartoffelanbau in Niedersachsen etwa 42 % vom gesamten Bundesgebiet beträgt und sich im Kreis Uelzen konzentriert.

Die Entwicklung der Getreide-, Zuckerrüben- und Kartoffelerträge in Niedersachsen zeigen die Abbildungen 1 und 2. 1954 bis 1996 verdoppelten sich die Getreideerträge, die Zuckerrüben- und Kartoffelerträge nahmen um etwa 150 % zu .

Der Viehbestand in Niedersachsen 1996 ist in Tabelle 4 aufgeführt. Schwerpunkte der Grünlandwirtschaft und damit der Milchviehhaltung liegen in den Kreisen Cuxhaven, Osterholz, Wesermarsch, Friesland, Wittmund, Leer mit 70 und mehr Kühen, wie in Aurich, Ammerland mit 50 bis 70 und in den Landkreisen Oldenburg, Verden, Rotenburg/Wümme, Stade, Harburg mit 30 bis 50

Tabelle 4: Viehbestand in Niedersachsen 1996

| <b>Tierart</b>     | <b>1996</b> |
|--------------------|-------------|
| Rindvieh insgesamt | 2.992.719   |
| Schweine insgesamt | 6.946.350   |
| Schafe insgesamt   | 226.237     |
| Hühner insgesamt   | 43.423.966  |

Quelle: Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 1997, NMELF

Die Dichte des Milchkuhbestandes in den Landkreisen und des Schweinebestandes auf Regierungsbezirks-Ebene ergeben sich aus der Abbildung 3 und Tabelle 5.

**Tabelle 5 :** Schweinehalter und Schweinebestand 1996  
 Halter mit Bestandsgrößen

| Regierungs-<br>bezirk | Insgesamt |         | 20 - 49 |        | 50 - 99 |        | 100 - 199 |        |
|-----------------------|-----------|---------|---------|--------|---------|--------|-----------|--------|
|                       | Halter    | Tiere   | Halter  | Tiere  | Halter  | Tiere  | Halter    | Tiere  |
| Braunschweig          | 3684      | 305307  | 437     | 13699  | 314     | 22464  | 269       | 38691  |
| Hannover              | 5846      | 1092694 | 802     | 26125  | 851     | 61518  | 906       | 128947 |
| Lüneburg              | 6225      | 1195815 | 836     | 27623  | 856     | 61603  | 838       | 119736 |
| Oldenburg             | 15890     | 4341596 | 1457    | 49149  | 1748    | 128415 | 2482      | 360157 |
| Niedersachsen         | 31645     | 6935412 | 3532    | 116596 | 3762    | 274000 | 4495      | 647531 |

| Regierungs-<br>bezirk | 200 - 399 |         | 400 - 599 |         | 600 und mehr |         |
|-----------------------|-----------|---------|-----------|---------|--------------|---------|
|                       | Halter    | Tiere   | Halter    | Tiere   | Halter       | Tiere   |
| Braunschweig          | 236       | 67282   | 109       | 52791   | 105          | 98656   |
| Hannover              | 784       | 225294  | 411       | 199239  | 474          | 441287  |
| Lüneburg              | 782       | 223678  | 421       | 206891  | 583          | 544197  |
| Oldenburg             | 2614      | 751243  | 1484      | 726645  | 2274         | 2305086 |
| Niedersachsen         | 4416      | 1267497 | 2425      | 1185566 | 3436         | 3389226 |

Der ökologische Landbau hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen(Tabelle 6). Von 1989 bis 1996 verdoppelte sich die die Zahl der ökologisch wirtschaftenden Betriebe ; die ökologisch bewirtschaftete Fläche verdreifachte sich .

Tabelle 6: Ökologischer Landbau in Niedersachsen

| Zahl der Betriebe |      |      |      |      | Fläche in ha |        |        |        |        |
|-------------------|------|------|------|------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| 1989              | 1990 | 1991 | 1995 | 1996 | 1989         | 1990   | 1991   | 1995   | 1996   |
| 266               | 364  | 396  | 472  | 502  | 7.630        | 10.867 | 13.698 | 16.724 | 21.489 |

Quelle: Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 1997, NMELF

Der Anbau von Gartenprodukten hat einen weiteren bedeutenden Anteil in der Landwirtschaft in Niedersachsen. Insgesamt gibt es in Niedersachsen 6.902 Gartenbaubetriebe, die eine gesamte gärtnerische Nutzfläche von 27.987 ha bewirtschaften( 1996). Von dieser Nutzfläche werden auf 8.999 ha Baumobst angebaut, die Anbaufläche für Gemüse, Spargel und Erdbeeren im Freiland beträgt 10.487 ha, die Unterglas 78 ha, die Zierpflanzenanbaufläche im Freiland beträgt 675 ha, die Unterglas 356 ha. Baumschulen bewirtschaften eine Gesamtfläche von 5.619 ha.

Entwicklung der Getreideerträge in Niedersachsen 1954 bis 1996

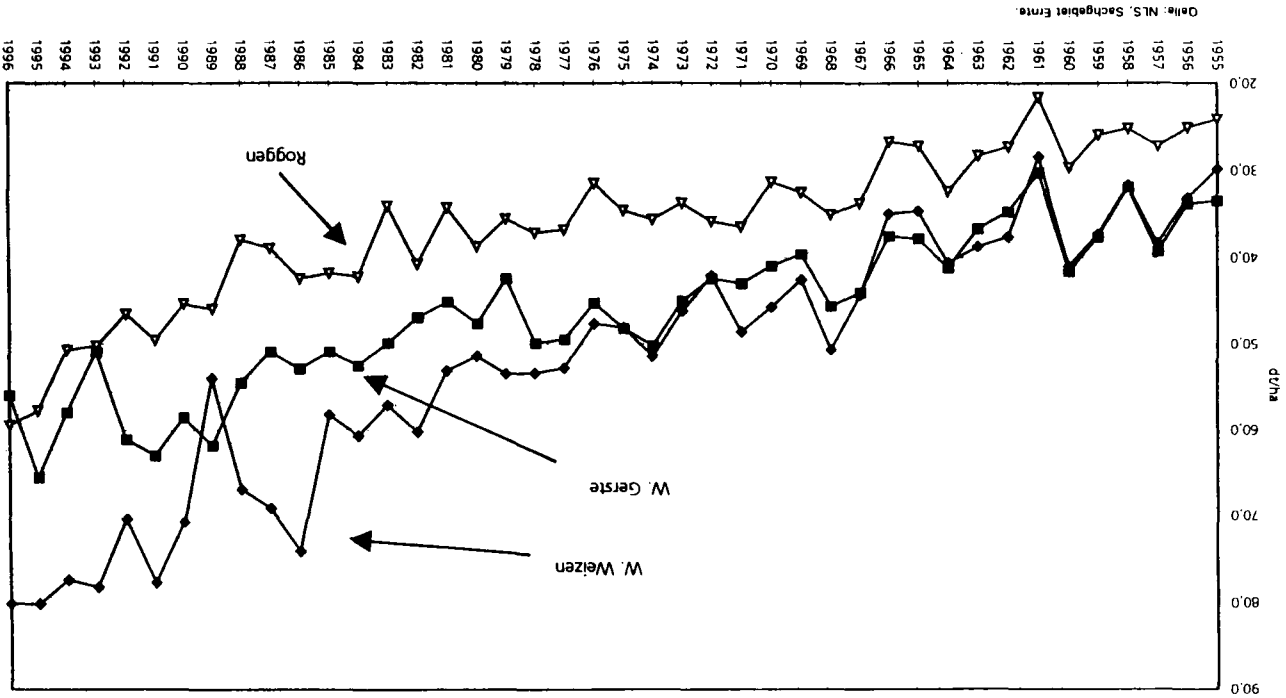
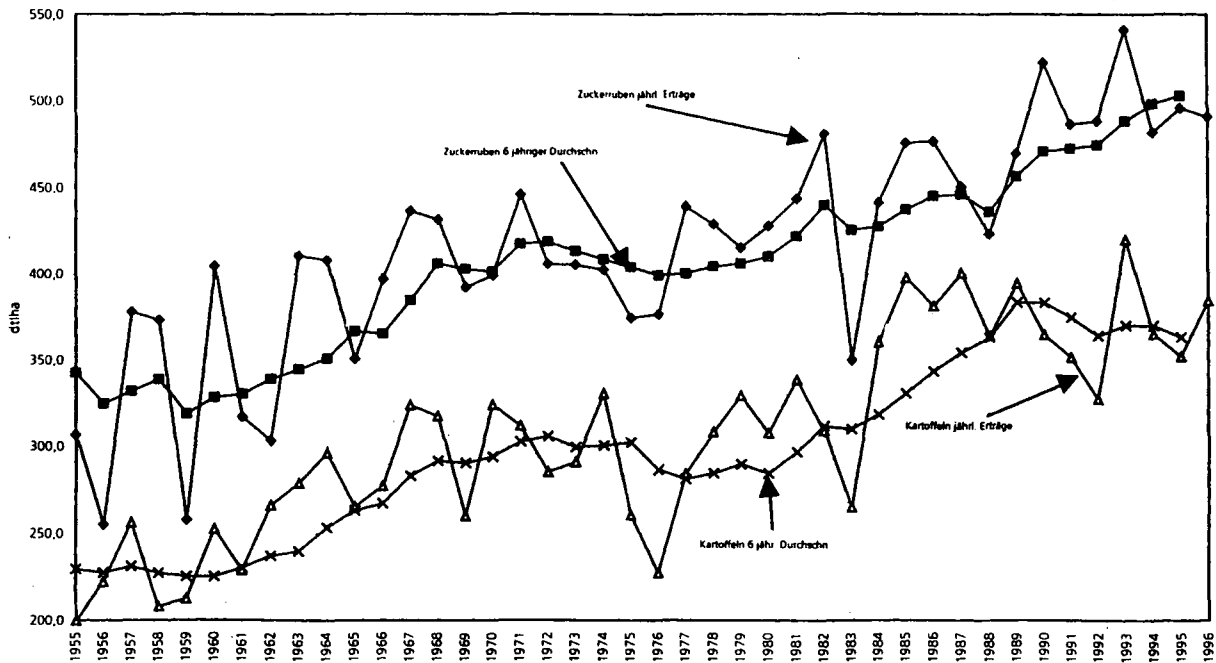


Abbildung 1:

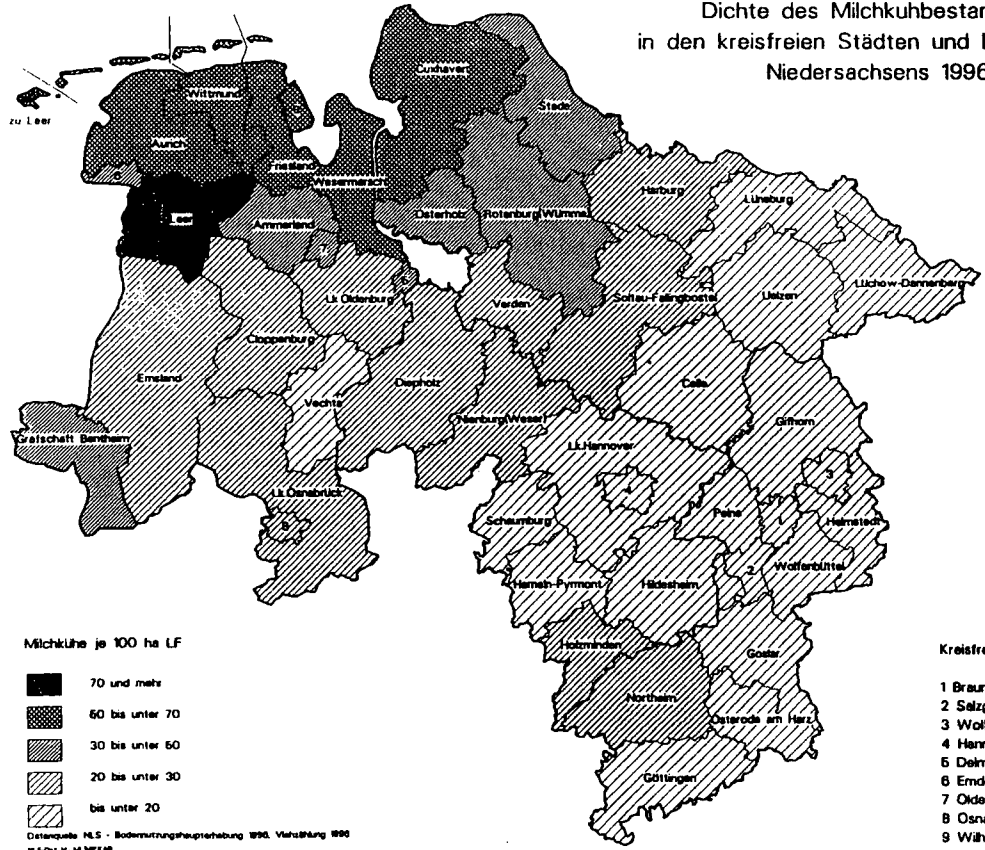
Entwicklung der Erträge von Zuckerrüben und Kartoffeln in Niedersachsen 1954 bis 1996

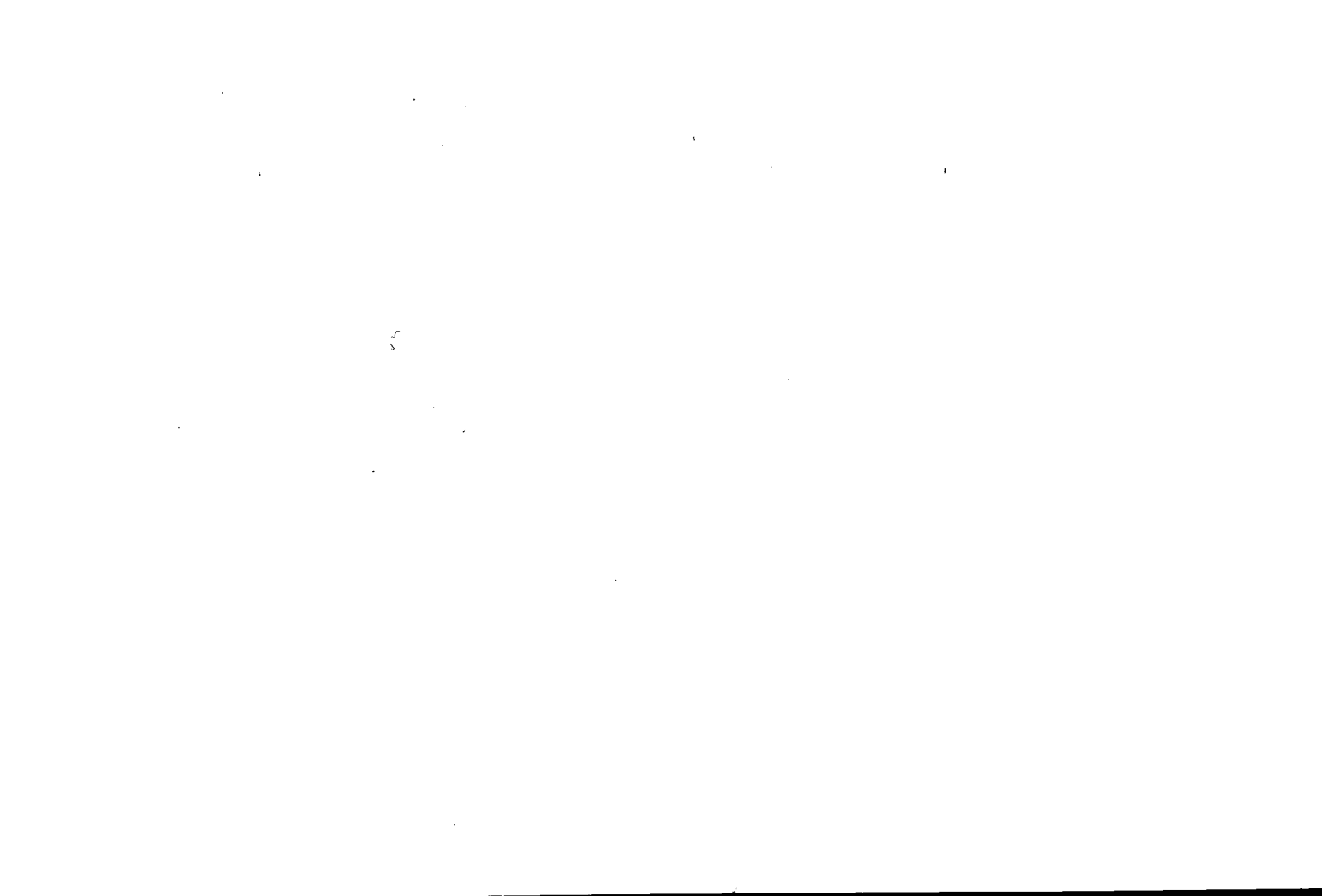


Quelle: NLSI, Bodennutzung und Ernte 1996



Dichte des Milchkuhbestandes  
in den kreisfreien Städten und Landkreisen  
Niedersachsens 1996





## Forstliche Bodennutzung in Niedersachsen

von

H. Wachter\*

Geologisches Ausgangsmaterial, Bodenentwicklung und Klima haben in Niedersachsen zu sehr differenzierter Ausprägung von Bodengesellschaften geführt, die eine Untergliederung des Landes in 6 Bodenregionen ermöglicht (Gehrt, dieser Band).

Die jüngsten Bildungen an der niedersächsischen Küste werden zusammen mit den Nordseeinseln, dem Watt und den Marschen in der Bodenregion des Küstenholozäns zusammengefaßt. Wälder gab und gibt es hier kaum (2 %).

Anders verhält es sich mit den Flußlandschaften längs Elbe, Weser, Aller und Leine - um nur die bedeutendsten zu nennen -, die natürliche Auenwald-Landschaften waren. Aufgrund ihrer Fruchtbarkeit wurden sie jedoch bereits frühzeitig in landwirtschaftliche Nutzung überführt. Nur sehr vereinzelt finden sich noch Relikte ursprünglicher Auenböden mit den hier charakteristischen Bestockungen von Stieleichen- oder Flatterulmen-Wäldern. In den Talbereichen von Leine und Aller mit vorherrschenden ärmeren Talsanden und sandüberlagerten Schlufflehmen sind die ursprünglich vorherrschenden Birken-Stieleichenwälder großflächig zu Kiefernforsten geworden. Durch Grundwasserabsenkungen ergibt sich heute die Möglichkeit, diese nur noch im tieferen Unterboden grundwasserbeeinflussten Standorte mit Buchen-Nadelholz-Mischwäldern zu bestocken.

An das Küstenholozän südlich anschließend folgt mit Geestplatten, Talsandniederungen und Schmelzwassersandebenen mit Geschiebesanddecken die weiträumige Altmöränenregion, die fast zwei Drittel der niedersächsischen Landesfläche einnimmt.

Grob vereinfachend kann für das niedersächsische Pleistozän gesagt werden, daß basenarme Braunerden zwar noch beträchtliche Anteile haben, das Gros der Böden jedoch zu den Podsolen und zu den sekundär podsolierten Braunerden gehört; basenreiche Braunerden und Parabraunerden aus Sandlöß haben nur sehr geringe Verbreitung.

Die heutige Waldbedeckung im pleistozänen Flachland Niedersachsens spiegelt die Vielfalt und das kleinflächige Mosaik der Waldböden nicht annähernd wider: Nach fast völliger Entwaldung im Spätmittelalter bis anfangs der Neuzeit erfolgten die Wiederaufforstungen der Heiden im vergange-

---

\* Luisenweg 24, D-38302 Wolfenbüttel

nen Jahrhundert großflächig mit der anspruchslosen Kiefer. Trotz der seit zwei bis drei Jahrzehnten unternommenen Anstrengungen bei allen Besitzarten, die monotonen Kiefernforsten zu Laubmischbeständen umzubauen, bestimmen die sogenannten "Kienheiden" immer noch das Landschaftsbild nicht nur der Lüneburger Heide, sondern des ganzen nordwestdeutschen Flachlandes.

Der nur im Laufe von Waldgenerationen allmählich vollziehbare Aufbau standortsgemäßer Bestockungen würde im Ergebnis aus Kiefernwäldern eine von Laubholz geprägte Waldlandschaft entstehen lassen, denn unter den gegebenen Klimabedingungen ist im gesamten niedersächsischen Pleistozän die Buche die konkurrenzstärkste Hauptbaumart. Obwohl Drahtschmielen- und Flattergras-Buchenwälder auf ca. 80 % der Fläche die potentielle natürliche Waldgesellschaft bilden würden, stellen Mischbestockungen aus einem Buchen-Grundbestand mit Beimischungen von Kiefer und Fichte sowie zu geringeren Anteilen auch mit Beteiligung der Gastbaumarten Douglasie und Lärche das heutige Ziel des waldbaulichen Umbaus dar. Erhebliche Areale, - vor allem im vom Stau- und Grundwasser geprägten Standortsbereich, - werden allerdings auch der Stieleiche in Mischung mit Hainbuche und Winterlinde zukommen.

Da alle Waldbesitzer in Niedersachsen eine ausgeprägte Vorliebe für die Traubeneiche entwickelt haben, werden auch dieser heimischen Baumart in Zukunft erhebliche Areale bester Buchen-Standorte vorbehalten bleiben.

An das Flachland schließt sich weiter nach Süden mit einem 20 bis 50 km breiten Gürtel die Bodenregion des Bergvorlandes mit dem Bördenvorland und der Lößbörde an. Nur 2 - 3 % der Lößböden sind heute noch von Wald bedeckt. Relikte der ursprünglichen Wälder finden sich in der Bergvorlandregion vor allem auf vernässten Standorten und in der Gegend um Braunschweig auf den flachanstehenden Festgesteinen des Mesozoikums. Hierbei handelt es sich einerseits um bodensaure Buchenwälder auf sandig-schluffigen Oberböden, bei denen aufgrund der Unterlagerungen mit reichen Schichtungen dennoch Beimischungen von anspruchsvolleren Mischbaumarten - wie z. B. Berg- und Spitzahorn, Winterlinde, Kirsche und Bergulme - ökologisch und ökonomisch sehr zu empfehlen wären, de facto aber noch zu wenig erfolgen. Vordringlich ist allerdings auch der Umbau von Kiefern- und Fichten-Reinbeständen, die immer noch erhebliche Flächenanteile dieser Standorte einnehmen. Andererseits sind die typischen Standorte dieses Übergangsbereichs die großflächig zur Vernässung neigenden Böden, die häufig mit Stieleichen und Hainbuchen noch eine naturnahe Bestockung aufweisen. Auch wenn es sich überwiegend um potentielle feuchte Buchenwaldgesellschaften handelt, so bieten sich auch hier gute Voraussetzungen für vielfältigere Bestände durch Beimischungen mit den bereits genannten Edellaubbaumarten einschließlich der anspruchsvollen Esche. Diese Umbauten sind bereits auf gutem Wege.

Weiter südlich hebt sich die Bodenregion des niedersächsischen Berglandes mit den Höhenzügen aus mesozoischen Gesteinen und den eingeschlossenen Lößbecken heraus:

Das gesamte niedersächsische Bergland ist wuchsräumlich dem Optimalbereich der natürlichen Verbreitung der Buche zuzuordnen. Sie erreicht im Weserbergland auf tiefgründigen Lößfließberden über noch voll wurzelerreichbaren Zersatzzonen von Kalkformationen maximale Vitalität und damit eine

Konkurrenzkraft, die sie allen anderen Baumarten überlegen werden läßt. Entsprechend kommt es zu Spitzenleistungen nach Höhe und Masse wie sonst nur noch selten in Deutschland.

Die waldbauliche Hauptaufgabe in diesem Gebiet besteht heute darin, auf den reicheren Standorten der anspruchsvollsten Edellaubbaumarten und auf den ärmeren Bergland-Substraten eine standörtlich angemessene Beteiligung von Nadelbaumarten, vorwiegend von Fichte, Lärche und Douglasie, im Buchengrundbestand zu sichern. Das erfordert in den derzeit örtlich noch zu weit ausgedehnten Nadelbaum-Reinbeständen (Fichte!) auf diesen Hochleistungsstandorten die Wiedereinbringung der Buche als ersten Schritt zum Aufbau standortgemäßer Wälder. Zu den reinen Buchen-Altholzern sind dagegen geeignete Waldbaumethoden zur rechtzeitigen Vorausverjüngung von standortgemäßen Beimischungen aus anderen Laub- und aus Nadelbaumarten zu entwickeln. Das würde zugleich stufigere Waldaufbauformen zur Folge haben.

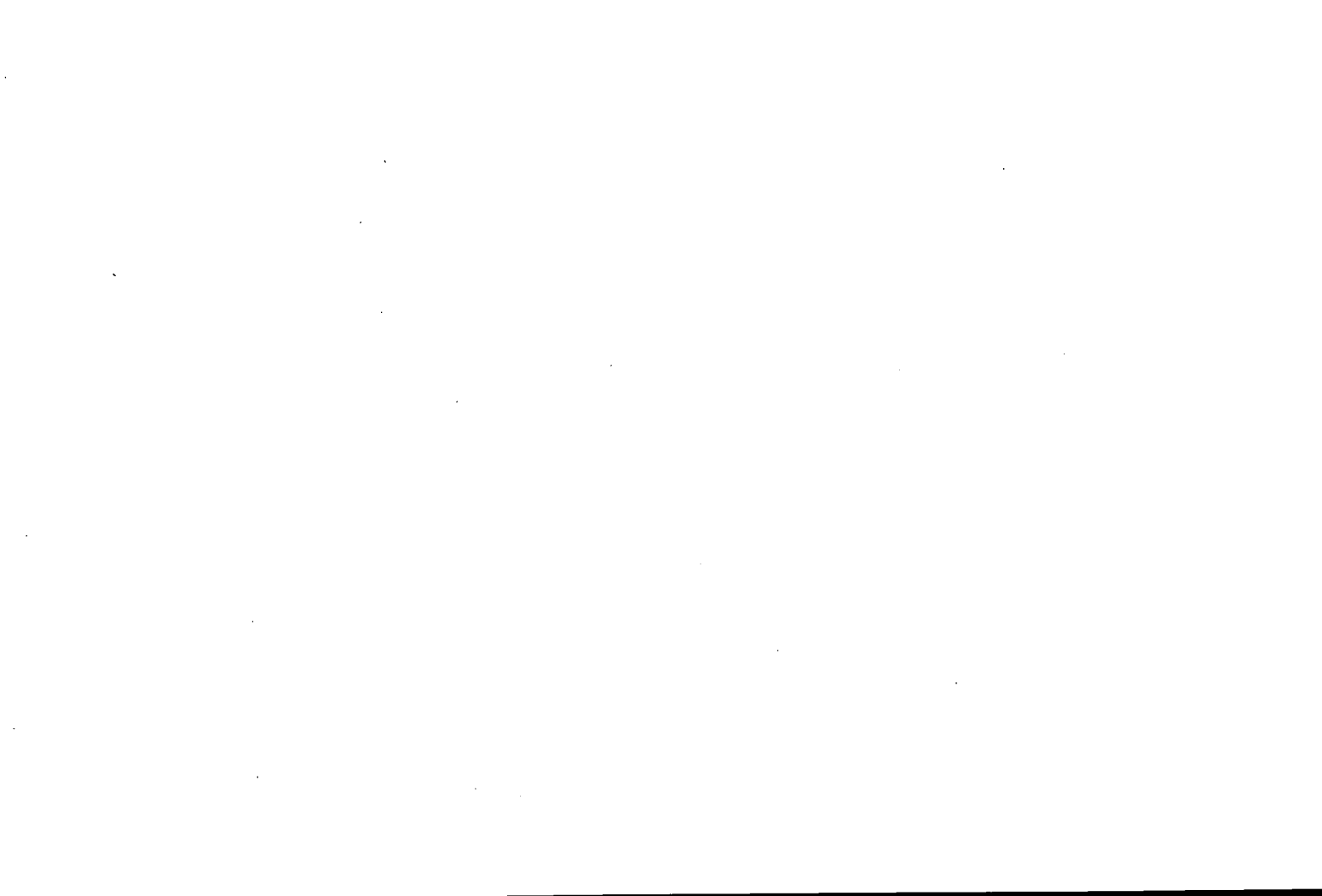
Die bekannte hohe Stabilität von Baumgesellschaften - auch unter Belastung durch atmogene Schadstoffeinträge - kann ohne erhebliche bodenökologische Verschlechterungen Nadelholzbeteiligungen bis zur Nutzungsreife sichern, ohne den Laubwaldcharakter dieser Bestockungen zu gefährden. Hierin liegt für alle Waldbetreuer eine gute Chance für einen ökologisch-ökonomischen Interessenausgleich im Rahmen einer naturnäheren Bewirtschaftung bei gleichzeitiger Wahrung der Schutz- und Erholungsfunktionen.

Der aus paläozoischen Gesteinen bestehende Harz, der sich auch durch seine Höhe und vor allem durch sein rauheres Klima deutlich vom angrenzenden Bergland unterscheidet, bildet die eigenständige Bodenregion der Mittelgebirge.

Der zu Niedersachsen gehörende Teil des Harzes (Westharz) ist aufgrund seiner exponierten Lage und den daraus resultierenden klimatischen Bedingungen zu etwa 90 % von Wald bedeckt. Er ist damit die walddreichste Region Niedersachsens. Das "Hausgebirge der Norddeutschen" präsentiert sich heute noch weit überwiegend als flächiger Fichtenwald. Den meisten Besuchern ist kaum bewußt, daß echte Piceeten, also reine natürliche Fichtengesellschaften, ergänzt nur durch die kurzlebige Eberesche, ursprünglich nur in den unwirtlich-kalten hochmontanen Lagen über 750 m Höhe geherrscht haben. In der nach unten anschließenden obermontanen Stufe zwischen 700 und 600 m über NN beginnen bereits beträchtlich Bergahorn- und Buchenbeimischungen zur noch vorherrschenden Fichte.

Die darunter folgenden montane und in noch stärkerem Maße die submontane Stufe in Höhen zwischen 300 bis 600 m waren vor den durch den intensiven Bergbau verursachten rigorosen und waldvernichtenden Eingriffen von Buchenwäldern bedeckt. Von diesen hatten sich bis heute nur auf den basenreicheren Standorten noch Restkomplexe erhalten. An den wärmeren Harzrändern der kollinen Stufe (< 300 m) hat sich auch Traubeneiche neben der Buche stellenweise behaupten können.

Mit einem aufwendigen Umbauprogramm werden seit ca. 20 Jahren Buchenvoranbauten unter Fichten-Altbeständen vorgenommen, um auch im Harz wieder vielfältigere und natürlichere, damit vor allem stabilere Wälder aufzubauen.



# Stoffliche Belastung und Stoffausträge mit dem Sickerwasser bei Ackerböden

von

B. Scheffer\*

## 1. Einleitung

Von den ca. 4,8 Mill. ha Landesfläche Niedersachsens werden heute ca. 1,8 Mill. ha als Ackerland und ca. 920 000 ha als Grünland genutzt. Daher ist die landwirtschaftliche Bodennutzung mit Hauptverursacher der diffusen Stoffeinträge in die Gewässer. Über 50 % der Böden sind in Niedersachsen durchlässige Sandböden mit einem hohen Austragspotential.

Die Geestböden sind aber gleichzeitig bevorzugte Standorte der Grundwassergewinnung für Trinkwasser. In Niedersachsen werden heute ca. 90 % des Trinkwassers aus dem Grundwasser gewonnen, Oberflächenwasser spielt keine Rolle, der Rest stammt aus den Talsperren des Harzes. In den Regionen der leichten Böden ist die Tierhaltung besonders intensiv. d. h. die landwirtschaftlichen Flächen werden intensiv ackerbaulich, vorwiegend mit Mais genutzt. Diese von Natur aus nährstoffarmen Sandböden der Heide sind in den letzten 30 - 50 Jahren durch Kulturbaumaßnahmen (Entwässerung, Tiefpflugmaßnahmen und vor allem durch intensive Düngung über Wirtschaftsdünger) in fruchtbare Böden umgewandelt worden. Gleichzeitig wurde so das Austragsrisiko der Böden erhöht.

Neben dem Nitrataustrag gewinnt die Frage des Phosphataustrages vor allem der leichten Böden zunehmend an Bedeutung infolge der intensiven Nutzung und Düngung. Für den Nährstoffaustrag sind auch die Moorböden mit verantwortlich. Besonders hoch ist der Phosphataustrag aus Hochmoorböden in die Oberflächengewässer.

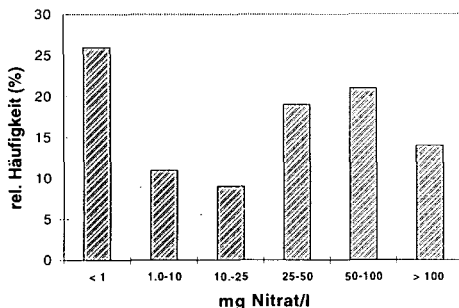
## 2. Zum Nitrataustrag aus Böden in Niedersachsen

Die in den letzten Jahren erschienenen Veröffentlichungen zum Nitrataustrag in Abhängigkeit der Bodennutzung und der Bodeneigenschaften zeigen, dass die Nitratgehalte im Sickerwasser und im oberflächennahen Grundwasser deutlich angestiegen sind. Nach einer Studie der Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) aus 1995 enthalten in Niedersachsen 23,4 % der Grundwässer Nitratgehalte von über 50 mg NO<sub>3</sub>/l, weitere 6,2 % haben Nitratkonzentrationen zwischen 25 und 50 mg NO<sub>3</sub>/l. Nach Daten aus der Nordheide, südlich von Hamburg (Baumgarten, 1997), sind sogar in über 35 % der Messstellen Nitratgehalte im oberflächennahen Grundwasser von über 50 mg NO<sub>3</sub>/l gemessen worden und 19 % der Messstellen enthielten Nitratgehalte zwischen 25 und 50 mg NO<sub>3</sub>/l (Abb. 1).

Noch über 50 % der Grundwässer in Niedersachsen sind fast nitratfrei, weil im Grundwasser durch reduktive Bedingungen Nitrat abgebaut wird. Dabei steigen die Gehalte an Sulfat und Hydrogencarbonat an. Der Abbau an Nitrat im Grundwasser ist ein endlicher Prozess, der in mehreren 100 Jahren aber auch in wenigen Jahrzehnten zu Ende sein kann.

-----

\* Dir. u. Prof. Dr. Bernhard Scheffer, Nds. Landesamt f. Bodenforschung, Friedrich-Mißler-Str. 46-50, 28211 Bremen; e-mail: Bernhard.Scheffer@bgr.de



**Abb. 1:** Häufigkeitsverteilung der Nitratgehalte im oberflächennahen Grundwasser der Nordheide (Baumgarten, 1997)

### 2.1 N<sub>min</sub>-Gehalte

Seit Ende der 80iger Jahre werden verstärkt N<sub>min</sub>-Untersuchungen im Herbst im Boden durchgeführt, die zeigen, dass kurz vor Beginn der winterlichen Sickerwasserspense in Abhängigkeit der Nutzung und Düngung hohe Nitratgehalte im Boden sein können, die dann im Winter aus dem durchwurzelten Boden ausgewaschen werden. Besonders hoch sind Nitratgehalte nach dem Anbau von Kartoffeln, Raps und Mais im Herbst im durchwurzelten Boden (Tab. 1).

**Tab. 1:** Häufigkeitsverteilung der N<sub>min</sub>-Gehalte im Herbst nach Erhebungsuntersuchungen (Severin, Baumgärtel und Foerster, 1990)

|                            | < 50 kg N/ha | 50 - 100 kg N/ha | > 100 kg N/ha |
|----------------------------|--------------|------------------|---------------|
| Grünland                   | 71 %         | 17 %             | 12 %          |
| Getreide                   | 24 %         | 37 %             | 39 %          |
| Getreide + Zwischenfrüchte | 68 %         | 26 %             | 6 %           |
| Mais                       | 16 %         | 34 %             | 50 %          |
| Kartoffeln                 | 25 %         | 55 %             | 20 %          |
| Zuckerrüben                | 81 %         | 12 %             | 7 %           |
| Ödland                     | 88 %         | 10 %             | 2 %           |
| Wald                       | 82 %         | 16 %             | 2 %           |

N<sub>min</sub>-Untersuchungen dienen heute in Wasserschutzgebieten als Beratungsgrundlage der Landwirte, um Düngungsfehler zukünftig zu vermeiden und um ein überhöhtes Ausbringen von Wirtschaftsdüngern zu vermeiden. Basierend auf solchen Untersuchungen laufen in Niedersachsen zur Zeit eine Reihe von Forschungsvorhaben mit dem Ziel, die Bodennutzung und Düngung bis hin zu Extensivierungsmaßnahmen (Reduzierung der Stickstoffdüngung, Anbau von winterharten Nichtleguminosen als Zwischenfrüchte), Flächenumwidmung (Umwandlung von Acker in Grünland, Aufforstung, und Flächenstilllegung so zu gestalten, dass der Nitrataustrag vor allem aus den leicht durchlässigen Sandböden gesenkt wird. Viele Projekte gründen auf den grundlegenden Arbeiten der Arbeitsgruppe Strebel und Duynisveld (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover), die in langen Versuchsreihen im Raum Fuhrberg (nördlich von Hannover gelegen, Stadtwerke Hannover) den Einfluss der Nutzung und Düngung, den Einfluss der Bodenarten und der Grundwasserabstände und den Einfluss der Grundwasserchemie auf die Höhe des Nitratreintrags ins Grundwasser und den Nitratabbau im Grundwasser bearbeitet haben (Strebel et al., 1984; Strebel et al., 1992).



## 2.2 Nitrat im Sickerwasser

Nitrat wird im Boden nicht gebunden und daher mit dem Sickerwasser relativ schnell verlagert. In der Abb. 2 ist die Nitratverlagerung im Winterhalbjahr in einem Feinsandboden (Glissen, Krs. Nienburg) dargestellt. Im Abstand von 14 Tagen wurden aus den Bodentiefen 80 und 140 cm über Saugsonden Bodenwasser entnommen und u.a. auf Nitrat analysiert (Scheffer u. Bartels, 1998). Im Dezember wurde in 80 cm Tiefe die höchste Nitratkonzentration gemessen, im Januar schon in 140 cm Tiefe. Im März war das gesamte im Herbst im Boden vorhandene Nitrat bereits unterhalb von 160 cm Tiefe verlagert worden, wie aus einer Tiefenbeprobung abzulesen ist. Insgesamt wurden in diesem Winterhalbjahr aus der ungedüngten Parzelle 39 kg N/ha, aus der mit Kalkammonsalpeter (KAS) gedüngten Parzelle 63 kg N/ha und aus der mit Alzon gedüngten Parzelle 44 kg N/ha ausgewaschen. Interessant ist der hohe Nitrataustrag aus der ungedüngten Parzelle, die letzte Stickstoffdüngung lag bereits 3 Jahre zurück. Der Stickstoff stammt hier aus der herbstlichen N-Mineralisation der organischen Substanz. Ähnliche Daten liegen auch von Strebel et al. (1992) und Foerster (1988) vor.

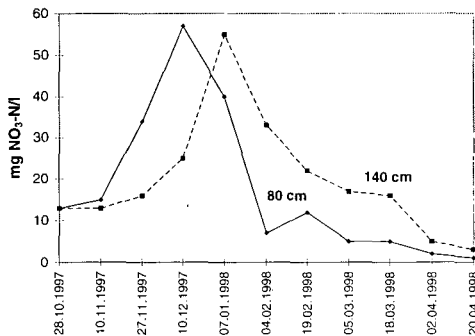


Abb. 2: Nitratgehalte im Sickerwasser im Sandboden (Glissen) in den Tiefen 80 und 140 cm, ungedüngte Variante

Vergleichsuntersuchungen ergaben, dass auf diesem durchlässigen Standort der Nitrataustrag recht gut aus dem Nitratgehalt im Herbst im Boden vor der winterlichen Sickerwasserbildung abgeschätzt werden kann. Entscheidend ist die rechtzeitige Bodenprobenahme aus den Tiefen 0 - 90 cm. Besser ist eine Beprobungstiefe bis 120 cm. Die  $N_{\min}$ -Werte (0 - 90 cm) lagen im Herbst 1997 bei 61 kg N/ha (ohne N-Düngung), 59 kg N/ha (KAS) und bei 40 kg N/ha (Alzon).

## 2.3 Abschätzung der Nitratfracht für Niedersachsen

Erstmals haben 1996 Ortseifen und Scheffer aus den Nitratgehalten im Herbst im Boden (Tab. 2), den Bodeneigenschaften und der winterlichen Versickerung den mittleren Nitrataustrag aus den Böden Niedersachsens abgeschätzt und in Karten im Maßstab 1:50 000 dargestellt. Die zur Berechnung notwendige Nutzung der Böden auf Gemeindeebene, die Fruchtfolge und der Viehbesatz wurden aus den Daten der Agrarberichterstattung des Niedersächsischen Landesamtes für Statistik entnommen. Weitere Einzelheiten sind bei Scheffer und Ortseifen (1996) beschrieben. Bei der Beurteilung der Nitratfrachten in einer Gemeinde muss auch der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche an der Gesamtfläche berücksichtigt werden. Größere Anteile von nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen finden sich in Niedersachsen neben den Großstädten nur in der Lüneburger Heide (Uelzen, Fallingb.ostel). In den Marschgebieten, den Veredlungsgebieten und in Teilen der Lössbörde ist der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche an der Gesamtfläche >75 %.

Das Acker-Grünland-Verhältnis für Niedersachsen beträgt 66:34, in der Lössbörde, in Teilen des Emslandes, im südoldenburgischen Raum und in der Lüneburger Heide werden über 90 % der Böden ackerbaulich genutzt. Die auf Grund des Klimas und der vorherrschenden Bodentypen gegebene Ertragsfähigkeit der Böden führt in Niedersachsen zu einer stark differenzierten Verteilung der Fruchtarten und damit der Betriebstypen. Während im Süden und Osten Niedersachsens vornehmlich Marktfruchtbetriebe mit hohen Anteilen an Getreide, Zuckerrüben und Kartoffeln angesiedelt sind, befinden sich im Norden Futterbaubetriebe mit geringem Ackeranteil. Die Fruchtfolgen in den Gemischtbetrieben und Veredlungsbetrieben im Regierungsbezirk Weser-Ems beschränken sich vorwiegend auf Getreide- und Maisanbau. So werden in den Kreisen Vechta, Cloppenburg, Grafschaft Bentheim und im südlichen Emsland über 50 % der Ackerflächen mit Mais bestellt.

**Tab. 2:** Mittlere Nitrat-N-Gehalte im Herbst - Erhebungsuntersuchungen (Scheffer u. Ortseifen, 1996)

| Nutzung      | Nitrat-N in 0 -90 cm<br>(kg N/ha) |
|--------------|-----------------------------------|
| Winterraps   | 81                                |
| Winterweizen | 66                                |
| Winterroggen | 55                                |
| Wintergerste | 52                                |
| Hafer        | 65                                |
| Mais         | 90                                |
| Zuckerrüben  | 47                                |
| Kartoffeln   | 85                                |
| Wiese        | 34                                |
| Weide        | 43                                |
| Brache       | 37                                |
| Wald         | 34                                |

Die Berechnung der Nitratausträge aus dem durchwurzelten Boden ergab für die Gemeinden Niedersachsens jährliche Nitratfrachten zwischen 5 und 85 kg N/ha, bei einem über die Flächen gemittelten Mittel von 41 kg N/ha und Jahr. Besonders hoch sind die errechneten jährlichen Nitratausträge in den Kreisen Vechta, Cloppenburg, Emsland, Oldenburg, Grafschaft Bentheim und Osnabrück mit durchschnittlich über 50 kg N/ha. Die errechneten Nitratausträge aus dem durchwurzelten Boden sind in den Gebieten der Lössbörde mit Werten unter 30 kg N/ha und Jahr, trotz des hohen Anteils an Ackerflächen mit Getreide und Zuckerrüben in der Fruchtfolge relativ niedrig. Niedrige Nitratfrachten wurden für die trockeneren Standorte im Osten Niedersachsens (Kreise Lüchow-Dannenberg, Gifhorn, Helmstedt) sowie für die Grünlandregionen im Norden des Landes ermittelt.

Aus den Nitratausträgen lassen sich durch Umrechnung mit den Sickerwassermengen mittlere Nitrat-N-Konzentrationen im Sickerwasser auf Gemeindeebene für die landwirtschaftlich genutzten Flächen errechnen. Diese Werte stellen Mittelwerte dar, die sich durch Mischung der Sickerwässer aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen ergeben würden. Sie können für verschiedene Feldfrüchte höher aber auch niedriger sein. Die so abgeleiteten mittleren Nitrat-N-Konzentrationen im Sickerwasser unterhalb des Wurzelraumes schwanken in Niedersachsen bei landwirtschaftlicher Nutzung von <10 mg NO<sub>3</sub>-N/l bis über 35 mg NO<sub>3</sub>-N/l (= <40 bis 155 mg NO<sub>3</sub>/l). Am niedrigsten sind die Nitrat-N-Konzentrationen in den Küstenregionen mit Werten im Mittel unter 15 mg NO<sub>3</sub>-N/l. Ebenfalls niedrige Nitrat-N-Konzentrationen werden auch in den Lössgebieten ermittelt. In den südlichen Gebieten von Weser-Ems werden Nitrat-N-Konzentrationen zwischen 20 und 30 mg NO<sub>3</sub>-N/l errechnet, im Kreis Vechta gibt es Gemeinden mit über 35 mg NO<sub>3</sub>-N/l. Die höchsten Nitrat-N-Konzentrationen im Sickerwasser treten im Kreis

Lüchow-Dannenberg und in Teilen des Kreises Gifhorn mit Werten über 35 mg NO<sub>3</sub>-N/l auf. Ursache sind hier die geringen Sickerwassermengen im Winterhalbjahr.

Die errechneten Daten des Nitrataustrages aus dem durchwurzelten Boden und der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser liegen in der gleichen Größenordnung wie Daten aus zahlreichen Versuchen in Niedersachsen (Strebel et al., 1992; Foerster, 1988). Sie spiegeln recht gut die Situation in Niedersachsen wieder. Geringere Nitratausträge werden in Exaktversuchen nur dann beschrieben, wenn Düngung und Nutzung optimal angepasst worden sind und auch die N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden im Herbst deutlich niedriger sind als die in Tab. 2 angegebenen Werte.

### 3.5 Gesamtfracht Niedersachsen

Die auf Gemeindeebene ermittelten Nitratausträge aus dem durchwurzelten Boden lassen sich für Niedersachsen aufsummieren (Tab. 3). Demnach werden jährlich 105 481 t N aus dem durchwurzelten Boden ausgewaschen, das sind 41 kg N/ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Eine 30 prozentige Stilllegung der landwirtschaftlichen Ackerflächen oder eine Umwandlung der Ackerflächen in Grünland verringert die Stickstofffrachten nur um 14 843 t N (= 14 %). Die zum Zweck der Marktentlastung durch die EU forcierten Flächenstilllegungen sind also kein geeignetes Instrument, den Nitrataustrag aus dem durchwurzelten Boden zu senken. Für die landwirtschaftliche Nutzfläche berechnet sich eine Abnahme nur um 6 kg N/ha. Auch die Stilllegung aller Ackerflächen in Niedersachsen mit hohem Nitratauswaschungspotential, das sind 23 % der Ackerflächen, bringt nur eine Entlastung der Grund- und Oberflächenwasser um 12,6 %. Eine solche Maßnahme wäre aber mit der drastischen Einschränkung der landwirtschaftlichen Nutzung in diesen Gebieten verbunden.

**Tab. 3:** Nitratfrachten in Niedersachsen und Reduzierungsmöglichkeiten (Ortseifen et al., 1996)

|                                                                    | Gesamtfracht<br>(t) | Nitratfracht<br>(kg N/ha LN) |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| <b>N-Fracht</b>                                                    | <b>105 481</b>      | <b>41</b>                    |
| Stilllegung von 30 % der Ackerfläche                               | 90 638              | 35                           |
| gezielte Stilllegung marginaler<br>Flächen (23 % der Ackerflächen) | 92 186              | 36                           |
| Begrenzung der Wirtschaftsdünger-<br>ausbringung auf <120 kg N/ha  | 99 981              | 39                           |
| tolerierbare N-Fracht                                              | 62 947              | 24                           |

Das hier für Niedersachsen vorgestellte geringe Verminderungspotential wird durch neuere Studien von Bach et al. (1997) bestätigt. Die Autoren können zeigen, dass nur durch eine Verminderung der Viehdichte und eine deutliche Reduzierung der N-Überschüsse, verbunden mit einer verbesserten Effizienz der Stickstoffdünger die Stickstoffbilanzüberschüsse drastisch gesenkt werden können. Wie hoch z.B. Stickstoffbilanzüberschüsse in Niedersachsen sind, zeigen Bouwer et al. (1997) in einer Studie für einen Wasserversorger im nordwestlichen Niedersachsen. Infolge des hohen Viehbesatzes und der damit einhergehende Einsatz von Wirtschaftsdüngern betragen die N-Bilanzüberschüsse fast 100 kg N/ha und Jahr (Tab. 4).

**Tab. 4:** Mittlere Stickstoff-Flächenbilanzen für einige Kulturpflanzen (in kg N/ha und Jahr) n. Bouwer et al., 1994

| Kultur         | N-Zufuhr | N-Abfuhr | N-Saldo |
|----------------|----------|----------|---------|
| Mais           | 230      | 138      | 92      |
| Kartoffeln     | 202      | 105      | 97      |
| Wintergetreide | 151      | 90       | 61      |
| Sommergetreide | 161      | 70       | 91      |

Wie hoch der aus wasserwirtschaftlicher Sicht tolerierbare jährliche N-Bilanzüberschuss sein darf, in Abhängigkeit der Sickerwassermenge, ist aus Tab. 5 zu entnehmen. Bei der Aufstellung solcher Werte wird berücksichtigt, dass die Stickstoffmineralisation gleich der Stickstoffimmobilisation ist. Solche tolerierbaren Stickstoff-Bilanzen lassen sich nur in einem über einen Zeitraum von 2 Fruchtfolgen (ca. 6 Jahre) aufstellen, da die N-Bilanzsalden der einzelnen Kulturen und Jahre zu sehr von der Witterung abhängig und daher nicht ausreichend repräsentativ sind.

**Tab. 5:** Aus wasserwirtschaftlicher Sicht rechnerisch ermittelter tolerierbarer jährlicher N-Flächenbilanzüberschuss in kg N/ha

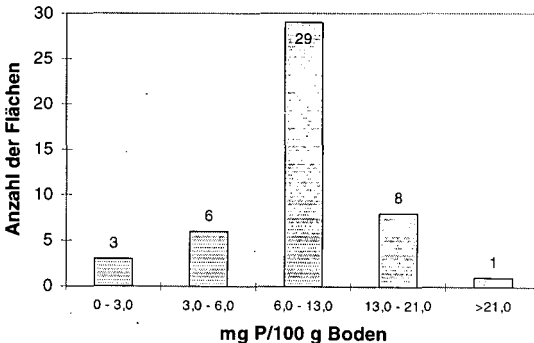
| Bodenart              | Jährliche Sickerwassermenge<br>(mm/a) |           |           |       |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|-------|
|                       | < 100                                 | 100 - 200 | 200 - 300 | > 400 |
| mS, gS, Su, fS        | 10                                    | 15        | 25        | 35    |
| St, Sl                | 10                                    | 15        | 25        | 35    |
| Ul, Ls, Lu, Lt, Tu, T | 10                                    | 15        | 25        | 35    |

### 3. Zum Phosphataustrag aus Böden in Niedersachsen

Die zunehmende Intensivierung der Bodennutzung mit ständig steigenden Erträgen ist nur möglich, wenn neben dem Wasser auch die Haupt- und Spurennährstoffe im Boden in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Diesem hat man durch die teilweise überhöhte Düngung mit billigen Nährstoffen aus den Wirtschaftsdüngern Rechnung getragen.

#### 3.1 Phosphatgehalte der Böden in Niedersachsen

Einen ersten Anhalt über die Nährstoffverteilung in den Krümen (0 bis 30 cm bei Ackernutzung und 0 bis 10 cm bei Grünlandnutzung) geben Daten aus den bis 1998 angelegten Bodendauerbeobachtungsflächen. Die Abbildung 3 zeigt die Verteilung an CAL-löslichen Phosphat. Die meisten untersuchten Böden hatten CAL-Phosphatgehalte, die der Versorgungs-kategorie C zu zuordnen sind, aber immerhin enthalten 25 % der untersuchten BDF-Flächen über 13 mg CAL-P/ 100 g Boden in der Krume.



**Abb. 3:** Häufigkeitsverteilung der CAL-P-Werte der Krume von 47 landwirtschaftlich genutzter Bodendauerbeobachtungsflächen in Niedersachsen (Stand 1998)

Dies bestätigen auch die Daten der Bodenuntersuchungsstatistik für Weser-Ems. Demnach haben ca. 50 % der untersuchten Krümenböden Phosphatgehalte, die in der Gehaltsklasse C liegen ( 7 - 13 mg DL oder CAL-lösliches P/100 g Boden), 30 % Gehalte der Gehaltsklasse D (14 - 21 mg

P/100 g Boden) und bereits 7 % Gehalte der Gehaltsklasse E (22 - 30 mg P/100g Boden). Es gibt bereits Böden, die noch höhere pflanzenverfügbare Phosphatgehalte als der Gehaltsklasse E entspricht, enthalten. Nach Römer (1998) besteht bei Sandböden ab einem Gehalt von über 22 mg P/100 g Boden (gemessen als DL- oder CAL-lösliches Phosphat) die Gefahr, dass Phosphate in tiefere Bodenschichten verlagert werden können. Bei einigen Sandböden deutet sich diese Tiefenverlagerung bereits an.

Erhöhte Phosphatgehalte werden auch in tieferen Schichten von Marschböden beschrieben. Hier kommt es zu Phosphatverlagerungen über Schrumpfrissbildung, wie u.a. Neuhaus (1991) nachwies konnte. Er fand auch gegenüber Mineralböden höhere Phosphatgehalte im Dränwasser von Mähweiden mit langjährigen Mittelwerten von 1,26 mg P/l in der ungedüngten Variante und 1,63 mg P/l in der langjährig mit Gülle gedüngten Variante (Tab. 6).

Phosphat ist der limitierende Faktor der Gewässereutrophierung und schon Konzentrationen von unter 0,01 mg P/l sind bei flachen Gewässern zu viel. Hohe pflanzenverfügbare Phosphatgehalte in der Krume sind meistens ein Indiz für eine höhere Düngung über Wirtschaftsdünger (Gülle). Folge dieser Überdüngung sind höhere N-Mineralisationsraten und damit höhere Nitratausträge.

**Tab. 6:** *Phosphataustrag über Dräne aus Marschböden (Mähweide) n. Neuhaus, 1991*

|                          | <b>P-Austrag (kg P/ha)</b> |
|--------------------------|----------------------------|
| ungedüngte Parzelle      | 2,8                        |
| Gülle/Stallmistdüngung   | 3,4                        |
| nur mineralische Düngung | 3,9                        |

### 3.2 Phosphatdynamik in Moorböden

Ca. 10 % der Böden in Niedersachsen sind Hoch- und Niedermoorböden, die größtenteils in landwirtschaftlicher Nutzung sind. Davon sind 220 000 ha Hochmoore, die zu 2/3 land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden. Ca. 13 % der Hochmoorflächen werden zur Zeit abgetorft. Die ca. 180 000 ha Niedermoores werden zu über 95 % landwirtschaftlich (vorwiegend Grünland) genutzt. Ca. 100 000 ha Moorböden sind in den letzten 50 Jahren zu Sandmischkulturen hergerichtet worden. Dieser Trend der Umwandlung von Moorflächen in Sandmischkulturen, die dann ackerbaulich nutzbar sind, hält an. Moorböden haben gegenüber Mineralböden eine eigene Nährstoffdynamik. Der hohe Anteil der organischen Substanz und die damit verbundene Freisetzung von Nährstoffen ist ein entscheidendes Kriterium bei der Beurteilung der Eutrophierung von Gewässern. Moorböden sind meistens gedränt, so dass Nähr- und Schadstoffe vorwiegend in die Vorfluter abgegeben werden und damit zu deren Eutrophierung führen. Nachfolgend werden einige Angaben zum Phosphataustrag aus Moorböden in Niedersachsen gemacht.

#### 3.2.1 Phosphataustrag aus Hochmoorböden

Die Phosphatumsetzungen im sauren Hochmoorboden sind gekennzeichnet durch das Fehlen von freien Eisen- und Aluminiumionen in der Bodenlösung zur Fällung und Festlegung von Phosphaten. Die wenigen freien Kationen werden von der organischen Substanz gebunden und können somit nicht mit Phosphaten reagieren. Der niedrige pH-Wert der Torfe fördert darüber hinaus den Aufschluss wasserunlöslicher Phosphatdünger, so dass diese relativ schnell nach der Düngung von Pflanzen aufgenommen werden. Die in Lösung gehenden Phosphate können aber auch mit dem Sickerwasser aus dem flachen Wurzelraum ausgewaschen werden. Wegen dieser guten Löslichkeit wird stets bei landwirtschaftlicher Nutzung eine Phosphatdüngung empfohlen, die dem Pflanzenentzug entspricht. Eine Phosphatbevorratung der Hochmoorböden ist nicht möglich (Kuntze et al., 1979).

In Tabelle 7 sind Literaturdaten zum Phosphataustrag aus sauren Hochmoorböden dargestellt. Im Vergleich zu Mineralböden ist der Phosphataustrag aus sauren Hochmoorböden um den Faktor 10-20 erhöht. Selbst aus einem unkultivierten Hochmoor wurden jährliche Phosphatausträge um 1,5 kg P/ha gemessen (Foerster et al., 1981). Die so über Dräne ausgewaschenen Phosphate verursachen mit die Eutrophierung stehender Gewässer und Vorfluter. Im Gegensatz zu Mineralböden wird der Phosphataustrag aus sauren Hochmoorböden von der Nutzung und Düngung beeinflusst.

Tab. 7: Literaturdaten zum Phosphataustrag aus Hochmoorböden

| Nutzung (Düngung)                     | P-Austrag (kg P/ha) | Literatur             |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Unkultiviertes Hochmoor               | 1,5                 | Foerster et al., 1981 |
| Grünland (extensiv)                   | 3,0                 | Scheffer et al., 1991 |
| Grünland (Düngung bis 40 kg P/ha)     | 10 – 15             | Kuntze et al., 1991   |
| Grünland (Gülldüngung)                | 4 – 17              | Scheffer et al., 1991 |
| Acker                                 | 20 – 25             | Sorteberg, 1976       |
| Acker (Mineraldüngung bis 40 kg P/ha) | 8 – 10              | Kuntze et al., 1979   |

Da das Fehlen von Eisen eine der Ursachen des hohen Phosphataustrages aus sauren Hochmoorböden ist, war zu prüfen, ob durch eine Düngung mit Eisen tatsächlich der Phosphataustrag gesenkt werden kann. Dazu wurde im Bützflether Moor bei Stade ein Feldversuch mit Eisenzugaben von 10 und 20 t Fe/ha als Rotschlamm (Abfallprodukt der Aluminiumoxidindustrie) durchgeführt (Scheffer et al., 1991). Abbildung 4 zeigt die mittleren Phosphatgehalte der Dränwässer aus den Varianten ohne Eisenzugabe, 10 und 20 t Fe-Rotschlamm/ha. Insgesamt wurde so der Phosphataustrag um 70-80 % reduziert. Die dann noch in den Dränwässern gemessenen Phosphatgehalte von 2-3 mg P/l sind aber immer noch ca. 10fach höher als solche in Dränwässern aus Mineralböden. Diese Werte entsprechen aber der natürlichen Phosphatgrundlast von unkultivierten Hochmooren (Foerster et al., 1981).

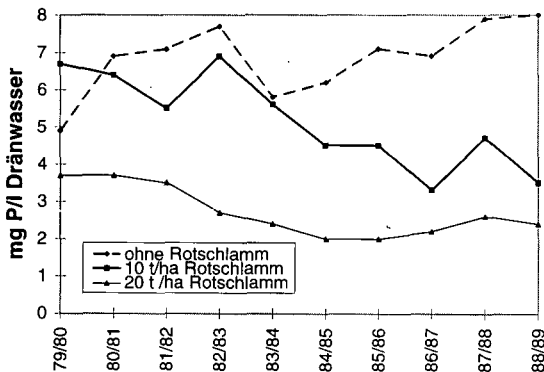


Abb. 4: Mittlere P-Konzentrationen im Dränwasser aus einem Hochmoorboden bei Grünlandnutzung mit und ohne Eisenzugaben (Rotschlamm)

Ein Großteil der im sauren Hochmoor vorhandenen Phosphate sind organisch gebunden. Eine solche Bindungsform ist nicht pflanzenverfügbar, wird aber auch nicht verlagert oder ausgewaschen. Organisch gebundene Phosphate wurden bisher nur in Spuren im Dränwasser aus Hochmoorböden angetroffen. Mit dem Abbau der organischen Substanz werden auch diese Phosphate mineralisiert und damit in eine lösliche Form umgewandelt.

Saure, unkultivierte Hochmoortorfe enthalten im Mittel 0,1 % P, bezogen auf die Trockenmasse des Bodens. Demnach enthalten solche Torfe in 0-10 cm 125 kg P/ha (Rohdichte = 125 g/l). Auch langjährige landwirtschaftliche Nutzung solcher Standorte hat die Phosphatgehalte nur unwesentlich ansteigen lassen; die höheren Gehalte sind auf Sackung und biochemischen Torfabbau zurückzuführen (Kuntze et al., 1979). Bei einem biochemischen Torfabbau von jährlich 1 cm müssten demnach in den landwirtschaftlich genutzten Hochmooren jährlich zwischen 10 und 25 kg P/ha aus der organischen Substanz freigesetzt werden. Je intensiver die Bodennutzung ist, desto höher ist auch die Phosphatmineralisation. Da infolge der landwirtschaftlichen Nutzung keine Phosphatakkumulation stattgefunden hat, muss dieses durch Mineralisation freigewordene Phosphat ebenfalls ausgewaschen bzw. von den Pflanzen aufgenommen worden sein.

### **3.2.2 Phosphataustrag aus Niedermoorböden**

Niedermoorböden sind in Niedersachsen meisten aschereiche und damit auch eisenreiche Substrate. Daher ist die Phosphatdynamik dieser Böden ähnlich wie der von Mineralböden, wie Scheffer und Foerster (1991) in einem Feldversuch zeigen konnten. Der jährliche Phosphataustrag über die Dräne betrug bei Ackernutzung 1,3 kg P/ha und bei Grünlandnutzung 0,8 kg P/ha. Die Höhe der Gülledüngung hatte keinen Einfluss auf die Höhe des Phosphataustrages auf diesem Standort. Die Phosphate wurden fast ausschließlich im Oberboden angereichert. Bei hohen Grundwasserständen traten reduktive Verhältnisse auf. Dabei stiegen die mittleren Phosphatkonzentrationen im Dränwasser bei Ackernutzung von 0,64 auf 1,7 mg P/l an und bei Grünlandnutzung von 0,4 auf 0,8 mg P/l. Unter den reduktiven Bedingungen wurden keine Nitrate im Dränwasser analysiert.

In den sauren Niedermoorböden, die nicht durchschlickt sind, kann der Phosphataustrag höher sein als der aus Mineralböden mit Werten über 2 kg P/ha und Jahr (Blankenburg u. Scheffer, 1985). Infolge der Mineralisation der organischen Substanz werden im Niedermoorboden schätzungsweise jährlich zwischen 80 und 120 kg P/ha frei, die eine ausreichende Versorgung der Pflanzen mit Phosphat sicherstellen. Daher werden auf Niedermoorböden trotz geringem Anteil an pflanzenverfügbarem Phosphat im Boden bei einer Düngung in Höhe des Pflanzenentzuges optimale Erträge erzielt. Eine Erhöhung dieses Phosphats im Boden führt nicht zu Mehrerträgen, wohl aber zu höheren Phosphatgehalten im Aufwuchs (Grünland) (Bartels u. Scheffer, 1995).

## **4. Schlussbemerkung und Zusammenfassung**

Die wenigen Beispiele mögen einen kurzen Überblick über die Nährstoffsituation und die damit verbundene Problematik des Nährstoffaustrages ins Grundwasser und in die Gewässer darstellen. Da Niedersachsen relativ dicht an der Nordsee liegt, gelangen Nährstoffe schnell ins Meer.

Der Phosphataustrag aus Moorböden ist Hauptursache der Eutrophierung vieler flacher Seen in Niedersachsen. Daher werden Maßnahmen eingeleitet, die die Phosphate von den Gewässern fernhalten sollen. Solches sind u.a. Umleitung der Hauptvorfluter, Umwandlung der Moorböden in Grünland (meistens geschehen), Extensivierung der Düngung der Moorböden und vor allem Fernhalten von Wirtschaftsdüngern (Gülle), da dadurch der Abbau der Torfe beschleunigt wird, und schließlich Umwandlung von Hochmoorböden in Sandmischkulturen, da durch eine Vermischung von Torf und Sand, verbunden mit einer Kalkung, Phosphate festgelegt werden können.

Der Nitrataustrag aus Sandböden wird nur durch eine extensivere Bodennutzung nicht aber kurzfristig durch eine verminderte Stickstoffdüngung zu erreichen sein. Infolge der langjährigen Nutzung sind biochemischen Umsetzungen so hoch, dass auch ohne Stickstoffdüngung über einen längeren Zeitraum noch hohe Nitratausträge zu verzeichnen sind. Durch den Verzicht auf die

Stickstoffdüngung gehen auf Sandböden die Getreideerträge um ca. 50 % zurück. Daher erklären sich die hohen Nitratausträge der nicht mit Stickstoff gedüngten Flächen.

## 5. Literatur

- Bach, M., P. Fischer und H.-G. Frede, 1997: Entwicklung der Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumbilanz der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland.- Studie d. Gesell. f. Boden- u. Gewässerschutz e.V. Wettenberg).
- Baumgarten, J., 1997: Wasserversorgung im Zielkonflikt zur Landnutzung - Trends, Kehrtwendungen, Visionen.- Z. f. Kulturtechnik u. Landentwicl., **38**, 100 - 105.
- Blankenburg, J. u. B. Scheffer, 1985: Phosphatdynamik saurer organischer Böden.- Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesell., **43/I**, 43-48.
- Bouwer, W., S. Gäth und H.-G. Frede, 1997: Vergleich dreier Instrumentarien zur Abschätzung und Kontrolle der nutzungsbedingten Nitratauswaschung auf auswaschungsgefährdeten Standorten.- Z. f. Kulturtechnik u. Landentwicl., **38**, 154 - 160.
- Foerster, P. u. H. Neumann, 1981: Die Stoffbelastung kleiner Fließgewässer in landwirtschaftlich genutzten Gebieten Norddeutschlands.- Mitteilgn. d. Nds. Wasserunters. Amt, **7**, 1-217.
- Foerster, P., 1988: Stoffgehalte und Stoffausträge im Dränwasser bei Grünland und bei Ackernutzung in der nordwestdeutschen Geest.- Kali-Briefe, **19** (2), 169 - 184.
- Kuntze, H. u. B. Scheffer, 1979: Die Phosphatmobilität im Hochmoorboden in Abhängigkeit von der Düngung.- Z. Pflanzenernähr. u. Bodenkd., **142**, 155-168.
- Kuntze, H. u. B. Scheffer, 1991: Zum Phosphataustrag saurer Hochmoorböden.- DVWK-Schriften, **93**, Paul-Parey-Verlag, Hamburg u. Berlin.
- Neuhaus, H., 1991: Stickstoff- und Phosphatmobilität bei Grünlandnutzung auf tonreichen Böden.- DVWK-Schriften, **93**, 41 - 63.
- Ortseifen, U. und B. Scheffer, 1997: Der Nitrataustrag aus dem durchwurzelten Boden typischer Regionen Niedersachsens.- Z. f. Kulturtechnik u. Landentwicl., **38**, 178 - 183.
- Römer, W., 1998: Sind oberhalb von 50 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden schädliche Auswirkungen auf Gewässer zu erwarten.- Wasser & Boden, **50**, H. 12, 58 - 62.
- Scheffer, B. und R. Bartels, 1998: Kann durch Einsatz stabilisierter N-Dünger der Nitrataustrag aus einem Sandboden verringert werden?- VDLUFA-Schriftenreihe, **49**, 633 - 636.
- Scheffer, B., R. Bartels und H. Kuntze, 1991: Anwendung von Rotschlamm und Grünsalz auf sauren Hochmoorböden zur Reduzierung des Phosphataustrages.- Ergebnisse 1985 - 1989.- Z. f. Kulturtechnik u. Landentwicl., **32**, 326 - 333; Berlin u. Hamburg.
- Scheffer, B. und P. Foerster, 1991: Zum Phosphataustrag aus einem vererdeten Niedermoorboden bei Gülleanwendung.- VDLUFA-Schriftenreihe, **33**, 158 - 163.
- Scheffer, B. und U. Ortseifen., 1996: Abschätzung der Nitratausträge aus der durchwurzelten Bodenzone am Beispiel der Böden Niedersachsens.- Endbericht zur: FE-Vorhaben, finanziert von der Fördergemeinschaft Integrierter Landbau. Eigenverlag des Bodentechnologischen Instituts des NLI/B, Bremen.
- Severin, K., G. Baumgärtel und P. Foerster, 1990: Ergebnisse des Nitratraster-Programmes in Niedersachsen.- Veröffentlichung d. Inst. f. Siedlungswasserwirtschaft der TU Braunschweig, H. **48**, 175 - 190.
- Sorteberg, A., 1976: Yield and phosphorus uptake of oats grown in sphagnum mosses and leaching of phosphorus from sphagnum peat soil.- Proc. of the Intern. Peat Congress, Poland, 7-14.
- Strebel, O., J. Böttcher und W.H.M. Duynisveld, 1984: Einfluss von Standortbedingungen und Bodennutzung auf Nitratauswaschung und Nitratkonzentration des Grundwassers.- Landw. Forschung, Kongressband, **37**, 34 - 44.
- Strebel, O., J. Böttcher und W.H.M. Duynisveld, 1992: Stoffeinträge in das Grundwasser und deren Verbleib bei einem Sand-Aquifer am Beispiel des Modellgebietes Fuhrberger Feld.- UBA-Forschungsbericht 102 04 376, hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.



## Stoffliche Belastung der Waldböden in Niedersachsen

von

K.J. Meiwes, H. Meesenburg, G. Büttner, H. Bartens und P. Rademacher\*

### 1. Einleitung

Die Waldböden in Niedersachsen sind in der Vergangenheit einer Belastung vor allem durch übermäßige Nährstoffentzüge z.B. durch Streunutzung ausgesetzt gewesen. Heute ist dieser Belastungspfad bei der üblichen Beschränkung der forstlichen Nutzung auf das Derbholz von geringerer Bedeutung. In den letzten Jahrzehnten hat die Zufuhr von luftbürtigen Schadstoffen wesentlich zur Belastung der Böden beigetragen.

Im Exkursionsgebiet wird die Belastung der Waldböden in verschiedenen Untersuchungsprogrammen dokumentiert. Zu nennen sind die chemische Bodenuntersuchung im Rahmen der forstlichen Standortskartierung, die Bodenzustandserhebung (BZE), die niedersächsischen Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) sowie die Flächen des europäischen Level II-Programms (Autorenkollektiv, 1996). Im folgenden werden einige Ergebnisse aus BZE, BDF- und Level II-Programm vorgestellt.

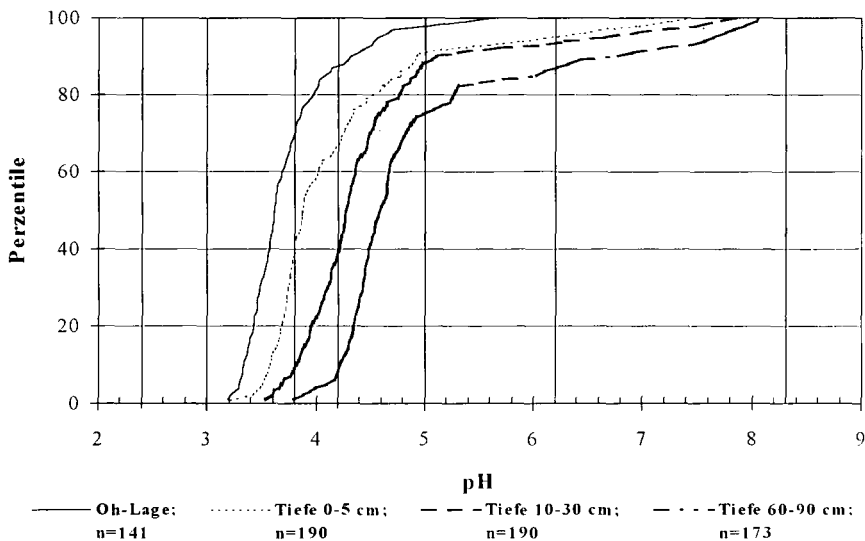


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung der  $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ -Werte; Datensatz der BZE in Niedersachsen 1990/91

\* Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Grätzelstr. 2, D-37079 Göttingen

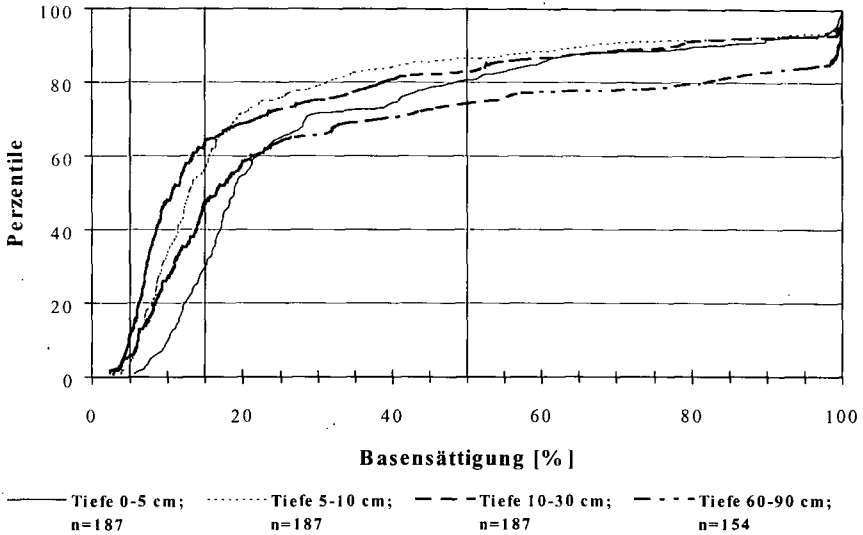


Abbildung 2: Verteilung der Basensättigung im Mineralboden; Datensatz der BZE in Niedersachsen 1990/91

## 2. Chemischer Bodenzustand

In der BZE wurden die Waldböden Niedersachsens in einem systematischen Raster beprobt; deshalb kann diese Untersuchung als flächenrepräsentativ gelten. Die Beprobung erfolgte in den Jahren 1990/91 (Büttner, 1997). Im Mittelpunkt stand bei dieser Untersuchung unter anderem der Grad der Versauerung wie auch die Belastung an Schwermetallen. Anhand der pH-Werte und der Basensättigung wird in den Abb. 1 und 2 ein Überblick über den Bodenzustand gegeben. Die Belastung mit Schwermetallen wird beispielhaft anhand des Bleis erläutert.

Bei 70 % der untersuchten Standorte lag der  $pH_{(H_2O)}$ -Wert im Oh-Horizont unterhalb von 3,8. In 0 - 5 cm Tiefe lagen 40 % der pH-Werte unterhalb von 3,8 und an weiteren 30 % der Beprobungspunkte lagen die Werte zwischen 3,8 und 4,2. In 10 - 30 cm lagen 10 % der Standorte unter pH 3,8 und weitere 30 % zwischen pH 3,8 und 4,2. Die Basensättigung betrug in 0 - 30 cm Tiefe bei etwa 10 % der Standorte weniger als 5 % der effektiven Kationenaustauschkapazität ( $Ak_c$ ). Weitere 40 - 50 % hatten eine Basensättigung von 5 - 15 % der  $Ak_c$ . Es befinden sich also etwa 50 - 60 % der Waldstandorte in Niedersachsen im Fe/Al- und im Al-Pufferbereich; diese Böden weisen eine sehr geringe bzw. eine geringe Elastizität hinsichtlich der Ausstattung mit „basischen“ Kationen und hinsichtlich der Säuretoxizität auf.

Aufgrund seiner hohen Bindungsfestigkeit wird Blei in Waldböden vor allem im Auflagehumus angereichert. Etwa 95 % der untersuchten Standorte wiesen Bleigehalte im

Oh-Horizont von 0,02 bis 0,5 mg/g TM auf. Im Harz gibt es einen lokalen Schwerpunkt der Bleibelastung aufgrund der dort stattgefundenen Bergbauaktivitäten. Hier lagen die Pb-Gehalte in der Oh-Lage des Auflagehumus bei 1,0 mg Pb/g TM (Büttner, 1997).

### 3. Belastung der Böden durch luftbürtige Stoffeinträge

Im Freiland ist die Höhe der Stoffeinträge vor allem von der Niederschlagsmenge abhängig. Die höchsten Einträge sind entsprechend im Harz und im Solling zu verzeichnen (Tab. 1). Eine Besonderheit stellen die NH<sub>4</sub>-Einträge dar; sie sind in den Gebieten mit intensiver Viehhaltung besonders hoch (im Bereich Weser Ems und Elbe-Weser-Dreieck, siehe z.B. Fläche Augustendorf in Tab. 1).

Tab. 1: Eintragsraten mit dem Freilandniederschlag (FN), dem Bestandesniederschlag (BN) und der Gesamtdeposition (GD, nach Ulrich 1991) auf niedersächsischen forstlichen Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF-F) und Level II-Flächen im Jahr 1997.

| Fläche                                     |    | H <sub>2</sub> O | Na    | K     | Mg    | Ca    | H     | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>3</sub> -N | SO <sub>4</sub> -S | Cl    |
|--------------------------------------------|----|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
|                                            |    | mm               | kg/ha | kg/ha | kg/ha | kg/ha | kg/ha | kg/ha              | kg/ha              | kg/ha              | kg/ha |
| Augustendorf<br>(Landkreis<br>Cloppenburg) | FN | 676              | 10.1  | 2.4   | 1.1   | 5.6   | 0.02  | 12.0               | 6.4                | 8.7                | 17.3  |
|                                            | BN | 486              | 15.1  | 13.8  | 1.7   | 3.1   | 0.01  | 20.8               | 7.7                | 12.8               | 27.7  |
|                                            | GD | 486              | 15.1  | 3.6   | 1.7   | 8.4   | 0.03  | 20.8               | 9.6                | 12.8               | 27.7  |
| Ehrhorn<br>(zentr. Lüneburger<br>Heide)    | FN | 686              | 10.4  | 1.6   | 1.0   | 2.4   | 0.08  | 7.9                | 5.2                | 7.0                | 17.1  |
|                                            | BN | 546              | 12.1  | 20.2  | 2.0   | 4.3   | 0.04  | 8.2                | 4.2                | 8.9                | 23.0  |
|                                            | GD | 546              | 12.1  | 1.9   | 1.1   | 2.8   | 0.23  | 9.2                | 6.0                | 8.9                | 23.0  |
| Lüss<br>(südl. Lüneburger<br>Heide)        | FN | 692              | 6.2   | 1.4   | 0.6   | 2.2   | 0.12  | 6.5                | 4.7                | 5.9                | 9.7   |
|                                            | BN | 523              | 10.0  | 18.7  | 1.5   | 5.1   | 0.08  | 7.5                | 5.0                | 9.9                | 19.5  |
|                                            | GD | 523              | 10.0  | 2.3   | 1.0   | 3.6   | 0.33  | 10.4               | 7.5                | 9.9                | 19.5  |
| Fuhrberg<br>(nordöstl.<br>Hannover)        | FN | 657              | 6.1   | 1.2   | 0.7   | 2.4   | 0.09  | 7.2                | 5.0                | 6.7                | 9.2   |
|                                            | BN | 555              | 10.1  | 8.3   | 1.6   | 4.8   | 0.17  | 9.3                | 6.8                | 9.1                | 16.9  |
|                                            | GD | 555              | 10.1  | 2.0   | 1.1   | 4.0   | 0.20  | 11.9               | 8.2                | 9.1                | 16.9  |
| Lange Bramke<br>(Harz)<br>Nordhang         | FN | 1236             | 8.6   | 1.6   | 0.8   | 2.8   | 0.19  | 8.9                | 6.8                | 9.2                | 11.6  |
|                                            | BN | 977              | 10.1  | 17.1  | 1.2   | 5.2   | 0.20  | 7.9                | 7.5                | 12.8               | 18.1  |
|                                            | GD | 977              | 10.1  | 1.9   | 0.9   | 3.3   | 0.48  | 10.5               | 8.0                | 12.8               | 18.1  |
| Lange Bramke<br>Südhang                    | BN | 888              | 9.7   | 19.4  | 1.4   | 6.1   | 0.19  | 10.0               | 9.5                | 14.9               | 16.6  |
|                                            | GD | 888              | 9.7   | 1.8   | 0.9   | 3.2   | 0.73  | 10.0               | 9.5                | 14.9               | 16.6  |
| Lange Bramke<br>Kamm                       | BN | 937              | 13.9  | 14.5  | 2.1   | 9.3   | 0.30  | 10.3               | 10.4               | 17.1               | 23.4  |
|                                            | GD | 937              | 13.9  | 2.6   | 1.3   | 4.5   | 0.58  | 14.4               | 11.0               | 17.1               | 23.4  |
| Solling<br>Buche (B1)                      | FN | 1008             | 6.6   | 1.2   | 0.6   | 2.5   | 0.18  | 7.5                | 6.1                | 7.8                | 10.1  |
|                                            | BN | 794              | 9.3   | 14.7  | 1.4   | 5.5   | 0.17  | 10.3               | 8.7                | 12.3               | 16.5  |
|                                            | GD | 794              | 9.3   | 1.7   | 0.9   | 3.6   | 0.41  | 10.6               | 8.7                | 12.3               | 16.5  |
| Solling<br>Fichte (F1)                     | BN | 651              | 13.7  | 18.5  | 2.1   | 9.4   | 0.32  | 19.7               | 14.4               | 22.9               | 24.8  |
|                                            | GD | 651              | 13.7  | 2.6   | 1.3   | 5.3   | 0.74  | 19.7               | 14.4               | 22.9               | 24.8  |
| Harste<br>(Landkreis<br>Göttingen)         | FN | 549              | 4.0   | 2.1   | 0.6   | 4.3   | 0.03  | 5.3                | 4.0                | 5.3                | 6.1   |
|                                            | BN | 454              | 5.4   | 11.8  | 1.2   | 5.9   | 0.04  | 8.0                | 6.2                | 7.6                | 10.2  |
|                                            | GD | 454              | 5.4   | 2.8   | 0.8   | 5.7   | 0.08  | 7.4                | 5.8                | 7.6                | 10.2  |
| Göttinger Wald                             | FN | 664              | 4.8   | 1.1   | 1.0   | 5.1   | 0.10  | 6.2                | 5.7                | 7.0                | 6.3   |
|                                            | BN | 556              | 7.2   | 17.1  | 1.4   | 7.5   | 0.07  | 9.1                | 8.4                | 10.0               | 13.2  |
|                                            | GD | 556              | 7.2   | 1.7   | 1.5   | 7.7   | 0.07  | 9.3                | 8.5                | 10.0               | 13.2  |

Die räumliche Verteilung der Gesamtd deposition unter den Waldbeständen wird wesentlich vom räumlichen Muster der trockenen Deposition bestimmt. Diese ist im südniedersächsischen Bergland und im Harz wegen des großen Fichtenanteiles verhältnismäßig hoch, während sie im ostniedersächsischen Tiefland mit seinen ausgedehnten Kiefernwäldern relativ niedrig ist. Der Eintrag von Stickstoff und von Schwefel führt sowohl zu einer Versauerung wie auch zu einer Eutrophierung der Waldböden. Die Versauerung wird von dem atmosphärischen Eintrag an H-Ionen und an Ammonium vorangetrieben. Im Bereich Weser-Ems ist vorwiegend Ammonium das versauernde Agens (Meesenburg et. al. 1997).

Die Säurebelastung ist in den letzten 15 Jahren zum Teil deutlich zurückgegangen. In Abb. 3 ist der Trend der nach dem Ulrich'schen Modell (1991) ermittelten H-Ionendeposition für einige Standorte dargestellt. Vor allem an Standorten mit hohem H-Ioneneintrag ist die Belastung stark zurückgegangen. Dies ist vor allem auf die rückläufige Tendenz bei den Schwefelemissionen zurückzuführen. Dieser Rückgang der Säurebelastung hat jedoch noch nicht dazu geführt, dass die Critical Loads für Säure (Warvinge und Sverdrup, 1995) auf den carbonatfreien Standorten unterschritten werden. Die Critical Loads für Säure waren selbst an dem gering belasteten Standort Fuhrberg noch überschritten (Meesenburg et al. 1999).

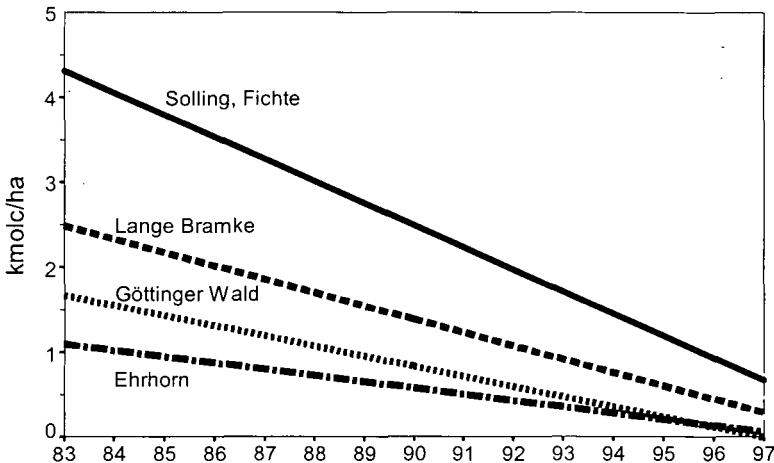


Abb. 3: Trends des atmosphärischen Säureeintrags (Gesamtd deposition nach Ulrich, 1991) im Zeitraum 1983 - 1997 auf ausgewählten forstlichen Bodendauerbeobachtungsflächen

Die hohen Stickstoffeinträge (siehe Tab. 1) können zu einer Eutrophierung der Waldböden führen. Es ist zu vermuten, dass Böden, die in der Vergangenheit stark übernutzt wurden, ihren Stickstoffvorrat wieder auffüllen. Aufgrund der geringen Anzahl von alten Untersuchungen gibt es wenig Daten über die Entwicklung der N-Vorräte in den Waldböden. Die 30-jährigen Meßreihen im Solling weisen für den dort untersuchten Fichtenbestand (F1) eine Akkumulation von Stickstoff in Höhe von etwa 1000 kg N ha<sup>-1</sup> auf (Meiwes et al. 1999). In einem benachbarten Buchenbestand (B1) sind im selben Zeitraum etwa 700 kg N ha<sup>-1</sup> akkumuliert worden.

#### 4. Schlußbemerkung

Wenn auch im Exkursionsgebiet die Säurebelastung der Waldböden in den letzten Jahren zurückgegangen ist, stellt sie immer noch ein wesentliches Problem dar. Aus diesem Grund gibt es in Niedersachsen seit nunmehr 15 Jahren ein Kalkungsprogramm (3 t ha<sup>-1</sup> Kalk pro Maßnahme). Gegenwärtig wird in den Landesforsten mit dem zweiten Kalkungsturnus begonnen. Im ersten Turnus (ca. 15 Jahre) wurde nur zwischen kalkungsbedürftigen und nicht kalkungsbedürftigen Standorten unterschieden. Im zweiten Durchgang werden die kalkungsbedürftigen Standorte hinsichtlich der atmosphärischen Säurebelastung nach zwei Prioritätsstufen differenziert. Bei der Fortführung der Kalkung wird in Zukunft noch weiter differenziert werden müssen.

Während von Seiten der forstlichen Praxis auf das Problem der Bodenversauerung reagiert werden kann, ist dies bei der Eutrophierung mit Stickstoff praktisch nicht möglich. In der BZE wurde in den wässrigen Sättigungsextrakten aus dem Unterboden eine mittlere NO<sub>3</sub>-N Konzentration von 1,9 mg L<sup>-1</sup> (Std. abw. 3,9 mg L<sup>-1</sup>, n = 173) gefunden. Diese Daten weisen darauf hin, dass bereits ein Teil des eingetragenen Stickstoffs mit dem Sickerwasser abgegeben wird.

#### 5. Literatur

- Autorenkollektiv 1996: Wald und Boden - Kooperation bei bodenkundlichen Aktivitäten in den Wäldern Niedersachsens. Arbeitshefte Boden, Heft 2, 1 - 8
- Büttner, G. 1997: Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) in Niedersachsen 1990 - 1991. Schriftenr. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen u. Nieders. Forstl. Versuchsanst.:122, 1 - 205. Sauerländer's Verlag Frankfurt/M.
- Meesenburg, H., Meiwes, K.J., Schulze, A. u. Rademacher, P. 1997: Bodendauerbeobachtungsflächen auf forstlich genutzten Böden, Arbeitshefte Boden, Heft 2, 77 - 93
- Meesenburg, H., Rademacher, P. und Meiwes, K.J., 1999: Stoffeintrag über atmogene Deposition in verschiedene Ökosysteme Niedersachsens und deren Auswirkungen. Arbeitshefte Boden (im Druck)
- Meiwes, K.J., Meesenburg, H. und Rademacher, P., 1999: Wirkung von Stickstoff auf Waldökosysteme. Berichte der Alfred Töpfer Akademie für Naturschutz (im Druck)
- Warfvinge, P and Sverdrup, H. 1995: Critical loads of acidity to Swedish forest soils. Methods, data and results. Reports in Ecology and Environmental Engineering, University of Lund. Vol. 5,1-104
- Ulrich, B. 1991: Rechenweg zur Schätzung der Flüsse in Waldökosystemen: Identifizierung der sie bedingenden Prozesse. Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme, Reihe B, 24, 204 - 210



## Die Beschaffenheit des Grundwassers in Niedersachsen

von

Roland Nieß<sup>1</sup>

Grundwasser hat ein schwerwiegendes, kaum lösbares „Image“-Problem: Man sieht es nicht. Während Belastungen der Luft, von Böden und oberirdischen Gewässern häufig direkt wahrnehmbar sind und entsprechende Aufmerksamkeit auf sich ziehen, ereignen sich Kontaminationen des Grundwassers fast immer zunächst unbemerkt, sozusagen unter Ausschluss der Öffentlichkeit. Ohne geeignete Überwachung können Jahre, manchmal sogar Jahrzehnte vergehen, bis eine Verunreinigung bemerkt wird und Gegenmaßnahmen getroffen werden – falls diese dann überhaupt noch Erfolg versprechen. Beobachtung und vorsorgender Gewässerschutz sind deshalb für kaum ein Kompartiment unserer Umwelt so wichtig wie für das Grundwasser.

Die Grundwasserbeobachtung ist in Niedersachsen Bestandteil des Gewässer-Überwachungssystems Niedersachsen (GÜN), das außerdem die oberirdischen Gewässer, die Küstengewässer, den Niederschlag und die Abwassereinleitung einschließt. Sie stützt sich im wesentlichen auf zwei große Messstellengruppen:

- Rund 3000 Rohwasser- und Vorfeldmessstellen, die von den öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen im Einzugsgebiet ihrer Förderanlagen betrieben werden, und
- 540 Messstellen des staatlichen Grundwassergüte-Grundmessnetzes, die vom Gewässerkundlichen Landesdienst betrieben werden und die übrigen Teile des Landes erfassen (Bild 1).

An diesen Messstellen werden mindestens einmal jährlich – bei Verdacht auf Schadstoffeinträge auch häufiger – 30 Basis-Kenngrößen untersucht, die sich zur Charakterisierung des Wassers und zur schnellen Feststellung von Veränderungen eignen. Außerdem werden in mindestens fünfjährigem Turnus oder bei Verdacht über 30 weitere Kenngrößen untersucht, die besonders auf anthropogene Belastungen hinweisen (z. B. Schwermetalle, organisch-chemische Schadstoffe).

Darüber hinaus werden sowohl von Behörden als auch von privaten Stellen eine Anzahl von Grundwassergütemessstellen mit spezieller Aufgabenstellung (z. B. Deponieüberwachung, Beweissicherung, Forschungsvorhaben) betrieben und nach zweckentsprechenden Messprogrammen beprobt und untersucht.

Alle Messergebnisse stehen dem Gewässerkundlichen Landesdienst zur Verfügung. Er sammelt, prüft und archiviert die Daten und wertet sie u. a. für Veröffentlichungen zum aktuellen Zustand des Grundwassers aus.

---

<sup>1</sup> Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim

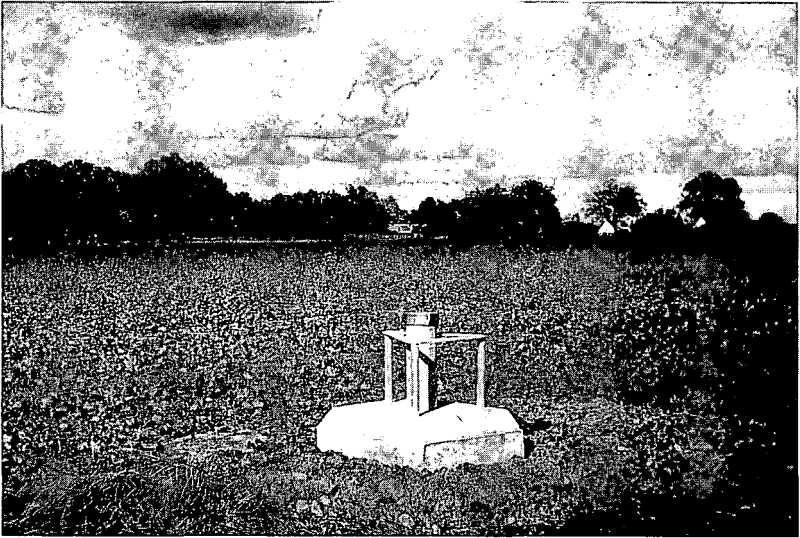


Bild 1: GÜN-Grundwassergüte-Messstelle moderner Bauart

Niedersachsen ist ein grundwasserreiches Land. Über 80 % des Bedarfs der öffentlichen Trinkwasserversorgung werden aus Grundwasser gewonnen. Die Vorkommen verteilen sich auf zwei Grundwasser-Großlandschaften, deren Grenze annähernd durch den Verlauf des Mittellandkanals nachgezeichnet wird (vgl. Karte Bild 2):

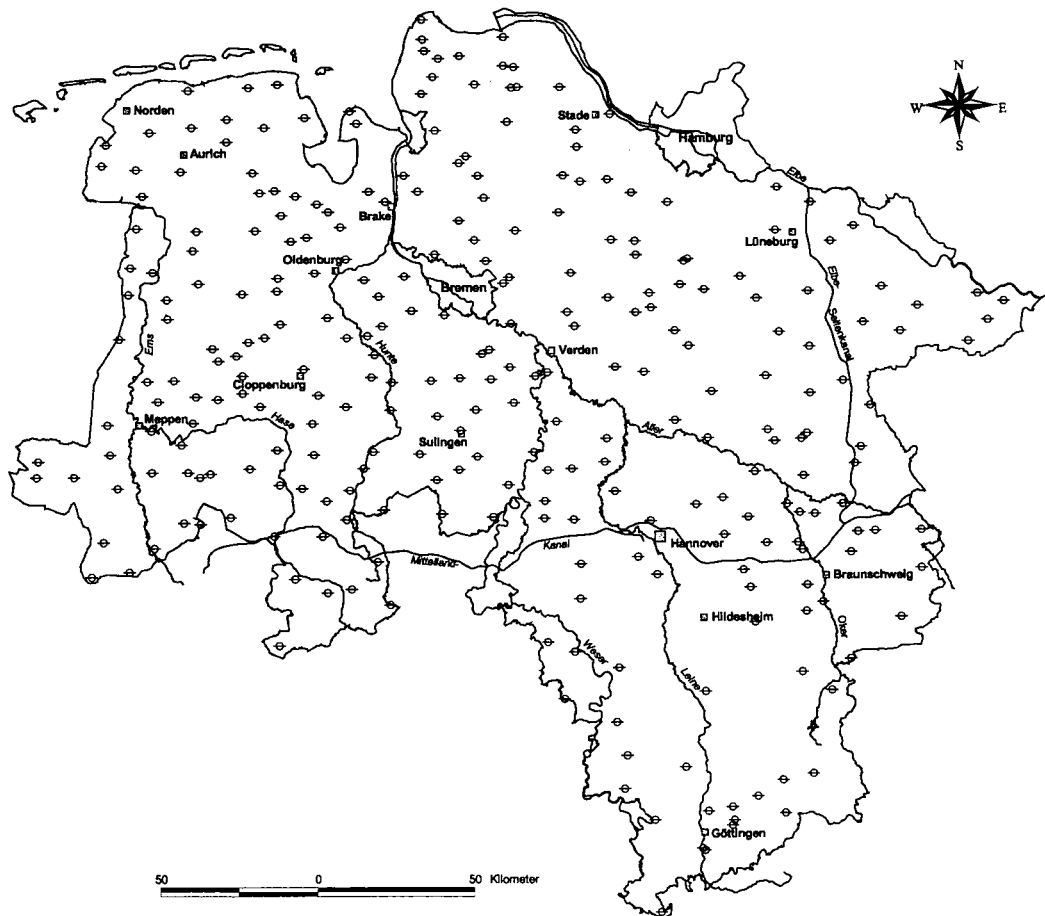
- Südlich des Mittellandkanals finden wir im Festgestein des Harzes und des kleinräumig gegliederten niedersächsischen Berglandes überwiegend Kluft- und Karstgrundwasserleiter neben wenigen Porengrundwasserleitern in den Schotterfüllungen der Täler. Diese Vorkommen liefern das Rohwasser für zahlreiche kleinere Wasserwerke.
- Nördlich davon erstrecken sich bis zur Küste die in der Eiszeit abgelagerten Lockergesteinsmassen des norddeutschen Tieflandes. Hier befinden sich die ergiebigsten, in tertiären Rinnen bis zu 300 m mächtigen Grundwasservorräte des Landes, die vorwiegend von großen Wasserversorgungsunternehmen und Versorgungsverbänden genutzt werden.

Bis in die 70er Jahre war das geförderte Rohwasser allgemein von so hoher Qualität, dass es kaum Einschränkungen bei der Nutzung als Trinkwasser gab, wenn man von einigen regionalen geogenen Belastungen absieht: Grundwasser aus dem Harz weist wegen der Erzvorkommen erhöhte Schwermetallgehalte auf. Das süße Grundwasser der Nordseeinseln und des Küstensaums ist bei unangepasster Entnahme durch vordringendes Meerwasser gefährdet, und auch im Binnenland findet sich stellenweise, meist in der Umgebung von Salzstöcken, versalztes Grundwasser.

Dann wurden die Probleme sichtbar, mit denen wir es bis heute zu tun haben. Bild 3 zeigt, wie sich die Nitratkonzentrationen im Rohwasser bzw. im abgegebenen Trinkwasser ausgewählter Wasserwerke seit 1974 entwickelt haben. Zwar gelang es in allen dargestellten Fällen, durch Verschneiden mit nitratärmerem Wasser oder durch Brunnenvertiefung den Grenzwert der Trinkwasserverordnung



Bild 2



Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen

Grundwassergüte - Grundmeßnetz

Karte der Meßstellenstandorte

Bearbeitet vom Niedersächsischen  
Landesamt für Ökologie

⊕ Meßstellenstandort

nung (50 mg/l) einzuhalten, doch waren manche Maßnahmen nur kurzfristig wirksam (vgl. z. B. die Ganglinie des WW Holdorf). Seit 1992 zeichnet sich ein Ende des Anstiegs, zum Teil sogar eine Trendwende ab. Dies ist zweifellos den ursächlichen Gegenmaßnahmen (vermehrte Ausweisung von Schutzgebieten, Nutzungseinschränkungen, Flächenaufkauf und -extensivierung, Beratung der Landwirte) zu verdanken.

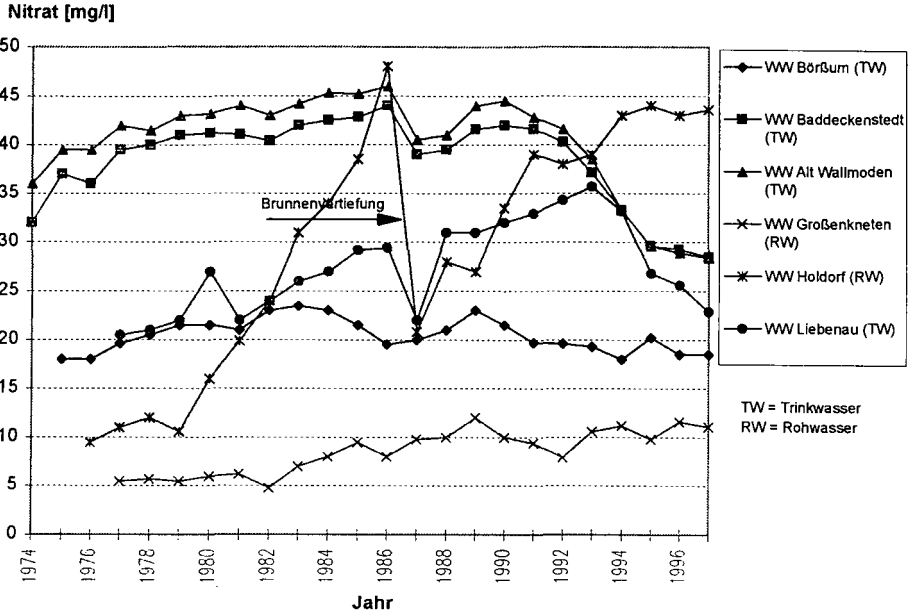


Bild 3: Trend der Nitratbelastung in ausgewählten Wasserwerken Niedersachsens

In Bild 4 ist die Nitratsituation im staatlichen Grundwassergüte-Grundmessnetz nach Daten von 1997 wiedergegeben. Danach wäre das Wasser von 22,6 % der Proben aus flachen Messstellen wegen Überschreitung des Nitrat-Grenzwertes als Trinkwasser nicht geeignet und weitere 9,5 % wegen Überschreitung des Richtwertes (25 mg/l) bedenklich. Regionale Schwerpunkte der Belastung sind landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen mit leichten Böden und Gebiete mit Massentierhaltung. Die tieferen Grundwasservorkommen erscheinen demgegenüber wesentlich geringer belastet. Über 91 % weisen lediglich die als natürlich angesehenen Nitratkonzentrationen bis zu 10 mg/l auf.

Dass die überoptimale Düngung eine der wesentlichen Ursachen des Nitratproblems ist, wird heute von niemandem mehr bestritten. Aber auch die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger, die auf dem Luftpfad über Niederschläge ins Grundwasser gelangen, tragen viel dazu bei. Dies beweisen erhöhte Nitratkonzentrationen in Messstellen unter Wald, wo niemals Dünger ausgebracht wurde und trotzdem Stickstoff an das Grundwasser abgegeben wird.

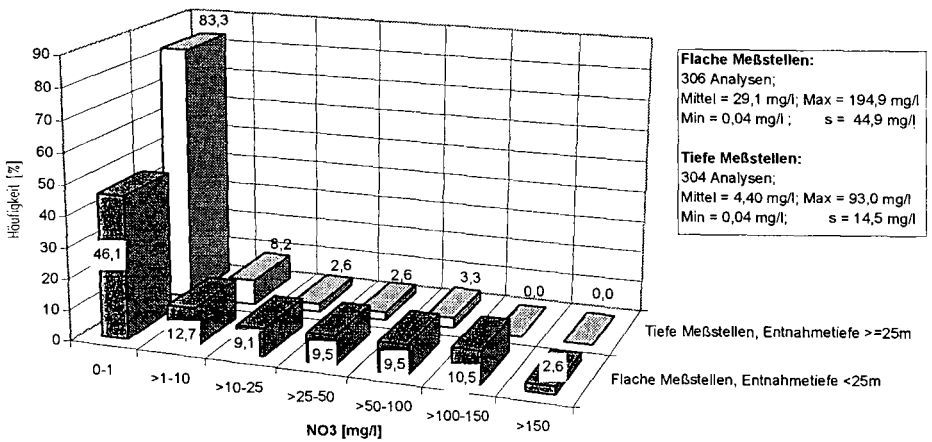


Bild 4: Häufigkeitsverteilung der Nitratkonzentrationen im Grundwasser der GÜN-Gütemessstellen des Landes Niedersachsen 1997

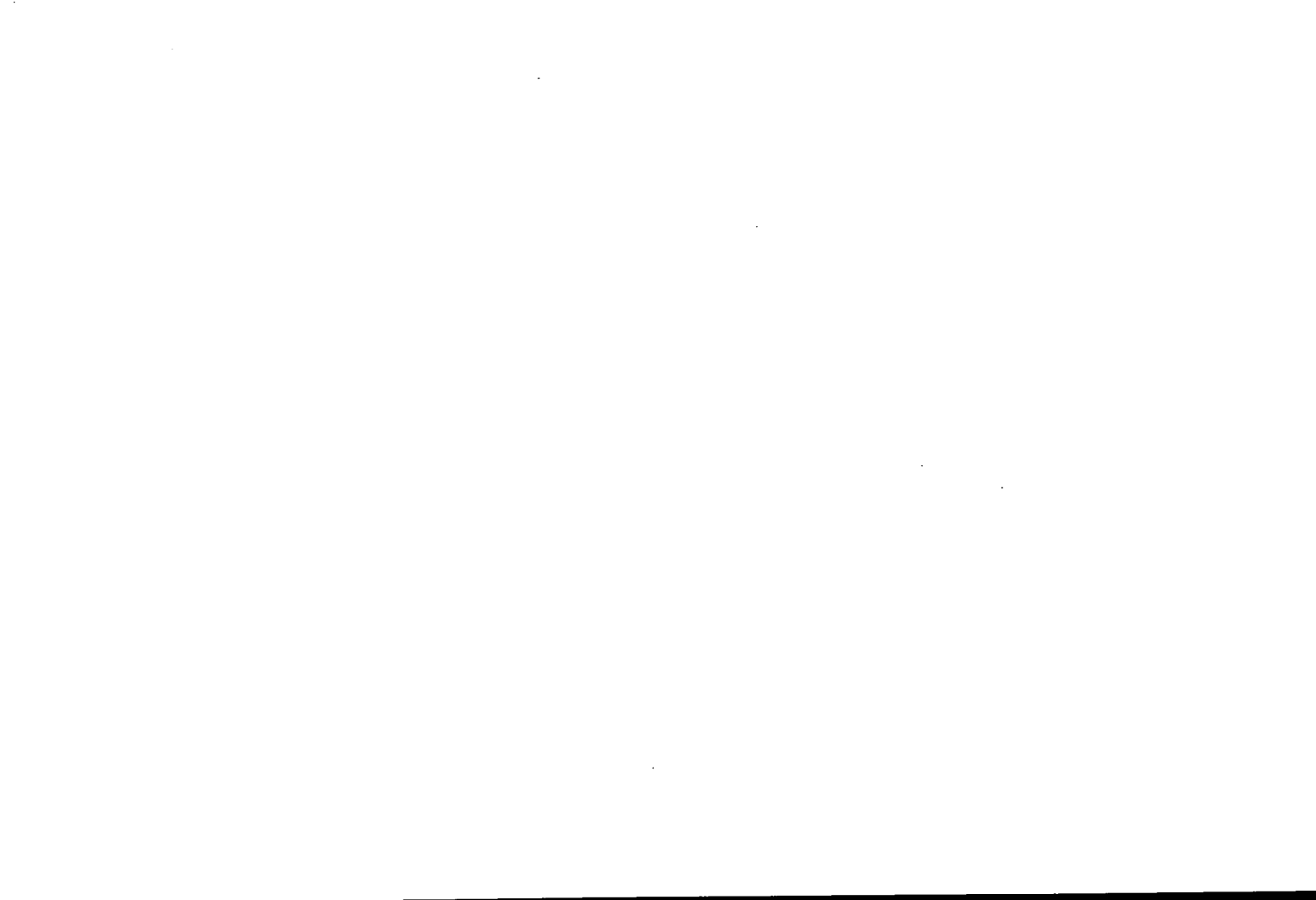
Auch im staatlichen Messnetz ist die Nitratbelastung des oberflächennahen Grundwassers seit 1991, wo im Landesdurchschnitt 40 mg/l überschritten waren, nicht mehr angestiegen, allerdings seither auch nicht nennenswert zurückgegangen.

Seit über 10 Jahren werden das oberflächennahe Grundwasser, das Rohwasser und das Trinkwasser regelmäßig auf Pflanzenschutzmittel analysiert. Die letzte landesweit angelegte Untersuchung durch das Niedersächsische Landesamt für Ökologie in den Jahren 1997 und 1998 ergab an 9,1 % der Messstellen Überschreitungen des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung für Einzelstoffe (0,1 µg/l). Damit liegt Niedersachsen knapp unter dem von der LAWA für die Bundesrepublik Deutschland ermittelten Durchschnittswert von 9,7 %<sup>2</sup>. Regionale Belastungsschwerpunkte sind aus den Ergebnissen nicht erkennbar. Im Trinkwasser der öffentlichen Wasserversorgung des Landes wurde der Grenzwert bisher nicht erreicht.

Die Belastung des Grundwassers in der Fläche mit Schwermetallen und organisch-chemischen Schadstoffen war in Niedersachsen bisher sehr niedrig und gab nicht zur Besorgnis Anlass.

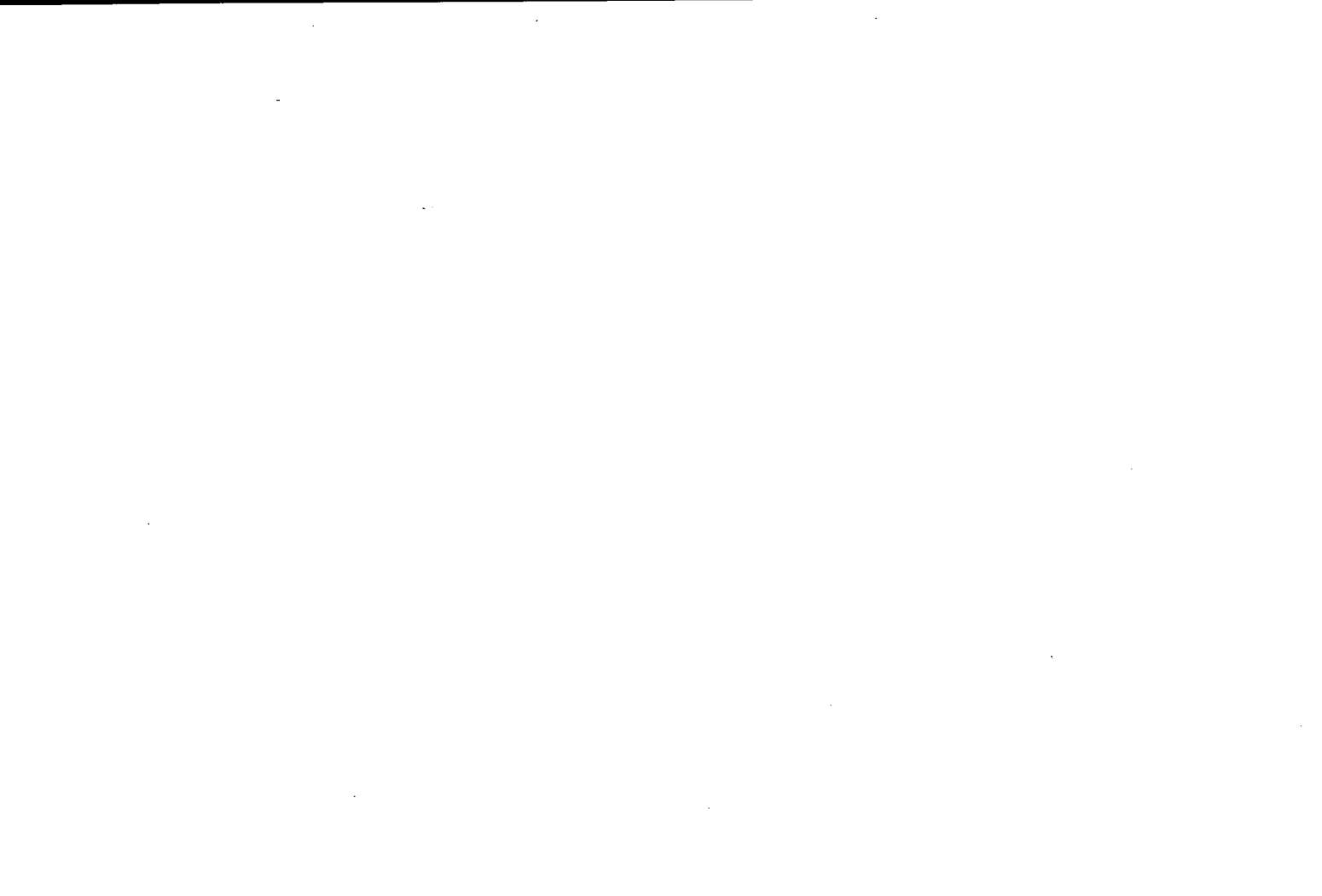
Als zusammenfassende Bewertung kann festgehalten werden, dass in Niedersachsen derzeit noch ausreichend Grundwasser in guter Qualität zur Verfügung steht. Es müssen aber weiterhin alle möglichen Anstrengungen unternommen werden, dass dies auch so bleibt.

<sup>2</sup> Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, Hrsg.): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit - Pflanzenschutzmittel -, Berlin 1997



Spezieller Teil:

## **Informationen zu den Exkursionen**



|                  |
|------------------|
| Exkursion<br>Z 1 |
|------------------|

**Böden der Niedersächsischen Küstenregion  
und der Ostfriesischen Inseln**

von

H. Sponagel <sup>1)</sup>, U. Müller <sup>1)</sup>, B. Junge <sup>1)</sup>

mit Beiträgen von

J. Barckhausen <sup>1)</sup>, H. J. Streif <sup>1)</sup>, W. Janssen <sup>2)</sup>, E. Strahl <sup>3)</sup>, L. Gianì <sup>4)</sup>, K. Wonneberger <sup>5)</sup>, A. Meyer <sup>6)</sup>

**Inhalt**

***1. Tag: Marschböden des Festlandes - Genese und Verbreitungsmuster***

- 1 Einführung
- 2 Exkursionsroute Küstenmarsch
- 3 Beschreibung des Exkursionsgebietes
  - 3.1 Naturräumliche Gliederung
  - 3.2 Geologie und Geomorphologie
  - 3.3 Klima
  - 3.4 Vegetation
  - 3.5 Siedlungsgeschichte
  - 3.6 Nutzung
- 4 Exkursionspunkte Küstenmarsch
- 5 Literatur

***2. Tag: Bodengenetik: Catena durch Dünenlandschaft und Vorland der ostfriesischen Insel Spiekeroog***

- 1 Exkursionsroute
- 2 Beschreibung des Exkursionsgebietes
  - 2.1 Lage und Größe
  - 2.2 Naturräumliche Gliederung
  - 2.3 Geologie und Geomorphologie
  - 2.4 Klima
  - 2.5 Hydrologie
  - 2.6 Vegetation
  - 2.7 Nutzung
- 3 Exkursionspunkte
  - 3.1 Profilbeschreibungen, Profildaten und Interpretation
- 4 Literatur

**Anschriften der Autoren:**

- <sup>1)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, 30655 Hannover
- <sup>2)</sup> Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Mars-La-Tour-Str. 1-13, 26122 Oldenburg
- <sup>3)</sup> Niedersächsisches Institut für historische Küstenforschung, 26382 Wilhelmshaven
- <sup>4)</sup> Carl von Ossietzky-Universität, Carl von Ossietzky-Str. 1, 26129 Oldenburg
- <sup>5)</sup> Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer, Virchowstr. 1, 26382 Wilhelmshaven
- <sup>6)</sup> Kreisverb. Wesermarsch der Wasser- und Bodenverbände, Franz-Schubert-Straße 31, 26919 Brake

## 1 Einführung

Die zweitägige Exkursion führt in den Raum der niedersächsischen Nordseeküste und ihren vorgelagerten Ostfriesischen Inseln. Neben typischen Böden, ihrer Vergesellschaftung und Verbreitung soll dem Teilnehmer aber auch ein Gesamteindruck dieser Landschaft vermittelt werden. Hierzu gehört in erster Linie das Wirken der Menschen, die - wie in kaum einer anderen Landschaft - diesem Raum ihren Stempel aufgedrückt haben; denn erst die gewaltigen Anstrengungen zur Landgewinnung, der Deichbau zum Schutz des Hinterlandes, die systematischen Entwässerungsmaßnahmen und nicht zuletzt auch die Maßnahmen zum Erhalt und Schutz dieser Region in ihrer Einmaligkeit machen das Küstenholozän heute zu einem Raum, in dem Naturschutz, intensive Landwirtschaft und hochtechnisierte Industrie kein Widerspruch sind.

## 2 Exkursionsroute Küstenmarsch

Die Exkursionsroute (vgl. Abb. 1) führt von Hannover in nördliche Richtung zunächst auf die Autobahn Kassel-Hamburg und durch die Wedemark, ein Gebiet ① zwischen den Flüssen Leine im Westen und Wietze im Osten. Morphologisch-geologisch betrachtet ist dieses von Mooren und Flußniederungen umgebene Gebiet eine Geestinsel mit für die nördliche Landschaft Niedersachsens typischen End- und Endstauachmoränen, Talsanden und Geschiebelehmplatten. Die in den Endmoränen eingeschuppten Tone sind z. T. von Ziegeleien abgebaut worden. Heute findet nur noch der Abbau von Sanden und Kiesen statt.

Auf der östlichen Seite der Autobahn befindet sich eine große Talsandebene ②, in dem die weichselzeitliche Niederterrasse der Leine stufenlos in die Talsandfläche des Allerurstromtals übergeht. In diesem Gebiet liegt das sogenannte Fuhrberger Feld, nicht nur bekannt als Wassergewinnung für Hannover, sondern auch als intensive Bodenforschungsstätte des NLF, der BGR und der Universität Hannover zum Thema Wasserhaushalt und -transport. Besonders erwähnenswert sind aber auch die Raseneisenerzvorkommen im Wietzetal, die bereits seit Beginn der Eisenzeit bis 1735 zur Eisengewinnung und auch als Baumaterial genutzt wurden, wie am Beispiel vieler Kirchen und Häuser noch heute zu sehen ist.

Im Bereich der Autobahnraststätte Allertal überqueren wir die Aller. Das Allertal ③ ist Teil des Breslau-Magdeburg-Bremer Urstromtales und in diesem Bereich ca. 20 km breit. Das Allertal selbst war durch ein altes Bruchsystem vorgegeben, in dem zahlreiche Salzstöcke aufgedrungen sind. So finden sich Erdölfelder in diesem Raum, wie z. B. das älteste Europas - das Feld um Wietze, in dem 1858 eine erste Bohrung fundig wurde. Die im Verlauf der weiteren Fahrt auffallenden Dünen, deren Sand im Spätglazial bis ins Holozän hinein aus den Talsanden ausgeblasen wurden, versperren örtlich den Wasserabfluß der Seitenbäche zur Aller, so daß vor allem nördlich der Aller große Moorflächen entstanden sind, z. B. das Ostenholzer Moor.

An dem Autobahndreieck Walsrode erreichen wir den Sütteil der Lüneburger Heide, die sogenannte Heidmark ④. Große Heideflächen, wie der Name Heidmark vermuten läßt, sind nicht mehr zu sehen, hier und da aber zwischen den Kiefernbeständen Heide mit Wacholder. Im Gegensatz dazu treten nun entlang der Fahrstrecke auch ausgedehnte ackerbaulich genutzte Hochflächen auf. Die oft an den Feldern aufgetürmten Steinhaufen deuten schon auf die Geschiebelehmverbreitung hin. Auf den Flächen werden Hackfrüchte - insbesondere die Heidekartoffel - und Getreide angebaut, nachdem im 19. Jahrh. große Flächen durch Heiderodung in Kultur genommen wurden. Die beim Überfahren der Böhmebrücke links und rechts der Autobahn zu sehenden Grünlandflächen der Böhmetalae wurden bis 1960 noch als Rieselwiesen bewirtschaftet. Hierzu wurden nach dem System der Wiesenbauschule Suderburg (heute FH) kunstvolle Berieselungstauwerke angelegt. Auf der Weiterfahrt lassen wir ca. 40 km vor Bremen die Kreisstadt Verden links der Autobahn liegen. Zur Zeit der Christianisierung wurde Verden Bischofsstadt. Aber nicht nur deshalb ist Verden schon früher ein Mittelpunkt gewesen, auch als strategischer Ort mit Flußübergängen der Weser und Aller wurde dieser Ort auf Feldzügen gern benutzt. So hielt sich hier auch Karl der Große auf und hielt im Jahre 782 ein Strafgericht über 4 500 Sachsen. Der Sachsenhain mit 4 500 Findlingen erinnert an dieses Blutbad.

Nach Erreichen des Bremer Kreuzes wird die Stadt östlich umfahren. Bremen - eine alte Hanse- und Bischofsstadt - liegt im Kern auf einem 40 km langen, aber nur 1 km breiten Dünenrücken, der am Dom mit 13,2 m ü. NN seine größte Erhebung erreicht. Dieser trockene Siedlungsstandort reichte aber bei der schnellen Stadtentwicklung nicht lange aus, so daß das heutige Stadtgebiet zu 85 % im Bereich der Marsch



# Exkursionsroute

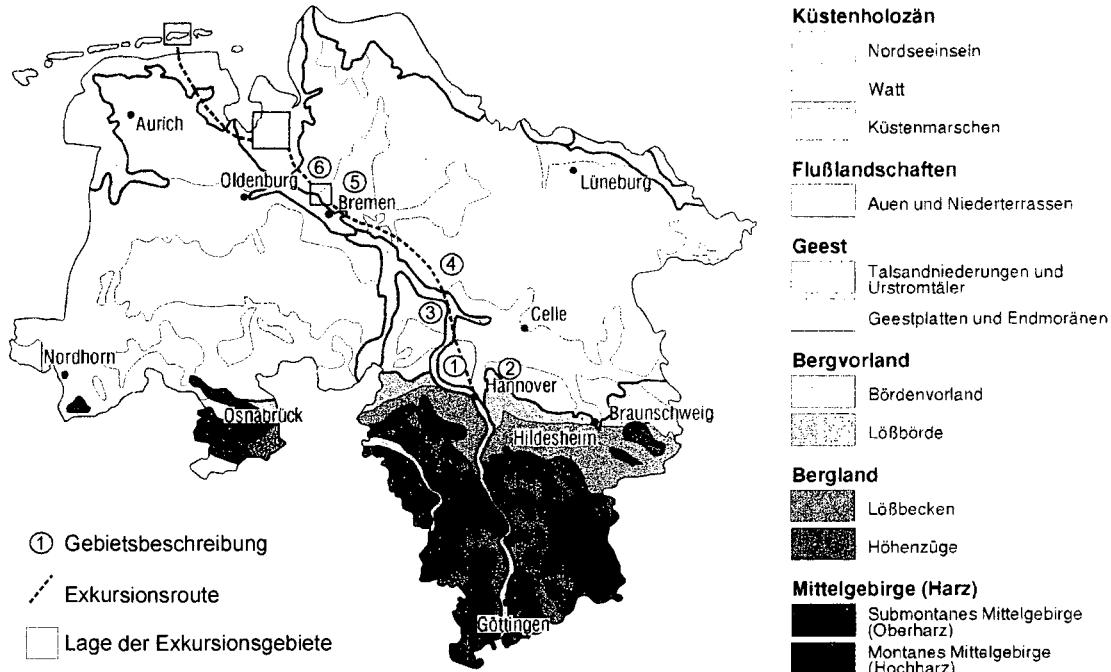


Abb. 1: Exkursionsroute

liegt und Bremen daher als echte Marschenstadt bezeichnet werden kann. Anstelle einer alten Stadtmauer wird Bremen heute von einem ca. 115 km langen Deich gegen Überflutung geschützt, wobei Sperrwerke an der Lesum und Ochtrum sowie zahlreiche Schöpfwerke für geregelte Wasserverhältnisse sorgen. Zur besonderen Blüte kam Bremen mit dem Aufschwung des Überseehafens und dem damit verbundenen Welthandel. Noch jetzt haben viele Tabak-, Kaffee-, Gewürz- und Holzfirmen ihren Stammsitz in Bremen. Von dem ehemaligen Reichtum der Stadt und ihren Einwohnern zeugen prächtige öffentliche Bauten und die Kaufmanns- und Reedervillen aus der Gründerzeit. Im weiteren Verlauf der Fahrt an Bremen vorbei sehen wir rechterhand eine ausgedehnte Moor- und Marschenniederung mit vielen parallel laufenden Entwässerungsgräben - das Bremer Blockland ⑤, dessen Niederung einen großen Verbund mit weiteren Niederungsländschaften bildet, wie der Wümmeniederung im Südosten und dem Teufelsmoor im Nordosten mit dem bekannten Künstlerdorf Worpswede. Nach dem Überqueren der Lesum, die aus den Zusammenflüssen der Wümme und Hamme entstanden ist, erreichen wir die Vegesacker Hochgeest ⑥. Meyenburg, am westlichen Rand zur Talaue der Weser gelegen, ist unser Ausgangspunkt zur Exkursion (vgl. Abb. 2). Der Standort erlaubt von der Geeststeilkante einen weiten Blick in die Marsch. Aber auch die typische Situation der Verzahnung zwischen Marsch und Geest (Abb. 3) ist an dieser Stelle beispielhaft anzutreffen.

Abb. 2 ① Exkursionsprofile 1. Tag Küstenmarsch

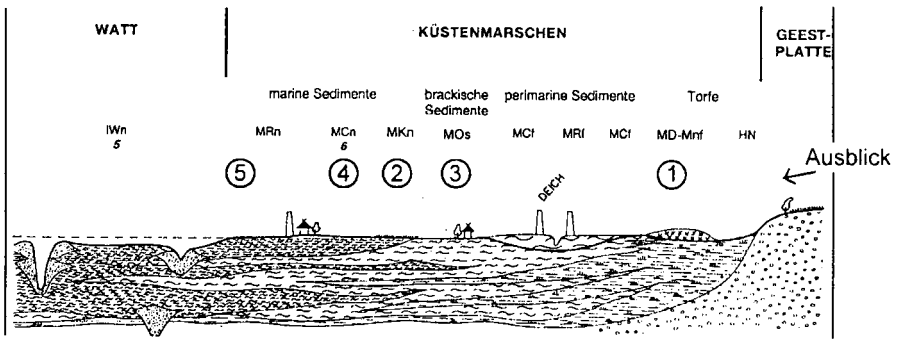
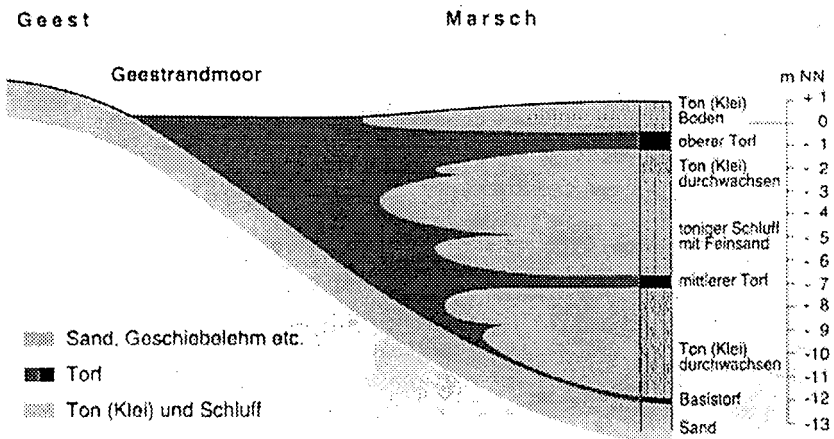


Abb. 3: Schematische Darstellung des Überganges zwischen Geest und Marsch (aus POTT 1995)



### 3.1 Landschaftliche Gliederung

Das Gebiet zwischen der offenen Nordseeküste und der Geest wird als Küstenholozän bezeichnet und läßt sich in drei Großlandschaften gliedern:

- die Barriere Inseln,
- das Wattengebiet und
- die Küstenmarsch mit den zur Geest überleitenden Randmooren.

Diese relativ junge Landschaft ist erst im Verlauf der letzten 7 000 Jahre entstanden, wobei die genannten Untergliederungen sich aber sehr deutlich voneinander abgrenzen und ihre eigene typische Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte aufweisen. Unser Exkursionsgebiet Küstenmarsch liegt mit seinem Schwerpunkt im Landkreis Wesermarsch, der wiederum einer einzigen naturräumlichen Einheit gleichen Namens zuzuordnen ist. Diese läßt sich in das sogenannte

- Marschenhochland,
- Marschensietland und in mehr oder weniger ausgeprägte
- Moorlandschaften gliedern.

Insgesamt kann die Landschaft bezüglich des Reliefs als sehr eben bezeichnet werden. Die höchste Erhebung wird mit 8,9 m ü. NN angegeben, während weite Teile der Marsch örtlich bis minus 1,8 m u. NN abfallen und ohne schützende Deiche von der Nordsee bzw. der Weser regelmäßig überflutet würden. Mit einer durchschnittlichen Höhe von 2 m ü. NN ist und war das Hochland der bevorzugte Siedlungsstandort natürlich besonders vor dem eigentlichen Deichbau, der um etwa 1 000 v. Chr. begann. Das tiefer gelegene Sietland ist hauptsächlich durch eine intensive landwirtschaftliche Nutzung geprägt und daher auch durch eine Vielzahl von unterschiedlich großen Entwässerungsgräben und Grüppen gekennzeichnet, die das überschüssige Wasser über Schöpfwerke wieder in die Nordsee oder in die Weser pumpen.

### 3.2 Geologie und Geomorphologie

Anlage der Landschaftsformen im Pleistozän

Bis zum Eisvorstoß der **Elster-Kaltzeit** war die Weser, wie die Ablagerungen der Oberterrasse belegen, an ein großes, Ost-West orientiertes Flußsystem angeschlossen. Dieses Flußnetz reichte nach Osten bis in das heutige Einzugsgebiet der Elbe und verlief durch das Gebiet nördlich von Hannover über das Emsland sowie die Niederlande zur Nordsee (ROHDE 1989, 1994: Abb. 1, CASPERS et al. 1995: 30 f.). Mit dem Vorstoß des Elster-Eises wurde der Weserlauf von Hameln über Rinteln und durch die Porta Westfalica angelegt, der auch während der **Holstein-Warmzeit** sowie zu Beginn der **Saale-Kaltzeit** fortbestand. Er schüttete auch die mächtigen Sand- und Kieskörper der Mittelterrasse auf, die sich von der Porta Westfalica über das Emsland und die Niederlande bis zur Nordsee verfolgen lassen.

Völlig neue Verhältnisse schuf der Eisvorstoß im frühen Drenthe-Stadium der **Saale-Kaltzeit**. Er stauchte die 150 m hohen Endmoränenwälle der Rehburger, Dammer und Fürstenaue Berge auf (MEYER 1986: Abb. 1, CASPERS et al. 1995). Anschließend überfuhr das Eis diese Wälle und hinterließ im südlich anschließenden Vorland weitflächig Ablagerungen der Grundmoräne. Dadurch wurde der vormalige Flußlauf so stark eingeengt, daß sich die Schmelz- bzw. Flußwässer beim Zerfall des Eises einen neuen Abfluß nach Norden suchten (MEYER 1986). Damit verlor das ursprüngliche, Ost-West orientierte Entwässerungssystem endgültig seine Funktion.

Nach einer kurzen Rückschmelzphase rückte das Eis im jüngeren Drenthe-Stadium erneut vor und stauchte die Wälle der Altenwalder bzw. Lamstedter Endmoränen auf, die unweit östlich der heutigen Unterweser von Cuxhaven nach Süden bzw. Südosten verlaufen (MEYER 1986, NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1995). Die am Eisrand austretenden Schmelzwässer sammelten sich im Breslau-Magdeburg-Bremer Urstromtal (MEYER 1983) und schufen eine

Erosionsrinne, die den heutigen Verlauf des Allertales sowie des Wesertales von Nienburg über Verden und Bremen bis Bremerhaven bestimmt

Während der **Eem-Warmzeit**, die zeitlich zwischen 125 000 und 115 000 J.v.h. einzustufen ist, stieg der Meeresspiegel und überflutete die Nordsee Teile des heutigen Festlandes (STREIF 1990: Abb. 5). In Ostfriesland existierte zeitweilig ein Wattenmeer mit Inseln und Buchten, dessen Küstenverlauf weitgehend dem heutigen glich. Im Unterelbegebiet bestanden dagegen weit ins Binnenland reichende Wattbuchten (HÖFLE et al. 1985: Abb. 1). Da die Ablagerungen des Eem-Meeres westlich sowie östlich der Wesermündung flächenhaft im Niveau unterhalb von NN -7 m auftreten, wäre zu erwarten, daß sie auch im Unterwesertal vorkommen. Dort hat man sie trotz intensiver geologischer Erkundungen jedoch nicht angetroffen, was vermutlich auf starke, nach dem Ende der Eem-Warmzeit einsetzende Erosionsprozesse zurückzuführen ist.

In der **Weichsel-Kaltzeit**, die den Zeitabschnitt von 115 000 bis ca. 11 500 J.v.h. umfaßt, ist skandinavisches Inlandeis nur in der kurzen Phase zwischen 25 000 und 18 000 J.v.h. nach Norddeutschland vorgestoßen. Der Meeresspiegel lag damals ca. 130 m tiefer als heute, und die Nordsee hatte sich so weit nach Norden zurückgezogen, daß sie nur mit einem schmalen Ausläufer bis in das Gebiet ca. 250 km nördlich der Doggerbank reichte (JELGERSMA 1979). Das umliegende Flachland, das im Westen und Osten an das englisch-schottische bzw. skandinavische Inlandeis angrenzte (CAMERON et al. 1993), lag dabei im Einflußbereich eines Periglazialklimas. Der Boden war tiefgründig gefroren, taute nur in sommerlichen Warmphasen von der Oberfläche her einige Dezimeter tief auf und trug eine Polarwüsten- bzw. Tundravegetation.

In dieser Phase wurden im Wesertal Sedimente der Niederterrasse aufgeschüttet (MEINKE 1992, 1995). Ihre Ablagerungen füllen den tieferen Teil einer in die Geestlandschaft eingeschnittenen Erosionsrinne, die im Bremer Raum zwischen 8 und 11 km Breite aufweist. Nördlich davon erweitert sie sich trichterförmig und zeigt dabei ein ausgesprochen asymmetrisches Querprofil. Im Westen fällt die Talflanke mit wellig-hügeligem Relief flach ein und ist vollständig von jüngeren Küstenablagerungen bedeckt. Den Ostrand des Tales markiert eine durch Flußerosion geschaffene Geländestufe, die als auffälliger ca. 10 m hoher Steilhang in Erscheinung tritt und sich unter den jüngeren Küstenablagerungen bis ca. 12 m Tiefe fortsetzt.

Südlich von Bremen bestehen die Niederterrassen-Ablagerungen überwiegend aus Kies, nördlich davon herrscht dagegen sandiges bis feinkiesiges Material vor. Stellenweise sind darin große Steine anzutreffen, die z. T. in Lagen angereichert vorkommen. Hierbei handelt es sich um Geschiebe, die aus eiszeitlichen Moränen ausgewaschen und vom Fluß nur über kurze Distanzen transportiert worden sind. Die Basisfläche der Niederterrasse hat ein ausgesprochen unruhiges Relief, ihre Oberfläche ist dagegen nahezu eben. Sie taucht unweit südlich von Bremen unter die holozänen Küstenablagerungen und läßt sich unter diesen mit 0,17 ‰ Gefälle über die ca. 65 km lange Strecke bis Bremerhaven verfolgen, wo sie bei NN -12 bis -15 m anzutreffen ist (PREUß 1979). Eingesenkt in die Terrassenoberfläche sind 4 bis 5 m tiefe Flußrinnen, die überwiegend einen langgestreckt bogigen Verlauf haben, z. T. aber auch typische Mäanderbögen erkennen lassen.

Zu den Landschaftselementen des Unterwesertales gehören auch Dünen, die in der ausgehenden Weichsel-Kaltzeit und im frühesten Holozän auf der Oberfläche der Niederterrasse aufgeweht worden sind. Sie bilden unmittelbar östlich des ehemaligen Hauptstromes einen schmalen, stellenweise 10 bis 12 m hohen Dünenzug (PREUß 1979). Dieser wurde im weiteren Verlauf der Erdgeschichte vollständig oder nur teilweise von Küstenablagerungen überdeckt, so daß seine höchsten Erhebungen heute z. T. inselartig über die Marschenlandschaft aufragen. Bekanntestes Beispiel einer solchen Aufragung ist die Bremer Düne, die, als überflutungssichere Hochlage in unmittelbarer Nähe der Weser, den ursprünglichen Siedlungskern der Stadt bildete. Weitere Beispiele sind Dünenaufragungen in der Marsch bei Aschwarden östlich der Unterweser (PREUß 1979) sowie der Holler Sandberg südöstlich der unteren Hunte.

## Entwicklung der heutigen Küstenlandschaft im Holozän

Die im Weichsel-Spätglazial beginnende und im **Holozän** fortdauernde Erwärmung führte zu einem Meeresspiegel-Anstieg, bei dem die Küstenlinie sich rasch über eine „ertrinkende“ Landschaft hinweg landwärts und höher schob. Um ca. 10 000 J.v.h. drangen erste Brackwasserüberflutungen im Niveau von -65 m zwischen der englischen Ostküste und der Doggerbank ins südliche Nordseebecken vor (JELGERSMA 1979, EISMA et al. 1981). Dort entwickelte sich zwischen 9000 und 8000 J.v.h. ein ausgedehntes Wattenmeer (EISMA et al. 1981, CAMERON et al. 1993). Um 8300 J.v.h. öffnete sich der Ärmelkanal als weitere Verbindung zum Atlantik, und spätestens ab 7000 J.v.h. herrschten im gesamten südlichen Nordseebecken marine Verhältnisse.

Vor ca. 8500 J.v.h. erreichten erste Brackwasservorstöße das Vorfeld der Ostfriesischen Inseln und Watten (HANISCH 1980, STREIF 1990). Mit dem weiteren Steigen des Nordseespiegels um ca. 25 m wurde die bis dahin bestehende wellig-kuppige, dicht bewaldete und teilweise von Mooren bedeckte Geestlandschaft überflutet und durch junge Küstensedimente überdeckt. Der dabei aufgeschüttete Sedimentkörper, der in Abbildung 1 in Form eines schematischen, von der Nordsee bis zur Geest reichenden geologischen Schnittes wiedergegeben ist, nimmt ein durchschnittlich 10 bis 20 km breites Areal ein, reicht aber an der Unterweser ca. 80 km weit ins Binnenland. Am seewärtigen Rand ist dieser Akkumulationskeil bis ca. 35 m dick und wird dort zusätzlich von den subrezentem, stellenweise 25 m hohen Inseldünen überlagert. In landwärtiger Richtung wird der Akkumulationskeil allmählich dünner, bis das Küstenholozän gegen die Geest auskeilt oder in die Auenablagerungen der Flußtäler übergeht.

Seeseitig besteht der Akkumulationskeil vorwiegend aus Fein- und Mittelsanden, die unter den Einflüssen von Seegang, Brandung und Tideströmungen abgelagert worden sind. In geschützteren oder weiter landwärts gelegenen Räumen sind feinsandige, schluffige und tonige Sedimente verbreitet, die unter Gezeiteneinfluß im Watt- bzw. Brackwassermilieu sowie im Süßwasser-Gezeitenbereich zum Absatz gelangten. Klastisches Material, das aus der Nordsee bzw. aus den Flüssen stammt und somit von außen in den Küstenraum eingefrachtet worden ist, macht 90 Volumen-% des holozänen Akkumulationskeils aus. Die restlichen 10% bestehen aus Torfen, d. h. sedimentären organischen Bildungen an Ort und Stelle gewachsener Moore (HOSELMANN & STREIF 1997, 1998). Torfe treten an der Basis der tonig-schluffigen Küstensedimente auf bzw. sind lagenweise in diese eingeschaltet. Generell nimmt der Torfanteil in den Holozänprofilen von See in Richtung auf die Geest zu. Dabei vereinigen sich dünne Torflagen zu mächtigeren Schichten bzw. zu durchgängigen, oft mehrere Meter dicken Torfpaketen.

Die Landschaftsentwicklung des Unterweserraumes (HÖFLE 1976, PREUß 1979, STREIF 1993, 1998 und BARCKHAUSEN 1995) ist durch folgende Entwicklungsphasen gekennzeichnet. Im Weichsel-Spätglazial und frühen Holozän breitete sich auf der Weser-Niederterrasse Waldvegetation aus, wobei zunächst lockere Birkenbestände, anschließend Kiefernwälder und später dichte Laubmischwälder aufeinander folgten. Bodenbildungsprozesse hinterließen typische Podsolprofile, die an der Grenzfläche zwischen pleistozänen und holozänen Schichten häufig zu beobachten sind. Feuchte Stellen des weitflächig ebenen Talbodens begünstigten Moorwachstum, das lokal bereits um 12 000 J.v.h. einsetzte, sich aber erst ab 8000 J.v.h. flächenhaft ausbreitete und in der Folgezeit immer höher liegende Landschaftsteile ergriff.

Erste Meeres- bzw. Brackwasserüberflutungen machten sich ab 8000 J.v.h. bemerkbar. Zunächst gerieten die in die Niederterrasse eingetieften Rinnen unter Gezeiteneinfluß und wurden dabei erosiv überprägt. Mit weiter steigendem Meeresspiegel griffen die Überflutungen über die Rinnenränder hinaus, so daß weite Flächen unter Gezeiteneinfluß gerieten und das bis dahin existierende Flußtal zum heutigen Ästuar bzw. zur Marschenlandschaft umgestaltet wurde.

Lage und Verlauf früherer Mündungsarme der Weser und größere Tiderinnen lassen sich anhand von Mittel- und z. T. Grobsanden paläogeographisch rekonstruieren. Die groben Komponenten stammen dabei aus Pleistozänmaterial, das von Tidedrömungen erodiert, umgelagert und resedimentiert worden ist. Außerhalb dieser schmalen höher energetischen Sedimentationsräume liegen ausgedehnte Gebiete mit Watt- und Brackwassersedimenten. Die Watablagerungen bestehen überwiegend aus Feinsand und Schluff, sind stets kalkhaltig und zeigen oft typische Schichtungsmerkmale des Gezeitenbereichs bzw. Wühlgefüge bodenlebender Tiere. Sie enthalten Molluskenschalen sowie Seeigelstachel von Faunen, wie sie auch für rezente Watablagerungen charakteristisch sind. Unter dem Sammelbegriff Brackwasserablagerungen werden schluffig-tonige Sedimente zusammengefaßt, die geringe Kalkgehalte aufweisen bzw. auch kalkfrei sind. Hierbei handelt es sich um Ablagerungen des offenen tidebeeinflussten Flachwassers. Partienweise sind diese Sedimente kalkfrei und mehr oder weniger dicht von Wurzeln, Wurzelstöcken sowie Stengeln des Schilfrohes durchsetzt. Derartige lagunäre Sedimente treten vor allem im nördlichen Teil der Wesermarsch auf (PREUB 1979, STREIF 1993). Im südlichen Teil des Weserästuars dominieren dagegen Sedimente, die in ehemaligen Auenwäldern abgelagert worden sind (PREUB 1979, SCHUBERT 1987, BARCKHAUSEN 1995). Dabei handelt es sich überwiegend um schluffig-tonige, teilweise auch feinsandige Ablagerungen mit zahlreichen Holzresten - Baumstubben, Stämme und Äste - sowie mit Blattabdrücken und Früchten. Ihr Ablagerungsraum umfaßte einerseits höher gelegene Uferwälle der Weser und ihrer Nebenflüsse, andererseits aber auch die landwärts anschließenden, tiefer gelegenen und feuchteren Areale, die durch unterschiedliche Baumbestände der höheren Hartholzaue bzw. der Weichholzaue gekennzeichnet sind (BEHRE 1985).

Seitlich verzahnen sich die beschriebenen Sedimente z. T. mit Torfen, wobei in der Wesermarsch bis zu sieben übereinander liegende Torfhorizonte in die klastischen Sedimente eingeschaltet sein können. Weit verbreitet sind vor allem Niedermoor torfe wie Schilftorf, Seggentorf und Bruchwaldtorf. Daneben kommt aber auch Hochmoortorf vor, der große Areale im Sehestedter Moor, Schweizer Moor, Rönnelmoor, Rüdeshausener Moor und Hammelwarder Moor einnimmt.

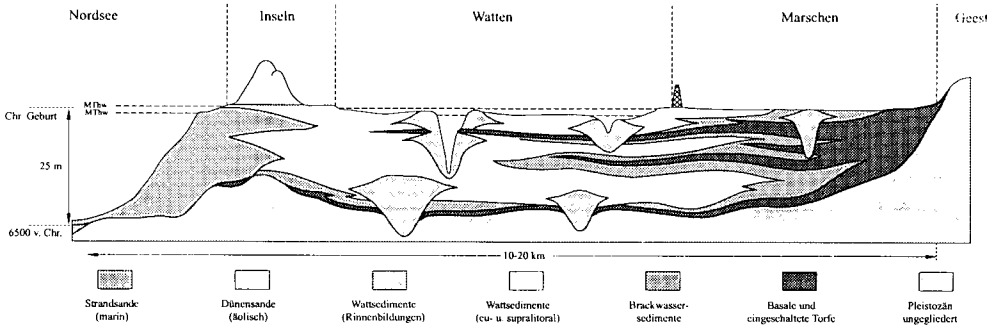
Die intensive Verzahnung von Torfen mit klastischen Sedimenten ist ein Indiz dafür, daß sich die Grenzen des marin beeinflussten bzw. des limnisch-semiterrestrischen Milieus im Verlauf des Holozän wiederholt um einige Kilometer land- bzw. seawärts verschoben haben. Zu weitflächiger Vermoorung ist es um 4800 J.v.h., 3700 J.v.h. und 2300 J.v.h. gekommen. Im Sehestedter Moor und Hammelwarder Moor dauerte diese jüngste Phase des Moorbauwachstums ununterbrochen bis zur Besiedlung der Wesermarsch an bzw. setzt sich stellenweise sogar bis heute fort. Weitflächige Überflutungen erreichten dagegen um 6800 J.v.h., 5500 J.v.h., 4700 J.v.h., 3400 J.v.h. sowie im Mittelalter ihre Höhepunkte.

Aus dem Verteilungsmuster von Torflagen bzw. klastischen Sedimenten im Jade-Weser-Gebiet wird deutlich, daß die Weser ihren Lauf im Holozän nur unwesentlich verlagert und dabei innerhalb eines ca. 2 bis 7 km breiten Areals gependelt hat. Dies widerspricht älteren Vorstellungen, nach denen die Weser ursprünglich von Brake aus in Richtung Jadebusen geflossen sein und dort ein Delta mit mehreren Mündungsarmen aufgeschüttet haben soll (SCHRAPS 1962, MÜLLER 1962: 62, 1977: 28). Systematische geologische Kartierungen des Raumes ergaben, daß im Alt- und Mittelholozän keine derartige Verbindung von der Weser zum Jadebusen bestanden hat. Die als Mündungsarme eines Deltas gedeuteten Rinnen sind Ausläufer eines Prielsystems, das sich aus dem Urjadebusen ein Stück weit in die Wesermarsch erstreckt und dort im Gebiet um Seefeld, Schwei bzw. Rönnelmoor geendet hat. Der Urjadebusen ist ab 3100 J.v.h. weitgehend verlandet, wobei sich zunächst Niedermoor ausgebreitet haben und um 1900 J.v.h. ein rascher und weitflächiger Umschlag von Niedermoor- zu Hochmoorvegetation erfolgt ist.

Erst die mittelalterlichen Meereseinbrüche, die mit der Luciaflut von 1287 einsetzten und bei der 2. Marcellusflut 1362 („Große Manntränke“) ihren ersten Höhepunkt erreichten, haben den heutigen Jadebusen geschaffen. Dabei entstanden mehrere große Tiderinnen, über die das Buchtenwatt des

Jadebusens zeitweilig mit dem Weserästuar in Verbindung stand. Die Heete, eine südlich von Eckwarden ansetzende Rinne, verlief durch das Gebiet des heutigen Stollhamm bis Nordenham und trennte somit den Nordteil Butjadingens als Insel ab. Eine weitere Tiderinne, Ahne-Lockfleth, führte aus dem Raum Seefeld nach Osten bzw. Südosten bis Golzwarden an der Weser. Hierdurch wurde auch das Stadland vorübergehend zur Insel. Die Friesische Balje schließlich hatte als ein vom Jadebusen nach Süden gerichtetes Rinnensystem über den Raum Meerkirchen und den Linebrok Anschluß an die Weser bei Oberhammelwarden. Alle drei Querverbindungen verloren bereits ab Beginn des 15. Jh. an Bedeutung und wurden in der Folgezeit systematisch eingedeicht. Ihre Umrisse sind jedoch z. T. heute noch am Verlauf alter Deichlinien, Entwässerungssysteme und Straßen sowie an der Lage von Siedlungen zu erkennen.

Abb.: 4 Schematischer geologischer Schnitt durch das Küstenholozän



### 3.3 Klima

Nach den meteorologischen Daten gehört die Wesermarsch zum mittelfeuchten maritimen Klimabereich. Die Sommer sind relativ kühl (mittlere Temperatur von April bis September 13,0-13,50 °C), dennoch beträgt die Jahrestemperatur im Mittel 8,0-8,5 °C. Die mittleren jährlichen Temperaturschwankungen liegen mit 15,5-16 °C relativ niedrig (mittlere Januartemperatur 0,5-1,0 °C, mittlere Julitemperatur 16-17 °C). Bereits zwischen dem 25. und 31. März steigt die Temperatur im Mittel auf über 5 °C und sinkt erst um den 10. bis 15. November wieder darunter (225 Tage Vegetationszeit). Die lange frostfreie Zeit (letzter Frost zwischen dem 25. und 30. April, erster Frost zwischen dem 20. und 25. Oktober) ermöglicht in Verbindung mit der Niederschlagsverteilung eine lange Weidennutzung. Die niederschlagsreichsten Monate sind Juli und August mit im Mittel 70-80 bzw. 80-90 mm, aber auch September und Oktober bringen noch 60-70 mm. Der Erschwerung der Getreideernte durch die häufigen Sommerniederschläge steht der Vorteil gegenüber, daß die Weiden meist bis in den Winter hinein frisch und grün bleiben. Die geringsten Niederschlagsmengen fallen im Februar (im Mittel 30-40 mm), doch auch März und April bringen nur 40-50 mm. Der mittlere Jahresniederschlag liegt zwischen 675 und 750 mm. Die klimatische Wasserbilanz ergibt einen Überschuß von 300-400 mm/Jahr, wobei das Defizit im Sommerhalbjahr wegen der hohen Luftfeuchte unter 50 mm liegt. Die fast ständig wehenden Winde kommen vorwiegend aus West. Die prozentuale Verteilung auf die Hauptwindrichtungen beträgt: W und SW je 19 %, NW 14 %, E, SE und S je 11 %, NE 8 %, N 7 %. Für den Beginn der Feldarbeit wird der 11. bis 21. 03. angegeben, für das Ende der 16. bis 26.11. (BENZLER, 1977)

### 3.4 Wasserwirtschaft

Die wasserwirtschaftlichen Probleme und Aufgaben in der Wesermarsch von landeskultureller Bedeutung sind der Küstenschutz, also der Deichbau, die Sperrwerksbauten einschließlich der Folgemaßnahmen, der Hochwasserschutz durch Anlage von Speicherbecken und Überlaufpoldern und der landwirtschaftliche

Wasserbau zur Durchführung von Meliorationen. Im Folgenden werden diese Probleme in Kurzfassung abgehandelt, der landwirtschaftliche Wasserbau wird etwas ausführlicher angesprochen.

Das Gesicht dieser Landschaft ist geprägt durch die fast 50 km lange Reihe von Moormarschsedlungen, die in dieser Ausdehnung wohl einzig in ihrer Art sein dürften. Die Siedlungsstraße verläuft genau auf der Grenze von Moor und Marsch und scheidet das Gebiet in eine Marsch- und in eine Moorthälfte. Von den einzelnen Bauernhöfen wird sowohl die Marsch als auch das Moor bewirtschaftet. Direkt am Weserufer befindet sich ein schmaler Streifen der hohen Marsch mit einer zweiten Siedlungsreihe. Die Geländehöhe beträgt hier NN + 1,0 bis NN + 1,5 m. Zwischen dem Moorrand und dieser hohen Marsch befindet sich die meist niedriger als der mittlere Wasserstand der Weser gelegene „nasse Marsch“, auch „Sietland“ genannt, mit Höhen von NN ± 0,0 bis NN - 0,5 m. Das der Geest vorgelagerte Hochmoor weist Höhen von NN ± 0,0 bis ca. NN + 0,60 m auf. Nach Abklingen der Moorsackungen wird dieses Gebiet niedriger als NN ± 0,0 m liegen. Großflächig werden sich Höhen von NN - 1,0 m einstellen. Heute liegen schon Flächen der mittleren Wesermarsch unter NN ± 0,0 m.

Zur Verdeutlichung der Entwässerungsprobleme seien jetzt noch die mittleren Wasserstände der Weser im Bereich Elsfleth und Bremerhaven angeführt. Das Mitteltidehochwasser beträgt in Elsfleth NN + 2,20 m und in Bremerhaven NN + 1,76 m; das Mitteltideniedrigwasser beträgt in Elsfleth NN - 1,57 m und in Bremerhaven NN - 1,87 m (Pegelreihe 1981/90).

Das Gelände ist also entlang dem Weserufer am höchsten und fällt etwa gleichmäßig nach Westen ab. Es fällt somit entgegengesetzt der Hauptentwässerungsrichtung. Eine Alternative in der Entwässerungsrichtung wäre nur für das Gebiet der Stadlander Sielacht Richtung Westen denkbar gewesen, schied aber wegen der schwierigen Unterhaltung des Aussentiefs im hohen Watt des Jadebusens aus. Der Entwässerungsverband Butjadingen entwässert sowieso nach Westen und Osten, die Zuwässerung dagegen erfolgt allein von der Weser aus über den Butjadinger Zuwässerungskanal.

Von jeher war eine Besiedlung und Nutzung der Flächen in der Wesermarsch nur bei gleichzeitiger Durchführung von Entwässerungsmaßnahmen im Schutze der Deiche möglich. Diese Notwendigkeit hatte im Laufe der Geschichte zur Bildung einer Vielzahl von Höhlenachten, Verlatachten, Sielachten und Entwässerungsverbände geführt, die aber nicht verhindern konnten, daß insbesondere im Herbst und Winter weite Teile überschwemmt wurden.

Durch die Weserausbauten in den letzten 100 Jahren geriet die Unterweser zunehmend unter Tideeinfluß. Während sich vor dem ersten Weserausbau von 1888 in Bremen kaum ein Tidehub bemerkbar machte, trägt dieser jetzt in Bremen an der großen Weserbrücke 3,55 m. Überlagert wird diese Behinderung durch die Küstensenkung und durch Moorsackungen. Auch haben die Sperrwerksbauten an der Hunte, der Ochtmund und der Lesum für eine Anhebung des Wasserstandes gesorgt, ebenfalls die jetzt abgeschlossene Außenweservertiefung auf Seekartennull (SKN) 14 m. Die Auswirkungen bleiben abzuwarten.

Bis in die 60er Jahre waren Überflutungen an der Tagesordnung. Für jedes Siel und das dazugehörige Vorfluternetz war eine besondere Höhlen- bzw. Sielacht zuständig. Diese Selbstverwaltungskörperschaften in der Form von Wasser- und Bodenverbänden wurden 1962 durch das neue Niedersächsische Wassergesetz (NWG) für größere Gebietsteile zusammengelegt. So wurde die Grundlage für die Neuordnung der Entwässerung geschaffen und großräumiger geregelt. Manche Siele konnten eingespart werden; dieses lag auch im Interesse des Küstenschutzes.

Die Entwässerung der Flächen hat oberste Priorität. In den letzten Jahren traten in Verbänden mit städtischer Prägung – insbesondere bei der Braker Sielacht – Schwierigkeiten auf. Sogar in den Sommermonaten bzw. im Herbst wurden bei extremen Niederschlägen landwirtschaftliche Flächen im „Siedland“ überflutet. Dies ist auf die vermehrte Versiegelung von Wohnbauflächen, Befestigung von Industrie- und Gewerbeflächen in der Stadt Brake und der Gemeinde Ovelgönne zurückzuführen. Das Niederschlagswasser gelangt schneller in das Braker Sieltief, so daß – insbesondere bei hohen Aussenwasserständen der Weser – an den Stellen, an denen der Pumpbetrieb eingestellt werden muss, ein Rückstau entsteht.

Gräben und Sieltiefe dienen jedoch nicht allein der Entwässerung. Die geringe Grundwasserführung der Marschböden und die fehlenden oder nicht ausreichenden Geestgebiete als Grundwasserspender in Trok-



kenzeiten würden zur Austrocknung der Vorfluter während der Sommermonate führen, da die Verdunstung höhere Werte erreicht als der Niederschlag. Das in der Unterweser und der unteren Hunte im Tideeinfluß auf- und abströmende Wasser wird deshalb in der Vegetationszeit von April bis September eingelassen, um die Siele, Gewässer II. Ordnung und die Parzellengräben aufzufüllen. Danach werden die Sieltiefe wieder entleert, um bei Niederschlägen genügend Speicherraum zur Verfügung zu haben.

Eng mit der Wasserwirtschaft ist der Deichbau verbunden, denn ohne Deiche würde die Wesermarsch 2 x täglich großflächig überflutet werden. Wasser und Deiche formen die Wesermarsch. Sie bestimmen den wesentlichen Teil der Grenzen des Kreises, waren maßgebend für die Entstehung der Landflächen und bedingen auch heute deren Existenz.

Weiter ansteigende Wasserstände führen zur ständigen Erhöhung der Deiche von ursprünglich nur manns-hohen Wällen zu den heutigen bis 8 m über Gelände ragenden Seedeichen. Messungen der Wasserstände seit dem letzten Jahrhundert zeigen den stetigen Anstieg des Meeresspiegels von rd. 25 cm in 100 Jahren und zeigen auch, daß Sturmfluten heute höher eintreten, als sie im vorigen Jahrhundert nachzuweisen sind.

Im Gebiet der Wesermarsch liegen rd. 22.000 ha unter Normal Null (Normal Null = NN, entspricht etwa der halben Höhe des Tidehubes). Da das mittlere Tidehochwasser an der Küste der Unterweser und der Jade zwischen NN + 1,80 m bis NN + 2,0 m liegt, würde fast die gesamte Landfläche mit Ausnahme der hohen Marschflächen in Butjadingen und Stadland ohne den Schutz der Deiche täglich 2 x überschwemmt werden.

In der Wesermarsch stellen der II. Oldenburgische Deichband (Deichstrecke Dangast – Jadebusen – Weser-deich – Huntesperrwerk – Oldenburg/Bornhorst) und der I. Oldenburgische Deichband (Deichstrecke Oldenburg – Huntesperrwerk – Delmenhorst/Hasbergen) die Deichsicherheit sicher. Es handelt sich um Deichstrecken von 140 km bzw. 60 km einschließlich Polderdeiche und Sperrwerksanschlusssdeiche. Beide Deichbände sind – wie die Sielachten/Entwässerungsverbände – Wasser- und Bodenverbände und Selbstverwaltungs Körperschaften.

Das Huntesperrwerk entlastet rd. 50 km Deiche des I. und II. Oldenburgischen Deichbandes und schützt die bis dahin unbedeicht gebliebene Stadt Oldenburg und die aussendeichs liegenden Hafenanlagen und Betriebe in Eilsfleth. Das Ochtumsperrwerk schützt die weiträumigen Niederungen zwischen Delmenhorst und Bremen. Es liegt an der Südgrenze des Landkreises in der Gemeinde Lemwerder. Beide Sperrwerke sind Teile der Entwicklung der Wasserwirtschaft und untrennbar damit verbunden.

Die Kosten für den Ausbau der Deiche werden vom Bund (70 %) und vom Land (30 %) bestritten. Der Ausbau in den Entwässerungsverbänden, der abgeschlossen ist, wurde ebenfalls vom Land im Rahmen des Förderungsprogramms „Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ finanziert.

Wasser und Deiche bestimmen das Gesicht der Wesermarsch, erhalten deren Existenz und haben somit ihren besonderen Platz im Bewusstsein der Wesermärshler.

Der Deichbau ist eine immerwährende Tätigkeit, da die Deiche ständig der Entwicklung der Wasserstände anzupassen sind.

### 3.5 Vegetation

Die Marsch, abgesehen von wenigen Ackerflächen in Küstennähe, ist durch Grünlandnutzung geprägt und praktisch waldfrei. Je nach Grundwasserverhältnissen treten unterschiedliche Pflanzengesellschaften des Grünlandes auf und bei moorigen, nicht trittfesten Böden örtlich kleine Bruchwälder, an deren Rändern häufig Schilfröhrichte und Großseggenriede verbreitet sind. Bei weniger intensiver Grünlandnutzung - vorwiegend in Senkenbereichen und entlang ehemaliger Entwässerungsgräben - findet man Brackwasserröhrichte und Halophytengesellschaften.

Durch das Seeklima sind die Marschen die optimalen Wuchsstandorte. Man spricht daher auch von den sogenannten Fettweiden und -wiesen. Die in der Regel intensiv genutzten Grünlandflächen sind artenarm. Ihre Pflanzengesellschaft gehört zum *Lolio-Cynosuretum* (Weidelgras-Weißklee-weide), wenn man einmal von dem Vorkommen von *Agrostis tenuis* und *Holcus lanatus* in Frieschemoor (Exkursionspunkt Organomarsch)

absieht. Die drei Charakterarten *Lolium perenne*, *Phleum pratense* und *Tritolium repens* sind vorhanden, wobei das Weidelgras aber noch dominierend ist.

Auf Standorten mit noch ungünstigeren Wasserverhältnissen bei meist vorhandenen Trittschäden in der Grasnarbe wird das Weidelgras noch stärker zurückgedrängt und es gewinnen wirtschaftlich betrachtet die weniger wertvollen Gräser, wie Knick-Fuchsschwanz, Segge, Schilf etc., die Oberhand.

### 3.6 Siedlungsgeschichte der Marsch

#### *Die spätbronzezeitliche Siedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch*

Das Niedersächsische Institut für historische Küstenforschung, Wilhelmshaven, gräbt seit 1996 mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft bei Rodenkirchen, Ldkr. Wesermarsch, die älteste Siedlung aus, die bislang aus der deutschen Marsch bekannt ist. Da sie im ständig feuchten Boden dicht über dem Niedermoorortof liegt, dessen Wachstum hier in der Zeit um kal. 1435-1065 v. Chr. endete (Labor NLFb Hannover), haben sich in der Siedlung Reste aus organischem Material wie Holzpfosten oder anderes pflanzliches Material hervorragend erhalten. Die Fundstelle bietet also die Möglichkeit, Fragen sowohl zum Aussehen der Siedlung als auch zu ihrer Umwelt und deren Nutzung durch den Menschen zu beantworten.

Die Siedlung ist gegen Ende der Bronzezeit in der Flußmarsch der Unterweser auf dem nach Westen zum Niedermoor hin abfallenden Hang des linken Fluß-Uferwalls angelegt worden. Da in der späten Bronzezeit die Sturmfluten nicht sehr hoch aufliefen, bot die leichte natürliche Erhebung des Uferwalls ausreichend Schutz vor dem Wasser. Wurten oder Deiche waren noch nicht bekannt. Heute ist die Siedlung von etwa 2 m Sediment bedeckt, die jüngere Überschwemmungen hier abgelagert haben (Abb. 5). Mehrere Bodenbildungen von der Vorrömischen Eisenzeit bis in das späte Mittelalter, in denen aber so gut wie keine archäologischen Hinterlassenschaften gefunden worden sind, zeigen zwischenzeitliche Ruhestandsphasen des Wassers an.

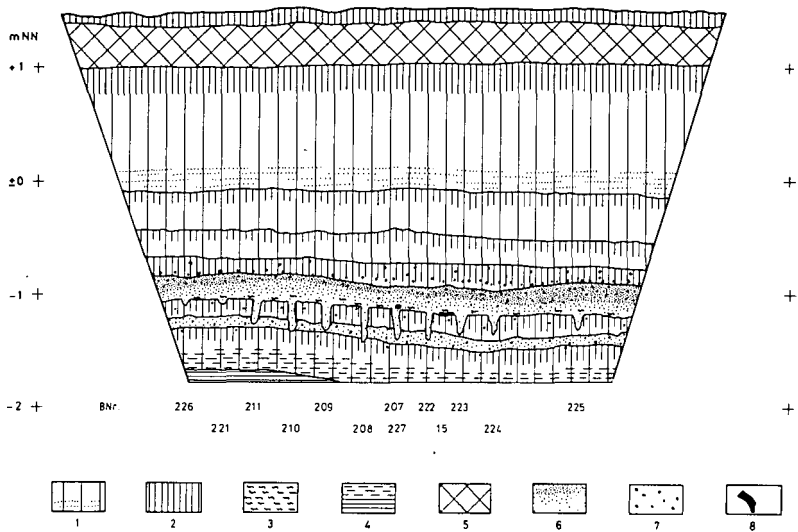


Abb. 5: Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch, Süd-Profil der Grabungsfläche 1 (1996).  
1 Sediment, stellenweise mit Wechsellagerung - 2 humoser Boden (alte Oberfläche) - 3 pflanzliche Reste - 4 Niedermoorortof - 5 Auftrag - 6 Siedlungsboden - 7 Holzkohle - 8 Holz -  
BNr. Befundnummer

Die Siedlung hat vier Phasen in zwei Kulturschichten erlebt. Aus der älteren Siedlungsschicht stammen nur wenige Bauspuren, vermutlich von Nebenbauten. Nach einer wahrscheinlich nicht sehr langen Zeit vermehrter Überschwemmungen, die sich an einer dünnen Sedimentablagerung zu erkennen gab, wurde in der jüngeren Siedlungsschicht zwischen kal. rund 900 und 800 v. Chr. (Leibniz-Labor der Universität Kiel) ein dreischiffiges Wohnstallhaus in Ost-West-Ausrichtung erbaut. Bislang ist erst der Stallbereich im Osten des wahrscheinlich um 20 m langen Hauses freigelegt worden. Zwei Reihen von dicken und tief eingegrabenen Innenpfosten trugen das weit herabgezogene Reet-Dach des Hauses, das an den leicht gerundeten Schmalseiten abgewalmt war. Beiderseits des Stallmittelgangs stand das Großvieh mit dem Kopf zur Wand in zwei Reihen von knapp 1 m breiten Einzelboxen. Im ganzen Stall lag noch eine starke Mistschicht mit einem hohen Anteil von Schilf, das als Einstreu verwendet worden ist. Auf dem Stallmittelgang fanden sich Reste eines Schilfbelags. In der südlichen Längswand scheint ein Eingang gewesen zu sein. Parallel zur östlichen Schmalseite zog sich quer durch den Stall die leicht geschwungene Pfostenreihe einer Wand. Da es sich kaum um eine Trennwand im Stall gehandelt haben wird, müßte diese Wand die östliche Schmalseite entweder einer älteren oder einer jüngeren Bauphase des Hauses gewesen sein. Ob das Haus verlängert, verkürzt oder etwas verschoben worden ist, müssen die kommenden Ausgrabungen zeigen. Das Haus war in engem Abstand von einem oder möglicherweise auch mehreren Zäunen umgeben gewesen, deren Flechtwerk stellenweise noch erhalten war. Für den Bau des Hauses und der Zäune wurde nach den botanischen Bestimmungen von D. Kucan ganz überwiegend Erlenholz verwendet. Pfosten aus Eiche konnten bislang noch nicht einmal für das dachtragende Gerüst des Hauses nachgewiesen werden.

Das dreischiffige Wohnstallhaus ist nach einiger Zeit aufgegeben worden. Auf den Resten des Hauses wurde in der dritten Nutzungsphase eine neue Anlage mit einem sich in weitem Bogen nach Westen öffnenden Zaun errichtet. Entweder hat dieser Zaun wieder ein Gebäude oder aber einen freien Platz mit einer bestimmten Funktion umgeben. Die zweite Vermutung könnte eher zutreffen, da die Pfosten des vorhergehenden Wohnstallhauses weder gezogen noch erkennbar überdeckt worden sind und die herausragenden Stümpfe in einem neuen Gebäude doch wohl gestört hätten.

Auch die Anlage der dritten Phase ist nach einiger Zeit aufgegeben worden. In der letzten Nutzungsphase des Platzes lag auf den Resten der vorausgegangenen Anlagen ein knapp 9 x 6 m großes und maximal 60 cm hohes Podest aus Klei, das wenigstens einmal erhöht worden ist. Ein weiteres Podest, dessen Ausmaß unbekannt und das ebenfalls später erhöht worden ist, wurde an seinem Rand erfaßt. Es läßt sich stratigraphisch nicht klären, ob die beiden Podeste gleichzeitig oder nacheinander bestanden haben. Auf beiden Podesten befanden sich einfache Feuerstellen und sehr starke Brandschichten. Am Rand des ersten Podestes wurden an drei Stellen insgesamt sechs sog. Klopff- und Reibsteine gefunden. Anscheinend hat es sich wenigstens bei dem ersten Podest um einen Werkplatz gehandelt. Ob auf dem zweiten Podest ein Haus gestanden hat, wie es von den westfriesischen Fundstellen in den Niederlanden bekannt ist, ist noch offen.

Als Funde überdauern in Siedlungen in der Regel nur die Stücke, die für ihre ehemaligen Benutzer keinen Wert mehr hatten und beim Verlassen der Siedlung liegenblieben. Daher überwiegen hier bei weitem die Scherben von Tongefäßen, die bereits zur Zeit ihres Gebrauchs zerbrochen sind. Reste von Geräten aus Bronze bzw. später aus Eisen finden sich fast nie, da sie durch Umschmelzen bzw. Umschmieden weiterverwendet werden konnten. Zwei Fragmente aus Ton, vermutlich von einem kleinen Schiffsmodell sowie von einer kleinen Plastik geben aber erste Hinweise darauf, daß sich das bronzzeitliche Leben bei der Hahnenkooper Mühle nicht nur auf die Befriedigung der Grundbedürfnisse beschränkte. An einer Scherbe angeschmolzenes Kupferoxid belegt, daß die Siedler hier auch Metall besaßen.

Die geobotanischen Untersuchungen von D. Kucan zeigen, wie die Umwelt an der Hahnenkooper Mühle in der späten Bronzezeit aussah und wie die Siedler ihren Lebensraum nutzten. Salz- und Brackwassereinfluß, wenigstens im Winter, führten auf den Siedlungs- und Wirtschaftsflächen zu einem Nebeneinander von Brack- und Süßwasservegetation. Mit einem Anteil von über 90 % waren Erle und Esche die am häufigsten genutzten Holzarten. Daraus muß geschlossen werden, daß in den Wäldern am Unterlauf der Weser die obere Hartholzzone mit ihren Eichen fehlte. Der Lebensunterhalt wurde vor allem durch Viehzucht gesichert. Daneben wurde aber auch in der Marsch Ackerbau betrieben. Als Getreide wurde hauptsächlich Spelzgerste angebaut. Da weder von der Gerste noch von anderen Getreidearten Stroh in der Siedlung gefunden wurde, dürften nur die Ähren geerntet worden sein, während die Halme auf den Äckern stehenblieben. Ferner wurden Lein und Leindotter kultiviert. Die erhaltenen Ackerkräuter belegen einen Sommerfruchtbau. Eine gewisse Bedeutung besaß auch das Sammeln von Früchten in den durch Holzentnahme aufgelichteten Wäldern. So fanden sich in den untersuchten Proben neben anderen Früchten Haselnuß, Brombeere und Schlehe.

Ob die kleine Anzahl von Gehöften, deren Reste bislang festgestellt werden konnten, als Dorf gleichzeitig oder als Einzelgehöfte nacheinander bestanden haben, ist noch unklar. Die Siedlung ist keinem Unglück zum Opfer gefallen, da es weder Spuren einer Sturmflut noch eines Brandes gab. Möglicherweise ist durch ein erneutes Ansteigen des Meeresspiegels eine zunehmende Vernässung eingetreten, vor der sich die Siedler vielleicht noch für eine Weile durch Podeste zu schützen suchten. Schließlich wurde der Platz aber in der Vorrömischen Eisenzeit endgültig aufgegeben.

### **3.7 Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Landwirtschaft**

#### ***Die Landwirtschaft im Landkreis Wesermarsch***

Der Landkreis Wesermarsch hat insgesamt eine Größe von 821 Quadratkilometern, davon werden 75 % oder 61474 ha der Fläche landwirtschaftlich genutzt.

Die Oberfläche des Landkreises ähnelt einem Suppenteller. Ein großer Teil der Ländereien liegt unter NN. Zur Weser, Nordsee und zur Geest steigt die Fläche auf 2 m über NN an. Im Durchschnitt der Jahre fallen 850 mm Niederschläge an - im Jahr 1998 sogar 1200 mm. Um die Entwässerung sicherzustellen, werden insgesamt 84 Schöpfwerke unterschiedlicher Größe eingesetzt.

Die Landwirtschaft in der Wesermarsch wird durch einen sehr hohen Grünlandanteil geprägt. Im Jahr 1968 lag der Grünlandanteil noch bei 80 % und der Ackeranteil bei 20 %. 1997 wurden die Ländereien zu 96,4 % als Grünland und zu 3,6 % als Ackerland genutzt.

Aufgrund der Bodenverhältnisse haben sich die Landwirte auf die Grünlandwirtschaft spezialisiert.

Die Bodenarten bestehen zu 75 % aus Marsch (davon 14 % Moormarsch) und der Rest besteht aus 12000 ha Hochmoor und 3500 ha Niedermoor. Bei den Marschböden werden die Bodentypen See-, Brack-, Knick-, Fluß- und Moormarsch mit vielen Übergangsformen unterschieden.

Im Landkreis wurden in der Zeit von 1949 bis 1997 75 % aller Betriebe aufgegeben. Zur Verdeutlichung: Von ursprünglich 5984 Betrieben haben 4441 Betriebe aufgegeben. Die verbliebenen Betriebe haben sich dadurch stetig vergrößert, so daß sich die durchschnittliche Betriebsgröße in dieser Zeit fast vervierfachte. Der Strukturwandel wird auch in Zukunft weitergehen. Zur Zeit geben jährlich 40 - 50 Betriebe auf.

Im Jahr 1997 gab es in der Wesermarsch noch 1453 landwirtschaftliche Betriebe mit einer durchschnittlichen Betriebsgröße von 42,3 ha LF. Im Vergleich zu Durchschnittsgrößen für Weser-Ems und Niedersachsen ist die Flächenausstattung der Betriebe in der Wesermarsch als überdurchschnittlich gut zu bezeichnen. Die Betriebe mit einer Flächenausstattung von über 30 ha und mehr (= 58 % der Betriebe) bewirtschaften 90,3 % der LF im Landkreis.

Neben dem hohen Grünlandanteil wird die Landwirtschaft in der Wesermarsch durch die dominierende Rindviehhaltung mit dem Schwerpunkt der Milchproduktion geprägt. Die landwirtschaftlichen Betriebe halten im Kreisgebiet ca. 141000 Teile Rindvieh - davon etwa 46600 Milchkühe. Die Landwirte haben sich auf die Milchviehhaltung spezialisiert, weil die Einnahmen aus der Milchproduktion den bei weitem größten Teil ihres Einkommens liefern.

Im Jahr 1996 gab es insgesamt 1230 Rindviehhalter mit durchschnittlich 115 Teilen und davon 925 Kuhhalter mit durchschnittlich 50,4 Kühen. Die Bestandsgrößen sind gegenüber anderen Regionen als gut zu bezeichnen. 1998 gab es noch 865 Milchviehhalter mit einer durchschnittlichen Referenzmenge von 30000 kg Milch.

Ende der siebziger Jahre bis 1984 ist die Zahl der Kühe auf ca. 55000 Stück angewachsen. Nach der Einführung der Milchquote im Jahr 1984 und den noch folgenden Quotenkürzungen ging die Zahl der Kühe bis zum Jahr 1993 auf ca. 44000 Kühe zurück. Mit der Lockerung der Milch-Garantiemengen-Verordnung (MGVO) durch Quotenleasing, -Kauf und Quotenpacht ohne Fläche nimmt die Zahl der Kühe wieder zu.

Durch die Reduzierung der Milchproduktion wurde die Fleischproduktion ausgeweitet. Nicht für die Milchviehhaltung benötigte Grünlandflächen werden seitdem durch die Weidmast von Bullen und Ochsen, die Färsenaufzucht, Pferde-, Mutterkuh- und Schafhaltung genutzt.

Die Schafhaltung ist mit rd. 300 Schafhaltern und ca. 15000 Mutterschafen (Ø 50 Tiere/Bestand) nicht ganz unbedeutend und u. a. auf die natürlichen Standortverhältnisse, aber insbesondere auch auf die Deichwirtschaft zurückzuführen.

Die übrigen Tierarten wie Pferde, Schweine und Geflügel spielen in der Wesermarsch keine große Rolle.

Bei der Gewinnung von Winterfutter wird das Gras überwiegend als Anwekksilage in Fahrsilos konserviert. Der Anteil der Silage beträgt 90 % des Winterfutters. Heu wird überwiegend nur für die Kälber und Pferde gewonnen.

Gründe für den hohen Silageanteil sind die geringere Witterungsabhängigkeit und der geringere Arbeitsaufwand.

Die innere Verkehrslage der Wesermarschbetriebe ist sehr unterschiedlich. In den Marschgebieten herrscht eine Einzelhoflage vor, mit dem Vorteil, daß die Ländereien überwiegend hofnah liegen. In den Moorgebieten liegen die landwirtschaftlichen Betriebe nebeneinander in den Reihendörfern. Die Betriebe haben teilweise nur eine Flächenbreite von 30 bis 50 Metern bei einer Flächenlänge von 6 bis 8 Kilometern.

Im Landkreis Wesermarsch bewirtschaftet nur knapp ein Fünftel aller Betriebe ausschließlich Eigentumsflächen. Der Pachtanteil ist mit über 60 % außerordentlich hoch. Der hohe Grad der Bodenmobilität beruht einmal auf dem großen Strukturwandel und zum anderen darauf, daß viele Hoferber eine außerlandwirtschaftliche Ausbildung absolviert haben und dann in diesem Beruf verblieben sind.

Der durchschnittliche Pachtpreis liegt in der Wesermarsch bei 500,- DM/ha LF.

Seit 1993 wurde im Rahmen der flankierenden Maßnahmen das Basisprogramm zur Einführung und Beibehaltung extensiver Produktionsverfahren eingeführt. Die Betriebe verpflichten sich allgemein für die Dauer von 5 Jahren u. a. kein Dauergrünland in Ackerland umzuwandeln und keine chemischen Düngemittel und Herbizide auszubringen.

Im Jahr 1998 nahmen 157 Betriebe mit 7788 ha an diesem Programm teil.

Am Feuchtgrünlandschutzprogramm des Umweltministeriums nehmen in der Wesermarsch z. Z. 74 Landwirte mit einer Fläche von 1050 ha teil. Hinzu kommen die extensiv zu bewirtschaftenden Flächen, die als Ausgleichs- und Ersatzflächen für den Straßenbau, Westertunnel und für die Windkraftanlagen bereitzustellen waren. Insgesamt werden so ca. 20 % der Grünlandflächen in der Wesermarsch extensiv mit Auflagen bewirtschaftet.

### 3.8 Böden

Die als Marsch gekennzeichneten Böden sind unter dem Einfluß der Gezeiten entstanden und je nach den Entstehungsbedingungen aus marinen, brackischen oder tidalfuviatilen (perimarinem) Sedimenten aufgebaut. Obwohl die Marschenböden von ihrer Profilmorphologie mit den Gleyen zu vergleichen sind, hat sich der Begriff Marsch, der in Norddeutschland als Landschaftsbegriff für das Land an der Meeresküste und im Tidebereich der Flüsse verwendet wird, auch für die Typenbezeichnung der vorkommenden Böden durchgesetzt. Die Besonderheit dieser vom Grundwasser geprägten Böden liegt neben ihrer besonderen Entstehungsgeschichte vor allem in dem häufigen Auftreten von fossilen Oberböden (Ah-Horizonten), von denen nicht selten mehrere in engen Abständen übereinander liegen können.

Diese sogenannten Humusdwöge signalisieren ehemalige Landoberflächen, die durch Sedimentationen bei Sturmfluten oder Deichbrüchen oder auch im Verlauf der Transgression der Nordsee überdeckt wurden. Auch treten in den Marschenprofilen nicht selten Torfhorizonte aus Niedermoor auf, die sich in Phasen der Regression der Nordsee entwickelten, dann aber bei neuerer Überflutung des Landes überschlickt wurden.

Typisch für Marschenprofile sind auch gut erhaltene Sedimentationslagen wechselnder Korngrößen, die wegen der hohen Wasserstände und damit fehlender Bioturbation nicht mit dem darunter oder darüber liegenden Material vermischt sind und etwas über die Entstehungsbedingungen „Bewegtwasserbereich“ oder „Stillwasserbereich“ aussagen.

| <b>Schleswig-Holstein</b>                                                       | <b>Niedersachsen</b>                                   | <b>KA 4</b>                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Salzhaltige Böden</b>                                                        |                                                        |                                                     |
| Salzmarsch, Andelzone                                                           | Roh-Seemarsch                                          | Rohmarsch                                           |
| Salzmarsch, Schilf-Binsenzone                                                   | Roh-Brackmarsch                                        | Brackrohmarsch<br>Flußrohmarsch                     |
| <b>Kalkreiche Böden</b>                                                         |                                                        |                                                     |
| (Kalkbeginn oberhalb 3(-4) dm u. GOF bis mindestens 7 (8) dm u. GOF:            |                                                        |                                                     |
| Kalkmarsch                                                                      |                                                        |                                                     |
| typische Kalkmarsch                                                             | kalkreiche Seemarsch                                   |                                                     |
| gering-mäßig entwickelte Kalkmarsch                                             | unreife Seemarsch                                      | Kalkmarsch                                          |
| staunasse Kalkmarsch                                                            | Kalk-Brackmarsch, kalkreich                            | Brackkalkmarsch                                     |
| —                                                                               | Haftnasse - x - Marsch, kalkreich                      |                                                     |
| —                                                                               | Kalk-Flußmarsch, kalkreich                             | Flußkalkmarsch                                      |
| <b>oberhalb 3-4 dm kalkfreie Böden ohne Verdichtung:</b>                        |                                                        |                                                     |
| Kleimarsch                                                                      |                                                        |                                                     |
| typische Kleimarsch                                                             | tiefer als 3 dm entkalkte Seemarsch u. Kalk-Flußmarsch | Kalkfreimarsch (Kleimarsch),<br>Flußkleimarsch      |
| —                                                                               | Brack-Seemarsch (etwas höhere Ld)                      | Brackkleimarsch                                     |
| gering bis mäßig entwickelte Kleimarsch                                         | (unreife x-Marsch bis 3 dm kalkfrei)                   |                                                     |
| haftnasse Kleimarsch                                                            | Haftnasse X-Marsch, kalkhaltig, kalkarm, kalkfrei      | Haftnässemarsch, Brackhaft-,<br>Flußhaftnässemarsch |
| <b>oberhalb 3-4 dm kalkfreie Böden mit Allgemeinverdichtung:</b>                |                                                        |                                                     |
| —                                                                               | Kalk-Brackmarsch, kalkhaltig, kalkarm                  | Gliederung für Varietäten                           |
| —                                                                               | Übergangs-Brackmarsch (kalkfrei)                       |                                                     |
| <b>Böden mit verdichteten fossilen Ah- oder Go-Horizonten (DWOG):</b>           |                                                        |                                                     |
| Dwogmarsch                                                                      | Brack-Seemarsch mit Dwog                               |                                                     |
| —                                                                               | Übergangs-Brackmarsch mit Dwog                         |                                                     |
| —                                                                               | Dwog-Flußmarsch                                        | Dwog-Flußmarsch                                     |
| <b>Stark verdichtete Böden mit solonetzartigem Sg-Horizont</b>                  |                                                        |                                                     |
| Knickmarsch                                                                     | Knick- und knickige Brackmarsch                        | Knickmarsch                                         |
| <b>Stark saure, pflanzenrestreiche Böden; (z. T. mit Torf, Mudden, Maibold)</b> |                                                        |                                                     |
| Humusmarsch                                                                     | Organomarsch                                           | Organomarsch                                        |
| typische Humusmarsch                                                            | typische, schwefelreiche,<br>eisenreiche Organomarsch  |                                                     |
| versalzene Humusmarsch                                                          | unreife, unentwickelte Organomarsch                    | Gliederung für Varietäten                           |
| Moormarsch                                                                      | Moormarsch                                             | Flache Organomarsch über<br>Niedermoor              |
| Geestmarsch                                                                     | Geestmarsch                                            |                                                     |

Tab. 1: Parallelisierung der Marschengliederung (in Anlehnung nach W. MÜLLER, 1985)

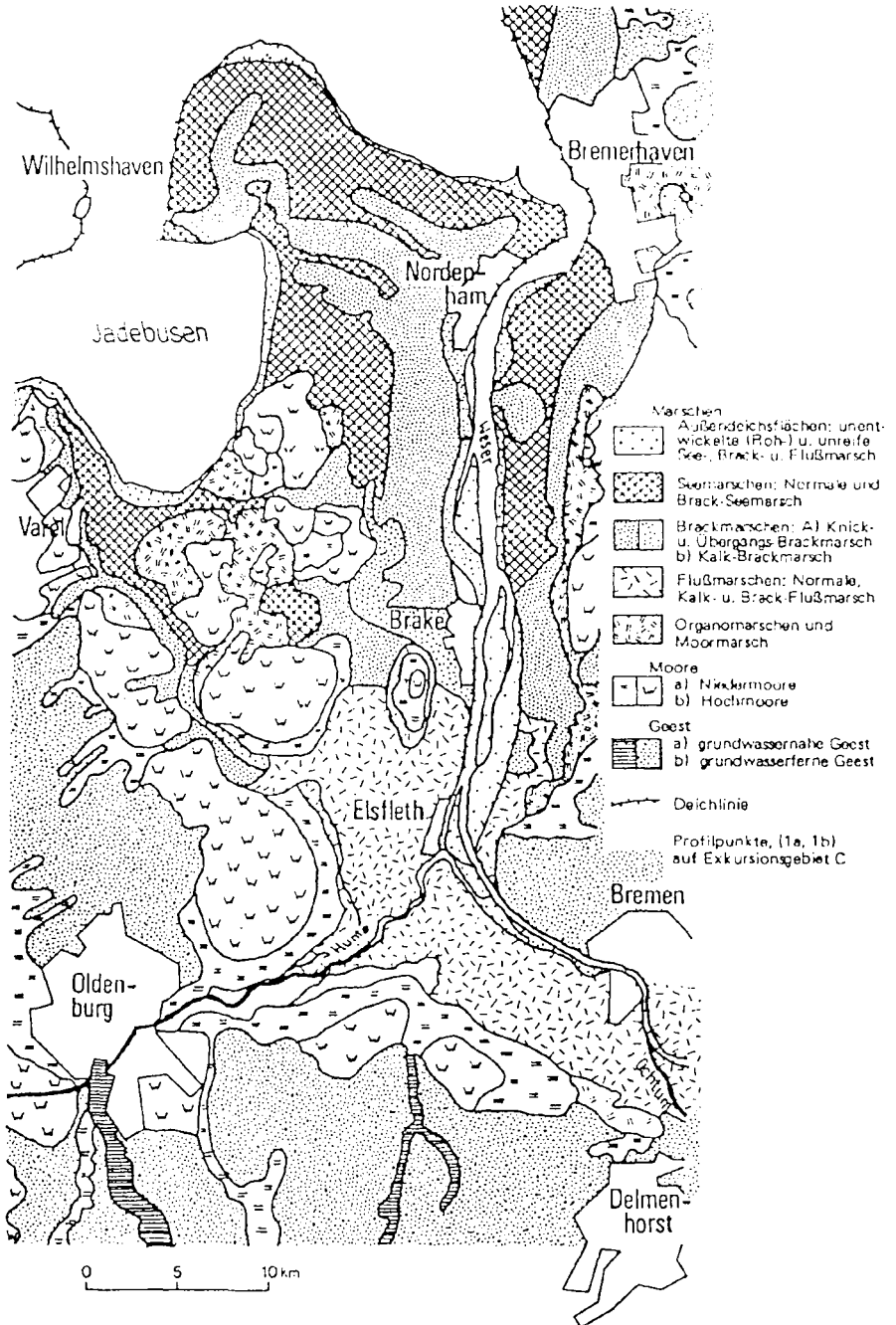


Abb. 6: Verteilung der Marschböden an der Weser (Ausschnitt) (MULLER 1977).

Eine weitere charakteristische Besonderheit der Marschenprofile ist auch der Ionenbelag der Sedimente, die je nach Genese im Seewasser mit  $\text{Na}^+$  oder in Brackwasser mit  $\text{Mg}^{2+}$  belegt sind. Die hohe  $\text{Na}^+$ -Belegung der Tonkolloide wird aber nach einer Eindeichung und damit bedingter Aussüßung schnell durch  $\text{Ca}^{2+}$  ersetzt. Die Karbonatquelle sind die vielen Muscheln und Kalkschaler des Wattenmeeres.

Die bodensystematische Gliederung der Marschen wurde bis zur Veröffentlichung der Kartieranleitung, 4. Auflage (KA 4) 1994, unterschiedlich gehandhabt, d. h. es gab quasi ein niedersächsisches Gliederungsprinzip, (W. MÜLLER 1958,1970) (H.-J. BENZLER et al. 1970) und ein schleswig-holsteinisches (SCHROEDER & BRÜMMER 1969). Dieses hat unter anderem auch dazu geführt, daß die Kartenwerke der Marsch nicht direkt vergleichbar und nur mit Hilfe eines Übersetzungsschlüssels einheitlich zu lesen sind. Nach W. MÜLLER wurde die Marsch nach Sedimentationsräumen und dadurch bedingt nach unterschiedlichen Gefüge- und Stabilitätsmerkmalen sowie Wasserdurchlässigkeit und Lufthaushalt gegliedert. SCHROEDER & BRÜMMER berücksichtigten weniger die sedimentologisch genetischen, sondern die pedologischen Teilprozesse, wie Entsalzung, Entkalkung und Tonverlagerung.

Im Rahmen der Bearbeitung zur KA 4 wurden diese unterschiedlichen Ansätze zu einer neuen einheitlichen bodensystematischen Gliederung vereinigt. Eine vergleichende Gegenüberstellung der ehemaligen Marschenklassifikation mit der Gliederung nach KA 4 zeigt die Tabelle 1.

Die Bodenkartierung der Marsch in Niedersachsen ist abgeschlossen. Umfangreiche Analysendaten zu den Marschenprofilen liegen auf der Labordatenbank. Die Verbreitung und Vergesellschaftung der Böden ist in 62 gedruckten sowie digital verfügbaren Bodenkarten i. M. 1:25 000 und weiteren großmaßstäbigen Kartenwerken i. M. 1:5 000 dargestellt. Ein Blick auf die Bodenkarten läßt erkennen, daß die Böden je nach Region sehr unterschiedlich vertreten sind. Im Bereich der Emsmarsch findet man hauptsächlich Brackmarsch und Knick-Brackmarsch. Zur Nordsee hin schließen sich dann in einem mehr oder weniger breiten Saum entlang der Küste bis zum Jadebusen und weiter zur Wesermündung Seemarschen an, wobei aber immer wieder ein Seemarschgebiet mit schmalen Ausläufern nach Süden in das Landesinnere vordringt, andererseits aber auch örtlich Brackmarschen bis an die Küsten reichen (vergl. Abb. 6). In allen Gebieten kommen am Rande der Geest Marschrandmoore (Moormarsch) vor, die im fluviatilen und brackischen Sedimentationsbereich in Organomarsch übergehen. Im Bereich der Wesermarsch tritt besonders südlich Brake die Flußmarsch dominierend auf, so daß sie schließlich mit 40 % an der Gesamfläche der Wesermarsch beteiligt ist.

## LITERATUR:

- BARCKHAUSEN, J. (1995): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25 000, Erl. Blatt 2616 Brake.- 183 S., 9 Abb., 3 Tab., 4 Kt.; Hannover.
- BEHRE, K.-E. (1985): Die ursprüngliche Vegetation in den deutschen Marschengebieten und deren Veränderung durch prähistorische Besiedlung und Meeresspiegelbewegungen.- Verh. Ges. Ökologie, XII: 85- 96, 6 Abb.; Göttingen.
- BENZLER, J.-H., VOIGT, H. & MÜLLER, W. (1970): Der Kalkgehalt in holozänen Sedimenten des Nds. Küstengebietes und seine Bedeutung für die Genese der Marsch-Böden. - Mitt. dt. bodenkdl. Ges., 10: 308-311; Göttingen.
- (1977): Exkursion DBG in der Wesermarsch, Teil Geologie und Böden. - Mitt. dt. bodenkdl. Ges., 24: 24-34; Göttingen.
- CAMERON, D., VAN DOORN, D., LABAN, C. & STREIF, H. (1993): Geology of the Southern North Sea basin.- In: HILLEN, R. & VERHAGEN, H.: Coastlines of the southern North Sea: 14-26, 3 Abb.; New York (American Society of Civil Engineers).
- CASPERS, G., JORDAN, H., MERKT, J. MEYER, K.-D., MÜLLER, H. & STREIF, H. (1995).- In: BENDA, L. (Hrsg.): Das Quartär Deutschlands.- III Niedersachsen.- S. 23-58, 9 Abb., 1 Tab.; Berlin - Stuttgart (Borntraeger).
- EISMA, D., MOOK, W.G. & LABAN, C. (1981): An early Holocene tidal flat in the Southern Bight.- Spec. Publ. int. Ass. Sediment., 5: 229-237, 6 Abb., 1 Tab.; Oxford.



- HANISCH, J. (1980): Neue Meeresspiegeldaten aus dem Raum Wangerooge.- Eiszeitalter u. Gegenwart, **30**: 221-228, 5 Abb.; Hannover.
- HÖFLE, H.-C. (1976): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25 000, Erl. Blatt 2717 Schwane-  
wede.- 72 S., 10 Abb., 3 Tab., 3 Kt.; Hannover
- HÖFLE, H.-C., MERKT, J. & MÜLLER, H. (1985): Die Ausbreitung des Eem-Meeress in Nordwest-  
deutschland.- Eiszeitalter u. Gegenwart, **35**: 49-59, 4 Abb.; Hannover.
- HOSELMANN, C. & STREIF, H. (1997): Bilanzierung der holozänen Sedimentakkumulation im nie-  
dersächsischen Küstenraum.- Z. dt. geol. Ges., **148**, 3-4: 431-445, 7 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- (1998): Methods used in a mass-balance study of Holocene sediment accumulation on the  
southern North Sea coast.- In: HARFF, J., LEMKE, W. & STATTEGGER, K. (Hrsg. 1998): Compu-  
terized Modeling of sedimentary Systems: 361-374, 8 Abb.; Berlin usw. (Springer).
- JELGERSMA, S. (1979): Sea-level changes in the North Sea basin.- In: OELE et al. (Hrsg. 1979) The  
Quaternary History of the North Sea. Acta Univ. Ups. Symp. Univ. Ups. Annum  
Quingentesimum Celebrantis, **2**: 233-248, 7 Abb.; Uppsala.
- MEINKE, K. (1992): Die Entwicklung der Weser im nordwestdeutschen Flachland während des jün-  
geren Pleistozäns.- Diss. Georg-August-Universität zu Göttingen: 114 S., 11 Abb., 18 Tab., 72  
Anl. darin 13 geol. Schnitte; Göttingen.- [Unveröff.].
- MEINKE, K. (1995): The development of the middle and lower course of the Weser River during the  
Late Pleistocene.- Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. **100**: 1-13, 4 Abb., 1 Tab.; Berlin - Stuttgart.
- MEYER, K.-D. (1983): Zur Anlage der Urstromtäler in Niedersachsen.- Z. Geomorph. N.F., **27**, 2:  
147-160, 3 Abb.; Berlin - Stuttgart.
- (1986): Saalian end moraines in Lower Saxony.- In: EHLERS, J. (Hrsg.): Glacial deposits in  
North-West Europe: 335-342, 8 Abb.; Rotterdam (Balkema).
- MÜLLER, W. (1958): Grundsätzliche Betrachtungen zur systematischen Gliederung der Marschböden.  
- Geol. Jb., **76**: 11-24; Hannover.
- (1962): Der Ablauf der holozänen Meerestransgression an der südlichen Nordseeküste und Fol-  
gerungen in bezug auf eine geochronologische Holozängliederung.- Eiszeitalter u. Gegenwart,  
**13**: 197-226, 6 Abb., 1 Tab.; Öhringen/Württ.
- (1970): Zur Genese und Klassifizierung der Marschböden. - Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **10**: 294-  
301; Göttingen.
- (1977): Exkursion DBG in der Wesermarsch, Teil Geologie und Böden. - Mitt. dt. bodenkdl.  
Ges., **24**: 24-34; Göttingen.
- (1977): Geologie.- In: Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges.- Exkursion anlässlich der Jahrestagung der  
Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1977 in Bremen in die Naturräume der Marsch-,  
Moor- und Geestlandschaften des Unterweserraumes.- **24**: 24-29, 3 Abb.; Bremen.
- (1985): Zur Genese der Verbreitungsmuster der Marschböden und Diskussion verschiedener  
Entstehungstheorien. - Geol. Jb., **F 19**; Hannover.
- NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1995): Quartärgeologische Übersichts-  
karte von Niedersachsen und Bremen 1 : 500 000; Hannover.
- PREUB, H. (1979): Die holozäne Entwicklung der Nordseeküste im Gebiet der östlichen Weser-  
marsch.- Geol. Jb., **A 53**: 3-85, 25 Abb., 6 Tab.; Hannover.
- ROHDE, P. (1989): Elf pleistozäne Sand-Kies-Terrassen der Weser: Erläuterung eines Gliederungs-  
schemas für das obere Weser-Tal.- Eiszeitalter u. Gegenwart, **39**: 42-56, 4 Abb., 2 Tab.; Han-  
nover.
- (1994): Weser und Leine am Berglandrand zur Ober- und Mittelterrassen-Zeit.- Eiszeitalter u.  
Gegenwart, **44**: 106-113, 2 Abb.; Hannover.
- SCHRAPS, G.W. (1962): Das Quartär des Jadegebietes.- Diss. Nat.-Phil. Fak. TH Carolo-Wilhelmina  
Braunschweig: 123 S., 54 Abb.; Braunschweig.
- SCHROEDER, D. & BRÜMMER, G. (1969): Beiträge zur Genese und Klassifizierung der Marschen. I.  
Problematik der Marschen-Genese und -Klassifizierung und Untersuchungen zum Ca/Mg-  
Verhältnis. - Z. Pflanzenemähr. u. Bodenkdl., **122**, 3: 228-249; Weinheim.

- SCHUBERT, T. (1987): Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben Wechselwirkung Klima-Mensch in der Auelehmsedimentation (Unterweser).- Ber. Archiv BGR/NLFB, **102056**: 93 S., 7 Abb., 9 Anl.; Hannover [Unveröff.].
- SEEDORF, H. H. & MEYER, H. H. (1992): Landeskunde Niedersachsen, Band 1, K. Wachholz Verlag; Münster.
- STREIF, H. (1990): Das Ostfriesische Küstengebiet - Nordsee, Inseln, Watten und Marschen.- **57**, 2. Aufl.: 376 S., 48 Abb., 10 Tab., 1 Beil.; Berlin - Stuttgart (Borntaeger).
- (1993): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25 000, Erl. Blatt Nordenham.- 139 S., 5 Abb., 2 Tab., 4 Kt.; Hannover.
  - (1998): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25 000, Erl. Blatt Elsfluth.- XX S., 8 Abb., 5 Tab., 4 Kt.; Hannover [im Druck].

#### 4. Exkursionspunkte Küstenmarsch

##### Exkursionspunkt 1 a: flache Dwog-Flußmarsch über Niedermoor

###### Standortbeschreibung

|                                                       |                                               |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| TK25:                                                 | 2717 Schwanewede                              |
| Lage: ( <i>Ort, Rechts/Hoch</i> )                     | Meyenburg,<br>R: 3471060, H: 5906120          |
| Klima:                                                | maritimer Klimabereich                        |
| ( <i>Jahresniederschlag, Temperatur, Klimastufe</i> ) | 720 mm KWB + 300 mm jährlich<br>8,0 - 8,5 ° C |
| Relief:                                               | eben                                          |
| Nutzung:                                              | Acker                                         |

###### Profilbeschreibung

| Horizont  | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                          |
|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| p SwAp    | 0-20       | schwach schluffiger Ton, dunkelgraubraun, mittel humos, schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte |
| II fAh-Sd | -30        | schwach schluffiger Ton, dunkelgrau, schwach humos, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte    |
| IIIInHw   | -50        | Schilftorf, zum Teil Seggentorf, schwarzgrau, sehr hohes Substanzvolumen                              |
| nHw       | -150       | Schilftorf, zum Teil Seggentorf, braun, hohes Substanzvolumen                                         |
| nHr       | -200       | Schilftorf, zum Teil Seggentorf, lagenweise stark schluffiger Ton. braun, hohes Substanzvolumen       |

Bodentyp: KA4: MD-MNf/HN flache Dwog-Flußkleimarsch über Niedermoor  
 FAO: Eutric Gleysol/Histosol  
 NLfB: MFd/HN52

Ausgangsgestein: perimarin (tidal-fluviatil über Niedermoorortorf)  
 Substrattyp: flacher fluviton über Torf  
 f-U/og-H

**Physikalische und chemische Analysendaten\* von Exkursionspunkt 1 a**

| Horizont  | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |     |     |     |       |     |      |      |
|-----------|-------|---------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|------|------|
|           | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS  | fS  | ffS | gU  | mU+fU | ΣS  | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i>  | 2     | 3       | 4                                   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9     | 10  | 11   | 12   |
| Sw-Ap     | 20    | 0       | 0                                   | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 6,6 | 31,4  | 1,3 | 38,0 | 60,7 |
| II fAh-Sd | 30    | 0       | 0,1                                 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 9,7 | 31,5  | 1,1 | 41,2 | 57,7 |
| III nHw   | 50    | 0       |                                     |     |     |     |     |       |     |      |      |

| Horizont  | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     |        | nFK    | kf |
|-----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|--------|----|
|           | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d   |    |
| <i>l</i>  | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17  | 18  | 19     | 20     |    |
| Sw-Ap     | 0,99              | 60        | 58                   | 57  | 54  | 43  | 15     | 6,56   |    |
| II fAh-Sd | 1,13              | 59        | 57                   | 56  | 54  | 45  | 12     | 0,77   |    |
| III nHw   | 0,20              | 88        | 77                   | 73  | 66  | 38  | 39     | 140,44 |    |

| Horizont  | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|-----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|           | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>l</i>  | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30                 | 31                 | 32             |
| Sw-Ap     | n.b.               | 5,9                  | 0                 | 6,66             | 0,54           | 12  | 14,2            | 11,2            | 0,8                              | 3,9                | 9,9                |                |
| II fAh-Sd |                    | 5,0                  | 0                 | 6,14             | 0,47           | 13  | 7,5             | 7,4             | 1,0                              | 0,3                | 9,0                |                |
| III nHw   |                    | 4,0                  | 0                 | 41,7             | 2,33           | 18  | 19,7            | 16,6            | 0,8                              | 1,0                | 5,6                |                |

| Horizont  | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>c</sub> /kg |    |      |      |      |      |      | BS |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|----|------|------|------|------|------|----|
|           | mmol <sub>c</sub> /kg | mmol <sub>c</sub> /kg | H+Al                                            | Al | Ca   | Mg   | K    | Na   | %    |    |
| <i>l</i>  | 33                    | 34                    | 35                                              | 36 | 37   | 38   | 39   | 40   | 41   |    |
| Sw-Ap     | 475                   | n.b.                  | 100                                             |    | 362  | 44   | 4    | 2    | 80   |    |
| II fAh-Sd | 438                   |                       | 187                                             |    | 268  | 50   | 3    | 2    | 63   |    |
| III nHw   | n.b.                  |                       | n.b.                                            |    | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |    |

\* Analysenmethoden s. Anhang der Exkursion Z 2

**Exkursionspunkte 1. Tag: Küstenmarsch**

**Exkursionspunkt 1 b: Dwog-Flußkleimarsch**

**Standortbeschreibung°**

|                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| TK25:                             | 2717 Schwanewede             |
| Lage: ( <i>Ort,</i>               | Meyenburg,                   |
| <i>Rechts/Hoch</i> )              | R: 3471670, H: 5905710       |
| Klima:                            | maritimer Klimabereich       |
| ( <i>Jahresniederschlag, Tem-</i> | 720 mm KWB + 300 mm jährlich |
| <i>peratur, Klimastufe</i> )      | 8,0 - 8,5 ° C                |
| Relief:                           | eben                         |
| Nutzung:                          | Acker                        |
| Bodenschätzung:                   | L II a 2 63                  |

**Profilbeschreibung**

| Horizont  | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                    |
|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| p Ap      | 0-30       | schluffiger Ton, graubraun (10YR4/3), mittel humos, schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte               |
| p Go      | -50        | schwach schluffiger Ton, braungrau (10YR4/1), sehr schwach humos, mittel eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte |
| II p fAh  | -55        | mittel schluffiger Ton, dunkelgrau (5Y3/1), schwach humos, mittel eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte         |
| p Go      | -80        | stark schluffiger Ton, grau (5Y4/1), mittel eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte                               |
| III p fAh | -87        | schwach schluffiger Ton, dunkelblaugrau (5Y3/1), schwach humos, mittel eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte    |
| p Gro     | -105       | schwach schluffiger Ton, grau (5Y4/1), schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte                            |
| p Gr      | -120       | schwach schluffiger Ton, dunkelgrau (10YR4/1), geringe Lagerungsdichte                                          |
| IV nHr    | -140       | Niedermoortorf, schwarzgrau, hohes Substanzvolumen, durchschlickt                                               |

Bodentyp: KA4: MD-MNf Dwog-Flußkleimarsch  
 FAO: Eutric Fluvisol  
 NLfB: MFd41

Ausgangsgestein: perimarin (tidal-fluviatil)  
 Substrattyp: Fluviton über tiefem Torf  
 f-t/og-H

## Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt 1 b

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |     |     |      |       |     |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|-----|-----|-----|------|-------|-----|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS  | fS  | ffS | gU   | mU+fU | ΣS  | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9     | 10  | 11   | 12   |
| p Ah     | 30    | 0       | 0,1                                 | 0,5 | 0,5 | 4,2 | 29,2 | 28,9  | 5,3 | 58,1 | 36,6 |
| p Go     | 50    | 0       | 0,1                                 | 0,2 | 0,3 | 3,3 | 23,9 | 28,4  | 3,9 | 52,3 | 43,8 |
| II fAh   | 55    | 0       | 0                                   | 0   | 0,1 | 1,6 | 27,1 | 25,8  | 1,7 | 52,9 | 45,4 |
| p Go     | 80    | 0       | 0                                   | 0   | 0   | 1,5 | 23   | 27,3  | 1,5 | 50,3 | 48,2 |
| III fAh  | 87    | 0       | 0                                   | 0   | 0   | 1,3 | 18,5 | 29,4  | 1,3 | 47,9 | 50,8 |
| p Gro    | 105   | 0       | 0                                   | 0   | 0   | 0,3 | 14,9 | 31    | 0,3 | 45,9 | 53,8 |
| p Gr     | 120   | 0       | 0                                   | 0   | 0   | 0,3 | 9,0  | 33,5  | 0,3 | 42,5 | 57,2 |
| IV nHr   | 140   | 0       | 0                                   | 0   | 0   | 0,1 | 5,8  | 51,1  | 0,1 | 56,9 | 43,0 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |      |      |      | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol.-% | cm/d |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16   | 17   | 18   | 19     | 20   |
| p Ah     | 1,34              | 50        | 50                   | 48   | 45   | 33   | 17     | n.b. |
| p Go     | 1,38              | 47        | 45                   | 44   | 42   | 32   | 13     | 10,5 |
| II fAh   | 1,39              | 48        | 47                   | 46   | 44   | 34   | 13     | n.b. |
| p Go     | 1,19              | 55        | 51                   | 50   | 48   | 34   | 17     | 10,6 |
| III fAh  | 1,22              | 53        | 51                   | 50   | 48   | 34   | 17     | 2,4  |
| p Gro    | 1,11              | 58        | 55                   | 54   | 52   | 36   | 19     | n.b. |
| p Gr     | 0,84              | 67        | 62                   | 61   | 58   | 35   | 27     | n.b. |
| IV nHr   | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | n.b. |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>l</i> | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30                 | 31                 | 32             |
| p Ah     | n.b.               | 6,7                  | 0                 | 1,7              | 0,22           | 8   | 11,5            | 8,6             | 0,7                              | 6,7                | 15,7               | 0,09           |
| p Go     |                    | 6,6                  | 0                 | 1,23             | 0,14           | 9   | 11,2            | 7,9             | 0,7                              | 2,8                | 13,8               |                |
| II fAh   |                    | 6,4                  | 0                 | 0,86             | 0,12           | 7   | 9,7             | 6,9             | 0,7                              | 0,5                | 10,8               | 0,04           |
| p Go     |                    | 6,4                  | 0                 | 0,89             | 0,11           | 8   | 20,1            | 11,0            | 0,5                              | 0,8                | 10,9               | 0,06           |
| III fAh  |                    | 6,4                  | 0                 | 0,96             | 0,13           | 7   | 7,5             | 5,7             | 0,8                              | 1,3                | 12,2               | 0,04           |
| p Gro    |                    | 6,2                  | 0                 | 1,19             | 0,14           | 9   | 11,2            | 10,4            | 0,9                              | 5,6                | 14,8               | 0,09           |
| p Gr     |                    | 5,6                  | 0                 | 3,23             | 0,31           | 10  | 3,6             | 3,5             | 1,0                              | 1,2                | 17,0               | 0,03           |
| IV nHr   |                    | 3,8                  | 0                 | 12,1             | 0,79           | 15  | 9,4             | 7,6             | 0,8                              | 1,0                | 8,8                | 0,04           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>c</sub> /kg |       |      |      |      |      | BS   |
|----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|
|          | mmol <sub>c</sub> /kg | mmol <sub>c</sub> /kg | H+Al                                            | Al    | Ca   | Mg   | K    | Na   | %    |
| <i>l</i> | 33                    | 34                    | 35                                              | 36    | 37   | 38   | 39   | 40   | 41   |
| p Ah     | 241                   | n.b.                  | 56                                              | n. b. | 208  | 40   | 5    | 2    | 82   |
| p Go     | n.b.                  |                       | n.b.                                            |       | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| II fAh   | 294                   |                       | 75                                              |       | 196  | 104  | 4    | 2    | 80   |
| p Go     | 298                   |                       | 48                                              |       | 186  | 104  | 4    | 2    | 86   |
| III fAh  | 294                   |                       | 108                                             |       | 192  | 106  | 4    | 2    | 85   |
| p Gro    | 321                   |                       | 57                                              |       | 204  | 108  | 5    | 2    | 85   |
| p Gr     | 364                   |                       | 98                                              |       | 218  | 104  | 5    | 2    | 77   |
| IV nHr   | n.b.                  |                       | n.b.                                            |       | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |

## Exkursionspunkt 2: Knickmarsch

### Standortbeschreibung

|                                            |                                              |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| TK25:                                      | 2516 Nordenham                               |
| Lage: ( <i>Ort, Rechts/Hoch</i> )          | Rodenkirchen,<br>R: 3462390, H: 5918940      |
| Klima:                                     | maritimer Klimabereich                       |
| ( <i>Jahresniederschlag, Temperatur, )</i> | 720 mm KWB + 320 mm jährlich<br>8,0 - 8,5 °C |
| Relief:                                    | eben                                         |
| Nutzung:                                   | Grünland                                     |
| Bodenschätzung:                            | T II a 1 66                                  |

### Profilbeschreibung

| Horizont  | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                 |
|-----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| b Sw-Ah   | 0-10       | mittel schluffiger Ton, braungrau, mittel humos, schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte, polyedrisch                                  |
| b Sw-Sq   | -34        | mittel schluffiger Ton, grau, sehr schwach humos, mittel eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, prismatisch                                 |
| b Sw-Sq   | -50        | schwach schluffiger Ton, bläulichgrau, sehr schwach humos, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, prismatisch                       |
| b Sq      | -67        | schwach schluffiger Ton, braun, sehr schwach humos, mittel eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte, prismatisch                                   |
| II fAh+Sq | -75        | schwach schluffiger Ton, schwarzgrau, schwach humos, schwach eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte                                              |
| b Go      | -105       | schwach schluffiger Ton, grau, sehr schwach humos, stark eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte                                              |
| b Gor     | -120       | mittel schluffiger Ton, geschichtet mit mittel schluffigem Feinsand, grau, sehr schwach humos, schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte |
| b Gr      | -140       | mittel schluffiger Ton, geschichtet mit mittel schluffigem Feinsand, grau, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte                       |

Bodentyp: KA4: MKn Knickmarsch  
FAO: Fluvi-Dystric Gleysol  
NLFb: MK52

Ausgangsgestein: brackisch (tidal-brackisch)  
Substrattyp: b-t

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt 2**

| Horizont  | Tiefe    | Skelett    | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           |
|-----------|----------|------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|           | cm       | Gew.-<br>% | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU+fU    | ΣS        | ΣU        | Ton       |
| <i>l</i>  | <i>2</i> | <i>3</i>   | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| b Sw-Ah   | 10       | 0          | 0,3                                 | 1,7      | 0,7      | 3,6      | 21       | 29,6     | 6,3       | 50,6      | 43,1      |
| b Sw      | 34       | 0          | 0                                   | 0,1      | 0,1      | 0,9      | 20,6     | 31,1     | 1,1       | 51,7      | 47,2      |
| b Sw      | 50       | 0          | 0                                   | 0,1      | 0,1      | 1,2      | 12,9     | 32,4     | 1,4       | 45,3      | 53,3      |
| b Sq      | 67       | 0          | 0,1                                 | 0,1      | 0,1      | 1,6      | 20,2     | 28,2     | 1,9       | 48,4      | 49,7      |
| II fAh+Sq | 75       | 0          | 0                                   | 0,1      | 0,1      | 0,3      | 6,2      | 30,9     | 0,5       | 37,1      | 62,4      |
| b Go      | 105      | 0          | 0,1                                 | 0,1      | 0,1      | 0,6      | 19,0     | 28,5     | 0,9       | 47,5      | 51,5      |
| b Gor     | 120      | 0          | 0                                   | 0,1      | 0,1      | 16,2     | 27,6     | 20,6     | 16,4      | 48,2      | 35,4      |
| b Gr      | 140      | 0          | 0                                   | 0        | 0,1      | 11,9     | 25,9     | 23,2     | 12,0      | 49,1      | 38,9      |

| Horizont  | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |           |           |           | nFK       | kf        |
|-----------|-------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0       | 2,5       | 4,2       | Vol.-%    | cm/d      |
| <i>l</i>  | <i>13</i>         | <i>14</i> | <i>15</i>            | <i>16</i> | <i>17</i> | <i>18</i> | <i>19</i> | <i>20</i> |
| b Sw-Ah   | 1,04              | 62        | 58                   | 56        | 52        | 31        | 27        | n.b.      |
| b Sw      | 1,37              | 52        | 49                   | 48        | 45        | 33        | 16        | 0,1       |
| b Sw      | 1,27              | 52        | 50                   | 49        | 48        | 34        | 15        | n.b.      |
| b Sq      | 1,34              | 55        | 53                   | 52        | 50        | 32        | 20        | 0,1       |
| II fAh+Sq | 1,11              | 62        | 59                   | 58        | 57        | 38        | 21        | n.b.      |
| b Sq      | 1,08              | 61        | 57                   | 56        | 53        | 33        | 24        | 0,1       |
| b Gor     | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b.      | n.b.      | n.b.      | n.b.      | n.b.      |
| b Gr      | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b.      | n.b.      | n.b.      | n.b.      | 0,4       |

| Horizont  | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N       | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|-----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|           | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| <i>l</i>  | <i>21</i>          | <i>22</i>            | <i>23</i>         | <i>24</i>        | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>          | <i>31</i>          | <i>32</i>      |
| b Sw-Ah   | n.b.               | 5,5                  | 0                 | 3,61             | 0,40           | 9         | 9,8             | 9,0             | 0,9                              | 4,0                | 11,3               | 0,07           |
| b Sw      | „                  | 6,0                  | 0                 | 1,18             | 0,16           | 7         | 8,6             | 5,8             | 0,7                              | 0,3                | 15,6               | 0,04           |
| b Sw      | „                  | 6,5                  | 0                 | 0,84             | 0,12           | 7         | 6,4             | 3,3             | 0,5                              | 0,2                | 19,3               | 0,02           |
| b Sq      | „                  | 6,8                  | 0,8               | 0,57             | 0,09           | 6         | 9,1             | 4,1             | 0,5                              | 0,4                | 19,0               | 0,02           |
| II fAh+Sq | „                  | 7,0                  | 0,8               | 1,60             | 0,12           | 13        | 8,9             | 7,5             | 0,8                              | 0,7                | 20,4               | 0,06           |
| b Sq      | „                  | 6,7                  | 0,8               | 0,65             | 0,09           | (7)       | 10,7            | 7,8             | 0,7                              | 6,3                | 23,6               | 0,11           |
| b Gor     | „                  | 6,9                  | 0,8               | 0,42             | 0,08           | (5)       | 3,0             | 1,9             | 0,6                              | 4,3                | 17,3               | 0,05           |
| b Gr      | „                  | 7,5                  | 1,6               | 1,60             | 0,14           | 11        | 2,2             | 0,6             | 0,3                              | 3,6                | 17,9               | 0,05           |

| Horizont  | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>e</sub> /kg |           |           |           |           |           | BS        |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | mmol <sub>e</sub> /kg | mmol <sub>e</sub> /kg | H+Al                                            | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        | %         |
| <i>l</i>  | <i>33</i>             | <i>34</i>             | <i>35</i>                                       | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> | <i>41</i> |
| b Sw-Ah   | 280                   | n.b.                  | 100                                             | n.b.      | 162       | 64        | 4         | 5         | 70        |
| b Sw      | 254                   | „                     | 33                                              | „         | 158       | 90        | 5         | 7         | 89        |
| bSw       | 258                   | „                     | 0                                               | „         | 156       | 94        | 7         | 14        | 100       |
| bSq       | 262                   | „                     | 0                                               | „         | 150       | 102       | 7         | 22        | 100       |
| II fAh+Sq | 394                   | „                     | 0                                               | „         | 244       | 138       | 7         | 36        | 100       |
| bSq       | 317                   | „                     | 27                                              | „         | 182       | 120       | 8         | 21        | 92        |
| b Gor     | 167                   | „                     | 0                                               | „         | 96        | 66        | 5         | 17        | 100       |
| b Gr      | 199                   | „                     | 0                                               | „         | 112       | 68        | 5         | 26        | 100       |

### Exkursionspunkt 3: Schwefelreiche Organomarsch

#### Standortbeschreibung

TK25: 2616 Brake (Unterweser)  
 Lage: (Ort, Suder Frieschenmoor,  
 Rechts/Hoch) R: 3459025, H: 5913370  
 Klima: maritimer Klimabereich  
 (Jahresniederschlag, Tem- 725 mm KWB + 300 m jährlich  
 peratur) 8,0 - 8,5 ° C  
 Relief: eben  
 Nutzung: Mähweide  
 Bodenschätzung: T III a 2 49

#### Profilbeschreibung

| Horizont  | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                           |
|-----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L         | + 3        | Wurzelfilz, dunkelgraubraun, stark humos, geringe Lagerungsdichte                                                      |
| o Ah      | -11        | mittel schluffiger Ton, dunkelgraubraun, stark humos, geringe Lagerungsdichte                                          |
| o Go-Ah   | -24        | stark toniger Schluff, dunkelgraubraun, stark humos, schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte                     |
| II fAh+Ho | -28        | Niedermoortorf, grauschwarz, geringes Substanzvolumen                                                                  |
| o Go      | -31        | mittel schluffiger Ton, graubraun, mittel humos, mittel eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte, Pflanzenreste           |
| o Go      | -39        | mittel schluffiger Ton, hellgrau, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Pflanzenreste, wenig Maibolt                 |
| oGo       | -50        | mittel schluffiger Ton, durchsetzt mit Torf, grau, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Pflanzenreste, viel Maibolt |
| o Gr      | -77        | mittel schluffiger Ton, durchsetzt mit Torf, graubläulich, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Pflanzenreste       |
| o Gr      | -104       | mittel schluffiger Ton, durchsetzt mit Torf, bläulichdunkelgrau, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Pflanzenreste |
| o Gr      | -115       | mittel schluffiger Ton, blaugrau, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Pflanzenreste                                |

Bodentyp: KA4: MOs schwefelreiche Organomarsch mit Torfresten  
 FAO: Thionic Fluvisol  
 NLFb: MOs3

Ausgangsgestein: brackisch (tidal-brackisch)  
 Substrattyp: b-t



**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt 3**

| Horizont  | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |     |     |      |       |     |      |      |
|-----------|-------|---------|-------------------------------------|-----|-----|-----|------|-------|-----|------|------|
|           | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS  | fS  | ffS | gU   | mU+fU | ΣS  | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i>  | 2     | 3       | 4                                   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9     | 10  | 11   | 12   |
| o-Ah      | 11    | 0       | 0,5                                 | 0,8 | 0,8 | 2   | 13,2 | 37,4  | 4,1 | 50,6 | 45,3 |
| o Go-Ah   | 24    | 0       | 0                                   | 0,3 | 0,2 | 1,1 | 10,5 | 33,6  | 1,6 | 44,1 | 54,3 |
| II fAh+Ho | 28    | 0       |                                     |     |     |     |      |       |     |      |      |
| o Go      | 31    | 0       | 0                                   | 0,1 | 0   | 0,7 | 10,9 | 42,6  | 0,8 | 53,5 | 45,7 |
| o Go      | 39    | 0       | 0                                   | 0   | 0   | 1,5 | 14,0 | 28,1  | 1,5 | 42,1 | 56,4 |
| o Go      | 50    | 0       | 0                                   | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 9,0  | 33,0  | 0,6 | 42,0 | 57,4 |
| o Gr      | 77    | 0       | 0,0                                 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 5,4  | 52,2  | 0,3 | 57,6 | 42,1 |
| o Gr      | 104   | 0       | 0,1                                 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 6,4  | 46,3  | 0,9 | 52,7 | 46,4 |
| o Gr      | 115   | 0       | 0                                   | 0,1 | 0,1 | 2,8 | 14,7 | 39,3  | 3,0 | 54,0 | 43,0 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |      |      |      | nFK    | kf    |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|--------|-------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol.-% | cm/d  |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16   | 17   | 18   | 19     | 20    |
| o Ah     | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | n.b.  |
| o Go-Ah  | 0,68              | 68        | 64                   | 62   | 58   | 46   | 18     | n.b.  |
| fAh+Ho   | 0,23              | 81        | 63                   | 57   | 53   | 27   | 36     | n.b.  |
| o Go     | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | n.b.  |
| o Go     | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | n.b.  |
| o Go     | 0,42              | 80        | 73                   | 71   | 69   | 29   | 44     | n.b.  |
| o Gr     | 0,42              | 78        | 72                   | 68   | 64   | 32   | 39     | 137,2 |
| o Gr     | 0,34              | 84        | 71                   | 67   | 57   | 28   | 44     | n.b.  |
| o Gr     | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | n.b.  |

| Horizont  | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>e</sub> | Fe <sub>e</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|-----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|           | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| <i>l</i>  | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30                 | 31                 | 32             |
| o Ah      | n.b.               | 5,0                  | 0                 | 12,9             | 1,10           | 12  | 18,0            | 16,4            | 0,9                              | 6,2                | 8,6                | 0,18           |
| o Go-Ah   | "                  | 4,6                  | 0                 | 14,5             | 1,03           | 14  | 16,6            | 13,6            | 0,8                              | 2,7                | 7,4                | 0,15           |
| II fAh+Ho | "                  | 3,9                  | 0                 | 35,7             | 2,41           | 15  | 18,3            | 16,4            | 0,9                              | 1,7                | 11,0               | 0,16           |
| o Go      | "                  | 3,5                  | 0                 | 12,1             | 0,9            | 13  | 9,7             | 9,2             | 0,9                              | 0,8                | 10,4               | 0,05           |
| o Go      | "                  | 3,3                  | 0                 | 5,10             | 0,44           | 12  | 15,2            | 8,0             | 0,5                              | 0,7                | 12,0               | 0,05           |
| o Go      | "                  | 2,8                  | 0                 | 6,21             | 0,51           | 12  | 14,8            | 8,3             | 0,6                              | 0,8                | 7,4                | 0,05           |
| o Gr      | "                  | 2,6                  | 0                 | 6,11             | 0,50           | 12  | 15,9            | 11,5            | 0,7                              | 1,3                | 3,4                | 0,04           |
| o Gr      | "                  | 3,2                  | 0                 | 7,75             | 0,67           | 12  | 7,9             | 6,4             | 0,8                              | 1,2                | 38,1               | 0,04           |
| Gr        | "                  | 3,7                  | 0                 | 2,99             | 0,31           | 10  | 4,7             | 4,1             | 0,9                              | 3,1                | 49,8               | 0,06           |

| Horizont  | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>e</sub> /kg |    |     |     |    |    | BS |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|----|-----|-----|----|----|----|
|           | mmol <sub>e</sub> /kg | mmol <sub>e</sub> /kg | H+Al                                            | Al | Ca  | Mg  | K  | Na | %  |
| <i>l</i>  | 33                    | 34                    | 35                                              | 36 | 37  | 38  | 39 | 40 | 41 |
| o Ah      | 552                   | n.b.                  | 314                                             |    | 336 | 84  | 2  | 0  | 57 |
| o Go-Ah   | 644                   |                       | 443                                             |    | 310 | 68  | 2  | 0  | 46 |
| II fAh+Ho | 933                   |                       | 877                                             |    | 314 | 72  | 2  | 1  | 31 |
| o Go      | 563                   |                       | 441                                             |    | 102 | 40  | 3  | 0  | 25 |
| o Go      | 359                   |                       | 266                                             |    | 62  | 34  | 4  | 0  | 27 |
| o Go      | 374                   |                       | 253                                             |    | 48  | 40  | 2  | 1  | 26 |
| o Gr      | 276                   |                       | 270                                             |    | 96  | 156 | 1  | 0  | 48 |
| o Gr      | 350                   |                       | 310                                             |    | 118 | 148 | 10 | 8  | 48 |
| o Gr      | 254                   |                       | 198                                             |    | 112 | 114 | 14 | 7  | 56 |

## Exkursionspunkt 4: Kalkmarsch

### Standortbeschreibung

TK25: 2516 Nordenham  
 Lage: (Ort, Seefeld,  
 Rechts/Hoch) R: 3456900, H: 5926870  
 Klima: maritimer Klimabereich  
 (Jahresniederschlag, Tem- 730 mm KWB + 330 mm jährlich  
 peratur, Klimastufe) 8,0 - 8,5 ° C  
 Relief: eben  
 Nutzung: Grünland, Wechselwirtschaft  
 Bodenschätzung: L I a 2 76

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                             |
|----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (e)mAh   | 0-10       | mittel schluffiger Ton, dunkelgraubraun, stark humos, carbonatarm, geringe Lagerungsdichte, Polyedergefüge, stark durchwurzelt, polyedrisch              |
| em Ah    | -25        | mittel schluffiger Ton, dunkelgraubraun, schwach humos, schwach carbonathaltig, geringe Lagerungsdichte, Polyedergefüge, stark durchwurzelt, polyedrisch |
| em Go    | -35        | mittel schluffiger Ton, braungrau, sehr schwach humos, sehr schwach eisenfleckig, mittel carbonathaltig, geringe Lagerungsdichte, prismatisch            |
| em Go    | -55        | mittel schluffiger Ton, hellgrünbraungrau, schwach eisenfleckig, mittel carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, prismatisch                            |
| em Gro   | -80        | mittel schluffiger Ton, grünbraungrau, schwach eisenfleckig, stark carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte prismatisch                                  |
| em Gr    | -160       | stark schluffiger Ton, lagenweise stark schluffiger Ton, grüngrau, stark carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte kohärent                               |

Bodentyp: KA4: MCn Kalkmarsch  
 FAO: Fluvi-Calcic Gleysol  
 NLFb: MC52

Ausgangsgestein: marin (tidal-marin)  
 Substrattyp: m-t

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt 4

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |     |      |       |     |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|-----|------|-------|-----|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS | gU   | mU+fU | ΣS  | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7   | 8    | 9     | 10  | 11   | 12   |
| Ah       | - 15  | -       | 0,3                                 | 0,5  | 0,2  | 3,2 | 21,3 | 27,8  | 4,2 | 49,1 | 46,6 |
| em Ah    | -30   | -       | 0,1                                 | 0,2  | 0,2  | 3,4 | 21,9 | 27,8  | 3,9 | 49,7 | 46,5 |
| emGo     | -50   | -       | <0,1                                | 0,2  | 0,2  | 3,3 | 23,4 | 27,8  | 3,7 | 51,2 | 45,1 |
| emGro    | -70   | -       | <0,1                                | <0,1 | <0,1 | 1,2 | 23,4 | 31,6  | 1,2 | 55,0 | 43,7 |
| emGr     | -130  | -       | 0,1                                 | 0,1  | 0,1  | 2,7 | 18,5 | 31,6  | 3,0 | 50,1 | 46,9 |
| emGr     | -150  | -       | <0,1                                | <0,1 | 0,1  | 6,6 | 33,3 | 26,7  | 6,7 | 60,0 | 33,4 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |      |        | nFK  | kf |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|------|--------|------|----|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2  | Vol.-% | cm/d |    |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17  | 18   | 19     | 20   |    |
| Ah       | 1,3               | 49,0      | 50                   | -   | 45  | 31,4 | 18,6   | -    |    |
| emAh     | 1,4               | 46,0      | 49                   | -   | 44  | 31,6 | 17,4   | 430  |    |
| emGo     | 1,2               | 53,3      | 52                   | -   | 48  | 35,9 | 13,1   | 29   |    |
| emGro    | 1,3               | 50,4      | 51                   | -   | 49  | 27,8 | 23,2   | 53   |    |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |      | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| <i>l</i> | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               | 30                 | 31                 | 32             |
| Ah       | n.b.               | 5,8                  |                   | 5,7              | 0,58           | 9,8  | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | 16,8               | 20,0               | n.b.           |
| emAh     | n.b.               | 6,8                  | 1,4               | 1,9              | 0,23           | 8,6  | “               | “               | “                                | 7,3                | 22,0               | “              |
| emGo     | n.b.               | 7,1                  | 3,4               | n.b.             | n.b.           | n.b. | “               | “               | “                                | 6,0                | 25,0               | “              |
| emGro    | n.b.               | 7,2                  | 9,0               | “                | “              | “    | “               | “               | “                                |                    |                    |                |
| emGr     | n.b.               | 7,2                  | 7,5               | “                | “              | “    | “               | “               | “                                |                    |                    | “              |
| emGr     | n.b.               | 7,3                  | 7,2               | “                | “              | “    | “               | “               | “                                |                    |                    | “              |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |      |     |    |    |    |      | BS |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|------|-----|----|----|----|------|----|
|          | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al   | Ca  | Mg | K  | Na | %    |    |
| <i>l</i> | 33                 | 34                 | 35                                | 36   | 37  | 38 | 39 | 40 | 41   |    |
| Ah       | 437                | n.b.               | n.b.                              | n.b. | 314 | 45 | 8  | 2  | n.b. |    |
| emAh     | 304                | n.b.               | “                                 | “    | 257 | 34 | 10 | 1  | “    |    |
| emGo     | 265                | n.b.               | n.b.                              | n.b. | 246 | 27 | 11 | 1  | n.b. |    |
| emGro    | 248                | n.b.               | n.b.                              | n.b. | 230 | 23 | 12 | 2  | n.b. |    |
| emGr     | 249                | n.b.               | n.b.                              | n.b. | 222 | 31 | 12 | 6  | n.b. |    |
| emGr     | 184                | n.b.               | n.b.                              | n.b. | 161 | 27 | 10 | 9  | n.b. |    |

## Exkursionspunkt 5: Rohmarsch

### Standortbeschreibung

TK25: 2515 Jadebusen  
 Lage: (Ort, Sehestedt,  
 Rechts/Hoch) R: 3454040 H: 5923540  
 Klima: maritimer Klimabereich,  
 (Jahresniederschlag, Tempe- 800 mm, 8,0-8,5 ° C  
 ratur) Überflutung 49mal (1994)  
 Relief: eben  
 Nutzung: ungenutzt, Halophyten-Vegetation (dominierend *Puccinellia maritima*)

### Profilbeschreibung

| Horizont   | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                            |
|------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| emz(A)-Go  | - 26       | brauner schluffiger Ton, mittel durchwurzelt, sehr stark humos, polyedrisch, Torffasern |
| em(o)z Gor | - 46       | braun-grauer schluffiger Ton, schwach durchwurzelt, sehr stark humos, kohärent          |
| emz Gr     | - 66       | grau-schwarzer schluffiger Ton, sehr stark humos, kohärent                              |
| emoz Gr    | - 81       | schwarzer schluffiger Ton, extrem humos, kohärent, Torffasern                           |
| hH         | > 81+      | schwarz-brauner schluffiger Ton vermischt mit Hochmoormaterial                          |

Bodentyp: KA4: MRn Rohmarsch  
 FAO: Thionic Fluvisol  
 NLB: MS2

Ausgangsgestein: marine Sedimente und Hochmoormaterial  
 Substrattyp: Ton über tiefem Moor  
 m-t/og-H

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt 5

| Horizont   | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |     |      |      |            |     |      |      |
|------------|-------------|-------------------|-------------------------------------|-----|-----|------|------|------------|-----|------|------|
|            |             |                   | gS                                  | mS  | fS  | fFS  | gU   | mU +<br>fU | ΣS  | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i>   | 2           | 3                 | 4                                   | 5   | 6   | 7    | 8    | 9          | 10  | 11   | 12   |
| emz(A)-Go  | 26          | 0                 | 0                                   | 0,1 | 1,7 | n.b. | 4,9  | 32,0       | 1,8 | 36,9 | 61,2 |
| em(o)z Gor | 46          | 0                 | 0                                   | 0   | 7,0 | n.b. | 12,6 | 34,3       | 7,3 | 46,9 | 46,0 |
| emz Gr     | 66          | 0                 | 0                                   | 0,3 | 0,6 | n.b. | 3,8  | 34,7       | 0,6 | 38,5 | 60,8 |
| emoz Gr    | 81          | 0                 | 0                                   | 0   | 0,8 | n.b. | 6,6  | 35,9       | 0,8 | 42,5 | 56,7 |
| hH         | > 81+       | 0                 | 0                                   | 1,0 | 1,7 | n.b. | 5,1  | 37,4       | 2,7 | 42,5 | 54,9 |

| Horizont   | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-%<br>bei pF | kf   | pH               | pH  | Eh   |
|------------|-------------------|-----------|------------------|------|------------------|-----|------|
|            | g/cm <sup>3</sup> | %         | 2,5              | cm/d | H <sub>2</sub> O | per | mV   |
| <i>l</i>   | 13                | 14        | 15               | 16   | 17               | 18  | 19   |
| emz(A)-Go  | 0,34              | 86        | 80               | 0,6  | 6,6              | 6,0 | +183 |
| em(o)z Gor | 0,40              | 84        | 82               | 0,2  | 6,4              | 6,1 | -166 |
| emz Gr     | 0,43              | 82        | 82               | 0,3  | 6,5              | 6,4 | -160 |
| emoz Gr    | 0,40              | 84        | 84               | 0,3  | 6,6              | 4,8 | -161 |
| hH         | 0,29              | 86        | 86               | 0,2  | 6,5              | 2,3 | - 93 |

| Horizont   | CaCO <sub>3</sub> | Ton/<br>Carb.-<br>Verh. | C <sub>ORG</sub> | Hu-<br>mus | N <sub>t</sub> | C/N | Cl   | S    | SO <sub>4</sub> | CH <sub>4</sub> |
|------------|-------------------|-------------------------|------------------|------------|----------------|-----|------|------|-----------------|-----------------|
|            | %                 | %                       | %                | %          | %              |     | mg g | mg g | mg g            | mM              |
| <i>l</i>   | 20                | 21                      | 22               | 23         | 24             | 25  | 26   | 27   | 28              | 29              |
| emz(A)-Go  | 3,5               | 18                      | 4,6              | 9,2        | 0,47           | 10  | 26,8 | 5,2  | 0,9             | 0,1             |
| em(o)z Gor | 1,0               | 46                      | 5,2              | 10,4       | 0,39           | 13  | 20,3 | 13,6 | 0,1             | 0,6             |
| emz Gr     | 1,4               | 43                      | 4,4              | 8,8        | 0,39           | 11  | 19,7 | 9,9  | 0,3             | 0,8             |
| emoz Gr    | 0,5               | 113                     | 10,4             | 20,8       | 0,50           | 21  | 38,2 | 19,5 | 0,2             | 1,0             |
| hH         | 0,2               | 275                     | 15,3             | 30,6       | 0,62           | 25  | 53,7 | 16,8 | 0,2             | 1,4             |

| Horizont   | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen mmol/kg |    |     |     |    |      |                 | BS  |
|------------|--------------------|--------------------------------|----|-----|-----|----|------|-----------------|-----|
|            | mmol <sub>c</sub>  | H+Al                           | Al | Ca  | Mg  | K  | Na   | Ca/Mg-<br>Verh. | %   |
| <i>l</i>   | 30                 | 31                             | 32 | 33  | 34  | 35 | 36   | 37              | 38  |
| emz(A)-Go  | 238                | 0                              | 0  | 167 | 189 | 41 | 701  | 1               | 100 |
| em(o)z Gor | 267                | 0                              | 0  | 232 | 183 | 37 | 530  | 1               | 100 |
| emz Gr     | 250                | 0                              | 0  | 177 | 169 | 38 | 538  | 1               | 100 |
| emoz Gr    | 319                | 0                              | 0  | 272 | 290 | 42 | 980  | 1               | 100 |
| hH         | 386                | 0                              | 0  | 292 | 328 | 45 | 1305 | 1               | 100 |

n.b. = nicht bestimmt

Im südöstlichen Jadebusen befindet sich einzigartig auf der Welt seawärts des Deiches ein Hochmoorkomplex, das Sehestedter Außendeichsmoor. Bei Sturmfluten werden Teile dieses Moores erodiert und in die vorgelagerten Salzmarschflächen verfrachtet. Dort entwickeln sich Böden aus marinen Sedimenten und Moormaterial, wobei die Mooranteile kleinräumig stark schwanken. In dem hier gezeigten Profil nimmt der Mooreinfluß mit zunehmender Bodentiefe kontinuierlich zu (von 4,6 bis 15,3 %), darüber hinaus befindet sich in der Tiefe von 26-46 cm ein Horizont mit etwas höheren Gehalten an Torffasern.

Gemeinsam mit typischen Marschböden im Einflußbereich des Meeres weist dieses Profil saline Verhältnisse auf (19,7-53,7 mg Cl g). Dieses wird auch durch die Vegetation sichtbar, es handelt sich um einen typischen Halophytenbestand, durch *Puccinellia maritima* dominiert. Wie für Marschböden grundsätzlich typisch ist auch dieses Profil in der Körnung durch das Fehlen der Grobsandfraktion und den hohen Schluff- und Tonanteilen (bis 42,5 % bzw. 61,2 %) gekennzeichnet. Keine wesentlichen Unterschiede bestehen im Vergleich zu typisch marin beeinflussten Marschböden darüber hinaus in der Wasserleitfähigkeit (<1), dem pH-Wert (>7), dem Eh-Wert (+183 bis -166 mV), den austauschbaren Kationen (Na>Mg = Ca>K), der Kationenaustauschkapazität (>240 mmol<sub>c</sub> kg) und der Basensättigung (100%).

Anders als in typischen marinen Marschböden jedoch treten in denen des Einflußbereichs des Sehestedter Außendeichsmoores höhere Humusgehalte auf, die den Mooreinfluß kennzeichnen. In diesem Profil sind es bis zu 30,6 % Humus. Mit bis zu 19,5 mg g sind auch die Schwefelgehalte höher bei gleichzeitig geringeren Kalkgehalten (bis 3,5 %) und Sulfatgehalten (<1 mg g). Charakteristisch sind auch die stark sinkenden pH-Werte nach Peroxid-Behandlung (pH per).

Die hohen Schwefelgehalte (>7,5 %), sowie die im Vergleich dazu nicht in dreifacher Konzentration vorhandenen Carbonatgehalte, weisen dieses Profil, wie viele in der Umgebung des Sehestedter Außendeichsmoores, als potentiell sulfatreichen Boden (PSSB) aus. Bestätigt wird dies durch die pH(per)-Werte, die die weitere terrestrische Entwicklung bereits anzeigen.

Weitere Besonderheiten dieses Profils und weiterer dieses Bereichs, die auch im Mooreinfluß begründet liegen, sind die geringen Sulfatgehalte und vor allem die extrem hohen Methan-Konzentrationen (>1 mM), die 1000 fach höher sind als in typischen marinen Sedimenten und Böden. Sie zeigen, daß die Methandynamik im marinen Milieu nicht grundsätzlich vernachlässigbar ist, sondern wie hier eine erhebliche Intensität entwickeln kann.

Im Gegensatz zur FAO-Nomenklatur, in der die besondere Entwicklung dieser Böden durch die Soil Unit "Thionic Fluvisol" deutlich hervorgehoben ist, ist die entsprechende Ebene in der deutschen Systematik mit "Rohmarsch" wenig aussagekräftig.

2. Tag:

Bodengenetik:

*Catena durch Dünenlandschaft und Vorland der ostfriesischen Insel Spiekeroog*

B. Junge

1. Exkursionsroute

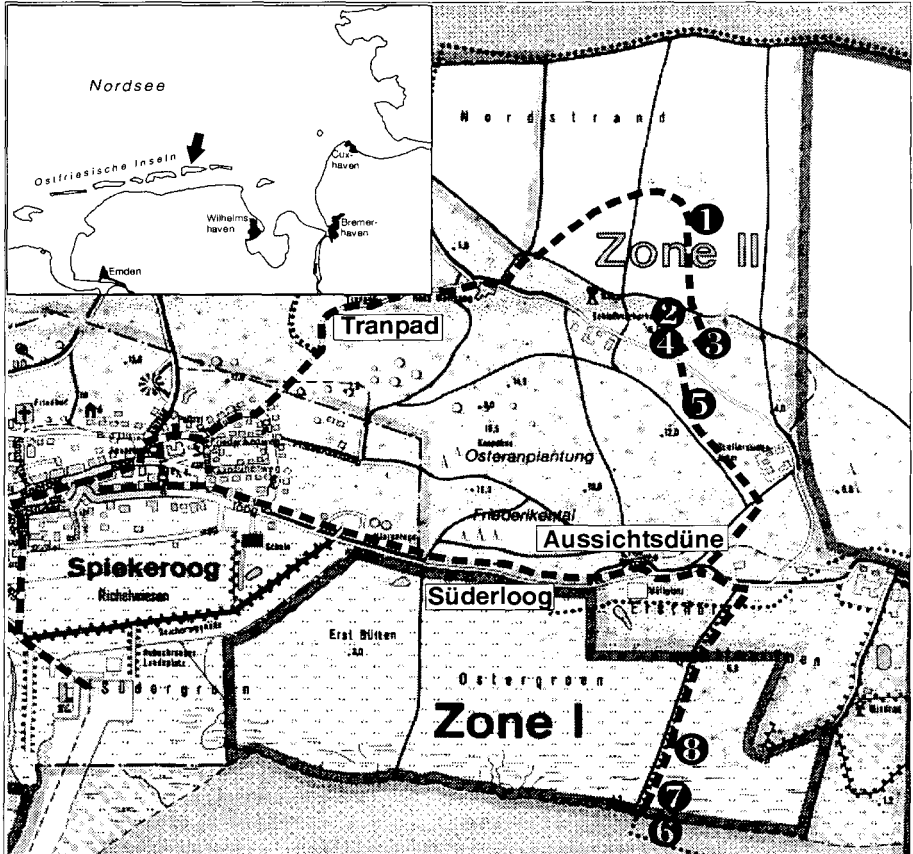


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes, Verlauf der Exkursionsroute und Lage der Bodenprofile Nr. 1-8 auf Spiekeroog (Maßstab 1:15000)

Die Exkursion über die Insel Spiekeroog ist als Rundgang vorgesehen (Abb. 1). Dieser beginnt am Hafen und führt zunächst durch die Ortschaft und den nordöstlichen Teil des Dünenrückens (Weg "Tranpad") zum Nordstrand, wo der erste Exkursionspunkt liegt.

Anschließend verläuft die Exkursion entlang eines von Norden nach Süden verlaufenden Transekts durch die Dünenlandschaft, wobei verschiedene Stadien der Dünensukzession anhand der Exkursionspunkte 2 (Weißdüne), 3 (Graudüne), 5 (Braundüne) und ein zwischen Graudünen gelegenes Dünenal, Exkursionspunkt 4, vorgestellt werden.

Nach der Mittagspause auf der am Weg "Süderloog" gelegenen 17 m hohen Aussichtsdüne (Verteilung von Lunchpaketen erfolgt vor Ort) wird das an das Rückseitenwall grenzende Vorland, der Inselheller, durchquert. Gemäß der Entstehung der unterschiedlichen Hellerbereiche verläuft die Exkursion entlang eines

von Süden nach Norden verlaufenden Transekts, wobei Exkursionspunkt 6 in der Quellerrzone, Punkt 7 in der unteren Salzwiese und Punkt 8 in der oberen Salzwiese liegen. Der Rückweg zum Ort führt durch den Übergangsbereich zwischen der Dünenlandschaft und dem Heller (Weg "Süderloog").

## 2. Beschreibung des Exkursionsgebietes

### 2.1 Lage und Größe

Spiekeroog (53°45'N, 7°40'E) gehört zur ostfriesischen Inselkette, die im südlichen Bereich der Nordsee die ostfriesisch-oldenburgische Festlandsküste zwischen Ems- und Jademündung begleitet.

Die Insel wird durch die Meeresschleife, den sog. Seegats, Otzumer Balje im Westen und Harle im Osten begrenzt. Nördlich des Untersuchungsgebietes erstreckt sich die offene Nordsee, während der Raum zwischen der Barriere-Insel und dem Festland vom Wattenmeer, dem sog. Rückseitenwatt, eingenommen wird.

Heute umfaßt die Insel eine Länge von 9,8 km in West-Ost-Richtung sowie eine Nord-Süd-Ausdehnung von knapp 2 km und nimmt eine Fläche von ca. 20 km<sup>2</sup> ein (STREIF 1990).

### 2.2 Naturräumliche Gliederung

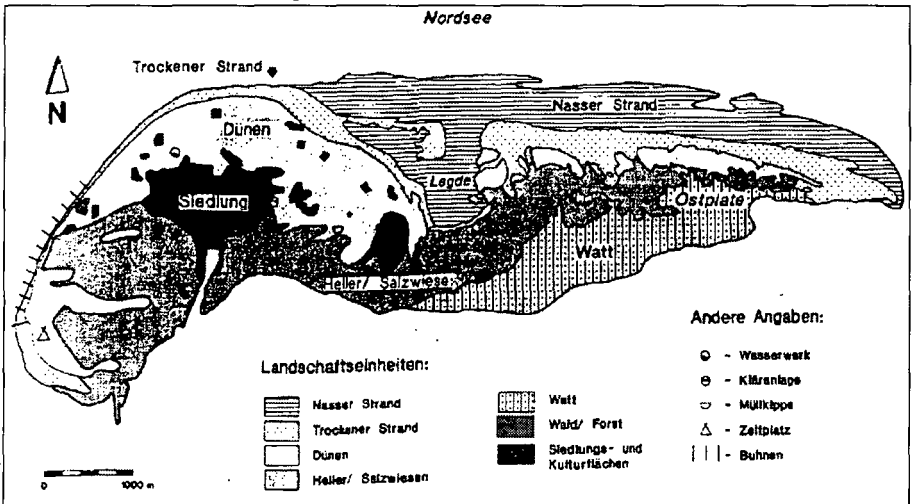


Abb. 2: Landschaften der Insel Spiekeroog (MIOTKE 1988 verändert)

Zu den Landschaftseinheiten Spiekeroogs gehören der Strand, die Dünen, die Salzwiesen und das Watt, die sich hinsichtlich Morphologie, Substrat und Vegetation voneinander unterscheiden.

Zur Seeseite hin wird die Insel durch ausgedehnte Strandbereiche begrenzt, zu denen der ständig wasserbedeckte Vorstrand, der im Tiderhythmus überflutete nasse Strand und der nur bei extremen Wasserständen überflutete trockene Strand gehören.

Im ca. 4,5 km langen westlichen Teil Spiekeroogs liegt der Hauptteil der Dünenkomplexe, die sich nierenförmig um die südlich davon liegende Ortschaft Spiekeroog erstrecken (POTT 1995). Zwischen dem Dorf und dem alten Anleger befindet sich der Westergroen, aus dem die Lüdgeoogdünen, Relikte einer ehemals eigenständigen Insel, herausragen und der im Südwesten von den Süderdünen flankiert wird. Südlich bzw. südöstlich der Siedlung liegen der Süder- und der Ostergroen.

Den ca. 5,3 km langen Ostteil der Insel bildet eine große Sandplate, die sog. Ostplate, welche durch relativ junge, niedrige Dünen im nördlichen Bereich und durch ausgedehnte Salzwiesen und Quellerrzonen zum Wattenmeer hin gegliedert ist. Zwischen dem Hauptdünenkomplex und der Ostplate verläuft eine breite Ledge, auch Schlopp genannt, die vom Strand bis zu den Salzwiesen reicht und bei höheren Sturmfluten durchströmt wird.



### 2.3 Geologie und Geomorphologie

Nach der im Jahre 1972 herausgegebenen Geologischen Karte von Spiekeroog im Maßstab 1:25000 (GK25 2212 Autor: SINDOWSKI) besteht das Untersuchungsgebiet fast ausschließlich aus Bildungen des Quartärs. Erst in Tiefen ab NN -30 bis -60 werden ältere Schichten aus dem Tertiär, Mesozoikum und Paläozoikum angetroffen (STREIF 1990).

Im Untergrund der Insel sind während der Elster-Kaltzeit abgelagerte glazifluviale Sande flächenhaft verbreitet, während Lauenburger Ton nur in geringem Umfang unter dem Ostende Spiekeroogs vorkommt. Sedimente aus der Holstein-Warmzeit fehlen. Der in der Saale-Kaltzeit abgelagerte Geschiebelehm wurde unter der Insel wieder erodiert, während im Watt noch kleine Flächen erhalten geblieben sind. In der Eem-Warmzeit wurden zunächst fluviatile Sedimente abgelagert und Basaltorf gebildet. Die Überflutung des Gebietes um Spiekeroog führte vermutlich zur Ablagerung von brakisch-marinen Sedimenten, die jedoch wie die Sedimente der Weichsel-Eiszeit der Erosion unterlagen und heute nur noch im Watt zu finden sind (STREIF 1990).

Das Relief der Pleistozänoberfläche ist hügelig-kuppig ausgeprägt und schwankt auf kurzer Distanz zwischen NN -5 und -35 m. Besonders hervorzuheben sind sog. Hohlformen in der Holozänbasis wie die unter dem Mittel- und Ostteil der heutigen Insel verlaufenden Harle-Rinne, und sog. Pleistozän-Hochlagen wie die unter dem Südwestende Spiekeroogs aufragende Erhebung. (STREIF 1990: Abb. 14).

Der im Weichsel-Spätglazial beginnende Meeresspiegelanstieg von 130 m unter heutigem Niveau auf den jetzigen Spiegelstand führte zu Verlagerung der Küstenlinie aus dem nördlichen Bereich der Nordsee um 500 bis 600 km nach Südosten. Durch die Transgression wurden große Mengen sandigen Materials am Meeresgrund erodiert und durch die transgredierende Nordsee landwärts verfrachtet. Dieser mächtige Sedimentkörper wurde auf der Pleistozänoberfläche abgelagert und stellte somit das Ausgangsmaterial für den Aufbau der heutigen Ostfriesischen Inseln und den Untergrund der Watten und Marschen bereit (STREIF 1986).

Die holozänen Sedimente im Bereich der Watten und Marschen sind durch Wechsellagerungen von klastischen Sedimenten, die in Transgressionsphasen abgelagert wurden, und Torfen charakterisiert. Im Gegensatz dazu bestehen die Holozänablagerungen im Bereich Spiekeroogs aus einem durchschnittlich 15 bis 20 m mächtigen Sedimentkörper (SINDOWSKI 1970).

Der Strand besteht aus Fein- bis Mittelsanden, die je nach Zugehörigkeit zum nassen oder trockenen Strand marine bzw. äolische Sedimente darstellen. Die bogenförmige Dünenkomplexe, die Lüdgeoog- und Süderdünen im Südwesten der Insel sowie die Dünen auf der Ostplate sind reine äolische Bildungen aus Fein- bis Mittelsanden. Große Bereiche des West-, Süder- und Ostergroens, der nördliche Teil der eingedeichten Richelwiesen und ausgedehnte Gebiete der Ostplate sind aus marinen Sanden und Flugsanden aufgebaut, während Gebiete, die direkt an das Watt grenzen, zusätzlich marine Bildungen in Form von Klei umfassen.

#### Entstehung und Entwicklung der Insel in prähistorischer Zeit

Im Verlauf der holozänen Transgression erreichte die Nordsee die seewärtigen Ausläufer des oldenburgisch-ostfriesischen Geestrücks vor ca. 7.500 Jahren, was als Beginn der Küstenentwicklung Ostfrieslands angesehen wird (FLEMMING 1992). Durch die erodierende Kraft der Wellen wurde Material von diesem Geestrücken abgetragen und zusätzlich zu den vom Nordseegrund erodierten Sedimenten in Form östlich orientierter Nehrungshaken abgelagert, die mehrere km nördlich der heutigen ostfriesischen Inseln lagen (Abb. 3).

Mit fortschreitendem Meeresspiegelanstieg dehnte sich der von der Nordsee überflutete Raum in südlicher Richtung aus, wodurch weitere Areale des Geestrücks überflutet wurden und nur pleistozäne Erhebungen über die Wasseroberfläche herausragten. Eine derartige Pleistozän-Hochlage existiert, wie bereits erwähnt, unter dem südwestlichen Teil der heutigen Insel Spiekeroog. Sie bildete um ca. 6500 J.v.h. eine sog. **Geestkerninsel**, d. h. eine Insel, bei der "um einen Kern aus verschiedenartigem Pleistozän- und Tertiärmaterial herum, in einem breiten Areal und bis über das MThw-Niveau marin-litorale und semiterrestrische Holozänsedimente abgelagert wurden" (STREIF 1986).

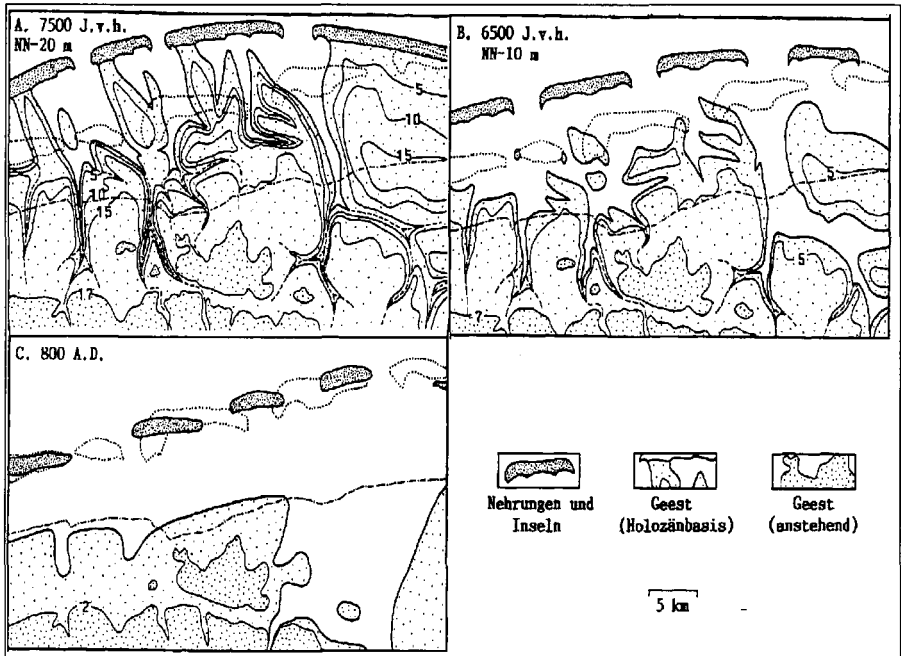


Abb. 3: Paläogeographische Rekonstruktion der ostfriesischen Küstenzone im Holozän A: Beginn der Ästuarphase 7.000 J. v. h. bei NN -20 m; B: Beginn der Inselphase 6.500 J. v. h. bei NN -10 m; C: Küstenverlauf um 800 a. D. (nach BEHRE in FLEMMING 1992)

Im jüngeren Atlantikum und im Subboreal wurden diese Geestkerninseln im Zuge der anhaltenden Transgression überflutet und "ertranken" (STREIF 1990). Die weiter nördlich gelegenen Nehrungen verlagerten sich allmählich landwärts und erreichten um ca. 800 n.Chr. das Gebiet der heutigen Inseln (FLEMMING 1992).

In ihrer heutigen Form stellen die ostfriesischen Inseln sog. **Barriere-Inseln** dar, die das südlich von ihnen gelegene Wattenmeer von der offenen Nordsee trennen. Bezüglich der Entstehungsgeschichte der Inseln wurden in der Vergangenheit verschiedene Hypothesen von PENCK (1894), GRIPP (1944), LÜDERS (1953) und BARCKHAUSEN (1969) formuliert.

Heute allgemein akzeptiert ist die "Platen-Hypothese" von BARCKHAUSEN, nach der die Barriere-Inseln "allein aus dem freien Kräftespiel von sedimentären Strömungen, anbrandenden Wellen (Hydrodynamik) und Windumlagerungen (Aerodynamik)" entstanden sind und "sich vom Entwicklungsstadium periodisch überfluteter Sandplaten zu teilweise hochwasserfreien Strandwällen bis zum Endstadium dünentragender Inseln entwickelt" haben (BARCKHAUSEN 1969).

POTT (1995) bezieht neben den genannten Faktoren auch die Vegetation als Voraussetzung für die Bildung der Ostfriesischen Inseln mit ein (Abb. 4).

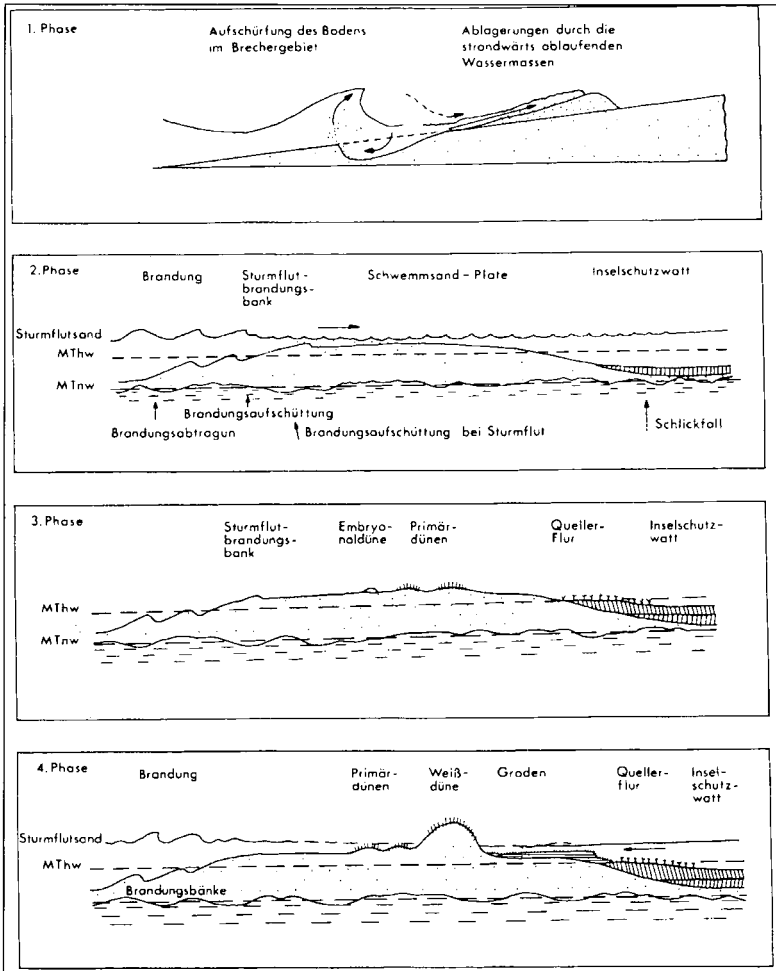


Abb. 4: Entstehung einer Dünen-Insel in verschiedenen Phasen. 1. Phase: Entstehung von Brandungsbänken; 2. Phase: Schwemmsandplatten; 3. Phase: Primärdünen; 4. Phase: Weißdünen (nach GIERLOFF-EMDEN und BUCHWALD in POTT 1995)

### Entwicklung der Insel in historischer Zeit

Spiekeroog wurde erstmals im Jahre 1398 unter dem Namen "Spiekeroch" urkundlich erwähnt (LANG 1960). Über die Entwicklung der Insel bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts liegen keine genauen Angaben vor. Erst mit der fortschreitenden Entwicklung der Vermessungstechnik und Kartographie entstanden Kartenwerke in einer Qualität, die detaillierte Aussagen über die Gestaltung und Entwicklung Spiekeroogs während der letzten Jahrhunderte zulassen (Abb. 5).

Spiekeroog war bis zum Jahre 1860 eine relativ kleine Insel von ca. 6 km Länge und 1,5 km Breite. In ihrer Nähe existieren noch um 1650 zwei weitere Inseln, Oldeoog und Lüdgeoog, die im Laufe der Zeit mit dem Spiekerooger Inselkörper verwachsen sind.

Aus topographischen Altkarten geht hervor, daß Spiekeroog im Zeitraum von 1650 bis 1960 folgende Veränderungen erfahren hat (nach SINDOWSKI 1970):

|                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| Zunahme der Inselnlänge        | 4.600 m               |
| Zunahme der Dünenlänge         | 600 m                 |
| Zunahme der Ostplattenlänge    | 4.850 m               |
| Zunahme der Inselbreite        | 600 m                 |
| Rückverlagerung des Westrandes | 1.200 m               |
| Flächenzunahme der Insel       | ca. 11km <sup>2</sup> |

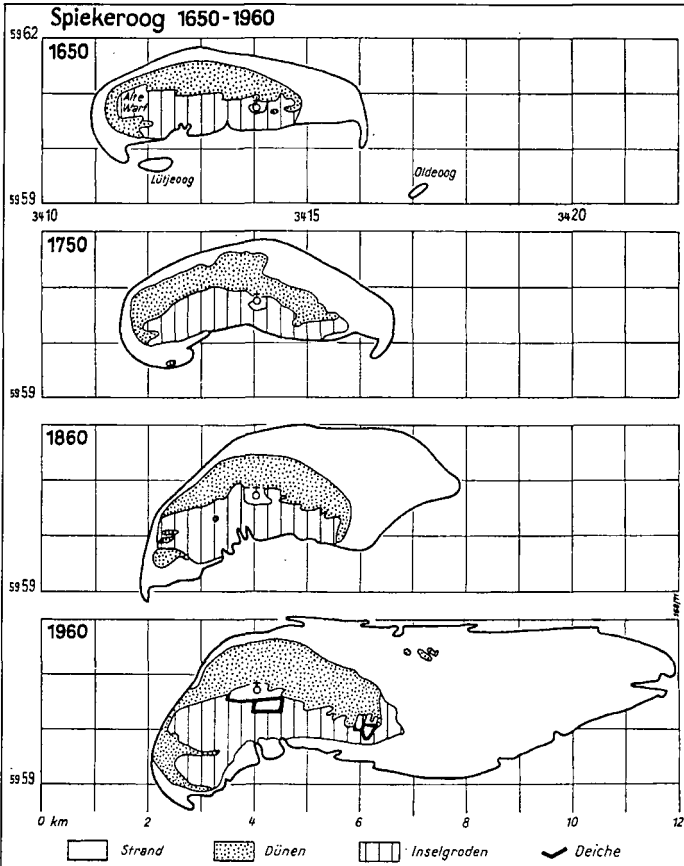


Abb. 5: Morphologische Entwicklung von Spiekeroog 1650-1960 (Quelle: SINDOWSKI 1970)

### Morphologische Gestaltung der Insel

Die Ostfriesischen Inseln sind erdgeschichtlich betrachtet extrem junge instabile Gebilde, die trotz umfangreicher Küstenschutzmaßnahmen auch heute morphologischen Veränderungen unterliegen. Durch die erodierenden Kräfte der Brandung und Strömung erfahren die Inseln Sanddefizite (SINDOWSKI 1970; FLEMMING 1992). Erneute Zufuhr von sandigem Material erhält eine Insel von der jeweils westlich gelegenen Nachbarinsel, an deren Ostende Sandplatten in der sog. Abdrift-Zone abgelöst werden. Diese Sandmassen bilden sog. Riffbögen und werden durch nord- bzw. westlich gerichtete Strömungen durch das

zwei benachbarte Inseln trennende Seegat transportiert. Im sog. Anlandezentrum, das am Strand der östlich des Seegats gelegenen Insel liegt, werden diese Sande landfest. Der Strandabschnitt westlich dieses Anlagezentrums ist aufgrund der fehlenden Sandneuzufuhr allgemein ein "Sandmangelgebiet", während Gebiete östlich dieses Zentrums "gut mit Sand versorgt" werden. Hieraus resultiert im Falle Spiekeroogs die Ostverlagerung des Westkopfes und die starke Ausdehnung der Ostplate. SINDOWSKI (1963) bezeichnet Inseln, die sich im Laufe ihrer Entwicklung von dem jeweils im Untergrund der Inseln vorhandenen Pleistozänhochlagen, ihrem "mutmaßlichen Entstehungszentrum", weg nach Osten entfernt haben, als sog. lagelabile Inseln. Spiekeroog ist im Laufe der Zeit ebenfalls nach Süden bzw. Südosten, d. h. auf ehemalige Wattgebiete aufgewandert, was der Fund von Relikten eines fossilen Inselhellers, der sog. "Tönning-Klei" (SINDOWSKI 1970) am NW-Strand von Spiekeroog belegt.

### Entwicklung der Dünenlandschaft

Küstendünen können nur entstehen, wenn Sand vom Meeresboden durch Strömungen in Richtung Küste transportiert wird. Weiterhin müssen Winde aus bestimmter Richtung mit bestimmter Stärke vorherrschen, nackte Sandflächen und eine spezielle Vegetation vorliegen (PETHICK 1984; ELLENBERG 1996).

Der eigentliche Prozeß der Dünenbildung ist an äolische Vorgänge gekoppelt. Sandiges Material wird durch Wind (Mindestgeschwindigkeiten von 6 m/sec bzw. 4 Beaufort) von vegetationsfreien Flächen, die oberhalb der MThw-Linie liegen, erodiert und im Windschatten von bestimmten Gräsern wieder abgelagert. Die auf der Leeseite der Pflanzen akkumulierten Sandfahnen werden infolge der Durchwurzelung festgelegt und bilden beständige Formen, die bei wiederholt stattfindender Sedimentation weiter anwachsen (organogene Dünenbildung) (ELLENBERG 1996; STREIF 1990).

Die ältesten Dünen sind bereits vor 1650 entstanden und erstrecken sich vom Nordwest-Strand bis in das Dorf Spiekeroog (Abb. 6). Dieser "alte Dünenkern" bildet den Ostteil eines ehemals größeren Dünenareals, das an seinem Westkopf infolge der Südostverlagerung der Insel gekappt worden ist (SINDOWSKI 1970). In den folgenden Jahrhunderten lagerten sich sowohl im Nordosten als auch im Südwesten weitere Dünen an den alten Dünenkern an und bilden heute noch gut erkennbare, altersmäßig klar abgrenzbare Zonen (FLEMMING 1992). Bis ca. 1930 existierten auf der Ostplate keine nennenswerten Dünen. Erst in der Folgezeit breiteten sich Dünenfelder in West-Ostrichtung aus, die bereits um 1980 eine fast geschlossene Dünenkette bildeten.

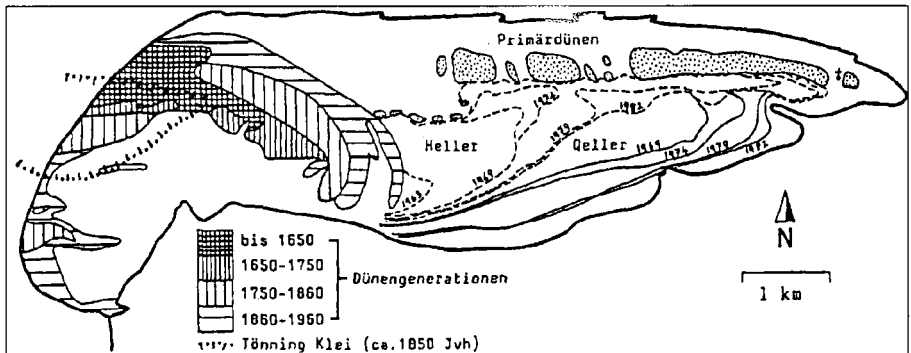


Abb. 6: Lage und Ausdehnung verschiedener Dünengenerationen und Entwicklung der Salzwiesen auf Spiekeroog (Quelle: FLEMMING 1992)

### Entwicklung der Salzwiesen und Verlandungszone

Auf der dem Meer abgewandten Seite verfügen alle Ostfriesischen Inseln über eulitorale, d. h. im Gezeitenrhythmus überflutete bzw. trockenfallende Bereiche und über supralitorale Arealen, die nur bei extremen Wasserständen überflutet werden.

Die Ablagerung von Sedimenten kleiner Korngrößen auf der Wattseite der Insel fand erst statt, nachdem die Flugsandplate eine bestimmte Höhe erreicht und die Bildung von Primärdünen eingesetzt hatte (FLEMMING 1992).

Der Westgroen und das Neuland sowie der Süder- und Ostergroen sind parallel zur Dünenentwicklung in den letzten 400 Jahren entstanden (Abb. 6).

Der Heller der Ostplate umfaßte bis zum Jahre 1969 ausschließlich Bereiche südlich der Legde, während die Verlandungszone zu der Zeit bereits weite Bereiche südlich der Dünenkette einnahm. Ende der 70er Jahre dehnte sich die Salzwiese bereits bis zur Ostbake, dem östlichsten Punkt der Insel, aus, und die Quellerflur erreichte die heutige MThw-Linie (FLEMMING 1992).

## 2.4 Klima

Die Ostfriesischen Inseln gehören entsprechend der Gliederung Niedersachsens nach Klima und Bodenregion zur maritimen Flachlandregion.

Messungen des Deutschen Wetterdienstes an der Klimastation Wilhelmshaven haben folgende Klimadaten ergeben (Durchschnitt von 30 Jahren):

Niederschlag : 834 mm (Sommer 427 mm, Winter 407 mm)

Verdunstung: 440 mm (Sommer 326 mm, Winter 114 mm)

Temperatur : 8,8° C (höchste Temperaturen : Juli/August  
niedrigste Temperaturen : Januar/Februar)

Jahrestemperaturschwankungen : 15,8° C

Hauptwindrichtung im Jahresmittel : Südwest

Vegetationszeit : 225 Tage / Jahr

Aus der Karte der mittleren klimatischen Wasserbilanz des Sommerhalbjahres im Maßstab 1 : 200 000 wird ersichtlich, daß die Insel Spiekeroog im Sommerhalbjahr eine klimatische Wasserbilanz von +150 bis +200 mm aufweist (Stufe 7).

## 2.5 Hydrologie

Niederschlagswasser versickert auf den Inseln im Bereich der Dünen und sammelt sich infolge des geringeren spezifischen Gewichts in Form einer Süßwasserlinse auf dem salzigen Medium. Zwischen dem Süß- und dem Salzwasser ist eine brackwasserführende Übergangszone ausgebildet.

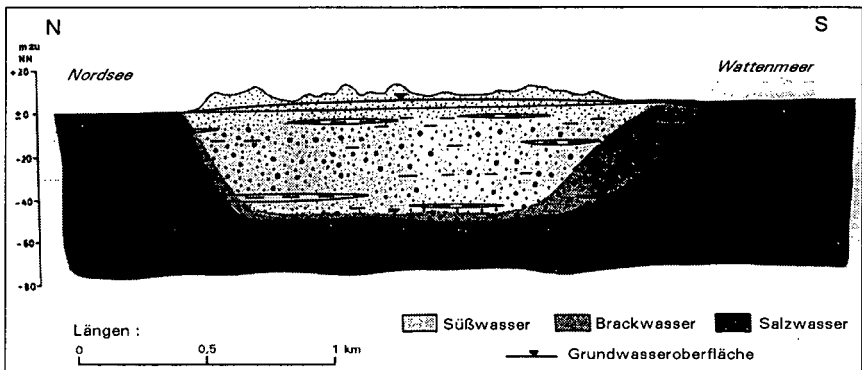


Abb. 7 : Schematisierter Längsschnitt durch die Süßwasserlinse der Insel Spiekeroog (Quelle: JOSOPAIT & WIRTH 1985 unpubl.)

Auf Spiekeroog liegt der zentrale Bereich der Süßwasserlinse unter dem bogenförmigen Dünen Gürtel nördlich der Ortschaft und wird in der Tiefe von ca. 60 m von einer Tonschicht begrenzt. Die Oberfläche des Süßwasserspiegels ist flach uhrglasförmig gewölbt, wobei ihre maximale Höhe im Zentrum liegt und zum Meer hin langsam abfällt. Auf die Tide der Nordsee reagiert der Grundwasserstand in unterschiedlichem Maß. Während der Wasserstand im unteren Bereich der Linse mit Ebbe und Flut um den

Betrag von 10 cm schwankt (jeweils mit einer halbstündigen Verspätung), reagiert das Grundwasser des oberen Bereiches je nach Entfernung zum Meer entweder kaum oder gar nicht auf die Tide (JOSOPAIT & WIRTH 1985).

## 2.6 Vegetation

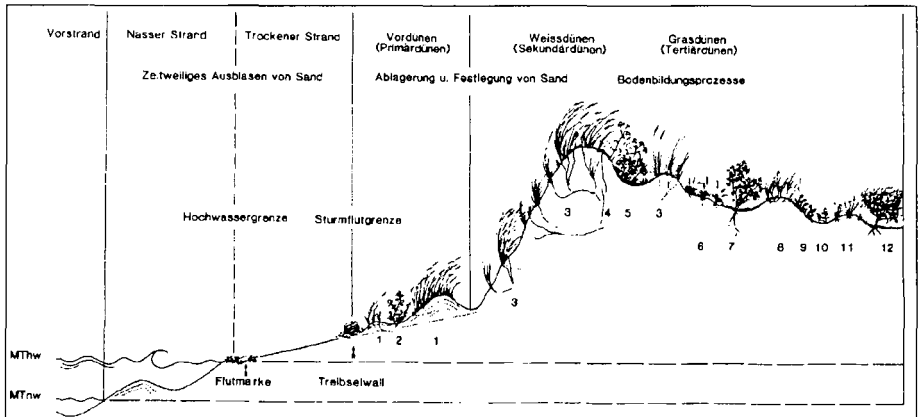


Abb. 8: Schematischer Schnitt durch Strand und Dünen mit den einzelnen Zonen vorherrschender Bildungsbedingungen, charakteristischen Marken und Ablagerungsformen sowie einigen Vertretern typischer Vegetation: 1=Dünenquecke, 2= Kalisalkkraut, 3= Strandhafer, 4= Ackergänsedistel, 5= Stranddistel, 6= Weißliches Schillergras, 7= Sanddorn, 8= Sandsegge, 9= Krähenbeere, 10=Tüpfelfarn, 11= Silbergras, 12= Moorbirke (Quelle: STREIF 1990)

### Strand

Im allgemeinen stellt der Strand aufgrund periodischer Überflutungen, großer Temperaturschwankungen, hoher Salinität und Sandschliff etc. einen Extrem-Lebensraum für Pflanzen dar, der nur von wenigen hochspezialisierten Arten besiedelt werden kann (POTT 1995).

Vegetation kommt daher erst oberhalb der Springtide-Hochwasserlinie (SpThw) auf Spülsäumen vor, die ein nährstoffreiches Substrat bilden (POTT 1995). Diese annualen Spülsaumgesellschaften gehören der Klasse *Cakileta maritimae* an und sind durch salztolerante, nitrophile Arten wie Meersenf (*Cakile maritima*) charakterisiert (WIEMANN & DOMKE 1967).

### Dünen und Dünentäler

Die verschiedenen Altersstufen der Dünen bilden eine typische Abfolge, die als Dünensukzession bezeichnet wird und deren Stadien alternativ

- nach der Lage bzw. dem Alter der Dünen (Primär-, Sekundär-, Tertiärdüne),
  - nach pflanzensoziologischen Gesichtspunkten (Strandweizen-, Strandhaferdüne),
  - nach bodenkundlichen Aspekten, d. h. der Farbe (Weiß-, Grau-, Braundüne)
- bezeichnet werden (SCHUBA 1990, ELLENBERG 1996, POTT 1995).

Im schematischen Schnitt durch die Inseldünen sind die einzelnen Stadien der Dünensukzession dargestellt (Abb. 8).

Die Pflanzengesellschaften der Dünensukzession gehören nach POTT (1995) einer Xeroserie an, da ihr Standort infolge der geringen Wasserkapazität des Substrats im allgemeinen sehr trocken ist.

Oberhalb der SpThw-Linie entstehen auf dem trockenen Strand die **Primärdünen**. Der Sand wird mit Hilfe des Strandweizens (*Agropyron junceum*) festgelegt, der Charakterart des *Argropyretum juncei* (Strandquecken-Gesellschaft) (POTT 1995). Dieses Gras ist an die extremen Standortbedingungen angepaßt und wächst bei Übersandung schnell wieder an die Sandoberfläche, was zur Festlegung des Substrats führt. (ELLENBERG 1996, POTT 1995, STREIF 1990, WIEMANN & DOMKE 1967).

Auf höheren, bereits durch erste Entsalzungsprozesse gekennzeichneten Primärdünen siedelt sich der weniger salzverträgliche Strandhafer (*Ammophila arenaria*) an, der Charakterart der Assoziation *Elymo-Ammophiletum arenariae* (Strandhafer-Gesellschaft) ist und die Bildung von **Sekundärdünen** einleitet bzw. bedingt. Dieses besonders wuchsfreudige Gras fängt besonders viel mit dem Wind herangetragenens Material ab und legt es durch intensive Wurzelbildung fest (ELLENBERG 1996, WIEMANN & DOMKE 1967). Mit Hilfe dieses Dünenbildners werden Sandmassen zu stabilen Sekundärdünen akkumuliert, die oft Höhen von über 10 bis 20 m erreichen und in strandparallelen Dünenzügen angeordnet sind (STREIF 1990). Auf der Leeseite der Weißdünen ist die Sedimentationsrate geringer und das Standortklima ausgeglichener als auf der Luwseite. Infolgedessen siedeln sich weitere Pflanzen wie die Stranddistel (*Ernyngium maritimum*) an, die zum *Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae* gehört und die Degeneration der Weißdünen kennzeichnet.

In diesem Bereich beginnt der Übergang zu **Tertiärdünen**, der u. a. durch die Assoziation *Salici-Hippophaetum* (Sanddorngebüsch-Gesellschaft) mit dem Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*) charakterisiert ist (POTT 1995).

Graudünen stellen die jüngere Form der Tertiärdünen dar. Ihre Vegetation besteht vorrangig aus flachwurzelnden Arten, welche die durch Zersetzung der organischen Substanz freiwerdenden Nährstoffe aus dem Oberboden beziehen (WIEMANN & DOMKE 1967).

An den Südhängen kann das *Ammophiletum arenaria* direkt in die Assoziation *Tortulo-Phleetum arenariae* (Sandlieschgras-Gesellschaft) mit dem Dach-Drehzahnmoos (*Tortula ruralis*) und dem Sandlieschgras (*Phleum arenarium*) übergehen. Bei zunehmender Entkalkung des Bodens entwickelt sich aus der Sandlieschgras-Gesellschaft die Assoziation *Violo-Corynephorum*, zu der das Silbergras (*Corynephorus canescens*) gehört (POTT 1995), welches durch Ausbildung ausgedehnter Wurzelsysteme an den trockenen, sandigen Standort angepaßt sind.

Die ältesten Dünenstadien sind die Braundünen. Aufgrund expositionsbedingter, mikroklimatischer Unterschiede treten an den Nord- und Südhängen verschiedene Vegetationstypen auf. Während an feuchteren Nordhängen Heidegesellschaften wie *Polypodio-Empetretum nigrae* mit Krähenbeere (*Empetrum nigrum*) und Tüpfelfarn (*Polypodium vulgare*) vorkommen, wächst auf den trockeneren Südhängen bevorzugt Silbergras (*Corynephorus canescens*), das zur Assoziation *Violo-Corynephorum* gehört.

Bereiche der Dünen, die früher als Acker genutzt wurden, sind infolge der Düngung relativ nährstoffreich. In diesen Arealen hat sich die u. a. aus Rotem Straußgras (*Agrostis tenuis*) und Schafschwingel (*Festuca tenuifolia*) umfassende Assoziation *Agrostio-Poetum humilis* (ELLENBERG 1996) bzw. *Festuco-Galietum maritimae* (Schafschwingel-Labkraut-Rasen) (POTT 1995) entwickelt.

Je nach Lage der Talsohle über NN und dem daraus resultierenden Einfluß des Grundwassers wird zwischen feuchten und trockenen **Dünentälern** unterschieden. Die Vegetation der Dünentäler gehören nach POTT (1995) der Hydro- bzw. Hygroserie an, da der Faktor Wasser die Ausprägung der Pflanzengesellschaften prägt.

Da auf Spiekeroog die Dünen sehr dicht nebeneinander liegen, und sich die Dünenfüße überlagern, fehlen hier feuchte Dünentäler (POTT 1995). Trockene Dünentäler sind durch einen relativ niedrigen Grundwasserspiegel gekennzeichnet und weisen dementsprechend weder Tümpel noch Seen auf. Sie sind durch Vegetationstypen gekennzeichnet, die denen der benachbarten Dünen gleichen.

### **Übergangsbereich zwischen Dünen und Salzwiesen**

Zwischen den Tertiärdünen und der oberen Salzwiese treten verschiedene Assoziationen auf, die sowohl Arten der Salzwiesen als auch einen hohen Anteil glykophytischer Arten enthalten. Zu diesen gehört u. a. die Assoziation *Sagina Maritimae-Cochlearietum danicae*, welche u. a. das Strand-Mastkraut (*Sagina maritima*) umfaßt.

Die Assoziation *Oronido-Caricetum distantis* ist ebenfalls in diesem Übergangsbereich anzutreffen. Zu ihr gehören neben dem Dornigen Hauhechel (*Ononis spinosa*) viele weitere Glykophyten (SCHERFOSE 1986).



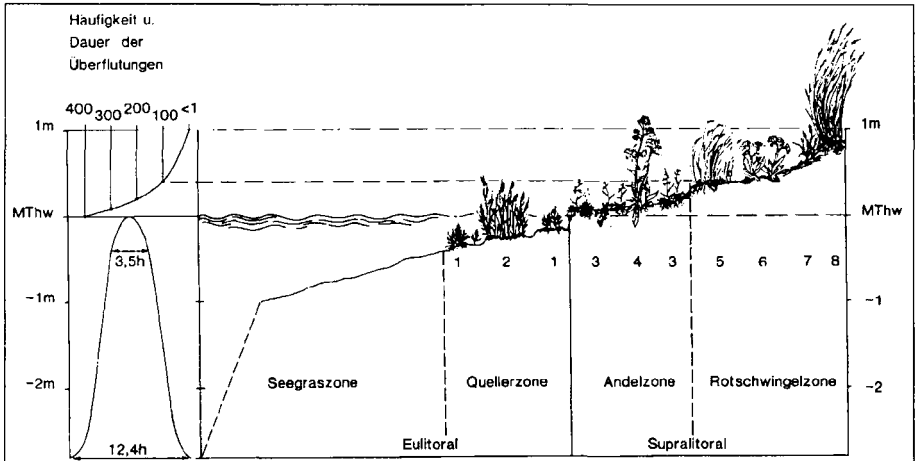


Abb. 9: Vegetationszonierung in der Verlandungszone und der Salzwiese. 1= Queller, 2= Schlickgras, 3= Andelgras, 4= Strandaster, 5= Rotschwingel, 6= Strandflieder, 7= Meerstranddreizack, 8= Quecke (Quelle: STREIF 1990)

### Salzwiesen und Verlandungszone

Die Bereiche des Vorlandes sind vor allem durch hohe Salzkonzentrationen charakterisiert, an die sich spezielle Pflanzenarten der sog. Haloserie angepaßt haben.

Der **Übergangsbereich** zwischen Watt und Salzwiese, die Quellerzone, gehört zum oberen Teil des Eulitorals und erstreckt sich ab etwa 50 cm unterhalb der MThw-Linie bis zum MThw-Niveau. Hier siedelt die erste halophytische Landpflanze, der salzsukkulente Queller (*Salicornia spec.*) (ELLENBERG 1996, POTT 1992). Auf Spiekeroog überwiegt *Salicornia ramosissima*, der die Assoziation *Salicornietum ramosissimae* bildet. Während einzeln stehende Quellerpflanzen nicht die Anlandung von marinen Sedimenten fördern, führen ausgedehnte Quellerfluren zur Sedimentation des im Wasser mitgeführten Materials und zur Erhöhung des Geländes. Die akkumulierten Sedimente werden jedoch nicht vom Queller durchwurzelt und befestigt sondern erst nach Ansiedlung ausdauernder Pflanzenarten vor Erosion geschützt (ELLENBERG 1996).

Ein weitere Pflanze der Verlandungszone stellt das Schlickgras (*Spartina spec.*) dar. Auf Spiekeroog dominiert *Spartina townsendii*, welches der Assoziation *Spartinetum townsendii* angehört und durch die Bildung lockerer bis dichter Bestände die Anlandung mariner Sedimente fördert (ELLENBERG 1996). Andere Quellen behaupten jedoch, daß Schlickgras infolge der Bildung von Bulten die Erosion fördert.

An die Verlandungszone schließt sich landeinwärts die **untere Salzwiese** an, die von der MThw-Linie bis etwa 40 cm oberhalb dieses Niveaus reicht und noch häufig überflutet wird. Die in diesem Areal normalerweise vorherrschende Assoziation, das *Puccinellietum maritimae* mit Andelgras (*Puccinellia maritima*), ist auf Spiekeroog nicht flächenhaft verbreitet. Diese Pflanze gilt als leistungsfähigster Marschbildner (ELLENBERG 1996), da sie große Mengen Sediment abfängt und das akkumulierte Material durchwurzelt und somit festlegt. Je nach Sedimentationsbedingungen und Nutzung sind in der unteren Salzwiese auch die Assoziationen *Halimionetum portulacoidis* mit Salzmelde (*Halimione portulacoides*), *Plantagini-Limonietum* mit Strandflieder (*Limonium vulgare*) vorhanden. Der obere Bereich des Supralitorals, der nach STREIF (1990) zwischen 40 und 100 cm über MThw liegt, gehört zur **oberen Salzwiese**. Dieses Areal wird nur noch bei Sturmfluten von Salzwasser überflutet. In der Zwischenzeit finden erste Entsalzungsprozesse statt, was zur Verbreitung weniger salztoleranter Arten führt. In diesem Gebiet dominiert die Assoziation *Armerio-Festucetum litoralis* mit Rotschwingel (*Festuca rubra ssp. litoralis*) und Strandnelke (*Armeria maritima*). Weiterhin kommen das *Juncetum geradii* mit der Salzbinse (*Juncus geradii*) sowie das auf höher gelegenen Prielrändern verbreitete *Artemisietum maritimae* mit Strandbeifuß (*Artemisia maritima*), vor (POTT 1992).

## 2.7 Historische Landnutzung

Der Preußischen Landesaufnahme von Spiekeroog (i. M. 1: 25 000) aus dem Jahre 1892 ist zu entnehmen, daß der zentrale Bereich des Übergangsgebietes zwischen dem halbkreisförmigen Dünenareal und dem südlich davon gelegenen Heller für die Anlage von Siedlungen und Wegen genutzt wurde. Nach Literaturangaben wurde mit der Entwicklung des Dorfes durch Errichtung der alten Inselkirche im Jahre 1696 begonnen und in Folge des ab 1846 zunehmenden Kurbetriebs intensiviert. Gärten wurden entweder im Dorf in der Nähe der Behausungen oder nördlich der Siedlung in den Dünen angelegt und für den Anbau von Gemüse sowie Kartoffeln genutzt (MEYER-DEEPEN & MEIJERING 1979).

Die von einem Deich umgebenen, südlich des Dorfes liegenden Richelwiesen, sowie Bereiche des Ostgroens, der Quellerdünen und des Westgroens wurden als Weide genutzt. In Berichten über Spiekeroog wird u. a. der Auftrieb von Vieh in das Dünenareal erwähnt - z. B. in das Frederikenthal - was jedoch aus Gründen des Dünenschutzes etwa ab dem Jahre 1860 wieder untersagt wurde (MEYER-DEEPEN & MEIJERING 1979).

Wälder gab es im Jahre 1892 auf der Insel nur an zwei Orten, und zwar in einem östlich der Siedlung gelegenen Dünenareal sowie im westlichen Teil des Dünenkomplexes. Es handelte sich dabei um Nadelwälder, die nach STREIF (1990) im Rahmen von Küstenschutzmaßnahmen um ca. 1860 angelegt wurden.

### Heutige Nutzung

1986 wurde der Nationalpark "Niedersächsisches Wattenmeer" eingerichtet, zu dem bis auf die Ortschaft und Bereiche der Hafenanlagen auch die gesamte Fläche der Insel Spiekeroog gehört.

Je nach Seltenheit bzw. Empfindlichkeit verschiedener Landschaftsteile-, Tier- und Pflanzenarten sind die Gebiete der Insel in verschiedene Schutzkategorien eingeteilt.

Der Schutzzone I (Ruhezone) gehören das Neuland, der Westgroen, Teile des Südergroen, der Ostergroen und die gesamte Ostplate an. Hier gelten die strengsten Schutzbestimmungen (allg. Betretensverbot bzw. Zutritt nur auf ausgewiesenen Wegen).

Die Schutzzone II (Zwischenzone) umfaßt den gesamten Dünengürtel der Insel. Dieser Bereich ist weniger streng geschützt (naturverträgliche Nutzungen eingeschränkt zugelassen).

Der Badestrand im Norden und Nordwesten der Insel sowie Teile des Strandes westlich der Süderdünen gehören der Schutzzone III (Erholungszone) an, die keinen strengen Schutzbestimmungen unterliegen (Nationalparkverwaltung "Niedersächsisches Wattenmeer" 1986).

Im Jahre 1846 wurde Spiekeroog erstmals als Seebad erwähnt, und seitdem hat sich der Fremdenverkehr stetig entwickelt. Jährlich besuchen ca. 60.000 Gäste diese Insel (Tagesgäste ausgeschlossen). Tourismus bildet heute die Haupteinnahmequelle vieler der rund 900 Einwohner (POTT 1995).

Landwirtschaft wird nur in sehr geringem Umfang von Absolventen der Hermann-Lietz-Schule betrieben. Ansonsten werden große Teile der Groenflächen zur Pferde- oder Schafhaltung genutzt.

### 3. Exkursionspunkte 2. Tag: Insel Spiekeroog

#### 3.1 Profilbeschreibungen, Profildaten und Interpretation

##### Exkursionspunkt Z 1.2.1: Spiekeroog, Strand

###### Standortbeschreibung

TK25: 2212 Spiekeroog  
 Lage: Insel Spiekeroog, Nordstrand ca. 2,5 km nordöstlich des Dorfes,  
 R: 3415500, H: 5961500, Höhe über NN: 1,8 m  
 Relief: eben  
 Nutzung: trockener Strand

###### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                     |
|----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| alCv     | 0-20       | Feinsand mittelsandig, hellbeige, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge      |
| mFo      | -40        | Feinsand mittelsandig, hellbeige, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge      |
| mFr      | -45        | Feinsand mittelsandig, hellbeige, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge, naß |

Bodentyp: KA4:  
 FAO:  
 NLFb: ZS2: flacher Strand

Ausgangsgestein: marine Sedimente aus Quartär/Holozän  
 Substrattyp: p-s: Sand

###### Physikalische und chemische Analysendaten\* von Exkursionspunkt Z 1.2.1

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett  |          | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |           |           |           |
|----------|-------------|----------|----------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|          |             | Gew.-%   | gS       | mS                                  | fS       | ffS      | gU       | mU+fU    | ΣS        | ΣU        | Ton       |
| <i>1</i> | <i>2</i>    | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i>                            | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| alCv     | 20          | 0,3      | 0        | 59,8                                | 38,8     | 1,4      | 0        | 0        | 100,0     | 0         | 0         |
| mFo      | 40          | n.b.     | n.b.     | n.b.                                | n.b.     | n.b.     | n.b.     | n.b.     | n.b.      | n.b.      | n.b.      |
| mFr      | 45          | n.b.     | n.b.     | n.b.                                | n.b.     | n.b.     | n.b.     | n.b.     | n.b.      | n.b.      | n.b.      |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus     | N <sub>t</sub> | C/N       | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %         | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>1</i> | <i>21</i>            | <i>22</i>         | <i>23</i>        | <i>24</i> | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>          | <i>31</i>          | <i>32</i>      |
| alCv     | 6,8                  | <0,1              | n.b.             | n.b.      | n.b.           | n.b.      | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | <0,1               | 2,9                | n.b.           |
| mFo      | n.b.                 | n.b.              | n.b.             | n.b.      | n.b.           | n.b.      | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | n.b.               | n.b.               | n.b.           |
| mFr      | n.b.                 | n.b.              | n.b.             | n.b.      | n.b.           | n.b.      | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | n.b.               | n.b.               | n.b.           |

\* Analysenmethoden s. Anhang der Exkursion Z 2

**Exkursionspunkt Z 1.2.2: Spiekeroog, Dünenlandschaft, Lockersyrosem**

**Standortbeschreibung**

TK25: 2212 Spiekeroog  
 Lage: Insel Spiekeroog, Südhang des nördlichsten Dünenzuges ca. 2 km nord-östlich des Dorfes, R: 3415660, H: 5961185, Höhe über NN: 9 m  
 Relief: Düne, Mittelhang, mittel geneigt  
 Nutzung: Weißdüne-Nordhang, Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                    |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ai       | 0-2        | Feinsand mittelsandig, hellbeige, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge |
| ICv      | -200       | Feinsand mittelsandig, hellbeige, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge                     |

Bodentyp: KA4: OLn: Norm-Lockersyrosem  
 FAO: Lithic Leptosol  
 NLFb: O5: sehr tiefer Lockersyrosem

Ausgangsgestein: äolische Sedimente aus Quartär/Holozän  
 Substrattyp: p-s: Sand

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 1.2.2**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|          |             |                   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU+fU    | ΣS        | ΣU        | Ton       |
| <i>1</i> | <i>2</i>    | <i>3</i>          | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| Ai       | 2           | 0                 | 0,1                                 | 61,7     | 36,7     | 1,5      | 0        | 0        | 100,0     | 0         | 0         |
| ICv      | 200         | 0                 | 0,1                                 | 58,0     | 40,7     | 1,2      | 0        | 0        | 100,0     | 0         | 0         |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus     | N <sub>t</sub> | C/N       | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %         | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>1</i> | <i>21</i>            | <i>22</i>         | <i>23</i>        | <i>24</i> | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>          | <i>31</i>          | <i>32</i>      |
| Ai       | 5,8                  | n.b               | 0,06             | 0,1       | 0,03           | n.b.      | n.b             | n.b             | n.b                              | <0,1               | 0,5                | n.b            |
| ICv      | 6,0                  | n.b               | n.b              | n.b.      | n.b            | n.b       | n.b             | n.b             | n.b                              | <0,1               | 0,6                | n.b            |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>c</sub> /kg |           |           |           |           |           |           | BS |
|----------|-----------------------|-------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
|          | mmol <sub>c</sub> /kg | H                                               | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        | %         |    |
| <i>1</i> | <i>33</i>             | <i>34</i>                                       | <i>35</i> | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> |    |
| Ai       | 4                     | 5                                               | n.b       | 3         | 1         | 0         | 0         | n.b       |    |
| ICv      | 3                     | 1                                               | n.b       | 3         | 1         | 0         | 0         | n.b       |    |

**Exkursionspunkt Z 1.2.3: Spiekeroog, Dünenlandschaft, Regosol**

**Standortbeschreibung**

TK25: 2212 Spiekeroog  
 Lage: Insel Spiekeroog, Nordhang des zweitnördlichsten Dünenzuges ca. 2 km nordöstlich des Dorfes, R: 3415645, H: 5961160, Höhe über NN: 8 m  
 Relief: Düne, Mittelhang, mittel geneigt  
 Nutzung: Graudüne-Nordhang, Agrostio-Poetum humilis

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                    |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ah       | 0-6        | Feinsand mittelsandig, hellbeige, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge |
| ilCv     | -200       | Feinsand mittelsandig, hellbraun, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge                     |

Bodentyp: KA4: RQn: Norm-Regosol  
 FAO: Haplic Arenosol  
 NLfB: Q52: sehr tiefer Regosol mit geringer nutzbarer Feldkapazität

Ausgangsgestein: äolische Sedimente aus Quartär/Holozän  
 Substrattyp: p-s: Sand

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 1.2.3**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |     |      |       |      |     |      |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|------|------|-----|------|-------|------|-----|------|
|          |             |                   | gS                                  | mS   | fS   | ffS | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU  | Ton  |
| <i>l</i> | 2           | 3                 | 4                                   | 5    | 6    | 7   | 8    | 9     | 10   | 11  | 12   |
| Ah       | 6           | 0                 | 0,3                                 | 40,4 | 55,6 | 3,4 | n.b. | n.b.  | 99,7 | 0,3 | n.b. |
| ilCv     | 200         | 0                 | 0,1                                 | 42,7 | 55,7 | 1,4 | n.b. | n.b.  | 99,9 | 0,1 | n.b. |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>t</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |      | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>l</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               | 30                 | 31                 | 32             |
| Ah       | 5,4                  | n.b.              | 0,7              | 1,2   | 0,05           | n.b. | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | 0                  | 2,0                | n.b.           |
| ilCv     | 5,4                  | n.b.              | 0                | 0     | 0              | n.b. | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | 0                  | 0,8                | n.b.           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |    |    |    |    |      | BS |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|------|----|
|          | mmol/kg            | H                                 | Al | Ca | Mg | K  | Na | %    |    |
| <i>l</i> | 33                 | 34                                | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40   |    |
| Ah       | 29                 | 7                                 |    | 16 | 3  | 0  | 0  | n.b. |    |
| ilCv     | 4                  | <1                                |    | 2  | 1  | 0  | 0  | n.b. |    |

**Exkursionspunkt Z 1.2.4: Spiekeroog, Dünenlandschaft, Gley**

**Standortbeschreibung**

TK25: 2212 Spiekeroog  
 Lage: Insel Spiekeroog, Dünenal zwischen Graudünen ca. 2 km nordöstlich des Dorfes, R: 3415615, H: 5961140, Höhe über NN: 4 m  
 Relief: offene Hohlform  
 Nutzung: Dünenal, Betula spec.

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ah       | 0-10       | Feinsand mittelsandig, hellgraubraun, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge, feucht |
| Gw       | -37        | Feinsand mittelsandig, hellbraun, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge, sehr feucht                    |
| Gr       | -50        | Feinsand mittelsandig, braun, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge, naß                                |

Bodentyp: KA4: GGn: Norm-Gley  
 FAO: Dystric Gleysol  
 NLFb: G32: mittel tiefer Gley, schwach grundnaß

Ausgangsgestein: äolische Sedimente aus Quartär/Holozän  
 Substrattyp: p-s: Sand

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 1.2.4**

| Horizont | Tiefe    | Skelett  | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           |
|----------|----------|----------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|          | cm       |          | Gew.-%                              | gS       | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU+fU     | ΣS        | ΣU        |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| Ah       | 10       | 0        | 0,3                                 | 41,0     | 55,2     | 3,1      | n.b.     | n.b.     | 99,6      | 0,4       | n.b.      |
| Gw       | 37       | 0        | 0,1                                 | 35,8     | 61,2     | 2,7      | n.b.     | n.b.     | 99,8      | 0,2       | n.b.      |
| Gr       | 50       | 0        | 0,1                                 | 55,4     | 42,8     | 1,6      | n.b.     | n.b.     | 99,9      | 0,1       | n.b.      |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus     | N <sub>t</sub> | C/N       | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %         | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>1</i> | <i>21</i>            | <i>22</i>         | <i>23</i>        | <i>24</i> | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>          | <i>31</i>          | <i>32</i>      |
| Ah       | 4,2                  | n.b.              | 1,0              | 1,7       | 0,06           | n.b.      | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | 0,9                | 1,4                | n.b.           |
| Gw       | 4,1                  | n.b.              | n.b.             | n.b.      | n.b.           | n.b.      | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | 0,5                | 0,6                | n.b.           |
| Gr       | 5,5                  | n.b.              | n.b.             | n.b.      | n.b.           | n.b.      | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | 0,4                | 0,6                | n.b.           |

**Exkursionspunkt Z 1.2.5: Spiekeroog, Dünenlandschaft, Podsol-Braunerde**

**Standortbeschreibung**

TK25: 2212 Spiekeroog  
 Lage: Insel Spiekeroog, Nordhang einer Graudüne, ca. 2 km östlich des Dorfes, R: 3415630, H: 5961100, Höhe über NN: 8 m  
 Relief: Düne, Mittelhang, mittel geneigt  
 Nutzung: Braundüne-Nordhang, Polypodio-Empretretum nigrac

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                    |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L        | +5         | Nadelstreu                                                                                      |
| Ofh      | +2         | Nadelstreu                                                                                      |
| Ahe      | 0-5        | Feinsand mittelsandig, hellbraungrau, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge  |
| Bsh-Bv   | -16        | Feinsand mittelsandig, hellbraun, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge |
| Bv       | -55        | Feinsand mittelsandig, hellbraun, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge                     |
| ilCv     | -200       | Feinsand mittelsandig, hellbraun, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge                     |

Bodentyp: KA4: PP-BB: Podsol-Braunerde  
 FAO: Dystric Cambisol  
 NLFb: P-B32: mittlere Podsol-Braunerde mit geringer nutzbarer Feldkapazität

Ausgangsgestein: äolische Sedimente aus Quartär/Holozän  
 Substrattyp: p-s: Sand

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 1.2.5**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           |  |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--|
|          |             |                   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU+fU    | ΣS        | ΣU        | Ton       |  |
| <i>1</i> | <i>2</i>    | <i>3</i>          | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |  |
| L        | +5          |                   |                                     |          |          |          |          |          |           |           |           |  |
| Ofh      | +2          |                   |                                     |          |          |          |          |          |           |           |           |  |
| Ahe      | 5           |                   | 0,1                                 | 41,3     | 55,3     | 3        |          | 0,3      | 99,7      | 0,3       |           |  |
| Bsh-Bv   | 16          |                   | 0                                   | 33,4     | 63,2     | 3,3      |          | 0,1      | 99,9      | 0,1       |           |  |
| Bv       | 55          |                   | 0                                   | 52,6     | 45,5     | 1,8      |          | 0,1      | 99,9      | 0,1       |           |  |
| ilCv     | 200         |                   | 0                                   | 33,4     | 63,5     | 3        |          | 0,1      | 99,9      | 0,1       |           |  |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus     | N <sub>t</sub> | C/N       | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %         | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>1</i> | <i>21</i>            | <i>22</i>         | <i>23</i>        | <i>24</i> | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>          | <i>31</i>          | <i>32</i>      |
| L        |                      |                   |                  |           |                |           |                 |                 |                                  |                    |                    |                |
| Ofh      |                      |                   |                  |           |                |           |                 |                 |                                  |                    |                    |                |
| Ahe      | 3,5                  | 0                 | 0,39             |           | 0,04           | 10        | 0,3             | 0,2             | (0,7)                            | 0,2                | 0,6                |                |
| Bsh-Bv   | 3,8                  | 0                 | 0,12             |           | 0,03           | (4)       | 0,4             | 0,2             | (0,5)                            | 0,2                | 0                  |                |
| Bv       | 3,9                  | 0                 | 0,09             |           | 0,02           | (5)       | 0,2             | 0,2             | (1,0)                            | 0,2                | 0,4                |                |
| ilCv     | 4,2                  | 0                 | 0,04             |           | 0,01           | (4)       | 0,4             | 0,1             | (0,3)                            | 0,1                | 0,3                |                |

**Exkursionspunkt Z 1.2.6: Spiekeroog, Rückseitenwatt, Watt**

**Standortbeschreibung**

TK25: 2212 Spiekeroog  
 Lage: Insel Spiekeroog, Übergangsbereich zwischen Watt und Salzwiese  
 ca. 3 km südöstlich des Dorfes,  
 R: 3415710, H: 5959665, Höhe über NN: 1,3 m  
 Relief: eben  
 Nutzung: Quellerzone, Salicornietum ramosissimae

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                       |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ai-zemFo | 0-5        | mittel schluffiger Ton, hellgrau, sehr schwach humos, mittel eisenfleckig, carbonathaltig, geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge |
| zemFor   | -18        | stark schluffiger Ton, blaugrau, sehr schwach humos, schwach eisenfleckig, carbonathaltig, geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge |
| zemFr    | -30        | mittel lehmiger Schluff, blaugrau, sehr schwach humos, carbonathaltig, geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge                     |

Bodentyp: KA4: IWn: Norm-Watt  
 FAO:  
 NLFb: IW1: sehr flaches Seewatt

Ausgangsgestein: marine Sedimente aus Quartär/Holozän  
 Substrattyp: p-t/p-u: Ton über Schluff

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 1.2.6<sup>1)</sup>**

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus     | N <sub>t</sub> | C/N       | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %         | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>1</i> | <i>21</i>            | <i>22</i>         | <i>23</i>        | <i>24</i> | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>          | <i>31</i>          | <i>32</i>      |
| Ai-zemFo | 6,8                  | <0,1              | 0,23             | 0,4       | 0,03           | n.b.      | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | 0,3                | 14,4               | n.b.           |
| zemFor   | 6,0                  | n.b.              | n.b.             | n.b.      | n.b.           | n.b.      | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | 0,2                | 13,8               | n.b.           |
| zemFr    | n.b.                 | n.b.              | n.b.             | n.b.      | n.b.           | n.b.      | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | n.b.               | n.b.               | n.b.           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |           |           |           |           |           | BS        |
|----------|--------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        | %         |
| <i>1</i> | <i>33</i>          | <i>34</i>                         | <i>35</i> | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> |
| Ai-zemFo | 18                 | <1                                | n.b.      | 10        | 19        | 4         | 54        | n.b.      |
| zemFor   | 17                 | <1                                | n.b.      | 8         | 19        | 4         | 72        | n.b.      |
| zemFr    | n.b.               | n.b.                              | n.b.      | n.b.      | n.b.      | n.b.      | n.b.      | n.b.      |

<sup>1)</sup> Analysenergebnisse stammen vom Profil, das ca. 50 m von Exkursionspunkt 6 entfernt liegt.



**Exkursionspunkt Z 1.2.7: Spiekeroog I, Heller, Rohmarsch**  
**Standortbeschreibung**

TK25: 2213 Spiekeroog  
 Lage: Insel Spiekeroog, untere Salzwiese ca. 3 km südöstlich des Dorfes,  
 R: 3415710, H: 5959775, Höhe über NN: 1,7 m  
 Relief: eben  
 Nutzung: Andelzone, Plantagini-Limonietum

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                            |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zmGo-Ah  | 0-3        | stark schluffiger Ton, graubraun, schwach humos, mittel eisenfleckig, carbonatarm, geringe Lagerungsdichte, Polyedergefüge              |
| zmGro    | -14        | stark schluffiger Ton, dunkelgraubraun, sehr schwach humos, stark eisenfleckig, carbonathaltig, geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge |
| zmGor    | -18        | stark schluffiger Ton, grau, sehr schwach humos, schwach eisenfleckig, carbonatreich, geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge           |
| zmGr     | -35        | mittel lehmiger Sand, geschichtet mit sandigem Schluff, blaugrau, geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge                               |

Bodentyp: KA4: MRn: Norm-Rohmarsch  
 FAO: Gleysol  
 NLFb: MR15: sehr flache Rohmarsch, sehr stark grundnaß

Ausgangsgestein: marine Sedimente aus Quartär/Holozän  
 Substrattyp: p-t/p-s: Ton über Sand

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 1.2.7**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |       |      |      |      |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|          |             |                   | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣU   | Ton  |      |
| 1        | 2           | 3                 | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10   | 11   | 12   |
| zcGo-Ah  | 3           |                   | 0,7                                 | 4,6  | 5,8  | 8,2  | 18,8 | 26,6  | 19,3 | 45,4 | 35,3 |
| zcGro    | 14          |                   | 0,2                                 | 5,7  | 6,3  | 10,2 | 17,7 | 23,9  | 22,4 | 41,6 | 36,0 |
| zcGor    | 18          |                   | 0,7                                 | 22,6 | 23,7 | 6,4  | 10,8 | 11,5  | 53,4 | 22,3 | 24,3 |
| zGr      | 35          |                   | 0                                   | 41,9 | 39,9 | 5,1  | 1,9  | 3,4   | 86,9 | 5,3  | 7,8  |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol.<br>% | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf<br>cm/d |
|----------|-------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |                | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% |            |
| 1        | 13                | 14             | 15                   | 16  | 17  | 18  | 19     | 20         |
| zcGo-Ah  |                   |                |                      |     |     |     |        |            |
| zcGro    | 0,65              | 75             | 65                   | 60  | 60  | 34  | 31     |            |
| zcGor    | 1,37              | 50             | 47                   | 41  | 38  | 17  | 30     |            |
| zGr      | 1,43              | 45             | 42                   | 35  | 30  | 21  | 21     |            |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| 1        | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30                 | 31                 | 32             |
| zcGo-Ah  | 7,8                  | 4,6               | 6,78             |       | 0,71           | 10  | 9,7             | 9,0             | 0,9                              | 17,7               | 161,2              | n.b.           |
| zcGro    | 7,7                  | 2,3               | 4,17             |       | 0,47           | 9   | 11,8            | 11,2            | 0,9                              | 11,9               | 94,4               | n.b.           |
| zcGor    | 7,8                  | 1,3               | 2,77             |       | 0,29           | 10  | 7,7             | 7,5             | 1,0                              | 11,0               | 67,7               | n.b.           |
| zGr      | 7,4                  | 0,5               | 0,57             |       | 0,07           | (8) | 0,8             | 0,6             | (0,8)                            | 1,5                | 23,4               | n.b.           |

**Exkursionspunkt Z 1.2.8: Spiekeroog 2, Heller, Kleimarsch**  
**Standortbeschreibung**

TK25: 2212 Spiekeroog  
 Lage: Insel Spiekeroog, obere Salzwiese ca. 3 km südöstlich des Dorfes,  
 R: 3414155, H: 5960795, Höhe über NN: 2,5 m  
 Relief: eben  
 Nutzung: Rotschwengelzone, Armerio-Festucetum litoralis

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                            |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| mAh      | 0-6        | stark schluffiger Ton, dunkelbraun, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Polyedergefüge                               |
| mGro     | -22        | stark schluffiger Ton, hellgraubraun, sehr schwach humos, schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge |
| mGo      | -50        | Mittelsand feinsandig, hellbraungrau, schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge                   |
| mGr      | -55        | Mittelsand feinsandig, grau, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge                                                  |

Bodentyp: KA4: MNn: Norm-Kleimarsch  
 FAO: Gleysol  
 NLFb: MN34: mittlere Kleimarsch, stark grundnaß

Ausgangsgestein: marine und äolische Sedimente aus Quartär/Holozän  
 Substrattyp: p-t/p-s: Ton über Sand

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 1.2.8**

| Horizont | Tiefe    | Skelett  | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           |
|----------|----------|----------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|          | cm       | Gew.-%   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU+fU    | ΣS        | ΣU        | Ton       |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| zAh      | 6        |          | 0,1                                 | 7,8      | 8,3      | 2,4      | 13,8     | 26,8     | 18,6      | 40,6      | 40,8      |
| zGo      | 22       |          | 0,4                                 | 10,4     | 11,4     | 3,4      | 16,4     | 20,5     | 25,6      | 36,9      | 37,5      |
| IlzGo    | 50       |          | 1,4                                 | 59,8     | 36,8     | 1,5      | 0,5      |          | 99,5      | 0,5       |           |
| IlzGr    | 55       |          | 1,6                                 | 58,9     | 37,4     | 1,6      | 0,5      |          | 99,5      | 0,5       |           |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |           |           |           |           | nFK       | kf |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0       | 2,5       | 4,2       | Vol.-%    | cm/d      |    |
| <i>1</i> | <i>13</i>         | <i>14</i> | <i>15</i>            | <i>16</i> | <i>17</i> | <i>18</i> | <i>19</i> | <i>20</i> |    |
| zAh      |                   |           |                      |           |           |           |           |           |    |
| zGo      | 0,49              | 81        | 73                   | 70        | 66        | 32        | 41        |           |    |
| IlzGo    | 1,58              | 40        | 34                   | 29        | 22        | 5         | 29        |           |    |
| IlzGr    |                   |           |                      |           |           |           |           |           |    |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus     | N <sub>t</sub> | C/N       | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>e</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>e</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %         | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>1</i> | <i>21</i>            | <i>22</i>         | <i>23</i>        | <i>24</i> | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>          | <i>31</i>          | <i>32</i>      |
| zAh      | 6,9                  | 0,5               | 8,86             |           | 0,74           | 12        | 10,3            | 10,1            | 1,0                              | 4,4                | 109,8              | n.b.           |
| zGo      | 6,7                  | 0,5               | 6,43             |           | 0,49           | 13        | 8,1             | 8,0             | 10,0                             | 1,4                | 80,1               | n.b.           |
| IlzGo    | 6,8                  | 0,2               | 0,12             |           | 0,03           | (5)       | 0,4             | 0,3             | (0,8)                            | 0,2                | 6,3                | n.b.           |
| IlzGr    | 7,4                  | 0,1               | 0,10             |           | 0,03           | (4)       | 0,3             | 0,1             | (0,3)                            | 0,1                | 6,8                | n.b.           |

## **Interpretation**

### **Pedogenese der aufeinander folgenden Stadien der Dünensukzession (Profil 2-5)**

Aus dem quarzreichen Ausgangssubstrat sind unter den hiesigen Klimabedingungen die Bodentypen Rohboden, Lockersyrosem, Regosol, podsolige Braunerde und Podsol-Braunerde entstanden, die entsprechend ihrer Entwicklungsdauer bestimmten Stadien der Dünensukzession zugeordnet werden können.

Entsprechend ihres Aufbaus aus Fein- und Mittelsanden und der geringen Lagerungsdichte weisen alle Dünenböden typische Eigenschaften von Sandböden, d.h. schnelle Erwärmung, gute Durchlüftung, geringes Nährstoffhaltevermögen und schlechtes Wasserspeichervermögen auf (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1989).

Die Alterung der Dünen wird anhand der Veränderung bestimmter Bodenparameter im Verlauf der Sukzession deutlich. Aufgrund der geringen Sorptionsfähigkeit von sandigem Substrat kommt es zur schnellen Abfuhr von Nährstoffen und Carbonat.

Diese rasche Carbonatabfuhr führt, verstärkt durch das geringe Pufferungsvermögen, zur schnellen Versauerung des Bodens. Der pH-Wert sinkt im Verlauf der Sukzession von 6,8 (Weißdüne-Nordhang) auf 3,5 (Braundüne-Nordhang) ab.

Die auf sandigen, trockenen Böden gedeihende Vegetation liefert organische Substanz, die als Austauscher fungiert und somit die Sorption von Nährstoffen und die Speicherung von Wasser im Boden übernimmt. Meßergebnisse aus der Literatur zeigen, daß der Gehalt an organischer Substanz im Boden zunächst zunimmt und im weiteren Verlauf der Sukzession wieder sinkt. Weiterhin ist eine starke Differenzierung zwischen Nord- und Südhängen der Braundünen zu erkennen, die auf die Ausbildung unterschiedlicher Vegetationstypen zurückzuführen ist.

Wie bereits erwähnt, ist das Sorptionsvermögen von Sandböden sehr gering. Erst das Auftreten der organischen Substanz erhöht somit die Kationenaustauschkapazität, die somit ebenfalls im Verlauf der Dünensukzession zunächst zunimmt und im ältesten Stadium wieder abnimmt.

### **Pedogenese des Übergangswatts und Vorlandes (Profil 6-8)**

Im Tidebereich des Meeres wird ein feinkörniges, carbonatreiches und sulfidhaltiges Sediment, der Schlick, abgelagert, der reich an organischer Substanz ist. Die Bodenbildung setzt zunächst unter semisubhydrischen Bedingungen ein, wenn die natürliche Aufschlickung eine Höhe von ca. 40 cm unterhalb der MThw-Linie erreicht hat und erste Halophyten das Substrat besiedeln. Nach der KA4 liegt in diesem Bereich der Bodentyp Watt vor. Durch weitere Sedimentation von marinen Substraten liegt die Bodenoberfläche schließlich oberhalb der MThw-Linie und wird demzufolge nur noch bei Springtiden bzw. Sturmfluten überflutet. In diesem Bereich entstehen die Rohmarschen (untere Salzwiese) und auf den Inseln die carbonatfreien, sandigen Kleimarschen (obere Salzwiese). Der Boden wird zunächst entwässert, belüftet und unterliegt infolge der Verminderung des Porenvolumens der Setzung. Da oxidative Bedingungen im oberen Teil des Bodens vorherrschen, entstehen Eisen- und Manganoxide sowie Schwefelsäure, und es kommt zur Lösung und Auswaschung von Carbonaten. Während der Boden im Übergangsbereich carbonathaltig ist, wurde in der oberen Salzwiese kein Carbonat mehr gemessen. Der pH-Wert sinkt demzufolge ebenfalls mit zunehmender Entfernung von der MThw-Linie bzw. mit Abnahme der Überflutungshäufigkeit.

Der Gehalt an austauschbaren Kationen in schlackigen Böden ist erwartungsgemäß hoch und das Ca/Mg-Verhältnis entsprechend eng.

#### 4. Literatur

- Barckhausen, J. (1969): Entstehung und Entwicklung der Insel Langeoog; Oldenburger Jahrbuch, Band 68, Oldenburg
- Ellenberg, H. (1974): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas; Goltze- Verlag, Göttingen
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Ulmer-Verlag, Stuttgart
- Flemming, B.W. (1992): Zur Holozänen Entwicklung, Morphologie und Faziellen Gliederung der ostfriesischen Insel Spiekeroog (südliche Nordsee); Senkenberg am Meer, Bericht 91/3, 51 S.
- Josopait, V. & Wirth, K. (1985): Gutachterlicher Bericht über die Ergebnisse der Grundwassererkundung auf der Insel Spiekeroog; unpubl.
- Lang, A. (1960): Entwicklung der ostfriesischen Inseln seit der Mitte des 16. Jahrhunderts; Forschungsstelle Norderney
- Meyer - Deepen, J. & Meijering, M.P.P. (1979): Naturkunde einer ostfriesischen Insel; Verlag Kurverwaltung Nordseebad Spiekeroog, Spiekeroog
- Pethik, J. (1984): An Introduction to Coastal Geomorphology; Edward Arnold/GB
- Pott, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands; Ulmer- Verlag, Stuttgart
- Pott, R. (1995): Farbatlas Nordseeküste und Nordseeinseln; Ulmer- Verlag, Stuttgart
- Scheffer, P. & Blume, H.P. & Brümmer, G. & Hartge, K.H. & Schwertmann, U. (1989): Lehrbuch der Bodenkunde; 12. Auflage, Enke- Verlag, Stuttgart
- Scherfose, V. (1986): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Salzrasen der Nordseeinsel Spiekeroog, Teil I Pflanzengesellschaften; Tuexenia 6
- Schuba, V. (1990): Die Entwicklung der Inseldünen unter ökologischem Aspekt- dargestellt am Beispiel der Ostdünen der Ostfriesischen Insel Spiekeroog; Dissertation, Düsseldorf
- Sindowski, K.H. (1963): Zur Frage der Ostwanderung aller Ostfriesischen Inseln; Geographische Rundschau, 15. Jg. Nr. 11, G. Westermann-Verlag, Braunschweig
- Sindowski, K.H. (1970): Erläuterung zu Blatt Spiekeroog Nr. 2212 - Geologische Karte von Niedersachsen i.M. 1: 25 000; Dietrichsche Universitätsbuchdruckerei Kaestner, Rosdorf
- Streif, H.J. (1990): Das ostfriesische Küstengebiet; Sammlung geologischer Führer Band 57, 2. Auflage, Gebrüder Borntraeger, Berlin
- Streif, H.J. (1986): Zur Altersstellung und Entwicklung der Ostfriesischen Insel; Offa, Band 43, K. Wachholtz- Verlag, Neumünster
- Wiemann, P. & Domke, W. (1967): Pflanzengesellschaften der ostfriesischen Insel Spiekeroog; Mitteilungen aus dem Staatsinstitut für Allgemeine Botanik, 12. Band, Hamburg

#### Kartenwerke

- Geologische Karte i.M. 1:25000 Blatt 2212 Spiekeroog (Sindowski 1972)
- Königliche Preußische Landesaufnahme i.M. 1:25000 Blatt Spiekeroog (1892)
- Karte der klimatischen Wasserbilanz des Sommerhalbjahres i.M. 1:200000 (NLfB unpubl. 1987)
- Karte über Tieflage der Grenze Süßwasser-Salzwasser/Brackwasser auf der Insel Spiekeroog i.M. 1:5000 (Josopait & Wirth 1985)

**Exkursion**  
**Z 2**

**Bodenlandschaften der westlichen niedersächsischen Altmoränengeest  
mit besonderer Berücksichtigung der Plaggenesche**

von

I. Benne <sup>1)</sup> und W. Schäfer <sup>2)</sup>

unter Mitarbeit von

Chr. Klausing †, G. Roeschmann <sup>3)</sup>, H. Schülken <sup>4)</sup>, S. Wilbers-Rost <sup>5)</sup>, K. Müller <sup>6)</sup> und H. Meuser <sup>7)</sup>

**Inhalt**

- 1 Exkursionsroute
- 2 Beschreibung des Exkursionsgebietes
  - 2.1 Naturräumliche Gliederung und Geologie
    - 2.1.1 Syker Geesthochfläche
    - 2.1.2 Dümmer Becken
    - 2.1.3 Cloppenburger Geesthochfläche
    - 2.1.4 Quakenbrücker Becken
    - 2.1.5 Kalkrieser Berg
  - 2.2 Klima
  - 2.3 Plaggenesche
  - 2.4 Die Ausgrabungen zur Varusschlacht in Kalkriese
- 3 Erläuterungen zu den Exkursionspunkten
- 4 Literatur
- 5 Beschreibung der Exkursionsprofile nebst Analysendaten
- 6 Anhang: Analysenmethoden

**I Exkursionsroute**

Von Hannover (Universität) fahren wir auf der B6 in ca. 60 Minuten durch die Hannoversche Moorgeest über Nienburg nach Glissen im Landkreis Nienburg zum Exkursionspunkt Z 2.1 in der Syker Geest. Die Hannoversche Moorgeest ist eine Altmoränengeest, die durch zahlreiche vermoorte Talmiederungen gegliedert ist. Bei Neustadt am Rübenberge durchqueren wir das Leinetal und bei Nienburg das Wesertal.

*Nienburg* (Nyge Borg), 32.800 Einw., wegen Gunstlage am Weserübergang bis 1582 Residenz der Oberherrschaft Hoya, dann welfische Landesfestung. Mit Bau der Eisenbahn Hannover - Bremen und dem Weserausbau Entwicklung zu einem Industriestandort.\*

Vom Profil Z 2.1 durch die Syker Geest auf der B214 über Sulingen nach Schwaförden (Exkursionsprofil Z 2.2 und Z 2.3) im Landkreis Diepholz.

Anschriften der Autoren:

- <sup>1)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, 30631 Hannover
- <sup>2)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Bodentechnologisches Institut Bremen, Friedrich-Mißler-Str. 46/50, 28211 Bremen
- <sup>3)</sup> Luheweg 32, 30851 Langenhagen
- <sup>4)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim
- <sup>5)</sup> Archäologischer Museumspark Osabrücker Land gGmbH, Venner Str. 69, 49565 Bramsche
- <sup>6)</sup> FH Osnabrück, FB Agrarwissenschaften, Bodenkunde, Postfach 1940, 49009 Osnabrück
- <sup>7)</sup> FH Osnabrück, FB Agrarwissenschaften, Bodensanierung und Bodenschutz, Postfach 1940, 49009 Osnabrück

**LK Diepholz**, 1.987 km<sup>2</sup>, 205.499 Einw., 103 Einw./km<sup>2</sup>, einer der sechs größten Landkreise in Niedersachsen.\*

**Sulingen** (12.700 Einw.), Wirtschaftsmittelpunkt des östlichen LK Diepholz, Gewerbestandort (Schuhfabrik, Maschinenbau).\*

**Erdöl- und Erdgasindustrie**, seit den 50er Jahren Erdöl- und Erdgasgewinnung zwischen 700 und 1800 m Tiefe, Speichergesteine für Öl (Kreide, Wealden, Jura), für Gas (Buntsandstein, Zechstein, Karbon), z.T. hoher Schwefelwasserstoffgehalt macht Entschwefelung notwendig.\*

Wir fahren weiter auf der B214 in Richtung Diepholz. Zwischen Wehrbleck und Freistatt verlassen wir die Syker Geest und fahren in die Diepholzer Moorniederung, über Wagenfeld zum Dümmer. An Naturschutzstation in Hüde bekommen wir Informationen zum Naturschutzgebiet Dümmer. Anschließend fahren wir zum Profil Z 2.4 (Schäferhof) am Rande des Ochsenmoores.

**Freistatt**, Hochmoorkolonie (Wietingsmoor), erst im 20. Jahrh. besiedelt.\*

**Dümmer**, 16 km<sup>2</sup> großer Flachsee (mittlere Wassertiefe 1,13 m) in Diepholzer Moorniederung (300 km<sup>2</sup>), See und Uferregionen (z.B. Ochsenmoor) z.T. unter Naturschutz.\*

**Hüde** (978 Einw.), am Südostufer des Dümmer, Naturschutzstation der Bezirksregierung.

An der Mündung der Hunte in den Dümmer in den 60er Jahren Ausgrabung einer neolithischen Seeufersiedlung (4750 - 2700 v. Chr.), Einbaum aus dem frühen 3. Jahrtausend v. Chr.

Vom Dümmer fahren wir über Damme, die Dammer Berge (Endmoräne) durch das Bersenbrücker Land nach Cloppenburg. Kurz hinter der Autobahnabfahrt Vechta fahren wir auf die Cloppenburger Geest. In Cloppenburg Besuch des Museumsdorfes. Übernachtung an der Thülsfelder Talsperre.

**LK Cloppenburg**, 1.418 km<sup>2</sup>, 144.000 Einw., 102 Einw./km<sup>2</sup>.\*

**Cloppenburg** (28.400 Einw.), Mittelzentrum an Bahnstrecke Osnabrück - Oldenburg, eines der größten landwirtschaftlichen Erzeuger- und Verarbeitungsgebiete in Deutschland (Fleisch, Kartoffeln).\*

**Museumsdorf Cloppenburg** (Nieders. Freilichtmuseum), 50 alte Gebäude (Bauernhäuser, Mühlen, Handwerkerhäuser, Schulen, Dorfkirche, Dorfkrug).\*

Am Vormittag des zweiten Tages werden die Profile Z 2.5 - Z 2.8. auf der Cloppenburger Geest südlich Cloppenburg vorgestellt. Das Profil Z 2.5 befindet sich in der Nähe Tenstedts, die Profile Z 2.6 und Z 2.7 in der Nähe Vestrups und das Profil Z 2.8 liegt bei Bevern am südlichen Rand der Cloppenburger Geest.

Wir verlassen südlich von Bevern die Cloppenburger Geest und fahren über Quakenbrück ins Artland (Gletscherzungenbecken) nach Badbergen. Dort Mittagspause auf einem typischen Artlandgehöft (Besichtigung möglich).

**LK Osnabrück**, 2.122 km<sup>2</sup>, 347.000 Einw., 165 Einw./km<sup>2</sup> (= Landesmittel), zweitgrößter LK in Niedersachsen.\*

**Artland**, ehemaliges Gletscherzungenbecken, durch den Fluß Hase mit nährstoffreichen Auensedimenten versorgt (Binnendelta), bereits im Mittelalter blühende Landwirtschaft, bekannt durch großzügige Bauernhöfe. Die Wehlburg, das „schönste Bauernhaus Norddeutschlands“ steht seit 1975 im Museumsdorf in Cloppenburg.\*

**Quakenbrück** (12.300 Einw.), wirtschaftlicher Mittelpunkt des Artlandes an Haseniederung, alter Burg- und Klosterort.\*

Von Badbergen fahren wir weiter durch das Artland an den Nordrand des Osnabrücker Hügellandes, zum Kalkrieser Berg (157 m ü. NN) im westlichen Wiehengebirge. Am Kalkrieser Berg Vorstellung des letzten Exkursionsprofils (Z 2.10) und des Ausgrabungsfeldes der Varusschlacht.

**Kalkriese** (bei Bramsche), mit hoher Wahrscheinlichkeit Ort der legendären Varusschlacht, seit 1989 systematische Grabungen, zahlreiche Funde wurden unter einem Eschboden konserviert, Informationszentrum mit Museumspark.\*

Die Rückfahrt erfolgt zunächst entlang des Nordrandes des Wiehengebirges, dann überqueren wir den Gebirgszug in südlicher Richtung und fahren bei Melle auf die A30. Über Bad Oeynhausen gelangen wir auf der A2 nach Hannover.

\* aus: Niedersächsisches Landesamt für Statistik (1998)

## 2 Beschreibung des Exkursionsgebietes

### 2.1 *Naturräumliche Gliederung und Geologie*

Die Morphologie des Exkursionsgebietes wird von den Ablagerungen des älteren Abschnittes der Saale-Kaltzeit (Drenthe-Stadium) geprägt. Die von der Nordsee nach Süden vorrückenden Gletscher schütteten zunächst mächtige Vorschütsande auf. Beim weiteren Vorrücken des Eises wurden diese Schmelzwasserablagerungen von der Grundmoräne (Drenthe-Hauptmoräne) überdeckt.

In der Rehburger Phase des Drenthe Stadiums wurde ein mächtiger Stauchendmoränenwall aufgeschoben, der sich als langgezogene, unterbrochene Hügelkette von der Leine (nördlich Hannover) bis zur Ems (Lingen) und von dort nach Holland erstreckt. Aufgrund des bis zu 150 m unter Gelände reichenden Tiefganges der Stauchung (MEYER,1994) wurden präquartäre Schichten (Tertiär, Kreide) und alte (elsterzeitliche) Weserschotter aufgeschoben und verschuppt. Die Schmelzwasser dieses Eisvorstoßes flossen in der Niederung zwischen dem Moränenzug und dem Wiehengebirge nach Westen ab. Auch die Weser folgte bereits während der Elster-Kaltzeit diesem Niederungsgebiet und floß nach Westen ab. So lassen sich die anhand ihrer Zusammensetzung (Porphyry aus dem Thüringer Wald, mesozoische Gesteine, z.B. Buntsandstein) gut von nordischem Geschiebe unterscheidbaren Weserkiese (Mittelterrasse) entlang dieser Niederung nach Westen bis ins Emsland verfolgen.

Der Endmoränenzug der Rehburger Phase wurde nach einer Eisstillstandslage von den weiter nach Süden vorrückenden Gletschern überfahren. Dabei wurden auch die Schmelzwasserablagerungen im Süden der Endmoränenzüge von Grundmoränen bedeckt.

Nördlich der Endmoränenzüge hinterließen die abschmelzenden drenthezeitlichen Gletscher die Grundmoränen-Hochfläche der Syker-Cloppenburger-Geestplatte. Die Grundmoränenfläche ist eine Niedertaulandschaft („Nachschütsande“ fehlen), in der es zur Ausbildung von auffallend parallelen Eisspaltentälern kam, die im Bereich der Syker Geest in Nord-Süd-Richtung, auf der Cloppenburger Geest in Südwest-Nordost-Richtung verlaufen. Der Verlauf dieser in die Geestplatten einschneidenden Täler ist auf der Bodenkarte gut zu erkennen.

Das Exkursionsgebiet wurde nach diesem ersten Saale-Vorstoß (Drenthe) nicht wieder vom Eis bedeckt. Die Einebnung des Reliefs begann bereits während des jungen Drenthe- und Warthestadiums und setzte sich während der Weichselkaltzeit fort. Die Auffüllung der nach dem Abschmelzen des Eises zurückgebliebenen Toteisflächen und Zungenbecken (siehe Quakenbrücker Becken) erfolgte bereits in den jungen Abschnitten der Saale-Kaltzeit mit minerogenen Sedimenten (Beckensand, Beckenschluff). In der darauffolgenden Eem-Warmzeit erfolgte die Ablagerung von organogenen Sedimenten (Mudden, Torfe). Während der Weichsel-Kaltzeit kam es in den Hohlformen und auch in der dem Endmoränenzug vorgelagerten Niederung (mit dem Dümmerbecken im Zentrum) zur Ablagerung von Niederungssanden (Talsande).

Die Grundmoränen-Hochflächen und die ebenfalls zunächst mit Grundmoränen bedeckten Endmoränen unterlagen während der Periglazialzeiten überwiegend einer Abtragung und Einebnung. Auf dem Endmoränenzug wurden die Grundmoränen nahezu restlos abgetragen. Die periglaziale Überprägung führte auf den Grundmoränenflächen zur Ausbildung eines im Mittel ca. 6 dm mächtigen Geschiebedecksandes. Infolge des hohen Alters (ca. 200.000 Jahre) ist die im Mittel 5-10 m mächtige Grundmoräne weitgehend entkalkt (Geschiebelehm).

Im trocken-kalten Hochglazial der letzten (Weichsel-)Kaltzeit kam es auf der nördlichen Syker Geest zur Ablagerung einer Sandlößinsel ( $\varnothing$  1 m Mächtigkeit), die sich in einem nach Westen schmaler werdenden Band bis in das Zentrum der Cloppenburger Geest erstreckt. Im Spätglazial wurden auf den Geestflächen und Talsandniederungen Flugdecksande und z.T. Dünen aufgeweht.

Mit der nacheiszeitlichen Erwärmung setzte in der dem Endmoränenzug vorgelagerten Niederung (siehe Dümmerbecken) das Moorbuchstum ein, zunächst als Niedermoor, mit dem im Atlantikum einsetzenden feucht-kühlen Klima auch als Hochmoor.

In historischer Zeit kam es auf den weitgehend waldfreien und verheideten Geestflächen, vor allem gefördert durch die zwischen Weser und Ems weit verbreitete jahrhundertalte Plaggenwirtschaft einerseits zu starken Verwehungen mit Dünenbildung, andererseits zur Ausbildung von Auftragsböden (Plaggeneschen) auf den hofnahen Ackerflächen. Im Rahmen der Exkursion werden die Böden von vier typischen Landschaften Nordwestdeutschlands vorgestellt:

1. Syker und Cloppenburger Geesthochfläche
2. Dümmerniederung im Endmoränenvorland
3. Quakenbrücker Becken (größtes Gletscherzungenbecken Nordwestdeutschlands)
4. Nordabhang des Wiehengebirges (Kalkrieser Berg, 100-140 m NN)

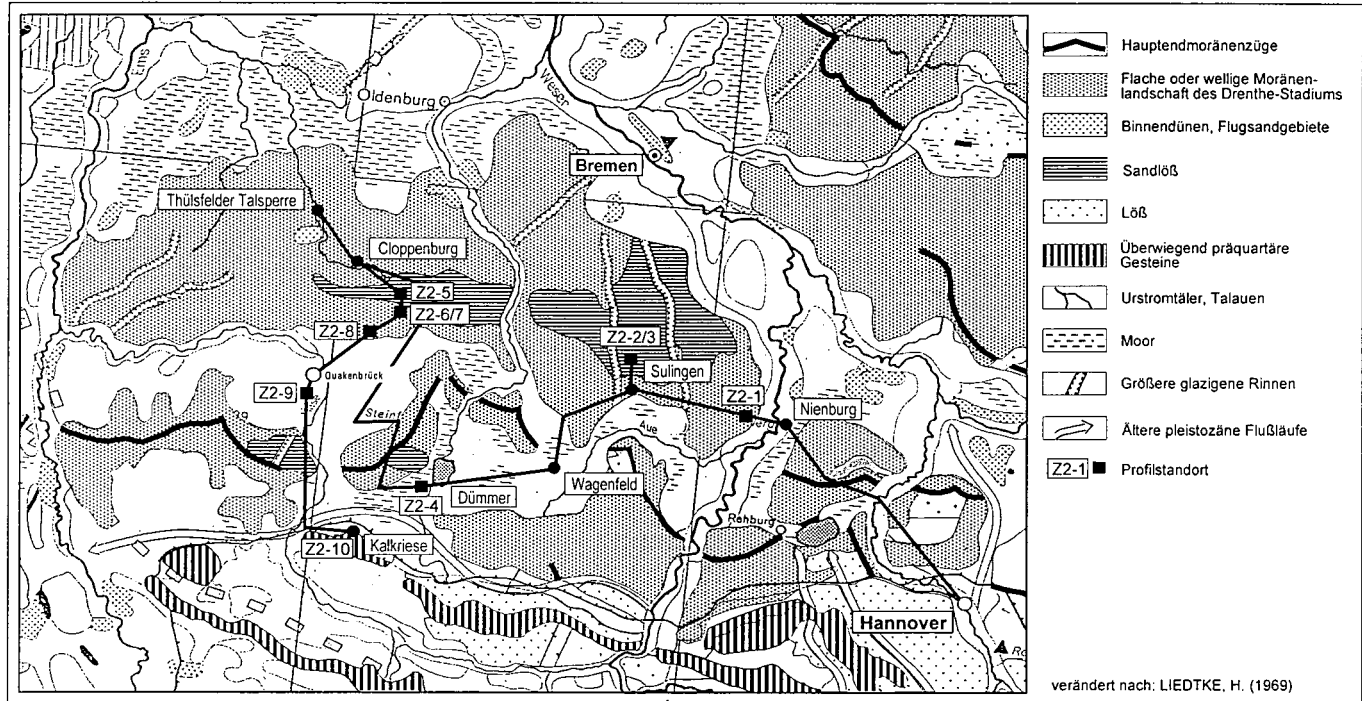


Abb. 1: Naturräumliche Gliederung des Exkursionsgebietes und Exkursionsroute



### 2.1.1 Syker Geesthochfläche

#### Sandige Geest der Syker Geestplatte

Die Exkursion beginnt mit dem Profil Z2.1 auf der Liebenauer Geest (bei Glissen, TK25: 3320, Liebenau), in unmittelbarer Nähe des östlichen Geestrandes, der mit einer Steilböschung die Weserniederung um bis zu 40 m überragt.

Die Liebenauer Geest ist ein Teil der Syker Geestplatte, einer welligen vorwiegend sandigen Grundmoränenplatte mit wenigen schmalen, zur Weser entwässernden Niederungen. Podsolierte Böden sind vorherrschend, es kommen aber auf lehmigen Standorten auch podsolierte Braunerden und Pseudogleye vor. In den Niederungen herrschen Niedermoore und Gleye vor. Das Gebiet ist bis auf wenige geschlossene Ortschaften durch Streu- und Einzelsiedlungen besiedelt.

Das Pleistozän hat eine Gesamtmächtigkeit von 40-60 m, mit ca. 20 m mächtigen elsterzeitlichen Schmelzwassersanden an der Basis, in die alte Flußläufe der Weser (Mittelterassenkiese) eingeschnitten sind. Darüber durchschnittlich 20 m mächtige saalezeitliche (Drenthe) Schmelzwassersande (Vorschütsande). Die wenig gegliederte Hochfläche ist großflächig mit einer saalezeitlichen Grundmoräne bedeckt. Die  $\varnothing$  5 m mächtige Grundmoräne (max.10 m) ist weitgehend entkalkt, d.h. als Geschiebelehm ausgebildet. Die Grundmoräne wird von 2 Bächen (Winterbach/Rohrbach bei Glissen) und ihren Seitentälern zerschnitten. Im Bereich der flachen Bachtäler ist der Geschiebelehm erodiert und die saalezeitlichen Schmelzwasserschichten treten zutage. Grundmoräne und Schmelzwasserschichten sind großflächig mit Geschiebedecksand von  $\varnothing$  0,7 m Mächtigkeit überlagert, z.T. ist der Geschiebedecksand auf eine Steinsohle reduziert. Die Geologie ist in der Geol. Karte von Nds 1:25000, Blatt 3320, Liebenau beschrieben (LÜTTIG u. MEYER, 1980).

Der engere Talbereich der Bäche ist mit holozänen, z. T. humosen Auensanden ausgekleidet. Überwiegend im Randbereich der Bachtäler sind spät- bis postglaziale Flugsandinseln ( $\varnothing$  1-2 m Mächtigkeit) zu finden.

**Profil Z 2.1** befindet sich auf einer solchen dem Geschiebelehm aufgesetzten Flugsandinsel (heute unter Wald) am Rande des Rohrbaches, ca. 1 km südlich von Glissen.

#### Sandlößgebiet der Syker Geestplatte

Von Glissen geht es weiter auf der Syker Geestplatte nach Schwaförden zu den Exkursionspunkten Z 2.2 und Z 2.3 im Grenzbereich der Schmalförden – Sulinger Geest und dem "Oberwald". Der Exkursionspunkt Z 2.2 liegt etwa 2 km südwestlich und der Exkursionspunkt Z 2.3 ca. 500 m südöstlich von Schwaförden. Die Geestplatte wird im Exkursionsgebiet von mehreren breiten, stark vermoorten, parallel in Nord – Süd – Richtung verlaufenden Niederungen (ehemalige Eisspaltentäler) durchzogen. Im "Oberwald" geht die Landschaft in eine flachwellige, fast ebene Wasserscheidenregion mit ungünstigen Abflußverhältnissen über. Die Grundmoräne wird von einer geringmächtigen Flugsand- oder Sandlößdecke überlagert. Auf der Geestplatte sind Bänderparabraunerden, Plaggenesche, und Pseudogleye die vorherrschenden Bodenformen. Bänderparabraunerden und Pseudogleye sind häufig podsoliert. In den Niederungen herrschen Niedermoore und Gleye vor. Charakteristisch für das Gebiet sind die zahlreichen von Wasser erfüllten oder vermoorten Schlatts, die häufig anthropogen verfüllt worden sind.

Die **Profile Z 2.2 und Z 2.3** (Schwaförden, TK 25: 3218 Schwaförden / 3219 Mallinghausen) befinden sich am Südrand des Sandlößgebietes, das nahezu den ganzen nordöstlichen Teil der Syker Geestplatte bedeckt (Syker Sandlößgebiet).

Das Sandlößgebiet wird von DEWERS (1932), VIERHUFF (1967) und ROESCHMANN (1963, 1968, 1971) beschrieben. Die Mächtigkeit der Sandlößdecke beträgt meist ca. 7 dm. Charakteristisch ist nach VIERHUFF (1967) die scharfe seitliche Begrenzung, die geringe Abhängigkeit der Lößmächtigkeit von der lokalen Geländeform und die streifenartige Form des Lößgebietes. VIERHUFF (1967) unterscheidet zwei durch eine Abschwemmungsphase getrennte Sandlöß-Bildungszeiten und stellt sie in das Brandenburger und Pommersche Stadium der Weichsel-Eiszeit.

Beim Profil Z 2.3 wurde der Sandlöß mit 6 dm mächtigen Plaggenauflagehorizonten überdeckt.

### 2.1.2 Dümmer Becken

Das Dümmer-Becken ist ein Teil des Niederungsgebietes zwischen den Endmoränenzügen der Rehburger Phase im Norden und dem Nordwestdeutschen Bergland (Wiehengebirge) im Süden. Es wird umrahmt von den Dammer Bergen (145 m NN) im Nordwesten, dem Hohen Stinn und Kellenberg (70 m) im Norden und Nordosten sowie dem präquartären Stemmer Berg (letzter Ausläufer des Berglandes, Oberkreide, Hebung im Tertiär) im Südosten. Beginnend bereits in der Saalezeit, wurde das Becken durch fluviatile, niveoflu-

viatile und äolische Sedimentation verfüllt und periglazial überprägt. Die quartäre Beckenfüllung ist bis zu 40-50 m mächtig. Im Bereich des Exkursionspunktes Z 2.4 (Schäferhof, südlich des Dümmers am Hunte-  
lauf) ist das Quartär ca. 30 m mächtig. Auf der präquartären Basis (krcao) lagern etwa 15-20 m mächtige Mit-  
telterrassenkiese des alten Weserlaufes (hoher Anteil an einheimischen paläozoischen Kiesen) die wiederum  
von saalezeitlichen Schmelzwassersanden und anschließend weichselzeitlichen Niederungssanden (mit  
Schlufflagen) überdeckt wurden.

Die weichselzeitlichen Talsande (Basissande, Ø 10-15 m) stehen unter den jüngeren Ablagerungen (Mudden,  
Torfe), aber auch an der Oberfläche verbreitet an. Dieser beige-hellgraue Basissand (Feinsand) ist z. T. py-  
rithaltig, z. T. kalkhaltig (unter Kalkmudden), z. T. jedoch mehrere Meter tief entkalkt.

Nach den umfangreichen Untersuchungen von DAHMS (1972) zur Entstehungs- und Entwicklungsge-  
schichte des Dümmers bildeten sich mit dem Austauen von mächtigen Eislinien im Zuge der spätglazialen  
Erwärmung erste Seeflächen (Auftau- oder Thermokarstseen).

Die weitere Entwicklungsgeschichte (nach DAHMS, 1972 und MENGELING, 1994):

- Bölling - Interstadial  
Ablagerung von kalkhaltigen Beckentonen und -schluffen, in den Uferzonen Bildung von Braunmoos-  
und Seggentorfen.
- Alleröd - Interstadial  
Seefläche dehnt sich auf 50 km<sup>2</sup> aus (heute: 12 km<sup>2</sup>)  
Ablagerung hellbrauner, schluffiger Kalkmudden (schmierig-plastisch, z. T. geschichtet)
- Jüngere Tundrenzeit:  
Ausdehnung des Sees auf ca. 80 km<sup>2</sup>, verstärkte Einschwemmung und Einwehung von Löß und Sand  
führt vor allem in ufernahen Bereichen zur Ablagerung von Schluff und Sandmudden.
- Präboreal/Boreal  
Größte Seerausdehnung (90 km<sup>2</sup>), Seespiegelhöhe bei fast 38 m ü. NN (heute: 37 m ü. NN).  
Sedimentation: im freien Wasser: elastische Kalkmudden (10-90 % CaCO<sub>3</sub>)  
im Schilfgürtel: elastische Algenmudden (Lebermudden)

Kalkmudden haben in dieser frühen Wärmezeit die höchsten Kalkgehalte. Die Elastizität der Mudden  
wird durch Gallerte von Cyanophyceen, insbesondere Microcystis, hervorgerufen. Das Areal im Bereich  
des Exkursionsprofils (Z2.4) lag zu dieser Zeit in Ufernähe, d. h. die Kalkmudde fehlt häufig, die Al-  
genmudde geht im Liegenden in hellbraune Schluff/Sandmudde über. Die Algenmudde geht nach oben  
ab dem Boreal allmählich in Schluff/Seggentorf oder Bruchwaldtorf über. Am Übergang zum Atlantikum  
sind weite Gebiete bereits verlandet.

- Im Atlantikum/Subatlantikum kam es im Bereich des rezenten Sees zu Ablagerungen brauner Feindetritus-  
mudden.
- Subboreal  
Die Hunte erreicht durch rückschreitende Erosion das Dümmer-Becken, der Seespiegel sinkt auf 36,5-37  
m ü. NN (Seerausdehnung nur noch 15 km<sup>2</sup>).

#### Subatlantikum

Im kühl-feuchten Klima Ausdehnung der Seefläche auf 25-30 km<sup>2</sup>. Ablagerung von braunen Feindetritus-  
mudden im Seebereich. In dem verlandeten Gebiet setzt sich das Mooswachstum fort, auf den Nie-  
dermooren wachsen ab dem Subboreal z. T. Hochmoore auf.

- Nach 1850  
Durch anthropogene Einflüsse (verstärkte Sediment- und Nährstoffzufuhr) kommt es zu stark veränderten  
Sedimentationsbedingungen. Ablagerung von schwarzer Feindetritusmudde (grünlich-dunkelgrau bis  
grauschwarz, im oberen Teil die jüngste „Treibmudde“, im unteren Teil geleeartig, schwach verfestigt).
- Nach 1953  
Eindeichung des Dümmers (Hochwasserrückhaltebecken) führt zu verstärkter Verschlammung.

### 2.1.3 Cloppenburger Geestplatte

Die Cloppenburger Geest ist ein flachwelliges Grundmoränenplateau, das im S, in der Bakumer Geest von mehreren zur Haase entwässernden Niederungen gegliedert wird.

Die Exkursionsroute verläuft von Cloppenburg nach Süden zum Quakenbrücker Becken. Entlang dieser Route fällt die Geestplatte kontinuierlich von 45 m ü. NN (Cloppenburg) auf 30 m ü. NN ab, d.h. die Geestplatte weist ein Gefälle in Richtung des Quakenbrücker Beckens auf.

#### Sandlößgebiet der Cloppenburger Geestplatte

Das Sandlößgebiet der Syker Geest setzt sich in einem schmalen werdenden Band nach Westen fort und endet südlich von Cloppenburg in einem schmalen Streifen (ca 5 km in N-S-Richtung). Im Norden grenzt er gegen Flugsande, im Süden dünnt er auf dem Geschiebelehm aus. Die Mächtigkeit liegt im Mittel bei 8-10 dm.

Als Böden finden wir hier Bänderparabraunerden, Pseudogleye, in den Niederungen Gleye und Moore.

Das **Profil Z 2.5** (Tenstedt, TK 3214, Vestrup) befindet sich am südlichen Rand des Sandlößgebietes. Der Sandlöß wurde in ca. 10 dm Mächtigkeit auf Flugsand abgelagert. Durch Plaggendüngung wurde im Laufe der Jahrhunderte ca. 8 dm Plaggenmaterial aufgetragen.

#### Sandige Geest der Cloppenburger Geestplatte

In der südlich anschließenden Bakumer Geest ist die Grundmoräne von einer Geschiebedecksand oder Flugsanddecke überlagert. Hier finden sich überwiegend Pseudogleye (Exkursionsprofil Z 2.6) und bei Grundwassereinfluß Gleye und Moore. Die Pseudogleye und Gleye sind sehr häufig podsoliert. Auf mächtigeren Flugsanddecken haben sich auch Podsole (Profil Z 2.7) gebildet. In höheren trockeneren Lagen wurden in den alten Ackerfluren mächtige Eschauflagen (Profil Z 2.8) aufgetragen.

Die **Profile Z 2.6 und Z 2.7** (Vestrup, TK 3214, Vestrup) befinden sich südlich des Sandlößstreifens, jedoch noch im Übergangsbereich vom Sandlöß zum Flugsand bzw. periglazialen Geschiebedecksand. Bei beiden Profilen steht Geschiebelehm an der Basis an.

Das **Profil Z 2.8** liegt am südlichen Rand der Geestplatte. Über dem Geschiebelehm mit Geschiebedecksand und einer ca. 8 dm mächtigen Flugsanddecke wurde ca. 8 dm Plaggenmaterial aufgetragen.

### 2.1.4 Quakenbrücker Becken

Das Quakenbrücker Becken (Artland) ist ein typisches Zungenbecken, das im Norden von der Cloppenburger Geest, im Süden von zwei Stauchendmoränenbögen der Rehburger Phase (Ankumer Höhen im Südwesten, Dammer Berge im Südosten) eingerahmt wird. Der Durchmesser des Lobus beträgt ca. 30 km. Am Scheitel des Lobus (bei Neuenkirchen) flossen die Schmelzwasser in einem 6 km breiten Tal nach Süden ab. Das Zungenbecken wurde durch den Gletscher bis über 100 m unter NN ausgeschürft. Nach dem Abtauen des Eises entstand der größte See Nordwestdeutschlands (MEYER, 1994), dessen Verfüllung bereits saalezeitlich begann. Erst in der Weichselkaltzeit wurde der See mit fluviatilen Sanden restlos verfüllt.

Im Jahre 1985 wurde vom NLFb im Zentrum des ehemaligen Sees, bei Quakenbrück, eine Kernbohrung niedergebracht, wobei organogene Sedimente (Seekreide, Kalkmudde) des Eem-Interglazials und mehrere weichselzeitliche Interstadiale erfasst wurden. Die Ergebnisse dieser Forschungsbohrung sind bei MEYER (1994) ausführlich beschrieben.

Heute durchfließt die Hase den von den Schmelzwässern geschaffenen Durchbruch im Scheitel des Endmoränenbogens und den zentralen Teil des Beckens von Süden nach Norden. Nördlich von Quakenbrück biegt die Hase dicht an der Cloppenburger Grundmoränenplatte nach Westen ab, wobei sie die von Osten kommende Lager Hase aufnimmt.

Die heutige Geländeoberfläche des Beckens ist mit Höhenlagen zwischen 20 und 30 m schwach nach Norden geneigt. In die weichselzeitliche Talsandebene schneiden die holozänen Täler der Hase und ihrer Nebenläufe nur wenig ein. In großen Arealen sind aufgesetzte Flugsandkuppen bzw. Plaggenesche zu finden.

Infolge niedrigen Gefälles wurde das Gebiet vor der großräumigen Gewässerregulierung häufig von Überschwemmungen heimgesucht. Die Hase hat im Laufe der Jahrhunderte nährstoffreiche Sedimente (Lößlehm aus dem Osnabrücker Bergland) geliefert, so daß sich fruchtbare Gleye und Auenböden bilden konnten. Der Eintrag von fruchtbaren Auensedimenten führte zu einer blühenden Landwirtschaft mit großen Bauernhöfen. Der Artlandhof bei Badbergen ist ein typisches Beispiel.

Das **Profil Z 2.9** (Badbergen, TK 3313, Quakenbrück) befindet sich auf einer Flugsandkuppe über fluviatilem weichselzeitlichem Sand. Mit der Plaggenengewinnung in den nahen Flußauen wurden etwas tonreichere,

nährstoffreiche und eisenreiche Auensedimente aufgebracht. Die Plaggenhorizonte zeigen daher heute einen rötlichen Farbton.

### 2.1.5 Kalkrieser Berg

Das Exkursionsprofil Z 2.10 befindet sich am Nordhang der nördlichen Ausbuchtung des Wiehengebirges, dem Kalkrieser Berg (132 m ü. NN). Die relativ festen Gesteine der sattelförmigen Aufwölbung des Oberen Jura im Kalkrieser Berg tauchen nach Norden steil unter die Talsande der Niederung des Wiehengebirgsvorlandes (Kalkrieser-Niewedder-Senke, ca. 45 m ü. NN) ab. Nördlich schließt dann das Große Moor an. Der Mittellandkanal verläuft in Ost-West-Richtung, unmittelbar am nördlichen Fuß des Kalkrieser Berges.

Die Nordseite des Kalkrieser Berges ist von 5-10 m mächtigen Hangablagerungen bedeckt, die von MENGELING (1986) als Hangsand, von BRAUN & THIERMANN (1972) als Fließerden bezeichnet wurden. Nach MENGELING handelt es sich bei dem Hangsand um einen schwach schluffigen, mittel- bis grobsandigen Feinsand, der aus Flugsand hervorgegangen ist. Bereits während der Ablagerung wurde der Flugsand im weichselzeitlichen Periglazialklima verspült und überwiegend geschichtet (durch fließendes Wasser) mit Einschaltung von Bruchstücken von Juragesteinen abgelagert.

Unmittelbar südlich des Mittellandkanals wird der Hangsand von weichselzeitlichen Niederungssanden überlagert. Im Bereich des etwas flacheren Hangfußes (nördlich der B 218) werden die Hangsande relativ großflächig mit Plaggeneschen von Ø 0,7 m Mächtigkeit überdeckt. Die Plaggen dürften der nur wenige hundert Meter entfernten Niederung entstammen.

### 2.2 Klima

Das Exkursionsgebiet gehört zur maritim-subkontinentalen Klimazone mit relativ kühlen Sommern und milden Wintern (Tab. 1). Die Niederschlagsmengen werden im Flachland im wesentlichen von der Entfernung zur Küste bestimmt. Im westlichen Exkursionsgebiet liegen die Niederschlagsmengen im Bereich der Regenstaugebiete der höher gelegenen Geestplatten und Endmoränenzüge (z.B. Cloppener Geestplatte, Anker Höhen) bei etwa 800 mm. Im Bereich der östlichen Syker Geestplatte fallen noch 650 - 700 mm Niederschlag. Die Niederschlagsmengen verteilen sich zu 60 % auf das Sommer- und zu 40 % auf das Winterhalbjahr.

Tab. 1: Klimakennwerte des Exkursionsgebietes

| Landschaft<br>Ort                 | Niederschlag<br>mm | Verdunstung | KWB | Jahresmittel<br>Lufttemperatur<br>°C | Monatsmittel<br>Lufttemperatur<br>°C |             |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
|                                   |                    |             |     |                                      | Januar                               | Juli        |
| Syker Geest<br>(Nienburg)         | 705                | 609         | 97  | 9,1                                  | 0,0 - 0,5                            | 17,0 - 17,5 |
| Dümmer<br>(Diepholz)              | 697                | 572         | 125 | 8,9                                  | 0,5                                  | 17,6        |
| Cloppener Geest<br>(Augustendorf) | 819                | 556         | 263 | 8,8                                  | 0,5 - 1,0                            | 16,5 - 17,0 |
| Wiehengebirge                     | >800               |             |     |                                      | -1,0 - 1,0                           | 15,5 - 17,0 |

Am Nordrand des Osnabrücker Hügellandes (Wiehengebirge) steigen die Niederschlagsmengen auf >800 mm, bei einer über das Jahr relativ ausgeglichenen Niederschlagsverteilung.

Der nach Osten zunehmende kontinentale Einfluß zeigt sich auch bei der klimatischen Wasserbilanz (KWB) und den Januar- und Juli-Temperaturen (vgl. Tab. 1).

### 2.3 Plaggenesche

Die Plaggenesche entstanden durch die sehr alte Kulturmaßnahme der Plaggendüngung (seit dem 8. bis 11. Jahrhundert v. Chr.). Die Plaggen (= Grassoden od. Heideplaggen) wurden auf den „Marken“, meist hofferne Heideflächen, aber auch auf als Grünland genutzten Niederungsflächen, durch die Methode des „Abplaggens“ gewonnen und auf die hofnahen Ackerflächen (den Esch) aufgebracht. Hierbei wurden regelmäßig Mineralbodenanteile mittransportiert. Die Plaggendüngung war die Voraussetzung für die Wirtschaftsweise der „Einfeldwirtschaft“ (überwiegend Roggenmonokultur ohne Brache). Das Verhältnis zwischen Acker und „Plaggenland“ lag etwa bei 1:30. Nach dem Abplaggen mußte die Fläche eine Regenerati-

onsphase von ca. 20 Jahren bis zur nächsten Plaggengewinnung durchlaufen (KAISER & OTTENJANN 1978).

Das Hauptverbreitungsgebiet der Plaggengesche ist Nordwestdeutschland zwischen Weser und Ems. Nach der BÜK 50 des NLFB beträgt der Flächenumfang in Niedersachsen ca. 170.000 ha (3,6 % der Landesfläche).

Die Mächtigkeit der im Laufe der Jahrhunderte akkumulierten Plaggenauflage liegt im Mittel bei ca. 7-8 dm, ist auf alten Äckern (Eschen) in Ortsnähe am größten (10-15 dm), auf jungen Plaggenäckern am geringsten (<4 dm) (ROESCHMANN 1971). In der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts ging mit der aufkommenden Mineraldüngung und der Markenaufteilung die Plaggendüngung zurück.

Je nach Herkunft der Plaggen (Heide-/Grassoden von Podsolen, Parabraunerden, Pseudogleyen, Gleyen aus Sand, Sandlöß, Auensedimenten) entstanden unterschiedlich gefärbte Eschhorizonte (ROESCHMANN 1971). Nach ECKELMANN (1980) sind den Plaggengeschen je nach Herkunft (Substrat) der Plaggen folgende Eigenschaften zuzuordnen:

Tab. 2: Eigenschaften (Durchschnittswerte) von Eschhorizonten in Abhängigkeit vom Ausgangssubstrat der Plaggen (n. ECKELMANN, 1980)

| Ausgangssubstrat<br>der Plaggen |       | Farbe               | Bodenart    | org. Sub- | pH                | P <sub>i</sub> | Fe <sub>i</sub> |
|---------------------------------|-------|---------------------|-------------|-----------|-------------------|----------------|-----------------|
|                                 |       |                     |             | stanz     |                   |                |                 |
|                                 |       |                     |             | Gew.-%    | CaCl <sub>2</sub> | Gew.-%         | Gew.-%          |
| Flugsand                        | (a)   | dunkelgrau          | f-mS        | 4,8       | 4,0               | 0,40           | 0,038           |
| Geschiebedecksand               | (p)   | dunkelbraun         | Sl2; x2     | 1,4       | 5,1               | 0,94           | 0,056           |
| Geschiebelehm                   | (Lg)  | dunkelbraun         | Sl3-Ls3; x2 | 0,8       | 5,7               | 1,50           | 0,051           |
| Auenlehm                        | (Lf)  | rötl.-braun         | Sl2-Sl3     | 2,0       | 4,2               | 2,54           | 0,11            |
| Sandlöß                         | (Los) | dunkel-graubraun    | Su3-U3      | 1,2       | 5,7               | 0,70           | 0,046           |
| Löß                             | (Lo)  | braun-gelblichbraun | Ut2-Ut3     | 1,1       | 5,1               | 0,93           | 0,054           |

Weitere Untersuchungen an Plaggengeschen wurden von NIERMANN (1940), HEINEMANN (1958), FASTABEND & v. RAUPACH (1961), WOHLRAB & LANGNER (1965) durchgeführt.

#### 2.4 Die Ausgrabungen zur Varusschlacht in Kalkriese

Fast 500 Jahre lang haben Interessierte nach dem Ort der legendären Varusschlacht oder Schlacht im Teutoburger Wald, bei der im Jahre 9 n.Chr. drei römische Legionen unter dem Feldherrn P. Q. Varus von Germanen vernichtend geschlagen wurden, gesucht. Seit fast 10 Jahren ist nun weitgehend sicher, daß die Schlacht am Kalkrieser Berg, einem Ausläufer des Wiehengebirges nördlich von Osnabrück, stattgefunden hat. Römische Münzen und Bruchstücke von Militaria aus der Zeit um Christi Geburt, die über ein Areal von mehr als 50 km<sup>2</sup> verteilt sind, belegen ein umfangreiches kriegerisches Ereignis, das aufgrund der zahlreichen Münzfunde in das Jahr 9 n.Chr. datiert werden kann.

Bei Ausgrabungen auf dem Flurstück „Oberesch“ in Kalkriese wurden in den vergangenen Jahren etwa 2000 römische Fundstücke, darunter die Gesichtsmaske eines römischen Helmes, Bruchstücke der Legionärsausrüstung, Waffenteile, aber auch Pferdegeschirr und Wagenteile geborgen. Außerdem kamen die Reste einer verstärkten Rasensodenmauer zutage, die von den Germanen als Hinterhalt gegen die römischen Truppen angelegt worden war. Die Funde gingen bei den Kampfhandlungen zwischen Germanen und Römern und den anschließenden Plünderungen durch die Germanen verloren. Daher ist nicht das ursprünglich sicherlich umfangreiche Material erhalten geblieben, sondern nur die Kleinteile und Fragmente, die den plündernden Germanen entgangen sind.

Obwohl aufgrund des entkalkten Sandbodens Knochen von Gefallenen der Schlacht kaum zu erwarten waren, kamen bei den Ausgrabungen auf dem Oberesch erstaunlich viele Knochenreste von Menschen und Tieren (in erster Linie Maultieren aus dem Troß) zutage. Einige Knochen lagen noch auf der ehemaligen Oberfläche, eine große Zahl fand sich aber auch in Gruben, wo sie wahrscheinlich einige Jahre nach der Schlacht - möglicherweise von Römern unter Germanicus - „bestattet“ worden sind.

Die Erhaltung dieser Überreste aus der Varusschlacht - der Funde wie auch der Befunde - ist in erster Linie der Tatsache zu verdanken, daß der stellenweise mächtige mittelalterliche Plaggengeschaufrag die Fundschicht und den Rest der Rasensodenmauer vor der Zerstörung durch den Pflug geschützt hat. Zwar er-

schwert diese Auftragsschicht die Entdeckung der Fundstellen, doch wäre eine Interpretation der Fundsituation bei stärkerer Zerstörung heute nicht mehr möglich.

Westprofil in Schnitt 22c, nördlich des Exkursionsprofils Z 2.10

Hangabwärts zeigte sich bei den Ausgrabungen westlich des Exkursionsprofils ein immer stärker werdender Eschauftag, der am Hangfuß fast 1 m beträgt. Dieser Bodenauftrag sollte vermutlich das relativ steile Gelände ausgleichen, das zudem an dieser Stelle vor 2000 Jahren in eine feuchte Mulde überging.

Unter dem Esch und dem Mischbereich mit der ehemaligen Oberfläche ist eine weitere Auftragsschicht zu erkennen, die offenbar durch Bodenerosion entstanden ist. Hierin fanden sich zahlreiche vorgeschichtliche Scherben, die aus dem höher gelegenen Siedlungsareal der vorrömischen Eisenzeit stammen. Überraschenderweise fanden sich in und knapp unter dieser Schicht mehrere römische Funde sowie Tier- und Menschenknochen, die eindeutig der Varusschlacht zuzuweisen sind. Möglicherweise hat der aufgrund der Nähe schwer begehbarer Untergrund nicht nur zu höheren Verlusten bei der Schlacht geführt, sondern zusätzlich die Plünderungen der Germanen behindert, so daß hier mehr Funde liegen geblieben sind als in trockeneren Bereichen. Gleichzeitig könnte die feuchte Umgebung für eine bessere Erhaltung der Knochen gesorgt haben, die hier z.T. in die alte Oberfläche leicht eingesunken sind. An einer Stelle fand sich außerdem eine dichte Packung von Knochen, die wohl in der näheren Umgebung zusammengesammelt und dann knapp unter der Oberfläche verscharrt worden sind. Die Anlage einer tieferen Grube wie 200 m östlich war hier wegen des sehr hoch anstehenden, im oberen Bereich zudem von Lehm umgebenen Kalksteins nicht möglich.

**3 Erläuterungen zu den Exkursionspunkten**

*Erläuterungen Profil Z 2.1 - Glissen*

Geogenese/Pedogenese

Ca. 1,40 m mächtiger spätglazialer-frühholozäner Flugsand über Geschiebelehm.

Zwischen Flugsanddecke und Geschiebelehm ist noch Geschiebedecksand (ca. 20 cm) eingeschaltet. Die in der Profilgrube aufgeschlossenen oberen 2 dm des Geschiebelehms sind ebenfalls noch stark periglazial überprägt, wie der geringe Tongehalt zeigt. Nach LÜTTIG & MEYER (1980) enthält der Geschiebelehm im Blattgebiet Ø 10 % Ton und 20 % Schluff. Das kleine Flugsandareal ist heute aufgeforstet (Mischwald, überwiegend Kiefer), früher Heidelandschaft. Der auf der Flugsanddecke entstandene Boden wurde als Mittlerer Braunerde-Podsol mit fester Orterde angesprochen. Braunerde-Podsol weil a) Bv-Horizont vorhanden, b)Bs-Horizont oberhalb 7 dm endet (nach KA4).

Bodenphysik

Die Lagerungsdichte der Flugsanddecke (mSfs, Ø 60 % mS) ist insgesamt gering, wobei der mittel verfestigte Bsh/Bhs-Horizont die geringste Lagerungsdichte, der Ae-Horizont die höchste Lagerungsdichte aufweist. Der Flugsand ist über die gesamte Mächtigkeit gut sortiert. Die Ton- und Schluffgehalte liegen im Durchschnitt bei jeweils 1 %. Typisch ist die geringe nFK dieses Standortes. Bei der für den Forst angenommenen We von 8 dm (unter Ackernutzung 6 dm) errechnet sich (ohne Auflagehumus) eine nFKWe von 79 mm (gering). Der Bodenwasserhaushalt wird sicherlich durch die stauende Wirkung des Geschiebelehms (ab ca. 16 dm) günstig beeinflusst.

Z 2.1: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Bodenwasserhaushalt

| Summen                  | Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |            |             |                |                |                   |                   |     |     | Wasserhaushalt |       |
|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-----|-----|----------------|-------|
|                         | CaCO <sub>3</sub>            | Corg.      | org. Subst. | N <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> | P <sub>(DL)</sub> | K <sub>(DL)</sub> | C/N | C/P | We             | nFKWe |
|                         | t/ha                         | t/ha       | t/ha        | t/ha           | t/ha           | kg/ha             | kg/ha             |     |     | dm             | mm    |
| Vorrat bis 10 dm davon: | 0                            | 199        | 343         | 10,1           | 4,44           | 283               | 209               | 20  |     | 8              | 79    |
| Auflage                 | 0                            | 82         | 142         | 4,1            | 0,16           | 10                | 51                | 20  |     |                |       |
| Oberboden               | 0                            | 54         | 93          | 2,2            | 0,3            | 8                 | 39                | 25  | 175 |                |       |
| Unterboden              | 0                            | 63         | 108         | 3,8            | 4,0            | 265               | 119               | 16  | 16  |                |       |
| <b>Oberb./Unterb.</b>   |                              | <b>0,9</b> | <b>0,9</b>  | <b>0,6</b>     | <b>0,1</b>     | <b>0,0</b>        | <b>0,3</b>        |     |     |                |       |
| O+Oberb./Unterb.        |                              | 2,1        | 2,1         | 1,6            | 0,1            | 0,1               | 0,7               |     |     |                |       |

**Bodenchemie**

Die Basenarmut des Standortes wird durch niedrige pH-Werte und praktisch nicht mehr nachweisbare austauschbare Basen deutlich. Die Analysendaten lassen die Stoffanreicherung (C, N, Fe, P) im Bsh-Horizont gut erkennen, ebenso die Eisenabfuhr aus dem Ahe- und Ae-Horizont. Ein hoher Anteil der Gesamt-Stoffvorräte des Profils ist im B-Horizont gespeichert. Die C- und N-Vorräte im B-Horizont sind etwa genauso hoch wie im Auflagehumus; ca. 90 % des Gesamt-P-Vorrats (bis 10 dm Tiefe) sind im B-Horizont gespeichert.

**Erläuterungen Profil Z 2.2 - Schwaförden**

Geogenese/Pedogenese

Unter der ca. 10 dm mächtigen Sandlößdecke (mit relativ hohen Sandanteilen) folgt Geschiebelehm. Anhand des Sandgehaltes sind zwei (drei) Sandlößschichten erkennbar. Bis 7 dm Sandlöß mit einem Sandanteil von 44 - 48 %, darunter eine 2 dm mächtige Schicht mit 55 - 69 % Sand (Lößsand nach KA4). Eine ca. 0,8 dm mächtige Schicht an der Basis der Sandlößdecke ist hinsichtlich der Textur (46 % Sand) mit den oberen 7 dm vergleichbar.

Bodenphysik

Unterhalb des Al-Horizontes lagert der Sandlöß relativ dicht (hohe Rohdichte, geringes Porenvolumen). Aufgrund des hohen Sandanteils ist die nFK relativ gering (am geringsten im Bbt-Horizont). Bei einer We von 8 dm errechnet sich eine nFKWe von 165 mm. Der Geschiebelehm (Sd-Horizont) grenzt sich mit seiner sehr geringen gesättigten Wasserdurchlässigkeit deutlich gegen den Sw-Horizont ab.

Bodenchemie

Der pH-Wert im Ap- und Al-Horizont ist relativ hoch, entspricht jedoch dem Sollwert nach VDLUFA. Die CAL-löslichen P- und K-Gehalte im Ap-Horizont sind nach VDLUFA in die Gehaltsklasse E bzw. D einzustufen. Auch im Unterboden sind bis 7 dm Tiefe (Bbt-Horizont) die CAL-löslichen P- und K-Gehalte noch erhöht.

Z 2.2: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Wasserhaushalt

| Summen                  | Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |               |                     |                        |                        |                             |                             |     | Wasserhaushalt |          |             |
|-------------------------|------------------------------|---------------|---------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----|----------------|----------|-------------|
|                         | CaCO <sub>3</sub><br>t/ha    | Corg.<br>t/ha | org. Subst.<br>t/ha | N <sub>i</sub><br>t/ha | P <sub>i</sub><br>t/ha | P <sub>(CAL)</sub><br>kg/ha | K <sub>(CAL)</sub><br>kg/ha | C/N | C/P            | We<br>dm | nFKWe<br>mm |
| <b>Vorrat bis 10 dm</b> | 0                            | 83            | 144                 | 7,4                    | 5,9                    | 1706                        | 2099                        | 11  | 14             | 8        | 165         |
| davon:                  |                              |               |                     |                        |                        |                             |                             |     |                |          |             |
| Oberboden               | 0                            | 61            | 105                 | 4,9                    | 3,7                    | 1393                        | 838                         | 12  | 16             |          |             |
| Unterboden              | 0                            | 23            | 39                  | 2,5                    | 2,2                    | 313                         | 1260                        | 9   | 10             |          |             |
| <b>Oberb./Unterb.</b>   |                              | <b>2,7</b>    | <b>2,7</b>          | <b>2,0</b>             | <b>1,7</b>             | <b>4,5</b>                  | <b>0,7</b>                  |     |                |          |             |

Der Humusgehalt in der Ackerkrume ist mit 2,6 % für die Region der westlichen Geest eher gering. In diesem Profil sind bis 10 dm Tiefe die geringsten C- und N-Vorräte, jedoch die höchsten Vorräte an CAL-löslichem P und K aller Profile dieser Exkursion gespeichert

**Erläuterungen Profil Z 2.3 - Schwaförden**

Geogenese/Pedogenese

Die Sandlößdecke ist von einer 6 dm mächtigen Plaggenauflage überdeckt. Unterhalb der Plaggenauflage folgen 2 dm Sandlöß (Sw-Al-Horizont) und ein ebenfalls nur 2 dm mächtiger Geschiebedecksand. Ab 10 dm Tiefe steht Geschiebelehm an.

Aufgrund der Körnung ist die Herkunft der Plaggenauflage dem Sandlöß zuzuordnen. Insgesamt sind an diesem Standort die Sandanteile im Sandlöß deutlich geringer als bei Profil Z 2.2, bei vergleichbaren Tonanteilen. Der E-Ap-Horizont hebt sich mit 53 % Sand (davon 24 % mS) deutlich von dem darunter liegenden E-Horizont ab (Hinweis auf anderes Herkunftsgebiet der Plaggen).

**Bodenphysik**

Die Lagerungsdichte ist bis in 10 dm Tiefe gering bis sehr gering, das Porenvolumen liegt bei 46 - 52 Vol.%, ist also relativ hoch. Die geringeren Sandanteile im Sandlöß (im Vergleich zu Profil Z.2.2) und die hohen Humusgehalte im E-Ap- und E-Horizont führen bis 10 dm Tiefe zu einer nFK von über 30 Vol.%. Bei einer We von 11 dm errechnet sich eine sehr hohe nFKWe von 327 mm.

Z.2.3: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Wasserhaushalt

| Summen                  | Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |            |             |                |                |                    |                    |     |     | Wasserhaushalt |       |
|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|-----|-----|----------------|-------|
|                         | CaCO <sub>3</sub>            | Corg.      | org. Subst. | N <sub>t</sub> | P <sub>t</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | C/N | C/P | We             | nFKWe |
|                         | t/ha                         | t/ha       | t/ha        | t/ha           | t/ha           | kg/ha              | kg/ha              |     |     | dm             | mm    |
| <b>Vorrat bis 10 dm</b> | 0                            | 147        | 254         | 12,5           | 6,0            | 542                | 665                | 12  | 25  | 11             | 327   |
| davon:                  |                              |            |             |                |                |                    |                    |     |     |                |       |
| Oberboden               | 0                            | 96         | 165         | 7,1            | 3,6            | 432                | 177                | 14  | 27  |                |       |
| Unterboden              | 0                            | 51         | 89          | 5,4            | 2,4            | 110                | 487                | 9   | 21  |                |       |
| <b>Oberb./Unterb.</b>   |                              | <b>1,9</b> | <b>1,9</b>  | <b>1,3</b>     | <b>1,5</b>     | <b>3,9</b>         | <b>0,4</b>         |     |     |                |       |

**Bodenchemie**

Die CAL-löslichen P- und K-Gehalte sind deutlich geringer als bei Profil Z.2.2, bei etwa gleichen P<sub>t</sub>-Gehalten. Die P (CAL)-Gehalte sind nach VDLUVA der Gehaltsklasse C, die K (CAL)-Gehalte noch der Gehaltsklasse B zuzuordnen. Der Humusgehalt und entsprechend der N<sub>t</sub>-Gehalt sind etwa doppelt so hoch wie im Profil Z.2.2. Im E-Horizont unterhalb der Ackerkrume ist Phosphat deutlich angereichert, die P-Gehalte sind jedoch nicht höher als im Unterboden (Al- und Bbt-Horizont) des Profils Z.2.2.

**Erläuterungen Profil Z.2.4 - Schäferhof**

Geogenese/Pedogenese

An der Basis weichselzeitlicher fluviatiler Sand (Basissand), darüber eine insgesamt ca. 7 dm mächtige Muddeschicht, die an der Basis mit einer 1 - 2 dm mächtigen bölling-/allerödzeitlichen Torfmudde (Sediment aus aufgearbeiteten Torf) beginnt. Die Torfmudde ist von Sandbändern durchzogen.

Oberhalb der Torfmudde stehen vorwiegend organo-mineralische Mudden an. Sie beginnen mit einer Sandmudde, die zum Hangenden allmählich in eine Schluffmudde übergeht (Jüngere Tundrenzeit). Mit zunehmender Klimaerwärmung im frühen Holozän (Präboreal/Boreal) Sedimentation von Kalkmudden und Lebermudden. Kalk- und Lebermudden sind im Areal des Exkursionsprofils eng miteinander verzahnt, ein Hinweis auf die Seerandlage (Schilfgürtel) zum Zeitpunkt der Sedimentation.

Die Lebermudde geht zum Hangenden in Schilf-Radizellentorf bzw. in Erlenbruchwaldtorf über. Die Torfmächtigkeit oberhalb der Mudde beträgt heute nur noch 3 dm. Vor der Entwässerung und der damit einhergehenden Sackung, Schrumpfung und Mineralisation (Torfverzehr) der Torfe lag die Torfmächtigkeit sicherlich bei > 6 dm.

**Bodenphysik**

Im Zuge der Bodenentwicklung kommt es zur Schrumpfung der Torfe mit der Ausbildung eines Schrumpfrissgefüges und schließlich eines Aggregatgefüges (Absonderungsgefüge). Im Oberboden kommt es durch sekundäre aerobe Mineralisierung und Humifizierung zur „Vererdung“ und bei weiter fortschreitender intensiver Mineralisierung und Humifizierung zur „Vermulmung“ des Torfes. Diese Prozesse führen zur Veränderung der bodenphysikalischen Kennwerte der Torfe mit abnehmendem Porenvolumen, abnehmender nFK, abnehmender Benetzbarkeit und verringerter Wasseraufnahmefähigkeit der Torfe (siehe Einheitswasserzahl).

Mit der Gefügebildung nimmt die gesättigte Wasserleitfähigkeit stark zu. Die in Stechringen gemessene gesättigte Wasserleitfähigkeit ist allerdings um etwa eine 10er-Potenz größer als die mit Feldmethoden (Bohrlochmethode bzw. Sickerrohrmethode) gemessenen Werte (HENNING, 1996).

Die nFKWe ist mit 112 mm (bei einer We von 4 dm) für einen Moorstandort gering. Bei einem mittleren Grundwasserstand von 6 dm erfolgt zwar eine kapillare Nachlieferung aus dem Grundwasser, aufgrund der verschlechterten Kapillarität des nHa- und nHm-Horizontes kann es in sommerlichen Trockenperioden zu Engpässen in der Wasserversorgung der Pflanzen kommen.



## Z 2.4: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Wasserhaushalt

| Summen                  | Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |       |             |                |                |                   |                   |     |     | Wasserhaushalt |       |
|-------------------------|------------------------------|-------|-------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-----|-----|----------------|-------|
|                         | CaCO <sub>3</sub>            | Corg. | org. Subst. | N <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> | P <sub>(DL)</sub> | K <sub>(DL)</sub> | C/N | C/P | We             | nFKWe |
|                         | t/ha                         | t/ha  | t/ha        | t/ha           | t/ha           | kg/ha             | kg/ha             |     |     | dm             | mm    |
| <b>Vorrat bis 10 dm</b> | 653                          | 654   | 1308        | 47,2           | 6,1            | 241               | 872               | 14  | 107 | 4              | 112   |
| davon:                  |                              |       |             |                |                |                   |                   |     |     |                |       |
| Oberboden               |                              | 112   | 224         | 9,4            | 2,5            | 78                | 360               |     |     |                |       |
| Unterboden              | 653                          | 542   | 1084        | 37,8           | 3,6            | 163               | 512               |     |     |                |       |
| <b>Oberb./Unterb.</b>   |                              |       |             |                |                |                   |                   |     |     |                |       |

Bodenchemie

Die pH-Werte sind typisch für ein basenreiches Niedermoor. Bedingt durch den Sedimenteintrag (Überflutung von der Hunte) ist der Glührückstand in den oberen Horizonten sehr hoch. Die Stickstoffgehalte in der organischen Substanz des Niedermoor torfs sind mit 3 - 4 % niedermoorotypisch hoch, dies gilt auch für die errechneten C- und N-Vorräte.

Zu beachten ist der CaCO<sub>3</sub>-Gehalt von 66 % in der Kalkmudde, der im Bereich des Ochsenmoores zwischen 20 % und 70 % schwanken kann. Die Schluff-/Sandmudde erfüllt mit 3 % Corg gerade noch die Kriterien einer Mudde (> 5 % org. Substanz, nach KA4). Der sehr niedrige pH-Wert von 2,7 in dieser Mudde ist auf die Oxidation von sulfidischem Material (Pyrit) nach der Probenahme zurückzuführen.

Weitere Analysendaten zu Niedermoorprofilen am Dümmer (Ochsenmoor) sind im DBG-Exkursionsführer von 1977 zu finden (Mitteilungen Deutsche Bodenkundl. Gesellsch. **24**, 1977).

Erläuterungen Profil Z 2.5 - TenstedtGeogenese/Pedogenese

Im tiefen Untergrund (ca. 25 dm) Geschiebelehm, aufgesetzt eine Flugsanddecke, die zum Hangenden in Lösssand (ca. 16 dm Tiefe) und schließlich in Sandlöß (ca. 11 dm Tiefe) übergeht. Auf dem Sandlöß eine Plaggenauftragsschicht von insgesamt 8,5 dm. Die homogene Körnung in dieser Schicht deutet auf Herkunft als Sandlöß hin. Die Eschhorizonte sind graubraun (E-Ap) bzw. rötlich-graubraun gefärbt. Anhand der Farbe kann dieser Plaggenschicht der Varietät „Graubrauner Plaggenschicht“ zugeordnet werden. Der Wechsel in der Farbe deutet auf einen Wechsel des Plaggengewinnungsgebietes hin. In der näheren Umgebung je nach Ausgangsgestein und hydrologischen Verhältnissen Pseudogley-Plaggenschicht, Plaggenschicht unterlagert von Bänderparabraunerden, Pseudogley und Gleye.

Bodenphysik

Lagerungsdichte in den E-Horizonten, aber auch noch im Al-Horizont relativ gering, in den Bbt-Horizonten mittlere Lagerungsdichte. Daraus ergibt sich bei der Bodenart Ufs/Sandlöß) eine We von 11 dm. Die nFK in der 11 dm mächtigen Sandlößschicht (einschl. Plaggenauftrag) ist mit rd. 30 Vol.-% sehr hoch, woraus sich eine sehr hohe nFKWe von 329 mm errechnet. Die relativ geringe gesättigte Wasserleitfähigkeit von ca. 5 dm/d im Bt-Horizont könnte Staunässe verursachen, es wurden jedoch keine Staunässemerkmale im Profil gefunden.

## Z 2.5: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Wasserhaushalt

| Summen                  | Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |            |             |                |                |                   |                   |     |     | Wasserhaushalt |       |
|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-----|-----|----------------|-------|
|                         | CaCO <sub>3</sub>            | Corg.      | org. Subst. | N <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> | P <sub>(DL)</sub> | K <sub>(DL)</sub> | C/N | C/P | We             | nFKWe |
|                         | t/ha                         | t/ha       | t/ha        | t/ha           | t/ha           | kg/ha             | kg/ha             |     |     | dm             | mm    |
| <b>Vorrat bis 10 dm</b> | 0                            | 233        | 402         | 17,9           | 6,7            | 906               | 1075              | 13  | 35  | 11             | 329   |
| davon:                  |                              |            |             |                |                |                   |                   |     |     |                |       |
| Oberboden               | 0                            | 134        | 231         | 10,2           | 3,1            | 569               | 648               | 13  | 43  |                |       |
| Unterboden              | 0                            | 99         | 170         | 7,7            | 3,6            | 337               | 427               | 13  | 28  |                |       |
| <b>Oberb./Unterb.</b>   |                              | <b>1,4</b> | <b>1,4</b>  | <b>1,3</b>     | <b>0,9</b>     | <b>1,7</b>        | <b>1,5</b>        |     |     |                |       |

**Bodenchemie**

Im Oberboden (E-Ap) für Ackernutzung optimaler pH-Wert (5,2) bei 75 % Basensättigung (BS), in den E-Horizonten relativ geringer pH-Wert und geringe BS. Sowohl die Ackerkrume als auch die E-Horizonte sind deutlich humoser als der Plaggenesch Schwaförden (Profil Z 2.3). Insgesamt sind im Profil bis 10 dm Tiefe 233 t/ha Corg gegenüber 147 t/ha Corg beim Profil Z 2.3 gespeichert. Die P-Versorgung [P(DL)] in der Ackerkrume liegt im oberen Bereich der Versorgungsstufe C (nach VDLUFA). Im E-Horizont typische P-Anreicherung, der scharfe Übergang von E- zum Al-Horizont ist am besten bei P-DL zu erkennen. Die Gesamt-P-Vorräte im Unterboden sind geringfügig höher als in der Ackerkrume.

**Erläuterung Profil Z 2.6 - Vestrup**

**Geogenese/Pedogenese**

Flugsand (bis 3,3 dm) über Geschiebedecksand (bis 4,5 dm) über Geschiebelehm. Der geringe Steinanteil im Flugsand kann auf Bodenbearbeitung/Frosthebung zurückgeführt werden, sonst Ansprache auch als Geschiebedecksand. An Obergrenze des Geschiebedecksandes typische Steinanreicherung. Im Flugsand hat sich ein Podsol ausgebildet. Ab 4,2 dm sind bereits Stauwassermerkmale erkennbar (Sw-Horizont). Die Obergrenze des Gr-Horizontes liegt etwa bei 20 dm u. GOF, deshalb Ansprache als Podsol-Gley-Pseudogley. In der näheren Umgebung je nach Ausgangsgestein und hydrologischen Verhältnissen Pseudogley-Podsole, Gley-Pseudogleye, Podsol-Pseudogleye, Gleye, Niedermoore.

**Bodenphysik**

In Flugsand und Geschiebedecksand geringe Lagerungsdichte (Ld), die sich deutlich vom Geschiebelehm mit hoher Ld abgrenzt. Der Sd-Horizont grenzt sich mit sehr geringen kf-Werten (~ 1 cm/d) gut gegen den Sw-Horizont (44 cm/d) ab. Hervorzuheben ist die für einen Sandboden hohe nFK im A- und B-Horizont, was u. a. auch auf die hohen Gehalte an org. Substanz zurückzuführen ist. Zu beachten sind auch die relativ häufigen Regenwurmgänge bis in ca. 10 dm Tiefe und die Durchwurzelung bis in ca. 12 dm Tiefe. Dies dürfte auf die geringe Lagerungsdichte in den oberen 5 dm und auch auf die vertikalen, mit Sand verfüllten Klüfte im Sd-Horizont zurückzuführen sein.

Z 2.6: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Bodenwasserhaushalt

| Summen                  | Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |               |                     |                        |                        |                            |                            |     |     | Wasserhaushalt |             |
|-------------------------|------------------------------|---------------|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-----|-----|----------------|-------------|
|                         | CaCO <sub>3</sub><br>t/ha    | Corg.<br>t/ha | org. Subst.<br>t/ha | N <sub>i</sub><br>t/ha | P <sub>i</sub><br>t/ha | P <sub>(m.)</sub><br>kg/ha | K <sub>(m.)</sub><br>kg/ha | C/N | C/P | We<br>dm       | nFKWe<br>mm |
| <b>Vorrat bis 10 dm</b> | 0                            | 196           | 338                 | 14,4                   | 3,4                    | 1306                       | 1987                       | 14  | 58  | 9              | 162         |
| davon:                  |                              |               |                     |                        |                        |                            |                            |     |     |                |             |
| Oberboden               | 0                            | 120           | 208                 | 9,2                    | 1,7                    | 745                        | 107                        | 13  | 70  |                |             |
| Unterboden              | 0                            | 76            | 130                 | 5,2                    | 1,7                    | 561                        | 1880                       | 15  | 46  |                |             |
| <b>Oberb./Unterb.</b>   |                              | <b>1,6</b>    | <b>1,6</b>          | <b>1,8</b>             | <b>1,0</b>             | <b>1,3</b>                 | <b>0,1</b>                 |     |     |                |             |

**Bodenchemie**

Im Ah-Horizont knapp 10 % org. Substanz (Grünland), aber auch im B-Horizont noch hohe bis mittlere Gehalte (2-5 % org. Substanz). Insgesamt sind bis in 10 dm Tiefe 196 t/ha Corg gespeichert, davon ca. 60 % im Ah-Horizont. Die N-Gehalte sind im Ah- und B-Horizont relativ hoch, was zu einem relativ engen C/N-Verhältnis (für einen Podsol) führt. Insgesamt zeigt der Oberboden damit einen bereits etwas anmoorigen Charakter. Der pH-Wert liegt mit pH 5,5 im Ah-Horizont bereits oberhalb des Optimalbereiches, auch im B-Horizont sind die pH-Werte noch relativ hoch. Die P(DL)-Gehalte sind sowohl im Ah- als auch im Bsh-Horizont mit ca. 35 mg /100 g in die Versorgungsstufe E einzustufen. Zu beachten sind auch die hohen K(DL) Gehalte im tonreichen Sd-Horizont. Die Eisengehalte sind niedrig, wobei die geringsten Fe-Gehalte im Bs-Horizont gemessen wurden. Im oberen Bereich des Sd-Horizontes leichte Fe-Anreicherung. Diese Beobachtung gilt auch für das Profil Z 2.7.

**Erläuterung Profil Z 2.7 - Vestrup**

Geogenese/Pedogenese

Profil Z 2.7 liegt nur ca. 200 m von Profil Z 2.6 entfernt auf einer Flugsandkuppe. Geringmächtige Flugsanddecke (3-4 dm) über mächtigem Geschiebedecksand (13 dm); ab 17 dm Tiefe Geschiebelehm. An der Obergrenze des Geschiebedecksandes Ausbildung einer Steinsohle. Aufgrund der gegenüber Profil Z 2.6 insgesamt mächtigeren tonarmen Sandschicht konnte sich ein mächtigerer Podsol ausbilden.

Bodenphysik

In 7 dm Tiefe deutliche Grenze hinsichtlich Bodenart (fS/SI2) und Lagerungsdichte (Ld3/Ld4). Sw- (7-17 dm) und Sd-Horizont (ab 17 dm) unterscheiden sich hinsichtlich Ld und PV nicht. Anhand der kf-Werte jedoch deutliche Abgrenzung zwischen Sw- und Sd-Horizont. Die nFK im Profil ist typisch für fSms. Im Aep- und Bsh-Horizont liegt die nFK aufgrund der hohen Gehalte an org. Substanz über 20 Vol.-%. Bei einer We von 6 dm errechnet sich eine geringe nFKWe von 121 mm.

Bodenchemie

Auffallend sind die hohen Gehalte an org. Substanz sowohl im Aep- als auch im B-Horizont. Allein im B-Horizont sind insgesamt ca. 147 t/ha Corg gespeichert; das entspricht etwa dem Gesamt-Corg-Vorrat des Profils Z 2.3 (Schwaförden). Der niedrige pH-Wert im Aep (pH 4,2) und der relativ niedrige P(DL)-Gehalt (mit 11,3 mg/100 g allerdings noch in Versorgungsklasse C, jedoch nur knapp halb so hoch wie bei Z 2.6) zeigen die intensivere Nutzung dieser Fläche (Brache zum Zeitpunkt der Probenahme).

Z 2.7: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Bodenwasserhaushalt

| Summen                  | Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |               |                     |                        |                        |                            |                            |     |     | Wasserhaushalt |             |
|-------------------------|------------------------------|---------------|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-----|-----|----------------|-------------|
|                         | CaCO <sub>3</sub><br>t/ha    | Corg.<br>t/ha | org. Subst.<br>t/ha | N <sub>t</sub><br>t/ha | P <sub>t</sub><br>t/ha | P <sub>(DL)</sub><br>kg/ha | K <sub>(DL)</sub><br>kg/ha | C/N | C/P | We<br>dm       | nFKWe<br>mm |
| <b>Vorrat bis 10 dm</b> | 0                            | 351           | 605                 | 16,4                   | 2,7                    | 557                        | 675                        | 17  | 65  | 6              | 121         |
| davon:                  |                              |               |                     |                        |                        |                            |                            |     |     |                |             |
| Oberboden               | 0                            | 186           | 321                 | 8,8                    | 1,1                    | 311                        | 254                        | 21  | 48  |                |             |
| Unterboden              | 0                            | 165           | 284                 | 7,6                    | 1,6                    | 246                        | 421                        | 13  | 106 |                |             |
| <b>Oberb./Unterb.</b>   |                              | <b>1,1</b>    | <b>1,1</b>          | <b>1,2</b>             | <b>0,7</b>             | <b>1,3</b>                 | <b>0,6</b>                 |     |     |                |             |

**Erläuterung Profil Z2.8 - Bevern/Addrup**

Geogenese/Pedogenese

Plaggenauflage (8 dm) über Flugsand (4 dm) über Geschiebedecksand (2 dm mit Steinsohle) und Geschiebelehm ab 16 dm Tiefe. Die Farbe der Eschhorizonte wurde durchgehend als braungrau angesprochen, d. h. dieser Plaggenesch ist der Varietät „Grauer Plaggenesch“ (nach KA4) zuzuordnen. Herkunft der Plaggen wahrscheinlich Heidepodsol aus Flugsand (Heideplaggen). Der als Bv-Horizont angesprochene Horizont zeigt in der Analyse noch deutlich erhöhte Humus- und P-Gehalte, auch Holzkohle wurde gefunden. Erst unterhalb dieses Horizontes sprunghafte Abnahme des Humus- und P-Gehaltes.

Bodenphysik

Die bodenphysikalischen Kennwerte mit geringer Ld und hoher nFK in den Eschhorizonten sind typisch für diesen Boden. Bei einer We von 9 dm errechnet sich mit 232 mm eine hohe nFKWe. Der kf-Wert von 31 cm/d im Geschiebelehm (Sd-Horizont) ist recht hoch (Meßfehler?), zumal die hohe Ld des Geschiebelehms für eine geringe Wasserdurchlässigkeit spricht.

Z.2.8: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Bodenwasserhaushalt

| Summen                | Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |               |                     |                        |                        |                            |                            |     |     | Wasserhaushalt |             |
|-----------------------|------------------------------|---------------|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-----|-----|----------------|-------------|
|                       | CaCO <sub>3</sub><br>t/ha    | Corg.<br>t/ha | org. Subst.<br>t/ha | N <sub>i</sub><br>t/ha | P <sub>i</sub><br>t/ha | P <sub>(DL)</sub><br>kg/ha | K <sub>(DL)</sub><br>kg/ha | C/N | C/P | We<br>dm       | nFKWe<br>mm |
| Vorrat bis 10 dm      | 0                            | 296           | 510                 | 18,1                   | 4,2                    | 1368                       | 964                        | 16  | 40  | 9              | 232         |
| davon:                |                              |               |                     |                        |                        |                            |                            |     |     |                |             |
| Oberboden             | 0                            | 113           | 195                 | 7,5                    | 2,0                    | 865                        | 366                        | 15  | 29  |                |             |
| Unterboden            | 0                            | 183           | 315                 | 10,6                   | 2,3                    | 503                        | 598                        | 17  | 52  |                |             |
| <b>Oberb./Unterb.</b> |                              | <b>0,6</b>    | <b>0,6</b>          | <b>0,7</b>             | <b>0,9</b>             | <b>1,7</b>                 | <b>0,6</b>                 |     |     |                |             |

Bodenchemie

Die Eschhorizonte zeigen die typischen Kennwerte eines „Grauen Plaggeneschs“: hohe Humusgehalte, geringe pH-Werte, geringe Basensättigung, relativ geringe Gesamt-P-Gehalte. Trotz einer 3 dm mächtigen, stark humosen Ackerkrume ist im Unterboden (einschl. Bv-Horizont) mehr Corg, Nt und Gesamt-P gespeichert als im Ap-Horizont. Die intensive Düngung dieses Standortes wird an den hohen P(DL)-Gehalten (Versorgungsklasse D nach VDLUFA) deutlich.

Erläuterung Profil Z.2.9 -Badbergen/Vehs

Geogenese/Pedogenese

Lage des Profils im Zentrum des als „Binnendelta“ ausgebildeten Quakenbrücker Beckens (Artland). Unter der ca. 9 dm mächtigen Plagensauflage stehen sehr gut sortierte Talsande (97-99% Sandanteil mit über 70% fS) an, die in 18-20 dm Tiefe etwas mittelsandiger werden. Die rötlichbraune Farbe des Eschhorizontes deutet auf die Herkunft der Plaggen aus Auensedimenten hin. In der näheren Umgebung des Profils finden sich je nach geologischen und hydrologischen Verhältnissen Gley-Plaggenesche, Gley-Auenböden, Gley und Niedermoore.

Bodenphysik

Das schwach lehmige bis lehmige Substrat des Eschhorizontes bestätigt die o. g. Herkunft der Plaggen von Auensedimenten, wobei die unteren 3,5 dm des Eschhorizontes bereits ton- und schluffärmer sind. Hervorzuheben ist die durchgehend geringe Ld sowohl in den Eschhorizonten als auch in den darunter anstehenden Talsanden. Die nFK liegt bis 15 dm Tiefe durchgehend bei 20 Vol.-%, mit einer nFKWe von 189 mm.

Z.2.9: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Bodenwasserhaushalt

| Summen                | Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |               |                     |                        |                        |                            |                            |     |     | Wasserhaushalt |             |
|-----------------------|------------------------------|---------------|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-----|-----|----------------|-------------|
|                       | CaCO <sub>3</sub><br>t/ha    | Corg.<br>t/ha | org. Subst.<br>t/ha | N <sub>i</sub><br>t/ha | P <sub>i</sub><br>t/ha | P <sub>(DL)</sub><br>kg/ha | K <sub>(DL)</sub><br>kg/ha | C/N | C/P | We<br>dm       | nFKWe<br>mm |
| Vorrat bis 10 dm      | 0                            | 106           | 183                 | 12,7                   | 12,3                   | 843                        | 856                        | 8   | 7   | 9              | 189         |
| davon:                |                              |               |                     |                        |                        |                            |                            |     |     |                |             |
| Oberboden             | 0                            | 60            | 104                 | 6,8                    | 5,5                    | 450                        | 525                        | 9   | 10  |                |             |
| Unterboden            | 0                            | 45            | 78                  | 5,9                    | 6,8                    | 392                        | 331                        | 8   | 5   |                |             |
| <b>Oberb./Unterb.</b> |                              | <b>1,3</b>    | <b>1,3</b>          | <b>1,1</b>             | <b>0,8</b>             | <b>1,1</b>                 | <b>1,6</b>                 |     |     |                |             |

Bodenchemie

Die relativ hohen Fed-Gehalte in den Eschhorizonten bestätigen die Herkunft von Auensedimenten. Die hohen Gesamt-P-Gehalte sind typisch für diese Plaggenesch-Varietät. Die P(DL)-Gehalte sind im Verhältnis zum Gesamt-P-Gehalt relativ gering. Auch die Humusgehalte sind relativ gering. Der pH-Wert ist im E-Ap-Horizont mit pH 5.0 am niedrigsten; zur Tiefe hin ein geringfügiger Anstieg auf pH 5.3.

**Erläuterungen Profil Z2.10 - Kalkriesel/Fisse-Niewedde**

Geogenese/Pedogenese

Unter der etwa 9 dm mächtigen Plaggenauflage steht ein schluff- und tonarmer mittelsandiger Feinsand (98-99 % Sandanteil) an. Nach der geologischen Landesaufnahme handelt es sich um einen durch fließendes Wasser umgelagerten Flugsand, der als Hangsand bezeichnet wurde und eine Mächtigkeit von einigen Metern aufweist.

Die Plaggenauflage läßt sich hinsichtlich der Farbe in eine untere (3-7 dm) rötlich-graubraune und eine obere braungraue Lage trennen. Dies kann als Hinweis auf eine unterschiedliche Plaggenherkunft (obere braungraue Lage: Heideplaggen eines Podsol; untere rötlich-graubraune Lage: Grassodenplaggen aus der nahen Niederung) gedeutet werden. Die Basisschicht der Plaggenauflage (7-9 dm) ist wieder mehr braungrau gefärbt, vermutlich infolge der Einmischung des primär vorhandenen Aeh-Horizontes. Unterhalb der Plaggenauflage sind noch der Ae-Bv und Bsv-Horizont der früheren Podsol-Braunerde zu erkennen, der in 13 dm Tiefe in den Cv-Horizont übergeht. Eine schwache Eisen- und Manganfleckung deutet auf geringe Staunässe/Hangnässe hin. Der ca. 200 m weiter westlich im Bereich der aktuellen Grabungen vorhandene Plaggenesch auf dem Sandhügel (Flurbezeichnung: Oberesch) wurde von LIENEMANN (1993) beschrieben. Im Bereich der Grabung ist der Bleichhorizont und auch der Bhs-Horizont des früheren Podsol deutlicher ausgeprägt. Hangaufwärts geht dieser Podsol nach LIENEMANN in einen sehr deutlich ausgeprägten Pseudogley über. Der „Oberesch“ wurde 1961 zum Teil mit den heutigen Fichten aufgeforstet.

Bodenphysik

Die Plaggenauflage ist deutlich ton- (5-6 %) und schluff- (3-5 %) -reicher als der unterliegende Hangsand, der nur noch < 2 % Schluff und Ton enthält. Dies spricht für die Herkunft des Hangsandes von Flugsand. Die weiteren bodenphysikalischen Meßwerte schwanken über die gesamte Tiefe des Profils erstaunlich wenig, wenn man von der etwas höheren Wasserspeicherfähigkeit in den E-Horizonten (bedingt durch höheren Humusanteil) absieht. Die berechnete nFKWe ist mit 159 mm bei einer We von 10 dm als „mittel“ einzustufen.

Z 2.10: Berechnete Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe und Kennwerte zum Wasserhaushalt

| Stoffvorräte bis 10 dm Tiefe |                   |            |             |                |                |                   |                   |     |     | Wasserhaushalt |       |
|------------------------------|-------------------|------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-----|-----|----------------|-------|
| Summen                       | CaCO <sub>3</sub> | Corg.      | org. Subst. | N <sub>t</sub> | P <sub>t</sub> | P <sub>(DL)</sub> | K <sub>(DL)</sub> | C/N | C/P | We             | nFKWe |
|                              | t/ha              | t/ha       | t/ha        | t/ha           | t/ha           | kg/ha             | kg/ha             |     |     | dm             | mm    |
| <b>Vorrat bis 10 dm</b>      | 0                 | 130        | 225         | 11,3           | 4,6            | 543               | 89                | 12  | 28  | 10             | 159   |
| davon:                       |                   |            |             |                |                |                   |                   |     |     |                |       |
| Oberboden                    | 0                 | 66         | 114         | 5,9            | 1,9            | 220               | 31                | 11  | 35  |                |       |
| Unterboden                   | 0                 | 64         | 111         | 5,3            | 2,8            | 322               | 58                | 12  | 23  |                |       |
| <b>Oberb./Unterb.</b>        |                   | <b>1,0</b> | <b>1,0</b>  | <b>1,1</b>     | <b>0,7</b>     | <b>0,7</b>        | <b>0,5</b>        |     |     |                |       |

Bodenchemie

Die durchgehend niedrigen pH-Werte und die geringe Basensättigung sind typisch für einen „Grauen Plaggenesch“ (Heideplaggen). Das C/N-Verhältnis ist für Heideplaggen allerdings relativ gering. Auffallend ist die bereits eingetretene Versauerung im ehemaligen Ap-Horizont im Verlaufe der jetzt ca. 38jährigen Nadelwaldnutzung.

**4 Literatur**

BRUN, F. J. & THIERMANN, A. (1972): Fließerden der Weichsel-Kaltzeit im Tecklenburger Bergland. - Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **21**: 297 - 302, Krefeld

DAHMS, E. (1972): Limnogeologische Untersuchungen im Dümmer-Becken im Hinblick auf seine Bedeutung als Natur- und Landschaftsschutzgebiet.- Diss. FU Berlin.

DEWERS, F. (1932): Flottsandgebiete in NW-Deutschland, ein Beitrag zum Lößproblem.- Abh. naturwiss. Ver. Bremen, **28**, 131 - 204, Bremen

ECKELMANN, W. (1980): Plaggenesche aus Sanden, Schluffen und Lehmen sowie Oberflächenveränderungen als Folge der Plaggenwirtschaft in den Landschaften des Landkreises Osnabrück.

FASTABEND, H. & v. RAUPACH, F. (1961): Zur Kenntnis der Plaggenböden in Nordwest-Deutschland. - Geol. Jb. **78**: 139-172; Hannover.

- HEINEMANN, B. (1958): Über Aufbau und Verbreitung der Plaggenböden im Emsland. - Jb. Emsländ. Heimatverein 6: 62-76; Meppen.
- HENNINGS, H. H. (1996): Zur Wiedervermäßbarkeit von Niedermoorböden.- Diss. Universität Göttingen.
- KAISER, H. & OTTENJANN, H. (1978): Museumsführer - Museumsdorf Cloppenburg. - Nieders. Freilichtmuseum (Selbstverlag).
- KUNTZE, H. (1995): Ökosystemmanagement von Niedermooren - eine Einführung.- Z. für Kulturtechnik, 3: 99 - 101.
- LEVIN, H.-J. (1990): Probleme in den Grundwassereinzugsgebieten des Wasserversorgungsverbandes SÜLINGER LAND. - Grundwasserbeschaffenheit in Niedersachsen - Diffuser Nitratreintrag, Fallstudien, H. 48. Weiterbildungsseminar TU Braunschweig, Institut für Siedlungs-wasserwirtschaft; Braunschweig.
- LIENEMANN, J. (1993): Der Oberesch am Kalkrieser Berg.- Kalkriese - Römer im Osnabrücker Land: Archäologische Forschungen zur Varusschlacht / Im Auftr. des Landschaftsverbandes Osnabrück e.V. hrsg. von W. Schlüter, Rasch Verlag, Bramsche.
- LÜTTIG, G. & MEYER, K. D. (1980): Geologische Karte von Niedersachsen 1: 25000, Erl. Bl. 3320 Liebenau, 118 S., Hannover.
- MENGELING, H. (1986): Geologische Karte von Niedersachsen 1: 25000, Erl. Bl. 3514 Vörden, 125 S., Hannover.
- MENGELING, H. (1994): Geologische Karte von Niedersachsen 1: 25000, Erl. Bl. 3515 Hunteburg, 189 S., Hannover.
- MEYER, K. D. et al. (1994): Neuere Untersuchungen an Interglazialen in Niedersachsen.- Geol. Jb., Reihe A, 134, Hannover.
- NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK (1998): Niedersachsen - Das Land und seine Regionen, - Hrsg. Nieders. Landesamt für Statistik, Hannover.
- NIERMANN, W. (1940): Untersuchungen über den Humuszustand der Eschböden. - Bodenkde. u. Pflanzenern., N.F. 21/22 66/67: 502-531; Berlin.
- NNA (1992): Naturschutzkonzepte für das Europareservat Dümmer - aktueller Forschungsstand und Perspektiven.- Berichte Norddeutsche Naturschutzakademie, 5. Jahrg., Heft 2.
- ROESCHMANN, G. (1963): Zur Entstehungsgeschichte von Parabraunerden und Pseudogleyen aus Sandlöß südlich von Bremen.- N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 117, 286 - 302, Stuttgart.
- ROESCHMANN, G. (1968): Besonderheiten der Ton- und Eisenverlagerung in Parabraunerden aus Sandlöß südlich von Bremen.- Mitt. Deutsch. Bodenk. Ges. 8, 277 - 282, Göttingen.
- ROESCHMANN, G. (1971): Die Böden der nordwestdeutschen Geest-Landschaft. - Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13: 151-231.
- SAUER, L. (1995): Ökonomische Vorteile von Bodenordnungsverfahren in Wasserschutzgebieten. - Z. f. Kulturtechnik und Landesentwicklung, 36: 49-52; Berlin.
- SCHEFFER, B. & ORTSEIFEN, U. (1996): Abschätzung der Nitratausträge aus der durchwurzelten Bodenzone am Beispiel der Böden Niedersachsens.- Endbericht F+E-Vorhaben, Bodentechnologisches Institut, Bremen.
- SCHÜLTKEN, H. (1993): Nutzungsspezifischer Nitratreintrag in das Grundwasser in einem Wassereinzugsgebiet aus Sandlöß über Geschiebelehm. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., 72: 1251-1254; Göttingen.
- VIERHUFF, H. (1967): Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese der Sandlößvorkommen in Niedersachsen.- Mitt. Geol. Inst. TH Hannover, 5, Hannover.
- WOHLRAB, B. & LANGNER, C. (1965): Über den Wasserhaushalt verschiedener Plaggenesche. - Z. Pflanzenern. Düng. Bodenkde., 109/3: 227-239.; Weinheim.
- WORTMANN, H. (1968): Die morphogenetische Gliederung der Quartärbasis des Wiehengebirgsvorlandes in Nordwestdeutschland.- Eiszeitalter u. Gegenw., 19, 227 - 239, Öhringen/Würt.

#### Danksagung

Herzlicher Dank geht an den Wasserversorgungsverband Sulinger Land, die Naturschutzstation Dümmer, Museumsdorf Cloppenburg, Archäologischer Museumspark Osnabrücker Land/Kalkriese sowie an alle betroffenen Landwirte.

## 5 Beschreibung der Exkursionsprofile nebst Analysendaten

### Exkursionspunkt Z 2.1: Glissen

#### Standortbeschreibung

TK25: 3320 Liebenau  
 Lage: R: 3506745, H: 5832800, Höhe über NN: 51 m  
 Relief: Kuppe  
 Nutzung: Mischwald

#### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                              |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Of       | +6         | Blatt- und Nadelstreu (Streuschicht)                                                                                                                      |
| Ahe      | 0-10       | Mittelsand feinsandig, violettstichighellgrau, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Flugsand)                                         |
| Ae       | -21        | Mittelsand feinsandig, violettstichigbräunlichhellgrau, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Flugsand)                          |
| Bsh      | -24        | Mittelsand feinsandig, rostfarbenbraunschwarz, mittel humos, mittlere Lagerungsdichte, Kittgefüge (Flugsand)                                              |
| Bhs      | -27        | Mittelsand feinsandig, rostfarbendunkelbraun, schwach humos, mittlere Lagerungsdichte, Kittgefüge (Flugsand)                                              |
| Bbhs-Bsv | -95        | Mittelsand feinsandig, rostfarbenhellbraun, mit rostfarbendunkelbrauner Bänderung, mittlere Lagerungsdichte, Kittgefüge (Flugsand)                        |
| Cv       | -145       | Mittelsand feinsandig, sehr hellgelbgrau, sehr schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Flugsand)                    |
| Sw       | -158       | schwach schluffiger Sand, schwach kiesig, sehr hellgrau, schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Geschiebedecksand) |
| Sd       | -170       | schwach schluffiger Sand, schwach kiesig, hellgraumarmoriertockerbraun, mittel eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Geschiebelehm)         |

Bodentyp: KA4: BB-PP: Braunerde-Podsol  
 FAO: (Cambi-) Haplic Podsol  
 NLFb: B-P33: Mittlerer Braunerde-Podsol mit fester Orterde

Humusform: rohhumusartiger Moder  
 Ausgangsgestein: Flugsand über Geschiebedecksand  
 Substrattyp: Flugsand über Kryosand über Moränensand

**Physikalische und chemische Analysendaten\* von Exkursionspunkt Z 2.1**

| Horizont | Tiefe | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |     |       |      |      |     |  |
|----------|-------|-------------------|-------------------------------------|------|------|------|-----|-------|------|------|-----|--|
|          | cm    |                   | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton |  |
| Of       | 0     |                   |                                     |      |      |      |     |       |      |      |     |  |
| Ahe      | 10    |                   | 1,7                                 | 61,9 | 30,8 | 3,9  | 0,6 | 0,6   | 98,3 | 1,2  | 0,5 |  |
| Ae       | 21    |                   | 1,5                                 | 63,5 | 29,3 | 4,8  | 0,9 | 0     | 99,1 | 0,9  | 0   |  |
| Bsh      | 24    |                   | 1,4                                 | 65,2 | 26,8 | 4,4  | 0,3 | 0,7   | 97,8 | 1,0  | 1,2 |  |
| Bhs      | 27    |                   | 1,5                                 | 57,2 | 32   | 5,7  | 1,5 | 0,9   | 96,4 | 2,4  | 1,2 |  |
| Bbhs-Bsv | 95    |                   | 1,5                                 | 60,1 | 33,1 | 4,5  | 0,8 |       | 99,2 | 0,8  |     |  |
| Cv       | 145   |                   | 2,1                                 | 58,8 | 33,8 | 4,8  | 0,5 |       | 99,5 | 0,5  |     |  |
| Sw       | 158   |                   | 3,6                                 | 42,5 | 25,5 | 15,8 | 7,4 | 4     | 87,4 | 11,4 | 1,2 |  |
| Sd       | 170   | 13                | 6,3                                 | 37,7 | 25   | 15,9 | 7,9 | 4,4   | 84,9 | 12,3 | 2,8 |  |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol.<br>% | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |                | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| Of       | 0,2               |                |                      |     |     |     |        |      |
| Ahe      | 1,55              | 39             | 25                   | 20  | 17  | 7   | 17     |      |
| Ae       | 1,53              | 38             | 17                   | 14  | 6   | 4   | 13     |      |
| Bsh      | 1,38              | 42             | 17                   | 14  | 12  | 7   | 10     |      |
| Bhs      | 1,35              | 41             | 12                   | 9   | 7   | 4   | 9      |      |
| Bbhs-Bsv | 1,48              | 38             | 9                    | 7   | 6   | 2   | 7      |      |
| Cv       | 1,59              | 33             | 11                   | 11  | 4   | 1   | 10     |      |
| Sw       | 1,7               | 28             | 23                   | 22  | 6   | 2   | 21     |      |
| Sd       | 1,87              | 27             | 24                   | 22  | 12  | 5   | 20     |      |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>a</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| Of       | n.b.               | 4,4                  | 0                 | 41,1             | 2,03           | 20  | 6,4             | 5,3             | 0,8                              | 5,0                | 25,4               | n.b.           |
| Ahe      |                    | 2,9                  | 0                 | 3,49             | 0,14           | 25  | 0               | 0               |                                  | 0,5                | 2,5                | 0,02           |
| Ae       |                    | 3,2                  | 0                 | 0,92             | 0,05           | 18  | 0,2             | 0,1             | 0,5                              | 0,2                | 1,3                | 0,01           |
| Bsh      |                    | 3,4                  | 0                 | 2,49             | 0,09           | 28  | 2,8             | 3,0             | 1,1                              | 6,7                | 1,2                | 0,1            |
| Bhs      |                    | 3,9                  | 0                 | 1,19             | 0,07           | 17  | 2,1             | 2,0             | 1,0                              | 6,6                | 0,9                | 0,08           |
| Bbhs-Bsv |                    | 4,4                  | 0                 | 0,33             | 0,02           |     | 1,0             | 0,7             | 0,7                              | 2,6                | 0,8                | 0,04           |
| Cv       |                    | 4,5                  | 0                 | 0,1              | 0,02           |     | 0,3             | 0,2             | 0,7                              | 0,5                | 0,9                | 0,01           |
| Sw       |                    | 4,5                  | 0                 | 0,1              | 0,01           |     | 0,8             | 0,5             | 0,6                              | 0,2                | 0,9                | 0              |
| Sd       |                    | 4,2                  | 0                 | 0,07             | 0,01           |     | 1,3             | 0,7             | 0,5                              | 0,2                | 1,5                | 0              |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |      |      |      |      | BS |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|------|------|------|------|----|
|          | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca   | Mg   | K    | Na   | %  |
| Of       | n.b.               | n.b.               | n.b.                              |    |      |      |      |      |    |
| Ahe      | 177                |                    | 231                               |    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0  |
| Ae       | 36                 | n.b.               | 35                                |    | 0    | 0    | 1    | 1    | 5  |
| Bsh      | 94                 |                    | 86                                |    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0  |
| Bhs      | 115                |                    | 110                               |    | 0    | 0    | 1    | 1    | 2  |
| Bbhs-Bsv | 31                 |                    | 30                                |    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0  |
| Cv       | 35                 |                    | 32                                |    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0  |
| Sw       | n.b.               |                    | n.b.                              |    | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |    |
| Sd       | n.b.               |                    | n.b.                              |    | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |    |

\* Analysenmethoden s. Anhang



## Exkursionspunkt Z 2.2: Schwaförden

### Standortbeschreibung

TK25: 3218 Schwaförden  
 Lage: R: 3486010, H: 5843700  
 Relief: Ebene  
 Nutzung: Acker  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: IS 3 D Wertzahlen: 40/42

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                      |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-30       | Sand stark schluffig, graubraun, mittel humos, geringe Lagerungsdichte (Sandlöß)                                                  |
| Al       | -45        | Sand stark schluffig, fahlgelbbraun, mittlere Lagerungsdichte (Sandlöß)                                                           |
| Bbt      | -70        | Sand stark schluffig, gebändert mit Sand lehmig schluffig, gelblichrotbraun, mittlere Lagerungsdichte (Sandlöß)                   |
| Sw-Bbt   | -82        | Sand stark schluffig, gebändert mit Sand lehmig schluffig, rötlichbraun, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte (Sandlöß) |
| Sw-Bbt   | -90        | Sand stark schluffig, gebändert mit Sand lehmig schluffig, gelblichbraun, schwach eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte (Sandlöß)    |
| Sw-Bbt   | -98        | Sand stark schluffig, gebändert mit Schluff schwach tonig, rötlichhellbraun, schwach eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte (Sandlöß) |
| Sw       | -120       | Sand mittel lehmig, mittel steinig, rötlichgelbbraun, hohe Lagerungsdichte (Geschiebedecksand)                                    |
| Sd       | -170       | Sand stark lehmig, rötlichgelbbraun, hohe Lagerungsdichte (Geschiebelehm)                                                         |

Bodentyp: KA4: SS-LLd: Pseudogley-Bänderparabraunerde  
 FAO: Haplic Luvisol  
 NLFb: S-Lb32: Mittlere Pseudogley-Bänderparabraunerde mit schwach ausgeprägten Tonbändern

Ausgangsgestein: Sandlöß über Geschiebedecksand über Geschiebelehm  
 Substrattyp: Sandlöß über Kryosand über Moränenlehm

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 2.2

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| Ap       | 30    |         | 2,4                                 | 22,5 | 14,7 | 8,9  | 35,1 | 9,3   | 48,5 | 44,4 | 7,1  |
| Al       | 45    |         | 2,7                                 | 23,3 | 13,4 | 9,4  | 37,4 | 8,6   | 48,8 | 46,0 | 5,3  |
| Bbt      | 70    |         | 0,8                                 | 17,6 | 13,9 | 11,3 | 38,0 | 8,5   | 43,6 | 46,5 | 10,0 |
| Sw-Bbt   | 82    |         | 2,9                                 | 34,1 | 26,4 | 5,3  | 19,7 | 2,8   | 68,7 | 22,5 | 8,9  |
| Sw-Bbt   | 90    |         | 2,1                                 | 20,6 | 17,8 | 14,1 | 34,6 | 5,3   | 54,6 | 39,9 | 5,5  |
| Sw-Bbt   | 98    |         | 1,5                                 | 17,4 | 16,0 | 11,1 | 36,4 | 6,0   | 46,0 | 42,4 | 11,5 |
| Sw       | 120   |         | 4,0                                 | 31,6 | 26,3 | 13,6 | 9,5  | 5,2   | 75,5 | 14,7 | 9,9  |
| Sd       | 170   |         | 3,4                                 | 24,7 | 16,6 | 13,2 | 14,3 | 10,3  | 57,9 | 24,6 | 17,5 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| Ap       | 1,40*             |           |                      |     |     |     | 26*    |      |
| Al       | 1,54              | 42        | 28                   |     | 15  | 6   | 23     | 95   |
| Bbt      | 1,73              | 35        | 24                   |     | 18  | 10  | 14     | 14   |
| Sw-Bbt   | 1,68              | 36        | 23                   |     | 9   | 4   | 19     | 64   |
| Sw-Bbt   | 1,71              | 35        | 26                   |     | 20  | 7   | 19     | 6    |
| Sw       |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| Sd       | 1,81              | 32        | 29                   |     | 28  | 21  | 8      | 0,1  |

\* geschätzt

| Horizont | pH (H <sub>2</sub> O) | pH (CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub> % | C <sub>org</sub> % | N <sub>i</sub> % | C/N | Fe <sub>a</sub> mg/g | Fe <sub>o</sub> mg/g | Fe <sub>t</sub> % | P <sub>(CAL)</sub> mg/100g | K <sub>(CAL)</sub> mg/100g | P <sub>i</sub> % |
|----------|-----------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|------------------|-----|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| Ap       |                       | 6,0                     |                     | 1,5                | 0,12             | 13  |                      |                      | 0,64              | 34                         | 21                         | 0,09             |
| Al       |                       | 6,2                     |                     | 0,4                | 0,03             | 12  |                      |                      | 0,53              | 5                          | 10                         | 0,03             |
| Bbt      |                       | 5,1                     |                     | 0,2                | 0,02             | 9   |                      |                      | 0,92              | 3                          | 16                         | 0,02             |
| Sw-Bbt   |                       | 4,5                     |                     |                    |                  |     |                      |                      | 0,73              | 2                          | 9                          |                  |
| Sw-Bbt   |                       | 4,7                     |                     |                    |                  |     |                      |                      | 0,61              | 1                          | 6                          |                  |
| Sw-Bbt   |                       | 4,1                     |                     |                    |                  |     |                      |                      | 1,0               |                            |                            |                  |
| Sw       |                       | 3,9                     |                     |                    |                  |     |                      |                      | 0,71              |                            |                            |                  |
| Sd       |                       | 3,7                     |                     |                    |                  |     |                      |                      | 1,04              |                            |                            |                  |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |     |     |     | BS |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|----|
|          | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg  | K   | Na  | %  |
| Ap       | 10,5               |                    |                                   |    | 5,4 | 0,6 | 0,6 | 0   |    |
| Al       | 4,5                |                    |                                   |    | 2,0 | 0,2 | 0,3 | 0,1 |    |
| Bbt      | 5,8                |                    |                                   |    | 2,0 | 0,2 | 0,5 | 0   |    |
| Sw-Bbt   | 4,9                |                    |                                   |    | 1,5 | 0,2 | 0,3 | 0   |    |
| Sw-Bbt   | 3,3                |                    |                                   |    | 1,1 | 0,1 | 0,2 | 0   |    |
| Sw-Bbt   | 6,4                |                    |                                   |    | 1,1 | 0,1 | 0,2 | 0   |    |
| Sw       |                    |                    |                                   |    |     |     |     |     |    |
| Sd       | 7,7                |                    |                                   |    | 1,2 | 0,2 | 0,2 | 0   |    |

## Exkursionspunkt Z 2.3: Schwaförden

### Standortbeschreibung

TK25: 3219 Affinghausen  
 Lage: R: 3488880, H: 5844480, Höhe über NN: 60 m  
 Relief: Ebene  
 Nutzung: Acker  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: IS 2 LÖD Wertzahlen: 54/56

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                          |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E-Ap     | 0-25       | Sand stark schluffig, dunkelgraubraun, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Subpolyedergefüge (Plaggenauflage)                                                                                                      |
| E        | -38        | Schluff sandig, hellgraubraun, schwach humos, mittlere Lagerungsdichte, Plattengefüge (Plaggenauflage)                                                                                                                |
| E        | -52        | Schluff sandig, sehr schwach steinig, hellgraubraun, sehr schwach humos, sehr schwach eisen- und manganfleckig, geringe Lagerungsdichte, Prismen- bis Kohärentgefüge (Plaggenauflage)                                 |
| E        | -60        | Schluff lehmig sandig, sehr schwach steinig, hellgraubraun, sehr schwach humos, sehr schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Prismen- bis Kohärentgefüge (Plaggenauflage)                         |
| Sw-AI    | -80        | Schluff schwach tonig, sehr schwach steinig, bräunlichbeige, schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Sandlöß)                                                                     |
| Bbt-Sw   | -100       | Sand mittel lehmig, lagenweise mittel steinig, gebändert mit schluffig lehmigem Sand, rötlichgraubraun, mittel eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkomgefüge (Geschiebedecksand mit Steinsohle) |
| Sd       | -140       | Sand mittel lehmig, schwach steinig, rötlichbraungrau, mittel eisen- und manganfleckig, hohe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Geschiebelehm)                                                                          |

Bodentyp: KA4: YE/LLd: Plaggenesch über Bänderparabraunerde  
 FAO: Fimic Anthrosol  
 NLFb: E35/S-Lb: Mittlerer Plaggenesch mit sehr hoher nutzbarer Feldkapazität, unterlagert von Pseudogley-Bänderparabraunerde

Ausgangsgestein: Plaggenauflage über Sandlöß über Geschiebedecksand über Geschiebelehm

Substrattyp: Anthrosand über Sandlöß über Kryosand über Moränensand

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 2.3

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |      |       |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|          | cm    |         | Gew.-%                              | gS   | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU-  |
| E-Ap     | 25    |         | 2,9                                 | 24,1 | 15,1 | 11,2 | 31,3 | 9,5  | 53,3  | 40,8 | 5,9  |
| E        | 38    |         | 1,7                                 | 14,5 | 10,6 | 9,4  | 43,3 | 12,7 | 36,2  | 56,0 | 7,8  |
| E        | 52    |         | 1,9                                 | 16,2 | 11,6 | 7,1  | 42,5 | 10,9 | 36,8  | 53,4 | 9,8  |
| E        | 60    |         | 1,2                                 | 10,7 | 7,7  | 7,2  | 48,3 | 14,5 | 26,8  | 62,8 | 10,4 |
| Sw-Al    | 80    |         | 0,8                                 | 8,7  | 5,9  | 5,9  | 53,6 | 13,8 | 21,3  | 67,4 | 11,3 |
| Bbt-Sw   | 100   |         | 5,5                                 | 32,9 | 16,9 | 8,7  | 24,3 | 3,3  | 64,0  | 27,6 | 8,4  |
| Sd       | 140   |         | 3,5                                 | 37,8 | 23,8 | 13,1 | 4,5  | 6,1  | 78,2  | 10,6 | 11,2 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK | kf     |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|-----|--------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% |
| E-Ap     | 1,29              | 50        | 41                   | 38  | 28  | 10  | 31  |        |
| E        | 1,40              | 46        | 38                   | 35  | 21  | 8   | 30  |        |
| E        | 1,29              | 51        | 40                   | 38  | 22  | 9   | 32  |        |
| E        | 1,25              | 52        | 41                   | 39  | 22  | 8   | 33  |        |
| Sw-Al    | 1,42              | 46        | 39                   | 37  | 24  | 8   | 31  |        |
| Bbt-Sw   | 1,52              | 42        | 37                   | 36  | 22  | 6   | 31  |        |
| Sd       | 1,84              | 30        | 27                   | 25  | 18  | 11  | 16  |        |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>a</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| E-Ap     | n.b.               | 5,6                  | 0                 | 2,97             | 0,22           | 14  | 3,6             | 2,9             | 0,8                              | 13,4               | 5,5                | 0,11           |
| E        |                    | 5,6                  | 0                 | 0,99             | 0,09           | 11  | 3,8             | 2,7             | 0,7                              | 2,4                | 8,9                | 0,04           |
| E        |                    | 5,3                  | 0                 | 0,87             | 0,08           | 11  | 3,8             | 2,8             | 0,7                              | 1,4                | 5,5                | 0,03           |
| E        |                    | 5,0                  | 0                 | 0,61             | 0,06           | 10  | 3,6             | 2,5             | 0,7                              | 0,9                | 2,6                | 0,03           |
| Sw-Al    |                    | 5,0                  | 0                 | 0,30             | 0,04           |     | 3,2             | 2,0             | 0,6                              | 0,7                | 3,3                | 0,02           |
| Bbt-Sw   |                    | 5,1                  | 0                 | 0,1              | 0,02           |     | 2,7             | 1,0             | 0,4                              | 0,4                | 3,5                | 0,01           |
| Sd       |                    | 4,1                  | 0                 | 0,07             | 0,03           |     | 5,0             | 1,0             | 0,2                              | 0,2                | 3,3                | 0,01           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |    |    |   |    | BS |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|----|----|---|----|----|
|          | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca | Mg | K | Na | %  |
| E-Ap     | 141                | n.b.               | 84                                |    | 96 | 6  | 2 | 1  | 56 |
| E        | 79                 |                    | 55                                |    | 32 | 6  | 2 | 1  | 43 |
| E        | 70                 |                    | 68                                |    | 18 | 4  | 1 | 0  | 25 |
| E        | 51                 |                    | 64                                |    | 8  | 4  | 1 | 0  | 17 |
| Sw-Al    | 48                 |                    | 48                                |    | 8  | 6  | 1 | 0  | 24 |
| Bbt-Sw   | 29                 |                    | 19                                |    | 10 | 6  | 1 | 0  | 47 |
| Sd       | 52                 |                    | 40                                |    | 18 | 6  | 1 | 0  | 38 |

## Exkursionspunkt Z 2.4: Schäferhof

### Standortbeschreibung

TK25: 3515 Hunteburg  
 Lage: R: 3452430, H: 5815230, Höhe über NN: 38 m  
 Relief: Niederungsebene  
 Nutzung: Grünland

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                           |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| nHm      | 0-12       | Niedermoortorf, schwarzrötlichbraun, mittel eisenfleckig, sehr hohes Substanzvolumen, stark durchwurzelt, Subpolyeder- und Krümelgefüge                                                                                |
| nHa      | -30        | Niedermoortorf, zum Teil niedermoortorfartiger Bruchwaldtorf, schwarzbraun, schwach eisenfleckig, sehr hohes Substanzvolumen, schwach durchwurzelt, Polyedergefüge (Boreal-Atlantikum)                                 |
| Fmk      | -60        | Kalkmulde, zum Teil Lebermulde, grauweiß, zum Teil braungrün, schwach vertikal eisenstreifig, carbonatreich, sehr hohes Substanzvolumen, sehr schwach durchwurzelt, fossile Erlenwurzeln, Rißgefüge (Präboreal-Boreal) |
| Fmu      | -75        | Schluffmulde feinsandig (Jüngere Tundrenzeit)                                                                                                                                                                          |
| Fms      | -90        | Sandmulde, bräunlichgrau, sehr geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Jüngere Tundrenzeit)                                                                                                                           |
| Fhh      | -108       | Torfmulde, gebändert mit Feinsand, schwarzbraun, sehr hohes Substanzvolumen, Kohärentgefüge (Bölling-Alleröd)                                                                                                          |
| Gr       | -120       | Mittelsand feinsandig, grau, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Weichselzeitliches Fluvialtil)                                                                                                                |

Bodentyp: KA4: HNn: Mulm-(Norm-) Niedermoor  
 FAO: Terric Histosol (Umbric Gleysol ?)  
 NLFb: HN43: Tiefes Niedermoor, mittel vernäßt

Ausgangsgestein: Niedermoortorf über Mudden über fluvialtem Sand  
 Substrattyp: Torf über Mulde über Fluvisand  
 Hydrologischer Moortyp: Verlandungsmoor (Überflutungsmoor)  
 Mittlerer Grundwasserstand: 6 dm

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 2.4

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |     |       |      |     |     |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|-----|-------|------|-----|-----|
|          | cm    |         | Gew.-%                              | gS   | mS   | fS   | ffS  | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU  | Ton |
| nHm      | 12    |         |                                     |      |      |      |      |     |       |      |     |     |
| nHa      | 30    |         |                                     |      |      |      |      |     |       |      |     |     |
| Fmk      | 60    |         |                                     |      |      |      |      |     |       |      |     |     |
| Fmu      | 75    |         | 0,0                                 | 0,6  | 8,4  | 26,3 | 54,9 | 3,3 | 35,3  | 58,2 | 6,5 |     |
| Fms      | 90    |         | 0,5                                 | 5,5  | 22,6 | 39,0 | 24,7 | 2,3 | 67,6  | 27,0 | 5,4 |     |
| Fhh      | 108   |         |                                     |      |      |      |      |     |       |      |     |     |
| Gr       | 120   |         | 3,5                                 | 27,4 | 47,5 | 8,9  | 8,4  | 1,0 | 87,3  | 9,4  | 3,3 |     |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK | kf     |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|-----|--------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% |
| nHm      | 0,49              | 74        | 62                   | 58  | 52  | 29  | 33  | 315    |
| nHa      | 0,53              | 71        | 58                   | 56  | 52  | 34  | 24  | 537    |
| Fmk      | 0,33              | 85        | 74                   | 70  | 61  | 30  | 44  | 212    |
| Fmu/s    | 1,08              | 54        | 50                   | 48  | 45  | 7   | 43  | 33     |
| Fhh      | 0,29              | 84        | 76                   | 71  | 55  | 14  | 62  |        |
| Gr       | n.b.              |           |                      |     |     |     |     |        |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Einheitswasserzahl* | Glührückstand % | P <sub>nl</sub> | K <sub>nl</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     |                     |                 | mg/100g         | mg/100g         | %              |
| nHm      | 4,9                  | 0                 | 19               | 1,6            | 12  | 1,27                | 61              | 0,65            | 3               | 0,42           |
| nHa      | 5,4                  | 0                 | 26               | 1,7            | 15  | 1,28                | 59              | 0,10            | 1,4             | 0,25           |
| Fmk      | 7,6                  | 66                | 14               | 1,2            | 12  |                     | 77              | 0,10            | 0,1             | 0,05           |
| Fmu/s    | 2,7                  | 0                 | 3                | 0,2            | 15  |                     | 95              | 0,35            | 0,1             | 0,02           |
| Fhh      | 5,4                  | 0                 | 20               | 1,1            | 18  |                     | 59              | 0,10            | 2,0             | 0,03           |
| Gr       | n.b.                 |                   |                  |                |     |                     |                 |                 |                 |                |

\* g Wasser je g TS unter einer wirksamen Spannung von 100 kPa (≅ pF3,0)

**Exkursionspunkt Z 2.5: Tenstedt**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3214 Vestrup  
 Lage: R: 3441610, H: 5851595, Höhe über NN: 43 m  
 Relief: Ebene  
 Nutzung: Acker  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: IS 2 D Wertzahlen: 58/55

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                           |
|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E-Ap     | 0-35       | Schluff feinsandig, sehr dunkelgraubraun, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, schwach ausgeprägtes Krümelgefüge (Plaggenauflage)                                                                    |
| E        | -65        | Schluff feinsandig, rötlichdunkelgraubraun, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Holzkohle, Prismengefüge (Plaggenauflage)                                                                          |
| E        | -85        | Schluff feinsandig, rötlichgraubraun, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Holzkohle, inkohlte Pflanzenreste, Wurzelreste, Prismengefüge (Plaggenauflage)                                      |
| Al       | -110       | Schluff feinsandig, bräunlichbeige, manganfarbene Überzüge, mittlere Lagerungsdichte, Prismengefüge (Sandlöß)                                                                                          |
| Bt       | -140       | Sand lehmig schluffig, rötlichbraun, manganfarbene Überzüge, hohe Lagerungsdichte, Plattengefüge (Sandlöß)                                                                                             |
| Bbt      | -155       | Sand stark schluffig, gebändert mit Sand lehmig schluffig, geschichtet mit Feinsand, rötlichbraun, hellbraun gebändert, manganfarbene Überzüge, mittlere Lagerungsdichte, Schichtgefüge (Sandlöß)      |
| Bbt      | -180       | Sand stark schluffig, gebändert mit Sand lehmig schluffig, geschichtet mit Feinsand, rötlichbraun, hellbraun gebändert, schwach manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Schichtgefüge (Sandlöß)       |
| Bbt      | -200       | Sand schwach schluffig, gebändert mit Sand lehmig schluffig und Sand schwach lehmig, rötlichbraun, hellbraun gebändert, sehr schwach manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Schichtgefüge (Flugsand) |

Bodentyp: KA4: YE: Plaggensch  
 FAO: Fimic Anthroisol  
 NLFb: E45: Tiefer Plaggensch mit sehr hoher nutzbarer Feldkapazität

Ausgangsgestein: Plaggenauflage über Sandlöß über Flugsand  
 Substrattyp: Anthroschluff über Sandlöß über Flugsand

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 2.5

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |      |       |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|          | cm    |         | Gew.-%                              | gS   | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   |
| E-Ap     | 35    |         | 0,8                                 | 10,8 | 8,2  | 13,0 | 47,2 | 11,2 | 32,8  | 58,4 | 8,8  |
| E        | 65    |         | 0,9                                 | 12,2 | 8,1  | 13,3 | 47,2 | 10,2 | 34,5  | 57,4 | 8,1  |
| E        | 85    |         | 0,9                                 | 10,4 | 7,1  | 9,0  | 54,1 | 10,7 | 27,4  | 64,8 | 7,8  |
| Al       | 110   |         | 0,8                                 | 11,9 | 8,2  | 9,0  | 56,1 | 8,6  | 29,9  | 64,7 | 5,4  |
| Bt       | 140   |         | 1,4                                 | 26,0 | 17,9 | 11,3 | 30,4 | 3,0  | 56,6  | 33,4 | 10,0 |
| Bbt      | 155   |         | 2,2                                 | 26,2 | 22,1 | 16,8 | 25,6 | 0,4  | 67,3  | 26,0 | 6,7  |
| Bbt      | 180   |         | 2,4                                 | 35,8 | 21,1 | 13,5 | 22,5 | 0,7  | 72,8  | 23,2 | 4,0  |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|-----|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8 | 2,0 | 2,5 |     |      |
| E-Ap     | 1,27              | 46        | 39                   | 37  | 28  | 9   | 31  | n.b. |
| E        | 1,28              | 46        | 39                   | 34  | 21  | 8   | 31  | n.b. |
| E        |                   |           |                      |     |     |     |     | n.b. |
| Al       | 1,48              | 40        | 35                   | 33  | 19  | 7   | 29  | 51,5 |
| Bt       | 1,70              | 33        | 29                   | 29  | 25  | 11  | 18  | 5,70 |
| Bbt      | 1,71              | 33        | 28                   | 24  | 13  | 5   | 22  | n.b. |
| Bbt      | 1,73              | 31        | 25                   | 21  | 6   | 3   | 22  | n.b. |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| E-Ap     | n.b.               | 5,2                  | 0                 | 3,02             | 0,23           | 13  | 2,8             | 1,7             | 0,6                              | 12,8               | 14,6               | 0,07           |
| E        | n.b.               | 4,4                  | 0                 | 1,95             | 0,14           | 14  | 3,7             | 1,7             | 0,5                              | 5,1                | 6,1                | 0,04           |
| E        | n.b.               | 4,4                  | 0                 | 0,69             | 0,07           | 10  | 3,1             | 1,5             | 0,5                              | 4,0                | 3,8                | 0,05           |
| Al       | n.b.               | 4,9                  | 0                 | 0,24             | 0,02           |     | 2,6             | 0,8             | 0,2                              | 1,5                | 4,0                | 0,03           |
| Bt       | n.b.               | 4,1                  | 0                 | 0,09             | 0,01           |     | 3,3             | 0,7             | 0,2                              | 0,7                | 5,8                | 0,02           |
| Bbt      | n.b.               | 4,2                  | 0                 | 0,06             | 0,01           |     | 2,2             | 0,5             | 0,2                              | 1,3                | 4,2                | 0,01           |
| Bbt      | n.b.               | 4,3                  | 0                 | 0,04             | 0,01           |     | 1,5             | 0,5             | 0,3                              | 1,6                | 3,1                | 0,01           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>t</sub> /kg |    |    |    |   |    | BS |
|----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|----|----|----|---|----|----|
|          | mmol <sub>t</sub> /kg | mmol <sub>t</sub> /kg | H+Al                                            | Al | Ca | Mg | K | Na | %  |
| E-Ap     | 131                   | n.b.                  | 29                                              |    | 80 | 6  | 3 | 0  | 75 |
| E        | 98                    | n.b.                  | 83                                              |    | 40 | 2  | 2 | 0  | 35 |
| E        | 66                    | n.b.                  | 52                                              |    | 30 | 0  | 1 | 0  | 37 |
| Al       | 42                    | n.b.                  | 38                                              |    | 16 | 2  | 1 | 0  | 33 |
| Bt       | 46                    | n.b.                  | 46                                              |    | 10 | 2  | 1 | 0  | 22 |
| Bbt      | 36                    | n.b.                  | 32                                              |    | 6  | 2  | 1 | 0  | 22 |
| Bbt      | 26                    | n.b.                  | 59                                              |    | 6  | 0  | 1 | 0  | 11 |



**Exkursionspunkt Z 2.6: Vestrup**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3214 Vestrup  
 Lage: R: 3440020; H: 5847645, Höhe über NN: 32,5 m  
 Relief: eben  
 Nutzung: Weide  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: IS III a 3                      Wertzahlen: 37/37

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                   |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| rAep+Aeh | 0-20       | Sand schwach schluffig, sehr schwach kiesig, rötlichdunkelbraungrau, stark humos, geringe Lagerungsdichte, sehr schwach ausgeprägtes Krümelgefüge (Geschiebedecksand)                          |
| Bsh      | -28        | Sand schwach schluffig, rötlichschwarz, mittel humos, stark eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, schwach ausgeprägtes Kittgefüge (Geschiebedecksand)                                        |
| Bhs      | -33        | Sand schwach schluffig, sehr schwach kiesig, rostfarbenbraun, mittel eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, schwach ausgeprägtes Kittgefüge (Geschiebedecksand)                               |
| Bs       | -42        | Sand schwach schluffig, schwach kiesig, hellrostfarbenbraun, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkom-, zum Teil Kohärentgefüge (Geschiebedecksand)                           |
| Sw       | -45        | Sand mittel lehmig, sehr schwach kiesig, zum Teil Sand mittel lehmig, bräunlichhellgrau, zum Teil beige, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkom-, zum Teil Kohärentgefüge (Geschiebedecksand)     |
| Sw       | -65        | Sand stark lehmig, sehr schwach kiesig und steinig, Kluffüllungen aus Sand schwach schluffig, grünlichhellgrau, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Geschiebelehm) |
| Go-Sd    | -120       | Sand stark lehmig, sehr schwach kiesig und steinig, Kluffüllungen aus Sand schwach schluffig, grünlichhellgrau, stark eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Geschiebelehm)       |
| Go       | -140       | Sand stark lehmig, sehr schwach kiesig und steinig, Linsen aus Feinsand schwach schluffig, grünlichhellgrau, mittel eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Geschiebelehm)     |
| Gro      | -200       | Sand stark lehmig, sehr schwach kiesig und steinig, Linsen aus Feinsand schwach schluffig, grünlichhellgrau, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Geschiebelehm)    |

Bodentyp: KA4: PP-GG-SS: Podsol-Gley-Pseudogley  
 FAO: Dystric Planosol  
 NLFb: P-G-S32: Podsol-Gley-Pseudogley mit mitteltief liegendem Staukörper, schwach vernäht

Ausgangsgestein: Geschiebedecksand über Geschiebelehm  
 Substrattyp: Kryosand über Moränenlehm

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 2.6

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| rAep+Aeh | 20    | 2,34    | 2,7                                 | 30,1 | 31,6 | 16,8 | 9    | 4,9   | 81,2 | 13,9 | 4,9  |
| Bsh      | 28    | 0,76    | 3,5                                 | 33,2 | 32,6 | 13,7 | 9,6  | 3,2   | 83,0 | 12,8 | 3,9  |
| Bhs      | 33    | 1,03    | 3,1                                 | 32,5 | 32,2 | 14,5 | 11   | 2,9   | 82,3 | 13,9 | 3,8  |
| Bs       | 42    | 6,02    | 3,5                                 | 31,8 | 25,8 | 16,3 | 13,6 | 4,9   | 77,4 | 18,5 | 4,1  |
| Sw       | 45    | 3,0     | 4                                   | 22,8 | 22   | 17,3 | 15,8 | 8,2   | 66,1 | 24   | 9,9  |
| Sw       | 65    |         | 5,2                                 | 29,3 | 21,6 | 14,3 | 6,7  | 5,9   | 70,4 | 12,6 | 17   |
| Go-Sd    | 120   | 1,15    | 4,3                                 | 33,4 | 21,6 | 12,9 | 5,8  | 6,2   | 72,2 | 12   | 15,8 |
| Go       | 140   | 1,47    | 5                                   | 39,5 | 17,5 | 12,2 | 4,5  | 6,2   | 74,2 | 10,8 | 15   |
| Gro      | 200   | 7,37    | 4,4                                 | 31,3 | 21,5 | 14,2 | 6,3  | 9,3   | 71,4 | 15,6 | 13   |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| rAep+Aeh | 1,07              | 55        | 48                   | 42  | 34  | 17  | 31     |      |
| Bsh      | 1,24              | 48        | 39                   | 33  | 24  | 13  | 26     |      |
| Bhs      |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| Bs       | 1,45              | 38        | 29                   | 25  | 18  | 7   | 22     |      |
| Sw       |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| Sw       | 1,63              | 32        | 24                   | 21  | 18  | 16  | 8      | 44,2 |
| Go-Sd    | 1,78              | 30        | 27                   | 25  | 24  | 17  | 10     | 1,4  |
| Go       | 1,83              | 29        | 27                   | 26  | 24  | 11  | 16     | 1,1  |
| Gro      | 1,76              | 30        | 27                   | 26  | 22  | 12  | 15     | 1,4  |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>s</sub> | Fe <sub>a</sub> /Fe <sub>s</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| rAep+Aeh | n.b.               | 5,5                  | 0                 | 5,63             | 0,43           | 13  | 1,1             | 1,0             | 0,9                              | 34,8               | 5,0                | 0,1            |
| Bsh      | n.b.               | 5,2                  | 0                 | 3,00             | 0,17           | 18  | 0,5             | 0,6             |                                  | 34,1               | 1,9                | 0,08           |
| Bhs      | n.b.               | 4,9                  | 0                 | 1,78             | 0,09           | 20  | 0,4             | 0,1             | 0,3                              | 17,0               | 2,6                | 0,04           |
| Bs       | n.b.               | 4,8                  | 0                 | 0,90             | 0,04           |     | 0,1             | 0,1             | 1                                | 6,0                | 3,7                | 0,02           |
| Sw       | n.b.               | 4,6                  | 0                 | 0,46             | 0,03           |     | 0,3             | 0,1             | 0,3                              | 2,1                | 7,3                | 0,01           |
| Sw       | n.b.               | 4,3                  | 0                 | 0,37             | 0,03           |     | 1,0             | 0,8             | 0,8                              | 0,6                | 18,7               | 0,01           |
| Go-Sd    | n.b.               | 3,9                  | 0                 | 0,13             | 0,02           |     | 3,2             | 1,2             | 0,4                              | 0,0                | 19,1               | 0,01           |
| Go       | n.b.               | 4,0                  | 0                 | 0,09             | 0,01           |     | 1,2             | 0,9             | 0,8                              | 0,2                | 15,2               | 0,01           |
| Gro      | n.b.               | 4,0                  | 0                 | 0,08             | 0,02           |     | 0,8             | 0,5             | 0,6                              | 0,2                | 18,9               | 0,01           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |   |    | BS |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|---|----|----|
|          | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K | Na | %  |
| rAep+Aeh | 177                | n.b.               | 148                               |    | 110 | 18 | 1 | 1  | 47 |
| Bsh      |                    |                    |                                   |    |     |    |   |    |    |
| Bhs      |                    |                    |                                   |    |     |    |   |    |    |
| Bs       | 106                | n.b.               | 76                                |    | 16  | 4  | 1 | 1  | 23 |
| Sw       | 66                 | n.b.               | 52                                |    | 16  | 4  | 2 | 1  | 31 |
| Sw       | 95                 | n.b.               | 71                                |    | 26  | 8  | 6 | 1  | 37 |
| Go-Sd    | 70                 | n.b.               | 66                                |    | 8   | 2  | 6 | 1  | 20 |
| Go       | 50                 | n.b.               | 55                                |    | 6   | 2  | 4 | 1  | 19 |
| Gro      | 50                 | n.b.               | 23                                |    | 10  | 6  | 4 | 1  | 48 |

**Exkursionspunkt Z 2.7: Vestrup**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3214 Vestrup  
 Lage: R: 3440000, H: 5847440, Höhe über NN: 34 m  
 Relief: konkaver Mittelhang, sehr schwach nach Nordwesten geneigt  
 Nutzung: Acker  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: S II a 2 Wertzahlen: 30/30

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                       |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aep      | 0-25       | Feinsand, dunkelgrauschwarz, stark humos, geringe Lagerungsdichte, schwach ausgeprägtes Fragmentgefüge (Flugsand)                  |
| Bh       | -33        | Feinsand, braunschwarz, stark humos, mittlere Lagerungsdichte, sehr schwach ausgeprägtes Kittgefüge (Flugsand)                     |
| Bsh      | -40        | Feinsand, rostfarbendunkelbraun, schwach humos, mittlere Lagerungsdichte, sehr schwach ausgeprägtes Kittgefüge (Geschiebedecksand) |
| Bs       | -55        | Feinsand, rostfarbenbraun, vertikale Eisenstreifen, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Geschiebedecksand)                 |
| Bs       | -70        | Feinsand, rostfarbenhellbraun, rostfarbendunkelbraun gebändert, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Geschiebedecksand)     |
| Sw       | -95        | Sand schwach lehmig, sehr schwach steinig, rötlichhellbraun, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Geschiebedecksand)        |
| Sw       | -130       | Sand schwach lehmig, sehr schwach steinig, rötlichhellbraun, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Geschiebedecksand)        |
| Sw       | -170       | Sand schwach lehmig, sehr schwach steinig, rötlichhellbraun, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Geschiebedecksand)        |
| Sd-Go    | -200       | Sand stark lehmig, sehr schwach steinig, grünlichhellgrau, hohe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Geschiebelehm)                    |

Bodentyp: KA4: SS-PP: Pseudogley-Podsol  
 FAO: Haplic Podzol  
 NLFb: S-P32: Pseudogley-Podsol mit mitteltiefer Orterde, schwach verfestigt

Ausgangsgestein: Flugsand über Geschiebedecksand über Geschiebelehm  
 Substrattyp: Flugsand über Kryosand über Moränenlehm

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 2.7

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |     |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|-----|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| Aep      | 25    | 3,42    | 1,9                                 | 34,3 | 32,7 | 14,2 | 7,9 | 5,2   | 83,1 | 13,1 | 3,8  |
| Bh       | 33    |         | 2,0                                 | 33,7 | 30,8 | 13,9 | 8,9 | 5,6   | 80,4 | 14,5 | 5,1  |
| Bsh      | 40    | 0,98    | 3,3                                 | 40,9 | 31,7 | 13,8 | 5,1 | 1,1   | 89,7 | 6,2  | 4,1  |
| Bs       | 55    | 6,61    | 4,1                                 | 41,3 | 29,6 | 14,4 | 4,3 | 3,3   | 89,4 | 7,6  | 3,0  |
| Bs       | 70    | 2,74    | 4,0                                 | 38,0 | 31,8 | 14,5 | 6,7 | 2,3   | 88,3 | 9,0  | 2,7  |
| Sw       | 95    | 2,30    | 6,3                                 | 40,6 | 21,1 | 13,8 | 4,5 | 6,0   | 81,8 | 10,5 | 7,7  |
| Sw       | 130   | 2,69    | 5,7                                 | 39,1 | 24,3 | 14,9 | 5,9 | 2,3   | 84,0 | 8,2  | 7,8  |
| Sw       | 170   | 3,17    | 2,8                                 | 39,7 | 33,0 | 14,6 | 2,8 | 0,5   | 90,1 | 3,3  | 6,6  |
| Sd-Go    | 200   | 1,11    | 14,3                                | 5,7  | 4,5  | 12,1 | 4,5 | 5,7   | 36,6 | 10,2 | 14,3 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf    |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|-------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d  |
| Aep      |                   |           |                      |     |     |     |        |       |
| Bh       | 1,33              | 42        | 38                   | 35  | 35  | 16  | 22     |       |
| Bsh      | 1,46              | 37        | 31                   | 27  | 27  | 15  | 16     |       |
| Bs       |                   |           |                      |     |     |     |        |       |
| Bs       | 1,72              | 27        | 21                   | 14  | 14  | 4   | 17     |       |
| Sw       | 1,84              | 27        | 20                   | 17  | 17  | 6   | 15     | 143,7 |
| Sw       | 1,78              | 28        | 21                   | 18  | 18  | 7   | 15     |       |
| Sw       |                   |           |                      |     |     |     |        |       |
| Sd-Go    | 1,81              | 28        | 24                   | 22  | 22  | 0   | 13     | 9,0   |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| Aep      | n.b.               | 4,2                  | 0                 | 6,77             | 0,32           | 21  | 1,0             | 0,7             | 0,7                              | 11,3               | 9,2                | 0,04           |
| Bh       | n.b.               | 3,8                  | 0                 | 6,87             | 0,32           | 23  | 0,8             | 0,7             |                                  | 7,8                | 7,1                | 0,03           |
| Bsh      | n.b.               | 3,8                  | 0                 | 2,88             | 0,30           | 21  | 0,3             | 0,1             |                                  | 1,7                | 3,8                | 0,02           |
| Bs       | n.b.               | 4,0                  | 0                 | 1,18             | 0,14           | 24  | 0,1             | 0,1             |                                  | 1,3                | 2,9                | 0,01           |
| Bs       | n.b.               | 4,1                  | 0                 | 0,68             | 0,05           |     | 0,1             | 0               |                                  | 2,4                | 2,1                | 0,01           |
| Sw       | n.b.               | 5,3                  | 0                 | 0,35             | 0,03           |     | 0,2             | 0,1             |                                  | 1,0                | 3,4                | 0,01           |
| Sw       | n.b.               | 4,0                  | 0                 | 0,25             | 0,02           |     | 0,1             | 0               |                                  | 1,0                | 3,3                | 0,01           |
| Sw       | n.b.               | 4,0                  | 0                 | 0,14             | 0,02           |     | 0,2             | 0,1             |                                  | 0,9                | 3,6                | 0,01           |
| Sd-Go    | n.b.               | 4,0                  | 0                 | 0,13             | 0,01           |     | 0,3             | 0,4             |                                  | 1,0                | 7,3                | 0,01           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>t</sub> /kg |    |    |    |   |    | BS |
|----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|----|----|----|---|----|----|
|          | mmol <sub>t</sub> /kg | mmol <sub>t</sub> /kg | H+Al                                            | Al | Ca | Mg | K | Na | %  |
| Aep      |                       |                       |                                                 |    |    |    |   |    |    |
| Bh       |                       |                       |                                                 |    |    |    |   |    |    |
| Bsh      |                       |                       |                                                 |    |    |    |   |    |    |
| Bs       | 103                   | n.b.                  | 102                                             |    | 2  | 0  | 1 | 0  | 3  |
| Bs       | 65                    | n.b.                  | 75                                              |    | 2  | 0  | 1 | 0  | 4  |
| Sw       | 56                    | n.b.                  | 68                                              |    | 10 | 0  | 1 | 0  | 14 |
| Sw       | 52                    | n.b.                  | 62                                              |    | 10 | 0  | 1 | 0  | 15 |
| Sw       | 38                    | n.b.                  | 42                                              |    | 10 | 0  | 1 | 0  | 21 |
| Sd-Go    | 52                    | n.b.                  | 49                                              |    | 6  | 6  | 2 | 0  | 22 |

**Exkursionspunkt Z 2.8: Addrup**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3214 Vestrup  
 Lage: R: 3434698, H: 5845040, Höhe über NN: 29 m  
 Relief: Rücken, eben  
 Nutzung: Acker  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: S 2 D                      Wertzahlen: 37/34

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E-Ap     | 0-30       | Feinsand, schwach schluffig, sehr schwach kiesig, stark dunkelbraungrau, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Holzkohle, Einzelkorn- bis sehr schwach ausgeprägtes Krümelgefüge (Plaggenauflage)                                   |
| E        | -55        | Feinsand, schwach schluffig, sehr schwach kiesig, dunkelbraungrau, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Holzkohle, Einzelkorngefüge (Plaggenauflage)                                                                               |
| E        | -80        | Feinsand, schwach schluffig, sehr schwach kiesig, braungrau, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Holzkohle, Einzelkorngefüge (Plaggenauflage)                                                                                     |
| Bv       | -100       | Feinsand, schwach schluffig, unten gebändert mit Sand schwach lehmig, braungelb, zum Teil schwach humos, mittlere Lagerungsdichte, Holzkohle, Einzelkorngefüge (Flugsand)                                                            |
| Cv       | -140       | Feinsand, bräunlichhellgelb, schwach eisenfleckig, zum Teil mittel manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Flugsand)                                                                                              |
| Sw       | -160       | Sand schwach lehmig, schwach kiesig, zum Teil Feinsand, oben mittel steinig und kiesig, Steinsohle, hellbeigemarmoriertbraungelb, mittel eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Geschiebedecksand mit Steinsohle) |
| Sd       | -200       | Sand stark lehmig, sehr schwach kiesig, hellockermarmorierthellgrau, stark eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge (Geschiebelehm)                                                                                        |

Bodentyp: KA4: YE: Plaggenesch  
 FAO: Fimic Anthrosol  
 NLFb: E44: Tiefer Plaggenesch mit hoher nutzbarer Feldkapazität

Ausgangsgestein: Plaggenauftrag über Flugsand über Geschiebedecksand über Geschiebelehm

Substrattyp: Anthrosand über Flugsand über Kryosand über Moränenlehm



**Exkursionspunkt Z 2.9: Badbergen/Vehs**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3313 Quakenbrück  
 Lage: R: 3429000, H: 5833680  
 Relief: Tal, eben  
 Nutzung: Acker

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E-Ap     | 0-30       | Sand schwach lehmig, rötlichdunkelgraubraun, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Holzkohle, Schlacke, Gefügefragmente (Plaggenauflage)                                                                   |
| E        | -55        | Sand schwach lehmig, rötlichdunkelbraun, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Holzkohle, Schlacke, schwach ausgeprägtes Prismengefüge (Plaggenauflage)                                                   |
| E        | -75        | Sand schwach lehmig, rötlichbraun, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Holzkohle, Schlacke, schwach ausgeprägtes Prismengefüge (Plaggenauflage)                                                         |
| E        | -90        | Sand schwach lehmig, rötlichbraun, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Holzkohle, Schlacke, schwach ausgeprägtes Prismengefüge (Plaggenauflage)                                                    |
| Go       | -125       | Feinsand, gelblichhellbraun, stark eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (weichselzeitliche Talsande)                                                                                    |
| Gro      | -150       | Feinsand, geschichtet mit Feinsand schwach schluffig, Linsen aus Sand schwach lehmig, bräunlichhellgrau, sehr schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (weichselzeitliche Talsande) |
| Gro      | -180       | Feinsand, geschichtet mit Feinsand mittel schluffig, bräunlichhellgrau, sehr schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (weichselzeitliche Talsande)                                  |
| Gro      | -200       | Feinsand, bräunlichhellgrau, sehr schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (weichselzeitliche Talsande)                                                                             |

Bodentyp: KA4: YE: Plaggensch  
 FAO: Fimic Anthrosol  
 NLFb: E44: Tiefer Plaggensch mit hoher nutzbarer Feldkapazität

Ausgangsgestein: Plaggenauflage über weichselzeitlichen Talsanden  
 Substrattyp: Anthrosand über Fluvisand

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 2.9

| Horizont | Tiefe | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |       |      |      |      |
|----------|-------|-------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|          | cm    |                   | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| E-Ap     | 30    | 2,77              | 1,8                                 | 23   | 27,9 | 13,4 | 20,1 | 4,1   | 66,1 | 24,2 | 9,7  |
| E        | 55    |                   | 0,6                                 | 12,7 | 33,3 | 16,8 | 20   | 6,4   | 63,4 | 26,4 | 10,2 |
| E        | 75    | 1,36              | 0,2                                 | 10   | 41   | 23,1 | 15,9 | 4     | 74,3 | 19,9 | 5,8  |
| E        | 90    | 0,16              | 0,2                                 | 6,3  | 45,4 | 26,9 | 14,8 | 2,4   | 78,8 | 17,2 | 4    |
| Go       | 125   |                   | 0                                   | 12,8 | 67,3 | 16,8 | 3,1  |       | 96,9 | 3,1  |      |
| Gro      | 150   |                   | 0                                   | 10,1 | 77,1 | 11,4 | 1,4  |       | 98,6 | 1,4  |      |
| Gro      | 180   |                   |                                     |      |      |      |      |       |      |      |      |
| Gro      | 200   |                   | 0                                   | 42,9 | 52,7 | 3,8  | 0,6  |       | 99,4 | 0,6  |      |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol.<br>% | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |                | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| E-Ap     | 1,41              | 43             | 31                   | 28  | 22  | 11  | 20     | n.b. |
| E        | 1,41              | 39             | 31                   | 27  | 19  | 10  | 21     | n.b. |
| E        | 1,41              | 40             | 30                   | 26  | 16  | 8   | 22     | n.b. |
| E        | 1,47              | 40             | 28                   | 22  | 12  | 6   | 22     | n.b. |
| Go       | 1,58              | 39             | 22                   | 9   | 5   | 2   | 20     | n.b. |
| Gro      | 1,54              | 39             | 21                   | 9   | 4   | 1   | 20     | n.b. |
| Gro      |                   |                |                      |     |     |     |        | n.b. |
| Gro      |                   |                |                      |     |     |     |        | n.b. |

| Horizont | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | C <sub>org</sub><br>% | N <sub>t</sub><br>% | C/N | Fe <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>o</sub><br>mg/g | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub><br>mg/100g | K <sub>(CAL)</sub><br>mg/100g | P <sub>1</sub><br>% |
|----------|--------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| E-Ap     | n.b.                     | 5,0                        | 0                      | 1,43                  | 0,16                | 9   | 13,6                    | 8,3                     | 0,6                              | 10,7                          | 12,4                          | 0,14                |
| E        | n.b.                     | 5,1                        | 0                      | 0,67                  | 0,09                | 8   | 7,6                     | 2,6                     | 0,3                              | 6,3                           | 5,8                           | 0,13                |
| E        | n.b.                     | 5,1                        | 0                      | 0,46                  | 0,06                |     | 4,0                     | 2,1                     | 0,5                              | 3,8                           | 2,5                           | 0,09                |
| E        | n.b.                     | 5,1                        | 0                      | 0,35                  | 0,04                |     | 3,4                     | 1,6                     | 0,5                              | 2,3                           | 1,6                           | 0,05                |
| Go       | n.b.                     | 5,1                        | 0                      | 0,07                  | 0,01                |     | 1,4                     | 0,6                     | 0,4                              | 0,9                           | 1,3                           | 0,04                |
| Gro      | n.b.                     | 5,2                        | 0                      | 0,04                  | 0,01                |     | 0,4                     | 0,2                     |                                  | 0,4                           | 1,2                           | 0,01                |
| Gro      | n.b.                     | 5,2                        | 0                      | 0,05                  | 0,02                |     | 0,4                     | 0,3                     |                                  | 0,7                           | 2,5                           | 0,01                |
| Gro      | n.b.                     | 5,3                        | 0                      | 0,04                  | 0,01                |     | 0,9                     | 0,5                     |                                  | 0,4                           | 1,3                           | 0,01                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |      |     |    |    |   |    | BS |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|------|-----|----|----|---|----|----|
|          | mmol/kg            |                    | mmol/kg                           | H+Al | Al  | Ca | Mg | K | Na | %  |
| E-Ap     | 121                | n.b.               | 91                                |      | 66  | 10 | 5  | 1 | 47 |    |
| E        | 76                 | n.b.               | 65                                |      | 134 | 6  | 2  | 1 | 69 |    |
| E        | 51                 | n.b.               | 59                                |      | 16  | 2  | 1  | 1 | 25 |    |
| E        | 37                 | n.b.               | 36                                |      | 18  | 2  | 1  | 1 | 38 |    |
| Go       | 14                 | n.b.               | 14                                |      | 8   | 0  | 0  | 0 | 36 |    |
| Gro      | 13                 | n.b.               | 21                                |      | 4   | 0  | 0  | 0 | 16 |    |
| Gro      | 25                 | n.b.               | 21                                |      | 20  | 2  | 0  | 0 | 51 |    |
| Gro      | 10                 | n.b.               | 1                                 |      | 10  | 0  | 0  | 0 | 91 |    |



**Exkursionspunkt Z 2.10: Kalkriese/Fisse-Niewedde**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3514 Vörden  
 Lage: R: 3440475, H: 5808665, Höhe über NN: 60 m  
 Relief: Mittelhang, sehr schwach geneigt  
 Nutzung: Nadelwald

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                               |
|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Of       | +4         | Nadelstreu. dunkelbraun (Streuschicht)                                                                                                                                                     |
| E+rAp    | 0-16       | Feinsand mittelsandig, dunkelbraungrau, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Plaggenauflage)                                                                           |
| E+rAp    | -29        | Feinsand mittelsandig, dunkelbraungrau, zum Teil graubraun, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Plaggenauflage)                                                       |
| E        | -58        | Feinsand mittelsandig, rötlichgraubraun, schwach humos, mittlere Lagerungsdichte, Holzkohle, Festgesteinsstücke aus nordischem Material, Einzelkorngefüge (Plaggenauflage)                 |
| E        | -70        | Feinsand mittelsandig, rötlichgräulichbraun, sehr schwach humos, mittlere Lagerungsdichte, Holzkohle, Festgesteinsstücke aus nordischem Material, Einzelkorngefüge (Plaggenauflage)        |
| E        | -90        | Feinsand mittelsandig, hellgräulichbraun, mittlere Lagerungsdichte, Ziegelbrocken, Holzkohle, Festgesteinsstücke aus nordischem Material, Steingutreste, Einzelkorngefüge (Plaggenauflage) |
| Ae-Bv    | -105       | Feinsand mittelsandig, hellgelbbraun, sehr schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Hangsand)                                                         |
| Bsv      | -130       | Feinsand mittelsandig, rötlichbraun, sehr schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Hangsand)                                                          |
| Cv       | -175       | Feinsand mittelsandig, hellgelb, sehr schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge (Hangsand)                                                              |

Bodentyp: KA4: YE: Plaggensch  
 FAO: Fimic Anthrosol  
 NLFb: E44: Tiefer Plaggensch mit hoher nutzbarer Feldkapazität

Humusform: rohhumusartiger Moder  
 Ausgangsgestein: Plaggenauflage über Hangsand  
 Substrattyp: Anthrosand über Hangsand

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt Z 2.10

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |     |       |      |     |     |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|-----|-------|------|-----|-----|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU  | Ton |
| E+rAp    | 16    |         | 0,5                                 | 36,8 | 41,3 | 11,1 | 2,9 | 2,1   | 89,7 | 5,0 | 5,3 |
| E+rAp    | 29    |         | 0,8                                 | 47,9 | 35,0 | 7,7  | 2,1 | 1,4   | 91,4 | 3,5 | 5,1 |
| E        | 58    |         | 0,4                                 | 35,6 | 43,2 | 10,4 | 1,9 | 2,3   | 89,6 | 4,2 | 6,2 |
| E        | 70    |         | 0,4                                 | 47,1 | 36,7 | 8,8  | 0,5 | 1,5   | 93,0 | 2,0 | 5,0 |
| E        | 90    |         | 0,3                                 | 39,9 | 48,3 | 10,2 | 1,3 |       | 98,7 | 1,3 |     |
| Ae-Bv    | 105   |         | 0,2                                 | 32,5 | 53,1 | 12,4 | 1,8 |       | 98,2 | 1,8 |     |
| Bsv      | 130   |         | 0,7                                 | 39,3 | 46,5 | 11,8 | 1,7 |       | 98,3 | 1,7 |     |
| Cv       | 175   |         | 1,8                                 | 40,2 | 43,6 | 12,4 | 2,0 |       | 98,0 | 2,0 |     |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| E+rAp    | 1,38              | 47        | 26                   | 21  | 11  | 7   | 19     |      |
| E+rAp    | 1,45              | 44        | 25                   | 21  | 10  | 6   | 19     |      |
| E        | 1,52              | 42        | 20                   | 15  | 12  | 5   | 15     |      |
| E        | 1,51              | 42        | 20                   | 14  | 6   | 3   | 16     |      |
| E        | 1,50              | 43        | 16                   | 10  | 6   | 3   | 13     |      |
| Ae-Bv    | 1,55              | 41        | 16                   | 10  | 4   | 2   | 15     |      |
| Bsv      | 1,54              | 41        | 21                   | 16  | 5   | 3   | 18     |      |
| Cv       | 1,55              | 41        | 15                   | 10  | 3   | 2   | 14     |      |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| Of       | 4,6                | 4,2                  | 0                 | 38,4             | 1,58           | 24  |                 |                 |                                  |                    |                    | 0,08           |
| E+rAp    | n.b.               | 3,3                  | 0                 | 1,9              | 0,18           | 11  | 4,3             | 2,2             | 0,5                              | 5,8                | 0,9                | 0,05           |
| E+rAp    |                    | 3,7                  | 0                 | 1,27             | 0,1            | 13  | 3,9             | 2,0             | 0,5                              | 4,9                | 0,6                | 0,04           |
| E        |                    | 4,2                  | 0                 | 0,99             | 0,08           | 12  | 3,4             | 2,0             | 0,6                              | 4,4                | 0,7                | 0,03           |
| E        |                    | 4,1                  | 0                 | 0,59             | 0,04           | 15  | 2,8             | 1,4             | 0,5                              | 2,6                | 0,5                | 0,03           |
| E        |                    | 4,3                  | 0                 | 0,24             | 0,03           |     | 2,0             | 0,9             | 0,5                              | 1,8                | 0,4                | 0,02           |
| Ae-Bv    |                    | 4,4                  | 0                 | 0,19             | 0,02           |     | 1,6             | 0,6             | 0,4                              | 1,8                | 0,4                | 0,02           |
| Bsv      |                    | 4,5                  | 0                 | 0,17             | 0,02           |     | 2,6             | 0,7             | 0,3                              | 2,7                | 0,4                | 0,02           |
| Cv       |                    | 4,4                  | 0                 | 0,06             | 0,02           |     | 1,3             | 0,3             | 0,2                              | 0,8                | 0,6                | 0,01           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |    |    |   |    | BS |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|----|----|----|---|----|----|
|          | mmol <sub>e</sub> /kg | mmol <sub>e</sub> /kg | H+Al                              | Al | Ca | Mg | K | Na | %  |
| E+rAp    | 83                    | n.b.                  | 96                                |    | 4  | 0  | 0 | 0  | 4  |
| E+rAp    | 67                    |                       | 77                                |    | 6  | 0  | 0 | 0  | 7  |
| E        | 56                    |                       | 52                                |    | 14 | 0  | 0 | 0  | 21 |
| E        | 41                    |                       | 46                                |    | 6  | 0  | 0 | 0  | 12 |
| E        | 22                    |                       | 24                                |    | 2  | 0  | 0 | 0  | 8  |
| Ae-Bv    | 17                    |                       | 19                                |    | 2  | 0  | 0 | 0  | 10 |
| Bsv      | 21                    |                       | 34                                |    | 2  | 0  | 0 | 0  | 6  |
| Cv       | 9                     |                       | 4                                 |    | 2  | 0  | 0 | 0  | 33 |

## **Anhang: Analysemethoden zu den Exkursionen Z1, Z2, G1, G2, G3, G6, G7, H4**

Korngrößenverteilung: nach Vorbehandlung mit  $H_2O_2$  und  $Na_4P_2O_7$ , Naßsiegung bis  $63 \mu$ ; Schlämmanalyse (Pipettverfahren) nach KÖHN; DIN 19683/1 u. 2.

Porenraumgliederung: bis pF 2,0 hängende Wassersäule, pF 2,5 - 4,2 nach RICHARDS in Überdruckapparatur; DIN 19683/3. Probenahme: 100 ml Stechzylinder mit 3 - 6 Wiederholungen je Horizont.

Wasserdurchlässigkeit: mit Haubenpermeameter nach HARTGE; DIN 19683/2. Probenahme: 250 ml Stechzylinder mit 8 - 10 Wiederholungen je Horizont.

Porenvolumen: berechnet aus Rohdichte und Reindichte. Messung der Reindichte mit Heliumpyknometer (Fa. micromeritics).

Einheitswasserzahl: g Wasser je g TS des Bodens unter einer wirksamen Spannung von 100 kPa ( $\cong$  pF 3,0) nach SCHMIDT, 1986.

r-Wert: Nicht hydrolysierbarer (72%  $H_2SO_4$ ) organischer Rückstand in % der aschefreien org. Substanz nach DIN 11540.

pH-Wert: in 0,01 M/l Calciumchloridlösung (DIN 19684/1; VDLUFA-Methodenbuch, 1991).

Carbonat: nach SCHEIBLER, (DIN 19684/5; VDLUFA-Methodenbuch, 1991).

Kohlenstoff: gaschromatische Bestimmung von Gesamt-C ( $C_t$ ) am C/N-Analyser (Fa. Heraeus), organisches C ( $C_{org}$ ) berechnet aus  $C_t$  - C-Carbonat.

Stickstoff: gaschromatische Bestimmung von Gesamt-N ( $N_t$ ) am C/N-Analyser.

Potentielle Kationenaustauschkapazität (KAK<sub>pot</sub>): nach MEHLICH (DIN 19684/8).

Kationenaustauschkapazität von Moorböden: bei pH 4,5 und 7,0 mit 0,25 mol/l  $SrCl_2$ -Lösung (pH 4,5) und 0,25 mol/l Ba-acetat-Lösung (pH 7,0) nach FEIGE (1969).

Austauschbare Kationen: Austausch mit  $BaCl_2$ -Lösung, bei Moorböden mit  $SrCl_2$ -Lösung.

Berechnung der Basensättigung:

$$^1) BS[\%] = \frac{\Sigma Ca + Mg + K + Na}{\Sigma (H + Al) + Ca + Mg + K + Na} \cdot 100$$

lösliche Pflanzennährstoffe: DL- bzw. CAL-Extraktion von P und K (VDLUFA-Methodenbuch, 1991).

Oxalat- und dithionitlösliches Eisen:  $Fe_{ox}$  und  $Fe_{dith}$  nach DIN 19684/6 und 7.

Gesamteisen (Fe), Gesamtphosphor (P): Königswasseraufschluß (SCHLICHTING et al., 1995)

Schwermetalle: Aufschluß mit Königswasser (DIN 38414, VDLUFA-Methodenbuch, 1991).

Die Analysen wurden durchgeführt von:

Fr. A. Goldmann (Körnung, Referat Sedimentpetrographie); Fr. R. Wolf-True, H. Evermann, A. Zuk (Bodenphysik); Fr. J. Wroblewski, Fr. J. Papies, J. Harling, Fr. M. Casjens, K. Hinrichsen (Bodenchemie)

Manuskriptbearbeitung: Fr. R. Nettelmann

### Literatur:

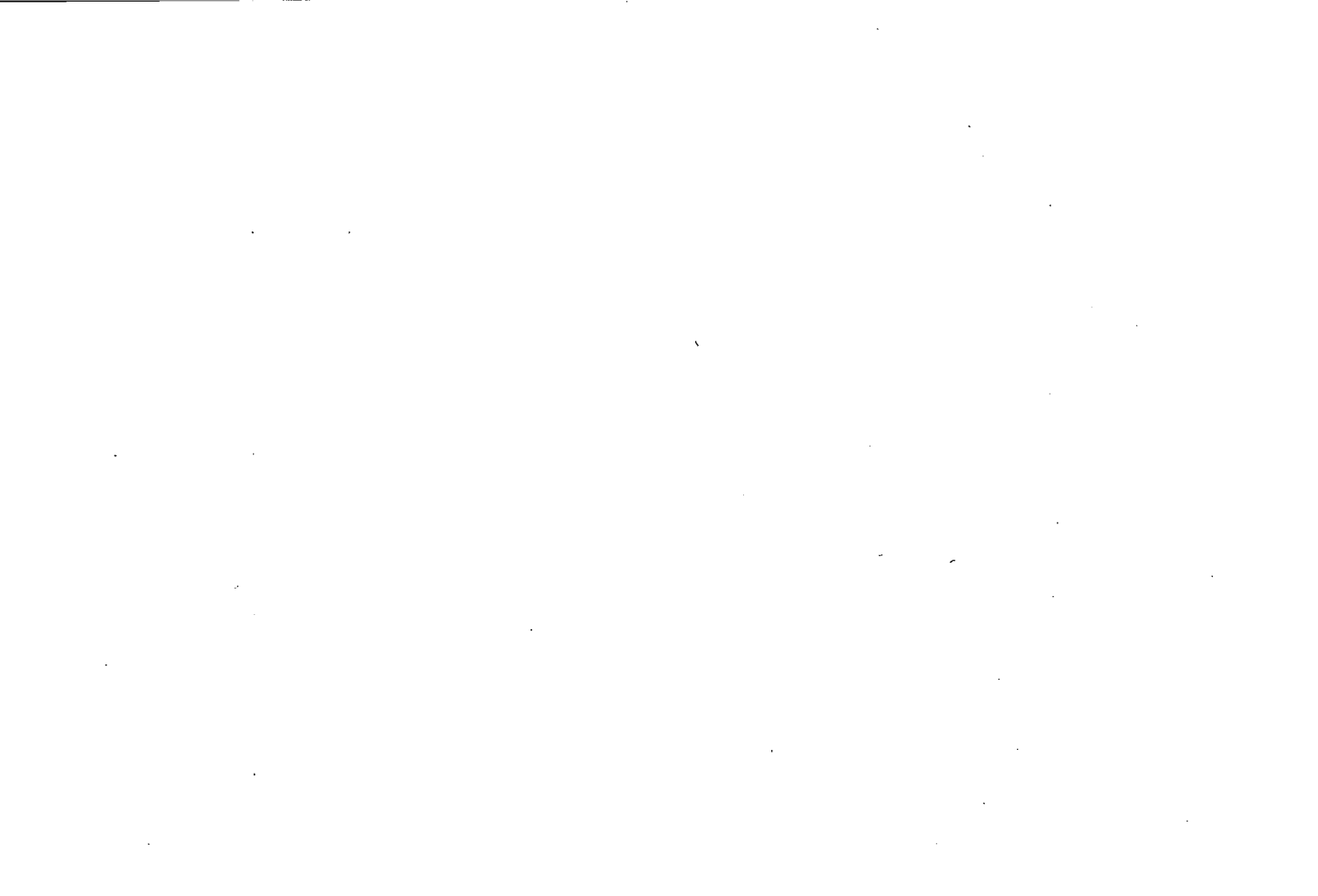
AG BODENKUNDE der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage, Hannover.

DEUTSCHE NORMEN: Deutscher Normenausschuß; Berlin, Köln (Beuth)

FEIGE, W. (1969): Bestimmung der Kationenaustauschkapazität und austauschbarer Kationen von carbonatfreien Moorböden.- Z. Pflanzenemähr. u. Bodenkde., 123, 101 - 105, Weinheim.

VDLUVA [Hrsg.] (1991): Methodenbuch, 1. Die Untersuchung von Böden. - 4. Aufl.; Darmstadt

SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P. & STAHR, K. (1995): Bodenkundliches Praktikum; Blackwell.



|                          |
|--------------------------|
| <b>Exkursion<br/>G 1</b> |
|--------------------------|

## **Böden der östlichen Geest**

- Probleme ihrer Nutzung und Darstellbarkeit in Karten -

von

J. Boess <sup>1)</sup>, V. Hennings <sup>2)</sup>, K. Köhler <sup>2)</sup>, E. Fricke <sup>3)</sup>, G. Baumgärtel <sup>3)</sup>, W. Duijnisveld <sup>2)</sup>

### **Inhalt**

Einleitung

Geologisch-morphologischer Überblick über Nordostniedersachsen

Klima

Vegetation

Bodennutzung

Exkursionspunkt G 1.1

Landschaftsentwicklung

Bodenentwicklung und Vergesellschaftung

Exkursionspunkt G 1.2

Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratauswaschung

Exkursionspunkte G 1.3 - G 1.4

Arealheterogenität der Bodengesellschaften eines Stauchendmoränengebietes

Räumliche Variabilität von Kennwerten des Wasser- und Stoffhaushaltes

Exkursionspunkt G 1.5

Umfang und Bedeutung der Feldberegnung in Niedersachsen

Kurzvorstellung des Pilotprojektes Stadensen

Literatur

### **Einleitung**

Ziel der Exkursion ist es, einen Überblick über charakteristische Böden des nordostniedersächsischen Tieflandes zu vermitteln. Schwerpunktthemen werden die Darstellbarkeit der räumlichen Variabilität in Bodenkarten, die Auswirkungen konventioneller und schonender Bewirtschaftung auf Stoffausträge sowie die Problematik der Feldberegnung sein. Die Fahrtroute und die Lage der einzelnen Exkursionspunkte sind den Abbildungen 1 und 2 zu entnehmen.

### **Geologisch-morphologischer Überblick über Nordostniedersachsen**

Das Exkursionsgebiet liegt in der Lüneburger Heide, einer Landschaft, die oberflächlich überwiegend durch die Ablagerungen der Saale-Kaltzeit (siehe Tab. 1) geprägt ist. Ältere Ablagerungen sind nur lückenhaft überliefert und meist aus Bohrungen bekannt. Während der Saale-Kaltzeit, die sich in das Drenthe- und Warthe-Stadium unterteilt, ist der Raum zunächst vom Haupt-Drenthe-Inlandeis überfahren worden, das bis in die Mittelgebirge und die Niederrheinische Bucht reichte. Vor dem sich ausbreitenden Inlandeis wurden kiesige Schmelzwassersande abgelagert, die anschließend von den Gletschern des Haupt-Drenthe-Vorstoßes überfahren und von einer Grundmoräne überlagert wurden. Dieser Eisvorstoß ist für die Entstehung mehrerer Endmoränenzüge (s. Abb. 3) verantwortlich, die sich am Rande des zeitweilig stagnierenden Eises bildeten und anschließend durch das Inlandeis überfahren wurden (SCHWARZ 1997, MEYER 1994). Das Haupt-Drenthe-Inlandeis hat mächtige Geschiebelehme /-mergel und Schmelzwassersande hinterlassen.

### Anschriften der Autoren:

<sup>1)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, 30655 Hannover

<sup>2)</sup> Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, 30655 Hannover

<sup>3)</sup> Landwirtschaftskammer Hannover, Johannsenstr. 10, 30159 Hannover

## BODENREGIONEN UND BODENGROSSLANDSCHAFTEN in Niedersachsen und Bremen

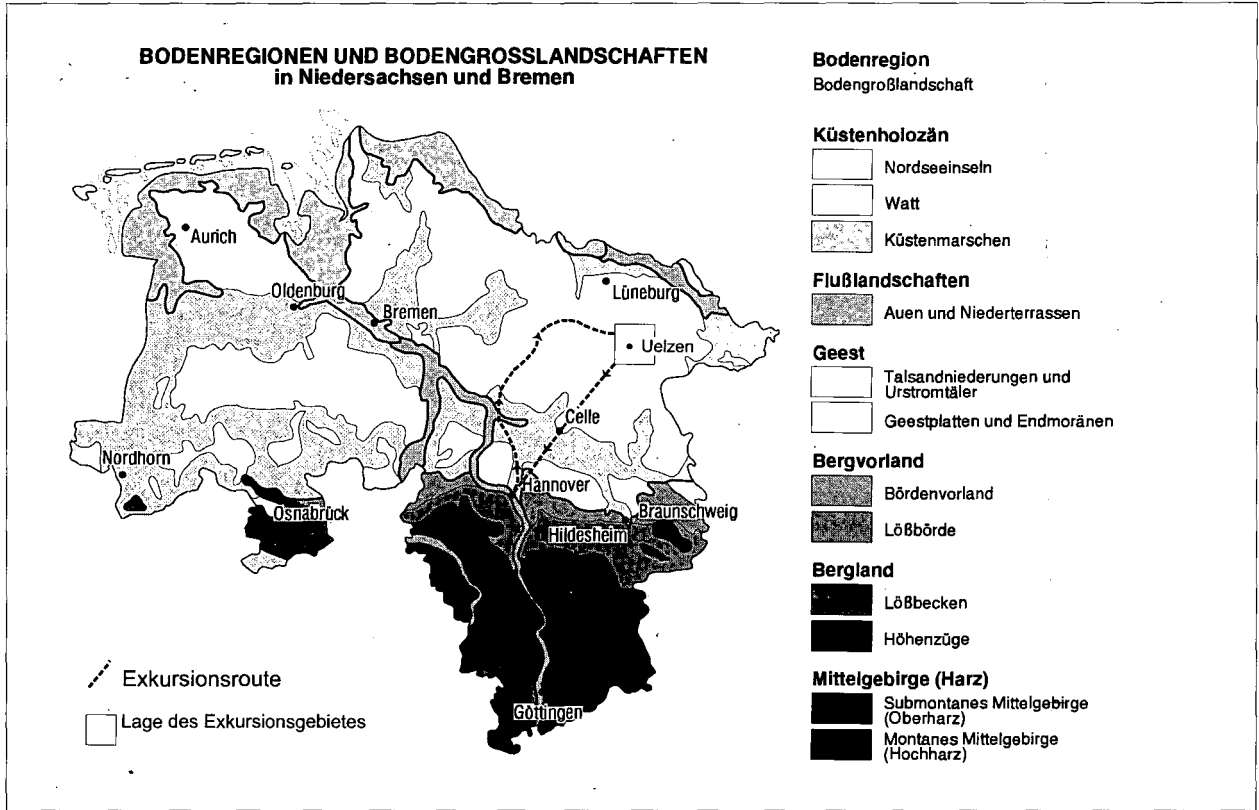


Abb. 1: Exkursionsroute

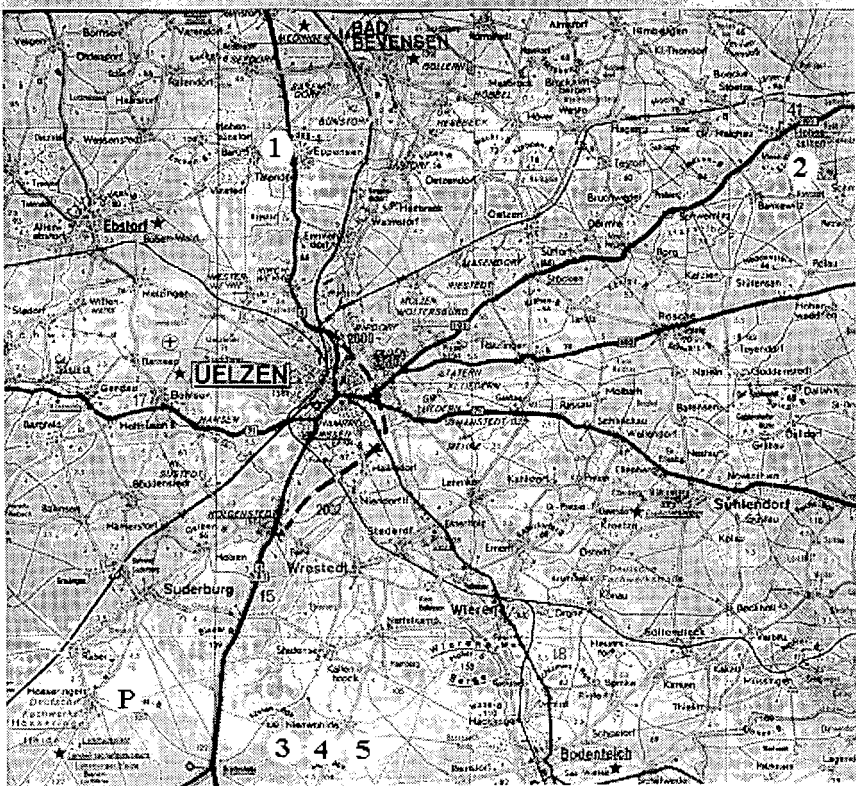


Abbildung 2: Lage der Exkursionspunkte

Nachdem eine Klimaverbesserung den Rückzug des Haupt-Drenthe-Eises aus diesem Raum bewirkte, kam es im Jüngeren Drenthe-Stadium zu einem erneuten Eisvorstoß (Lamstedter Vorstoß), der die nördliche Lüneburger Heide überfuhr und die älteren Ablagerungen mit einer etwa 5 – 10 m mächtigen Grundmoräne überzog, die aber heute durch Erosion z.T. nur noch lückenhaft anzutreffen ist.

Zwischen den einzelnen saale-zeitlichen Eisvorstößen sind in Niedersachsen keine Bodenbildungen nachweisbar, es sind jedoch an einigen Stellen in der Haupt-Drenthe-Moräne Eiskeile festgestellt worden, die einen Froststrukturboden belegen (HÖFLE et al. 1990).

Am Ende der Saale-Kaltzeit setzte eine Erosion des zu diesem Zeitpunkt noch wesentlich ausgeprägteren Reliefs ein. Moränenwälle wurden abgetragen, gerade erst entstandene Täler verfüllt. In Söllen, Schmelzwasserkolken und subglazialen Rinnen bildeten sich Seen, die bis in die Eem-Warmzeit und zum Teil in das Holozän Bestand hatten. In ihnen kam es zur Bildung von Torfen, Mudden, Süßwassermergeln und lokal zur Bildung von Kieselgurlagerstätten (BENDA & BRANDES 1974), die Eem-Alder belegen.

Während der letzten großen Vereisungsphase in der Weichsel-Kaltzeit reichte die Inlandvereisung nur im Hochglazial bis fast an die Elbe. Der Bereich der Lüneburger Heide lag im Permafrostgürtel, und es kam hier zu den typischen Erosionserscheinungen wie Ausblasungen und Abspülungen sowie zu Bodenfließen (Solifluktion). Die Abtragungsprodukte wurden z.T. in den Tälern und Niederungen abgelagert (Niederterrassen) oder wurden als Flugsanddecken sedimentiert.

Ein besonderes Phänomen stellt die Ablagerung von Sandlöß dar, dessen Entstehung in den späteren Abschnitt der Weichsel-Kaltzeit datiert wird (VIERHUFF 1967). Aufgrund von Sedimentuntersuchungen ergibt sich, dass das Lößmaterial aus pleistozänen Sedimenten ausgeweht wurde. Aus dem engen

Zusammenhang zwischen der Ausrichtung von Binnendünen, der heutigen Windstärkenverteilung und der mittleren Windrichtung im Juni wird gefolgert, dass ähnliche Windverhältnisse während der Sedimentation des Sandlösses im Hoch- und Spätglazial geherrscht haben. Das inselhafte Vorkommen wird auf die ablenkende Wirkung des Reliefs auf die bodennahen Winde zurückgeführt (VIERHUFF 1967).

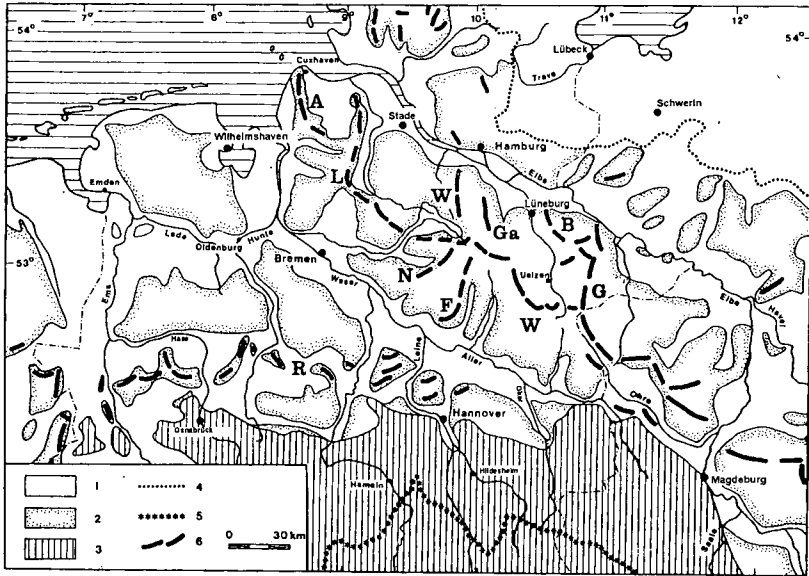


Abbildung 3:  
Morphologische Gliederung Niedersachsens und angrenzender Gebiete (aus: CASPERS et al. 1995)  
1: Niederungen, weichselzeitliche Sande, Marschen, 2: pleistozäne Hochflächen („Geest“), 3: Mittelgebirge (Mesozoikum-Paläozoikum), 4: Maximalausdehnung des Weichsel-Eises, 5: Maximalausdehnung des Saale-Eises („Feuersteinlinie“), 6: wichtige Endmoränen: R = Rehburger Phase, F = Falkenberg-E., N = Neuenkirchener E., A = Altenwalder E., L = Lamstedter Phase, W = Warthe-Stadium (Maximalausdehnung), Ga = Garlstorfer E., B = Barendorfer E., G = Gohrde E.

Im Holozän bildete sich das heutige Gewässernetz aus. In flachen Senken und den Auen zahlreicher Flüsse kam es zur Versumpfung und dem Aufwachsen von Niedermoor torfen, während Hochmoore nach NE zu immer seltener und kleiner werden.

Morphologisch läßt sich die Lüneburger Heide in zwei Landschaften gliedern, die durch ein zentrales, etwa NNW - SSE verlaufendes Höhengebiet getrennt werden, das von den Schwarzen Bergen bei Harburg über den Wilseder Berg (169 m) bis in die Altmark verläuft (RICHTER 1990). Diese Höhenzüge mit ihren hintereinander liegenden bzw. ineinander laufenden Endmoränenstapeln und die von ihnen umschlossenen glazialen Zungenbecken bilden die sehr abwechslungsreiche Hügellandschaft der Nordheide.

Über das Alter der Anlage dieses Höhengebietes sowie den Grad seiner Überprägung während der letzten Kaltzeiten bestehen in der Literatur unterschiedliche Meinungen (vgl. HAGEDORN 1964). Umstritten ist vor allem die Frage, ob die letzte formende Prägung mehr einem jung-drenthezeitlichen oder warthezeitlichen Eisvorstoß der Saale-Kaltzeit zuzuschreiben ist. Nach heutigem Kenntnisstand werden die Höhenzüge als Endmoränen gedeutet, die von jung-drenthezeitlichen, z.T. aber auch schon älteren



Eisvorstößen aufgeschüttet, z.T. auch aufgeschoben wurden und die nach Süden strömenden Schmelzwässer aufstauten.

Tabelle 1: Stratigraphie wichtiger jüngerer Quartär-Ablagerungen in Nordostniedersachsen (vereinfacht aus MEYER 1998)

| Stratigraphie                                               |                                                                                         | Typische Ablagerungen                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Holozän<br>0 bis<br>ca. 10.000 J.<br>vor heute              |                                                                                         | Subatlantikum<br>Subboreal<br>Atlantikum<br>Boreal<br>Präboreal<br>Flugsand, Dünen<br>Auesand, Uferwälle<br>Auelehme<br>Nieder- u. Hochmoortorf<br>Mudde                                                                                                |
| Weichsel-<br>Kaltzeit<br>bis<br>ca. 115.000 J.<br>vor heute | Ober-<br>Weichsel                                                                       | Jüngere Dryas<br>Alleröd-Interstadial<br><br>Ältere Dryas<br>Bölling-Interstadial<br>Älteste Dryas<br>Jüngerer Flugdecksand<br>Usselo-Boden, Laacher See-Tuff<br>Älterer Flugdecksand<br>Hangsand, Flußsand<br>Ältester Flugdecksand                    |
|                                                             | Mittel-<br>Weichsel                                                                     | Hochglazial<br>Denekamp-Interstadial<br>Hengelo-Interstadial<br>Moershovd-Interstadial<br>Glinde-Interstadial<br>Oerel-Interstadial<br>Sandlöß<br>Fließerden<br>Flugsand, Geschiebedecksand<br>Niederungs- u. Hangsand<br>Niederterrasse<br>Torf, Mudde |
|                                                             | Unter-<br>Weichsel                                                                      | Odderade-Interstadial<br>Brörup- &<br>Amersfoort-Interstadial<br>Torf, Mudde                                                                                                                                                                            |
| Eem-<br>Warmzeit bis ca. 125.000 vor heute                  |                                                                                         | Torf, Mudde, Kieselgur, Ton                                                                                                                                                                                                                             |
| Saale-<br>Komplex<br>bis ca.<br>230.000 v.h.                | Warthe-Stadium<br>Geschiebemergel<br>Schmelzwassersand u. -kies<br>Beckenschluff u. Ton |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                             | Drenthe-<br>Stadium                                                                     | Jüngere Drenthe<br>(Lamstedter Phase)<br>Geschiebemergel<br>Schmelzwassersand u. -kies<br>Beckenschluff u. Ton                                                                                                                                          |
|                                                             |                                                                                         | Haupt-Drenthe<br>(Hamelner Phase)<br>Geschiebemergel<br>Schmelzwassersand u. -kies<br>Beckenschluff u. Ton                                                                                                                                              |
|                                                             | Dömnitz-Warmzeit<br>Torf, Mudde                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Fuhne-Kaltzeit<br>Periglaziäre Sande                        |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Hölstein-Warmzeit ca. 230.000 v.h. oder älter               |                                                                                         | Torfe, Mudde, Kieselgur, Ton                                                                                                                                                                                                                            |

Die südlich des Endmoränenzuges sich erstreckende Südheide ist dagegen deutlich reliefärmer. Die Landschaft wird bestimmt von den flach nach Süden zum Aller-Urstromtal abfallenden Sanderflächen, die in etwa 100 m ü. NN an den Endmoränenzügen ansetzen und zum Aller-Urstromtal bis auf etwa 40-50 m ü. NN abfallen (RICHTER 1990). Den Sandern sind jedoch zunächst kleine, dann größer werdende Grundmoränen-Flächen aufgesetzt (MEYER 1998b).

### Klima

Das niedersächsische Flachland ist aufgrund seiner Küstennähe klimatisch maritim beeinflusst. Der maritime Einfluß nimmt aber von der Küste nach Südosten ab, und kontinentale Einflüsse werden im jährlichen Wetterablauf bemerkbar.

Dieser Klimawandel ist auch im Exkursionsgebiet bemerkbar und wird durch das Relief verstärkt, da die Region im Windschatten der Hohen Heide gelegen ist. Langjährige Wetterbeobachtungen zeigen, dass eine weitere Differenzierung erfolgt, die durch das Ilmenautal und die das Uelzener Becken umgebenden Endmoränenzüge bestimmt wird (SCHWIND 1949). So teilt sich die Region in eine Hälfte östlich der Ilmenau mit Jahresmitteltemperaturen zwischen 7,0 – 8,0 °C und westlich mit 8,0 – 8,5 °C. Ferner sind Temperaturunterschiede zwischen dem Uelzener Becken und den umgebenden Höhen festzustellen. So beträgt die Schwankung zwischen dem kältesten und dem wärmsten Monat im Jahresverlauf für Uelzen 17,2 °C, für Ebstorf 17,8 °C. Neuere Wetterdaten der Station Uelzen geben die mittlere Jahrestemperatur mit 8,5° C an.

Im Kreis Uelzen wurden im langjährigen Mittel Niederschläge zwischen 600 und 700 mm gemessen, eine für die kontinental betonten Landschaften Niedersachsens durchschnittliche Menge. Von der Station Uelzen liegen für den Zeitraum 1960 – 1990 die in Tabelle 2 aufgeführten Messwerte vor, die eine negative mittlere klimatische Wasserbilanz für die Vegetationsperiode belegen (Quelle: Deutscher Wetterdienst, Offenbach).

Tabelle 2: Mittlerer jährlicher Niederschlag und potentielle Evapotranspiration nach HAUDE der Station Uelzen für den Zeitraum 1960 – 1990 (Deutscher Wetterdienst)

| Mittlerer jährlicher Niederschlag<br>[mm] |                     | Mittlere jährliche potentielle<br>Evapotranspiration<br>nach HAUDE [mm] |                     | Mittlere jährliche klimatische<br>Wasserbilanz<br>[mm] |                     |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
| Sommer-<br>halbjahr                       | Winter-<br>halbjahr | Sommer-<br>halbjahr                                                     | Winter-<br>halbjahr | Sommer-<br>halbjahr                                    | Winter-<br>halbjahr |
| 626                                       |                     | 554                                                                     |                     | 72                                                     |                     |
| 351                                       | 275                 | 438                                                                     | 116                 | -87                                                    | 159                 |

### Vegetation

Im Wuchsgebiet des Ostniedersächsischen Tieflandes wird aufgrund von Vergleichen mit dem heutigen Wuchsverhalten von Eiche und Buche als potentielle natürliche Waldgesellschaft für die Standorte aus Geschiebedecksand über silikatarmer Schmelzwassersanden die ursprüngliche Vorherrschaft von ärmeren Buchenwald-Gesellschaften angenommen (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 1985). Erst auf den noch ärmeren Standorten der saale-zeitlichen Endmoränen und den Sanderflächen wurden die Drahtschmielen-Buchenwälder durch Buchen-Eichen- und schließlich durch Eichen-Birkenwald, nach TÜXEN (1929) der Klimawald der leichten nährstoffarmen Böden, abgelöst. Auf Geschiebelehm- und -mergelstandorten sowie in den Sandlößgebieten haben sich reichere Gesellschaften bodensaurer Buchenwälder erhalten. In den feuchten Talauen war ursprünglich die Pflanzengesellschaft des Erlenbruchwaldes mit Schwarzerle, Wildem Hopfen, Bittersüßem Nachtschatten, Verlängerter Segge u.a. anzutreffen (SCHWIND 1949).

Die Verdrängung des Eichen-Birkenwaldes erfolgte durch menschliche Eingriffe, die eine Sandheide-Gesellschaft bewirkten. Seit 1768 (OLBRICHT 1909) wurden diese Flächen bewußt mit Kiefern aufgeforstet. Es muß aber davon ausgegangen werden, dass die Kiefer vor allem auf den ärmsten und trockensten Sandstandorten schon immer eine beträchtliche Rolle als Nebenbaumart gespielt hat. Die Ausbreitung der Kiefer hat nicht erst mit den großflächigen Aufforstungen der Heide begonnen, diese anspruchslose Baumart war vielmehr stärker noch als Birke und Eiche Erstbesiedler der devastierten Flächen.

### Bodennutzung

Der Landkreis Uelzen umfaßt eine Fläche von 145.324 ha. Hiervon wurden nach der Bodennutzungshaupterhebung des Statistischen Bundesamtes (StBA) im Jahre 1994 78.558 ha (54 %) landwirtschaftlich genutzt. Nach SCHWIND (1949) betrug der Flächenanteil im Jahre 1945 nur 72.174 ha (50 %). Die forstlich genutzten Flächen umfassen 47.918 oder 33 % (1945: 53.210 ha = 37 %). Wasserflächen und sonstige Nutzungen (Siedlungen, Straßen, Ödland) nehmen 18.848 ha oder 13,0 % ein (1945: 19.116 ha = 13,2 %).

Die landwirtschaftlichen Flächen werden zu 84,9 % (1945: 81,6 %) ackerbaulich, zu 10,2 % (1945: 17 %) als Grünland und zu 4,9 % (1945: 1,4) anderweitig genutzt. Die Anteile der wichtigsten Feldfrüchte sind aus Tabelle 3 zu entnehmen (nach StBA 1994 und SCHWIND 1949).

Tabelle 3: Angebaute Feldfrüchte auf den Ackerflächen im Kreis Uelzen

| Früchte      | StBA 1994 |                        | 1945 (n. SCHWIND) |                        |
|--------------|-----------|------------------------|-------------------|------------------------|
|              | ha        | % der ges. Ackerfläche | ha                | % der ges. Ackerfläche |
| Getreide     | 33.812    | 50,7                   | 31.363            | 53,6                   |
| Weizen       | 9.272     | 13,9                   | 1.310             | 2,2                    |
| Roggen       | 4.865     | 7,3                    | 16.032            | 27,3                   |
| Wintergerste | 9.254     | 13,9                   | -                 | -                      |
| Sommergerste | 6.276     | 9,4                    | -                 | -                      |
| Gerste       | 15.530    | 23,3                   | 1.519             | 2,6                    |
| Hafer        | 1.154     | 1,7                    | 8.786             | 15,0                   |
| Menggetreide | -         | -                      | 3.716             | 11,8                   |
| Hackfrüchte  | 23.588    | 35,4                   | 22.286            | 37,6                   |
| Rüben        | 12.337    | 18,5                   | 8.076             | 13,6                   |
| Kartoffeln   | 11.237    | 16,8                   | 14.210            | 24,0                   |
| Raps         | 1.655     | 2,5                    | -                 | -                      |
| Sonstiges    | 7.603     | 11,4                   | 5.149             | 8,8                    |

### Exkursionspunkt G 1.1: Kolluvium über Parabraunerde bei Barum

#### *Landschaftsentwicklung*

Das Profil Barum liegt in der hügeligen Nordheide, einer Landschaft mit einem sehr ausgeprägten Relief. In der Gemarkung Barum sind Flächen mit einer Hangneigung von bis zu 15 % anzutreffen, der überwiegende Teil der Hangflächen liegt im Gefällebereich zwischen 3 % und 6 %. Vergleicht man die Höhenlagen in der Gemarkung, so sind Höhenunterschiede von über 50 m zu verzeichnen. Das Gros der Ackerflächen befindet sich in einem Niveau von 60 – 70 m ü. NN. Hauptvorfluter ist der Mühlenbach, der in die Ilmenau entwässert.

Der Untergrund ist durch glaziale Ablagerungen (Geschiebelehm, glazifluviale Sande) geprägt, die von einer 3 – 20 dm mächtigen Sandlößdecke überzogen sind. Das Auftreten von geringmächtigen Sandlößdecken ist z.T. auf Erosion zurückzuführen, es hat sich aber schon primär auf den Hochflächen weniger äolisches Material abgelagert als an den Hängen. Erodirtes und umgelagertes Material (Schwemmlöß) ist verbreitet am Hangfuß, in Mulden und Tälern anzutreffen (GROSSE 1965).

#### *Bodenentwicklung und Vergesellschaftung*

Entsprechend der unterschiedlichen Ausgangsmaterialien sind die anzutreffenden Bodentypen sehr vielfältig. Aus den glazifluviatilen Sanden sind in der Regel Braunerden bzw. unter Wald auch Podsol-Braunerden entwickelt. Aus Geschiebelehm haben sich je nach Mächtigkeit der periglazialen Decke ebenfalls Braunerden bzw. Pseudogley-Braunerden ausgebildet. Auf den Sandlößstandorten entwickelten sich Parabraunerden. Die durch landwirtschaftliche Nutzung hervorgerufene Erosion führte zu einer starken Veränderung der Böden. So sind im Oberhang, auf Kuppen und Hangkanten die Parabraunerden oft erodiert oder gekappt. In Hangmulden, am Hangfuß und in Tälern sind entsprechend Kolluvien oder Gley-Kolluvien entstanden.

## Exkursionspunkt G 1.1

### Standortbeschreibung

Lage: TK25: Blatt 2929 Bad Bevensen, ca. 1 km nordöstlich Barum  
R: 4401200, H: 5881825, Höhe über NN: 53,75 m  
Relief: schwach geneigter Unterhang  
Nutzung: Acker

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                        |
|----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-30       | schwach lehmiger Schluff, dunkelbraungrau, schwach humos, geringe Lagerungsdichte; Schwemmlöß                       |
| wM       | -50        | schwach lehmiger Schluff, braun, sehr schwach humos, mittlere Lagerungsdichte; Schwemmlöß                           |
| Al       | -65        | sandiger Schluff, fahlbraunbeige, mittlere Lagerungsdichte; Sandlöß                                                 |
| Bt       | -90        | lehmiger Schluff, rötlichbraun, mittlere Lagerungsdichte; Sandlöß                                                   |
| Bt       | -125       | schwach lehmiger Sand, diffus eingelagert sandiger Schluff, graubraun, mittlere Lagerungsdichte; Sandlöß            |
| Bbt-Cv   | -160       | feinsandiger Mittelsand, in Bändern schwach toniger Sand, beige gelb, mittlere Lagerungsdichte; Flugsand            |
| Cv       | -180       | feinsandiger Mittelsand, stark steinhaltig; Steinsohle, beige grau, mittlere Lagerungsdichte; glazifluviatiler Sand |
| Cv       | -200       | feinsandiger Mittelsand, beige grau, mittlere Lagerungsdichte; glazifluviatiler Sand                                |

Bodentyp: KA4: YKn: Norm-Kolluvisol  
FAO: Cumulic Anthrosol  
NLfB: K35//L: Mittleres Kolluvium mit sehr hoher nutzbarer Feldkapazität über Parabraunerde

Ausgangssubstrat: Schwemmlöß über Sandlöß über Flugsand über glazifluviatilen Sand

Substrattyp: uz-sö(Slo)/p-sö(Slo)//a-as(Sa): Schwemmlöß über Sandlöß über tiefem Flugsand

**Physikalische und chemische Analysendaten\* von Exkursionspunkt G 1.1**

| Horizont | Tiefe    | Skelett  | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           |
|----------|----------|----------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|          | cm       | Gew.-%   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU+fU    | ΣS        | ΣU        | Ton       |
| <i>l</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| Ap       | 30       |          | 3,5                                 | 12,7     | 5,9      | 5        | 47,5     | 16,5     | 27,1      | 64        | 8,9       |
| wM       | 50       |          | 2,9                                 | 10       | 4,2      | 4,5      | 51,3     | 16,9     | 21,6      | 68,2      | 10,3      |
| Al       | 65       |          | 1,1                                 | 6,2      | 3,2      | 4,5      | 59       | 15,4     | 15        | 74,4      | 10,6      |
| Bt       | 90       |          | 0,2                                 | 1,9      | 0,9      | 3,1      | 57,8     | 15,8     | 6,1       | 73,6      | 20,3      |
| Bt       | 125      |          | 0,8                                 | 6        | 2,9      | 5        | 55,2     | 15,4     | 14,7      | 70,6      | 14,7      |
| Bbt-Cv   | 160      |          | 7,9                                 | 48,9     | 11,8     | 10,4     | 13,2     | 2,8      | 79        | 16        | 5         |
| Cv       | 180      | 15,7     | 19,2                                | 50,6     | 10,4     | 6,1      | 5,1      | 3,1      | 86,3      | 8,2       | 5,5       |
| Cv       | 200      |          | 3,8                                 | 69,7     | 16,9     | 5,4      | 0,7      | 0,5      | 95,8      | 1,2       | 3         |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |           |           |           | nFK       | kf        |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0       | 2,5       | 4,2       | Vol.-%    | cm/d      |
| <i>l</i> | <i>13</i>         | <i>14</i> | <i>15</i>            | <i>16</i> | <i>17</i> | <i>18</i> | <i>19</i> | <i>20</i> |
| Ap       | 1,48              | 44        | 38                   | 36        | 31        | 8         | 30        |           |
| wM       | 1,49              | 44        | 36                   | 33        | 25        | 8         | 28        | 23,2      |
| Al       | 1,42              | 47        | 33                   | 32        | 23        | 8         | 26        |           |
| Bt       | 1,52              | 43        | 36                   | 35        | 33        | 18        | 18        | 25,7      |
| Bt       | 1,61              | 39        | 34                   | 34        | 30        | 12        | 23        |           |
| Bbt-Cv   | 1,68              | 37        | 21                   | 19        | 10        | 3         | 18        | 52,9      |
| Cv       |                   |           |                      |           |           |           |           |           |
| Cv       |                   |           |                      |           |           |           |           |           |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N       | Fe <sub>e</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>e</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| <i>l</i> | <i>21</i>          | <i>22</i>            | <i>23</i>         | <i>24</i>        | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>          | <i>31</i>          | <i>32</i>      |
| Ap       | n.b.               | 5,9                  | 0                 | 0,99             | 0,11           | 9         | 4,7             | 2,4             | 0,5                              | 6,6                | 9,3                | 0,06           |
| wM       | n.b.               | 5,9                  | 0                 | 0,45             | 0,06           | 8         | 3,5             | 1,4             | 0,4                              | 1,0                | 7,3                | 0,03           |
| Al       | n.b.               | 5,9                  | 0                 | 0,27             | 0,03           |           | 3,7             | 1,4             | 0,4                              | 0,6                | 4,5                | 0,02           |
| Bt       | n.b.               | 6,0                  | 0                 | 0,21             | 0,03           |           | 7,1             | 1,0             | 0,1                              | 0,4                | 4,6                | 0,01           |
| Bt       | n.b.               | 6,1                  | 0                 | 0,09             | 0,02           |           | 4,4             | 1,1             | 0,3                              | 1,0                | 3,6                | 0,02           |
| Bbt-Cv   | n.b.               | 6,1                  | 0                 | 0,04             | 0,01           |           | 1,8             | 0,3             | (2)                              | 1,0                | 1,9                | 0,01           |
| Cv       | n.b.               | 6,0                  | 0                 | 0,03             | 0,01           |           | 3,0             | 0,4             | (0,1)                            | 1,2                | 2,2                | 0,03           |
| Cv       | n.b.               | 6,0                  | 0                 | 0,03             | 0,01           |           | 1,1             | 0,1             | (0,1)                            | 0,4                | 1,1                | 0,01           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>c</sub> /kg |           |           |           |           |           | BS        |
|----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | mmol <sub>c</sub> /kg | mmol <sub>c</sub> /kg | H+Al                                            | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        | %         |
| <i>l</i> | <i>33</i>             | <i>34</i>             | <i>35</i>                                       | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> | <i>41</i> |
| Ap       | 75                    | n.b.                  | 20                                              |           | 56        | 10        | 2         | 0         |           |
| wM       | 49                    | n.b.                  | 43                                              |           | 28        | 6         | 2         | 0         |           |
| Al       | 48                    | n.b.                  | 13                                              |           | 34        | 8         | 1         | 0         |           |
| Bt       | 93                    | n.b.                  | 38                                              |           | 76        | 10        | 1         | 0         |           |
| Bt       | 62                    | n.b.                  | 30                                              |           | 54        | 6         | 1         | 0         |           |
| Bbt-Cv   | 21                    | n.b.                  | 3                                               |           | 18        | 2         | 0         | 0         |           |
| Cv       | n.b.                  | n.b.                  |                                                 |           |           |           |           |           |           |
| Cv       | n.b.                  | n.b.                  |                                                 |           |           |           |           |           |           |

\* Analysenmethoden s. Anhang der Exkursion Z 2

## Exkursionspunkt G 1.2: Braunerde bei Hohenzethen

### Standortbeschreibung

Lage: TK25: Blatt 2930 Himbergen, ca. 600 m östlich Hohenzethen  
R: 4421750, H: 5880780, Höhe über NN: ca. 82 m  
Klima: 540 mm Jahresniederschlag; 8,6 °C Jahrestemperatur  
Relief: flach gewellte, leicht nach Osten abfallende Hangfläche  
Nutzung: Acker, Getreideanbau

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                           |
|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-30       | schwach schluffiger Mittelsand, schwach kiesig, 10YR3/3, mittel humos, geringe Lagerungsdichte; Geschiebedecksand                                      |
| Bv       | -52        | schwach schluffiger Mittelsand, schwach kiesig, 10YR5/6, sehr schwach humos, mittlere Lagerungsdichte; Geschiebedecksand                               |
| Bv       | -64        | feinsandiger Mittelsand, sehr schwach kiesig, 10YR6/6, mittlere Lagerungsdichte; Geschiebedecksand                                                     |
| Cv       | -95        | feinsandiger Mittelsand, in Bändern schwach toniger Sand, 10YR7/4, mittlere Lagerungsdichte; glazifluviatiler Sand                                     |
| Cv       | -160       | feinsandiger Mittelsand, lagenweise mittelsandiger Feinsand, in Bändern schwach toniger Sand, 10YR7/4, mittlere Lagerungsdichte; glazifluviatiler Sand |

Bodentyp: KA4: BBn: Norm-Braunerde  
FAO: Cambisol  
NLfB: B33: Mittlere Braunerde mit mittlerer nutzbarer Feldkapazität

Ausgangssubstrat: Geschiebedecksand über glazifluviatilem Sand  
Substrattyp: p-(k)s(Sp)/f-s(Sgf): kiesführender Sand  
(Geschiebedecksand) über Sand (Schmelzwassersand)

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 1.2**

| Horizont | Tiefe    | Skelett  | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           |
|----------|----------|----------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|          | cm       | Gew.-%   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU+fU    | ΣS        | ΣU        | Ton       |
| <i>l</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| Ap       | 30       | 1,3      | 5,2                                 | 48,5     | 19,5     | 9,7      | 8,7      | 4,8      | 82,9      | 13,5      | 3,5       |
| Bv       | 52       | 8,3      | 6,1                                 | 42,9     | 18,1     | 8,9      | 14,2     | 5,6      | 76,0      | 19,8      | 4,2       |
| Bv       | 64       | 5,7      | 6,5                                 | 58,6     | 24,0     | 6,6      | -        | -        | 95,7      | -         | -         |
| Cv       | 95       | -        | 3,8                                 | 73,7     | 19,1     | 3,2      | -        | -        | 99,9      | -         | -         |
| Cv       | 160      | -        | 9,8                                 | 64,6     | 18,8     | 5,6      | -        | -        | 98,9      | -         | -         |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |           |           |           | nFK       | kf        |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0       | 2,5       | 4,2       | Vol.-%    | cm/d      |
| <i>l</i> | <i>13</i>         | <i>14</i> | <i>15</i>            | <i>16</i> | <i>17</i> | <i>18</i> | <i>19</i> | <i>20</i> |
| Ap       | 1,49              | 44        | 15                   | 10        | 8         | 3         | 11        | 157,0     |
| Bv       | 1,49              | 44        | 13                   | 9         | 8         | 3         | 10        | 157,0     |
| Bv       | 1,55              | 42        | 10                   | 6         | 4         | 3         | 7         | 221,0     |
| Cv       | 1,58              | 40        | 10                   | 8         | 4         | 3         | 7         | 169,0     |
| Cv       | 1,62              | 38        | 10                   | 8         | 5         | 2         | 8         | 169,0     |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus     | N <sub>i</sub> | C/N       | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>a</sub> /Fe <sub>o</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %         | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>l</i> | <i>21</i>            | <i>22</i>         | <i>23</i>        | <i>24</i> | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>          | <i>31</i>          | <i>32</i>      |
| Ap       | 5,5                  |                   | 0,9              |           | 0,05           | 16,9      | 2,1             | 1,1             | 0,5                              | 6,9                | 14,3               | 0,044          |
| Bv       | 5,8                  |                   | 0,3              |           | 0,01           | -         | 1,9             | 0,6             | 0,3                              | 0,4                | 3,5                | 0,014          |
| Bv       | 5,6                  |                   | 0,1              |           | -              | -         | 1,0             | 0,2             | 0,2                              | -                  | -                  | 0,008          |
| Cv       | 4,8                  |                   | -                |           | -              | -         | 0,5             | 0               | -                                | -                  | -                  | 0,004          |
| Cv       | 4,4                  |                   | -                |           | -              | -         | 0,5             | 0               | -                                | -                  | -                  | 0,004          |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |           |           |           |           |           | BS        |
|----------|--------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        | %         |
| <i>l</i> | <i>33</i>          | <i>34</i>                         | <i>35</i> | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> |
| Ap       | 53                 | 4,3                               |           | 2,0       | 0,2       | 0,4       | 0,1       |           |
| Bv       | 43                 | 3,2                               |           | 1,5       | 0,2       | 0,1       | 0         |           |
| Bv       | 25                 | 2,3                               |           | 0,7       | 0,2       | 0,1       | 0         |           |
| Cv       | 12                 | 1,0                               |           | 0,3       | 0         | 0,1       | 0         |           |
| Cv       | 11                 | 0,8                               |           | 0,2       | 0         | 0         | 0         |           |

### **Maßnahmen zur Reduzierung der NitratAuswaschung auf auswaschungsgefährdeten Standorten Niedersachsens**

Auf vier Standorten im Raum Niedersachsen (Hohenzethen, Liebenau, Schwüblingsen und Jühnde) werden in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Hannover (LWKH), der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLfB) in Dauerversuchen die Auswirkungen von Fruchtfolgeumstellungen und verschiedenen Düngungssystemen (Menge, Form, Termine etc.) auf **Pflanzenertrag und -qualität** sowie auf die **NitratAuswaschung** untersucht. Ziel ist es, abgesicherte Daten über die Effizienz nitratreduzierender Maßnahmen zu erhalten, so dass möglichst geringe Nitratmengen am Ende der Vegetationsperiode im Wurzelraum verbleiben, die durch Auswaschung zur Belastung des geförderten Trinkwassers führen könnten. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse Beratern von Landwirten in Wasserschutzgebieten als Basis für konkrete Bewirtschaftungsempfehlungen dienen sowie als Grundlage für eine sachgerechte Bemessung von Entschädigungsleistungen.

Auf stark auswaschungsgefährdeten Böden eines Wasserschutzgebietes kann der Nitratreintrag in das Grundwasser trotz ordnungsgemäßer Landbewirtschaftung so hoch sein, daß eine Nutzung des geförderten Grundwassers für Trinkwasserzwecke möglicherweise in Frage gestellt ist. Deshalb müssen die Auswirkungen weitergehender, das Maß der ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung überschreitender Maßnahmen auf Ertrag und Qualität landwirtschaftlicher Produkte sowie auf die Nitratbelastung des Grundwassers untersucht werden. Bisher wurde in Niedersachsen und auch in anderen Bundesländern meist nur die Effizienz von Einzelmaßnahmen zur Reduzierung der NitratAuswaschung in Versuchen geprüft. Außerdem handelt es sich dabei überwiegend um einjährige Versuche.

Im Zusammenhang mit diesem Forschungs- und Entwicklungsprojekt sollen die Auswirkungen mehrerer gleichzeitig getätigter Maßnahmen (z.B. Zwischenfruchtanbau + reduzierte Bodenbearbeitung + reduzierte Düngung) geprüft und festgestellt werden, welchen ungefähren Zeitraum eine Umstellung der Bewirtschaftung zur Einstellung eines neuen Stoffhaushaltsgleichgewichtes einnehmen dürfte.

Um o.g. Zielvorgaben erreichen zu können, bedarf es einer regionalspezifischen Datenbasis und Ergebnissen aus langfristigen und mehrfaktoriellen Versuchen. Folglich mußte die Auswahl der Versuchsstandorte so erfolgen, dass die Standorte hinsichtlich des Klimas, des Bodens und der Bewirtschaftung als regionaltypisch und repräsentativ gelten.

Während der Exkursion soll der Standort Hohenzethen besucht werden. Hohenzethen befindet sich im nordöstlichen Kammergebiet. Kennzeichnend ist der kontinentale Einfluß mit einem langjährigen Niederschlagsmittel von 550 mm (1960 – 1990). Der Produktionsraum gehört folglich mit zu den niederschlagsärmsten Gebieten Niedersachsens. Detaillierte Daten zum Standort (Lage, Ausgangssubstrat, Profilaufbau, Bodentyp, Nutzung sowie bodenchemische und -physikalische Kenngrößen) sind der Beschreibung des Profils G 1.2 - Hohenzethen zu entnehmen.

Regionaltypisch wird in dem Gebiet die Fruchtfolge Zuckerrüben, Sommergerste, Kartoffeln und Winterroggen angebaut. Wirtschaftdünger wird in Form von Gülle eingesetzt. Feldberegnungen helfen, Perioden mit Niederschlagsdefiziten auszugleichen.

Die Versuchsflächen sind als Dauerversuchsflächen in vierfacher Wiederholung eingerichtet, so dass stets auf derselben Fläche die gleiche Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Düngungsmenge und -form) gewährleistet ist. Exemplarisch ist der Aufbau der Versuchsfläche der folgenden Abbildung 4 zu entnehmen.

Alle Versuchsflächen sind jeweils in zwei Fruchtfolgesysteme (BI = konventionell, BII = konservierend) unterteilt, auf denen Düngungssteigerungsversuche mit jeweils vier Wiederholungen durchgeführt werden. Die konventionelle Fruchtfolge entspricht der regionaltypischen Anbauform, die seit jeher dort in dem Anbaubereich vorzufinden ist. Die konservierende Fruchtfolge beinhaltet neben der regionaltypischen Fruchtfolge auch den Anbau von Zwischenfrüchten bzw. Untersaaten. Deren Nährstoffaufnahme soll helfen, den Austrag zu reduzieren. Die Düngungshöhe sowie die -art ist der Legende auf der rechten Seite der Abbildung 4 zu entnehmen.



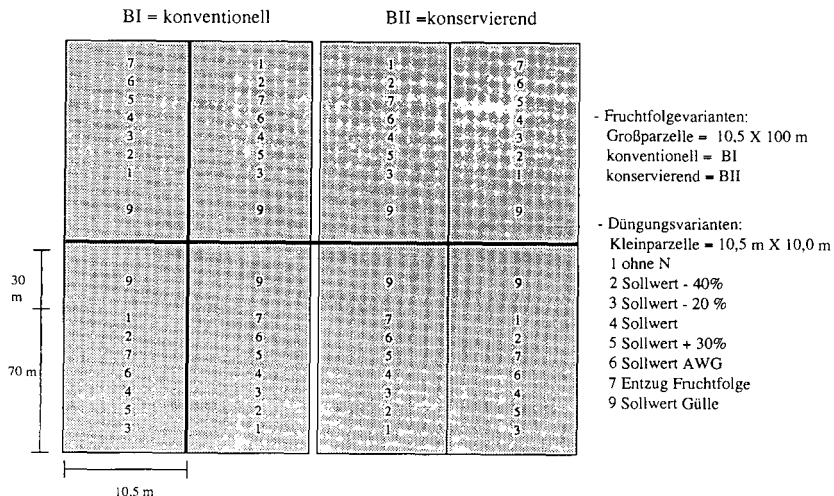


Abbildung 4: Versuchspartellenanordnung Hohenzethen

Zur Berechnung der N-Austräge werden während der Vegetationszeit folgende Daten erhoben:

Meteorologische Daten:

- Niederschlag (mm/d)
- Lufttemperatur (°C)
- Luftfeuchtigkeit (%)
- Windgeschwindigkeit (m/s)
- Sonnenscheindauer (h)
- Feldberegnungshöhe (mm)

Pflanzendaten:

- Tag der Aussaat
- Entwicklungsstadium der Pflanzen
- Pflanzenhöhe (cm)
- Bodenbedeckungsgrad (%)
- Erntezeitpunkt
- Erntemenge Haupterntegut (dt/ha)
- Erntemenge Nebenerntegut (dt/ha)
- Proteingehalt bzw. N-Gehalt (in % bzw. mg/kg TS)

Bodendaten:

- Wassergehalt (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>)
- Saugspannung (hPa)

Düngungsdaten und N<sub>min</sub>-Daten:

- Düngungsmengen (kg/ha)
- N<sub>min</sub>-Daten (kg/ha)

Der N-Austrag wird für den Zeitraum zwischen der Ernte der Hauptfrucht und dem Beginn der Hauptvegetationsperiode der Folgefrucht berechnet. Die Berechnung der vertikalen Wasserbewegung im Boden erfolgt mit einem Wasserhaushaltsmodell. Wassergehalts- und Saugspannungsbestimmungen vor Ort dienen der Überprüfung der Simulationsergebnisse. Die über das Wasserhaushaltsmodell berechneten Flüsse und Wassergehalte dienen als Eingangsdaten für das Stofftransportmodell. N<sub>min</sub>-Daten (kg/ha) werden über die berechneten Wassergehalte in Konzentrationen (mg/l N) umgerechnet, die dann gleichfalls in das Stofftransportmodell eingehen.

Die Erhebung der N<sub>min</sub>-Daten erfolgt unter Berücksichtigung der Feldkapazitäten der Ober- und Unterböden des Versuchsstandortes und der gefallenen Niederschlagsmengen. Eine erneute N<sub>min</sub>-Probenahme ist bei einer Niederschlagssumme (mm) angezeigt, die dem kleineren Wert der Feldkapazität des Ober- bzw. Unterbodens des betrachteten Standortes (mm) entspricht. Das N<sub>min</sub>-Probenahmeintervall ist somit standortabhängig und folglich für alle Versuchsflächen verschieden.

Durch die Anpassung der N-Konzentrationen im Stofftransportmodell mit den im Zeitablauf stets erneut gewonnenen N<sub>min</sub>-Daten soll eine bessere Anpassung der N-Dynamik im Boden (Mineralisations-, Denitrifikations-, Immobilisierungsvorgänge) gewährleistet sein. Die so berechneten N-Austräge dürften – sofern die N<sub>min</sub>-Werte den tatsächlichen N-Zustand im Boden ausreichend exakt wiedergeben – mit diesem

Verfahren genauer berechnet werden als dieses durch herkömmliche Simulationsverfahren mit einmaligem N-Konzentrationsstartwert der Fall ist.

Folgende Ergebnisse wurden für Hohenzethen für den Zeitraum zwischen 1995 und 1997 ermittelt:

Im Mittel der drei Versuchsernten (Zuckerrüben, Sommergerste, Kartoffeln) nehmen die Erträge bei einer N-Düngung von 20 bzw. 40 % unter Sollwert im Vergleich zur Sollwertvariante (= 100 %) um 3 bis 7 % ab. Ohne jegliche Düngung (Nullparzelle) ergibt sich eine durchschnittliche Ertragsminderung von 24 %.

Wird für eine Fruchtfolge die notwendige N-Düngermenge auf der Grundlage der N-Abfuhr als Basis genommen und ein standortabhängiger N-Verlust in Höhe von 50 ppm Nitrat/l Sickerwasser toleriert (= Variante Entzug Fruchtfolge), so ergaben sich für die Ernten 1995 und 1996 um 4 bzw. 19 % geringere Erträge im Vergleich zur SW-Düngung. Im Jahr 1997 wurde ein um 4 % höherer Ertrag erzielt. Die Erträge der SW-Gülldüngung belaufen sich in den drei Erntejahren in einer Spanne zwischen -23 % und + 6 % im Vergleich zur Düngung nach Sollwert.

Es konnten für den Standort Hohenzethen bislang keine eindeutigen Beziehungen zwischen N-Austrägen und Düngungsintensitäten festgestellt werden. Auf der konventionellen Versuchsfläche wurde in der Auswaschungsperiode 95/96 im Mittel ein Austrag von rund 30 kg N/ha berechnet (siehe Abbildung 5). Die relativ geringen Niederschläge im Winterhalbjahr 95/96 können hierfür als Ursache genannt werden. Im Jahr 96/97 beliefen sich die Austräge zwischen 46 und 72 kg N/ha. In letztgenannter Versuchsperiode schnitt die SW-Gülldüngung am besten ab, gefolgt von der SW-Düngung. Bei Unterschreitung der Sollwertdüngung wurden sogar höhere Austräge berechnet als dieses bei der SW-Parzelle der Fall war, da die SW-20 %- und SW-40 %-Parzellen im Spätherbst höhere  $N_{min}$ -Werte aufwiesen als die SW-Parzellen.

In Hohenzethen wurde in rund 70 % der Fälle mit konservierenden Maßnahmen (Zwischenfruchtanbau) ein verminderter N-Austrag aus dem durchwurzelten Bodenraum erzielt. Im Durchschnitt beträgt die N-Austragsminderung jedoch nur rund 11 %. Die geringe Austragsreduzierung ist auf schlechte Auflaufbedingungen der Zwischenfruchtsaat im Spätsommer (Trockenheit) zurückzuführen. Bei Standorten mit höheren Wasserhaltekapazitäten (z.B. Liebenau) betrug die Reduzierung ca. 35 %.

Nach zweijähriger Versuchsdauer können noch keine gesicherten Aussagen über einen Rückgang der durch konservierende Maßnahmen bedingten Nitratausträge getroffen werden, da die klimatischen Bedingungen der bisherigen Versuchsjahre nicht repräsentativ für die Standorte sind und es außerdem zu erwarten ist, daß eine stärkere Differenzierung der Varianten erst nach längerer Laufzeit sichtbar wird. Die Einstellung der N-Dynamik infolge der Düngungs- und Bewirtschaftungsänderungen bedarf einer längeren Zeit.

N-Austräge (konventionell) der Auswaschungsperioden 1995/1996 und 1996/1997, Standort: Hohenzethen

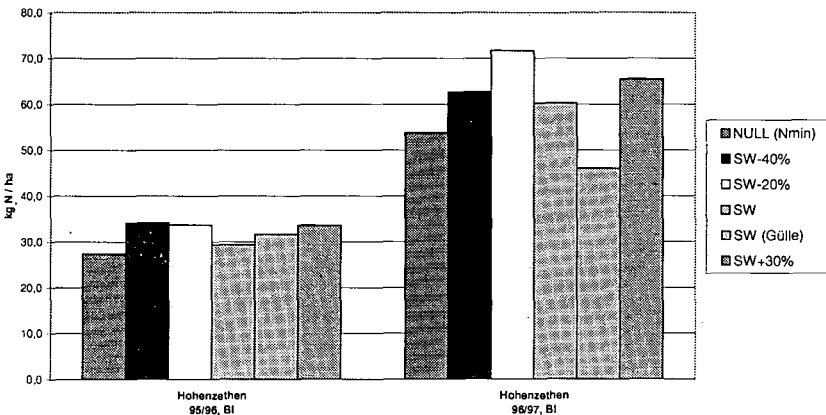


Abbildung 5: N-Austräge Hohenzethen

## Exkursionspunkte G 1.3 – G 1.4: Pseudogley-Braunerde, Nienwohde

### Exkursionspunkt G 1.3: Pseudogley-Braunerde, Nienwohde - Becken

#### Standortbeschreibung

Lage: TK25: Blatt 3129 Wieren, am nordwestlichen Ortsrand  
R: 4403465, H: 5858650, Höhe über NN: 68 m  
Relief: schwach gewellte Ebene  
Nutzung: Acker

#### Profilbeschreibung

| Horizont          | Tiefe (cm)            | Beschreibung                                                                                                                                   |
|-------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap                | 0-35                  | schwach lehmiger Sand, schwach steinig und kiesig, dunkelbraungrau, mittel humos, geringe Lagerungsdichte; Periglazial                         |
| Sw-Bv             | -55                   | stark lehmiger Sand, schwach steinig und kiesig, braun, mittlere Lagerungsdichte; Periglazial                                                  |
| Bv-Sw             | -105                  | stark lehmiger Sand, schwach steinig und kiesig, nesterweise schwach lehmiger Sand, graubraun, mittlere Lagerungsdichte; Periglazial           |
| Sw                | -135                  | stark sandiger Lehm, schwach steinig und kiesig, bräunlich grau, mittlere Lagerungsdichte; Periglazial                                         |
| Sd                | -180                  | stark toniger Schluff, schwach steinig und kiesig, hellgrau, hohe Lagerungsdichte; Beckenablagerungen                                          |
| Bodentyp:         | KA4:<br>FAO:<br>NLFb: | SS-BB: Pseudogley-Braunerde<br>Gleyic Cambisol<br>S-B34: Mittlere Pseudogley-Braunerde mit hoher nutzbarer Feldkapazität                       |
| Ausgangssubstrat: |                       | Periglazial über Beckenablagerungen                                                                                                            |
| Substrattyp:      |                       | pky-(k)ls/pky-(k)sl//g-tu(b): schwach kiesführender Kryolehmsand über kiesführendem Kryosandlehm über tiefem Tonschluff aus Beckenablagerungen |

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 13

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |     |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|-----|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8   | 9     | 10   | 11   | 12   |
| Ap       | 35    | 2,3     | 6,1                                 | 43,7 | 18,1 | 9,2  | 8,1 | 7,8   | 77,1 | 15,9 | 6,9  |
| Sw-Bv    | 55    | 12,8    | 4,3                                 | 26,8 | 13,7 | 11,2 | 8,3 | 15,4  | 56   | 23,7 | 20,3 |
| Bv-Sw    | 105   | 5,1     | 3,7                                 | 24,8 | 15,4 | 12,2 | 9,7 | 15,2  | 56,1 | 24,9 | 19,0 |
| Sw       | 135   | 1,9     | 4,5                                 | 21,8 | 12,6 | 11,2 | 9,0 | 21,4  | 50,1 | 30,4 | 19,5 |
| Sd       | 180   | 0,9     | 3,7                                 | 20,2 | 12,8 | 10,9 | 8,4 | 24,0  | 47,6 | 32,4 | 20,0 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf            |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|---------------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d          |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17  | 18  | 19     | 20            |
| Ap       | 1,57              | 40        | 22                   | 19  | 14  | 5   | 18     | 199,2<br>53,1 |
| Sw-Bv    | 1,65              | 38        | 27                   | 26  | 23  | 16  | 11     |               |
| Bv-Sw    | 1,82              | 32        | 26                   | 26  | 24  | 15  | 12     |               |
| Sw       | 1,70              | 36        | 32                   | 31  | 29  | 15  | 17     |               |
| Sd       | 1,83              | 32        | 30                   | 30  | 28  | 17  | 13     |               |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            | %              |
| <i>l</i> | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30                 | 31                 | 32             |
| Ap       | n.b.               | 5,0                  | 0                 | 0,94             | 0,08           | 12  | 3,3             | 1,5             | 0,5                              | 6,7                | 6,8                | n.b.           |
| Sw-Bv    | n.b.               | 6,0                  | 0                 | 0,26             | 0,03           |     | 6,9             | 0,9             | 0,1                              | 0,7                | 11,9               |                |
| Bv-Sw    | n.b.               | 7,2                  | 5,0               | 0,74             | 0,03           |     | 4,4             | 0,6             | 0,1                              | 0,5                | 6,3                |                |
| Sw       | n.b.               | 7,3                  | 16,7              | 0,45             | 0,03           |     | 3,2             | 0,5             | 0,2                              | 0,6                | 5,5                |                |
| Sd       | n.b.               | 7,5                  | 29,2              | 0,09             | 0,03           |     | 3,7             | 0,4             | 0,1                              | 0,7                | 6,5                |                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |    |    | BS  |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|-----|
|          | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K  | Na | %   |
| <i>l</i> | 33                 | 34                 | 35                                | 36 | 37  | 38 | 39 | 40 | 41  |
| Ap       | 52                 | n.b.               | 15                                |    | 24  | 4  | 2  | 0  | 67  |
| Sw-Bv    | 96                 | n.b.               | 35                                |    | 88  | 18 | 3  | 0  | 76  |
| Bv-Sw    | 99                 | n.b.               | 0                                 |    | 128 | 6  | 2  | 0  | 100 |
| Sw       | 87                 | n.b.               | 0                                 |    | 122 | 6  | 1  | 0  | 100 |
| Sd       | 95                 | n.b.               | 0                                 |    | 140 | 8  | 1  | 0  | 100 |

## Exkursionspunkt G 1.4: Pseudogley-Braunerde, Nienwohlde

### Standortbeschreibung

TK25: 3129 Wieren  
Lage: westlich Nienwohlde,  
R: 4402805, H: 5858050, Höhe über NN: 83 m  
Klima: 626 mm Niederschlag,  
554 mm pot. Verdunstung nach HAUDE (Station Uelzen)  
Relief: Stauchendmoräne der Wiererener Berge, Neigungsstufe N1  
Nutzung: Acker  
Bodenschätzung: Klassenzeichen: S 3 D                      Wertzahlen: 32/35

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                          |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-30       | schwach schluffiger Sand, schwach steinig, 10YR3/3, mittel humos, Einzelkorngefüge, Geschiebedecksand |
| Bv       | -45        | mittel lehmiger Sand, mittel steinig, 10YR4/6, Einzelkorngefüge, Geschiebedecksand                    |
| Sw-Bv    | -65        | schwach lehmiger Sand, 10YR4/6, schwach eisenfleckig, Einzelkorngefüge, Geschiebedecksand             |
| IISd     | -100       | mittel sandiger Lehm, rötlichbraun, Kohärentgefüge, Geschiebelehm                                     |
| IIICv    | -145       | Grobsand mittel sandig, braun, Einzelkorngefüge, Geschiebelehm                                        |
| IIICv    | -200       | Mittelsand feinsandig, gelblichbraun, Einzelkorngefüge, Glazifluviatil                                |

Bodentyp: KA4: SS-BB: Pseudogley-Braunerde  
FAO: Gleyic Cambisol  
NLFb: S-B33: Mittlere Pseudogley-Braunerde mit mittlerer nutzbarer Feldkapazität im effektiven Wurzelraum

Ausgangssubstrat: Geschiebedecksand (Sp) über Geschiebelehm (Lg) über glazifluviatilen Ablagerungen (fg)

Substrattyp: p-(k)ls/gm-ls: kiesführender Kryo-Lehmsand über Moränen-Normallehm



### **Arealheterogenität der Bodengesellschaften eines Stauchendmoränengebietes**

Die Profile G 1.3 und G 1.4 liegen im Grenzbereich zwischen dem südlichen Ende des Zungenbeckens von Stadensen, einem Teil des Uelzener Beckens, und dem das Zungenbecken umgebenden Stauchendmoränenzug der Wierener Berge. Diese Strukturen wurden primär durch jung-drenthezeitliche Eisvorstöße gebildet und später durch einen erneuten Eisvorstoß in der Warthe-Kaltzeit überprägt. Diese mehrfache Überprägung führte im Becken und am Beckenrand zu einem kleinräumig wechselnden Mosaik aus glazilimnischen Beckenschluffen und -tonen, Geschiebelehmen und -mergeln sowie mächtigen glazifluviatilen Ablagerungen. Inventar und räumliches Vergesellschaftungsmuster der Böden im Bereich des Zungenbeckens gestalten sich dabei noch abwechslungsreicher als im Bereich der Stauchendmoräne. Hier erreichen hydromorphe Böden eine flächenhafte Verbreitung. Den Idealtyp verkörpert ein Dreischichtprofil aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm, der ab ca. 1,50 m Tiefe von glazifluviatilen Sanden unterlagert wird (Abb. 6). Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten variiert auf engstem Raum, bedingt durch die krypturbate Überprägung der gestauchten Sedimente. In Abhängigkeit von der Mächtigkeit der Überdeckung der drenthezeitlichen Grundmoräne sind alle Übergänge von der pseudovergleyten Braunerde bis zum Pseudogley vertreten. Die stärkste hydromorphe Überprägung kennzeichnet Standorte auf flachkuppigen, im Niederungsbereich des Zungenbeckens inselartig verbreiteten Erhebungen. Wo der als Staukörper wirkende Geschiebelehm (oder Beckenton/-schluff) fehlt und glazifluviatile Sande das Ausgangsmaterial der Bodenbildung stellen, haben sich stau- und grundwasserfreie Braunerden entwickelt.

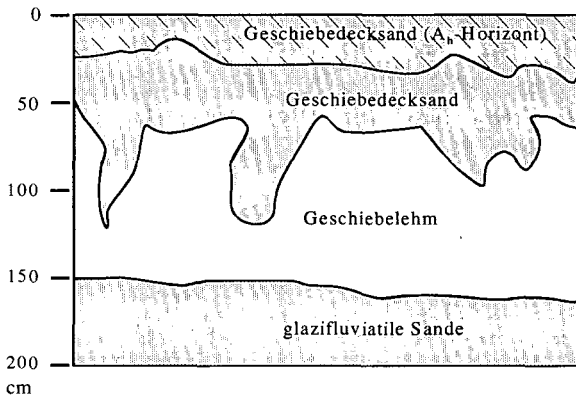


Abbildung 6: Typische Substratschichtung am Exkursionspunkt G 1.4

Allgemein ist das Ausmaß der räumlichen Variabilität der Bodeneigenschaften eng mit dem geologischen Ausgangsmaterial der Bodenbildung und der Intensität rezenter Morphodynamik korreliert. Abrupte statt graduelle Wechsel sind vor allem in glazial überformten Gebieten und dort insbesondere im Bereich glazifluviatiler Ablagerungen und periglaziärer Solifluktionsdecken zu erwarten (vgl. BURROUGH 1983). Als Räume extremer Arealheterogenität bzw. von Phänomenen einer 'short-range variability' sind Stauchendmoränengebiete bekannt, in denen das Ausgangsmaterial der Bodenbildung bereits zum Zeitpunkt seiner Sedimentation einer intensiven Glazitektonik ausgesetzt war. In diesem Sinn repräsentiert das zum Exkursionspunkt G 1.4 beschriebene Profil nur eine Variante aus einer Vielzahl von Peda, die die örtliche Bodengesellschaft charakterisieren. ANSORGE (1996) beschreibt allein für eine Fläche von 9 m<sup>2</sup> 28 Bodenprofile, die sich in Substrat- und Bodenartenschichtung deutlich unterscheiden.

Die Böden am Exkursionspunkt G 1.4 waren bereits in der Vergangenheit Gegenstand mehrerer Untersuchungen, die das Phänomen der räumlichen Variabilität in den Mittelpunkt stellten: KRUG (1996) betrachtete das Interpretationspotential von Flächendaten verschiedener Informationsebenen für die Prognose der Bodenverbreitung, ANSORGE (1996) sowie POLLEX et al. (1996) untersuchten die Auswirkungen der kleinräumigen Bodenvariabilität auf den Wassertransport in der ungesättigten Zone bzw. deren Konsequenzen für die ein- und zweidimensionale Simulation der Wasserflüsse, und HENNINGS

(1999) bewertete mit Hilfe von Verfahren der numerischen Klassifikation die Grenzziehung auf der bestehenden Bodenkarte 1 : 25.000 (BK 25) entlang eines ausgewählten Repräsentativtransekts. Nachdem das festgestellte Ausmaß räumlicher Variabilität bisher vor allem zu bodenkundlichen Grundlagenkarten und ihren Inhalten in Beziehung gesetzt wurde, sollen zukünftige Untersuchungen die Konsequenzen für die Genauigkeit bodenkundlicher Auswertungskarten in den Mittelpunkt stellen. Dazu stehen in der Umgebung von Exkursionspunkt G 1.4 bodenkundliche Informationen aus vier Arten von Datenerhebungen zur Verfügung:

- Profilbeschreibungen der 'bestimmenden Grablöcher' der Bodenschätzung der Finanzbehörden,
- Bohrungen im Rahmen der bodenkundlichen Landesaufnahme von Blatt "Wieren" der BK 25 (BOESS 1996),
- Bohrungen im Rahmen einer Feinkartierung des ca. 8 km<sup>2</sup> großen Untersuchungsgebietes "Eisenbach" des Sonderforschungsbereiches 179 der TU Braunschweig (KRUG 1996),
- Detailaufnahmen der Substrate in ihrer räumlichen Orientierung an einem 3 x 3 x 3 m<sup>3</sup> großen Bodenvolumen anhand von Vertikalschnitten im 1 m-Abstand und Horizontalschnitten in 20 cm-Tiefenstufen, die ebenfalls im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 179 am Exkursionspunkt G 1.4 durchgeführt wurden (ANSORGE 1996).

### ***Räumliche Variabilität von Kennwerten des Wasser- und Stoffhaushaltes***

#### *Genauigkeit flächenhafter Darstellungen auf der Grundlage der bestehenden BK25*

Für bodenkundliche Beratungszwecke werden mit Hilfe der Methodenbank des Fachinformationssystems Bodenkunde des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung Auswertungskarten der bestehenden bodenkundlichen Grundlagenkarten erstellt, die z.B. die Sickerwasserrate aus dem Boden als Teil der Grundwasserneubildung oder die potentielle Nitratauswaschungsgefährdung zum Inhalt haben. Dazu werden zunächst unter Nutzung von Pedotransferfunktionen profilbezogene Kennwerte der Wasserbindung wie die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe) oder die Feldkapazität bis in 10 dm Profiltiefe (FK<sub>10dm</sub>) abgeleitet, die ihrerseits neben klimatischen Informationen als Eingangsdaten empirischer Regressionsgleichungen zur Schätzung der Sickerwasserrate oder der Nitratverlagerungstiefe im Winterhalbjahr fungieren (MÜLLER 1997).

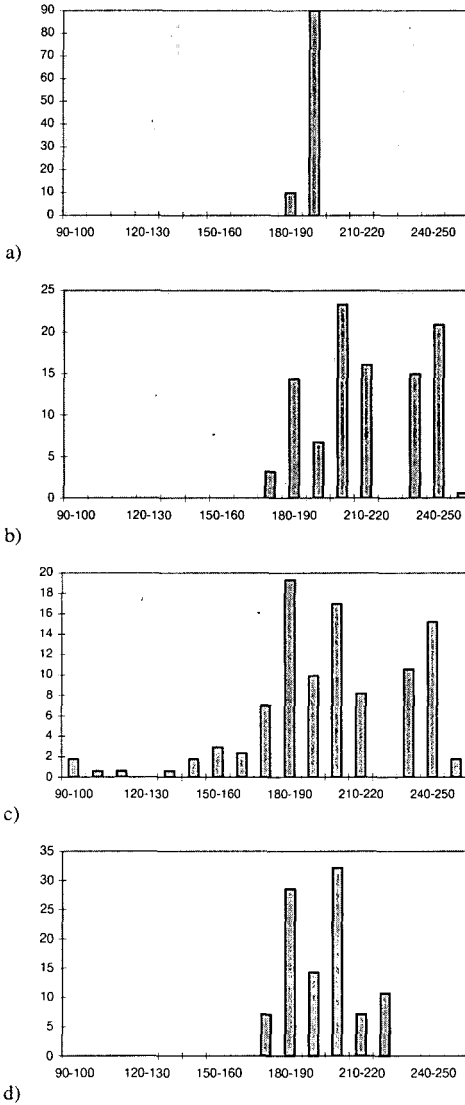
Wichtigstes bodenkundliches Grundlagenkartenwerk als Ergebnis der bodenkundlichen Landesaufnahme ist in Niedersachsen die Bodenkarte 1 : 25.000 (BK 25), die für den südlichen Teil des Exkursionsgebietes in Form des Blattes "3129 Wieren" vorliegt (BOESS 1996). Exkursionspunkt G 1.4 liegt in einer ca. 125 ha großen Kartiereinheit, die durch eine mittlere Pseudogley-Braunerde (SB3) aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm (Sp=Lg) als Leitboden mit ca. 60 % Flächenanteil charakterisiert wird. Die Flächeninhaltsbeschreibung der zugehörigen Legendeneinheit wird durch zwei Begleitböden vervollständigt: eine mittlere Braunerde (B3) mit ca. 30 % Flächenanteil sowie ein mittleres Kolluvium, unterlagert von Pseudogley (K3/S), mit ca. 10 % Flächenanteil.

In Abb. 7 wird exemplarisch an Histogrammen der jährlichen Sickerwasserrate für drei Maßstabebenen verdeutlicht, welche Genauigkeit der flächenhaften Beurteilung eines typischen Kennwertes des Bodenwasserhaushaltes in einer Bodengesellschaft extrem kleinräumiger Variabilität mit welchem Kenntnisstand erzielbar ist.

Aus Abbildung 7 läßt sich folgendes Fazit ableiten:

- Gemäß Abbildung 7c umfaßt die jährliche Sickerwasserrate ein breites Spektrum von 90 - 250 mm bzw. vier Grundwasserneubildungsklassen. Die Verteilung erscheint bimodal; Werte von 160 - 220 mm lassen sich mit nFKWe-Werten von 80 - 190 mm oder dem Profiltyp "Geschiebedecksand über Geschiebelehm" mit wechselnder Mächtigkeit beider Substrate korrelieren, Werte von 230 bis > 250 mm entsprechen dem Profiltyp "Geschiebedecksand über glazifluvialen Sanden" mit nFKWe-Werten von < 50 bis 70 mm.
- Bodenschätzungsinformationen auf der Maßstabsebene 1 : 5.000 vermögen zwar beide Substrattypen und damit auch beide Maxima der Häufigkeitsverteilung der Sickerwasserrate zu reflektieren, geben aber ihre relativen Flächenanteile anders wieder, so dass insgesamt über die Fläche der SB3-Einheit der Bodenkarte die Grundwasserneubildung überschätzt wird.





- Ordinate: Flächenanteil in %; Abszisse: Einteilung in 10 mm-Intervalle -

Abbildung 7: Histogramme der jährlichen Sickerwasserrate für die Fläche der SB3-Einheit der BK 25:  
a) für den Maßstab 1 : 25.000 unter Nutzung der Legende der bestehenden BK 25,  
b) für den Maßstab 1 : 5.000 unter Nutzung der Bodenschätzung (70 Profilbeschreibungen),  
c) bei optimalem Kenntnisstand unter Nutzung aller Erhebungen verschiedener Projekte,  
d) zum Vergleich: für einen dreidimensionalen Bodenausschnitt mit 9 m<sup>2</sup> Grundfläche,  
der wie bei ANSORGE (1996) in 28 Bodenprofile aufgelöst wurde.

- Die für die Flächeninhaltsbeschreibung der Legendeneinheit der BK 25 angegebenen Repräsentativprofile spiegeln die beiden Maxima der Häufigkeitsverteilung der Sickerwasserrate nicht wider, da sich Leit- und Begleitböden zwar in ihrer genetischen Kennzeichnung unterscheiden, nicht aber in ihrer Bodenartenschichtung und den daraus resultierenden bodenphysikalischen Kennwerten.
- Trotz des zuletzt genannten Sachverhalts entspricht die jährliche Sickerwasserrate des Leitbodens der Kartiereinheit der BK 25 dem Mittelwert der betrachteten Fläche bei optimalem Kenntnisstand unter Nutzung aller vorliegenden Profilaufnahmen.
- Wie Abbildung 7 ebenfalls zeigt, kann der von ANSORGE (1996) am Exkursionspunkt G 1.4 aufgenommene Würfel mit 3 m Kantenlänge nicht als 'repräsentatives Elementarvolumen (REV)' der Gesamtfläche der SB3-Einheit der Bodenkarte angesehen werden; zwar verkörpert der gewählte Ausschnitt den Profiltyp "Geschiebedecksand über Geschiebelehm" wie in Abbildung 6, deckt aber nicht den Profiltyp fehlenden Geschiebelehms mit durchgehend kiesig-sandiger Bodenartenschichtung ab.

#### *Räumliche Struktur als Ergebnis von Variogrammanalysen*

Wie Abbildung 7 verdeutlicht, können in einer Auswertungskarte des Maßstabs 1 : 25.000 sogar in einem Stauchendmoränengebiet mit extrem kleinräumiger Variabilität der Bodeneigenschaften bilanzierende Kennwerte des Bodenwasserhaushaltes wie die jährliche Sickerwasserrate zumindest in Form flächenrepräsentativer Mittelwerte der Legendeneinheiten der BK 25 zutreffend beurteilt werden, selbst wenn die übliche Kartiermethodik der bodenkundlichen Landesaufnahme nur ca. 5 Bohrungen/km<sup>2</sup> vorsieht. Standortgenaue Angaben, z.B. in Form einer Isolinienkarte, lassen sich jedoch selbst mit einer um ein Vielfaches höheren Erhebungsdichte nicht vorhersagen. So entfallen in Abbildung 8a 100 % der Gesamtvarianz auf den 'Nugget-Effekt' innerhalb der Distanzklasse von 50 m. Bei zusätzlicher Einbeziehung der Befunde eines Transekt sinkt dieser Anteil innerhalb der 25 m-Distanz auf ca. 50 - 60 %, und erst bei zusätzlicher Einbeziehung kleinräumiger Detailinformationen tritt bei 10 m-Schrittweite innerhalb einer Distanz von 50 m eine räumliche Struktur hervor, die eine sphärische oder exponentielle Modellanpassung nahelegt. Eine Kriging-Interpolation wäre über die Fläche der Kartiereinheit der BK 25 sinnlos und selbst bei extremen, in der Praxis undurchführbaren Erhebungsdichten mit hohen Schätzfehlern behaftet. Zur Beurteilung der räumlichen Struktur eines Parameters in einem Stauchendmoränengebiet erscheint ein 'nested sampling'-Ansatz mit hierarchisch gestuften Distanzklassen, wie er Abbildung 8c prinzipiell zugrunde liegt, am besten geeignet.

#### *Ausblick: Mehrdimensionale Simulation von Bodenwasserhaushalt und Stofftransport?*

Alle bisherigen Schlußfolgerungen basierten auf der Prämisse, flächenhafte Aussagen zum Bodenwasser- und Stoffhaushalt seien aus einer Vielzahl eindimensionaler Simulationen an einzelnen Standorten zu gewinnen, ohne die räumliche Geometrie der Sedimentkörper und ihre Konsequenzen für laterale Flüsse zu berücksichtigen. Für den Wassertransport erscheint diese Annahme legitim, sofern ausschließlich bilanzierende Kennwerte wie die Grundwasserneubildungsrate über größere Flächen und längere Zeiträume betrachtet werden. So zeigte der Vergleich eindimensionaler Simulationen an typischen Bodenprofilen mit einer zweidimensionalen Simulation, für die Mächtigkeit und räumliche Orientierung der Sedimentkörper am Exkursionspunkt G 1.4 diskretisiert wurden, nur geringe Unterschiede der Sickerwasserrate aus dem Boden (vgl. POLLEX et al. 1996). Dieses Ergebnis erscheint plausibel, da das für die Transpiration im Sommerhalbjahr zur Verfügung stehende Bodenwasser in beiden Fällen nur wenig differiert. Flächenhafte Aussagen zum Stofftransport erfordern dagegen eine konzeptionell andere Vorgehensweise, da für Prognosen der Nitrat- oder Pestizidwaschung ins Grundwasser die kleinräumige Variabilität der Transportparameter nicht vernachlässigt werden darf. In einem Stauchendmoränengebiet der oben beschriebenen Substratschichtung ist davon auszugehen, daß das Risiko eines Nitrataustrages primär durch viele kleinräumige, isolierte 'hot spots' an Standorten fehlenden Geschiebelehms bestimmt wird. In welchem Maße Karten der potentiellen Nitratauswaschungsgefährdung, die unter Nutzung eines bodenkundlichen Fachinformationssystems erstellt wurden, mit Ergebnissen mechanistischer, zweidimensionaler Simulationsmodelle übereinstimmen, die die kleinräumige Variabilität der Substratschichtung in einem Stauchendmoränengebiet abbilden, wird Gegenstand einer zukünftigen Untersuchung sein.

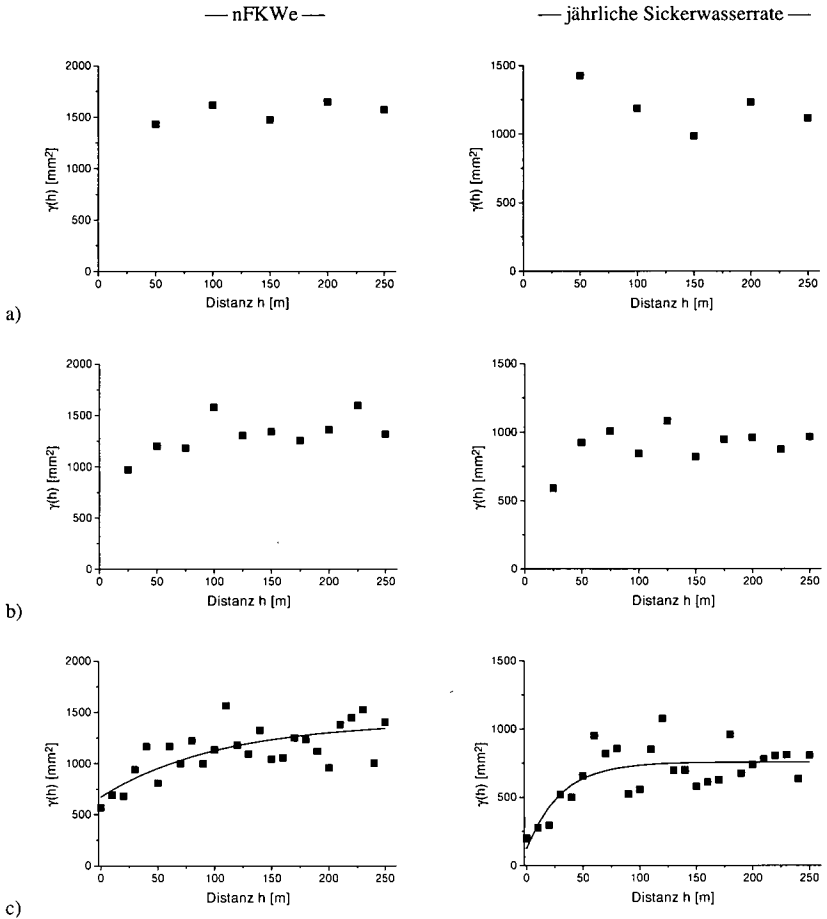


Abbildung 8:  
 Variogramme der nFKWe und der jährlichen Sickerwasserrate innerhalb der SB3-Einheit der BK 25:  
 a) bei Auswertung aller gleichmäßig über die Fläche verteilten Bohrungen ( $\approx 0,75$  Bohrungen/ha),  
 b) bei zusätzlicher Einbeziehung der Profilaufnahmen eines mit 25 m Äquidistanz geteilten Transekts,  
 c) bei zusätzlicher Einbeziehung der Detailaufnahmen eines dreidimensionalen Bodenausschnittes  
 mit  $9 \text{ m}^2$  Grundfläche, der wie bei ANSORGE (1996) in 28 Bodenprofile aufgelöst wurde.

## Exkursionspunkt G 1.5: Podsol-Braunerde, Nienwohde - Birkenbusch

### Standortbeschreibung

Lage: TK25: Blatt 3129 Wieren, ca. 1,750 km südlich Nienwohde  
R: 4403325, H: 5856215, Höhe über NN: 102,5 m  
Relief: Ebene  
Nutzung: Acker

### Profilbeschreibung (verändert nach OTHMER 1993)

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-25       | schwach schluffiger Sand, schwach – mittel steinig, dunkel gelblichbraun (10YR3/4), schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Einzelkorn- bis Kohärentgefüge; Geschiebedecksand                                                |
| Al-Bsv   | -40        | schwach schluffiger Sand, schwach – mittel steinig, gelblichbraun (10YR5/8), mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge; Geschiebedecksand                                                                                   |
| Bbt-Bv   | -80        | feinsandiger Mittelsand, sehr schwach steinig, in Bändern schwach toniger Sand (Ton-Eisen-Bänder), gelblichbraun (10YR5/8), mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge; Geschiebedecksand                                    |
| Bbt-Cv   | -220       | Fein-, Mittel- und Grobsand, geschichtet im cm-Bereich, sehr schwach steinig, in Bändern schwach toniger Sand (Ton-Eisen-Bänder), gelblichbraun (10YR5/6), mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorngefüge; glazifluviatiler Sand |

Bodentyp: KA4: PP-BB: Podsol-Braunerde  
FAO: Dystric Cambisol  
NLFb: P-B33: Mittlere Podsol-Braunerde mit mittlerer nützbarer Feldkapazität

Ausgangssubstrat: Geschiebedecksand über glazifluviatilen Sand  
Substrattyp: p-(w)s(Sp)/f-s(Sgf): kiesführender Sand (Geschiebedecksand) über Sand (Schmelzwassersand)

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 1.5**

(verändert nach OTHMER 1993)

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |    |      |     |       |      |     |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|----|------|-----|-------|------|-----|
|          | cm    |         | Vol.-%                              | gS   | mS   | fS | ffS  | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU  |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7  | 8    | 9   | 10    | 11   | 12  |
| Ap       | 25    | 14,2    | 13,6                                | 46,1 | 19,3 | -  | 10,4 | 5,8 | 79,0  | 16,2 | 4,8 |
| Al-Bsv   | 40    | 14,3    | 8,5                                 | 41,2 | 25,1 | -  | 11,6 | 7,9 | 74,8  | 19,5 | 5,8 |
| Bbt-Bv   | 80    | 3,3     | 16,8                                | 55,3 | 20,2 | -  | 4,2  | 1,6 | 92,3  | 5,8  | 1,8 |
| Bbt-Cv   | 170   | 1,7     | 13,6                                | 69,8 | 12,4 | -  | 1,1  | 0,5 | 95,8  | 1,6  | 2,6 |
|          | 180   |         | 13,1                                | 69,3 | 10,6 | -  | 1,1  | 0,3 | 93,0  | 1,4  | 5,7 |
|          | 230   |         | 1,8                                 | 18,5 | 75,2 | -  | 2,9  | 0,6 | 95,5  | 3,5  | 0,9 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK | kf     |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|-----|--------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17  | 18  | 19  | 20     |
| Ap       | 1,55              | 40        | 28                   | -   | 17  | 5   | 23  | n.b.   |
| Al-Bsv   | 1,65              | 36        | 24                   | -   | 13  | 4   | 21  | n.b.   |
| Bbt-Bv   | 1,58              | 40        | 7                    | -   | 3   | 1   | 6   | n.b.   |
| Bbt-Cv   | 1,66              | 37        | 6                    | -   | 2   | 1   | 5   | n.b.   |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>t</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| <i>l</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30                 | 31                 | 32             |
| Ap       | 6,3                  | 0                 | 1,22             |       | 0,07           | 17  |                 |                 |                                  | 10,5               | 11,7               |                |
| Al-Bsv   | 6,5                  | 0                 | 0,01             |       | 0,01           |     |                 |                 |                                  | <1                 | 3,3                |                |
| Bbt-Bv   | 4,7                  | 0                 | 0,01             |       |                |     |                 |                 |                                  | <1                 | 4,2                |                |
| Bbt-Cv   | 4,6                  | 0                 | <0,01            |       |                |     |                 |                 |                                  | <1                 | 0,8                |                |
|          | 4,5                  | 0                 | <0,01            |       |                |     |                 |                 |                                  | <1                 | 0,8                |                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |    |    |    |    | BS |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca | Mg | K  | Na | %  |
| <i>l</i> | 33                 | 34                                | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Ap       | 80                 |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Al-Bsv   | 20                 |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Bbt-Bv   | 20                 |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Bbt-Cv   | 10                 |                                   |    |    |    |    |    |    |
|          | 10                 |                                   |    |    |    |    |    |    |

### ***Umfang und Bedeutung der Feldberegung in Niedersachsen***

In der Bundesrepublik Deutschland werden z.Zt. etwa 530.000 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche beregnet. Davon liegen über 230.000 ha, entsprechend ca. 43 % der gesamten Beregnungsfläche Deutschlands, in Niedersachsen (Umfrage des Bundesfachverbandes Feldberegung 1995). Damit ist der Anteil der Beregnungsfläche mit 8,6 % an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF) in Niedersachsen so hoch wie in keinem anderen Bundesland.

Da die Feldberegung im Regierungsbezirk Weser-Ems und im gesamten Bereich südlich der Linie Hannover-Braunschweig-Helmstedt nur eine unbedeutende Rolle spielt, erhöht sich der Anteil der Beregnungsfläche in den übrigen Gebieten Niedersachsens erheblich. So können in den beiden „Hauptberegnungs-Landkreisen“ Gifhorn und Uelzen mit zusammen etwa 113.000 ha Beregnungsfläche ca. 80 % der LF beregnet werden. Zählt man die Beregnungsflächen in den Landkreisen Celle, Lüneburg, Lüchow-Dannenberg, Nordhannover und Peine hinzu, so ergibt sich mit über 200.000 ha das größte zusammenhängende Beregnungsgebiet Deutschlands.

Der Grund für die umfangreichen Beregnungsflächen in Niedersachsen sind die in weiten Teilen des Landes vorherrschenden leichten Sandböden, verbunden mit einer negativen klimatischen Wasserbilanz während der Vegetationsperiode. In diesen Gebieten hängt die Landbewirtschaftung existentiell von der Feldberegung ab und beansprucht einen großen Anteil an der Gesamtentnahme des jeweiligen Gebietswasserhaushaltes.

Nur durch die Beregnungsmöglichkeit sind die landwirtschaftlichen Betriebe in Nordostniedersachsen gegenüber den Landwirten, die auf besseren Böden wirtschaften, und gegenüber denen in anderen EU-Staaten noch konkurrenzfähig.

Bestünde die Möglichkeit der Beregung nicht, würden folgende Auswirkungen eintreten:

- Zuckerrüben- und Stärkekartoffelkontingente könnten nicht mehr erfüllt werden.
- Speisekartoffeln wären wegen mangelnder Qualität vielfach nicht mehr zu vermarkten.
- Der Anbau von Braugerste würde sehr unsicher werden. Der Handel würde mit den Landwirten keine Anbauverträge mehr abschließen.
- Gemüseanbau als landwirtschaftlicher Betriebszweig wäre nicht mehr möglich.
- Der Frühkartoffelanbau wäre ohne die Möglichkeit der Frostschuttberegung aus der norddeutschen Region völlig verschwunden.
- Eine große Zahl von landwirtschaftlichen Betrieben könnte ohne die bestehenden hohen Hackfruchtanteile in der Fruchtfolge nicht mehr existieren.
- Betriebsaufgaben wären die Folge.

Da die landwirtschaftliche Bewässerung auch in Zukunft ein unverzichtbares Produktionsmittel zur Sicherung von Ernteerträgen und -qualitäten darstellt, muss durch gesteigerte Effizienz sowohl im technischen als auch im pflanzenbaulichen Bereich die Wasserversorgung optimiert und so der zusätzliche Wasserbedarf minimiert werden. Um diesem Ziel näher zu kommen, wurden 1995 (für eine Dauer von vorerst 4 Jahren) zwei Pilotprojekte, die aus dem Wasserentnahmeentgelt finanziert wurden, eingerichtet.

Im „Pilotprojekt Wehnsen“ werden Fragen der Beregnungstechnik und deren Auswirkungen auf eine mögliche Wasser- und Energieeinsparung sowie auf die Arbeitswirtschaft des landwirtschaftlichen Betriebes behandelt. Das „Pilotprojekt Stadensen“ befaßt sich mit pflanzenbaulichen und grundwasserschutzorientierten Fragestellungen.

Neben dem sparsamen Umgang mit dem Produktionsfaktor Wasser ist für die ökologische Bewertung von Beregnungsmaßnahmen auch entscheidend, inwieweit sie die Nährstoffverfügbarkeit im Boden beeinflussen. Einerseits besteht bei nicht sachgerechter Beregnungssteuerung die Gefahr, dass auch während der Vegetationsperiode Nährstoffe aus dem durchwurzelten Bodenraum ausgewaschen werden, andererseits können aber bei fehlender oder nicht sachgerechter Beregung die gedüngten Pflanzennährstoffe nicht aufgenommen werden. Dadurch nimmt die auswaschungsgefährdete Nährstoffmenge im Boden nach der Ernte zu und kann über Winter verlagert werden. Düngung und Beregung müssen daher unmittelbar aufeinander abgestimmt werden.

### ***Kurzvorstellung des „Pilotprojektes Stadensen“***

Arbeitstitel:

Untersuchungen zur Grundwasserbewirtschaftung und Optimierung der Feldberegung in einem landwirtschaftlich geprägten Gebiet Ostniedersachsens (Landkreis Uelzen)

Das Pilotprojekt ist ein Gemeinschaftsprojekt der LWK Hannover (unter Beteiligung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft und des Deutschen Wetterdienstes in Braunschweig-

Völkrode) und der TU Braunschweig, Institut für Geowissenschaften. Es wird aus dem Wasserentnahmeentgelt (Wasserspennig) des Landes Niedersachsen finanziert und ist zunächst auf vier Jahre (1995 bis 1998) befristet. Das Gesamtprojekt besteht aus zwei Teilprojekten: Teilprojekt 1 umfaßt Feldversuche zur Nährstoffausnutzung und -verlagerung im Boden unter verschiedenen Berechnungsvarianten sowie eine Eignungsprüfung verschiedener Methoden zur Ermittlung der Bodenfeuchte und wird durch die Landwirtschaftskammer Hannover bearbeitet. Teilprojekt 2 hat die grundwasserschonende Optimierung der Feldberechnung in Abhängigkeit von hydrogeologischen, bodentechnologischen und klimatischen Parametern sowie die Beurteilung der Übertragbarkeit auf Gebiete mit ähnlichen Standortverhältnissen und ähnlicher Nutzungsstruktur zum Ziel und wird durch die TU Braunschweig bearbeitet.

#### Zielsetzung von Teilprojekt 1

1. Verbesserung der Bestimmung der aktuellen Bodenfeuchte als Basis der Berechnungssteuerung, sowohl über neue Meßmethoden des Bodenwassergehaltes als auch über die klimatische Wasserbilanz. Darüber hinaus soll die Wettervorhersage in das System der Berechnungssteuerung einbezogen werden. Ziel ist, das Wasser effektiver einzusetzen und das vorhandene Grundwasserdargebot möglichst sparsam zu nutzen.
2. Erhöhung der Nährstoffausnutzung zur Minimierung von Nährstoffverlagerungen im Boden. Dies erfolgt durch die Anlage von Feldversuchen, durch die im einzelnen der Düngungsbedarf, die Nährstoffausnutzung und die Nährstoffauswaschung bei unterschiedlichen Wassergehalten im Boden ermittelt werden.
3. Umsetzung der Erkenntnisse in Beratungsempfehlungen durch Feldbesichtigungen und Fachvorträge.

#### Bisherige Ergebnisse

- Die Ertragspotentiale der angebauten Kulturen werden mit Hilfe der Berechnung besser ausgeschöpft. Schwankungen in der jährlichen Ertragshöhe und in den geforderten Qualitäten werden erheblich geringer.
- Die Nährstoffentzüge sind auf berechneten Standorten deutlich höher als auf unberechneten. Die Restnitratgehalte nach der Ernte liegen auf berechneten Flächen wesentlich unter denen auf unberechneten Flächen. Damit leistet die Berechnung einen wertvollen Beitrag zum Grundwasserschutz.
- Die Grundwasserneubildung setzt auf berechneten Böden früher ein als auf unberechneten Flächen.

#### Literatur

- ANSORGE, D. (1996): Untersuchungen zur kleinräumigen Bodenvariabilität und deren Auswirkungen auf den Wassertransport in der ungesättigten Zone. - *Landschaftsökologie und Umweltforschung*, **24** (3): 898-924.
- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1985): Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke in der Bundesrepublik Deutschland. - Münster - Hiltrup (Landwirtschaftsverlag).
- BENDA, L. & BRANDES, H. (1974): Die Kieselgur-Lagerstätten Niedersachsens. I. Verbreitung, Alter und Genese. - *Geol. Jb.*, **A21**: 3-85; Hannover.
- BOESS, J. (1996): Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 25.000, Blatt 3129 "Wieren". - Nds. L.-Amt Bodenforsch.; Hannover.
- BURROUGH, P. (1983): Problems of superimposed effects in the statistical study of the spatial variation of soil. - *Agricultural Water Management*, **6**: 123-143.
- CASPERS, G., JORDAN, H., MERKT, J., MEYER, K.-D., MÜLLER, H. & STREIF, H. (1995): Niedersachsen. - In: BENDA, L. [Hrsg.]: *Das Quartär Deutschlands*. - Stuttgart - Berlin (Verlag Gebr. Bornträger).
- GEHRT, E. (1995): Bodenkundliche Übersichtskarte von Niedersachsen und Bremen 1 : 500.000. - Nds. L.-Amt Bodenforsch.; Hannover.
- GROETZNER, J.-P. (1972): Geschiebeführung und Stratigraphie saaleiszeitlicher Ablagerungen (Pleistozän) im Südwestteil des Uelzener Beckens (Nordost-Niedersachsen). - *Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hannover*, **H.11**: 76 S.; Hannover.
- GROSSE, H. (1965): Gutachten über die Bodenerosion in der Gemeinde Barum, Krs. Uelzen. - Nds. L.-Amt Bodenforsch., Archiv-Nr. **0009745**; Hannover. - [Unveröff.]

- HAGEDORN, J. (1964): Geomorphologie des Uelzener Beckens. – Göttinger Geogr. Abh., **31**: 1 – 200; Göttingen.
- HENNINGS, V. (1999): Transektuntersuchungen zur räumlichen Variabilität in unterschiedlichen Bodengesellschaften als Beitrag zur Bewertung mittelmaßstäbiger bodenkundlicher Grundlagenkarten. - Geökodynamik, **20** (1/2): 97-124.
- HINZE, C. & WALDECK, H. (1985): Geologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 500.000. – Nds. L.-Amt Bodenforsch.; Hannover.
- HINZE, C., HÖFLE, H.-CHR., JORDAN, H., MENGELING, H., MEYER, K.-D., ROHDE, P. & STREIF, H. (1995): Quartärgeologische Übersichtskarte von Niedersachsen und Bremen 1 : 500.000. - Nds. L.-Amt Bodenforsch.; Hannover.
- HÖFLE, H.-CHR., MEYER, K.-D. & LAGING, P. (1990): Geologische Exkursion in das Quartär im Raume Lüneburg. – Tagungsband zur 57. Tagung der Arbeitsgemeinschaft nordwestdeutscher Geologen in Hamburg-Harburg.
- KRUG, D. (1996): Das Interpretationspotential von Flächendaten verschiedener Informationsebenen für die Prognose der Bodenverbreitung. - Landschaftsökologie und Umweltforschung, **24** (3): 890-897.
- MEYER, K.-D. (1994): Exkursionsführer zur Quartärgeologie des nordöstlichen Niedersachsens. – Geschiebekunde aktuell, Sonderh. **4**: 36 S.; Hamburg.
- MEYER, K.-D. (1998a): Quartär zwischen Elbe und Aller/Weser. – In: FELDMANN, L. & MEYER, K.-D. [Hrsg.]: Quartär in Niedersachsen – Exkursionsführer zur Jubiläums-Hauptversammlung der deutschen Quartärvereinigung in Hannover.
- MEYER, K.-D. (1998b): Geschiebekundlich-stratigraphische Untersuchungen in der südlichen Lüneburger Heide. - Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hannover, **H.38**: 179 - 189; Hannover.
- MÜLLER, U. (1997): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). - Nds. L.-Amt Bodenforsch.; Hannover [Hrsg.], 6. Aufl.; Hannover.
- OLBRICHT, K. (1909): Grundlinien der Landeskunde der Lüneburger Heide. – Forsch. z. dt. Landes- u. Volkskde., **18**: 501 – 647; Stuttgart.
- OTHMER, H. (1993): Analyse und Simulation der Bodenwasserbewegung ackerbaulich intensiv genutzter Standorte Ostniedersachsens. – Diss. TU Berlin, 261 S.
- POLLEX, A., KRUG, D., MC VOY, C. W., SPONAGEL, H., DIEKKRÜGER, B. & RICHTER, O. (1996): Soil-water behaviour in a push-terminal moraine: comparison of one- and two-dimensional simulations based on intensive regional field observations. - Geoderma, **69**: 249-263.
- RICHTER, G. (1990): Geomorphologie der Südheide. – In: BÄUERLE, L. & KLIE, W. [Hrsg.]: Exkursionsführer Braunschweig: Vom Harz zur Heide. S.139 – 146.
- SCHWARZ, C. (1997): Geologie. – In: CORDES, H. et al.: Naturschutzgebiet Lüneburger Heide, Geschichte – Ökologie – Naturschutz. – Schriftenreihe des Vereins Naturschutzpark e.V., 367 S.; Bremen (Verlag Hauschild).
- SCHWIND, M. (1949): Landkreise in Niedersachsen: Der Landkreis Uelzen. – Veröffentl. Wirtschaftswiss. Ges. z. Studium Niedersachsens, **D2**: 282 S.; Bremen.
- TÜXEN, R. (1929): Über einige nordwestdeutsche Waldassoziationen von regionaler Verbreitung. – Jb. Geogr. Ges. Hannover, **1929**: 55 – 116; Hannover.
- VIERHUFF, H. (1967): Untersuchungen zu Stratigraphie und Genese der Sandlößvorkommen in Niedersachsen. - Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hannover, **H.5**: 76 S.; Hannover.



|                                |
|--------------------------------|
| <b>Exkursion</b><br><b>G 2</b> |
|--------------------------------|

**Bodenlandschaft der Moore in den Talsandniederungen der Altmoränenlandschaften,  
Moore im Teufelsmoor**

von

J. Blankenburg<sup>1)</sup> und W. Schäfer<sup>1)</sup>

**Inhalt**

- 1 Exkursionsroute
- 2 Beschreibung des Exkursionsgebietes
  - 2.1 Naturräumliche Gliederung
  - 2.2 Geologie und Geomorphologie
  - 2.3 Klima und Hydrologie
  - 2.4 Vegetation
  - 2.5 Einfluß der Landnutzung
  - 2.6 Bodenverbreitung
  - 2.7 Siedlungsgeschichte
- 3 Erläuterungen zu den Exkursionspunkten
  - 3.1 Niedermoor Mittelbauer
  - 3.2 Hochmoor Huvenhoopssee
  - 3.3 Hochmoor Augustendorf
  - 3.4 Hochmoor Torfabbaufäche
  - 3.5 Deutsche Sandmischkultur Rautendorf
- 4 Literatur
- 5 Beschreibung der Exkursionsprofile nebst Analyseergebnissen

**1 Exkursionsroute**

Die Anfahrt führt von Hannover über A7 und A27 nach Bremen bis zur Abfahrt Horn-Lehe-West. Bei der Fahrt bis Lilienthal wird im Wümmetal das Feuchtwiesenengebiet Horn-Lehe-West, eine Moormarsch, der Stadt Bremen gestreift. Bereits im 13. Jahrhundert gab es erste Versuche der Hochmoorkultivierung durch die Klöster Osterholz und Lilienthal, 1232 gegründet durch Erzbischof Gerhard II. von Bremen als Zisterzienser-Nonnenkloster, am Rande des Teufelsmoores. Nach dem ersten Exkursionspunkt führt die Route durch den zentralen Bereich des Teufelsmoores über Worpswede nach Augustendorf. Seit Ende des letzten Jahrhunderts entdeckten Maler die Eigenart der Worpswede umgebenden Landschaft, beispielhaft seien nur erwähnt Paula Modersohn-Becker, Mackensen, Hans am Ende, Overbeck. Zahlreiche Museen geben einen Überblick besonders über die künstlerischen Aktivitäten: Worpsweder Kunsthalle, Große Kunstschau Worpswede, Ludwig-Roselius-Museum, Barkenhoff, Haus im Schluh, Museum am Modersohnhaus, Galerie Altes Rathaus, Worpsweder Mühle, Torfschiffswerft-Museum, Museumsanlage Landkreis Osterholz, Norddeutsches Vogelmuseum.

Anschrift der Autoren

<sup>1)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Bodentechnologisches Institut Bremen, Friedrich-Mißler-Str. 46/50, 28211 Bremen

# Bodenkarte des Teufelsmoores

(verändert nach HACKER & ANEMÜLLER, 1979)

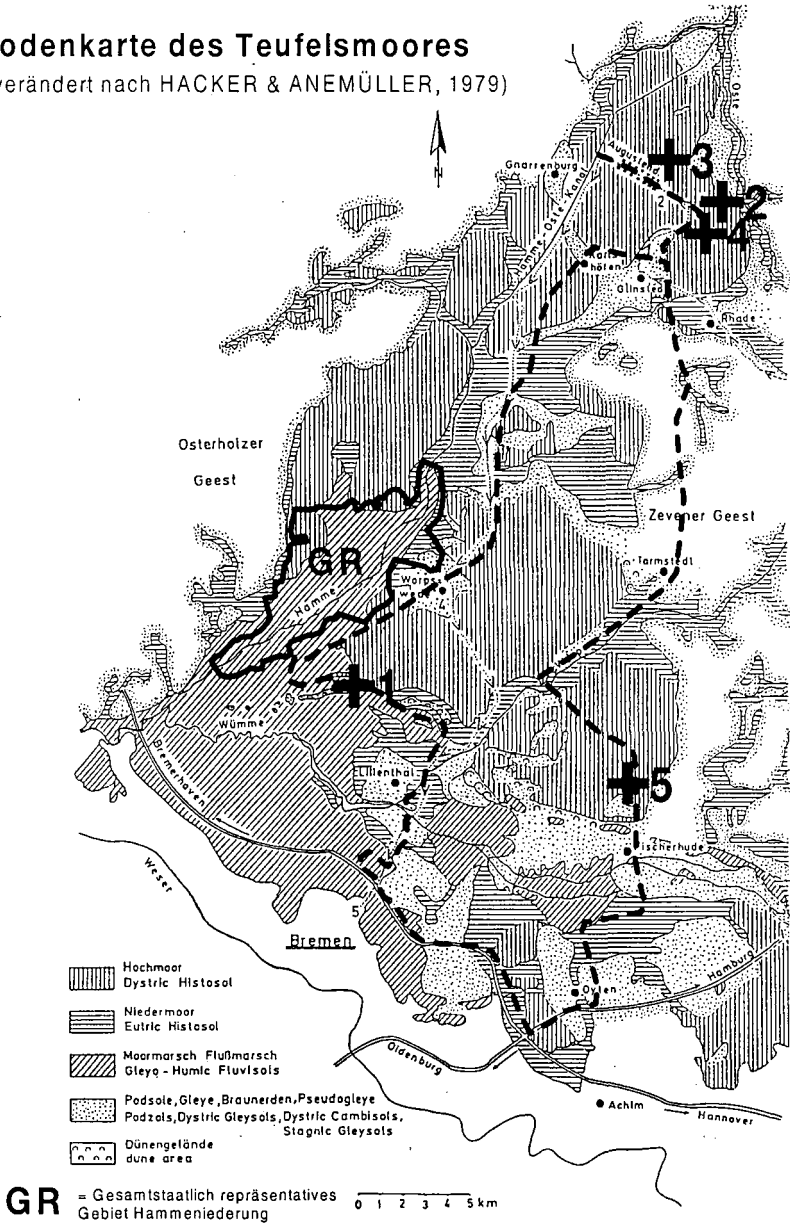


Abbildung 1: Exkursroute

Ein unter Naturschutz gestellter Rest des Huvenhoopsmoores soll einen Eindruck von der ursprünglichen Landschaft vermitteln (Exkursionspunkt 2). An einem Torfstich wird die bäuerliche Abtorfung und Moorkultivierung des 18./19. Jahrhunderts (bäuerliche Leegmoorkultur) demonstriert (Exkursionspunkt 3). Eine typische Hochmoorsiedlung zeigt die Möglichkeiten der Deutschen Hochmoorkultur. Industrielle Abtorfung (Exkursionspunkt 4) und Probleme ihrer Folgenutzung (Wiedervernässung), Renaturierung, Hochmoorregeneration neben Rekultivierung zeigen die aktuellen Probleme der Moornutzung im Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie.

Nach den Exkursionspunkten im Bereich Augustendorf wird das Teufelsmoor südlich von Glinstedt kurzfristig verlassen. Südwestlich von Tarmstedt wird im Wörpetal das Teufelsmoor wieder erreicht. In Rautendorf, dem letzten Exkursionspunkt, wird ein Profil der Deutschen Sandmischkultur gezeigt. Die Rundfahrt durch das Teufelsmoor endet nach den Ortschaften Fischerhude und Oyten am Bremer Kreuz, von dort geht es über die A27 und A7 zurück nach Hannover.

## **2 Beschreibung des Exkursionsgebietes**

### **2.1 Naturräumliche Gliederung**

Das Teufelsmoor ist mit 361 km<sup>2</sup> das größte Moorgebiet Niedersachsens. Davon sind 153 km<sup>2</sup> Niedermoor und 208 km<sup>2</sup> Hochmoor (SCHNEEKLOTH u. TÜXEN, 1978). Es liegt in einer trichterförmigen Senke von dreieckigem Grundriß (Bremer Becken), die sich von der Bremer Landesgrenze bis fast nach Bremervörde erstreckt. Die Grenzen dieser Niederung werden vom Geestrand gebildet, der sich bis zu 50 m ü. NN über die Niederung erhebt. Im Süden wird das Becken von einem Dünenrücken entlang der Weser begrenzt.

Die Geländeoberfläche der Niederung ist schwach geneigt. Sie senkt sich von +10-12 m im Norden auf +0,8-2 m ü. NN im Süden. Geestinseln und Sandrücken erheben sich über die Niederung, vor allem der auf 51 m über NN ansteigende Weyerberg mit der Ortschaft Worpsswede (FLIEDNER, 1970). Im Norden wird die Niederung durch einen von Südosten nach Nordwesten sich erstreckenden Geestrücken (mit den Ortschaften Glinstedt, Karlshöfen, Gnarrenburg) in zwei Teile, dem südlichen eigentlichen Teufelsmoor und dem nördlichen Gnarrenburger Moor getrennt. Die Exkursionspunkte 2 bis 4 mit der Moorsiedlung Augustendorf befinden sich im Huvenhoopsmoor, einem Teil des Gnarrenburger Moores. Die Höhe über NN schwankt in Augustendorf (Exkursionspunkt 3) zwischen +10-12 m. Ca. 3 km weiter westlich verläuft der 1766-1774 erbaute Oste-Hamme-Kanal, in den der Augustendorfer Kanal entwässert. Östlich von Augustendorf befindet sich ein Naturschutzgebiet mit dem ca. 30 ha großen Huvenhoopssee (Exkursionspunkt 2) und ein 6 km<sup>2</sup> großes industrielles Abtorfungsgebiet (Exkursionspunkt 4).

### **2.2 Geologie und Geomorphologie**

In einer Niederung widerstand nur der Weyerberg bei Worpsswede der Erosion. In der Weichsel-Kaltzeit kam es verschiedentlich zur Bildung von Flugsanddecken (z. B. westlich von Breddorf, südwestlich von Rautendorf, nordwestlich von Schmalenbeck, nordwestlich von Tarmstedt). Auch fluviatile Sande sind aus dieser Zeit zu finden, wie z. B. südwestlich Wilstedt und nordwestlich Breddorf. Stellenweise kam es zur Aufwehung spätglazialer Flugsande (Wümmen, Oste). Im Holozän wurden Dünen aufgeweht, was in abgeschwächter Form bis in die Gegenwart andauert.

Bereits im Spätglazial (OVERBECK 1975) bildeten sich kleinflächige Vermoorungen. Durch den Meeresspiegelanstieg (Flandrische Transgression) und den damit verbundenen Grundwasseranstieg bedingt kam es um 6500 v. Chr. zu einer großräumigen Ausbreitung der Niedermoore, denen später im Atlantikum Hochmoore folgten. Stellenweise im Subatlanticum wuchsen Hochmoore auch direkt über dem mineralischen Untergrund auf (wurzelechte Hochmoore). In der Hamme- und Wümmeniederung kam es unter Gezeiteinfluß zu einer Über- bzw. Durchschlickung von Niedermoorortofen. Im südwestlichen Gebiet (um Waakhausen) wuchsen, durch einen erneuten Grundwasseranstieg bedingt, über Hochmooren wieder Niedermoore auf (versunkene Hochmoore). Die größten Moortiefen wurden mit 6,20 m bei Dannenberg erreicht (OVERBECK 1975). Durch bäuerliche und industrielle Abtorfung und Besiedlung sind großflächig die Torfe bis auf den mineralischen Untergrund abgebaut worden.

### **2.3 Klima und Hydrologie**

Das Exkursionsgebiet zeigt das typische Klima des nordwestdeutschen Flachlandes (HOFFMEISTER 1930) mit jährlichen Regenhöhen zwischen 650-750 mm (Osterholz-Scharmbeck 664 mm, Hepstedt 687 mm, Kuhstedt 737 mm) und jährlichen Durchschnittstemperaturen um 8 °C (Tab. 1).

Die jährliche Verdunstungshöhe liegt bei 450 mm, die klimatische Wasserbilanz beträgt 200-300 mm. Vorherrschend sind westliche und südwestliche Winde. Das Teufelsmoor ist stark spätfrostgefährdet mit nur 150-160 frostfreien Tagen, während es auf der höher gelegenen Geest 180 Tage sind. Vor dem Deichbau und einer künstlichen Entwässerung durch Pumpwerke führte das Zusammenwirken von Starkregen, Nordweststürmen und Springfluten im Winter zu einer oft monatelangen Überschwemmung der Niedermoorgebiete. Seit 1978 sind diese Niederungen durch das Sturmflutsperrwerk bei Lesum geschützt.

Tabelle 1: Klimadaten für das Teufelsmoor

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Mittlere Temperatur              | 8,0 °C     |
| Mittlere Niederschlagshöhe       | 700-740 mm |
| Mittlere potentielle Verdunstung | 400-450 mm |
| Wasserbilanzüberschuß            | 250-300 mm |
| Tage mit Niederschlag >0,1 mm    | 185        |
| Tage mit Bodenfrost              | 205-214    |
| Tage mit Temperaturen >25°C      | 17         |

#### 2.4 Vegetation

Pollenanalytische Untersuchungen liegen von OVERBECK (1975) vor, die an Profilen bei Worpsswede, Dahldorf, Dannenberg und Huxfeld durchgeführt wurden. Über das Niederungsgebiet zwischen Hamme und Wümme liegt eine Arbeit von CORDES (1967) vor. Die Untersuchungsergebnisse geben gute Einblicke über die nacheiszeitliche Vegetationsentwicklung, die gut mit der mitteleuropäischen Grundsukzession übereinstimmt. Die Entwicklung verlief von einer Tundra, Birkenwäldern, Birken-Kiefernwäldern, Kiefernwäldern, Kiefern-Eichenwäldern zu Eichen-Birkenwäldern.

Auf den besseren Böden waren Rotbuchen und Hainbuchen beigemischt. Die Niederungen wurden seit dem Atlantikum von Erlenbrüchern eingenommen. Auf Binnendünen überdauerte die Kiefer. Auf den nassesten Stellen (eutroph) siedelten Schilfröhrichte, Seggenrieder oder (oligotroph) Hochmoorgesellschaften. Letztere wurden nach Makrofossiluntersuchungen (OVERBECK 1975) überwiegend von Sphagnum imbricatum gebildet, wenn auch Sph. papillosum, Sph. magellanicum und Sphagnen der Acutifolia-Sektion nicht fehlten.

Über die potentiell natürliche Vegetation berichten KRAUSE und SCHRÖDER (1979). Ihre Untersuchungen zeigen folgendes auf: Die heute noch verbliebenen Hochmoore (Torflagerstätten im geologischen Sinne) dürften als potentiell natürlich auch wieder Hochmoorgesellschaften tragen (Sphagnetum magellanicum, Rhynchosphoretum albae u.a.). Nach eigenen Beobachtungen wird die Entwicklung der jahrzehntelang mit Pflanzennährstoffen angereicherten Deutschen Hochmoorkulturen (Grünland) in Richtung Kleinseggenrieder oder Birkenbruchwald (Betuletum pubescentis) gehen. Die potentiell natürliche Vegetation der Sandmischkulturen ist noch unbekannt. Die weiten Niederungen (Niedermoor) zwischen Hamme und Wümme wären mit Erlenbruchwäldern bestanden; in Fluß- und Altwassernähe würden sie von Weidengebüsch (Salicion albae) abgelöst. Je nach Standortbedingungen käme es zur Ausbildung eines Carici elongatae Alnetum mit Übergängen zum Birkenbruchwald (Betuletum pubescentis), Gagelgebüsch (Myricetum gale) und Traubenkirschen-Eschenwald (Pruno-Fraxinetum). Dieser Niederungsvegetation stehen die Buchen-Eichenwälder (Fago-Quercetum) und Eichen-Birkenwälder (Querceto-Betuletum) gegenüber, wobei die ersteren nur auf die nährstoffreicheren Böden beschränkt blieben. Die Geestabdachung westlich von Osterholz-Scharmbeck (Lauenburger Ton) würde sogar den Flattergras-Buchenwald (Milio-Fagetum) tragen. Auf sickerfeuchten Geesthängen stände der Eichen-Hainbuchenwald (Quercu-Carpinetum).

In der heutigen Landschaft herrscht das Kulturland vor. Dabei überwiegt das Grünland (Molinio-Arrhenatheretea), das sowohl auf Deutscher Hochmoorkultur als auch auf Niedermoor-Schwarzkultur verbreitet ist. Im Bereich von Wümme, Hamme und Beek (Naturschutzgebiet Breites Wasser) haben sich noch Schilfröhrichte (Phragmition), Großseggenrieder (Magnocaricion) und Wasserpflanzengesellschaften (Potamogetonetea) erhalten. Wachsende Hochmoore sind sehr selten (Huvendoopsee); des öfteren finden sich noch verheidete Hochmoore (Hochmoore im Stillstandskomplex) und Sandheiden (Genisto-Collunedum). Eine Kostbarkeit soll nicht verschwiegen werden: Am Geestabhang westlich von Osterholz-Scharmbeck (Lauenburger Ton) tritt kalkhaltiges Wasser zutage, was einen Kalksumpfrasen (Schoenetum nigricantis) mit Carex diveca, Carex pulicaris, Dactylorhiza majalis und Cratoneuron filicinum u.a.

entstehen ließ. Die randnahe Geest ist heute meist in Ackerland überführt worden. Stellenweise gibt es aber noch Buchen-Eichenwälder = Fago-Quercetum, Flattergras-Buchenwälder = Milio-Fagetum (z.B. bei Osterholz-Scharmbeck), Eichen-Hainbuchenwälder = Quercu-Carpinetum (z.B. Holthorst bei Lesum), Traubenkirschen-Eschenwälder = Pruno Fraxinetum (z.B. bei Oldendorf). Im Einflußbereich nährstoffreichen Grundwassers existieren noch Erlenbruchwälder (Carici elongatae-Alnetum), die im Kontakt zu Hochmooren in Birkenbruchwälder (Betuletum pubescentis) und Gagelgebüsche (Myricetum gale) übergehen.

Um einen Eindruck der früheren Vegetation zu vermitteln, geben wir Darstellungen von C. A. WEBER (1930) und OVERBECK (1975) wieder:

"Zu einer gewissen Zeit der Entwicklung unseres Gebietes, sicher viele Jahrhunderte vor dem Beginn unserer Zeitrechnung, stellte es eine weitgedehnte, schwer zugängliche Sumpflandschaft dar: Die Werder mit einem undurchdringlichen Urwald aus Erlen, Birken, Weiden, Haseln, Linden, Eschen, Eichen und Fichten bedeckt, dazwischen breitere und schmalere mit Seerosen, Krebschieren und Rohrkolben bewachsene Lachen, ungeheure Schilfdickichte und Seggenrieder mit schwappenden Rasen, die Nebenarme des Stromes mit Röhrich gesäumt, die Hauptarme mit Weidengebüsch, durchsetzt mit hohen Dolden, durchschlungen mit Zaunwinde und Bittersüß, gerade wie wir es jetzt noch hier und da an der Weser bei uns finden."

„Darüber erhob sich die Dünenkette, die das rechte Flußufer begleitet, bald mit rotblühender Heide überzogen, bald von dunkelblauem Föhrenwalde gekrönt."

"Es war eine Landschaft, in der Schönheit, Erhabenheit und Grauen dicht beieinander wohnten. Von Horizont zu Horizont grenzenlose Weite, ohne Baum und Strauch. Jeder Schritt auf dem wassergetränkten Sphagnumrasen war mühsam".

### **2.5 Einfluß der Landnutzung**

Die Niedermoore werden überwiegend als Grünland genutzt. Die Nutzung wird bestimmt durch hohe Grundwasserstände (40-60 cm), das große Wasserspeichervermögen der Torfe und durch winterliche Überschwemmungen. Der größte Teil der Hochmoore des Teufelsmoores wird heute landwirtschaftlich genutzt, als Grünland in Form der Deutschen Hochmoorkultur oder als Ackerland in Form von Sandmischkulturen nach Tiefumbruch. Hoher Grundwasserstand, Basenarmut, saure Reaktion (pH um 4,0), hohe Tongehalte und eine gefügebundene mittlere bis hohe Durchlässigkeit sind für Moormarschen kennzeichnend. Wegen des hohen und schwankenden Grundwassers und des hohen Tongehaltes werden diese Böden überwiegend als Grünland genutzt.

### **2.6 Bodenverbreitung**

#### Niedermoore

*Entstehung:* Die großflächige Niedermoorbildung begann im frühen Atlanticum (6500 v. Chr.) infolge des zunehmenden eustatischen Meeresspiegelanstiegs. Zu Beginn des Subboreals dürfte sie ihr heutiges Ausmaß erreicht haben. Die Moormächtigkeit schwankt zwischen wenigen Dezimetern und mehreren Metern. Die Niedermoore sind überwiegend aus mäßig bis stark zersetzten Seggen- bzw. Schilf-Seggen-Torfen mit wechselnden Holzanteilen (Birke, Erle) aufgebaut. An der Basis der Niedermoore findet man Erlenbruchwaldtorfe, Mudden (Hinweise auf Senken und ehemals offene Wasserflächen) und auch spätglaziale Laubmoortorfe. Niedermoor- oder topogene Moorbildungen gelten im Gegensatz zu Hochmoortorfen als kalk- und stickstoffreich. Da die Hamme-Wümme-Niederung nur von basenarmen, sauren Substraten umgeben ist, die auch das Grundwasser prägen, haben sich hier vornehmlich saure Niedermoore ausgebildet (pH 4,5). Die Wasserdurchlässigkeit der Niedermoor- oder topogenen Moortorfe ist mit Ausnahme der sehr stark zersetzten Basistorfe als hoch einzustufen. Die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes ist mit 140-200 mm ebenfalls als hoch einzustufen.

*Verbreitung:* Die Niedermoore sind entlang der Flußläufe (Hamme, Wümme, Wörpe) und in ihren Seitentälern verbreitet (Abb. 1).

#### Hochmoore

*Entstehung:* Im Gegensatz zu den meist topogenen, grundwasserbeeinflussten Niedermooren entstanden die oligotrophen, ombrogenen Hochmoore nur unter der Einwirkung der nährstoffarmen Niederschläge. Erste Hochmoorbildungen auf Niedermooren begannen schon im Atlanticum (ca. 4000-5000 v. Chr.). Das schnelle Sphagnumwachstum führte zur Bildung mächtiger Torfschichten und zur Bildung ausgedehnter

Moorkomplexe. Im Subatlanticum wurden schließlich auch nicht vermoorte Podsole von Hochmoortorfen überdeckt (wurzelechte Hochmoore). Der eigentlichen Hochmoorbildung ging fast immer eine geringmächtige Übergangsphase mesotropher Birkenbruchwaldtorfe bzw. Scheuchzeria-Torfe voraus. Die Hochmoortorfe lassen die in Nordwestdeutschland weitverbreitete Gliederung in einen liegenden, stark zersetzten Hochmoortorf (Schwarztorf) und einen hangenden, schwach zersetzten Hochmoortorf (Weißtorf) erkennen. Typisch ist ein uhrglasförmiges Wachstum der Hochmoore, d. h. ihr zentraler Teil ist durch verstärktes Sphagnenwachstum herausgehoben.

**Verbreitung:** Der zentrale Teil des Teufelsmoores und fast der gesamte nördliche Teil der Niederung (Huvendoopmoor) wird von Hochmoorkomplexen bedeckt. Die einzelnen Hochmoorkomplexe sind jeweils durch Fluß- und Bachläufe mit Niedermoorbildungen voneinander getrennt.

### Moormarschen, Flußmarschen

Diese Böden sind als semiterrestrische Böden zu bezeichnen und sind durch Sedimentation unter dem Einfluß des Meeres und seiner Gezeitenbewegungen entstanden. Durch die niedrige Lage (Exkursionspunkt 1) waren weite Teile der Niederung mit zunehmendem Meeresspiegelanstieg einer regelmäßigen Überflutung ausgesetzt. Durch Auflaufen der Flut in die Wesermündung entstand ein Rückstau des Flußwassers, der sich in der Hamme bis nördlich Worpswede und in der Wümme bis Fischerhude auswirkte (mTHW der Wümme: 11 + 1,70 m NN). Die ausgedehnten Überflutungen führten zur Bildung von fluviatilen, kalkfreien, schluffig-tonigen Sedimenten. Flußnahe Niedermoore an Hamme und Wümme wurden von einer mehr als 4 dm mächtigen Schlickdecke begraben (Flußmarschen). Bei den Moormarschen ist die Sedimentauflage < 4 dm.

### **2.7 Siedlungsgeschichte**

Das Teufelsmoor war ursprünglich nur das Land im Bogen der oberen Hamme nördlich der gleichnamigen Ortschaft. Heute wird diese Bezeichnung - wie eingangs dargelegt - auf das ganze vermoorte Gebiet des Bremer Beckens bezogen. Der Name "Teufelsmoor" hat nichts mit dem Teufel zu tun, er leitet sich vom niederdeutschen duven - tauben - unfruchtbaren Moor ab (Handbuch der historischen Stätten, B 1.2).

Ergebnisse der Vorgeschichtsforschung (BRANDT 1982) machten in den letzten Jahren deutlich, daß der vorgeschichtliche Mensch die umgebende, sandige, höher gelegene Geest intensiv nutzte. Inwieweit das Teufelsmoor vor der großflächigen Vermoorung schon von Menschen begangen wurde, ist noch nicht endgültig geklärt. Immerhin fanden sich unter den Torfen des Hamme-Wümme-Gebietes mesolithische Reste (mündl. Mitt. des Bremer Landesarchäologen).

Eine vormittelalterliche Besiedlung der Niederungslandschaften des Hamme-Wümme-Gebietes kann nicht mehr ausgeschlossen werden, da entsprechende Funde aus der Zeit um Christi Geburt aus dem Stadtgebiet von Bremen vorliegen (BRANDT 1980; SCHWAAR u. BRANDT 1984). Das weiter nördlich gelegene Gebiet war aber wahrscheinlich noch siedlungsfrei, wie aus Berichten des mittelalterlichen Chronisten Adam von Bremen (11. Jahrhundert) zu schließen ist. Als erster Beleg für die hochmittelalterliche Landnahme gilt eine Urkunde von 1106, als sechs Holländer dem Bremer Erzbischof anboten, Sumpfland urbar zu machen. Bis 1250 waren Hollerland= Holländerland und Blockland besiedelt. Weitere Kristallisationspunkte für den Landausbau waren die Klöster Lilienthal 1262 (Zisterzienser) und Osterholz (Benediktiner). In der Folgezeit wurde das Gebiet um die untere Wörpe und Wümme kolonisiert. Vom Kloster Osterholz greift die Kolonisation im 14. Jahrhundert in die Niedermoorgebiete der Hamme des mittleren Teufelsmoores über. Die praktische Durchführung der Kolonisation lag in Händen von "Lokatoren" (FLIEDNER 1970). Die neuzeitliche Kolonisation des Teufelsmoores ist unlösbar mit Jürgen Christian Findorff (1720-1792) verknüpft. Als königlicher Moorkommissar war er einer der führenden Köpfe der damaligen hannoverschen Moorkolonisation. Er gründete 50 neue Dörfer (KÜHLKEN 1950). Seine Grundidee war, aus Torfbauern (Brenntorfgewinnung aus älterem Hochmoortorf, Schwarztorf) durch Verfehnung allmählich Moorbauern zu entwickeln. Es entstanden an einem Kanal als Hauptverkehrsweg und Entwässerung angelehnte Moorreihendörfer. Die streifenförmigen Parzellen erstreckten sich quer zu dieser Achse. Für die Kolonisten galt:

"Dem ersten der Tod, dem zweiten die Not, dem dritten das Brot."

Ergreifend wurde das harte Schicksal der Moorbauern von den Worpsweder Künstlern (Mackensen, Hans am Ende, Becker-Modersohn, Overbeck) dargestellt, wobei anzumerken ist, daß der Maler Overbeck der Vater des späteren Moorbotanikers F. Overbeck (1898-1983) ist. Erst mit der praktischen Durchsetzung der Erkenntnisse Justus von Liebig durch die Preußische Moorversuchsstation in Bremen (heute

Bodentechnologisches Institut des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung) änderte sich die Notlage der Teufelsmoorbauern. Großflächig entstanden ab 1877 Deutsche Hochmoorkulturen, die seit Kriegsende zunehmend durch Tiefpflugmaßnahmen rekultiviert wurden.

### 3 Erläuterungen zu den Exkursionspunkten

#### 3.1 Exkursionspunkt G 2.1: Mittelbauer

Ehemaliger Feldversuch des Bodentechnologischen Institutes Bremen

Besitzer: Landwirt D. Helmken, Mittelbauer

Thema: Stickstoffmobilisierung unter Niedermoorgünland,  
Messung der Denitrifikationsverluste auf Niedermoor

Dieses Niedermoor ist seit dem 13. Jahrhundert in Nutzung. Der Oberboden ist durch die Entwässerung und landwirtschaftliche Nutzung als Grünland vererdet. Die Oberfläche des Niedermooses liegt bis zu 2 m höher als der Wasserstand des „natürlichen Vorfluters“, der Wümme. Die Wasserstände der gepolderten Flächen werden über ein Schöpfwerk geregelt. Von 1989 bis 1992 schwankten die Grundwasserstände im Sommer zwischen 0,19 und 1,00 m unter Gelände und im Winter zwischen 0,05 und 0,61 m.

In den oberen 20 cm sind die Niedermoorortfe vererdet, dieser Horizont ist stark durchwurzelt und zeigt kleine Aggregatbildungen. Unterhalb des Vererdungshorizontes hat sich ein schwach ausgeprägter Torfschrumpfungshorizont gebildet. Im zeitweilig wassererfüllten Hw-Horizont sind noch teilweise Pflanzenreste erkennbar, überwiegend Schilf-*Radizellentorfe*.

Im vererdeten Oberboden hat sich das C/N-Verhältnis von ursprünglich >20 auf 14-15 verengt, die Rohdichten haben stark zugenommen. Für die vererdeten Horizonte sollte der Humositätsgrad nach von Post nicht angegeben werden, da sich dieser Horizont sekundär durch Entwässerung und Nutzung verändert hat. Im Torfschrumpfungshorizont und den Hw-Horizonten werden für Niedermoore sehr geringe Rohdichten <0,15 g/cm<sup>3</sup> erreicht. Die nicht vererdeten Horizonte zeichnen sich durch größeres Gesamtporenvolumen, höhere nutzbare Feldkapazität und höhere kf-Werte aus.

Tschirsch (1994) hat nachgewiesen, daß der Einsatz der Acetylen-Inhibierungs-Technik (AIT) auf saurem Niedermoor zu keinen befriedigenden Ergebnissen führt. Für 1991 und 1992 konnten N<sub>2</sub>O-Emissionen von 15 – 16 kg N \* ha<sup>-1</sup>\*a<sup>-1</sup> berechnet werden. Versuche mit <sup>15</sup>N zeigen, daß bei einer Düngungshöhe von 125 kg <sup>15</sup>N\*ha<sup>-1</sup>\*a<sup>-1</sup> 1991 40 kg <sup>15</sup>N\*ha<sup>-1</sup>\*a<sup>-1</sup> und 1992 43 kg <sup>15</sup>N\*ha<sup>-1</sup>\*a<sup>-1</sup> denitrifiziert wurden, wobei nur ein Teil in die Atmosphäre entweichen konnte.

Hohe Grundwasserstände hemmen sehr deutlich den Stickstoffumsatz. Das hohe Angebot mikrobiell verfügbaren Kohlenstoffs wirkte zu keinem Zeitpunkt limitierend auf die Denitrifikation.

#### 3.2 Exkursionspunkt G 2.2: Huvenhoopssee

Ort: Huvenhoopssee, TK 25 Gnarrenburg, Bl. 2620

R: 3506700, H: 5915900, Höhe über NN: 12 m

Relief: eben

Entwässerung: keine

Vegetation: siehe unten

Nutzung: Naturschutzgebiet (1,25 km<sup>2</sup>)

Bodenart: Hochmoortorf (3 m)

Mineralischer Untergrund: fluviale Sande

Bodentyp (KA4): HHn: Hochmoor

FAO : Fibric Histosol

NLFB: HH55: Sehr tiefes Hochmoor, sehr stark grundnaß

#### Vegetation

Das Naturschutzgebiet liegt um den Huvenhoopssee (1,25 km<sup>2</sup>). Überwiegend ist es noch mit wachsendem Hochmoor bedeckt, das als Schwingrasen ausgebildet ist. Die Mächtigkeit nimmt zur offenen Wasserfläche ab. Ein Begehen ist nicht ganz ungefährlich.

Pflanzensoziologisch gehört die Vegetation zum *Rhynchosporetum albae*. Neben dem namensgebenden Kenntaxen dominiert *Sphagnum cuspidatum*. An weiteren Arten kommen auf dem Schwingrasen *Eriophorum angustifolium*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccus* und zwei *Drosera*-Arten (*Drosera*

rotundifolia, Drosera intermedia) vor. Eine schwache Eutrophierung deutet das Vorkommen von Carex rostrata (Guanotrophierung durch Vogelkot) an. Das seefernere, höher gelegene Terrain wird von einem lichten Birken-Kieferngebüsch bedeckt, dem Myrica gale beigemischt ist. In den Lichtlücken dominiert Calluna vulgaris, Erica tetralix und Eriophorum vaginatum. Vereinzelt haben sich auch Sphagnen behaupten können. Eine hier wachsende Besonderheit soll nicht unerwähnt bleiben: Als Gartenflüchtling hat sich eine Art aus der Amelanchier canadensis-Gruppe angesiedelt. Bemerkenswert ist das Vorkommen der Kreuzotter (Vipera berus).

### 3.3 Exkursionspunkt G 2.3: Augustendorf

Die Moorbildung begann nach pollenanalytischen Untersuchungen und <sup>14</sup>C-Datierungen (4400 B. C.) im frühen Atlantikum mit einem Scheuchzeriatorf, dem Eriophorum vaginatum und Andromeda polifolia beigemischt waren. Diesem folgte ein Cuspidata-Torf mit Scheuchzeria und Eriophorum vaginatum. Den Höhepunkt der postglazialen Erwärmung charakterisiert ein Ulmengipfel. Dies geschah in einer Schwarztorfphase mit Eriophorum vaginatum und beigemischt Sphagnum cuspidatum. In der Folgezeit wurde der Schwarztorf abwechselnd von Eriophorum vaginatum und Calluna vulgaris geprägt. Beigemischt waren Sphagnum cuspidatum, Sphagnum papillosum und Sphagnen der Acutifolia-Sektion. Im Weißtorf herrscht zunächst noch Eriophorum vaginatum vor, dem allerdings beträchtliche Anteile von Sphagnum cuspidatum beigemischt waren. Zeitlich geschah dieser Wechsel vom Schwarz- zum Weißtorf im Subatlantikum (790 B. C.). Später prägten sowohl Sphagnen der Cymbifolia-Sektion (Sph. imbricatum, Sph. papillosum) als auch solche der Acutifolia-Sektion die Weißtorfe.

Es läßt sich mit dieser Sukzession deutlich nachweisen, daß es keinen alternierenden Bult-Schlenkenwechsel mit der heute typischen Vegetation gegeben hat. Entweder müssen die Hochmoore kein oder nur ein schwach ausgeprägtes Mikrorelief gehabt haben oder Schlenke ist lange Zeit als Schlenke und Bult lange Zeit als Bult aufgewachsen.

#### *Bodenchemische Eigenschaften*

Hochmoorbildende Pflanzengesellschaften beziehen ihre Nährstoffe überwiegend aus atmosphärischen Niederschlägen. Aus diesem Grunde sind Hochmoortorfe gegenüber grundwasserbeeinflußten eutrophen Niedermoororten mineralstoff- und nährstoffarme Sedimente (oligotrophic).

Abgesehen von der besandeten, anthropogen veränderten oberen Bodenschicht (0-10 cm) schwanken die Asche (= Mineralstoff)-Gehalte im Torf zwischen 1,4 und 1,8 Gew.%. Die etwas erhöhten Aschegehalte in der Torfschicht (10-80 cm) sind ebenfalls auf anthropogene Sandbeimengungen zurückzuführen. An dem plötzlichen Anstieg des Aschegehaltes von 1,7 % auf über 90 % in der Tiefe von 300-310 cm ist der Übergang zum Mineralboden deutlich zu erkennen.

Die Gesamtgehalte der wichtigsten Kationen - Ca, Mg, K, Na - summieren sich zusammen mit den Eisengehalten auf ca. 0,5 Gew.% des Torfes und tragen damit zu ca. 1/3 zum Gesamtaschegehalt bei. Der überwiegende Rest des Aschegehaltes dürfte zum größten Teil aus Silikaten bestehen (z. T. eingewehetes Material). Die Basenarmut des Torfes erklärt die sehr niedrigen pH-Werte der Torfschichten im Bereich pH 3,4 - 3,7, gemessen in 0,01 m CaCl<sub>2</sub>. Die in H<sub>2</sub>O gemessenen pH-Werte liegen um etwa eine pH-Einheit höher.

Die trotz des niedrigen pH-Wertes fehlenden Al-Ionen im Torf machen ein optimales Kulturpflanzenwachstum auf Moorboden schon bei pH-Werten ab pH 3,5 möglich.

In dem mit Mineralstoffen (Sand) angereicherten Oberboden (0-10 cm) und im anstehenden Mineralboden ist dagegen bei den dort herrschenden pH-Werten das Al-Ion dominierend am Austauschere vertreten. Die hohe Ca-Sättigung in der oberen Torfschicht ist auf die seit ca. 150 Jahren erfolgte Düngung zurückzuführen.

Neben der hohen Wassersättigung (= Luftmangel) im wachsenden Hochmoor tragen auch die Nährstoffarmut und die niedrigen pH-Werte zu einer geringen biologischen Aktivität im Torf und damit zu einer Konservierung der Torfsubstanz bei.

Die C<sub>1</sub>-Gehalte der Torfe liegen im schwächer zersetzten Weißtorf bei 52 % und im stärker zersetzten Schwarztorf bei 58 Gew. %.

Die in Relation zu den Ct-Gehalten geringen Nt-Gehalte (0,7-1,4 %) führen zu einem für Hochmoortorfe typischen, weiten C/N-Verhältnis, welches ebenfalls zu einer geringen biologischen Aktivität im Torf beiträgt (C/N-Verhältnis Weißtorfe ca. 60, Schwarztorfe 40-50, Niedermoorortorfe 10-30). Die Kationen-austauschkapazität wurde im Gegensatz zu Mineralböden wegen der geringen Rohdichte auf das Volumen



bezogen (meq/l) dargestellt. Typisch für Moorböden ist die hohe und sehr stark pH-abhängige, variable Ladung (KAK) der org. Austauscher. Sie beträgt bei pH 4,5 nur ca. 1/3-1/4 der bei pH 7 gemessenen KAK. Bei den sehr niedrigen pH-Werten der Torfe ist das H-Ion das dominierende Kation am Austauscher. Im engen Ca/Mg-Verhältnis kommt die Nähe des Meeres zum Ausdruck. Vor allem im Schwarztorf dominieren die Mg- und Na-Ionen gegenüber ihren Gegenspielern (Antagonisten). Die relativ hohe Mg- und Na-Belegung der Austauscher ist mit den hohen Salzzimmisionen in Küstennähe zu erklären.

#### *Bodenphysikalische Eigenschaften*

Während in einem Mineralboden die physikalischen Eigenschaften in erster Linie von der Körnung geprägt werden, sind es bei einem Moorboden die Pflanzenreste, aus denen der Torf zusammengesetzt ist und deren Zersetzungsgrad.

Das Profil Augustendorf stellt sich heute in einem stark vorentwässerten Zustand dar. Die physikalischen Analysendaten entsprechen daher nicht mehr denen eines wachsenden Hochmoores. So liegt die Rohdichte wachsender Hochmoortorfe bei ca. 50 g/l, während die heute gemessenen Rohdichten im Moorkörper zwischen 71 und 164 g/l einem stark vorentwässerten Hochmoor entsprechen. Zunächst kommt es durch die Entwässerung zu starken Sackungserscheinungen, was zu einer dichteren Lagerung des Moorkörpers führt. Die mit der Entwässerung eintretenden Höhenverluste können nach einer empirischen Formel von SEGBERT/HALLAKORPI vorausberechnet werden, was für alle kulturtechnischen Maßnahmen von großer Bedeutung ist (Sackungsmaße zwischen 10-30 % der Moormächtigkeit). Die Lagerungsdichte eines Moorbodens wird vom Substanzvolumen (SV) abgeleitet. Mit 8-12 % SV ist die Lagerungsdichte als "ziemlich dicht" zu bezeichnen.

Das für Hochmoorböden typische hohe GPV von 88-82 Vol.% erklärt das hohe Wasserspeichervermögen der Torfe. Der geringe Zersetzungsgrad des Weißtorfes kommt vor allem im höheren Grobporenvolumen (>50 µm - pF 1,8) von 17 - 24 Vol.% zum Ausdruck. Dieses hohe Grobporenvolumen verleiht dem Weißtorf bei entsprechender Entwässerung eine hohe Luftkapazität (pF 1,8). Diese korreliert mit einer "hohen" bis "sehr hohen" gesättigten horizontalen Wasserdurchlässigkeit. Hinsichtlich Luftkapazität und Wasserdurchlässigkeit sind die wenig zersetzten Weißtorfe durchaus mit groben Sanden vergleichbar.

Der stärker zersetzte Schwarztorf besitzt gegenüber dem Weißtorf eine deutlich geringere Luftkapazität (8-12 Vol.%) und einen höheren Anteil an Totwasser (15-20 Vol.%). Das deutlich geringere Grobporenvolumen hat eine starke Verringerung der gesättigten Wasserdurchlässigkeit zur Folge.

Die geringste gesättigte Wasserdurchlässigkeit (kf) mit im Mittel 2 cm/d wurde in der Übergangsschicht zum Mineralboden gemessen. Vor allem diese Übergangsschicht verhindert mit ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit eine zu hohe Versickerung von Wasser aus dem Moorkörper in den sandigen Untergrund. Die mittlere Grundwasser-Neubildung unter Hochmoor liegt bei 50 - 100 mm/a. Bei allen zur Wiedervermässung vorgesehenen abgetorften Hochmooren sollte diese Dichtungsschicht deshalb nicht zerstört werden.

Der mineralische Untergrund an der Moorbasis zeichnet sich durch sehr hohe Mittel- und Feinsandanteile (91-98 %), geringe Schluffanteile (1-8 %) und sehr geringe Tonanteile (1-3 %) aus. Diese gute Sortierung läßt auf einen fluvialen Talsand schließen, der wechsellagernd durch periglaziale Vorgänge entstanden ist. Die im frühen Holozän einsetzenden Bodenbildungsprozesse führten zu einer Podsolierung des Sandes mit der Bildung eines Orterde-Horizontes. Die sehr geringen Eisengehalte im IIfBh-Horizont lassen auf eine Humusorterde schließen.

### **3.4 Exkursionspunkt G 2.4: Torfabbaufäche der Humuswerke Gnarnenburg**

#### ***Friedrich Meiners GmbH & Co. KG***

Branche: Rohortfegewinnung und Verarbeitung; Abtorfungsflächen ca. 1 000 ha; Gewinnungsmethoden: Stechen, Fräsen, Baggen

Nach einer Teilabtorfung sind die Flächen für eine Wiedervermässung herzurichten. In Anlehnung an die Technischen Hinweise zum Torfabbau müssen auf den Flächen Resthochmoortorfe verbleiben. „Auf der Fläche soll die Stauschicht aus gewachsenem Hochmoortorf aus mindestens 50 cm Stärke bestehen. Unter der Grabensohle ist bei Anschluß des Torfkörpers an das Grundwasser im Mineralboden eine Stauschicht unter der Grabensohle aus stark zersetztem Hochmoortorf von mindestens 30 cm erforderlich. Besteht dagegen kein Anschluß des Torfkörpers an das Grundwasser, ist eine Stauschicht aus stark zersetztem Hochmoortorf von mindestens 50 cm notwendig.“ „Ist der mineralische Untergrund angeschnitten worden

(z.B. Kuppen), sind die Entwässerungsgräben mit stark zersetztem Torf zu verfüllen und zu verdichten oder mit einer ebenso wirksamen Dichtung, die dem Stand der Technik entspricht, abzudichten.“ „Auf den Staukörper ist eine mindestens 30 cm starke Bunkerdeschicht aufzubringen.“ Die Bunkerde enthält, je nach Alter, rezente Pflanzenreste, die eine Wiederbesiedlung fördern, außerdem dient sie als Wasserspeichermedium.

Die Fa. Meiners setzt unterschiedliche Abtorfungsverfahren ein. Im neuen Baggerverfahren wird der Torf in der gesamten Stärke gewonnen und die Bunkerde wird sofort in die bereits nasse Pütte geschoben. Hierdurch lassen sich günstige Voraussetzungen zur Renaturierung der Abbaufächen bereits während des Abbaues schaffen. Auf der Abbaufäche gibt es bereits mehrere vernäste Flächen, die mit dem Ziel Hochmoorregeneration hergerichtet wurden.

### 3.5 Exkursionspunkt G 2.5: Rautendorf

Die Erfolge der Heidekultur ermutigen zu immer tieferem Pflügen auch von wurzelechten Hochmooren. Bei der Heidekultur wird der Orsteinhorizont der Podsole unterfahren, gebrochen und durch den Wendepflug an die Oberfläche gebracht. Dies ist eine Maßnahme der Regradierung von Podsolon.

Die ersten Tiefkulturversuche wurden 1938 von BRÜNE in Königsmoor auf flachgründigem, wurzelechten Hochmoor über Podsol angelegt. Ab 1948 wurde die "Deutsche Sandmischkultur" durch BADEN und Mitarbeiter zu dem heute für die Moorkultur wichtigsten Meliorations- und Rekultivierungsverfahren weiterentwickelt.

Inzwischen sind bei maximaler Pflugtiefe von 2,4 m in NW-Deutschland über 150.000 ha Hochmoore tiefgepflügt worden.

Dieser Moorkulturtyp schafft sichere Ackerstandorte mit breitem Nutzungsspektrum, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden (DIN 1185):

1. Moormächtigkeit <1,50 m
2. nur Hochmoor - allenfalls Übergangsmoortorfe, unabhängig vom Zersetzungsgrad,
3. Mittel- bis Feinsand mit <10-15% Abschlämmbarem (<20 µm), frei von pflanzenschädlichen Stoffen (z.B. FeS),
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 die Torf- und Sandlagen überkippt und durch den Pflugkörper schräggestellt. Das Torf-Sandverhältnis hängt von der Rohdichte beider Komponenten ab und kann zwischen 2:1 (relativ locker gelagerte) und 1:2 (relativ dicht lagernde, stark vorentwässerte Moore) schwanken. Nur die zukünftige Krume wird gemischt und allmählich auf 30-40 cm vertieft. Angestrebt wird ein stabiler Mischboden, der in der Krume nach einer Reifungsphase noch 6-8% org. Substanz enthält (KUNTZE 1972). Die Torfbalken unterhalb der Krume dienen der Wasserspeicherung, die durchwurzelbaren Sandbalken der Luft- und Wasserbewegung. Bei guter Selbstdränung (im Sandbalken) ist eine systematische Rohrdränung nicht erforderlich.

Die Sandmischkultur in Rautendorf konnte vor ca. 20 Jahren angelegt werden. Im Ap-Horizont konnten sich stabile Humusgehalte im optimalen Bereich von 6-8 % organische Substanz einstellen. Die intensive Durchmischung von Torf und Sand bleibt auf den oberen Horizont beschränkt. Im Mischhorizont (R) lassen sich die Ausgangshorizonte fAhe, fAh, hH und rGr in schräger Lage voneinander abgrenzen. Für die Analytik konnten diese ehemaligen Horizonte separat beprobt und analysiert werden.

Die fossilen Ah-Horizonte bestehen aus feinsandigem Mittelsand und der reliktsche Gr-Horizont aus mittelsandigem Feinsand. Bis auf die Ap und Ah-Horizonte ist die Summe des Schluff- und Tongehaltes kleiner 6 %. Der pH-Wert der Torfe liegt mit 3,7 in der gleichen Größenordnung wie der des fossilen Ah, die Sande aus tieferen Horizonten erreichen hingegen pH 4,5 bis 4,6.

Im Ap-Horizont wird eine nutzbare Feldkapazität von >25 Vol. % aufgrund des optimalen Humusgehaltes erreicht. Im Mischhorizont schwanken die nFK-Werte in einem großen Bereich zwischen <10 und >50 Vol. %. Dies führt in Trockenjahren zu recht unterschiedlicher Wasserversorgung: bei Torfbalken im Unterboden optimale Versorgung, und bei Sandbalken treten dann Trockenschäden auf. Die gute Dränwirkung der Sandbalken zeigt sich in Werten der gesättigten Wasserdurchlässigkeit von > 1,0 m/d.

Die Angaben der löslichen Nährstoffe und der KAK-Werte sind einheitlich auf Liter bezogen, um einen Vergleich mit den Werten der Torfe zu ermöglichen.

Der fossile Ah-Horizont als Übergang zum Hochmoor erreicht durch Infiltration mit organischer Substanz bereits Corg-Gehalte von 18,2 %, hohe H-Ionen-Anteile sowie hohe Phosphorgehalte. Die hohe Ca-Selektivität der Torfe wird im R(hH) mit 91 mmol/l Ca bestätigt, dies gilt entsprechend für die eingemischten Torfe in den Ap-Horizont.

#### 4 Literatur

- BRANDT, K. H. (1980): Neue Ausgrabungen und Funde in der Freien Hansestadt Bremen.- Bremisches Jahrbuch 58, 243-265, Bremen.
- CORDES, H. (1967): Moorkundliche Untersuchungen zur Entstehung des Blocklandes. - Abh. Naturwiss. Verein Bremen 37 (2): 147-196, Bremen.
- FLIEDNER, D. (1970): Die Kulturlandschaft der Hamme-Wümme-Niederung.- Göttinger Geographische Abhandlungen, H. 55, 208 S.- Verlag E. Boltze, Göttingen.
- HACKER, E. u. ANEMÜLLER, M. (1970): Landschaftshaushalt und Landschaftsentwicklung im Hamme-Wümme-Gebiet. - 96 S., 22 Abb., 10 Tab., 3 Karten. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- HOFFMEISTER, J. . ( 1930): Das Klima Niedersachsens.- Schr. R. Wirtschaftswissenschaftl. Gesellschaft zum Studium Niedersachsens Reihe B, Heft 6, 198 S., 22 Karten, 20 Abb., 79 Tab.; Hannover.
- KRAUSE, A. und SCHRÖDER, L. (1979): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 - Potentielle natürliche Vegetation - Blatt CC 31118 Hamburg-West. - Schriftreihe für Vegetationskunde 14, 138 S., 40 Abb., 1 Karte; Bonn - Bad Godesberg.
- KÜHLKEN, F. (1950): Zwischen Niederweser und Niederelbe. Eine Heimatkunde des Landes Bremen und des Niedersächsischen Regierungsbezirkes Stade. 440 S., Stade.
- KUNTZE, H. und VETTER, H: (1980): Bewirtschaftung und Düngung von Sandmischkulturen. 120 S., Landwirtschaftsverlag Weser-Ems, Oldenburg.
- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. - 1. Aufl., 719 S., 263 Abb., 38 Tab., Karl Wacholtz Verlag, Neumünster.
- SCHEFFER, B. u. BARTELS, R: (1985): Ammonium- und Nitratumsetzungen in Niedermoorböden. - Landw. Forsch., Sonderheft 33: 20-27.
- SCHNEEKLOTH, H. u. TÜXEN, J. (1978): Die Moore in Niedersachsen, 5. Teil.-Veröffentlichungen des Niedersächsischen Instituts für Landeskunde und Landesentwicklung der Universität Göttingen. Reihe A, Forschungen zur Landes- und Volkskunde; I. Natur, Wissenschaft und Planung, Bd. 96, Heft 5 , 220 S., 1 Karte . -Kommissionsverlag Göttinger Tageblatt GmbH, Göttingen.
- SCHWAAR, J. u. BRANDT, K. H. (1984): Eine vorgeschichtliche Siedlung auf dem älteren Auenlehm des Bremer Beckens. - Jb. Wittheit Bremen H 2S, 87-132; Bremen.
- TSCHIRSICH, Chr. (1994): Untersuchungen zur Quantifizierung von Denitrifikationsverlusten aus Niedermoorböden - Dargestellt am Beispiel eines saueren Niedermoorbodens Nordwest-Deutschlands. - 177 S., Cuvillier Verlag, Göttingen.
- WEBER, C. A. (1930): Moorpflanzen und Wachstum unserer Moore. Niedersächs. Jahrb. Bremen, 7 S.

## 5 Beschreibung der Exkursionsprofile nebst Analyseergebnissen

### Exkursionspunkt G 2.1: Mittelbauer

#### Standortbeschreibung

TK25: 2819 Lilienthal  
 Lage: Mittelbauer, R: 3489300, H: 5894200, Höhe über NN: 1,3 m  
 Klima: Jahresniederschlag 712 mm, Temperatur 8.0 °C  
 Relief: ebener Tiefenbereich  
 Nutzung: Grünland

#### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                         |
|----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| nHv      | 0-10       | 0-3 cm Wurzelfilz; stark vererdeter Niedermoortorf; kleine feste Aggregate, Ø max. 3 mm; locker gelagert; stark durchwurzelt                                                                                         |
| nHv      | -20        | vererdeter Niedermoortorf; kleine feste Aggregate, Ø max. 3 mm; locker gelagert; stark durchwurzelt                                                                                                                  |
| nHt      | -35        | stark zersetzter Niedermoortorf; Humositätsgrad 6-7; Pflanzenreste teilweise erkennbar, geschichtet, mit Holzresten durchsetzt (Erle); dunkelbraun; stark durchwurzelt; z.T. durchschlickt; vereinzelt Schrumpfrisse |
| nHw      | -60        | Niedermoortorf, Schilf-Radizellentorf, Fieberkleesamen, Pflanzenreste stark und deutlich geschichtet; Humositätsgrad 5-6; hellbraun mit dunkelbraunen senkrechten Bereichen; nur noch vereinzelt rezente Wurzeln     |
| nHw      | -80        | Niedermoortorf, (Schilf)-Radizellentorf, große Holzreste (Erle), in dieser Schicht am meisten Holz angereichert, stark geschichtet; Humositätsgrad 5-6; hellbraun mit ebenfalls dunklen Röhren                       |
| nHr      | -150       | Niedermoortorf, Schilf-Radizellentorf; Humositätsgrad 7-8; wenig Holz, mehr Schilfreste                                                                                                                              |
| F        | -180       | Mudde oder stark durchschlicker Niedermoortorf                                                                                                                                                                       |
| Gr       | >180       | Mittelsand                                                                                                                                                                                                           |

Bodentyp: KA4: HNv: Erdniedermoor  
 FAO: Terric Histosol  
 NLFb: HNS2: Sehr tiefes Niedermoor, schwach grundnaß

Ausgangssubstrat: Niedermoortorf über Mudde über fluviatilem Sand  
 Substrattyp: Niedermoortorf  
 Bodenkundliche  
 Torfartengruppe: Niedermoortorfe  
 Torfarteneinheit: Kräutertorfe  
 Torfartenuntereinheit: Radizellentorf  
 Hydrologischer Moor-  
 typ (nach Succow): Versumpfungsmoor

**Physikalische und chemische Analysendaten\* von Exkursionspunkt G 2.1**

| Horizont | Tiefe    | Rohdichte         | Porenvol. | Vol. % Wasser bei pF |          |          |          | nFK      | kf        |
|----------|----------|-------------------|-----------|----------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|          | cm       | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0      | 2,5      | 4,2      | Vol. %   | cm/d      |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i>          | <i>4</i>  | <i>5</i>             | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> |
| nHv      | 10       | 0,487             | 78        | 66                   | 63       | 56       | 40       | 26       | 38        |
| nHv      | 20       | 0,300             | 78        | 66                   | 63       | 57       | 36       | 30       | 38        |
| nHt      | 35       | 0,133             | 87        | 75                   | 72       | 65       | 21       | 54       | 151       |
| nHw      | 60       | 0,100             | 94        | 79                   | 70       | 57       | 15       | 64       | 247       |
| nHw      | 80       | 0,096             | 95        | 73                   | 65       | 45       | 13       | 60       | 148       |
| nHr      | 150      | 0,104             | 93        | 77                   | 70       | 55       | 27       | 50       | 32        |
| F        | 180      |                   |           |                      |          |          |          |          |           |

| Horizont | pH                   | Corg      | N <sub>i</sub> | C/N       | P <sub>(DL)</sub> | K <sub>(DL)</sub> |
|----------|----------------------|-----------|----------------|-----------|-------------------|-------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %         | %              |           | mg/100ml          | mg/100ml          |
| <i>1</i> | <i>11</i>            | <i>12</i> | <i>13</i>      | <i>14</i> | <i>15</i>         | <i>16</i>         |
| nHv      | 4,9                  | 26,3      | 1,9            | 14        | 5,1               | 15,3              |
| nHv      | 4,7                  | 27,7      | 1,8            | 15        |                   |                   |
| nHt      | 4,4                  | 42,2      | 2,1            | 21        |                   |                   |
| nHw      | 4,3                  | 55,1      | 2,3            | 24        |                   |                   |
| nHw      |                      |           |                |           |                   |                   |
| nHr      |                      |           |                |           |                   |                   |
| F        |                      |           |                |           |                   |                   |

\* Analysenmethoden s. Anhang der Exkursion Z 2

**Exkursionspunkt G 2.3: Augustendorf**

**Standortbeschreibung**

TK25: 2620 Gnarrenburg  
 Lage: Augustendorf, R: 3504500, H: 5917300, Höhe über NN: 12 m  
 Klima: Jahresniederschlag 712 mm, Temperatur 8.0 °C  
 Relief: ebener Tiefenbereich  
 Nutzung: ehemaliger Handtorfstich, bewaldet, Betula, Festuca ovina

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                              |
|----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| jY+hV    | 10         | veredeter Hochmoortorf mit Sanddecke; schwarz                                                                             |
| hHw      | 80         | Hochmoortorf, Bleichmoostorf; Sph. cymbifolia-acuteifolia-Sektion; Humositätsgrad 2-3; rotbraun; Sph.imbricatum           |
| hHw      | 120        | Hochmoortorf, Bleichmoostorf; dunkel rotbraun; Sph. papillosum, Sph. cuspidatum; Humositätsgrad 3-4                       |
| hHr      | 180        | Hochmoortorf, Bleichmoostorf; dunkel rotbraun; Sph. cymbifolia-Sektion, Sph. cuspidatum, E. vaginatum; Humositätsgrad 4-5 |
| hHr      | 210        | Hochmoortorf, Wollgras-Bleichmoostorf; schwarz; Sph. cuspidatum, E. vaginatum, C. vulgaris; Humositätsgrad 6-7            |
| hHr      | 310        | Hochmoortorf, Bleichmoostorf; dunkelbraun; Sph. cuspidatum, E. vaginatum, C. vulgaris; Humositätsgrad 7-8                 |
| hHr      | 340        | Hochmoortorf, Wollgras-Heidekrauttorf; schwarz; E. vaginatum, C. vulgaris, Sph. cuspidatum; Humositätsgrad 7-8            |
| hHr      | 360        | Hochmoortorf, Blasenbinsentorf; dunkel rotbraun; Sph. cuspidatum, Scheuchzeria palustris, Betula; Humositätsgrad 4-5      |
| IIfAhe   | 370        | Mittel- bis Feinsand; schwarz; fossile Wurzelreste; podsoliert                                                            |
| Bh       | 380        | Mittel- bis Feinsand                                                                                                      |
| C        | 400        | Mittel- bis Feinsand                                                                                                      |

Bodentyp: KA4: HHv: Erdhochmoor  
 FAO: Folie Histosol (Fibric Histosol)  
 NLFb: HH5: Sehr tiefes Hochmoor

Ausgangssubstrat: Hochmoortorf über Sand  
 Substrattyp: Hochmoortorf

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 2.3**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |    |    |     |    |       |    |    |     |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|----|----|-----|----|-------|----|----|-----|
|          |             |                   | gS                                  | mS | fS | ffS | gU | mU+fU | ΣS | ΣU | Ton |
| 1        | 2           | 3                 | 4                                   | 5  | 6  | 7   | 8  | 9     | 10 | 11 | 12  |
| jY+hHv   | 10          |                   |                                     |    |    |     |    |       |    |    |     |
| hHw      | 80          |                   |                                     |    |    |     |    |       |    |    |     |
| hHw      | 120         |                   |                                     |    |    |     |    |       |    |    |     |
| hHr      | 180         |                   |                                     |    |    |     |    |       |    |    |     |
| hHr      | 210         |                   |                                     |    |    |     |    |       |    |    |     |
| hHr      | 310         |                   |                                     |    |    |     |    |       |    |    |     |
| hHr      | 340         |                   |                                     |    |    |     |    |       |    |    |     |
| hHr      | 360         |                   |                                     |    |    |     |    |       |    |    |     |
| IIfAhe   | 370         |                   | 0,3                                 | 40 | 51 |     | 5  | 3     | 91 | 8  | 1   |
| Bh       | 380         |                   | 0,2                                 | 37 | 55 |     | 4  | 1     | 92 | 5  | 3   |
| C        | 400         |                   | 0,7                                 | 46 | 51 |     | 1  | 0,4   | 98 | 1  | 1   |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17  | 18  | 19     | 20   |
| jY+hHv   | 0,627             | 68        | 46                   |     | 35  | 23  | 23     | 360  |
| hHw      | 0,096             | 88        | 70                   |     | 44  | 12  | 58     | 373  |
| hHw      | 0,071             | 87        | 63                   |     | 37  | 9   | 54     | 268  |
| hHr      | 0,113             | 92        | 84                   |     | 55  | 17  | 67     | 34   |
| hHr      | 0,102             | 93        | 81                   |     | 57  | 15  | 66     | 89   |
| hHr      | 0,093             | 94        | 83                   |     | 61  | 18  | 65     | 19   |
| hHr      | 0,105             | 92        | 85                   |     | 63  | 20  | 65     | 9    |
| hHr      | 0,164             | 89        | 85                   |     | 77  | 25  | 60     | 42   |
| IIfAhe   | 1,106             | 54        | 51                   |     | 47  | 14  | 36     | 2    |
| Bh       | 1,593             | 33        | 24                   |     | 15  | 6   | 19     | 42   |
| C        | 1,602             | 33        | 17                   |     | 7   | 2   | 15     | 100  |

| Horizont | pH               | pH                | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>a</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|----------------|
|          | H <sub>2</sub> O | CaCl <sub>2</sub> | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | %              |
| <i>l</i> | 21               | 22                | 23               | 24             | 25  | 26              | 27              | 28                               | 29             |
| jY+hHv   | 5,3              | 4,6               | 18               | 1,9            | 9   |                 |                 |                                  | 0,16           |
| hHw      | 4,2              | 3,4               | 52               | 0,7            | 74  |                 |                 |                                  | 0,03           |
| hHw      | 4,2              | 3,5               | 52               | 0,9            | 58  |                 |                 |                                  | 0,04           |
| hHr      | 4,2              | 3,5               | 54               | 1,4            | 39  |                 |                 |                                  | 0,03           |
| hHr      | 4,3              | 3,5               | 57               | 1,1            | 52  |                 |                 |                                  | 0,03           |
| hHr      | 4,5              | 3,6               | 57               | 1,1            | 52  |                 |                 |                                  | 0,02           |
| hHr      | 4,8              | 3,6               | 59               | 0,9            | 65  |                 |                 |                                  | 0,02           |
| hHr      | 4,6              | 3,7               | 56               | 1,2            | 46  |                 |                 |                                  | 0,02           |
| IIfAhe   | 4,9              | 3,6               | 2,4              | 0,07           | 34  | 0,101           | 0,044           | 0,4                              | 0,02           |
| Bh       | 5,0              | 4,1               | 1,0              | 0,03           | 34  | 0,063           | 0,026           | 0,4                              | 0,02           |
| C        | 5,0              | 4,3               | 0,4              | 0,01           | 37  | 0,025           | 0,020           | 0,8                              | 0,01           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/l |     |     |     |     |     | BS |
|----------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|          | mmol/l             | mmol/l             | H                                | Al  | Ca  | Mg  | K   | Na  | %  |
| <i>l</i> | 30                 | 31                 | 32                               | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38 |
| jY+hHv   | 383                | 210                | 23                               | 9,2 | 200 | 12  | 2,1 | 1,3 | 56 |
| hHw      | 170                | 56                 | 22                               | -   | 38  | 7   | 1,1 | 0,9 | 28 |
| hHw      | 83                 | 24                 | 15                               | -   | 4   | 11  | 1,2 | 1,8 | 22 |
| hHr      | 112                | 28                 | 13                               | -   | 4   | 11  | 1,0 | 2,1 | 16 |
| hHr      | 137                | 36                 | 20                               | -   | 7   | 17  | 1,2 | 2,3 | 20 |
| hHr      | 104                | 27                 | 13                               | -   | 5   | 10  | 0,4 | 2,7 | 17 |
| hHr      | 141                | 37                 | 17                               | -   | 5   | 14  | 0,2 | 2,6 | 15 |
| hHr      | 146                | 38                 | 17                               | -   | 5   | 15  | 0,2 | 2,6 | 16 |
| IIfAhe   | 192                | 50                 | 47                               | 36  | 6   | 10  | 0,4 | 2,1 | 10 |
| Bh       | 68                 | 24                 | 32                               | 26  | 0,6 | 2   | 0,2 | 0,6 | 5  |
| C        | 22                 | 11                 | 12                               | 12  | 0   | 0,6 | 0   | 0,1 | 3  |

## Exkursionspunkt G 2.5: Rautendorf

### Standortbeschreibung

TK25: 2820  
Lage: Rautendorf, R:3503500, H: 5890100, Höhe über NN: 10 m  
Klima: Jahresniederschlag 700-740 mm, Temperatur 8,0 °C  
Relief: ebener Tiefenbereich  
Nutzung: Acker

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                   |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 20         | mittelsandiger Feinsand; grau; stark humos; Sand und Torf durch Bodenbearbeitung homogenisiert                                                                                                 |
| R        | 180        | Wechsellage von Sand- und Torfbalken; Sande: mittelsandiger Feinsand bis feinsandiger Mittelsand; dunkelbraun-schwarz bis gelb; Torfbalken: größere Weißtorfanteile; rotbraun bis schwarzbraun |
| rG       | >180       | mittelsandiger Feinsand                                                                                                                                                                        |

Bodentyp: KA4: HH-YU: Tiefumbruchboden aus Hochmoor  
FAO: Aric Anthrosol  
NLFb: Uhh52: Sehr tiefer Umbruchboden aus Hochmoor, schwach grundnaß

Ausgangssubstrat: Hochmoortorf über fluvialem Sand  
Substrattyp: Sand über Torf-/Sandbalken



**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 2.5**

| Horizont | Tiefe | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |      |       |      |      |
|----------|-------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|          |       | cm                                  | gS   | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | Σ S  | Σ U  |
| <i>l</i> | 2     | 3                                   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10   | 11   |
| Ap       | 20    | 2,0                                 | 18,9 | 60,3 | 9,9  | 6,9  | 0    | 91,1  | 6,9  | 2,0  |
| R(rGr)   | 180   | 1,0                                 | 20,0 | 64,4 | 9,5  | 3,0  | 0    | 94,8  | 3,0  | 2,1  |
| R(fAhe)  |       | 1,6                                 | 40,0 | 38,2 | 15,9 | 2,0  | 1    | 95,7  | 3,0  | 1,4  |
| R(fAh)   |       | 3,0                                 | 20,4 | 33,5 | 8,6  | 10,0 | 10,4 | 65,5  | 20,4 | 14,1 |
| R(hH)    |       |                                     |      |      |      |      |      |       |      |      |
| rGr      | >180  | 1,0                                 | 20,0 | 64,4 | 9,5  | 3,0  | 0    | 94,9  | 3,0  | 2,1  |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol. % Wasser bei pF |      |      |      | nFK    | kf*  |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol. % | cm/d |
| <i>l</i> | 12                | 13        | 14                   | 15   | 16   | 17   | 18     | 19   |
| Ap       | 1,19              | 48,5      | 40,8                 | 32,5 | 27,9 | 11,5 | 29,3   | 113  |
| R(rGr)   | 1,61              | 31,2      | 17,1                 | 13,0 | 10,6 | 8,5  | 8,6    | 120  |
| R(fAhe)  | 0,76              | 63,7      | 51,4                 | 47,5 | 42,1 | 39,8 | 11,6   | 40   |
| R(fAh)   | 0,52              | 72,5      | 68,9                 | 68,1 | 64,1 | 62,0 | 6,9    | 40   |
| R(hH)    | 0,09              | 84,1      | 70,1                 | 65,7 | 44,4 | 16,8 | 53,3   | 75   |
| rGr      | 1,61              | 31,2      | 17,1                 | 13,0 | 10,6 | 8,5  | 8,6    | 120  |

| Horizont | pH                   | Corg | N <sub>t</sub> | C/N | P <sub>(DL)</sub> | K <sub>(DL)</sub> | P    |
|----------|----------------------|------|----------------|-----|-------------------|-------------------|------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %    | %              |     | mg/100ml          | mg/100ml          | %    |
| <i>l</i> | 20                   | 21   | 22             | 23  | 24                | 25                | 26   |
| Ap       | 4,5                  | 3,6  | 0,13           | 28  | 9,6               | 3,8               | 0,05 |
| R(rGr)   | 4,5                  | 0,2  | 0,01           | 20  | 9,3               | 4,0               | 0,01 |
| R(fAhe)  | 4,6                  | 5,7  | 0,19           | 30  | 3,4               | 10,5              | 0,05 |
| R(fAh)   | 3,6                  | 18,2 | 0,62           | 29  | 2,5               | 19,4              | 0,18 |
| R(hH)    | 3,7                  | 44,0 | 0,55           | 80  | 0,9               | 21,0              | 0,02 |
| rGr      | 4,5                  | 0,2  | 0,01           | 20  | 9,3               | 4,0               | 0,01 |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> * | KAK <sub>eff</sub> * | Austauschbare Kationen in mmol/l* |    |    |    |    |     |    | BS* |
|----------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----|----|----|----|-----|----|-----|
|          | mmol/l               | mmol/l               | H                                 | Al | Ca | Mg | K  | Na  | %  |     |
| <i>l</i> | 27                   | 28                   | 29                                | 30 | 31 | 32 | 33 | 34  | 35 |     |
| Ap       | 187                  | 90                   | 5                                 | 9  | 83 | 11 | 4  | 1   | 53 |     |
| R(rGr)   | 47                   | 22                   | 3                                 | 12 | 10 | 2  | 1  | 0,3 | 28 |     |
| R(fAhe)  | 252                  | 82                   | 20                                | 62 | 13 | 4  | 1  | 0,5 | 9  |     |
| R(fAh)   | 252                  | 82                   | 20                                | 62 | 13 | 4  | 1  | 0,5 | 9  |     |
| R(hH)    | 479                  | 168                  | 78                                | -  | 91 | 19 | 2  | 2   | 24 |     |
| rGr      | 47                   | 22                   | 3                                 | 12 | 10 | 2  | 1  | 0,3 | 28 |     |

\* Daten von einem vergleichbaren Profil im Emsland (Groß Hesepe)



**Exkursion  
G 3**

**Böden der Lößbörde und des Berglandes**

- Genese von Schwarzerden und Grauerden, Parabraunerden in porösem Festgesteinszersatz,  
Bedeutung spätglazialer Sedimente und Bodenbildungen  
in der Hildesheimer Börde und im Leinebergland -

von

E. Gehrt<sup>1</sup>,

Th. Beckmann<sup>2</sup>, S. Dultz<sup>3</sup>, K. Hahn<sup>1</sup>, A. Hilgers<sup>4</sup>, Th. Jarmer<sup>5</sup>, A. Rathgeber, M. Schmidt<sup>6</sup>

## **Inhalt**

- 1 Einleitung und Lage des Exkursionsgebietes
- 2 Beschreibung des Natur- und Kulturraumes
- 3 Beschreibung der Exkursionspunkte der Lößbörde
- 4 Beschreibung der Exkursionspunkte des Berglandes
- 5 Literaturverzeichnis

## **1 Einleitung und Lage des Exkursionsgebietes**

Vor genau 30 Jahren führten G. ROESCHMANN, H. GEBHARDT und B. MEYER anlässlich der Jahrestagung der DBG eine Exkursion zu den Schwarzerden der Hildesheimer Börde. 1968 gingen H. ROHDENBURG und B. MEYER der Frage nach, ob Schwarzerde, Parabraunerde und Kalksteinbraunlehm im Spätglazial oder Holozän entstanden. Die Exkursion G3 führt in die Bodengroßlandschaften der Lößbörde und in die Höhenzüge des Berglandes, und die Diskussion wird sich vielfach um ähnliche Fragen wie vor 30 Jahren drehen. Wir hoffen, mit den Beiträgen zur Schichtung bzw. vertikalen Gliederung und Datierung der Löss- und Schwarzerden sowie zur Genese der „Grauerde“ der Hildesheimer Börde nach wie vor ungeklärte Fragen der Schwarzerdegenese mit neuen Ideen zu befruchten. Neben den Bodenprofilen werden Ergebnisse zum Reflexionsverhalten der Oberflächen und zur Abbildung der Schwarzerden in Satellitenbild, zur Tonmineralogie und zur Struktur der organischen Substanz vorgestellt.

### Anschriften der Autoren:

<sup>1)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, 30655 Hannover

<sup>2)</sup> 38179 Schwülper-Lagesbüttel, Dorfstr. 6

<sup>3)</sup> Universität Hannover, Institut für Bodenkunde

<sup>4)</sup> Universität Köln, Geographisches Institut, 50923 Köln, Albertus-Magnus-Platz

<sup>5)</sup> Universität Trier, FB 6 Geowissenschaften / Fernerkundung

<sup>6)</sup> scilands GmbH, Goethealle 11, 37073 Göttingen

<sup>7)</sup> Max-Planck-Institut für Biogeochemie Postfach 10 01 64, 07745 Jena

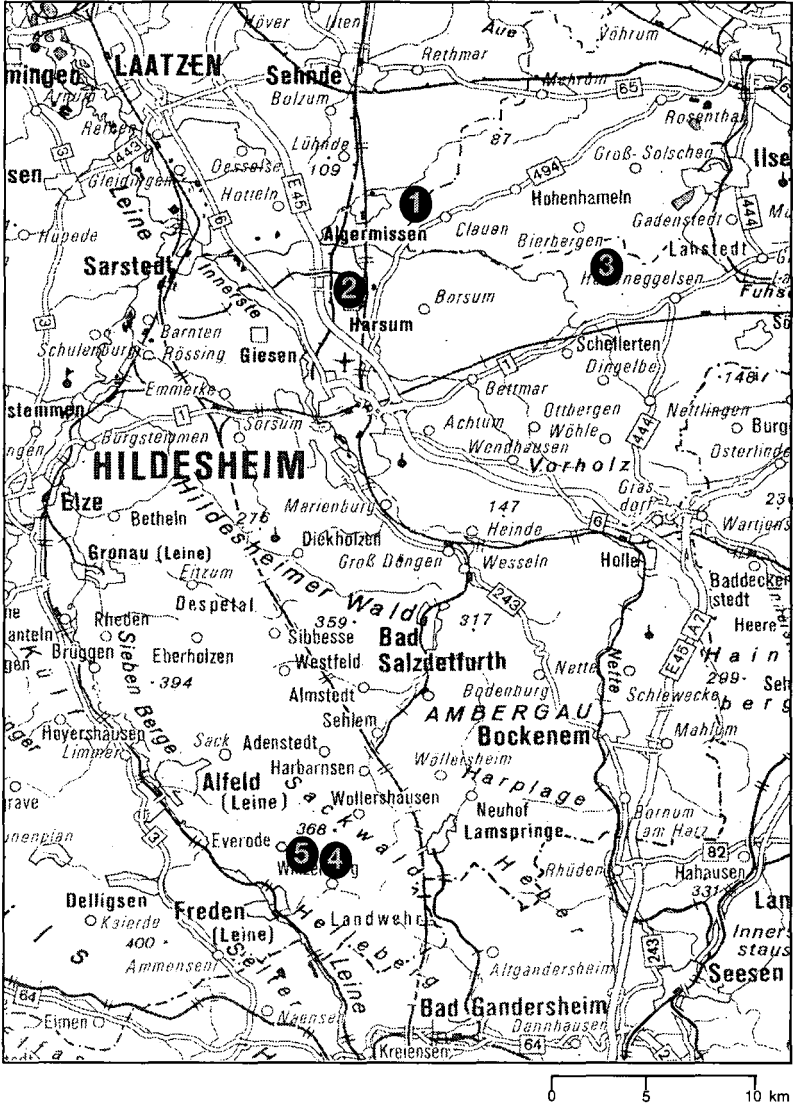


Abbildung 1: Lage der Exkursionspunkte

Im Leine-Bergland wird an Profilen mit typischer Lagengliederung die Bedeutung der Bodenbildung herausgearbeitet. Die „Kluftparabraunerde“ steht hier als Beispiel für einen Boden, der poröses Festgestein und Schutte stark pedogen überprägt. An einer Catena im unteren Muschelkalk kann die Bodenentwicklung in der Hauptlage von der Rendzina bis zur Parabraunerde gezeigt und ein Beitrag zur Datierung der Terra-Bildungen (Kalksteinbraunlehm) gegeben werden. Neben den angesprochenen Fragen soll hier die Bodena-realabgrenzung thematisiert werden.

Verbindende Klammer der Exkursion ist also die Frage, inwieweit die Bodengnese durch geogene Schich-tung geprägt ist oder inwieweit eine unabhängige Bodengnese vorhanden ist.

## 2 Beschreibung des Natur- und Kulturraumes

### 2.1.1 Klima

Die klimatischen Bedingungen in der Lößbörde werden durch die Klimastationen Braunschweig und Hil-desheim dokumentiert. Die Durchschnittswerte von Temperatur (T) und Niederschlag (N) (Braunschweig T: 8,8 °C, N: 676 mm, Hildesheim T: 8,8 °C, N: 634 mm) weisen keine deutlichen Unterschiede auf (Werte nach WALTER & LIETH 1960). Die klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr weist die Hildesheim-Braunschweiger Lößbörde mit einem Defizit von 40 bis 60 mm als einen recht homogenen Klimaraum aus. Bemerkenswert ist eine Abweichung im Raum Sarstedt. Bei vergleichsweise geringeren Niederschlägen steigt hier das Sommerdefizit auf über 60 mm. Der deutliche und bodenkundlich relevante kontinentale Ein-fluß mit geringeren Niederschlägen und größeren Temperaturschwankungen östlich der Oker betrifft den Exkursionsraum nicht mehr. Dieser Raum ist durch die Klimawerte der Station Magdeburg (T: 9,1 °C, N: 503 mm) zu charakterisieren. Mit dem Übergang ins Leine-Bergland ändern sich in Abhängigkeit zum Reli-ef auch die klimatischen Verhältnisse. Das Jahresmittel der Temperatur liegt in den tieferen Lage unter 9 °C, in den Hochlagen bei etwa 7 °C. Die Niederschläge steigen auf 700 bis 800 mm, in den Höhenzügen und am Harzrand auch bis auf 900 mm an.

**Tabelle 1: Klimawerte der Exkursionsgebiete**

|                            | Niederschlag/Jahr | Temperatur/Jahr | Klimatische Wasserbilanz/Sommerhalbjahr |
|----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------------------|
| <b>Börde, Ex.punkt 1-3</b> | 640 mm            | 8,8 °C          | - 40 bis -60 mm                         |
| <b>Bergland, Exp. 4, 5</b> | 700 bis 800 mm    | 7 °C            | + 100 bis +120 mm                       |

### 2.1.2 Geologie und Oberflächenformen

Der präquartäre Bau des Exkursionsgebietes wird von vorwiegend oberkreidezeitlichen Salzstrukturen geprägt (JARITZ 1973). Über dem Zentrum der Salzkissen und Salzdiapire wurden die mesozoischen Gesteine herausgehoben. Im Exkursionsgebiet treten vom Buntsandstein bis zur Oberkreide alle Formationen des Mesozoikums auf. Während sich die Salztektonik in der Börde nur in Form von flachen Erhebungen ab-zeichnet, wird dadurch im Bergland die Struktur der geologischen Mulden mit umlaufenden Schichtkäm-men angelegt. Bei im Vergleich nur gering verstellten Schichten werden in der Börde große Gebiete durch einheitliche Gesteine geprägt. So finden sich in der Hildesheimer Börde im wesentlichen die Tonsteine der Unterkreide. Das Schichtkammbergland zeigt dagegen mit steil aufgefalteten Schichten auf geringen Ent-fernungen die Gesamtheit der Formationen des Mesozoikums. Die Exkursion wird exemplarisch in die Ge-steinen der Kreide und des Muschelkalks führen.

Für die Böden haben die **quartären Sedimente** eine besondere Bedeutung. In der Lößbörde sind die Abl-gerungen der Flüsse (Terrassen), die glazifluvialen Ablagerungen und die Grundmoränen des Mittelplei-stozäns hervorzuheben. Nördlich der Berglandschwelle verzahnen sich die Terrassen mit den glazifluviali-ten Ablagerungen (BOMBIEN 1987). In diesem Bereich entstanden große Schotterebenen. Die **glazifluvia-tilen Sedimente** bilden im östlichen Exkursionsgebiet den größten Teil der kaltzeitlichen Sedimente. Die Schluffgehalte liegen unter 10 %. Örtlich finden sich Schüttungen aus Fein- bis Grobkiesen. **Grundmorä-nen** sind in der Börde verbreitet anzutreffen und werden von glazifluviatilen oder fluviatilen Sedimenten oder Tonstein unterlagert. Sie werden stratigraphisch in das Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit gestellt und als Drenthe-Haupt-Grundmoräne bezeichnet. Die beobachteten Mächtigkeiten liegen zwischen wenigen Dezimetern und drei Metern, in der Mehrzahl aber unter einem Meter. In den übrigen Gebieten treten sie nur lückenhaft auf. Im Bergland sind diese Ablagerungen bis auf wenige Ausnahmen nicht mehr erhalten.

Durch intensive Umlagerungen entstanden Fließerden und Hangschutte. Die oberflächennahen Bildungen stammen vorwiegend aus der letzten Kaltzeit (Weichsel-Kaltzeit).

Die herausragende Bedeutung für die Bodenverbreitung haben die Lößablagerungen aus der Spätphase der letzten Kaltzeit. In der Börde entsteht in dieser Zeit die etwa 1 m mächtige Lößdecke, die die älteren Gesteine gleichmäßig bedeckt. Im Bergland wird die Lößdecke durch Luv-Lee-Effekte primär diskontinuierlich abgelagert, durch sekundäre Umlagerungen in Hangbereichen abgetragen und in Hangverflachungen und Mulden angereichert. Von großer Bedeutung sind hier die periglazialen Fließerden und Kryoturbationsdecken.

### 2.1.3 Vegetation und Nutzungsgeschichte

Die potentiell natürliche Vegetation der Börden nördlich der Berglandsschwelle ist der *feuchte Eichen-Hainbuchenwald* (Querceto-Carpinetum stachytosum) in der artenreichen Ausbildung (ZEIDLER 1969). Unterschiedliche Bodenfeuchteverhältnisse führen zu Untereinheiten dieses Waldes. Die Börde zwischen Leine und Oker wird, wie mit archäologischen Befunden belegt werden kann, seit dem Neolithikum landwirtschaftlich genutzt (FANSA 1988). Die typische Nutzung vom Mittelalter bis in die Neuzeit erfolgte in Gewannfluren, die in Wölbäckern oder Ackerbeeten bearbeitet wurden (BARTUSSEK 1982). Relikte dieser Nutzungsform sind im gesamten Exkursionsgebiet unter Wald zu finden und mit Luftbildern nachzuweisen.

Die potentiell natürliche Vegetation des Berglandes ist ein Buchenwald, der je nach Gesteinsausbildung zwischen dem bodensauren und Kalk-Buchenwald variiert (RÜHL 1973). Der Waldanteil beträgt heute ca. 40 %. In den Hauptrodungsphasen des Mittelalters und der Neuzeit war der Waldanteil wesentlich geringer. Zeugen dieser ehemals weiteren Verbreitung der landwirtschaftlichen Nutzung sind die unter Wald verbreitet auftretenden Wölbackerbeete.

## 3 Beschreibung der Exkursionspunkte der Lößbörde

### 3.1 Exkursionspunkt 1: Lößgrenze Groß Lobke, Sedimente und Böden an der Lößgrenze

Am Exkursionspunkt 1 werden die Schichtung und die Böden der äolischen Sedimente an der Lößgrenze vorgestellt. Diese haben für die Geschichte der Lößablagerung und deren Datierung eine Schlüsselrolle und sind damit für die ganze Lößbörde von Bedeutung. An drei Bodenprofilen wird in einer Catena der Übergang von annähernd lößfreien zu mächtig lößbedeckten Profilen gezeigt.

*Gliederung der äolischen Sedimente und Entstehung der Lößgrenze:* An der Lößgrenze sind mindestens fünf Schichten unterscheidbar (Schicht I-V). Schicht I (Flugsand bis Sandlöß) und II (Sandstreifenlöß) sind im ganzen Untersuchungsgebiet nachweisbar. Mit der Ablagerung von Schicht III (Löß) wurde primär die scharfe Lößgrenze angelegt. Danach entsteht durch lokale Verwehungen ein Sandstreifenlöß (Schicht IV), der z. T. eine äolische Vollaufform bildet (Lößgrendüne). Die Lage der primären Lößgrenze wird dabei nicht grundsätzlich verändert. Eiskeile und Kryoturbationen weisen auf eine anschließende periglaziale Überprägung ohne neue Sedimentation hin. Abschließend kommt es zu einer erneuten Lößablagerung. Diese jüngsten Lössen werden kryoturbat in der Auftauzone (active layer) mit den liegenden Sedimenten gemischt (Schicht V). Nördlich der Lößgrenze ist Schicht V als Sandlöß unterschiedlicher Zusammensetzung (Mischung aus Löß, glazialen und mesozoischen Sedimenten (Profil 1.3), an der Lößgrenze als lehmiger Schluff (Mischung aus Sandstreifenlöß und Löß; Profil 1.1 und 1.2) und südlich der Lößgrenze als toniger Schluff (nur Löß) ausgebildet. Der kontinuierliche Wechsel von nördlichen sandigen zu südlichen schluffigen Sedimenten entsteht also nicht durch Sortierung, sondern durch die abschließende Kryoturbation. Nördlich der Lößgrenze finden sich nur die jüngsten Schichten (Schicht V, in Ausnahmen Schicht IV). Südlich der Lößgrenze fehlen die Sandstreifenlössen (Schicht IV).

An der Lokalität Groß Lobke ist Schicht II (Sandstreifenlössen oberhalb der Steinsohle) nicht durchgehend vorhanden. Schicht IIIa ist ein feinschluffiger Löß mit einer recht gleichmäßigen Mächtigkeit von ca. 50 cm. Schicht IIb (grob Schluffiger Löß) ist nur geringmächtig ausgeprägt. Die Grenze Schicht III/Schicht IV ist durch kryogene Verformungen überprägt. Der Sandstreifenlöß (Schicht IV) greift tropfenförmig in den Löß (Schicht III) hinein. Aufgrund regionaler Vergleiche und TL-Datierungen (HILGERS 1998) ist wahrscheinlich, daß die Sedimentationsfolge im Spätglazial entstand. Der fossile Boden ist wahrscheinlich mit dem qwj4 von ROHDENBURG & MEYER zu parallelisieren.

**Tabelle 2: Exkursionspunkt I.1 (Groß Lobke): Pseudogley- Schwarzerde-Parabraunerde**

**Standortbeschreibung**

Lage: 3726 Hohenhameln; R: 3568742, H: 5794085  
 Relief: Höhe ü. NN: 80 m; flach nach Süden einfallende Fläche, Neigung ca. 1%  
 Nutzung: Acker; Fruchtfolge: Weizen - Weizen - Zuckerrüben  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: L 3 L6 80/83

**Profilbeschreibung**

| Horizont   | Löss-Schicht | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|--------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alp        | V            | 0-30       | sandig lehmiger Schluff, dunkelbraungrau (10YR3/2 (5/2)) schwach humos, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                                                                                                                           |
| Axh-Al     | V            | -45        | sandig lehmiger Schluff, dunkelbraungrau (10YR3/2 (5/2)), schwach humos, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sw-Axh-Bht | V            | -55        | schluffig lehmiger Sand, zum Teil schwach schluffiger Sand, schmutziggelblichgrau (10YR5/3 (5/3)), sehr schwach humos, sehr schwach eisen- und manganfleckig, Konkretionen, mittlere Lagerungsdichte                                                                                                                                      |
| Sw-Bht     | IV           | 150        | schwach toniger Schluff mit 2 cm starken Lagen aus stark lehmigem Mittelsand, grau (10YR4/4 (4/6)), ockermarmoriert, zum Teil schwarz, sehr schwach humos, mittel eisenfleckig, wechsellagernd mit schwach tonigem Mittelsand, grau (10YR4/4 (4/6)), dunkelockermarmoriert (10YR6/4 (8/3)), mittel eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte |
| Sw         | IIIb         | -170       | schwach toniger Schluff mit 1 cm starken Lagen aus lehmigem Sand, gelblichgrau (10YR8/2 (6/3)), mittel eisenfleckig, mittel carbonathaltig, Lößkindel, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                                            |
| fGo+Sw     | IIIa         | -210       | schwach toniger Schluff gelblichgrau (2.5YR8/2 (6/3)), schwach eisenfleckig, mittel carbonathaltig, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                                                                                               |
| fGo+Sw     | II           | -225       | sandig lehmiger Schluff, sehr schwach kiesig und grusig, gelblichgrau (10YR4/6 (5/8)), schwach eisenfleckig, mittel carbonathaltig, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                                                               |
| Sd         | 0            | -265       | schwach schluffiger Ton, dunkelgrau (7.5YR5/2 (6/2)), hohe Lagerungsdichte                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sd         | 0            | -300       | schwach schluffiger Ton, sehr dunkelgrau, hohe Lagerungsdichte                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Bodentyp: KA4: **SS-TT-LL**: Pseudovergleyte Tschernosem-Parabraunerde

FAO: **(Stagnic) Luvic Phaeozem**

NLfb: **S-T-L32**: Mittlere Pseudogley-Schwarzerde-Parabraunerde mit geringer Tongehaltdifferenz

Ausgangsgestein: **Los/Loss//Lo**: Sandlöß über tiefem Sandstreifenlöß??? über sehr tiefem Löß

Substrattyp: **p-sö//p-sö(a-s)//p-ö**: Sandlöß über tiefem Sandstreifenlöß??? über sehr tiefem Löß

**Stauwasser/Grundwasser:** Die besonders in Schicht IIIa auftretende Anreicherung von Eisen-Mangan an senkrechten Wurzelbahnen zeigt einen charakteristischen Aufbau mit einem inneren schwarzen Kern und einem rostbraunen äußeren Saum. Die detritische Verzahnung mit dem Löß belegt die in-situ-Bildung der Rostrohren. Mit abnehmender Vernässung werden die Rostrohren kleiner. Die Rostrohren werden an der Obergrenze von Schicht IIIa abgeschnitten. In den hangenden Schichten finden sich umgelagerte Bruchstücke. Die Summe der Beobachtungen macht wahrscheinlich, daß in Schicht IIIa Merkmale einer reliktierten Bodenbildung vorliegen. Die diffusen Eisen-Manganausfällungen im Sandstreifenlöß sind dagegen wohl auf den rezenten Stauwassereinfluß zurückzuführen.

Tabelle 3: Exkursionspunkt 1.1 (Groß Lobke): Pseudogley-Parabraunerde-Schwarzerde

Physikalische und chemische Analysendaten

| Horizont   | Löss-Schicht | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew. % | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           | UQ<br>gU/<br>fmU |
|------------|--------------|-------------|-------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            |              |             |                   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | f+mU     | Σ S       | Σ U       | Ton       |                  |
| <i>I</i>   |              | <i>2</i>    | <i>3</i>          | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |                  |
| Alp        | V            | 30          |                   | 1.4                                 | 19.2     | 7.5      | 4.2      | 41.1     | 13.4     | 32.3      | 54.5      | 13.2      | 3.1              |
| Axh-Al     | V            | 45          |                   | 1                                   | 17.6     | 8.3      | 4.6      | 41.3     | 13.8     | 31.5      | 55.1      | 13.5      | 3.0              |
| Sw-Axh-Bht | V            | 55          |                   | 0.8                                 | 17.5     | 10.6     | 6.4      | 36.8     | 12.8     | 35.3      | 49.6      | 15        | 2.9              |
| Sw-Bht     | IV           | 90          |                   | 1.4                                 | 46.8     | 14.7     | 6.5      | 13.5     | 4.3      | 69.4      | 17.8      | 12.7      | 3.1              |
| Sw-Bht     | IV           | 130         |                   | 0.2                                 | 10.1     | 3.7      | 4.1      | 57.3     | 12.8     | 18.1      | 70.1      | 11.8      | 4.5              |
| Sw-Bhtv    | IV           | 150         |                   | 0.9                                 | 39.3     | 16.9     | 8.6      | 20.5     | 4.9      | 65.7      | 25.4      | 9         | 4.2              |
| fGo+Sw     | IIIb         | 170         | 4.5               | 1.9                                 | 2.7      | 1        | 2.3      | 61.5     | 19.8     | 7.9       | 81.3      | 10.8      | 3.1              |
| fGo+Sw     | IIIa         | 210         |                   | 0.3                                 | 3.1      | 1        | 1.7      | 59.4     | 23.3     | 6.1       | 82.7      | 11.2      | 2.5              |
| Sw         | II           | 225         | 6.2               | 2.3                                 | 14.9     | 12       | 8.3      | 39       | 11.2     | 37.5      | 50.2      | 12.4      | 3.5              |
| Sd         | 0            | 245         | 0.3               | 0.4                                 | 2.5      | 1        | 0.7      | 7.1      | 25.4     | 4.6       | 32.5      | 62.9      | 0.3              |

| Horizont   | Löss-Schicht | Tiefe<br>cm | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>% | C/N       | Fe <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>e</sub><br>mg/g | Fe <sub>o,d</sub> |
|------------|--------------|-------------|----------------------------|------------------------|------------|---------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| <i>I</i>   |              | <i>2</i>    | <i>22</i>                  | <i>23</i>              | <i>24</i>  | <i>25</i>           | <i>26</i> | <i>27</i>               | <i>28</i>               | <i>29</i>         |
| Alp        | V            | 30          | 6.9                        | -0.1                   | 0.93       |                     |           |                         |                         |                   |
| Axh-Al     | V            | 45          | 6.8                        | -0.1                   | 0.64       |                     |           |                         |                         |                   |
| Sw-Axh-Bht | V            | 55          | 6.9                        | -0.1                   | 0.38       |                     |           |                         |                         |                   |
| Sw-Bht     | IV           | 90          | 7                          | -0.1                   | 0.22       |                     |           |                         |                         |                   |
| Sw-Bht     | IV           | 130         | 7.3                        | 0.2                    | 0.16       |                     |           |                         |                         |                   |
| Sw-Bhtv    | IV           | 150         | 7.4                        | 0.7                    |            |                     |           |                         |                         |                   |
| fGo+Sw     | IIIb         | 170         | 7.7                        | 12.5                   |            |                     |           |                         |                         |                   |
| fGo+Sw     | IIIa         | 210         | 7.7                        | 11.4                   |            |                     |           |                         |                         |                   |
| Sw         | II           | 225         | 7.7                        | 6.5                    |            |                     |           |                         |                         |                   |
| Sd         | 0            | 245         | 7.3                        | 0.5                    |            |                     |           |                         |                         |                   |

| Horizont   | Löss-Schicht | Tiefe<br>cm | KAK <sub>pot</sub><br>mmol/kg | Austauschbare Kationen in mmol/kg |           |           |           |           |           | BS<br>%   |
|------------|--------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            |              |             |                               | H + Al                            | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        |           |
| <i>I</i>   |              | <i>2</i>    | <i>33</i>                     | <i>35</i>                         | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> | <i>41</i> |
| Alp        | V            | 30          | 120                           | 13                                |           | 105       | 3         | 7         | 0         | 90        |
| Axh-Al     | V            | 45          | 117                           | 10                                |           | 101       | 3         | 5         | 1         | 92        |
| Sw-Axh-Bht | V            | 55          | 112                           | 10                                |           | 97        | 3         | 3         | 1         | 91        |
| Sw-Bht     | IV           | 90          | 81                            | 5                                 |           | 72        | 3         | 2         | 0         | 94        |
| Sw-Bht     | IV           | 130         | 83                            | 0                                 |           | 73        | 6         | 2         | 1         | 100       |
| Sw-Bhtv    | IV           | 150         | 60                            | 0                                 |           | 59        | 7         | 2         | 0         | 100       |
| fGo+Sw     | IIIb         | 170         | 90                            | 0                                 |           | 121       | 12        | 2         | 1         | 100       |
| fGo+Sw     | IIIa         | 210         | 101                           | 0                                 |           | 128       | 12        | 3         | 1         | 100       |
| Sw         | II           | 225         | 76                            | 0                                 |           | 93        | 12        | 3         | 2         | 100       |
| Sd         | 0            | 245         | 298                           | 0                                 |           | 228       | 57        | 10        | 7         | 100       |



**Tabelle 4: Exkursionspunkt 1.2 (Groß Lobke): Pseudogley-Schwarzerde****Standortbeschreibung**

|                 |                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Lage:           | 3726 Hohenhameln; R: 3568742, H: 5794190                              |
| Relief:         | Höhe ü. NN: 80 m; flach nach Süden einfallende Fläche, Neigung ca. 1% |
| Nutzung:        | Acker; Fruchtfolge: Weizen - Weizen - Zuckerrüben                     |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: L 3 L6D 74/77                                         |

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Löss-Schicht | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                        |
|----------|--------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alxp     | V            | 0-30       | schluffiger Lehm, dunkelgrau (10YR5/2 (3/2)), mittel humos                                                                                          |
| Alxh     | V            | -50        | schluffiger Lehm, dunkelgrau (10YR3/3 (5/2)), mittel humos                                                                                          |
| Bht-Axh  | IV           | -60        | schluffiger Lehm, schwarz (10YR3/2 (5/2)), mittel humos, sehr schwach eisenfleckig                                                                  |
| Ahx-Bht  | IV           | -75        | schluffiger Lehm, z. T. lehmiger Schluff, schmutzigbraungrau (10YR3/3 (4/2)), durchsetzt mit schwarz, schwach humos, schwach eisenfleckig           |
| Sw-Bhtv  | IV           | -85        | schluffiger Lehm, Tonüberzüge, schmutzigbraungrau (10YR3/4 (5/3)), Überzüge schwarz, sehr schwach humos, schwach eisenfleckig                       |
| Bhtv-Sw  | II           | -90        | stark lehmiger Sand, stark kiesig, schmutzigbraungrau (10YR4/4 (5/4)), Überzüge schwarz, mittel eisen- und sehr schwach manganfleckig, Konkretionen |
| Sd       | 0            | -110       | stark sandiger Lehm, schwach kiesig, marmoriertbraun (10YR4/4 (5/3)), fleckig schwarz, mittel eisen- und schwach manganfleckig, Konkretionen        |

Bodentyp: KA4: (LL?-) SS-TT: Lessivierter? Pseudovergley-Tschernosem (Subtyp nicht vorgesehen)

FAO: **Stagnic Phaeozem**

NLFB: S-L-T 35: Mittlere Pseudogley-Parabraunerde-Schwarzerde, sehr tief entkalkt

Ausgangsgestein: **Los/Lo/p(Lg)**: Sandlöß über Löß über tiefer Kryoturbationsdecke aus Geschiebelehm

Substrattyp: **p-sö/p-ö//p-kl(Lg)**: Sandlöß über Löß über tiefem, schwach kiesführendem Kyrolehm (aus Geschiebelehm)

**Lessivierung der Schwarzerde:** Die Bodenausbildung des Profils 1.1 ist aufgrund der sandigen Lößgrenzsedimente für die Schwarzerden und deren Übergänge zu Parabraunerden atypisch. Der Bht-Horizont ist im Sandstreifenlöß ausgebildet. Die dunkle Farbe und schwarzen Toncutane belegen die Toneinlagerung und die Schwarzerdevergangenheit. Die relativ gut drainenden Sandstreifenlöße sind wahrscheinlich die Ursache für die deutliche Lessivierung. Der Stauwassereinfluß reichte nicht zur Erhaltung der Schwarzerde.

Das Profil 1.2 liegt nur wenige Meter nördlich von Profil 1.1. Die Mächtigkeit der äolischen Sedimente ist deutlich geringer. Schicht III (Löß) fehlt hier: Die Ablagerungen repräsentieren Schicht IV (Sandstreifenlöß) und Schicht V (Sandlöß).

Auffallend ist die deutliche Zweiteilung des Axh-Horizontes in den oberen, helleren Alxp- bzw. Alxh-Horizont und den unteren, schwarzen Bht-Axh-Horizont. Die Humusgehalte korrelieren hier nicht mit diesem Farbunterschied. Das Niveau der Humusgehalte des unteren Horizontes liegt etwa ein Drittel unter dem der Oberflächenhorizonte. Die konventionelle Erklärung für diese Zweiteilung ist die beginnende Verbraunung und Tonverlagerung, mit der eine Aufhellung einhergeht. Durch die umfangreichen Untersuchungen zu den Sedimentationsphasen an der Lößgrenze ist abgesichert, daß der Bht-Axh durch eine Schichtgrenze von den oberen Horizonten getrennt ist. Die Bioturbation hat nicht zu einer Homogenisierung des Axh-Komplexes geführt. Für die Entstehung des unteren Bht-Axh-Horizontes muß entweder eine Infiltration der schwarzen Humushüllen oder eine reliktsche Bodenoberfläche, die später überdeckt wurde, angenommen werden.

**Tabelle 5: Exkursionspunkt 1.2 (Groß Lobke): Pseudogley-Schwarzerde**

**Physikalische und chemische Analysendaten**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew. % | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           | UQ         |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|          |             |                   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | f+mU     | Σ S       | Σ U       | Ton       | gU/<br>fmU |
| <i>1</i> | <i>2</i>    | <i>3</i>          | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |            |
| Alxp     | 30          |                   | 1.2                                 | 11       | 4.4      | 2.9      | 41.8     | 19.4     | 19.5      | 61.2      | 19.3      | 2.2        |
| Alxh     | 50          |                   | 0.9                                 | 9.8      | 3.9      | 2.7      | 40.1     | 21.4     | 17.3      | 61.5      | 21.3      | 1.9        |
| Bht-Axh  | 60          |                   | 0.5                                 | 9        | 3.6      | 2.6      | 39.5     | 19.2     | 15.7      | 58.7      | 25.5      | 2.1        |
| Axh-Bht  | 75          | 0.1               | 0.7                                 | 14.2     | 6.5      | 4.6      | 39.9     | 14.3     | 26        | 54.2      | 19.7      | 2.8        |
| Sw-Bhtv  | 85          | 4.7               | 1.8                                 | 14.7     | 8.1      | 6.6      | 38.5     | 13.3     | 31.2      | 51.8      | 17        | 2.9        |
| Bhtv-Sw  | 90          |                   |                                     |          |          |          |          |          |           |           |           |            |
| Sd       | 110         | 0.7               | 3.9                                 | 23.5     | 13.1     | 8.6      | 8.7      | 17.4     | 49.1      | 26.1      | 24.7      | 0.5        |

| Horizont | Tiefe    | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | Corg.     | N <sub>t</sub> | C/N       | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>oxd</sub> |
|----------|----------|----------------------|-------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|-------------------|
| <i>1</i> | <i>2</i> | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %         | %              |           | mg/g            | mg/g            |                   |
|          |          | <i>22</i>            | <i>23</i>         | <i>24</i> | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>         |
| Alxp     | 30       | 6.8                  | 0.2               | 1.05      |                |           |                 |                 |                   |
| Alxh     | 50       | 6.9                  | -0.1              | 0.64      |                |           |                 |                 |                   |
| Bht-Axh  | 60       | 7                    | -0.1              | 0.56      |                |           |                 |                 |                   |
| Axh-Bht  | 75       | 7.2                  | -0.1              | 0.24      |                |           |                 |                 |                   |
| Sw-Bhtv  | 85       | 7.3                  | -0.1              | 0.16      |                |           |                 |                 |                   |
| Bhtv-Sw  | 90       | n.b.                 | n.b.              |           |                |           |                 |                 |                   |
| Sd       | 110      | 7.2                  | -0.1              |           |                |           |                 |                 |                   |

| Horizont | Tiefe<br>cm | KAK <sub>pot</sub><br>mmol/kg | Austauschbare Kationen in mmol/kg |           |           |           |           |           | BS<br>%   |
|----------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          |             |                               | H + Al                            | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        |           |
| <i>1</i> | <i>2</i>    | <i>33</i>                     | <i>35</i>                         | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> | <i>41</i> |
| Alxp     | 30          | 163                           | 15                                |           | 140       | 7         | 6         | 1         | 91        |
| Alxh     | 50          | 166                           | 15                                |           | 147       | 8         | 3         | 1         | 91        |
| Bht-Axh  | 60          | 191                           | 13                                |           | 169       | 10        | 3         | 1         | 93        |
| Axh-Bht  | 75          | 126                           | 10                                |           | 112       | 10        | 2         | 1         | 93        |
| Sw-Bhtv  | 85          | 112                           | 3                                 |           | 97        | 10        | 2         | 1         | 97        |
| Bhtv-Sw  | 90          | 0                             | 0                                 |           | 0         | 0         | 0         | 0         |           |
| Sd       | 110         | 146                           | 5                                 |           | 124       | 16        | 2         | 1         | 97        |

Das Profil 1.3 liegt nochmals etwa 50 m weiter nördlich. Die äolischen Sedimente (Schicht V) haben nur noch eine Mächtigkeit von 45 cm. Im Liegenden der Lößdecke findet sich eine Kryoturbaionszone von ca. 50 bis 80 cm. In diese wurden lössige Substrate, Geschiebemergel oder -lehme und der im Liegenden anstehende Unterkreideton involviert. Die tonigen Sedimente finden sich z. T. direkt unter dem Sandlöß. Die Geschiebelehmerivate sind in Kryoturbaionsaschen erhalten. Trotz der unerwartet geringen Tongehalte weisen die „P“-Horizonte deutliche Merkmale der Quellung und Schrumpfung auf, so daß die Einstufung als Pelosol beibehalten wurde. Auffallend ist, daß die tonreichen Horizonte bis in Tiefen von 90 cm schwarz sind. Wie in Profil 1.2 liegt also auch hier eine Zweiteilung der Humushorizonte vor. Der Schichtwechsel ist durch den starken Bodenartenwechsel belegt. Vergleichbare Profile finden sich mit hoher Regelmäßigkeit im Vorfeld der Lößgrenze. Wie in dem aufgeschlossenen Profil scheint auch an anderen Stellen der schwarze P-Axh durch Kryoturbaionsprozesse verwürgt (ROESCHMANN 1968). Unter Berücksichtigung der Alterseinstufung der Lößgrenzsedimente wird eine spätglaziale, wahrscheinlich allerödzeitliche Entstehung wahrscheinlich. Dies muß auch für den Bht-Axh-Horizont von Profil 1.2 angenommen werden, da die betroffenen Horizonte zusammenhängen (Beobachtungen am Gasleitungsgraben).

**Tabelle 6: Exkursionspunkt I.3 (Groß Lobke): Pelosol-Schwarzerde**

**Standortbeschreibung**

Lage: 3726 Hohenhameln; R: 3568742, H: 5794190  
 Relief: Höhe ü. NN: 80 m; flach nach Süden einfallende Fläche, Neigung ca. 1%  
 Nutzung: Acker; Fruchtfolge: Weizen - Weizen - Zuckerrüben  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: L 3 D 71/74

**Profilbeschreibung**

| Horizont     | Löß-<br>schicht | Tiefe<br>(cm) | Beschreibung                                                                                                  |
|--------------|-----------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Axp          | V               | -30           | schwach sandiger Lehm, dunkelgrau, schwach humos, z. T. schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte         |
| Axh          | V               | -45           | schwach sandiger Lehm, dunkelgrau, schwach humos, humos, z. T. schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte |
| P-Axh        | 0               | -60           | schwach toniger Lehm, schwarz, mittel humos, humos, z. T. schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte      |
| Sw-P-<br>Axh | 0               | -75           | schwach toniger Lehm, schwarz, sehr schwach humos, humos, schwach eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte          |
| Sw-Axh-<br>P | 0               | -90           | mittel toniger Lehm, schwarz, schwach humos, humos, schwach eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte                |
| Sd           | 0               | -120          | lehmgiger Ton, grünlichgrau, sehr schwach humos, eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte                           |

Bodentyp: KA4: **SS-DD-TT**: Pseudovergleyter Pelosol-Tschernosem  
 FAO: **Chernozem bis Phaeozem**  
 NLFb: **D-T34**: Mittlere Pseudogley-Pelosol-Schwarzerde, tief entkalkt

Ausgangsgestein: **Los/pky(^t,Lo)//p(^t)**: Sandlöß über Kryoturbationsdecke

Substratyp: **p-sö/pky-l//pky-t**: Sandlöß über (Kryo-)Lehm über (Kryo-)Ton

Um die Altersfrage zu klären, wurde schon von verschiedenen Seiten versucht, Datierungsmöglichkeiten zu finden. Aus dem Bereich des Exkursionsgebietes liegen einige Datierungen vor (GEHRT 1994, ROESCHMANN 1968), die immer holozäne Alter (4000 bis 8000 bp) ergaben. In der Arbeit von SCHARPENSEEL et al. (1986) zur Kohlenstoffdynamik und Bioturbation von Mollisolen wird einleitend die Tradierung und Persistenz der genetischen Vorstellung zur Entstehung der Schwarzerde aufgezeigt. Anhand von <sup>14</sup>C-Datierungen werden grundsätzliche Zweifel an den bestehenden Modellen unterstrichen. Weltweit und gut an niedersächsischen Schwarzerden untersucht, gilt, daß das <sup>14</sup>C-Alter von Schwarzerden im Profil nach unten zunimmt. Dies steht der allgemeinen Lehrmeinung der Bioturbation entgegen.

Nach Fraktionierung des Tons von Bodenproben aus 60 bis 80 cm Tiefe ist festzustellen, daß die höchsten <sup>14</sup>C-Alter im Mittel- bis Grobton gefunden werden. Die vergleichsweise jungen Alter des Feintons deutet SCHARPENSEEL et al (1986) mit der entsprechend jungen Bildung dieser Tonfraktion.

Bei den in Tiefen von 50 bis 60 cm ermittelten <sup>14</sup>C-Altern besteht das grundsätzliche Problem der Kontamination der untersuchten Proben durch jüngeres, organisches Material oder durch anthropogene Beeinflussung. Andererseits ist eine kryogene Veränderung des unteren Ah-Horizontes im Holozän nicht möglich. Es ist somit trotz der Datierungen nicht auszuschließen, daß die Bildung schwarzer Humushorizonte schon spätweichselzeitlich einsetzte (ROESCHMANN 1968).

**Tabelle 7: Exkursionspunkt 1.3 (Groß Lobke): Pelosol-Schwarzerde**

**Physikalische und chemische Analysendaten**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew.<br>% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           | UQ         |
|----------|-------------|----------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|          |             |                      | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | f+mU     | Σ S       | Σ U       | Ton       | gU/        |
| <i>I</i> | <i>2</i>    | <i>3</i>             | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> | <i>fmU</i> |
| Axp      | 30          |                      | 4,8                                 | 6,4      | 14,6     | 1,2      | 32,9     | 19,8     | 27,0      | 52,7      | 20,3      | 1,7        |
| Axh      | 45          |                      | 3,8                                 | 6,9      | 13,2     | 1,1      | 31,5     | 20       | 25,0      | 51,5      | 23,5      | 1,6        |
| P-Axh    | 60          |                      | 3,8                                 | 7,6      | 17,4     | 0,8      | 24,9     | 17       | 29,6      | 41,9      | 28,5      | 1,5        |
| Sw-P-Axh | 75          |                      | 0,6                                 | 17,4     | 6,3      | 6        | 23,5     | 16       | 30,3      | 39,5      | 30,2      | 1,5        |
| Sw-Axh-P | 90          |                      | 0,6                                 | 15,2     | 6,8      | 3,3      | 22,9     | 15,8     | 25,9      | 38,7      | 35,4      | 1,4        |
| Sd       | 120         |                      | 0,3                                 | 5,3      | 3,1      | 1,7      | 4,4      | 23,5     | 10,4      | 27,9      | 61,7      | 0,2        |

| Horizont | Tiefe<br>cm | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | Ca-<br>CO <sub>3</sub><br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>% | C/N       | Fe <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>o</sub><br>mg/g | Fe <sub>od</sub> | P <sub>(CAL)</sub><br>mg/100<br>g | K <sub>(CAL)</sub><br>mg/100<br>g |
|----------|-------------|----------------------------|-----------------------------|------------|---------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <i>I</i> | <i>2</i>    | <i>22</i>                  | <i>23</i>                   | <i>24</i>  | <i>25</i>           | <i>26</i> | <i>27</i>               | <i>28</i>               | <i>29</i>        | <i>30</i>                         | <i>31</i>                         |
| Axp      | 30          | 6,8                        | 0                           | 1,19       | 0,14                | 9         | 5,6                     | 2,0                     | 0,4              | 7,1                               | 12,4                              |
| Axh      | 45          | 6,7                        | 0                           | 0,89       | 0,11                | 8         | 6,3                     | 1,9                     | 0,3              | 1,2                               | 6,2                               |
| P-Axh    | 60          | 6,6                        | 0                           | 1,47       | 0,1                 | 15        | 8,0                     | 1,1                     | 0,1              | 0,2                               | 4,2                               |
| Sw-P-Axh | 75          | 6,9                        | 0                           | 0,44       | 0,07                | (6)       | 7,3                     | 0,9                     | 0,1              | 0,1                               | 3,8                               |
| Sw-Axh-P | 90          | 7,0                        | 0,1                         | 1,18       | 0,11                | 11        | 7,3                     | 0,6                     | 0,1              | 0,0                               | 3,3                               |
| Sd       | 120         | 7,2                        | 0,2                         | 1,39       | 0,1                 | 14        | 18,7                    | 0,6                     | <0,1             | 0                                 | 5,0                               |

| Horizont | Tiefe<br>cm | KAK <sub>pot</sub><br>mmol/kg | Austauschbare Kationen in mmol/kg |           |           |           |           |           | BS<br>%   |
|----------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          |             |                               | H + Al                            | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        |           |
| <i>I</i> | <i>2</i>    | <i>33</i>                     | <i>35</i>                         | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> | <i>41</i> |
| Axp      | 30          | 165                           | 0                                 |           | 160       | 8         | 5         | 1         | 100       |
| Axh      | 45          | 168                           | 0                                 |           | 184       | 8         | 2         | 0         | 100       |
| P-Axh    | 60          | 239                           | 0                                 |           | 240       | 14        | 2         | 0         | 100       |
| Sw-P-Axh | 75          | 283                           | 0                                 |           | 260       | 22        | 2         | 0         | 100       |
| Sw-Axh-P | 90          | 329                           | 0                                 |           | 310       | 60        | 4         | 6         | 100       |
| Sd       | 120         | 329                           | 0                                 |           | 314       | 60        | 3         | 5         | 100       |

**3.2 Beschreibung der typischen Hildesheimer Schwarzerde**

- Vorstellung der typischen Schwarzerde
- Schichtung der äolischen Sedimente im Löß

Am Exkursionspunkt 2 wird die typische Hildesheimer Schwarzerde vorgestellt. Im Unterschied zu den Profilen an der Lößgrenze ist hier eine Schichtung in den Lössen anhand der Schätzung der Bodenart nicht zu erkennen. Auch die analysierte Kornverteilung zeigt auf den ersten Blick keine deutlichen Hinweise auf eine Schichtung. Unter Kenntnis der Sedimentschichtung an der Lößgrenze, der pedogenen Merkmale und der Tiefenfunktionen der Schluffquotienten (Auswertung von ca. 80 Profilen; GEHRT 1994) ist relativ sicher, daß auch in den Lößprofilen der Börde eine Schichtung (Schicht V über Schicht III) vorhanden ist. Der Schichtwechsel zeichnet sich dadurch ab, daß in Schicht III der Schluffquotient von unten nach oben abnimmt und in Schicht V ansteigt. In Schicht III finden sich verbreitet die Eisen-Mangan-Ausfällungen an Wurzelröhren.

**Tabelle 8 Exkursionspunkt 2 (Harsum): Typische Hildesheimer Schwarzerde**

**Standortbeschreibung**

Lage: 3725 Sarstedt; R: 3566500, H: 5788250  
 Relief: Höhe ü. NN: 72 m; flach nach Norden einfallende Fläche, Neigung unter 1%  
 Nutzung: Acker; Fruchtfolge: Weizen - Weizen - Zuckerrüben  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: L 1 L<sub>ö</sub> 97/99

**Profilbeschreibung**

| Horizont   | Löss-Schicht | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                          |
|------------|--------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Axp        | V            | 0-30       | stark toniger Schluff, schwarz (10YR 3/2), mittel humos, geringe Lagerungsdichte                                                                      |
| Axh        | V            | -45        | stark toniger Schluff, schwarz (10YR 3/2), mittel humos, geringe Lagerungsdichte                                                                      |
| Axh        | IIIa         | -60        | stark toniger Schluff, schwarz (10YR 2/2), mittel humos, hohe Lagerungsdichte                                                                         |
| Axh-ICkc   | IIIa         | -80        | stark toniger Schluff, graugebleicht, sehr schwach humos, sehr schwach eisenfleckig, mittel carbonathaltig, Lösskindel, mittlere Lagerungsdichte      |
| fGo+ICc-Sw | IIIa         | -100       | toniger Schluff, hell gelblichgrau, sehr schwach eisenfleckig, Eisenausfällung an Wurzelröhren, mittel carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte       |
| fGo+ICv-Sw | IIIa         | -120       | toniger Schluff, hell gelblichgrau, sehr schwach eisenfleckig, z. T. Eisenausfällung an Wurzelröhren, mittel carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte |
| Sw         | 0            | -160       | lehnmiger Sand, sehr schwach kiesig und grusig, hell gelblichgrau, sehr schwach eisenfleckig, mittel carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte         |

Bodentyp: KA4: **SS-TT**: Pseudogley-Tschernosem  
 FAO: **Stagnic Chernozem**  
 NLFb: **S-T33**: Mittlere Pseudogley-Schwarzerde, mittel entkalkt

Ausgangsgestein: **Lol/Lol/pky(Lg,fg)**: Lößlehm über Löß über tiefer Kryoturbationsdecke (aus Geschiebelehm und glazifluvialtem Sand)

Substrattyp: **p-ö/pky-s(Lg,fg)**: Löß über tiefem Kryosand (aus Geschiebelehm und glazifluvialtem Sand)

In Ergänzung zu den Korngrößenvergleichen wurden an einer vergleichbaren Profillreihe in der Hildesheimer Börde Röntgen-Fluoreszenz-Analysen (RFA) durchgeführt, um die stratigraphische Gliederung abzusichern und eine potentielle räumliche Änderung des Lösses zu erfassen. Zu diesem Zweck wurden die Quotienten der vergleichsweise stabilen Elemente Zirkon und Titan als Vergleichsgröße ermittelt (s. Abbildung 2). Die Profile Harsum-West (2399) und Harsum-Ost (2397) wurden in Rahmen von Schwermetalluntersuchungen (HINDEL & FLEIGE 1991) analysiert. Zudem wurde an allen Proben das Gesamtelementspektrum der Schlufffraktion bestimmt. Bei Profil 2399 nimmt in Schicht III das Zirkon-Titan-Verhältnis analog zum Sandgehalt und Schluffquotienten zunächst ab. Die Grenze von Schicht IIIa zu Schicht IIIb kommt in einer deutlichen Umkehr dieser Tendenz zum Ausdruck. Insbesondere im Zirkon-Titan-Verhältnis des Schluffes zeigt sich die Schichtgrenze zu Schicht V in einem deutlichen Peak. In Profil 2397 ist Schicht V nur rudimentär ausgebildet. Im Titan-Zirkon-Verhältnis der Gesamtprobe zeigt sich dies in einer nach oben abnehmenden Tendenz.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß auch in den Lößprofilen der Börde eine Schichtung vorhanden ist. Der Axh-Horizont liegt zum größeren Teil in einer älteren Schicht.

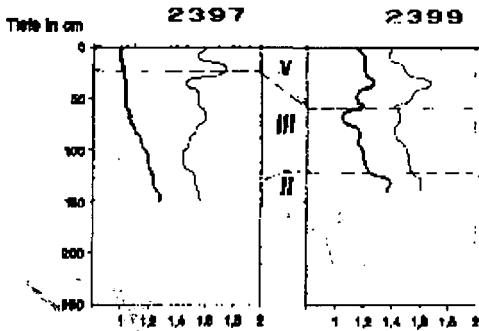


Abbildung 2: Tiefenfunktionen der Zirkon-Titan-Quotienten für die Gesamtproben (dicke Linie) und die Schlufffraktionen (dünne Linie) der Profile 2397 (Harsum-West) und 2399 (Harsum-Süd)

Tabelle 9: Exkursionspunkt 2 (Harsum): Typische Hildesheimer Schwarzerde

Physikalische und chemische Analysendaten

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew. % | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |     |     |      |        |     |      |      | UQ         |  |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|------|--------|-----|------|------|------------|--|
|          |             |                   | gS                                  | mS  | fS  | ffS | gU   | mU+ftU | Σ S | Σ U  | Ton  | gU/<br>fmU |  |
| I        | 2           | 3                 | 4                                   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9      | 10  | 11   | 12   |            |  |
| Axp      | 30          | 0.7               | 0.6                                 | 0.9 | 0.4 | 1.2 | 50.9 | 24.3   | 3.1 | 75.2 | 21.7 | 2.1        |  |
| Axh      | 45          | 0.1               | 0.3                                 | 0.6 | 0.3 | 1   | 49.8 | 26.2   | 2.2 | 76   | 21.9 | 1.9        |  |
| Axh      | 60          |                   | 0.2                                 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 49.5 | 25.1   | 1.6 | 74.6 | 23.9 | 2.0        |  |
| Axh-ICv  | 80          | 0.2               | -0.1                                | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 53.4 | 26.9   | 0.8 | 80.3 | 18.9 | 2.0        |  |
| Sw       | 100         | 1.6               | 0.1                                 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 57.2 | 27     | 1   | 84.2 | 14.8 | 2.1        |  |
| Sw       | 120         | 0.5               | 0.2                                 | 0.4 | 0.2 | 1   | 61.9 | 24.3   | 1.8 | 86.2 | 12   | 2.5        |  |

| Horizont | Tiefe<br>cm | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>% | C/N | Fe <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>o</sub><br>mg/g | Fe <sub>tot</sub> |
|----------|-------------|----------------------------|------------------------|------------|---------------------|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| I        | 2           | 22                         | 23                     | 24         | 25                  | 26  | 27                      | 28                      | 29                |
| Axp      | 30          | 7.4                        | 0.2                    | 2.14       |                     |     | 0.44                    | 0.20                    | 0.46              |
| Axh      | 45          | 7.5                        | 0.1                    | 1.92       |                     |     | 0.47                    | 0.21                    | 0.45              |
| Axh      | 60          | 7.6                        | -0.1                   | 1.24       |                     |     | 0.64                    | 0.19                    | 0.30              |
| Axh-Cv   | 80          | 7.7                        | 0.5                    | 0.42       |                     |     | 0.71                    | 0.08                    | 0.11              |
| Sw       | 100         | 7.8                        | 3.8                    | 0.32       |                     |     | 0.69                    | 0.08                    | 0.11              |
| Sw       | 120         | 7.8                        | 2.9                    | 0.18       |                     |     | 0.69                    | 0.08                    | 0.11              |

| Horizont | Tiefe<br>cm | KAK <sub>pot</sub><br>mmol/kg | Austauschbare Kationen in mmol/kg |          |          |          |         |          |     | BS<br>% |
|----------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|---------|----------|-----|---------|
|          |             |                               | H + Al<br>35                      | Al<br>36 | Ca<br>37 | Mg<br>38 | K<br>39 | Na<br>40 | 41  |         |
| I        | 2           | 33                            |                                   |          |          |          |         |          |     |         |
| Axp      | 30          | 254                           | 3                                 |          | 239      | 13       | 10      | 0        | 99  |         |
| Axh      | 45          | 253                           | 7                                 |          | 237      | 15       | 5       | 1        | 97  |         |
| Axh      | 60          | 223                           | 9                                 |          | 213      | 14       | 2       | 2        | 96  |         |
| Axh-Cv   | 80          | 130                           | 0                                 |          | 144      | 12       | 2       | 3        | 100 |         |
| Sw       | 100         | 118                           | 0                                 |          | 123      | 13       | 2       | 4        | 100 |         |
| Sw       | 120         | 108                           | 0                                 |          | 111      | 13       | 1       | 4        | 100 |         |

Mineralogische Zusammensetzung der Tonfraktion (%)

| Horizont | Tiefe<br>cm | Illit | Verm. | Smectit | Kaolin. | prim.<br>Chl. | sek.<br>Chl. | Quarz | Feldsp. |
|----------|-------------|-------|-------|---------|---------|---------------|--------------|-------|---------|
| Axp      | 30          | 35    | 7     | 45      | 7       | -             | -            | 6     | -       |
| Axh      | 45          | 35    | 11    | 41      | 7       | -             | -            | 6     | -       |
| Axh      | 60          | 36    | 12    | 37      | 7       | -             | -            | 8     | -       |

### 3.2.1 Verwitterung in den Lössen der Börde

In Ergänzung zu den Korngrößenanalysen wurden von den Grobschluffen verschiedener Lössen der Schicht III rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen gemacht. In Abbildung 3 sind drei erkennbare Varianten gegenübergestellt. Abb. 3.1 zeigt den Grobschluff aus Schicht III in kalkhaltigem Sediment aus einer Tiefe um 80 cm. Die Körner zeigen gerade Bruchflächen und gut gerundete Kanten. Die Tongehalte dieser Proben liegen bei 12 %. Die Abb. 3.2 stammt aus einem entkalkten Bht-Horizont (Tiefe ca. 60 bis 70 cm). Deutlich erkennbar sind die Lösungskaven in einigen Körnern. Diese sind insbesondere an Feldspäten zu finden.

Die dritte Variante (Abb.3.3) zeigt den Grobschluff der tonreichen Lössen des Profils Bodenstedt. Die Probe war kalkhaltig. Im Unterschied zu den unverwitterten Lössen (3.1) sind hier die Kanten der Körner scharf gebrochen. Dies deutet auf eine physikalische Beanspruchung hin, bei der das ganze Korn gebrochen wird. Dies führt, wie die Kornverteilung zeigt, nur bedingt zu einer Abnahme der Grobschluffe. An den Bruchflächen finden sich kleine Splitter in Grobtongröße (Abb.3.4). Hier ist vorstellbar, daß diese sich bei weiterer physikalischer oder chemischer Beanspruchung ablösen und die Grobtongehalte erhöhen.

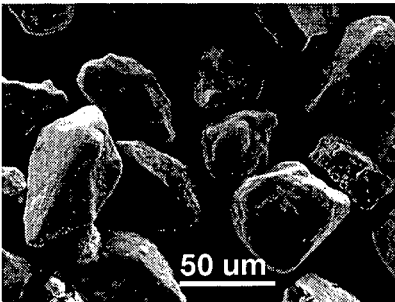


Abb. 3.1 unverwitterter Grobschluff

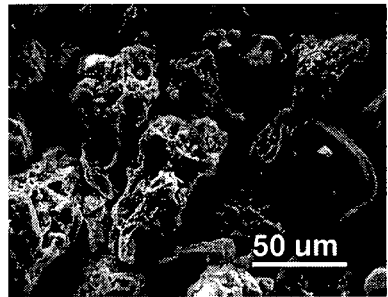


Abb. 3.2 chemisch verwitterter Grobschluff

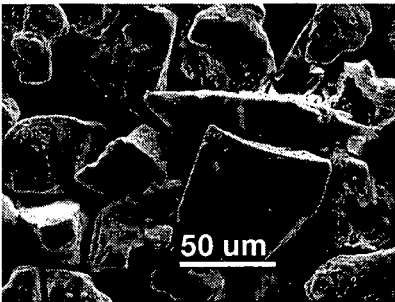


Abb. 3.3 physikalisch verwitterter Grobschluff

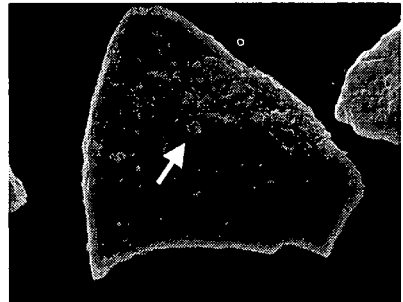
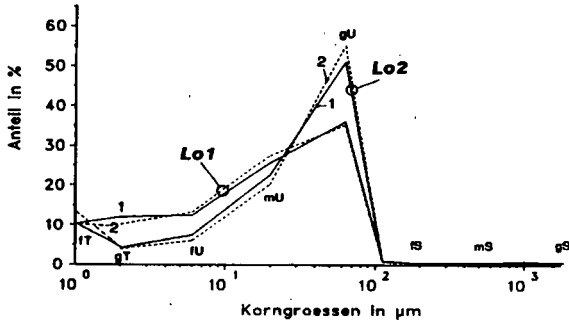


Abb. 3.4 Einzelkorn mit Splittern (Pfeil) in Grobtonfraktion. Vergrößerung aus 3.3

**Abbildung 3: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen verschiedener Lössen der Schicht III (Erläuterungen im Text)**

In den feuchten Senken der Lößbörde sind die jüngsten Decken z. T. nur äußerst geringmächtig ausgebildet oder fehlen gänzlich. Auch ohne oder mit nur geringer Entkalkung können die Tongehalte hier bis auf 35 % ansteigen. Diese hohen Tongehalte gehen mit einer deutlichen Grobschluffabnahme und einer Grobtonanreicherung einher (GEHRT 1994). Dies deutet auf eine physikalische Verwitterung (Kryoklastik) vor Ablagerung der jüngsten Lößdecke hin (BASBUG 1971, ROHDENBURG & MEYER 1966). Es ist deshalb von einer starken physikalischen und ggf. einer anschließenden chemischen Verwitterung auszugehen.



**Abbildung 4: Korngrößenverteilung der tonreichen und normalen Ausprägung der Schicht III im Profil 2260 (Bodenstedt); Ton und Sandfraktion jeweils zweigeteilt. Lo1 = Entnahmetiefe ca. 30-40 cm; Lo2 = Entnahmetiefe ca. 60-70 cm Dispergierung: 1= Ammoniak und Ultraschall, 2 = Natrium-Pyrophosphat**

### 3.3 Eine helle Variante der Hildesheimer Schwarzerde: Die Grauerden

Östlich der Hildesheimer Börde findet sich weit verbreitet eine hellgraue Variante der Schwarzerde. Bis auf die Farbe deckt sich das Erscheinungsbild (Entwicklungstiefe, Krotowinen, Horizontübergänge) mit dem der typischen Hildesheimer Schwarzerde. Da die hellgraue Variante in der Kartieranleitung (AG BODEN 1994) nicht beschrieben ist, wurde zur Unterscheidung und Ergänzung dieser echten Variante die Typbezeichnung Grauerde (Tg) eingeführt (GEHRT 1994, GEHRT et al. 1995).

Die Grauerden sind im Mittel zwei bis drei Graustufen heller als die typische Hildesheimer Schwarzerde. Die Axx-Horizonte der Schwarzerden und Grauerden in 40 bis 60 cm Tiefe sind trotz geringerer Humusgehalte sowohl im feuchten als auch im trockenen Zustand dunkler (kleinere Value) als die Ap-Horizonte. Die Unterschiede im Farbwert (Chroma) kommen im trockenen Zustand deutlicher zum Ausdruck als im feuchten. Nach den Standardkennwerten sind zwischen Schwarz- und Grauerden nur geringe Unterschiede festzustellen. Die Humusgehalte der Schwarzerden liegen im Mittel geringfügig über denen der Grauerden. Eine Trennung anhand der Humusgehalte ist aber aufgrund der vergleichsweise großen Schwankung nicht möglich.

Im Vergleich der Dünnschliffe von Ah-Horizonten gering entkalkter Grauerden und Schwarzerden sind die Ursachen der Farbunterschiede eingrenzbar. In den dunkleren Ah-Horizonten beider Varianten sind die Quarzkörner partiell mit schwarzen Ton-Humus-Cutanen überzogen. Die Verteilung ist unabhängig vom Porensystem. In den Schwarzerden ist der Anteil der schwarzen Ton-Humus-Komplexe wesentlich größer. Die Tonmatrix ist mit schwarzen Einschlüssen durchsetzt. Beides läßt auf eine intensivere Humuskomplexbildung als bei den Grauerden schließen.

Um der Ursache der unterschiedlichen Ausprägung der Schwarz- und Grauerde näherzukommen, scheinen die nachfolgend genannten Punkte von Bedeutung. Die bisher vorliegenden Ergebnisse werden kurz wiedergegeben:

- Erfassung der genauen Verbreitungsmuster
- Alter der Schwarzerde-Bildung unter Berücksichtigung der Schichtung
- Zusammensetzung der organischen Substanz
- Minerale und mineralorganische Verbindungen
- Eisenverteilung und metallorganische Verbindungen



**Tabelle 10: Exkursionspunkt 3 (Adenstedt) Grauerde**

**Standortbeschreibung**

Lage: 3726 Hohenhameln; R: 3578450, H: 5790950  
 Relief: Höhe ü. NN: 82 m; flach nach Westen einfallende Fläche, Neigung unter 1%  
 Nutzung: Acker; Fruchtfolge: Weizen - Weizen - Zuckerrüben  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: L 2 L6 86/89

**Profilbeschreibung**

| Horizont        | Löss-Schicht | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                             |
|-----------------|--------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Axp             | V            | 0-30       | stark toniger Schluff, dunkelgrau (10YR3/3 (5/3)), mittel humos, geringe Lagerungsdichte                                                                                 |
| Axh             | V            | -45        | stark toniger Schluff, grau (10YR4/3 (6/3)), mittlere Lagerungsdichte                                                                                                    |
| Sw              | IIIb         | -55        | stark toniger Schluff, gelblichgrau, durchsetzt mit schwarz (10YR5/6 (5/8)), mittel eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte                                               |
| Sw              | IIIb         | -105       | mittel toniger Schluff, fein geschichtet, gelblichgrau, marmoriert mit ocker, mittel eisenfleckig, sehr carbonatarm, mittlere Lagerungsdichte                            |
| fGo+<br>lCkc-Sw | IIIa         | -125       | mittel toniger Schluff, gelblichgrau, marmoriert mit ocker, schwach eisenfleckig, Eisenausfällung an Wurzelröhren, carbonathaltig, Lößkindel, mittlere Lagerungsdichte   |
| fGo+<br>lCc-Sw  | IIIa         | -155       | mittel toniger Schluff, gelblichgrau, marmoriert mit ocker, schwach eisenfleckig, Eisenausfällung an Wurzelröhren, mittel carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte       |
| fGo+<br>lCv-Sw  | II           | -175       | mittel toniger Schluff, gelblichgrau, marmoriert mit ocker, schwach eisenfleckig, z. T. Eisenausfällung an Wurzelröhren, mittel carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte |
| fGo+<br>lCv-Sw  | 0            | -200       | schwach lehmiger Sand, zum Teil Mittelsand feinsandig, rostfarbenbraun, schwach eisenfleckig, schwach carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte                           |
| Sd              | 0            | -210       | mittel schluffiger Ton, unten zunehmend, schwach schluffiger Ton, hellgrau, sehr schwach carbonathaltig, hohe Lagerungsdichte                                            |

Bodentyp: KA4: **SS-TT**: Pseudogley-Tschernosem  
 FAO: **Stagnic Phaeozem**  
 NLFb: **S-T33**: Mittlere Pseudogley-Schwarzerde, mittel entkalkt  
 Vorschlag: **S-Tg33**: Mittlere Pseudogley-Grauerde, mittel entkalkt

Ausgangsgestein: **Lo/Lo**: Lößlehm über Löß  
 Substrattyp: **p-ö**: Löß

**3.4 Spektroradiometrische Untersuchungen an Bodenoberflächen der Hildesheimer Börde (K. Hahn, Th. Jarmer)**

Die Varianten der Schwarzerde bilden sich bei fehlender Vegetation sehr gut in Landsat-Satellitenbildern ab (Kanal R71, TM4 und TM2, GEHRT 1994). Insofern sind die jeweiligen Verbreitungsgebiete gut zu erfassen. Im Gebiet der Hildesheim-Braunschweiger Lößbörde nehmen diese jeweils Gebiete von 100-200 km<sup>2</sup> ein. Die Areale mit Grauerdevorstufe sind sicher für den Raum südlich Peine, in kleinen Gebieten bei Salzgitter und im Ostbraunschweigischen Hügelland nachgewiesen.

Tabelle 11: Exkursionspunkt 3 (Adenstedt): Grauerde

Physikalische und chemische Analysendaten

| Horizont    | Tiefe<br>cm | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |     |      |       |      |      |      |     | UQ |
|-------------|-------------|-------------------------------------|------|------|-----|------|-------|------|------|------|-----|----|
|             |             | gS                                  | mS   | fS   | ffS | gU   | mU+fU | Σ S  | Σ U  | Ton  |     |    |
| <i>I</i>    | 2           | 4                                   | 5    | 6    | 7   | 8    | 9     | 10   | 11   | 12   |     |    |
| Axp         | 30          | 0,9                                 | 1,5  | 1,8  | 2,6 | 51,3 | 24,6  | 6,8  | 75,9 | 17,3 | 2,1 |    |
| Axh         | 45          | 0,8                                 | 1,1  | 1,4  | 2,1 | 52,9 | 24,8  | 5,4  | 77,7 | 16,9 | 2,1 |    |
| Sw          | 55          | 1                                   | 0,7  | 0,3  | 1,6 | 52,6 | 23,2  | 3,6  | 75,8 | 20,6 | 2,3 |    |
| Sw          | 105         | 0,3                                 | 0,3  | 0,6  | 1,8 | 52,4 | 24,6  | 3,0  | 77,0 | 20   | 2,1 |    |
| fGo+lCkc-Sw | 125         | 0,2                                 | 0,8  | 0,7  | 1,3 | 57,7 | 26,9  | 3,0  | 84,6 | 12,4 | 2,1 |    |
| fGo+lCc-Sw  | 155         | 0,4                                 | 0,9  | 1,3  | 2,5 | 59,9 | 23,2  | 5,1  | 83,1 | 11,8 | 2,6 |    |
| fGo+LCv-Sw  | 175         | 0,3                                 | 2,5  | 1,8  | 3,5 | 65,8 | 16,9  | 8,1  | 82,7 | 9,2  | 3,9 |    |
| fGo+lCv-Sw  | 200         | 9,5                                 | 12,6 | 20,9 | 2,7 | 24,1 | 17    | 45,7 | 41,1 | 13,2 | 1,4 |    |

| Horizont    | Tiefe<br>cm | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>% | C/N | Fe <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>o</sub><br>mg/g | Fe <sub>oxd</sub> | P <sub>(CAL)</sub><br>mg/100g | K <sub>(CAL)</sub><br>mg/100g |
|-------------|-------------|----------------------------|------------------------|------------|---------------------|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|             |             |                            |                        |            |                     |     |                         |                         |                   |                               |                               |
| <i>I</i>    | 2           | 22                         | 23                     | 24         | 25                  | 26  | 27                      | 28                      | 29                | 30                            | 31                            |
| Axp         | 30          | 7,4                        | 0,3                    | 1,63       | 0,18                | 9   | 0,46                    | 0,17                    | 0,37              | 14,6                          | 16,5                          |
| Axh         | 45          | 7,3                        | 0,5                    | 1,0        | 0,12                | 8   | 0,51                    | 0,19                    | 0,38              | 8,8                           | 3,4                           |
| Sw          | 55          | 7,2                        | 0,2                    | 0,45       | 0,07                | 6   | 1,19                    | 0,07                    | 0,06              | 0,3                           | 3,3                           |
| Sw          | 105         | 7,1                        | 0,2                    | 0,18       | 0,04                | (5) | 0,83                    | 0,06                    | 0,07              | 0,1                           | 4,0                           |
| fGo+lCkc-Sw | 125         | 7,5                        | 4,5                    | 0,04       | 0,02                |     | 0,42                    | 0,05                    | 0,11              | 0,9                           | 3,7                           |
| fGo+lCc-Sw  | 155         | 7,5                        | 6,7                    | 0,08       | 0,02                |     | 0,29                    | 0,04                    | 0,14              | 0,8                           | 3,8                           |
| fGo+LCvSw   | 175         | 7,3                        | 0,8                    | 0,14       | 0,02                |     | 0,31                    | 0,04                    | 0,13              | 0,8                           | 3,8                           |
| fGo+lCv-Sw  | 200         | 7,4                        | 0,6                    | 0,04       | 0,03                |     | 0,71                    | 0,05                    | 0,07              | 0,6                           | 4,9                           |

| Horizont    | Tiefe<br>cm | KAK <sub>pot</sub><br>mmol/kg | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |    |    | BS<br>% |
|-------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|---------|
|             |             |                               | H + Al                            | Al | Ca  | Mg | K  | Na |         |
| <i>I</i>    | 2           | 33                            | 35                                | 36 | 37  | 38 | 39 | 40 | 41      |
| Axp         | 30          | 165                           | 0                                 |    | 158 | 16 | 6  | 1  | 100     |
| Axh         | 45          | 141                           | 0                                 |    | 160 | 6  | 2  | 1  | 100     |
| Sw          | 55          | 144                           | 0                                 |    | 148 | 8  | 2  | 1  | 100     |
| Sw          | 105         | 134                           | 0                                 |    | 142 | 14 | 2  | 1  | 100     |
| fGo+lCkc-Sw | 125         | 107                           | 0                                 |    | 142 | 12 | 2  | 1  | 100     |
| fGo+lCc-Sw  | 155         | 100                           | 0                                 |    | 150 | 12 | 2  | 1  | 100     |
| fGo+LCv-Sw  | 175         | 93                            | 0                                 |    | 136 | 10 | 2  | 1  | 100     |
| fGo+lCv-Sw  | 200         | 122                           | 0                                 |    | 162 | 16 | 2  | 1  | 100     |

Tonmineralogie

| Horizont | Tiefe | Illit | Verm. | Smect. | Kaolin. | prim.<br>Chl. | sek.<br>Chl. | Quarz | Feldsp. |
|----------|-------|-------|-------|--------|---------|---------------|--------------|-------|---------|
| Axp      | 30    | 33    | 12    | 41     | 7       | -             | -            | 7     | -       |
| Axh      | 45    | 32    | 15    | 33     | 8       | -             | -            | 12    | -       |
| Sw       | 55    | 29    | 12    | 44     | 7       | -             | -            | 8     | -       |

Um das Reflexionsmerkmal festzustellen und Ursachen zu ermitteln, wurden im Sommer 1996 Spektrometerradiometermessungen im Gelände durchgeführt. Diese Messungen liefern im Gegensatz zu den Landsat-5-TM-Daten kontinuierliche Werte über einen bestimmten Wellenlängenbereich (0,4 - 2,5 µm). Sehr häufig wird die Methode zur Untersuchung von Mineralen und Gesteinen eingesetzt. In den letzten Jahren ist auch das spektrale Verhalten von Böden interessant geworden, z. B. um die Einflüsse des Untergrunds bei vegetationskundlichen Messungen einschätzen zu können.

Zur Identifikation der Objekte, z. B. von Mineralen, dienen charakteristische Absorptionen im Reflektionspektrum. Diese sind auf Elektronenübergänge und auf Molekülschwingungen zurückzuführen: Spektren

von Böden sind eine Mischsignatur, da viele verschiedene Substanzen zu Absorptionen führen, die sich überlagern und das Signal maskieren. Der ausgenutzte Meßbereich liegt zwischen 0,4 und 2,5 µm. Für die Energie in diesem Bereich ist die Atmosphäre weitgehend durchlässig. Ferner liegt hier das Maximum der von der Sonne emittierten Energie.

Die gemessenen Reflexionskurven lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Die Reflexion der Grauerden (z.B. Standorte Adenstedt und Gr. Lafferde) ist über den gesamten Meßbereich größer. Rein visuell lassen sich also von den Schwarzerden (z. B. Standorte Harsum und Soßmar) unterscheiden. Die Reflexionskurven der Grauerden weisen im Wellenlängenbereich von 0,4 - 0,6 µm einen steileren Anstieg auf. Dieser Bereich des Spektrums ist kennzeichnend für Eisen und organische Substanz. Das Reflexionsverhalten der Untersuchungsgruppen unterscheidet sich offenbar im Verhältnis des Eisengehalts zur Ausbildung der organischen Substanz. Je dunkler der organische Materialanteil, desto niedriger liegt die Reflexion, die Steigung nimmt ab. Die Grauerden haben weniger reflektierende organische Substanz im Verhältnis zum Eisengehalt (Hinweis auf metallorganische Komplexe, vgl. BRAUNSCHWEIG 1968, BEESE 1998).

Die Reflexionskurven der Schwarzerden weisen bei 2,2 µm eine deutliche Absorption auf. Der Abfall der Reflexion verläuft steil und der Anstieg führt zurück auf das Ausgangsniveau. Die typischen Grauerden deuten diese Absorption nur an, die Kurve insgesamt fällt ab, leicht unterbrochen bei 2,2 µm durch geringe Änderung der Steigung. Nach allgemeiner Kenntnis absorbieren bei 2,2 µm dioktaedrische Tonminerale (jedes 3. Oktaederzentrum ist nicht mit einem Zentralkation belegt, z. B. Illit, Montmorillonit, Kaolinit). Die Absorption bei 2,2 µm in den Reflexionsspektren der Schwarzerden deutet also auf erhöhte Gehalte dioktaedrischer Minerale an der Bodenoberfläche hin, die bei den Grauerden fehlen müßten. Die Tonmineraluntersuchungen können diese Feststellung nicht stützen.

### ***3.5 Ergebnisse tonmineralogischer Untersuchungen an Schwarz- und Grauerden der Lößböden des Bergvorlandes (S. Dultz, E. Gehrt)***

**Mineralogische Analyse der Tonfraktion:** Aus dem Feinboden werden die Carbonate mit dem Essigsäure-Acetatpuffer (pH 4,0), organische Substanz durch H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Behandlung und die Eisenoxide mit Dithionit-Citrat-Bicarbonat entfernt. Die Tonfraktion <2µm wird durch Sedimentation nach ATTERBERG gewonnen und gefriergetrocknet.

Zur Unterscheidung der Schichtsilikate mit Hilfe der Röntgenbeugung werden die Proben mit KCl und MgCl<sub>2</sub>, sowie Glycerinlösung vorbehandelt. Bei Zimmertemperatur werden die getrockneten Proben geröntgt, anschließend mit Kalium belegte Proben zwei Stunden auf 550°C erhitzt und ebenfalls geröntgt. Illit und illitische Schichten von Wechsellagerungsmineralen aus dem Kaliumgehalt der Proben werden unter Berücksichtigung des Kaliumgehaltes von Feldspäten berechnet. Kaolinit, Quarz und Feldspäte werden mit IR-Spektroskopie, Vermiculit wird aus der relativen Röntgenbeugungsintensität und Smectit aus der Differenz von 100 abzüglich des Anteils der übrigen Minerale quantifiziert. Die Schichtladung aufweitbarer Dreischichtsilikate wird mit der Kationenaustauschkapazität der Tonfraktion gekennzeichnet.

**Ergebnisse:** Die Tonfraktionen der im Bereich der Lößböden des Bergvorlandes gezeigten Profile weisen eine weitgehend ähnliche mineralogische Zusammensetzung auf. Dies gilt sowohl für die untersuchten Horizonte im Löß als auch die in dem darunterliegenden Unterkreideton. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Horizonten der Böden aus Löß sind gering und lassen sich unter Einbeziehung einer möglichen sedimentären Schichtung nicht eindeutig auf bestimmte Veränderungen durch Pedogenese zurückführen. Dieser Befund entspricht insofern der Erwartung, daß in Gegenwart von Kalk die Verwitterung von Silikaten gering ist.

Die Zusammensetzung der Tonfraktion wird durch den lithogenen Bestand an Illit, Smectit, Vermiculit und deren Wechsellagerung bestimmt. In den Proben mit Glycerin-Belegung weisen deutliche Interferenzen bei 1,8 nm auf beträchtliche Gehalte an Smectit hin. Eine Kontraktion auf 1,0 nm bei K-Belegung wird nur teilweise erreicht. Der Vergleich der Kationenaustauschkapazität der Tonfraktion mit den Gehalten an aufweitbaren Dreischichtsilikaten ergibt, daß es sich um Smectit mit niedriger Schichtladung handelt. Höhere Gehalte an Smectit im Oberboden der Pseudogley-Schwarzerde (Profil Harsum) sind maßgeblich auf die Korngrößenverteilung innerhalb der Tonfraktion zurückzuführen. Diese weist im Oberboden einen deutlich höheren Anteil an Fein- und Mittelton auf. Feldspäte und primärer Chlorit sind in den hier untersuchten Gesamtonfraktionen röntgenographisch und spektroskopisch nicht nachweisbar. Der Gehalt an Wechsellagerungsmineralen ist gering. Röntgenogramme von Proben mit Mg-Belegung weisen zwischen den Interferenzen von 1,0 und 1,4 nm einen deutlichen Rückgang in der Intensität der abgebeugten Strahlung auf.

Kaolinit und Quarz weisen nur geringe Anteile auf, wobei kein einheitlicher Gradient in den Profilen feststellbar ist.

Zur Interpretation der Unterschiede zwischen den verschiedenen Horizonten sind grundsätzlich mehrere Möglichkeiten vorhanden. Sowohl eine Schichtung des Löß (s. o), als auch eine relative Anreicherung von Mineralen durch Abreicherung leichter verwitterbarer Minerale sowie eine Überführung von Mineralen aus größeren Fraktionen in die Tonfraktion sind in Erwägung zu ziehen. Die Erfassung letzterer Möglichkeiten setzt die Analyse der mineralogischen Zusammensetzung auch der Schlufffraktionen voraus, die noch nicht durchgeführt wurde. Zur näheren Kennzeichnung der Veränderungen durch chemische und physikalische Verwitterung ist es dabei zweckmäßig, auch Unterfraktionen des Tones zu untersuchen.

Der Smectitgehalt ist höher als der nach dem gleichen Verfahren ermittelte Smectitgehalt von Böden aus Löß des Leineberglandes. Dies wurde auch schon in älteren Arbeiten festgestellt (GEBHARDT 1971, NIEDERBUDE 1976). Die Quelle für die aufweitbaren Tonminerale in der Hildesheimer Börde sind wahrscheinlich die Tonsteine der Unterkreide. Im Rahmen von Untersuchungen zur Standortfindung für Sonderabfälle wurden diese Formationen im bodenkundlichen Standard analysiert (GÖTTNER & KOMODROMOS 1988). Bemerkenswert ist die hohe Austauschkapazität (ca. 80 bis 90 meq/100 g Ton) im Unteralt (im wesentlichen Foraminiferenzone 2 und 4). Die tonmineralogische Analyse ergab in diesen Abschnitten als Hauptkomponente Smectit, während in den anderen Profilabschnitten Kaolinit bzw. Muskowit-Ilit als Hauptkomponenten auftreten.

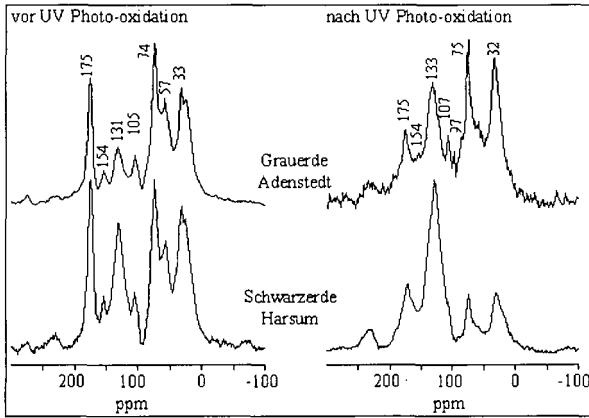
### **3.6 <sup>13</sup>C-Kernresonanzspektroskopie an Schwarzerden der Hildesheimer Börde (M. Schmidt)**

Eine mögliche Erklärung für den markanten Farbunterschied zwischen den sonst sehr ähnlichen Schwarzerde-Varianten kann die unterschiedliche Zusammensetzung der organischen Substanz sein. So fanden SKJEMSTAD et al. (1997) unter Grasland, das seit mehreren Jahrtausenden von den australischen Ureinwohnern regelmäßig abgebrannt wurde, schwarze Böden, wohingegen direkt benachbarte Böden unter Wald eine graue Farbe zeigten. In den schwarzen Graslandböden konnte bis zu 30 % des organischen Kohlenstoffs als Verbrennungsrückstand aus Vegetationsfeuern charakterisiert werden. In den Waldböden hingegen waren diese Anteile sehr gering. Es ist bekannt, daß bei Vegetationsfeuern große Mengen an sehr schwer abbaubarer organischer Substanz entstehen (SEILER & CRUTZEN, 1980). Diese organische Substanz ist hocharomatisch und besteht aus teilweise verkohlten Pflanzenbestandteilen bis hin zu vollständig verkohlten Partikeln wie Holzkohle.

Zur weiteren Charakterisierung der Schwarzerde-Varianten wurde an ausgewählten Profilen die organische Substanz eingehender untersucht. In einem Vergleich wurden verkohlte Pflanzenbestandteile in den hier vorgestellten Schwarz- und Grauerden untersucht. Die Bodenfarbe wurde spektrometrisch bestimmt und mit der Zusammensetzung der organischen Substanz verglichen (SCHMIDT et al., 1999). Mittels UV-Photo-Oxidation wurde unterschieden zwischen labilen, nicht verkohlten organischen Bestandteilen und resistentem Kohlenstoff aus verkohlten Pflanzenbestandteilen. Dazu wurde die Struktur der organischen Substanz mittels <sup>13</sup>C-Kernresonanzspektroskopie vor und nach der UV-Photo-Oxidation untersucht. Aus den integrierten Signalintensitäten, dem Kohlenstoffgehalt und der Massenbilanz wurden die Anteile des organischen Kohlenstoffs aus verkohlter Pflanzensubstanz bestimmt (SCHMIDT et al., 1999; SKJEMSTAD et al., 1996). Die Morphologie der resistenten Partikel wurde mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie bestimmt.

Abbildung 5 verdeutlicht das hier angewandte Prinzip der Bestimmung verkohlter organischer Partikel in Böden. Die <sup>13</sup>C Kernresonanzspektroskopie ist eine zerstörungsfreie Methode zur Bestimmung der Kohlenstoff-Spezies. Die Signale werden relativ zu einem Standard (0 ppm) gemessen und sind typisch für bestimmte Bindungsformen des Kohlenstoffs. Zum Beispiel zeigt das <sup>13</sup>C Spektrum der Grauerde vor der UV-Photo-Oxidation in der Alkyl-C-Region (-10 bis 45 ppm) deutliche Signale für Methylen-C (30 und 33 ppm) und in der O-Alkyl-C-Region (45 bis 110 ppm) Signale für Polysaccharid- und alkoholische Strukturen. Einige Signale in der Aryl-C-Region (145 bis 110 ppm) gehören zu protoniertem und alkyl-substituiertem Aryl-C (131 ppm) und ein schwaches Signal bei 116 ppm). In Kombination mit O-Aryl-C-Strukturen (165 bis 145 ppm) sind diese Signale typisch für Lignin. Vollständig verkohltes Pflanzenmaterial hingegen würde ein Hauptsignal um 130 ppm und einige zusätzliche Signale in der O-Aryl-C-Region zeigen. Die Carbonyl-

C-Region (190 bis 165 ppm) wird von Signalen bei 175 ppm dominiert und deutet auf die Gegenwart von Amid-C hin. Die Aldehyd/Keton-Region (220 bis 190 ppm) zeigt nur sehr geringe Signalintensität.



**Abbildung 5:**  $^{13}\text{C}$ -Kernresonanzspektren der Axx-Horizonte einer Grauerde und einer Schwarzerde in Vergleich; jeweils vor und nach UV-Photo-Oxidation (nach SCHMIDT et al., 1999).

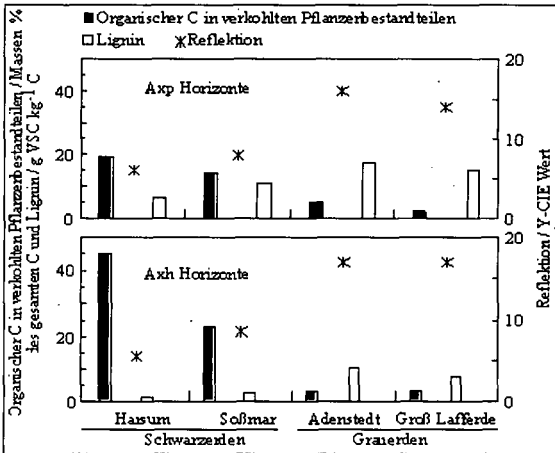
Nach der UV Photo-Oxidation bleibt nur stabile organische Substanz zurück. Es sind verkohlte Pflanzenbestandteile und in geringem Umfang auch organische Substanz, die innerhalb von Aggregaten vor der UV-Photo-Oxidation geschützt sind

(SKJEMSTAD et al., 1996). Diese Partikel zeigen eine Morphologie, die typisch ist für xylemartige Strukturen in holzigem Material. Die stabile Fraktion der Grauerde zeigt ähnliche Signale wie die Ausgangsprobe, mit Ausnahme einer größeren Signalintensität um 130 ppm, die für die Gegenwart verkohlter organischer Partikel typisch ist. Zusätzliche Signale bei 116 ppm geben Hinweise, daß ein Teil des aromatischen Kohlenstoffs als Lignineinheiten vorliegt. Ein deutlich anderes Bild zeigt das Spektrum der Schwarzerde. Bereits vor der UV Photo-Oxidation zeigt das Spektrum große Signalintensitäten im Bereich um 130 ppm, die fast ausschließlich auf verkohlte organische Substanz zurückzuführen sind. Lignintypische Signale bei 116 ppm fehlen weitgehend. Der nach UV-Photo-Oxidation zurückbleibende Kohlenstoff zeigt fast ausschließlich Signale bei 130 ppm, wie es für verkohlte organische Substanz typisch ist.

Die Mengen verkohlter organischer Substanz wurden für Axp- und Axx-Horizonte der vier Böden bestimmt und als Säulendiagramm aufgetragen (Abbildung 6). Ergänzend wurde hier auch der Anteil des Lignin an der organischen Substanz nach alkalischer CuO-Oxidation bestimmt. Lignin ist ein hocharomatischer Baustein der Zellwände von Gefäßpflanzen und findet sich in den meisten natürlichen Böden. Die Abbildung verdeutlicht sowohl für die Axp- als auch die Axx-Horizonte drei Trends: Beim Übergang vom Schwarz- zu Grauerden steigt die Reflexion der Böden und bestätigt damit die erste visuelle Einschätzung der Bodenfarbe. Die relativen Anteile des Lignin am gesamten organischen Kohlenstoff steigen von Schwarz- zu Grauerden und entsprechend sinken die Anteile verkohlter organischer Substanz am organischen Kohlenstoff von maximal 45 % auf etwa 2 %. Diese Ergebnisse deuten auf einen Zusammenhang von Bodenfarbe und Gehalt an verkohlter organischer Substanz hin. Die Gegenwart verkohlter organischer Substanz ist also vermutlich zumindest in den untersuchten Böden ein dominierender Faktor für die Bodenfarbe.

In den hier untersuchten Schwarzerden trägt verkohlte organische Substanz einen erheblichen Anteil zur organischen Bodensubstanz bei, aber der Ursprung dieser durch Vegetationsbrände entstandenen Form des Kohlenstoffs bleibt unklar. Da verkohlte organische Substanz in Böden lange Zeiträume überdauern kann, sind mehrere Quellen dieser Stoffe denkbar, z. B. natürliche Vegetationsfeuer periglazialer Vegetation, postmesolithische Brandrodung oder später das Abbrennen von Ernterückständen. Wenn Feuer zur Entstehung von verkohlter organischer Substanz in den hier untersuchten Schwarzerden beigetragen hat, so kann Feuer auch eine Rolle bei der Pedogenese anderer Schwarzerden und schwarzerdeähnlicher Böden spielen.

Diese Hypothese könnte eine Reihe von Beobachtungen erklären. Es wurden z. B. in zahlreichen Schwarzerden Zentralrusslands schwarze kohlige Blättchen mikroskopisch beschrieben, deren Genese und Zusammensetzung aber bisher unklar blieb (KUBIENA, 1938; PAWLUK, 1985). In einer systematischen Untersuchung russischer grauer Waldböden und Tschernoseme zeigte sich mit zunehmend dunklerer Bodenfarbe auch ein größerer Anteil extrahierbarer Huminsäuren (KONONOVA, 1966).



**Abbildung 6:** Verkohlte organische Substanz und Lignin in Axp- und Axh-Horizonten der Schwarzerden (Harsum, Soßmar) und Grauerden (Adenstedt, Groß Lafferde). Die spektrometrisch bestimmte Bodenfärbung wird als Reflexion dargestellt (nach SCHMIDT et al., 1999)

Große Mengen an Huminsäuren können auch aus anderen Böden mit charakteristischen schwarzen Horizonten extrahiert werden, wie beispielsweise aus argentinischen Mollisolen (ZECH et al., 1997), japanischen Andosolen (GOLCHIN et al., 1997) und russischen

Tschernosemen (KONONOVA, 1966). Die Menge der Huminsäuren in diesen Böden könnte in Zusammenhang mit dem Anteil verkohlter organischer Pflanzenbestandteile stehen. Es ist bekannt, daß aus verkohlten Pflanzenpartikeln hocharomatische Huminsäuren extrahiert werden können (HAUMAIER & ZECH, 1995; SKJEMSTAD et al., 1996).

Zusammen mit den hier vorgestellten Ergebnissen liegt die Vermutung nahe, daß neben Klima, Vegetation und Bioturbation auch Vegetationsfeuer eine wichtige Rolle in der Pedogenese von Schwarzerden einnehmen.

## 4 Beschreibung der Exkursionspunkte des Berglandes

### 4.1 Bodenentwicklung in schuttreichen Fließenden und Festgesteinen am Beispiel des „Flammenmergels“ (E. Gehrt, A. Rathgeber)

Die Bodengenese ist in Mitteleuropa oft in engem Zusammenhang zum Ausgangsgestein der Bodenbildung zu sehen. Im Bergland und Mittelgebirge haben die periglazialen Schuttdecken einen deutlichen Einfluß. Rendzinen und Ranker sind dabei typische Böden für Festgesteine und grobbodenreiche Substrate. Bei geringmächtigen lößhaltigen Schuttdecken entstehen häufig Braunerden. Parabraunerden sind in der Regel an das Vorkommen lößreicher Mittellagen gebunden. Das folgende Beispiel zeigt, daß in bestimmten Fällen auch in Festgesteinen und grobbodenreichen Substraten sehr weit fortgeschrittene Bodenentwicklungen festzustellen sind.

Neben den bekannten, von der Deckschichtausbildung abhängigen Bodenformen der Rendzina auf jungen Hangschutten und der Parabraunerde bei Vorkommen lößreicher Mittellagen finden sich in den grobbodenreichen Deck- und Basislagen sowie den Festgesteinen des Flammenmergels Horizonte mit Entkalkung, Verbraunung und Tonverlagerung. Für diese Böden mit spezifischer Morphologie wird in Analogie zur Bänderparabraunerde der Subtyp Kluftparabraunerde vorgeschlagen (GEHRT et al. 1997).

Die Formation des Flammenmergels besteht aus einem 90 bis 190 m mächtigen, küstennah abgelagerten Sedimentgestein der Unterkreidezeit. Es handelt sich um biogene, kieselige Mergel mit wechselndem Tongehalt und Karbonatgehalten von 10 bis 20 %. Eine Untergliederung des Flammenmergels wurde von JORDAN (1965) vorgenommen. Während die Flammenmergelschichten 1, 2a und 3 im wesentlichen aus stärker tonigen Mergeln bestehen, ist der Silikatgehalt im Flammenmergel 2b, 4 und 5 deutlich erhöht. Die Gesteine der letztgenannten Fazies sind Härtlinge, die sich in der Landschaft geomorphologisch als Schichtkämme oder als Steilhänge abbilden. Die Festgesteine des Flammenmergels sind i. d. R. durch periglaziale Fließerden oder in Steilhanglagen durch holozäne Hangbildungen bedeckt.

**Tabelle 12: Exkursionspunkt 4 (Winzenburg): Kluftparabraunerde**

**Standortbeschreibung**

Lage: 4025 Freden (Leine); R: 3565090, H: 5757490  
 Relief: Höhe: 205 m ü. NN; Südhang in Sohletal, Neigung ca 40 %  
 Nutzung: Laubwald; bodensaure Buchenwald  
 Standortkartierung: 26.3.2.2: schluffig-lehmige Silikatböden der Kuppen und Rücken, frisch, mäßig sommertrockene Standorte, mäßig mit Nährstoffen versorgt, basen-ärmere Fließerden, lehmige Bodenarten

**Profilbeschreibung**

| Horizont                  | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L, Ol, Of                 | 1-0        | Blattstreu                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Ah                        | -1         | toniger Schluff, lößhaltig, schwach grusig, schwarz, einzelne Silikat-körner gebleicht, stark humos, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                               |
| Ahe                       | -5         | toniger Schluff, lößhaltig, schwach grusig, dunkelgrau, Silikatkörner gebleicht, humos, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                                            |
| Bs-Bv<br>(Bs-Al)          | -10        | toniger Schluff, schwach grusig (schwankend), schwach lößhaltig bis lößhaltig, braungrau, violettstichig, schwach humos, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                           |
| Bv<br>(Al)                | -50        | schwach toniger Schluff, mittel grusig, sehr schwach steinig, braun-grau, mittlere Lagerungsdichte                                                                                                                                                                         |
| II<br>Bv-Cv<br>(mBt)      | -70        | Steine, mittel lehmig, z. T. schluffiger Lehm, stark steinig, lößfrei, braungrau, bei Abtrocknung hellgrau, mittlere Lagerungsdichte, Steine überwiegend entkalkt, nur einzelne größere Stücke weisen einen carbonathaltigen Kern auf, Grobporen tongefüllt, Ton graubraun |
| III<br>m(e)Cv<br>(mBt-Cn) | -90        | Mergelstein, durchsetzt mit wenig Grus und Feinboden, grau, bei Abtrocknung hellgrau, durchsetzt mit braun, mittlere Lagerungsdichte Steine, im Gesteinsinneren regelmäßig carbonathaltig, Grobporen tongefüllt, Ton graubraun                                             |
| III<br>meCv               | -110       | Mergelsteinersatz, Kluftfüllungen aus schwach schluffigem Ton, dunkelgrau, carbonathaltig                                                                                                                                                                                  |

Bodentyp: KA4: (PP) BB: Podsoliierte Braunerde  
 FAO: Dystric Cambisol  
 NLFb: pB33: Podsoliierte mittlere Braunerde mit mittlerer nutzbarer Feldkapazität  
 Vorschlag (PP) LLk oder pLk: Podsoliierte Kluftparabraunerde

Humusform: Rohhumus

Ausgangsgestein: pfl (LH)/pfl(LH)//^m: Fließerde (Hauptlage) über Fließerde (Basislage) über Mergelstein

Substrattyp: pfl-(z)δ(^mk,t)/pfl-n(^mk,t)//^mk,t: grusführender Löß über Schutt aus Tonmergelstein über tiefem Tonmergelstein

Die Genese der Böden ist - vereinfacht - nicht von der des Lösses zu unterscheiden. In jungen Hangschutten finden sich Pararendzinen. Bei abnehmender Schutzzufuhr leiten Braunerden zu Böden mit Tonverlagerung und -anreicherung auf den Kluftflächen über. Bei noch weiter fortgeschrittener Bodenentwicklung mit starker pH-Absenkung aber ohne sichtbare Sesquioxidverlagerung zerfallen die grusigen Bestandteile in schluffige bis tonige Bodenarten. Diese Entwicklung führt zu komplexen Horizontausbildungen, die von denen des Lösses abweichen. Das Stadium mit Tonverlagerung wird im Rahmen der Exkursion zur Diskussion gestellt. Neben dem Profil werden die Ergebnisse mikromorphologischer Untersuchungen vorgestellt.

Tabelle 13: Exkursionspunkt 4 (Winzenburg): Kluftparabraunerde

## Physikalische und chemische Analysendaten

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew. % | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           | UQ         |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|          |             |                   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU+fU    | Σ S       | Σ U       | Ton       | gU/<br>fmU |
| <i>I</i> | <i>2</i>    | <i>3</i>          | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |            |
| Ah       | 1           | 13.8              | 3.1                                 | 1.9      | 0.7      | 3.2      | 46.3     | 30.7     | 8.9       | 7.7       | 14.2      | 1.5        |
| Ahe      | 5           | 25.8              | 4.4                                 | 3.1      | 1        | 3.8      | 45.9     | 28.4     | 12.3      | 74.3      | 13.4      | 1.6        |
| Bs-Bv    | 10          | 34.5              | 7.5                                 | 4.7      | 1.5      | 4.6      | 42.2     | 27.3     | 18.3      | 69.5      | 12.3      | 1.5        |
| Bv       | 50          | 35.7              | 9                                   | 4.9      | 1.7      | 4.8      | 41.6     | 25.7     | 20.4      | 67.3      | 12.3      | 1.6        |
| Bv-Cv    | 70          | 19.9              | 3.9                                 | 2.8      | 0.7      | 3        | 29.6     | 30.9     | 10.4      | 60.5      | 29.2      | 1.0        |
| m(e)Cv   | 90          | 11.6              | 0.3                                 | 0.6      | 0.3      | 1.8      | 26       | 35.9     | 3         | 61.9      | 35        | 0.7        |
| meCv     | 110         | 15.7              | 5.6                                 | 5.3      | 1.7      | 4.5      | 23.8     | 22.2     | 17.1      | 46        | 36.9      | 1.1        |

| Horizont | Tiefe<br>cm | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Corg.<br>% | N <sub>i</sub><br>% | C/N       | Fe <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>e</sub><br>mg/g | Fe <sub>oxd</sub> |
|----------|-------------|----------------------------|------------------------|------------|---------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| <i>I</i> | <i>2</i>    | <i>22</i>                  | <i>23</i>              | <i>24</i>  | <i>25</i>           | <i>26</i> | <i>27</i>               | <i>28</i>               | <i>29</i>         |
| Ah       | 1           | 3.1                        |                        | 7.0        | 0.31                | 23        | 0.34                    | 0.06                    | 0.19              |
| Ahe      | 5           | 3.1                        |                        | 3.1        | 0.14                | 22        | 0.32                    | 0.06                    | 0.19              |
| Bs-Bv    | 10          | 3.3                        |                        | 1.7        | 0.08                | 21        | 0.54                    | 0.12                    | 0.23              |
| Bv       | 50          | 3.8                        |                        | 0.5        | 0.04                | 12        | 0.69                    | 0.08                    | 0.12              |
| Bv-Cv    | 70          | 4.2                        |                        |            |                     |           | 0.60                    | 0.11                    | 0.18              |
| m(e)Cv   | 90          | 4.4                        |                        |            |                     |           | 0.72                    | 0.12                    | 0.16              |
| meCv     | 110         | 6.9                        | 0.6                    |            |                     |           | 1.21                    | 0.16                    | 0.14              |

| Horizont | Tiefe<br>cm | KAK <sub>pot</sub><br>mmol/kg | KAK <sub>eff</sub><br>mmol/kg | Austauschbare Kationen in mmol/kg |           |           |           |           |           | BS<br>%   |
|----------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          |             |                               |                               | H + Al                            | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        |           |
| <i>I</i> | <i>2</i>    | <i>33</i>                     | <i>34</i>                     | <i>35</i>                         | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> | <i>41</i> |
| Ah       | 1           | 293                           | 99                            | 279                               |           | 30        | 3         | 2         | 0         | 12        |
| Ahe      | 5           | 161                           | 69                            | 167                               |           | 8         | 1         | 2         | 0         | 6         |
| Bs-Bv    | 10          | 125                           | 63                            | 139                               |           | 3         | 1         | 1         | 0         | 4         |
| Bv       | 50          | 82                            | 58                            | 98                                |           | 3         | 0         | 1         | 0         | 4         |
| Bv-Cv    | 70          | 158                           | 55                            | 93                                |           | 73        | 9         | 3         | 2         | 50        |
| m(e)Cv   | 90          | 191                           | 130                           | 72                                |           | 122       | 12        | 3         | 2         | 67        |
| meCv     | 110         | 204                           | 163                           | 16                                |           | 221       | 8         | 4         | 2         | 94        |

Durch die Entkalkung der Gesteine des Flammenmergels werden auch die bodenphysikalischen Eigenschaften verändert. Das unverwitterte, kalkhaltige Gestein zeichnet sich durch geringe Anteile an Feinporen aus. Die höheren Anteile an Grobporen bei bankigen Ausbildungen sind auf Risse im Gestein zurückzuführen, die bei feinplattigen Ausbildungen fehlen. Bei Entkalkung der Gesteine des Flammenmergels wird der Anteil der Feinporen erhöht. Grob- und Mittelporen werden ebenso wie die Feinstporen (Totwasser) kaum verändert. Durch die Entkalkung nähert sich die Porenverteilung und damit auch die hydrologischen Eigenschaften denen des Lösses.

**Nomenklatur:** Wie im Löß muß die Toneinlagerung konsequenterweise zu einer Einstufung des oben beschriebenen Bodens als Parabraunerde mit einer Al- und Bt-Horizontierung führen. Da die Form der Toneinlagerung deutlich von den kompakten Bt-Horizonten im Löß abweicht, wird in Analogie zur Bänderparabraunerde der **Subtyp Kluftparabraunerde** mit Tonanreicherung in den grobbodenreichen Schuttdecken vorgeschlagen. Der diagnostische Horizont ist der **mBt** (Tonanreicherung im massiven, nicht grabbaren Substrat). Die Definitionen in der bodenkundlichen Kartieranleitung (AG Boden 1994) wären entsprechend zu erweitern.



## 4.2 Bodenentwicklung im Übergang vom holozänen Hangschutt zu periglazialen Deckschichten aus Gesteinen des unteren Muschelkalks und Löß

Am Exkursionspunkt 5 wird eine Catena in der Schichtkammlandschaft des Muschelkalks vorgestellt. Die Schichtkämme werden durch steilstehende Schichten der Gesteinhärtlinge gebildet. Weichere Gesteine zwischen den Härtlingen wurden ausgeräumt und verschärften im Zuge der Landschaftsgenese zunehmend die Schichtkämme. Die dadurch verbreitet auftretenden Steilhänge mit hoher Reliefenergie führen in der Schichtkammlandschaft zu einem hohen Anteil an Hangschutt, der bis heute anhaltend gebildet wird.

Der Hangschutt bedeckt an Exkursionsprofil 5.1 die spätglaziale, lößhaltige Fließerde. Nach der Deck-schichtengliederung ist der Hangschutt als Oberlage, die lößreiche Fließerde als Hauptlage anzusprechen. Hangabwärts nimmt bei abnehmender Reliefenergie die Mächtigkeit der Oberlage ab (Exkursionspunkt 5.2). Ohne ausreichende Nachlieferung von neuem Schutt zeigt sich in der Oberlage die Auswirkung der holozänen Bodenbildung durch Entkarbonatisierung und Matrix-Verbraunung. In den noch weiter hangabwärts gelegenen Profilen fehlt die Oberlage (Exkursionspunkt 5.3). In der Hauptlage ist eine Parabraunerde ausgebildet. Die Zusammensetzung der Ober- und Hauptlage läßt sich anhand des Schluffquotienten charakterisieren. Die Schluffquotienten der Oberlage liegen bei 0.7. Der reine Lösungsrückstand des Kalksteins hat Schluffquotienten von 0.3-0.4. Somit ist auch in der Oberlage davon auszugehen, daß neben dem Kalksteinersatz etwas Löß enthalten ist. Die Hauptlage ist im Mittel durch Schluffquotienten von 1.6 bis 1.7 zu kennzeichnen. Bei diesen im Vergleich zum Löß (UQ von 2-3) geringen Schluffquotienten ist davon auszu-gehen, daß der Feinschluffanteil durch den Kalksteinersatz relativ erhöht ist.

**Tabelle 14: Exkursionspunkt 5.1 (Schierdehne): Rendzina**

### Standortbeschreibung

|                      |                                                                                                                                                        |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lage:                | 4025 Freden (Leine); R: 3562885, H: 5756735                                                                                                            |
| Relief:              | Höhe: 225 m ü. NN; Westhang, Neigung 18 %                                                                                                              |
| Nutzung:             | Wald; Kalk-Buchenwald                                                                                                                                  |
| Standortskartierung: | 27.3.4.1: Kalkskelettböden der Kuppen und Rücken, mäßig trockene Standorte, mäßig mit Nährstoffen versorgt, steinige, feinschluffarme Kalkgesteinböden |

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung |
|----------|------------|--------------|
|----------|------------|--------------|

|        |      |                                                                                                             |
|--------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L      | +1   | Blattstreu, braun                                                                                           |
| Ah     | 0-1  | stark lehmiger Schluff, grusig, schwarz, mittel humos, carbonatreich, geringe Lagerungsdichte               |
| Ah-eCv | -15  | stark lehmiger Schluff, grusig, dunkelbraungrau, sehr schwach humos, carbonatreich, geringe Lagerungsdichte |
| Ah-eCv | -40  | stark lehmiger Schluff, grusig, dunkelgelbgrau, sehr schwach humos, carbonatreich, geringe Lagerungsdichte  |
| eCcv   | -60  | stark lehmiger Schluff, grusig, gelbgrau, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte                           |
| eCcv   | -120 | Schluff, grusig, zum Teil schwach steinig, hellgelbbraun, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte           |

|            |                                                                                                                                               |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bodentyp:  | KA4: <b>Rzn</b> : Pararendzina<br>FAO: <b>Calcaric Regosol</b><br>NLFb: <b>R35</b> : Mittlere Rendzina mit sehr hoher nutzbarer Feldkapazität |
| Humusform: | <b>Mull</b>                                                                                                                                   |

Ausgangsgestein: **uhg(LO)/pfl(LH)/(^k)**: Hangschutt (Oberlage) über tiefer Fließerde (Hauptlage) (über tiefem Kalkstein)

Substrattyp: **uhg-(n)ö(^k)/p-(n)ö(^k)/(^k)**: grusführender Hanglöß über grusführendem (Kryo-) Löß (über tiefem Kalkstein)

**Tabelle 15: Exkursionspunkt 5.1 (Schierdehne): Rendzina**

**Physikalische und chemische Analysendaten**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew. % | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |     |     |      |      |      |      |      | UQ          |  |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-------------|--|
|          |             |                   | gS                                  | mS  | fS  | ffS | gU   | f+mU | Σ S  | Σ U  | Ton  | gU/<br>f+mU |  |
| <i>I</i> | 2           | 3                 | 4                                   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |             |  |
| Ah       | 1           | 21.2              | 3.4                                 | 1.6 | 0.7 | 1.7 | 27.5 | 36.6 | 7.4  | 64.1 | 28.4 | 0.8         |  |
| Ah-eCv   | 15          | 28.9              | 4.5                                 | 2.1 | 0.7 | 1.8 | 26.9 | 41.9 | 9.1  | 68.8 | 22.1 | 0.6         |  |
| Ah-eCv   | 40          | 13.2              | 3.8                                 | 1.3 | 0.6 | 2   | 31.1 | 42.6 | 7.7  | 73.7 | 18.6 | 0.7         |  |
| eCcv     | 60          | 6.6               | 3.7                                 | 2.4 | 0.9 | 3.2 | 38.9 | 36.6 | 10.2 | 75.5 | 14.3 | 1.1         |  |
| eCcv     | 120         | 24.8              | 2.3                                 | 1.5 | 0.6 | 1.9 | 53   | 32.9 | 6.3  | 85.9 | 7.8  | 1.6         |  |

| Horizont | Tiefe<br>cm | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>% | C/N | Fe <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>o</sub><br>mg/g | Fe <sub>ox</sub> |
|----------|-------------|----------------------------|------------------------|------------|---------------------|-----|-------------------------|-------------------------|------------------|
| <i>I</i> | 2           | 22                         | 23                     | 24         | 25                  | 26  | 27                      | 28                      | 29               |
| Ah       | 1           | 7.3                        | 16.1                   | 5.5        | 0.41                | 13  | 0.82                    | 0.10                    | 0.12             |
| Ah-eCv   | 15          | 7.5                        | 41.3                   | 1.4        | 0.17                | 8   | 0.68                    | 0.08                    | 0.12             |
| Ah-eCv   | 40          | 7.6                        | 41.5                   | 0.8        | 0.10                | 8   | 0.55                    | 0.06                    | 0.12             |
| eCcv     | 60          | 7.8                        | 42.9                   | 0.3        | 0.03                | 10  | 0.38                    | 0.03                    | 0.09             |
| eCcv     | 120         | 7.8                        | 33.5                   |            |                     |     | 0.38                    | 0.03                    | 0.09             |

| Horizont | Tiefe<br>cm | KAK <sub>pot</sub><br>mmol/kg | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |    |    |     | BS<br>% |
|----------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|-----|---------|
|          |             |                               | H + Al                            | Al | Ca  | Mg | K  | Na |     |         |
| <i>I</i> | 2           | 33                            | 35                                | 36 | 37  | 38 | 39 | 40 | 41  |         |
| Ah       | 1           | 460                           | 7                                 |    | 461 | 11 | 6  | 0  | 99  |         |
| Ah-eCv   | 15          | 257                           | 0                                 |    | 304 | 4  | 3  | 0  | 100 |         |
| Ah-eCv   | 40          | 179                           | 0                                 |    | 225 | 4  | 2  | 1  | 100 |         |
| eCcv     | 60          | 89                            | 0                                 |    | 155 | 2  | 2  | 0  | 100 |         |
| eCcv     | 120         | 69                            | 0                                 |    | 125 | 3  | 2  | 0  | 100 |         |

Der Vergleich der Hauptlagen in den drei Positionen ermöglicht es, das Ausmaß der holozänen Bodenbildung abzuschätzen (Tabelle 20).

**Tabelle 16: Ausbildung der Hauptlagen bei unterschiedlicher pedogener Prägung**

| Horiz    | Tiefe<br>cm | pH  | CaCO <sub>3</sub><br>% | Fed<br>mg/g | Skelett | Σ S | gU     | mU+fU | Ton  | UQ         | Boart |
|----------|-------------|-----|------------------------|-------------|---------|-----|--------|-------|------|------------|-------|
|          |             |     |                        |             |         |     | Gew. % |       |      |            |       |
| (1) Cv   | 120         | 7.8 | 33.5                   | 0.4         | 24.8    | 6.3 | 53.0   | 32.9  | 7.8  | <b>1.6</b> | Uu    |
| (2) Bcv  | 45          | 7.4 | 20.3                   | 0.9         | 0.7     | 2.1 | 34.7   | 30.8  | 32.5 | 1.1        | Tu3   |
| (3) Al   | 30          | 3.8 |                        | 0.6         |         | 1.1 | 51.6   | 30.9  | 16.4 | <b>1.7</b> | Ut3   |
| (3) Bt   | 45          | 4.7 |                        | 1.0         |         | 1.0 | 43.4   | 26.7  | 28.8 | <b>1.6</b> | Tu3   |
| (3) T-Bt | 70          | 6.3 |                        | 1.2         |         | 2.6 | 35.9   | 21.6  | 39.8 | <b>1.7</b> | Tu3   |

(1) **Cv-Horizonte der Hauptlage:** In Profil 5.1 schützt die sich anhaltend bildende Oberlage die Hauptlage vor der Entkarbonatisierung. Dadurch wurde der primäre Zustand der Hauptlage weitgehend erhalten, und es wird möglich, die Auswirkungen der holozänen Bodenbildung in den Hauptlagen einzuschätzen. Der Grobboden mit Anteilen von 10-25 % besteht ausschließlich aus Kalksteinzersatz. Die Tongehalte liegen bei 8 %. Nach den vorliegenden Werten liegen die primären Gehalte nicht höher als 30 %. Die Carbonatgehalte der Hauptlage wurden durch eine intensive Anreicherung erhöht. Auffallend ist eine bänderförmige Karbonatanreicherung an der Grenzfläche von Ober- zu Hauptlage. Die Anreicherung kann ca. 10 % betragen, so daß bis ca. 40 % Gesamtkarbonat in der Hauptlage vorkommen können. Der Anteil des dithionitlöslichen Eisens ist mit 0,4 mg/g erwartungsgemäß gering.

**Tabelle 17: Exkursionspunkt 5.2 (Schierdehne): Braunerde**

**Standortbeschreibung**

Lage: 4025 Freden (Leine); R: 3562870, H: 5756735  
 Relief: Höhe: 225 m ü. NN; Westhang, Neigung 18 %  
 Nutzung: Wald; Kalk-Buchenwald  
 Standortkartierung: 27.3.4.1: Kalkskelettböden der Kuppen und Rücken, mäßig trockene Standorte, mäßig mit Nährstoffen versorgt, steinige, feinkbodenarme Kalkgesteinböden

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                         |
|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L        | +1         | Blattstreu, braun                                                                                                                    |
| Ah       | 0-1        | schluffiger Ton, schwach grusig, braunschwarz, mittel humos, durchsetzt stark carbonatreich, geringe Lagerungsdichte                 |
| Ah-Bcv   | -10        | schluffiger Ton, schwach grusig, schwarzbraun, sehr schwach humos, durchsetzt stark carbonatreich, geringe Lagerungsdichte           |
| Bcv      | -25        | stark schluffiger Ton, sehr schwach grusig, dunkelbraun, sehr schwach humos, durchsetzt stark carbonatreich, geringe Lagerungsdichte |
| Bcv      | -45        | stark schluffiger Ton, sehr schwach grusig, braun, sehr carbonatarm, mittlere Lagerungsdichte                                        |
| eCv      | -60        | stark schluffiger Ton, sehr schwach grusig, hellgelbbraun, carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte                                  |
| eCcv     | -80        | toniger Schluff, sehr schwach grusig, hellgelbbraun, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte                                         |
| eCcv     | -110       | schwach toniger Schluff, sehr schwach grusig, hellgelbbraun, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte                                 |
| eCcv     | -130       | schwach toniger Schluff, stark grusig, gebleichtbraun, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte                                       |

Bodentyp: KA4: **BBC**: Kalkbraunerde  
 FAO: **Calcaric Cambisol**  
 NLFb: **B35**: Mittlere Braunerde mit sehr hoher nutzbarer Feldkapazität  
 Humusform: **Mull**

Ausgangsgestein: **uhg(LO)pf(LH) (//^k)**: flacher Hangschutt (Oberlage) über Fließerde (Hauptlage) (über tiefem Kalkstein)

Substrattyp: **uhg-(n)ö(^k)p-(n)ö(^k) (//^k)**: flacher grusführender Hanglöß über grusführendem (Kryo-) Löß (über tiefem Kalkstein)

(2) **Bcv-Horizont der Hauptlage**: In den verbraunten Horizonten der Hauptlage ist zunächst auffallend, daß der Grobbodenanteil deutlich zurückgeht. Die Sandfraktion fehlt gänzlich. Die Oberflächen der verbleibenden Bruchstücke zeigen eine deutliche Lösungsverwitterung. Die Karbonatgehalte von 20 % sind auf den Kalksteingrus und sekundäre Karbonatanreicherung aus der skelettreicheren Oberlage zurückzuführen. Die Merkmale der Karbonatanreicherung bei gleichzeitiger partieller Verbraunung zeigen, daß sich hier beide Prozesse überlagern. Mit der Entkarbonatisierung und Verbraunung steigen erwartungsgemäß die Tongehalte auf geschätzt 20 bis 30 % an. Bei einem Tongehalt von über 60 % im Lösungsrückstand des Kalksteins ist der Tongehaltsanstieg wohl im wesentlichen durch die Verwitterung von Gesteinsmehl in der Schlufffraktion zu erklären. Die Braunfärbung infolge der Eisenfreisetzung findet aufgrund der hohen pH-Werte bzw. der Karbonatgehalte keinen Niederschlag in den Fe<sub>o</sub> Werten. Die deutlich erhöhten Fe<sub>e</sub>-Werte (0.9 mg/g) in der verbraunten Hauptlage belegen aber die Neubildung pedogenen Eisens.

**Tabelle 18: Exkursionspunkt 5.2 (Schierdehne): Braunerde**

**Physikalische und chemische Analysendaten**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew. % | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           | UQ<br>gU/<br>fmU |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|          |             |                   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | m+fu     | Σ S       | Σ U       | Ton       |                  |
| <i>1</i> | <i>2</i>    | <i>3</i>          | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |                  |
| Ah       | 1           |                   | 0.1                                 | 0.1      | 0.1      | 0.7      | 32.5     | 28       | 1         | 60.5      | 38.4      | 1.2              |
| Ah-Bcv   | 10          | 19.2              | 4.6                                 | 1.2      | 0.4      | 1.1      | 25.6     | 36.7     | 7.3       | 62.3      | 30.3      | 0.7              |
| Bcv      | 25          | 21                | 3.7                                 | 1.4      | 0.5      | 1.1      | 30.3     | 35.2     | 6.7       | 65.5      | 27.9      | 0.9              |
| Bcv      | 45          | 0.7               | 0.7                                 | 0.4      | 0.2      | 0.8      | 34.7     | 30.8     | 2.1       | 65.5      | 32.5      | 1.1              |
| eCv      | 60          | 0.5               | 0.3                                 | 0.2      | 0.1      | 0.6      | 39.1     | 30.4     | 1.2       | 69.5      | 29.2      | 1.3              |
| eCcv     | 80          | 8.3               | 3.2                                 | 2        | 0.7      | 2.1      | 44.1     | 33       | 8         | 77.1      | 14.9      | 1.3              |
| eCcv     | 110         | 0.7               | 2.9                                 | 1.2      | 0.4      | 1.6      | 58.4     | 27.2     | 6.1       | 85.6      | 8.3       | 2.1              |
| eCcv     | 130         | 21.2              | 3.6                                 | 2.2      | 0.8      | 2.4      | 47.2     | 34.8     | 9         | 82        | 9         | 1.4              |

| Horizont | Tiefe<br>cm | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>% | C/N       | Fe <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>o</sub><br>mg/g | Fe <sub>tot</sub> |
|----------|-------------|----------------------------|------------------------|------------|---------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| <i>1</i> | <i>2</i>    | <i>22</i>                  | <i>23</i>              | <i>24</i>  | <i>25</i>           | <i>26</i> | <i>27</i>               | <i>28</i>               | <i>29</i>         |
| Ah       | 1           | 5.9                        |                        | 4.3        | 0.26                | 16        | 1.19                    | 0.12                    | 0.10              |
| Ah-Bcv   | 10          | 7.2                        | 26.9                   | 0.7        | 0.12                | 6         | 0.95                    | 0.09                    | 0.09              |
| Bcv      | 25          | 7.4                        | 20.3                   | 0.7        | 0.09                | 7         | 0.82                    | 0.08                    | 0.10              |
| Bcv      | 45          | 7.4                        | 6.7                    | 0.5        | 0.07                | 7         | 0.91                    | 0.07                    | 0.07              |
| eCv      | 60          | 7.5                        | 7.8                    | 0.5        | 0.06                | 9         | 0.86                    | 0.06                    | 0.07              |
| eCcv     | 80          | 7.7                        | 32.3                   |            |                     |           | 0.47                    | 0.05                    | 0.12              |
| eCcv     | 110         | 7.7                        | 22.4                   |            |                     |           | 0.48                    | 0.07                    | 0.14              |
| eCcv     | 130         | 7.7                        | 36.9                   |            |                     |           | 0.42                    | 0.04                    | 0.10              |

| Horizont | Tiefe<br>cm | KAK <sub>pot</sub><br>mmol/kg | Austauschbare Kationen in mmol/kg |           |           |           |           |           | BS<br>%   |
|----------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          |             |                               | H + Al                            | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        |           |
| <i>1</i> | <i>2</i>    | <i>33</i>                     | <i>35</i>                         | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> | <i>41</i> |
| Ah       | 1           | 385                           | 122                               |           | 266       | 23        | 4         | 1         | 71        |
| Ah-Bcv   | 10          | 255                           | 0                                 |           | 287       | 5         | 3         | 1         | 100       |
| Bcv      | 25          | 228                           | 0                                 |           | 266       | 5         | 3         | 1         | 100       |
| Bcv      | 45          | 233                           | 0                                 |           | 243       | 4         | 4         | 1         | 100       |
| eCv      | 60          | 211                           | 0                                 |           | 230       | 3         | 3         | 1         | 100       |
| eCcv     | 80          | 119                           | 0                                 |           | 177       | 2         | 2         | 0         | 100       |
| eCcv     | 110         | 86                            | 0                                 |           | 136       | 3         | 2         | 0         | 100       |
| eCcv     | 130         | 82                            | 0                                 |           | 144       | 3         | 3         | 0         | 100       |

**(3) Al- und Bt-Horizonte der Hauptlage:** Bei fehlender Oberlage ist die Hauptlage karbonatfrei. Die pH-Werte sinken im Oberboden unter 4. Durch pedogene Tonverlagerung findet sich in der Hauptlage eine deutliche Horizontdifferenzierung. Die Tongehalte um 16 % im Al-Horizont liegen unter denen im Bcv-Horizont der Braunerde. Im Bt-Horizont liegen sie mit 28 % vergleichbar hoch oder höher. Die deutlich erhöhten Tongehalte (bis 40 %) an der Grenzfläche zur liegenden Basislage sind im wesentlichen auf die massive Tonanreicherung bei abrupt ansteigenden pH-Werten und Karbonatgehalten zurückzuführen. Die Vorstellung wird auch durch die Eisenwerte bestätigt. Vergleichsweise hohe Fe<sub>o</sub>-Gehalte und durch die Verlagerung mit dem Ton geringe Fe<sub>d</sub>-Gehalte führen zu einem engen Fe<sub>o</sub>/Fe<sub>d</sub>-Verhältnis.

Die geringeren Fe<sub>d</sub>-Gehalte im Al-Horizont gehen mit einer annähernden Verdoppelung in den Bt-Horizonten einher. Im T-Bt-Horizont finden sich die höchsten Fe<sub>o</sub>-Gehalte. In der Basislage gehen die Fe<sub>o</sub>-

Gehalte dann wieder bis 0.5 mg/g zurück. Eine Anreicherung der Fe<sub>o</sub>-Gehalte aus älteren Bodenbildungsphasen in der Basislage ist damit auszuschließen. Diese Ergebnisse sind auch in anderen Gebieten zu bestätigen. So wurde im Göttinger Wald der T-Bt-Horizont oder Braunlehm oberhalb des Laacher-See-Tuffes nachgewiesen (MEYER et al. 1985) und die Alterstellung der Hauptlage als jungtundrenzeitliches Sediment auch schwermineralogisch bestätigt (KNABE in GEHRT 1997). Die Bildungen sind damit deutlich von älteren Bildungen in paläozoischen Kalken oder tiefen (oberflächenfernen) Klüften der mesozoischen Kalke zu unterscheiden.

**Tabelle 19: Exkursionspunkt 5.3 (Schierdehne): Parabraunerde**

**Standortbeschreibung**

Lage: 4025 Freden (Leine); R: 3562870, H: 5756735  
 Relief: Höhe: 225 m ü. NN; Westhang, Neigung ca. 12 %  
 Nutzung: Wald; Mischwald (Fichte, Buche)  
 Standortskartierung: 9.6.4.3: Kalk-Mischlehme; Kalksteinböden der Plateaus, frische und vorratsfrische Standorte der Ebenen, sehr gut mit Nährstoffen versorgt, mächtigere Kalksteinverwitterungslehme oder Mischlehme, z. T. Löß

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                           |
|----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| L,Of     | 2-0        | Nadelstreu                                                                             |
| Ah       | 0-1        | stark toniger Schluff, grau, stark humos, geringe Lagerungsdichte                      |
| Ahl      | -8         | mittel toniger Schluff, hellgrau, humos, geringe Lagerungsdichte                       |
| Al       | -30        | mittel toniger Schluff, graubraun, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte         |
| Bt       | -45        | stark schluffiger Ton, braun, mittlere Lagerungsdichte                                 |
| (T-?)Bt  | -70        | schluffiger Ton, rötlichbraun, mittlere Lagerungsdichte                                |
| eCcv     | -75        | schluffiger Ton, sehr stark grusig, hellbraun, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte |
| eCcv     | -90        | schluffiger Ton, grusig, hellbraun, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte            |

Bodentyp: KA4: (CF-?) LL: (Terra fusca-?) Parabraunerde  
 FAO: Calcic Luvisol (evtl. Chromic Luvisol)  
 NLFb: (CF-?)L24: Flache (Terra fusca-?) Parabraunerde mit hoher Tongehaltsdifferenz

Humusform: **Moder**

Ausgangsgestein: **pfl(LH)/pfl(LB) (//^t)**: Fließerde (Hauptlage) über Fließerde (Basislage) (über tiefem bis sehr tiefem Tonstein)

Substrattyp: **p-(n)ö(^k)/p-(n)t(^k) (//^t)**: grusführender (Kryo-) Löß über grusführendem Kryo-Ton (über tiefem bis sehr tiefem Tonstein)

**Tabelle 20: Exkursionspunkt 5.3 (Schierdehne): Parabraunerde**

**Physikalische und chemische Analysendaten**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Gew. % | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |     |     |      |       |     |      |      | UQ         |  |
|----------|-------------|-------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|------|-------|-----|------|------|------------|--|
|          |             |                   | gS                                  | mS  | fS  | ffS | gU   | mU+fU | Σ S | Σ U  | Ton  | gU/<br>fmU |  |
| <i>I</i> | 2           | 3                 | 4                                   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9     | 10  | 11   | 12   |            |  |
| Ah       | 1           | 0.2               | 0.1                                 | 0.2 | 0.2 | 1.2 | 50.3 | 29    | 1.7 | 79.3 | 19   | 1.7        |  |
| Ahl      | 8           |                   | -0.1                                | 0.1 | 0.2 | 1.1 | 51.9 | 30.9  | 1.4 | 82.8 | 15.8 | 1.7        |  |
| Al       | 30          |                   | -0.1                                | 0.1 | 0.1 | 0.9 | 51.6 | 30.9  | 1.1 | 82.5 | 16.4 | 1.7        |  |
| Bt       | 45          |                   | -0.1                                | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 43.4 | 26.7  | 1   | 70.1 | 28.8 | 1.6        |  |
| T-Bt     | 70          |                   | 0.1                                 | 0.1 | 0.5 | 1.9 | 35.9 | 21.6  | 2.6 | 57.5 | 39.8 | 1.7        |  |
| eCcv     | 75          | 16.3              | 4                                   | 2.4 | 0.8 | 1.4 | 20.2 | 40.1  | 8.6 | 60.3 | 31   | 0.5        |  |
| eCcv     | 90          | 4.5               | 1.2                                 | 1.7 | 0.5 | 2   | 6.1  | 50.6  | 5.4 | 56.7 | 37.9 | 0.1        |  |

| Horizont | Tiefe<br>cm | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | Corg. | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>oa</sub> |
|----------|-------------|----------------------|-------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|------------------|
|          |             | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                  |
| <i>I</i> | cm          | 22                   | 23                | 24    | 25             | 26  | 27              | 28              | 29               |
| Ah       | 2           | 3.3                  |                   | 8.7   | 0.41           | 21  | 0.62            | 0.14            | 0.23             |
| Ahl      | 1           | 3.4                  |                   | 1.5   | 0.11           | 14  | 0.54            | 0.15            | 0.28             |
| Al       | 8           | 3.8                  |                   | 0.5   | 0.04           | 11  | 0.58            | 0.14            | 0.24             |
| Bt       | 30          | 4.7                  |                   | 0.3   | 0.04           | 8   | 1.01            | 0.15            | 0.14             |
| T-Bt     | 45          | 6.3                  |                   | 0.3   | 0.05           | 7   | 1.23            | 0.13            | 0.11             |
| eCcv     | 70          | 7.3                  | 40.6              |       |                |     | 0.75            | 0.06            | 0.08             |
| eCcv     | 75          | 7.4                  | 38.6              |       |                |     | 0.53            | 0.04            | 0.07             |

| Horizont | Tiefe<br>cm | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>er</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |     |     |    |    |    | BS  |
|----------|-------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|-----|-----|----|----|----|-----|
|          |             | mmol/kg            | mmol/kg           | H + Al                            | Al  | Ca  | Mg | K  | Na | %   |
| <i>I</i> | 2           | 33                 | 34                | 35                                | 36  | 37  | 38 | 39 | 40 | 41  |
| Ah       | 1           | 423                | 16.0              | 392                               | 5.0 | 28  | 17 | 3  | 0  | 11  |
| Ahl      | 8           | 117                | 6.8               | 143                               | 4.5 | 6   | 2  | 1  | 1  | 7   |
| Al       | 30          | 91                 | 6.0               | 97                                | 4.4 | 5   | 1  | 1  | 0  | 8   |
| Bt       | 45          | 157                | 12.5              | 57                                | 0.7 | 94  | 12 | 4  | 1  | 66  |
| T-Bt     | 70          | 231                |                   | 34                                |     | 179 | 16 | 5  | 2  | 86  |
| eCcv     | 75          | 166                |                   |                                   |     | 204 | 12 | 4  | 1  | 100 |
| eCcv     | 90          | 195                |                   |                                   |     | 188 | 22 | 6  | 2  | 100 |

Es scheint damit sicher, daß die häufig in den Verbreitungsgebieten der mesozoischen Kalksteine vorkommenden oberflächenparallelen rotbraunen T-Bt-Horizonte im wesentlichen holozäner Genese sind (ROHDENBURG & MEYER 1968). Vorstellungen, die von älteren, häufig tertiären Altern für die Entstehung dieser Horizonte ausgehen, teils als Arbeitshypothesen (PUFF et al 1991) teils als Anmerkungen in gedruckten Karten, ist deutlich zu widersprechen.

### 4.3 Bildung von Bodengesellschaften

Die Situation an der Schierdehne bietet sich an, die verschiedenen Möglichkeiten zur Bildung von Bodengesellschaften und deren Generalisierung zu diskutieren. Die vorigen Ausführungen beschreiben die Bodenformen. Damit ist letztlich auch die Beschreibung der kleinsten, nach bodenkundlichen Kriterien nicht teilbaren Arealen gegeben. Die räumliche Variabilität der bestimmenden Faktoren (Bodenarten, Schichtmächtigkeiten, Bodentyp) ist so hoch, daß für die Darstellung homogener Arealen eine Maßstabebene größer 1:5000 notwendig wäre. Für die unterste angestrebte Darstellungsebene (1:5.000-1:10.000) ist somit schon eine Zusammenfassung der Bodenformen mindestens zu Bodengesellschaften notwendig. Im Maßstab 1:25.000 ist maximal eine Darstellung des gesamten Muschelkalkkomplexes ohne Trennung der lithologi-

schen Untereinheiten möglich. Zur Zeit sind vereinfacht zwei Vorgehensweisen etabliert oder in Diskussion, die m. E. nicht zu vereinen sind und beide ihre Berechtigung haben. Die Alternativen werden abschließend am Exkursionspunkt 5 anhand von Kartenbeispielen zur Diskussion gestellt.

1. In den Landesämtern werden Bodenareale heute häufig nach „Leitlithologien“ gebildet (Böden im Verbreitungsgebiet von Sand-, Karbonat-, Tongestein; vgl. BÜK1000, BÜK500 von Niedersachsen, BÜK200 Blatt München, Braunschweig etc.). Dies gilt häufig auch für die Maßstabebene 1:25.000 wobei dann z. T. auch Substratschichtungen einfließen. In der Ebene werden aber auch Zusammenfassungen nach einheitlicher Bodengenese vorgenommen. Da keine verbindlichen Regeln vorliegen, ist die Vorgehensweise im Einzelnen nicht nachvollziehbar. Entsprechend dieser Vorgehensweise könnten im vorliegenden Beispiel die Parabraunerden über tiefem Tonstein auf hohem Nievaeu von den Arealen mit Kalksteinunterlagerung getrennt werden. Die Tiefenlage des Tonsteins bedürfte einer konventionellen Festlegung.
2. Alternativ dazu wäre eine Zusammenfassung nach lateralen Stoffflüssen und/oder lateralen bodengenesischen Zusammenhängen vorzuschlagen. Ein lateraler Stofffluß, wenn auch kein pedogener, ist, gut erkennbar, durch die Oberlage und auch durch die Hauptlage gegeben. Danach wären im ersten Schritt jeweils das Liefergebiet des Schuttes, die Areale mit Oberlagen aus Kalkstein und mit Hauptlagen aus Kalksteinderivaten zusammenzufassen. Im zweiten Schritt würden alle drei Areale zusammengefaßt. Stark karbonatisierte Quellgleye, wie Quellkalke im Tonsteingebiet, wären ebenfalls dieser Bodengesellschaft zuzuordnen. Liegende Tonsteine würden, auch wenn sie sich bodengenetisch oder nutzungsrelevant auswirken, nur untergeordnet berücksichtigt. Als ein Rahmen für die Betrachtung von Stoffflüssen sind die Oberflächeneinzugsgebiete in Diskussion.

## 5 Literaturverzeichnis

- Bartussek, I. (1982): Die gewölbten Ackerbeete in der historischen Landwirtschaft. - Dipl. Arb. Univ. Göttingen, Fachbereich Agrarwissenschaften, Inst. f. Bodenkunde (unveröff.)
- Basbug, E. (1971): Modellversuche zur detritischen Tonbildung in Lockersedimenten durch Frosteinwirkung. Diss. Univ. Göttingen, Fachbereich Agrarwissenschaften, Inst. f. Bodenkunde: 1-53, 9 Abb., 4 Tab.; Göttingen
- Beese, F. (1968): Chemische Untersuchungen zur Eisenverteilung in den Hildesheimer Schwarzerden als mögliche Ursache der Oberbodenauffhellung. - Dipl. Arb. Univ. Göttingen, Fachbereich Agrarwissenschaften, Inst. f. Bodenkunde (unveröff.)
- Bombien, H. (1987): Geologisch-petrographische Untersuchungen zur quartären (früh-Saalezeitlichen) Flußgeschichte im nördlichen Harzvorland. - Mitteilungen aus dem Geologischen Institut der Universität Hannover 26; Hannover
- Braunschweig, L.C. v. (1968): Mikrophologische Untersuchungen zum Prozeß der Auffhellung von Schwarzerde-A-Horizonten. - Dipl. Arb. Univ. Göttingen, Fachbereich Agrarwissenschaften, Inst. f. Bodenkunde (unveröff.)
- Fansa, M. (1988): Vor 7000 Jahren - Die ersten Ackerbauern im Leinetal. - Wegweiser zur Vor- und Frühgeschichte Niedersachsens 15; Hildesheim
- Gebhardt, H. (1971): Zur Tonmineralzusammensetzung und Ton-Humus-Bildung in der Sequenz Schwarzerde-Parabraunerde (Griserde) der Hildesheimer Börde. - Göttinger Bodenkundl. Ber. 19: 183-190; Göttingen
- Gehrt, E. (1994): Die äolischen Sedimente im Bereich der nördlichen Lößgrenze zwischen Leine und Oker und deren Einflüsse auf die Bodenentwicklung. Dissertation Geowissenschaftlicher Fachbereich der Univ. Göttingen
- Gehrt, E., A. Rathgeber & Th. Beckmann (1997): Entwicklung und Merkmale der Kluftparabraunerde. Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesell. 85, III, S. 1135 - 1138
- Gehrt, E. & J. Boess (1996): Ergebnisse der bodenkundlichen Kartierung der Testgebiete im DFG- Forschungsvorhaben DIGI-Relief (unveröff.)
- Göttner, J. & A. Komodromos (1988): Geowissenschaftliche Vorsorgeuntersuchungen zur Standortfindung für die Ablagerung von Sonderabfällen - Abschlußbericht, Band 3 - Bodenphysikalische und bodenchemische Kenndaten. Archiv NLFb Nummer 92117
- Hilgers, A. (1998): Luminiszenzdatierungen (TL, OSL) äolischer Sedimente bei Denstorf, Niedersachsen - Ein Beitrag zur Untersuchung der nördlichen letztglazialen Lößgrenze. - Diplomarbeit; Univ. Köln

- Hindel, R. & Fleige, H. (1991): Schwermetalle in Böden der Bundesrepublik Deutschland - geogene und anthropogene Anteile. - Texte 10/91, Umweltbundesamt; Berlin
- Jaritz, W. (1973): Zur Entstehung der Salzstrukturen Norddeutschlands. - Geol. Jb. A10; Hannover
- Jordan, H. (1965): Gliederung und Genese des Flammenmergels (Alb) in Hils und Sackmulde (Süd-Hannover). - Z. deutsch. geol. Ges. 117, 2 u. 3, S. 391-424; Hannover
- Meyer, B., R. Jörgensen, P. Hugenroth & Chr. Ahl (1985): Entwicklung und Gesellschaft der Böden aus Kalkstein im Muschelkalk - Gebiet des Göttinger Waldes. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 42, S. 435 - 454, Göttingen
- Niederbude, E.A. (1976): Die regionale Unterscheidung von Lössen des Jungwürms durch Körnung und Tonmineraleigenschaften unter Anwendung multivariater Methoden. - Eiszeitalter u. Gegenwart 27: 121-133; Öhringen/Würt.
- Puff, P., Hofmann, W. & Fiedler, H.J. (1991): Geologisches Grundlagen der Bodenbildung und Bodenverbreitung im thüringischen Muschelkalk. - Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 64: 19-28; Göttingen
- Roeschmann, G. (1968): Pseudogley-Tschernoseme und deren Übergangsbildungen zu Parabraunerden im Lößgebiet der Hildesheimer Börde. - Geol. Jb. 85: 841-860, 1 Abb.; Hannover
- Roeschmann G., H. Gebhardt & B. Meyer (1969): Exkursionsführer zur Jahrestagung 1969 in Hannover (Exkursion C). - Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 2: 103-111; Göttingen
- Rohdenburg, H. & B. Meyer (1966): Zur Feinstratigraphie und Paläopedologie des Jungpleistozäns nach Untersuchungen an südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen. - Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 5: 1-135, 25 Abb., 12 Tab.; Göttingen
- Rohdenburg, H. & B. Meyer (1968): Zur Datierung und Bodengeschichte mitteleuropäischer Oberflächenböden (Schwarzerde, Parabraunerde, Kalksteinbraunlehm): Spätglazial oder Holozän? - Göttinger Bodenkundl. Ber. 6: 127-212, 12 Abb.; Göttingen
- Rühl, A. (1973): Waldveg. -geogr. des Leine-Weser-Berglandes (= Schrift d. Wirtschaftswiss. Ges. z. Studium Nieders. e. V.). Veröff. d. Nieders. Inst. f. Landeskd. u. Landesentw. a. d. Uni. Göttingen, Reihe A, Forsch. z. Landes- u. Volkskde. 101
- Scharpenseel, H.W., Tsutsuki, K., Becker-Heidmann & Feytag, J.: (1986): Untersuchungen zur Kohlenstoffdynamik und Bioturbation von Mollisolten. - Z. Pflanzenernähr. u. Bodenkunde 150; Weinheim (Auszugweise Kopie einer Arbeit von SCHARPENSEEL et al. 1986)
- Walter, H., & H. Lieth (1960): Klimadiagramm Weltatlas; Jena
- Zeidler, H. (1969): Die Vegetation in der Umgebung von Hannover. - Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 2: 21-27; Göttingen

### Literatur zum Aufsatz Schmidt Kap. 3.6.

- Golchin, A., Clarke, P., Baldock, J.A., Higashi, T., Skjemstad, J.O. & Oades, J.M. 1997. The effects of vegetation and burning on the chemical composition of soil organic matter in a volcanic ash soil as shown by <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. I. Whole soil and humic acid fraction. *Geoderma*, 76, 155-174.
- Haumaier, L. & Zech, W. 1995. Black carbon-possible source of highly aromatic components of soil humic acids. *Organic Geochemistry*, 23, 191-196.
- Kononova, M.M. 1966. *Soil Organic Matter*. Pergamon Press, Oxford.
- Kubiena, W.L. 1938. *Micropedology*. Collegiate Press, Ames, Iowa.
- Pawluk, S. 1985. Soil micromorphology and soil fauna: problems and importance. *Quaestiones Entomologicae*, 21, 473-496.
- Schmidt, M.W.I., Skjemstad, J.O., Gehrt, E. & Kögel-Knabner, I. 1999. Charred organic carbon in German Chernozems. *European Journal of Soil Science*, 50(2), in press.
- Seiler, W. & Crutzen, P.J. 1980. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning. *Climatic Change*, 2, 207-247.
- Skjemstad, J.O., Clark, P., Golchin, A. & Oades, J.M. 1997. Characterization of soil organic matter by solid state <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. In: *Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition* (eds G. Cadisch & K. Giller), pp. 253-271. Cab International.
- Skjemstad, J.O., Clarke, P., Taylor, J.A., Oades, J.M. & McClure, S.G. 1996. The chemistry and nature of protected carbon in soil. *Australian Journal of Soil Research*, 34, 251-271.
- Zech, W., Guggenberger, G., Zalba, P. & Peinemann, N. 1997. Soil organic matter transformation in Argentinian Hapludolls. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 160, 563-571.



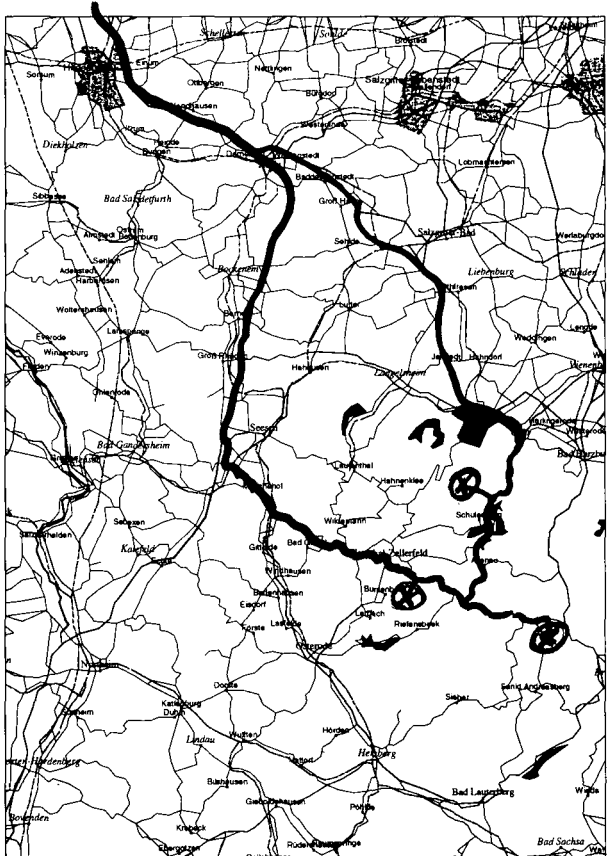
# Exkursion G 4

## Forstliche Standortserkundung und Ökosystemforschung im niedersächsischen Harz

Exkursionsleitung: C.Eberl<sup>1</sup>, H.Hooge<sup>2</sup>, H.Meesenburg<sup>3</sup>, B.Müller-Using<sup>3</sup>, P.Rademacher<sup>3</sup>, V.Stüber<sup>4</sup>,  
H.Wachter<sup>4</sup>

### Inhalt:

- I. Exkursionsroute
- II. Beschreibung des Exkursionsgebietes
- III. Ergebnisse der forstlichen Standortskartierung des Harzes
- IV. Nationalpark Harz - Zustand und Zielsetzungen aus bodenkundlicher Sicht
- V. Untersuchungsgebiet Lange Bramke - Ergebnisse langfristige Zeitreihen



CIS CityGuide © 1996 Falk Verlag AG, CIS GmbH, AND Mapping B.V.

- 1: Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Göttingen, Büsingenweg 2, 37077 Göttingen;
- 2: Nationalparkforstamt Harz, 37444 St. Andreasberg, OT Oderhaus
- 3: Niedersächsische Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Göttingen, Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen
- 4: Niedersächsisches Forstplanungsamt, Dez. Standortskartierung, Forstweg 1a, 38302 Wolfenbüttel.

## I. Exkursionsroute (C. Eberl)

Die Exkursion G5 führt vom Tagungsort Hannover aus direkt in südliche Richtung auf der A7 bis zur Abfahrt Seesen/Harz. Dabei werden die Bodenregionen des niedersächsischen **Bergvorlandes** und des **südniedersächsischen Berglandes** durchfahren (Beese et al. 1996). Zwischen der für Mittel- und Teile Nordniedersachsens typischen Altmoränen-Geestlandschaft und dem eigentlichen Bergland verläuft ein 20-50 km breiter Gürtel, der einerseits durch Löß- und Sandlößablagerungen des Pleistozän, andererseits durch die in weiten Teilen bereits an der Oberfläche auftretenden Ton-Sand- und Kalksteine des Mesozoikums, unterbrochen durch Terrassen und Sedimente des Holozäns, geprägt ist.

Der Startpunkt Hannover liegt an der Grenze zwischen Geest und **Bördenvorland**, getrennt durch die von West nach Ost verlaufende nördliche Lößgrenze. Hannover selbst ist geprägt durch die fluvialen Ablagerungen der Niederterasse der Weichsel-Kaltzeit. Die saalezeitlichen Grundmoränen wechseln bereits stellenweise mit mesozoischen Grundgesteinen an der Bodenoberfläche. Die Lößdecke in diesem, hier beginnenden periglazialen Raum, ist häufig nur wenige Meter mächtig. Je nach anstehendem, geologischen Ausgangsmaterial finden sich vielfältige Bodentypen, von Rendzinen über Braunerden, Parabraunerden, Pseudogleyen, Gleyen bis hin zu Niedermooren.

Der Mergel- und Plänkalk der Oberkreide, bei Höver direkt aufgeschlossen, wird durch die Zementindustrie intensiv abgebaut. Direkt südlich des Messe-Zubringers durchquert unsere Fahrt die im Untergrund steil gestellten Schichten des unteren Jura, des Keuper und oberen Muschelkalk auf einer Strecke von wenigen Kilometern. Auffällig sind im weiteren Verlauf der Fahrt die weithin sichtbaren Abraumhalden der Kali-Bergwerke. Pilzförmig in und durch das Deckgebirge ragende Aufquellungen des Zechsteins bilden die Grundlage dieses Rohstoffvorkommens. Das bekannteste Werk dieser Region ist „Schacht Konrad“ bei Salzgitter, ein stillgelegtes Salzbergwerk, das neben Sondermüll auch für die Endlagerung schwach- und mittlradioaktiver Abfälle vorgesehen ist. Die mächtigen Tonformationen des unteren Jura, die ebenfalls häufiger oberbodennah anstehen, bilden die geologische Grundlage der Sondermülldeponie Hoheneggelsen, in der Sonderabfall in überdeckten Kavemen abgelagert wird.

Die Hildesheimer **Börde**, die südlich des Mittellandkanals mit mächtigen Lößdecken die Grundlage einer ertragreichen Landwirtschaft bildet, reicht bis an den Anstieg des Hildesheimer Waldes heran. Aus den Lößdecken haben sich, in Abhängigkeit von den unterlagernden Gesteinsformationen und den hier dominierenden Klimamerkmale Schwarzerden, Braunerden und Parabraunerden entwickelt. Während im Bördenvorland bei nur geringer Lößbeeinflussung des Oberbodens noch heute vereinzelt

Relikte ursprünglicher Waldgesellschaften mit Stieleiche, Hainbuche und Linde auf pseudovergleyten Standorten zu finden sind (Revier Wülferode), ist die Börde selbst nahezu waldfrei. Das Ertragspotential der landwirtschaftlichen Standorte ist so hoch, daß die Standorte seit Jahrhunderten ausschließlich landwirtschaftlich genutzt werden. Wir passieren im Zentrum der Börde die Kreisstadt **Hildesheim**, bekannt durch den Sitz des katholischen Bischofs und den Hildesheimer Dom mit seinem 1000-jährigen Rosenstock. Direkt südlich von Hildesheim erreichen wir die niedersächsische Berglandschwelle.

Zwischen den paläozoischen Gebirgsmassen des Harzes und des rheinischen Schiefergebirges sind die mesozoischen Gesteine des Berglandes in zwei nach Aussehen, Aufbau, Alter und Gestein grundverschiedene Formationen zu unterteilen. Unsere weitere Fahrt führt uns zunächst durch die nördlich der Linie Seesen, Einbeck Holzminden (niedersächsischer Ufferrand) gelegenen jüngeren Formationen des Mesozoikums. Während im südlichen Bereich bei intensivem Vulkanismus und durch Hebung der Formationen im Tertiär bereits frühzeitig Abtragsprozesse eintraten, fanden weiter nördlich noch Sedimentationsvorgänge statt. Erst später setzte auch in diesem Gebiet die Hebung der Erdkruste ein. So entstanden im südlicheren Bergland meist ruhigere, ebene Landschaftsformen (Solling, Bramwald, Göttinger Wald) während im Norden von der stärker und später einsetzenden Tektonik in typisch herzynischer Streichrichtung verlaufende Gebirgsgruppen gebildet wurden (Deister, Ith, Hils, Sieben Berge).

Kurz vor der Raststätte Hildesheim ist durch den Ausbau der Autobahn die Kimmeridge Stufe des oberen Jura (jo KL) erschlossen, ein Mergel- und Kalkstein, der die Böden des Hildesheimer Waldes prägt. Von den höheren Lagen des Hildesheimer Waldes hinab geht die Fahrt weiter quer durch das Innerste Tal. Im Gegensatz zur Oker, die den Harz direkt in nördlicher Richtung über Wolfenbüttel und Braunschweig in die Aller entwässert, folgt die Innerste den Streichrichtungen der herzynischen Gebirgszüge und erreicht knapp südlich von Hannover das Leinetal. Vom Salzgitter-Dreieck geht der Blick Richtung Südosten auf den Hainberg, ein überwiegend aus marinen Kalk-Mergelsteinen der Oberkreide bestehendes Waldgebiet. Wir durchfahren den mittleren und unteren Jura, der sich als Ton oder Mergelstein an verschiedenen Aufschlüssen entlang der Autobahn zeigt.

Auf den Festgesteinen haben sich Fließerden und Hangschutte gebildet, welche die Festgesteine mit Ausnahme der exponierten Standorte fast lückenlos überziehen. Die untersten Lagen dieser im Periglazial im Periglazial entstandenen Fließerden werden im allgemeinen aus den in direkter Umgebung anstehenden Gesteinen gebildet (Basislage). In erosionsgeschützten Positionen erhielten sich mehr oder weniger veränderte Lößablagerungen (Mittellage). Die oberflächennah anstehende Hauptlage, entstanden während der letzten Frostwechselperiode, ist vornehmlich durch örtlich

anstehende Materialien und Lößgemische geprägt. Nacheiszeitlich sind in den südniedersächsischen Bergregionen ebenfalls erhebliche Oberbodenumlagerungen festzustellen, deren Bedeutung in der Vergangenheit wahrscheinlich stark unterschätzt wurde. So kam es auch im Bergland nicht nur zu Erosions- sondern auch zu Akkumulationsvorgängen. Bodenbildungen auf holozänen Sedimenten sind daher nicht nur auf die Tal- und Abflußlagen, sondern auch auf Hang- und Hangmuldenstandorten möglich.

Bei Bockenem erreicht unsere Fahrt den bereits erwähnten „niedersächsischen Uferand“ im Übergang von den jüngeren zu den älteren mesozoischen Grundgesteinen. Der Übergang wird durch ein mehr oder weniger breites Lößband abgegrenzt. Gut erkennbar ist auch hier, daß dieses Gebiet, aus dem einige bewaldete Muschelkalk- und Sandsteinköpfe herausragen, wieder stärkerer landwirtschaftlicher Nutzung unterliegt. Im Südosten ist bereits von hier aus die Nordwestecke des paläozoischen Gebirgsmassives des Harzes deutlich erkennbar. Durch die Hebung des Harzes haben sich im Randgebiet die jüngeren Gebirgsdecken fast senkrecht aufgestellt, so daß z.T. auf weniger als zwei Kilometern Länge das gesamte Erdmittelalter geologisch erschlossen ist (goldene Meile der Geologie). Bevor wir durch die im Harzrand anstehenden Zechsteinkalke in den Harz abbiegen, sehen wir westlich unserer Route den Gittelder Wald, ein für Südniedersachsen typisches Berggebiet aus Muschelkalk und Buntsandstein.



## **II. Beschreibung des Exkursionsgebietes** (V. Stüber,

NFP-Wolfenbüttel)

Der Harz ist ca. 90 km lang und 30 km breit. Die etwa 600 bis 650 m ü. NN liegenden Hochflächen werden vom 1142 m hohen Brockenmassiv überragt. Im Westharz kommen ausschließlich paläozoische Gesteine vor. Die Entstehung des Harzes ist zurückzuführen auf die variskische Geosynklinale und ein Teilstück des variskischen Gebirges, das sich an der Wende Unter/Oberkarbon quer durch Westeuropa auffaltete. Neben devonischen und kulmischen Sedimentgesteinen kommen Granitplutone und Diabase vor. Der Harz untergliedert sich in 14 stratigrafisch-tektonische 'Geologische Harzeinheiten', die wiederum in die 3 Großbereiche Ober-, Mittel- und Unterharz zusammengefaßt werden (s. Abb.1). Die Gesteine sind wegen ihrer unterschiedlichen mineralogischen Zusammensetzung zusammen mit den Bodenbildungsprozessen ökologisch bedeutsam, da sie bezüglich der Nährstoffversorgung gemeinsam mit dem Klima für die vorkommenden natürlichen Waldgesellschaften prägend sind.

Das Harzklima ist geprägt durch mit ansteigender Höhe abnehmende Durchschnittstemperaturen (Bad Harzburg: 8.9° C, Brocken: 2.8° C) und damit verbundenen kurzen Vegetationszeiten sowie

hohen Niederschlägen (Brocken: bis zu 1600 mm) mit zunehmenden Schneeanteilen (Brocken: 30%). Waldbaulich problematisch sind die Höhenlagen zwischen 400 und 600 m ü. NN: Naßschnee führt zu Kronenbrüchen der Bäume. Oberhalb 600 m ü. NN: Rauhref- oder Eisanhang kann auch hier zu Kronen- und Stammbrüchen führen, ferner bergen hohe Windgeschwindigkeiten ein erhebliches Gefährdungspotential für den Wald (Auf dem Brocken wurden höhere Windgeschwindigkeiten gemessen als auf der Zugspitze). Verglichen mit dem Schwarzwald liegen die Durchschnittstemperaturen im Harz bei gleicher Höhenlage um 2 bis 3 ° C niedriger. Hierdurch liegen die vergleichbaren Vegetationshöhenzonen im Harz um ca. 200 m niedriger als im Schwarzwald: der Brockengipfel liegt über der natürlichen Waldgrenze.

Mit der vielfältigen Geologie ist die starke anthropogene Beeinflussung des Harzes verbunden: die Auswirkungen des vor 1000 Jahren (968 Rammelsberg in Goslar) begonnenen Erzbergbaus auf die Wald- und Besiedlungsgeschichte des Harzes haben die heute aufstockenden Wälder geprägt. Abgebaut wurden Zinkblende, Bleiglanz, Silber, Kupfererze, verschiedene Eisenerze und Schwerspat. Der Erzbergbau ist heute eingestellt, abgebaut wird noch Schwerspat in Lauterberg, Dolomit bei Scharzfeld, Kalkstein bei Münchhof und Gabbro und Diabas bei Bad Harzburg. Mittels Pollenanalysen konnte nachgewiesen werden, daß vor ca. 1000 Jahren die Buche die dominierende Baumart im Harz war (mit ca. 70 % der Fläche; heute: 13 %). Durch den Erzbergbau entstand eine starke Holznachfrage der Bergwerke und Schmelzhütten, wodurch eine Übernutzung der Wälder einsetzte. In zwei Bergbauphasen (1000 bis 1350 n. Chr. und 1500 bis 1900) veränderten sich die Wälder im Harz erheblich. Fichtenholz wurde zum Ausbau der Gruben benötigt, Laubholz als Holzkohle für die Verhüttung. Wahrscheinlich durch eine Pestepidemie brach die erste Bergbauperiode um 1350 n. Chr. zusammen.

Etwa ab 1500 n. Chr. begann die zweite Bergbauperiode, die zu einer weiteren einschneidenden Veränderung der Wälder des Harzes führte. Die Einfachheit der Fichtennachzucht im Gegensatz zur Buchenkultur sowie die Bevorzugung der Fichte für den Bergwerksausbau waren die wesentlichen Gründe für den Baumartenwechsel. 1730 wurde vor dem Hintergrund einer extremen Holzverknappung und Plünderung der Wälder von Jägermeister von Langen erstmals ein nachhaltiger Nutzungs- bzw. Waldbewirtschaftungsplan aufgestellt. Die Formulierung des Nachhaltigkeitsprinzips bedeutete den Beginn der modernen Forstwirtschaft. Der Fichtenanbau wurde gegen Ende des 18. Jahrhunderts im Harz durch eine Borkenkäfermassenvermehrung gestört: auf ca. 30000 ha starben die Bäume ab, 3,5 Mio qm<sup>3</sup> Holz mußten geerntet werden. Dies zeigt eines der Risiken des Fichtenanbaus in Reinbeständen deutlich auf. Der Fichtenanbau wurde jedoch weiter betrieben, letztmalig wurden nach den Reparationshieben der Engländer nach dem 2. Weltkrieg vermehrt die

Kahlflächen mit Fichte aufgeforstet, um einer befürchteten Holznot zu entgehen. Das heutige Waldentwicklungsprogramm sieht verstärkt die standortsangepaßte Einbringung der Buche vor, wobei vor allem Mischwälder mit Buche und Fichte eine Rolle spielen. 1992 waren 66 % des Westharzes mit Fichte, 11 % mit Mischungen aus Buche und Fichte, 9 % mit Buche und 14 % der Fläche mit anderen Baumarten bestockt.

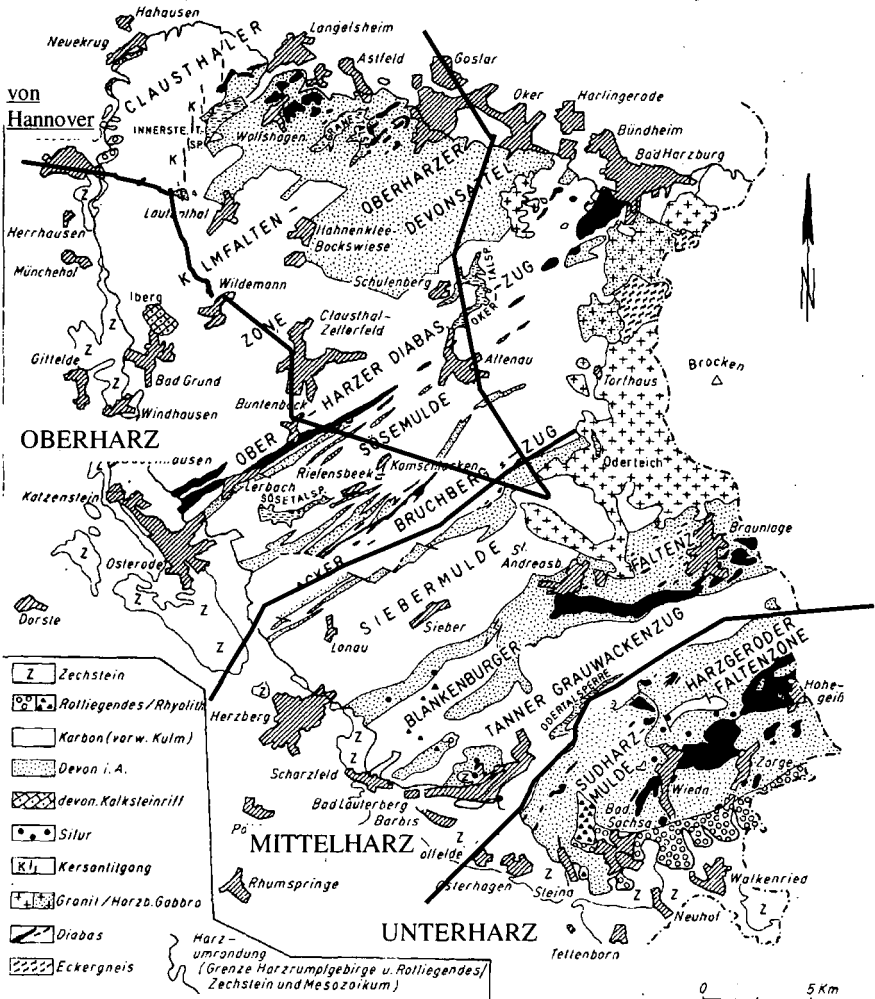


Abb. 1: Geologische Karte des nieders. Harzes aus Mohr (1984) (mit Exkursionsroute)

### III. Ergebnisse der forstlichen Standortskartierung des Harzes (V. Stüber, H. Wachter, C. Eberl)

Nachfolgend werden Bodenprofile der wichtigsten und am weitesten verbreiteten forstlichen Standortstypen des Harzes mit ihren bodenmorphologischen, bodenchemischen und bodenphysikalischen Eigenschaften vorgestellt.

Der *Oberharzer Diabaszug* stellt einen schmalen, max. 1 km breiten, aus zahlreichen Schuppen bestehenden devonischen bis unterkarbonischen Sattelaufbruch dar. Die von Südwest nach Nordost streichenden Aufschuppungsbahnen fallen mit 70 - 80 ° nach Südost ein. Durch den schnellen Wechsel petrographisch sehr verschiedenartiger und damit verschieden harter Gesteinsarten wird der Charakter der Schuppentektonik im Gelände leicht erkennbar. An einer "Hauptaufschiebung" ist der gesamte devonische Diabaszug auf die jüngeren kulmischen Schichtfolgen der Clausthaler Kulmfaltenzone aufgeschoben. Großtektonisch ist der Diabaszug auch als Aufschiebungszone der NW-Flanke der Sösemulde auf den Clausthaler Kulm zu betrachten. Der Diabas ist, wie einige durchschlagende Kieselchiefer und Kontakterscheinungen an ihnen beweisen, jünger als die o.g. Schichtungen. Die Schichtenfolge des Oberharzer Diabazuges beginnt mit den devonischen „Wissenbacher Schiefern“. Der Beginn des Magmatismus und somit die Entstehung des Oberharzer Diabazuges ist in der geologischen Zeitskala der Abteilung des Mitteldevons und hier der Stufe des Givets zuzuordnen. Die Diabase bzw. Diabas-Mandelsteine und -Tuffe entstammen überwiegend dem im Unterkarbon auftretenden Deckdiabas-Vulkanismus. Es handelt sich um ein fein- bis mittelkörniges, hartes magmatisches Gestein von mittelgrauer bis mittelgrüngrauer Farbe, sehr oft von ellipsoidischen Kalkspatmandeln (Durchmesser bis zu 1 cm) durchsetzt. Der Diabas kann einerseits als massiger, reiner Diabas, andererseits als isolierter Einzeleinschluß in Ton- bzw. Kieselchiefern vorkommen. Der Diabas des Harzes ist Ausgangsmaterial für Schottergewinnung. Daneben wird Diabas als Straßen-, Bitumen- und Betonsplitt benutzt.

Die **Böden auf Diabas** sind tiefgründig verwitterte, gut verbraunte Braunerden mittleren Basengehalts mit zum Teil geringen Podsolierungstendenzen, die vorwiegend auf die anthropogene Beeinflussung zurückzuführen sind. Bodenart ist überwiegend ein schuffiger Lehm, dessen Ausprägung u. a. auch von Lößbeimengungen bestimmt werden kann. Die Nährstoffversorgung ist überwiegend ziemlich gut oder besser. Ein häufig auftretendes Kennzeichen der Braunerden aus basenreichem Ausgangsgestein ist ein deutlich ausgeprägter, humoser Oberbodenhorizont, der auf einen zumindest ehemals besseren bodenbiologischen und -chemischen Zustand schließen läßt.

Die Tonschiefer kommen auf großer Fläche im Harz vor. Sie sind aus Ton hervorgegangene, durch Gebirgsdruck geschieferte Gesteine und durchgängig als graue bis graublaue, gebänderte Tonschiefer

entwickelt, die stellenweise in Grauwackenschiefer übergehen. Nicht selten werden Kalkbändchen und Kalklinsen beobachtet. Durch Verwitterung zerfallen die Tonschiefer teilweise in stengelige bis schalige Bruchstücke und verfärben sich dunkelrotbraun. Der Tonschiefer enthält i.a. Quarz, Chlorit, kohlige Substanzen, Muskovit, Tonmineralien, Calcit und Akzessorien wie Biotit, Turmalin, Zirkon, Plagioklas. Die Grauwacke tritt in unterschiedlich mächtigen Bänken, getrennt durch Tonschieferzwischenlagen auf. Die Bankfolge ist durchaus nicht regelmäßig, sondern Partien mit vorherrschend dickbankiger Grauwacke und geringen Tonschieferzwischenlagen wechseln mit Profilabschnitten, in denen Tonschiefer und Grauwacke in dichter Wechsellagerung auftreten oder sogar der Tonschiefer überwiegt.

Die **Böden auf Kulm-Grauwacke und Kulm-Tonschiefer** weisen mit steigender Höhenlage durch zunehmende Niederschlagsmengen eine relativ gleichmäßige Durchfeuchtung auf. Die Wirkung des Bodenwassers ist zum einen positiv, da es das Nährstofftransportmedium darstellt, zum anderen jedoch auch negativ, da durch den derzeitigen Protonen-Eintrag mit dem Niederschlagswasser die Böden schneller versauern; außerdem führt volle Wassersättigung zu verstärkter Labilität des Standortes und Begrenzung der Tiefendurchwurzelung. Das bodentypologische Ergebnis dieser Vorgänge sind auf Kulm-Grauwacken bzw. Kulm-Tonschiefern aus Fließerden pleistozäner Entstehung resultierende, m.o.w. podsolige Braunerden, denen meist ein typischer bis rohhumusartiger Moder, örtlich auch Rohhumus (in vielen Fällen Gräswurzelfilz), aufliegt. Je nach Lage am Hang sind diese Böden tiefgründig und relativ gut durchwurzelbar. Podsole mit einem ausgeprägten, stark gebleichten Ae-Horizont finden sich selten. Als Bodenart ist bis zum Bv-Horizont überwiegend ein schluffiger bis stark schluffiger Lehm, örtlich auch ein m.o.w. stark lehmiger Schluff vorzufinden. Einem geringmächtigen Bv/Cv-Übergangshorizont folgt meist ein sehr skelettreicher Cv-Horizont, dessen geringer Feinbodenanteil oftmals aus einem dem Lockergestein (Gesteinszersatzschicht bzw. -fließerden) aufliegendem Schluff besteht. Vereinzelt findet man hier, je nach Lagerungsdichte, eine schwach ausgeprägte Marmorierung, die auf einen Tageswasserrückstau schließen läßt. Als Stauhhorizont wirkt häufig der dichter lagernde Übergangshorizont BvCv, wobei sich der Wasserstau überwiegend physiologisch eher günstig auf den aufstockenden Bestand auswirkt. Die Basenausstattung dieser Böden ist in der Regel als mäßig einzustufen, an Oberhängen ist die Versorgung örtlich geringer, an Unterhängen meistens etwas besser.

Bodenchemisch lassen sich die Standortstypen des Harzes nur deshalb signifikant unterscheiden, weil die Unterböden unterschiedlich sind. Zudem ist die Streuung der Daten erheblich. So kann unabhängig von Ausgangsgestein und Lage bis zur Bodentiefe von 40 cm kein Unterschied in der chemischen Beschaffenheit der meisten Harzböden festgestellt werden (Eberl, 1998).



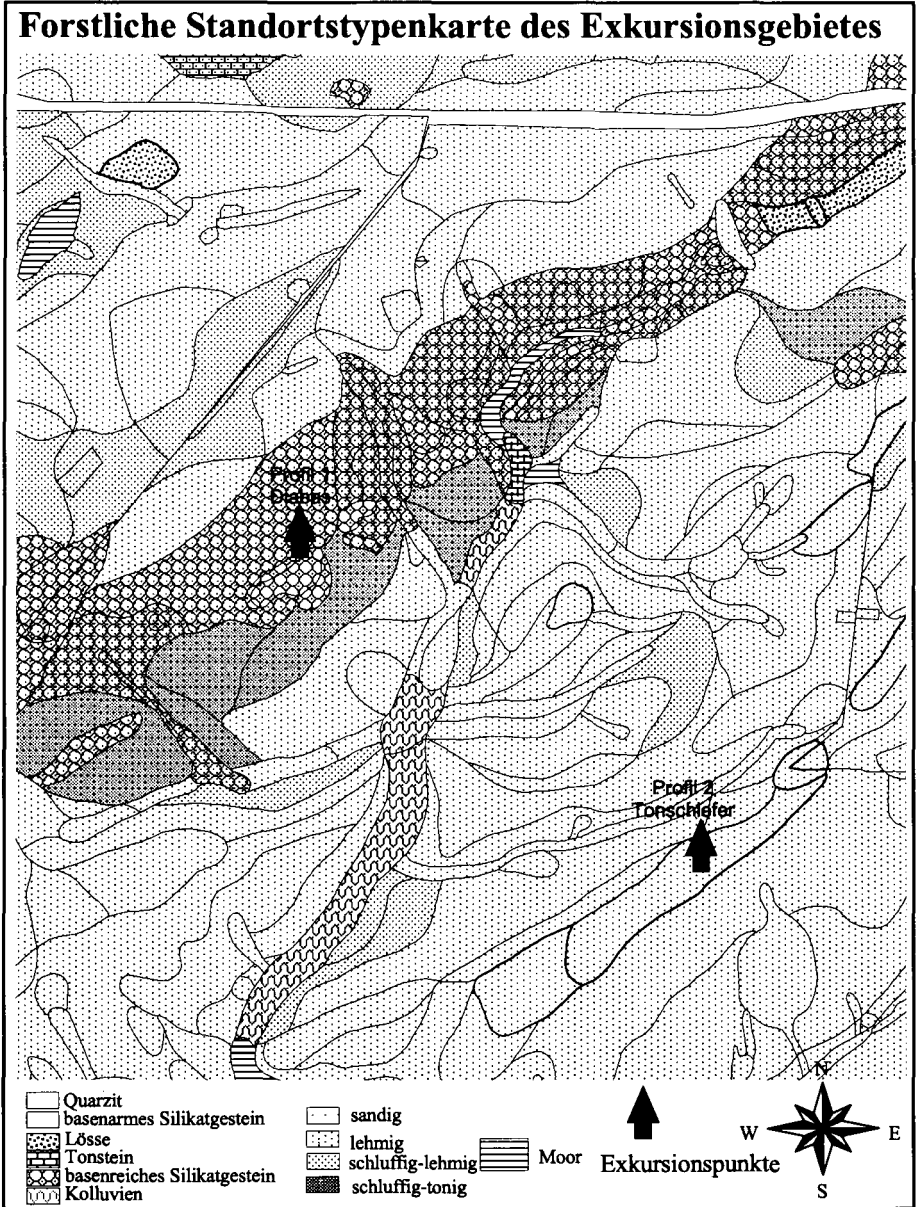


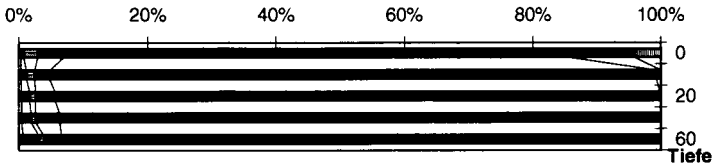
Abb. 2: Geologie und Bodenarten des Exkursionsgebietes (aus forstlicher Standortstypenkarte Harz)

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung 1.<br>Exkursionsprofil: | Niedersächsisches Forstamt Riefensbeek, Abt. 425, Montane Harzlagen, Osthang, Höhe üb. NN 600 m,                                                                                                                                                                                     |
| + 6-5 cm L                           | Nadelstreu, locker                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| + 5-2,5 cm Of                        | Nadelstreu, mittel durchwurzelt, locker                                                                                                                                                                                                                                              |
| + 2,5-0 cm Oh                        | amorphe organische Substanz, stark bis sehr stark durchwurzelt, mäßig locker                                                                                                                                                                                                         |
| 0-5 cm Aeh                           | dunkelbraun (10YR3.4); schwach toniger bis toniger Schluff (Ut2 – Ut3), schwach steinig, schwach ausgeprägtes Feinpolyeder-Gefüge, halboffen gelagert, gesch. TRD 0,9-1,0, mittel humos, sehr stark durchwurzelt, Übergang schwach wellig, fließend;                                 |
| 5-20 cm AhBv                         | mittelbraun (10YR 5.6); stark toniger Schluff (Ut4), schwach steinig, mäßig ausgeprägtes Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, gesch. TRD 1,1; schwach humos, stark bis sehr stark durchwurzelt, Übergang fließend, schwach ausgeprägt;                                                    |
| 20-50 cm Bv                          | mittel- bis hellbraun (10YR6.6); Schluffiger Lehm (Lu), steinig (20%), Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, gesch. TRD 1,2; sehr schwach humos, stark durchwurzelt, Übergang wellig fließend, undeutlich;                                                                                 |
| 50-90 cm CvBv                        | hellbraun (10YR5.4); schwach toniger Schluff (Ut2), mäßig - stark steinig (35%), Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, gesch. TRD 1,3; sehr schwach humos bis humusfrei, schwach durchwurzelt, Übergang wellig fließend;                                                                   |
| 90 (+120) cm SCv                     | hellbraun (10YR5.4); schluffig-lehmiger Sand (Slu), sehr stark steinig (>60%), kohärent Gefüge, gesch. TRD 1,4; humusfrei (h0), schwach pseudovergleyt, sehr schwach durchwurzelt, Übergang eben-horizontal, mäßig deutlich;                                                         |
| Ausgangsgestein:                     | lößbeeinflusste Diabas-Fließerde über Diabas-Verwitterungsdecke                                                                                                                                                                                                                      |
| Stratigraphie:                       | altpaläozoische basische Magmatite, vorwiegend Oberdevon (do) bis Unterkarbon                                                                                                                                                                                                        |
| Bodentyp:                            | schwach podsolige Braunerde (p2BB)                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Humusform:                           | feinhumusreicher Moder (MOR)                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Vegetation:                          | Drahtschmiele (5), Himbeere (1), Sauerklee, Harzer Labkraut, Dreinervige Nabelmiere, Dornfarn, Waldreitgras, Heidelbeere, Dornfarn, Brennessel, Flatterbinse, Honiggras,                                                                                                             |
| Waldgesellschaft:                    | montaner Waldschwingel/Waldmeister-Buchenwald                                                                                                                                                                                                                                        |
| Standortstyp:                        | frischer, schattseitiger Hangstandort mit ziemlich guter Nährstoffversorgung aus schluffig-lehmigem, basenreichem Ausgangsgestein, Rahmenschema-Schlüsselziffer (19.4+ 6.3); Übergänge: Vergesellschaftung mit lehmigen (ohne Lösseinfluß) und schluffig-tonigen Verwitterungsdecken |

Tab. 1: Physikalische und chemische Eigenschaften des I. Exkursionsprofils, (schwach podsolige Braunerde auf Diabasfäule)

| Horizont               | Tiefe<br>cm | Proben-<br>tiefe.<br>cm | Skelett                                         | Textur (% der humusfreien Feinerde) |                  |      |                |                 |                 |                 |                                   |                 |
|------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
|                        |             |                         | %                                               | gS                                  | mS               | fS   | SS             | gU              | mU              | fU              | Ton                               |                 |
| 1                      | 2           | 2                       | 3                                               | 4                                   | 5                | 6    | 7              |                 |                 |                 | 9                                 |                 |
| Aeh                    | 0-5         | 0-5                     | 5                                               | 2,6                                 | 2,5              | 3,0  | 8,1            | 35,7            | 31,4            | 12,8            | 12,0                              |                 |
| AhBv                   | 5-20        | 10-15                   | 15                                              | 2,9                                 | 2,7              | 3,8  | 9,4            | 28,3            | 30,3            | 9,6             | 22,4                              |                 |
| Bv                     | 20-50       | 20-25                   | 20                                              | 3,1                                 | 3,0              | 3,7  | 9,8            | 30,2            | 27,6            | 8,8             | 23,6                              |                 |
| Bv                     | 50-90       | 30-35                   | 20                                              | 3,2                                 | 3,9              | 3,9  | 11,0           | 33,7            | 22,1            | 8,4             | 24,8                              |                 |
| CvBv                   | 90 +        | 60-65                   | 50                                              | 9,4                                 | 8,3              | 5,7  | 23,2           | 39,6            | 20,5            | 5,6             | 10,8                              |                 |
| Proben-<br>tiefe<br>cm | Horizont    | Dichte                  | Poren-<br>vol.                                  | Vol.-% Wasser bei ...               |                  |      |                | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Al <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> / Fe <sub>d</sub> | Mn <sub>o</sub> |
|                        |             | g/cm <sup>3</sup>       |                                                 | %                                   | pF               |      | mg/g           | mg/g            | mg/g            | mg/g            |                                   |                 |
| 2                      | 1           | 12                      | 13                                              | 0,6                                 | 1,8              | 2,5  | 4,2            | 18              | 29              | 20              | 21                                | 22              |
| 0-5                    | Aeh         | 0,95                    | 62                                              | 50                                  | 40               | 36   | 19             | 18,12           | 16,45           | 5,46            | 0,91                              | 0,27            |
| 10-15                  | AhBv        | 0,86                    | 67                                              | 56                                  | 46               | 41   | 19             | 14,88           | 11,82           | 8,58            | 0,79                              | 0,55            |
| 20-25                  | Bv          | 0,92                    | 64                                              | 61                                  | 48               | 42   | 19             | 13,41           | 10,30           | 9,51            | 0,77                              | 0,78            |
| 30-35                  | Bv          | 0,87                    | 67                                              | 54                                  | 37               | 32   | 18             | 12,33           | 7,04            | 9,63            | 0,57                              | 0,85            |
| 60-65                  | CvBv        | 1,27                    | 51                                              | 40                                  | 31               | 27   | 10             | 8,32            | 3,19            | 6,54            | 0,38                              | 0,24            |
| Proben-<br>tiefe cm    | Horizont    | pH                      | pH                                              | pH                                  | C <sub>org</sub> |      | N <sub>t</sub> | C / N           |                 | P <sub>t</sub>  | C / P                             |                 |
|                        |             | (H <sub>2</sub> O)      | (KCl)                                           | (CaCl <sub>2</sub> )                | %                |      | mg/g           |                 |                 | mg/g            |                                   |                 |
| 2                      | 1           | 23                      | 24                                              |                                     | 26               | 27   | 28             | 29              |                 |                 |                                   |                 |
| 0-5                    | Aeh         | 3,95                    | 3,29                                            | 3,44                                | 8,14             | 4,42 | 18,42          | 1,04            | 783             |                 |                                   |                 |
| 10-15                  | AhBv        | 4,4                     | 3,91                                            | 3,93                                | 3,84             | 2,54 | 15,12          | 0,79            | 486             |                 |                                   |                 |
| 20-25                  | Bv          | 4,57                    | 4,15                                            | 4,18                                | 2,98             | 2,26 | 13,12          | 0,86            | 347             |                 |                                   |                 |
| 30-35                  | Bv          | 4,57                    | 4,27                                            | 4,31                                | 1,85             | 1,62 | 11,42          | 0,86            | 215             |                 |                                   |                 |
| 60-65                  | CvBv        | 4,57                    | 4,28                                            | 4,32                                | 0,77             | 0,65 | 11,91          | 0,48            | 160             |                 |                                   |                 |
| Proben-<br>tiefe cm    | Horizont    | KAKeff                  | Austauschbare Kationen in mmol/kg (ohne Mangan) |                                     |                  |      |                |                 | BS              |                 |                                   |                 |
|                        |             | mmol/kg                 | H                                               | Fe                                  | Al               | Ca   | Mg             | K               | Na              | %               |                                   |                 |
| 2                      | 1           | 32                      | 33                                              |                                     | 34               | 35   | 36             | 37              | 38              | 39              |                                   |                 |
| 0-5                    | Aeh         | 210                     | 8,73                                            | 21,89                               | 163              | 8,23 | 4,61           | 0,91            | 0,71            | 6,9             |                                   |                 |
| 10-15                  | AhBv        | 116                     | -                                               | 0,8                                 | 108              | 2,69 | 1,43           | 0,97            | 0,38            | 4,7             |                                   |                 |
| 20-25                  | Bv          | 75                      | -                                               | 0,12                                | 70               | 2,21 | 0,69           | 0,95            | 0,3             | 5,6             |                                   |                 |
| 30-35                  | Bv          | 58                      | -                                               | 0,04                                | 54               | 2,16 | 0,37           | 0,85            | 0,26            | 6,3             |                                   |                 |
| 60-65                  | CvBv        | 36                      | -                                               | -                                   | 34               | 1,01 | 0,26           | 0,87            | 0,26            | 6,6             |                                   |                 |

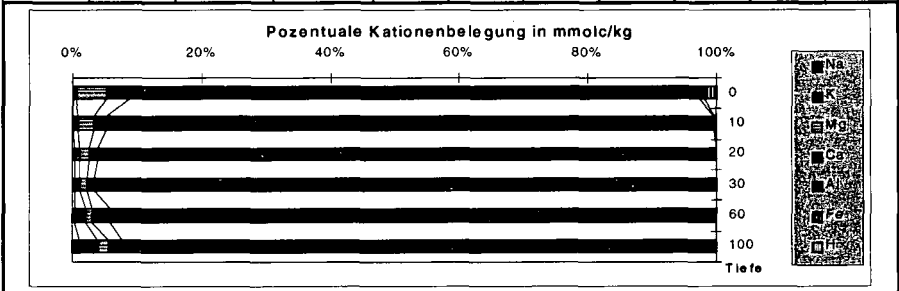
Pozentuale Kationenbelegung in mmolc/kg



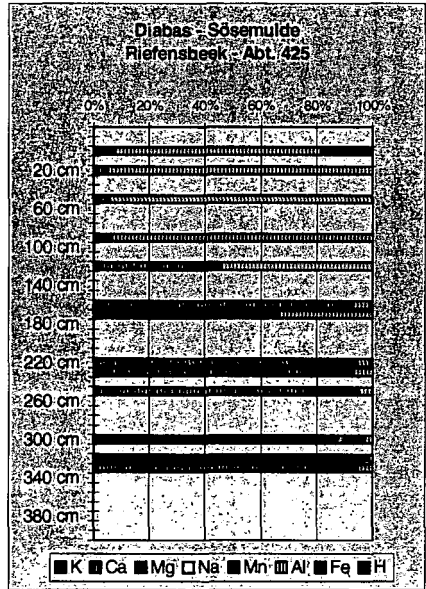
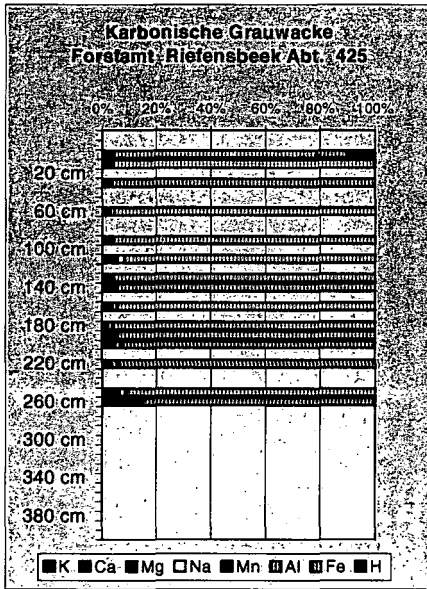
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung 2.<br>Exkursionsprofil: | Niedersächsisches Forstamt Riefensbeek, Abt. 480, Montane Harzlagen, Osthang, Höhe üb. NN 610 m,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| + 7-5,5 cm L                         | Nadelstreu, locker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| + 5,5-2,5 cm Of                      | Graswurzelfilz - teilweise Übergänge zu kompakter F-Lage, locker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| + 2,5-0 cm Oh                        | amorphe organische Substanz, stark bis sehr stark durchwurzelt, kantig brechbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 0-3 cm Aeh                           | dunkelbraun (10YR3.4); sandig toniger Lehm (Lts), schwach steinig, schwach ausgeprägtes Feinpolyeder-Gefüge, halboffen gelagert, gesch. TRD 0,9-1,0, mittel humos, sehr stark durchwurzelt, Übergang schwach wellig, undeutlich;                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3-45 cm AhBv                         | mittelbraun (10YR 5.8); mittel-sandiger Ton (Ts3) bis sandig toniger Lehm (Lts), mittel steinig, mäßig ausgeprägtes Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, gesch. TRD 1,1; schwach humos, stark bis sehr stark durchwurzelt, Übergang wellig, deutlich;                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 45-90 cm CvBv                        | mittel- bis hellbraun (10YR4.4); mittel-sandiger Ton (Ts3) bis sandig toniger Lehm (Lts), sehr stark steinig (grusig) (75%), Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, Gesch. TRD 1,2; humusfrei, schwach durchwurzelt, Übergang wellig fließend, undeutlich;                                                                                                                                                                                                                                              |
| 50-90 cm CvBv                        | hellbraun (10YR5.4); sandig toniger Lehm (Lts), mäßig bis stark steinig (35%), Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, gesch. TRD 1,3; sehr schwach humos bis humusfrei, schwach durchwurzelt, Übergang scharf, deutlich;                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 90 (+120) cm C                       | anstehendes Tonschiefer-Ausgangsgestein                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Ausgangsgestein:                     | schwach lößbeeinflusste Tonschiefer-Fließerde (oder schwach ausgeprägte kolluviale Decke) über anstehendem Tonschiefer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Stratigraphie:                       | Unterkarbon (cd)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Bodentyp:                            | podsolige Braunerde (p2BB)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Humusform:                           | feinhumusarmer Rohhumus (ROA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Vegetation:                          | Drahtschmiele (5), Harzer Labkraut, Fingerhut, Waldreitgras,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| pot. Waldgesellschaft:               | typ. artenarmer montaner Hainsimsen-Buchenwald,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Standortstyp:                        | mäßig frischer bis frischer, schattseitiger Hangstandort mit mäßig bis ziemlich guter Nährstoffversorgung aus schluffig-lehmigem, basenarmem Ausgangsgestein, Rahmenschema-Schlüsselziffer (19.3+2.2e); Übergänge: nach Norden Übergang in einen kolluvialen, frischen Hangmuldenstandort mit zeitweiligem Hangwasserzug; nach Süden in einen mäßig frischen, sonnseitigen Hangstandort mit schwacher bis mäßiger Nährstoffversorgung aus schwach verlehmttem oberdevonischem Kulmkieselschiefer |

Tab. 2: Physikalische und chemische Eigenschaften des 2. Exkursionsprofils (schwach podsolige Braunerde auf karbonischem Tonschiefer)

| Horizont               | Tiefe<br>cm | Proben-<br>tiefe.<br>cm | Skelett<br>%                                    | Textur (% der humusfreien Feinerde)                                              |                  |                |       |       |                 |                 |                 |                                   |                 |
|------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
|                        |             |                         |                                                 | gS                                                                               | mS               | fS             | SS    | gU    | mU              | fU              | T               |                                   |                 |
| 1                      | 2           | 2                       | 3                                               | 4                                                                                | 5                | 6              | 7     |       |                 |                 | 9               |                                   |                 |
| Aeh                    | 0-3         | 0-5                     | 5                                               | Nach Humuszerstörung und Ausgiebung zuwenig Feinbodenmaterial                    |                  |                |       |       |                 |                 |                 |                                   |                 |
| AhBv                   | 3-45        | 10-15                   | 10                                              | 4,0                                                                              | 5,1              | 2,6            | 11,7  | 6,7   | 15,9            | 24,3            | 41,4            |                                   |                 |
| AhBv                   |             | 20-25                   | 20                                              | 4,4                                                                              | 5,4              | 2,2            | 12,0  | 5,3   | 17,2            | 26,9            | 38,7            |                                   |                 |
|                        |             | 30-35                   | 40                                              | Auf Grund extrem hoher Skelettgehalte Bodenartenbestimmung methodisch fragwürdig |                  |                |       |       |                 |                 |                 |                                   |                 |
| CvBv                   | 45-90       | 60-65                   | 75                                              |                                                                                  |                  |                |       |       |                 |                 |                 |                                   |                 |
| Cv                     | 90+         | 100-105                 | >75                                             |                                                                                  |                  |                |       |       |                 |                 |                 |                                   |                 |
| Proben-<br>tiefe<br>cm | Horizont    | Dichte                  | Poren-<br>vol.                                  | Vol.-% Wasser bei                                                                |                  |                |       | pF    | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>o</sub> | Al <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> / Fe <sub>a</sub> | Mn <sub>o</sub> |
|                        |             | g / cm <sup>3</sup>     | %                                               | 0,6                                                                              | 1,8              | 2,5            | 4,2   | mg/g  | mg/g            | mg/g            |                 | mg/g                              |                 |
| 2                      | 1           | 12                      | 13                                              | 14                                                                               | 15               | 16             | 17    | 18    | 29              | 20              | 21              | 22                                |                 |
| 0-5                    | Aeh         |                         |                                                 |                                                                                  |                  |                |       | 20,83 | 16,50           | 5,16            | 0,79            | 0,58                              |                 |
| 10-15                  | AhBv        |                         |                                                 |                                                                                  |                  |                |       | 17,52 | 16,78           | 8,51            | 0,96            | 1,57                              |                 |
| 20-25                  |             |                         |                                                 |                                                                                  |                  |                |       | 24,00 | 15,94           | 8,31            | 0,66            | 1,69                              |                 |
| 30-35                  | AhBv        |                         |                                                 |                                                                                  |                  |                |       | 25,83 | 19,12           | 9,52            | 0,74            | 1,31                              |                 |
| 60-65                  | CvBv        |                         |                                                 |                                                                                  |                  |                |       | 21,88 | 17,40           | 9,34            | 0,80            | 4,14                              |                 |
| 100-105                | Cv          |                         |                                                 |                                                                                  |                  |                |       | 18,83 | 8,61            | 6,02            | 0,46            | 2,10                              |                 |
| Proben-<br>tiefe cm    | Horizont    | pH                      | pH                                              | pH                                                                               | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C / N |       | P <sub>i</sub>  | C / P           |                 |                                   |                 |
|                        |             | (H <sub>2</sub> O)      | (KCl)                                           | (CaCl <sub>2</sub> )                                                             | %                | mg/g           |       | mg/g  | mg/g            |                 |                 |                                   |                 |
| 2                      | 1           | 23                      | 24                                              |                                                                                  | 26               | 27             | 28    | 29    |                 |                 |                 |                                   |                 |
| 0-5                    | Aeh         | 4,27                    | 3,33                                            | 3,61                                                                             | 3,84             | 2,33           | 16,48 | 0,43  | 893             |                 |                 |                                   |                 |
| 10-15                  | AhBv        | 4,35                    | 3,56                                            | 3,77                                                                             | 2,59             | 1,88           | 13,78 | 0,47  | 551             |                 |                 |                                   |                 |
| 20-25                  |             | 4,42                    | ,83                                             | 3,96                                                                             | 1,72             | 1,56           | 11,03 | 0,51  | 337             |                 |                 |                                   |                 |
| 30-35                  | AhBv        | 4,38                    | 3,89                                            | 3,99                                                                             | 1,51             | 1,34           | 11,27 | 0,47  | 321             |                 |                 |                                   |                 |
| 60-65                  | CvBv        | 4,56                    | 4,12                                            | 4,16                                                                             | 1,64             | 1,52           | 10,79 | 0,72  | 228             |                 |                 |                                   |                 |
| 100-105                | Cv          | 4,65                    | 4,11                                            | 4,14                                                                             | 0,74             | 0,83           | 8,92  | 0,41  | 180             |                 |                 |                                   |                 |
| Proben-<br>Tiefe cm    | Horizont    | KAKeff                  | Austauschbare Kationen in mmol/kg (ohne Mangan) |                                                                                  |                  |                |       |       | BS              |                 |                 |                                   |                 |
|                        |             | mmol/kg                 | H                                               | Fe                                                                               | Al               | Ca             | Mg    | K     | Na              | %               |                 |                                   |                 |
| 2                      | 1           | 32                      | 33                                              |                                                                                  | 34               | 35             | 36    | 37    | 38              | 39              |                 |                                   |                 |
| 0-5                    | Aeh         | 233                     | 4,35                                            | 1,98                                                                             | 204              | 8,22           | 10,81 | 1,08  | 0,38            | 8,29            |                 |                                   |                 |
| 10-15                  | AhBv        | 203                     | 0,34                                            | 0,48                                                                             | 189              | 3,75           | 5,20  | 1,24  | 0,50            | 5,76            |                 |                                   |                 |
| 20-25                  |             | 133                     | -                                               | 0,12                                                                             | 127              | 1,79           | 2,04  | 1,05  | 0,45            | 4,00            |                 |                                   |                 |
| 30-35                  | AhBv        | 141                     | -                                               | 0,06                                                                             | 135              | 1,49           | 1,53  | 1,21  | 0,42            | 3,29            |                 |                                   |                 |
| 60-65                  | CvBv        | 80                      | -                                               | -                                                                                | 75               | 2,30           | 0,82  | 1,24  | 0,37            | 5,87            |                 |                                   |                 |
| 100-105                | Cv          | 72                      | -                                               | -                                                                                | 66               | 1,57           | 1,23  | 1,93  | 0,85            | 7,77            |                 |                                   |                 |



Wie aus den Analysen der vorgestellte Profilen erkennbar, sind die Oberböden des Harzes bis zu einer Tiefe von 100 cm zumeist vollständig durch Ma-Kationen (Al, Fe, Mn) belegt oder, in den humusbeeinflussten Bereichen, protoniert. Dominierendes Austausch-Kation ist Aluminium. Nur unter extrem versauerten Bedingungen findet sich auch Eisen am Austauscher. Unter den Mb-Kationen ist Kalium relativ am stärksten vertreten. Magnesium ist in geringen Mengen vorhanden.



Je nach Ausgangsgestein und dessen Verwitterungseigenschaften findet sich bei der Bodenanalyse eine Umkehr der Kationenbelegung des Austauschers in unterschiedlichen Bodentiefen. In Profil 1 ist die deutliche Zunahme der Mb-Kationenbelegung des Austauschers (K, Ca, Mg) ab etwa 120 cm Bodentiefe erkennbar. Bei deutlich abnehmender Höhe der Kationenhaustauschkapazität insgesamt erhöht sich der Anteil von Calcium und Magnesium zu Lasten des Aluminiums. Überschreitet die Summe der Mb-Kationen, definiert als Basensättigung, die Grenze von 80%, kann dieses als Grenze der Versauerungsfront (Malessa, 1993) betrachtet werden. Den Einfluß des Ausgangsgesteins dokumentiert die Darstellung der Kationenbelegung der Abbildung des Profils 2. In unmittelbarer Umgebung des oben abgebildeten Profils auf Diabas wurde ein Grauwackenprofil bis zur Tiefe von 260 cm beprobt und analysiert. Zwar zeigt sich in den tiefsten beprobten Bodenbereichen des Profils ein erkennbarer Anstieg der Mb-Kationensumme am Austauscher, die wie oben definierte Grenze der Versauerungsfront wurde bis zu dieser Bodentiefe jedoch noch nicht überschritten (Deutschmann u. Ludwig, 1999).

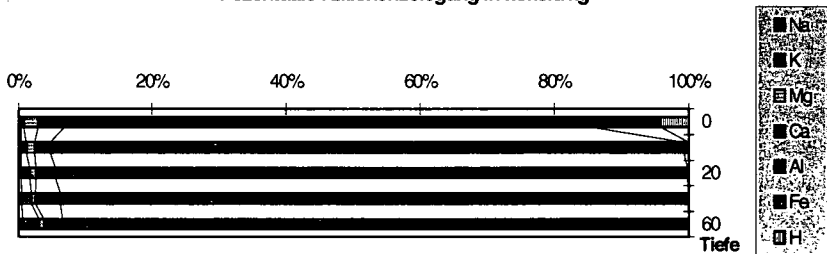
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung 3.<br>Exkursionsprofil: | Nationalpark Harz, Abt. 365, obermontane Harzlagen, ebene Lage, Höhe üb. NN 720 m,                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| + 15-12 cm L                         | Nadelstreu und Pflanzenreste, locker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| + 12-9 cm Of                         | Nadelstreu und Pflanzenreste, teilweise Übergänge zu kompakter F-Lage, locker                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| + 9-0 cm Oh                          | amorphe organische Substanz, stark durchwurzelt, kantig brechbar                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 0-5 cm (Ahe)Ae                       | dunkel- graubraun (7.5YR4.2); schluffig-lehmiger Sand (Slu), schwach grusig, kohärent-Gefüge, gesch. TRD 1,1; schwach humos, mittel durchwurzelt, Übergang wellig, deutlich;                                                                                                                                                                             |
| 5-10 cm Bhs                          | dunkelrotbraun (5YR3.3); sandig lehmiger Schluff (Uls), schwach grusig, Kohärent-Gefüge, Gesch. TRD 1,2; humusfrei, schwach durchwurzelt, Übergang wellig fließend, undeutlich;                                                                                                                                                                          |
| 10-20 cm Bs                          | gelblich-rotbraun (5YR5.6); sandig lehmiger Schluff (Uls), mittel grusig, gesch. TRD 1,3; sehr schwach humos, schwach durchwurzelt, Übergang wellig unscharf;                                                                                                                                                                                            |
| 20-55 cm Bv                          | gelbbraun (10YR5.8); sandig lehmiger Schluff (Uls), mittel grusig, Kohärent-Gefüge, gesch. TRD 1,4; humusfrei, sehr schwach durchwurzelt, Übergang wellig deutlich;                                                                                                                                                                                      |
| + 55 cm II BvCv                      | braungelb (10YR6.6), schluffig-lehmiger Sand (Slu) bis stark schluffiger Sand (Su4), stark grusig, gesch. TRD 1,6;                                                                                                                                                                                                                                       |
| Ausgangsgestein:                     | schwach lößbeeinflusste Granit-Fließerde über Verwitterungsdecke des Brocken-Granit                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Stratigraphie:                       | Oberkarbon (c), fein- bis mittelkörniges Intrusivgestein des Brocken-Granit                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bodentyp:                            | Braunerde-Podsol (BB-PP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Humusform:                           | feinhumusreicher Rohhumus (ROR) bis Feuchtrohumus                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Vegetation:                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| pot. Waldgesellschaft:               | artenarmer obermontaner Hainsimsen-Buchenwald im Übergang zu obermontanen Wollreitgras-Fichtenwälder                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Standortstyp:                        | frischer, mäßig bis schwach nährstoffversorgter Plateaustandort aus schwach schluffig lehmiger Fließerde über basenarmem Silikatgestein<br>Übergänge: In der Umgebung teilweise deutlich staufrische bis staunasse Plateaustandorte mit mehr oder weniger mächtiger Übergangsmoorauflage, im Südwesten Hochmoor mit noch weitgehend typischer Vegetation |

Tab. 3.: Physikalische und chemische Eigenschaften des 3. Exkursionsprofils,

(Braunerde Podsol auf fein- bis mittelkörnigem Brockengranit)

| Horizont        | Tiefe    | Proben-tiefe.         | Skelett                           | Textur (% der humusfreien Feinerde) |                      |                     |       |                     |                      |                      |                      |                                  |
|-----------------|----------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|-------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
|                 | cm       | cm                    | %                                 | gS                                  | mS                   | fS                  | SS    | gU                  | mU                   | fU                   | Ton                  |                                  |
|                 | 2        | 2                     | 3                                 | 4                                   | 5                    | 6                   | 7     |                     |                      |                      | 9                    |                                  |
| Aeh             | 0-10     | 0-5                   | 25                                | 24,0                                | 10,7                 | 4,6                 | 39,3  | 28,0                | 17,5                 | 4,4                  | 10,8                 |                                  |
| Bhs             | 10-20    | 10-15                 | 25                                | 16,1                                | 10,5                 | 4,5                 | 31,1  | 28,0                | 24,4                 | 6,0                  | 12,5                 |                                  |
| Bv              | 20-40    | 20-25                 | 35                                | 13,2                                | 9,5                  | 3,3                 | 26,0  | 30,1                | 19,6                 | 4,0                  | 14,7                 |                                  |
| IIBv            | 40-100   | 60-65                 | 50                                | 14,2                                | 7,7                  | 3,0                 | 25,0  | 33,4                | 24,1                 | 6,8                  | 10,8                 |                                  |
| III Cv          | 100-200  | 100+                  | >70                               | 27,3                                | 13,4                 | 3,1                 | 43,8  | 27,3                | 19,0                 | 2,0                  | 8,0                  |                                  |
| Proben-tiefe cm | Horizont | kf cm/s               | Dichte g/cm <sup>3</sup>          | Poren vol. %                        | Vol.-% Wasser bei pF |                     |       |                     | Fe <sub>d</sub> mg/g | Fe <sub>o</sub> mg/g | Al <sub>d</sub> mg/g | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|                 |          |                       |                                   |                                     | 0,6                  | 1,8                 | 2,5   | 4,2                 |                      |                      |                      |                                  |
| 2               | 1        |                       | 12                                | 13                                  | 14                   | 15                  | 16    | 17                  | 18                   | 29                   | 20                   | 21                               |
| 0-5             | Ahe      |                       | 0,9                               | 63                                  | 63                   | 53                  | 47    | 12                  | 4,43                 | 3,01                 | 2,02                 | 0,68                             |
| 10-15           | Bhs      |                       | 0,9                               | 66                                  | 63                   | 52                  | 44    | 20                  | 17,85                | 18,70                | 4,84                 | 1,05                             |
| 20-25           | Bs       |                       | 0,9                               | 65                                  | 65                   | 50                  | 45    | 21                  | 17,49                | 15,75                | 10,05                | 0,90                             |
| 30-35           | Bv       |                       | 1,2                               | 52                                  | 52                   | 40                  | 35    | 16                  | 9,79                 | 6,73                 | 9,72                 | 0,69                             |
| 60-65           | II BvCv  |                       | 1,7                               | 37                                  | 34                   | 25                  | 21    | 8                   | 3,84                 | 1,31                 | 3,95                 | 0,34                             |
| Proben-tiefe cm | Horizont | PH (H <sub>2</sub> O) | PH (KCl)                          | pH (CaCl <sub>2</sub> )             | C <sub>org</sub> %   | N <sub>t</sub> mg/g | C / N | P <sub>t</sub> mg/g | C / P                |                      |                      |                                  |
|                 |          |                       |                                   |                                     |                      |                     |       |                     |                      | 2                    | 1                    | 23                               |
| 0-5             | Ahe      | 4,12                  | 3,30                              | 3,35                                | 2,56                 | 1,25                | 20,48 | 0,20                | 1280                 |                      |                      |                                  |
| 10-15           | Bhs      | 4,12                  | 3,54                              | 3,60                                | 3,69                 | 1,72                | 21,45 | 0,31                | 1190                 |                      |                      |                                  |
| 20-25           | Bs       | 4,61                  | 3,95                              | 3,99                                | 3,81                 | 1,92                | 19,84 | 0,41                | 929                  |                      |                      |                                  |
| 30-35           | Bv       | 4,96                  | 4,30                              | 4,32                                | 2,52                 | 1,20                | 21    | 0,36                | 700                  |                      |                      |                                  |
| 60-65           | II BvCv  | 5,15                  | 4,48                              | 4,57                                | 0,30                 | -                   | -     | 0,19                | 158                  |                      |                      |                                  |
| Proben-tiefe cm | Horizont | KAKeff mmol/kg        | Austauschbare Kationen in mmol/kg |                                     |                      |                     |       |                     |                      | BS %                 |                      |                                  |
|                 |          |                       | H                                 | Fe                                  | Al                   | Ca                  | Mg    | K                   | Na                   |                      |                      |                                  |
| 2               | 1        | 32                    | 33                                |                                     | 34                   | 35                  | 36    | 37                  | 38                   | 39                   |                      |                                  |
| 0-5             | Ahe      | 96,07                 | 8,73                              | 21,89                               | 163,42               | 8,28                | 4,61  | 0,91                | 0,71                 | 11,38                |                      |                                  |
| 10-15           | Bhs      | 156,08                | -                                 | 0,80                                | 107,81               | 2,69                | 1,43  | 0,97                | 0,38                 | 10,71                |                      |                                  |
| 20-25           | Bs       | 124,85                | -                                 | 0,12                                | 69,59                | 2,21                | 0,69  | 0,95                | 0,30                 | 16,13                |                      |                                  |
| 30-35           | Bv       | 59,37                 | -                                 | 0,04                                | 53,88                | 2,16                | 0,37  | 0,85                | 0,26                 | 19,23                |                      |                                  |
| 60-65           | II BvCv  | 18,45                 | -                                 | -                                   | 33,82                | 1,01                | 0,26  | 0,87                | 0,26                 | 18,71                |                      |                                  |

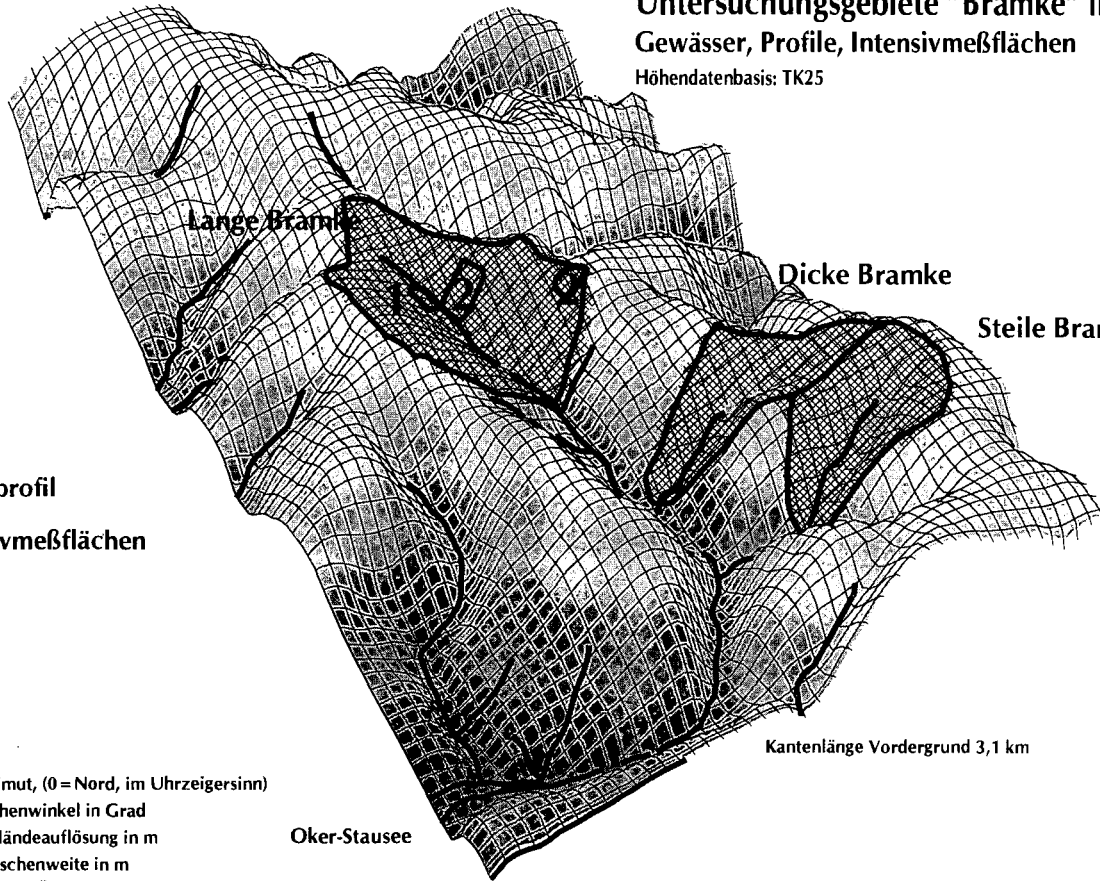
Pozentuale Kationenbelegung in mmol/kg





# Untersuchungsgebiete "Bramke" im Westharz

Gewässer, Profile, Intensivmeßflächen  
Höhendatenbasis: TK25



Lange Bramke

Dicke Bramke

Steile Bramke

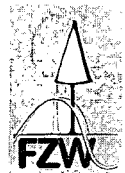
1 = Bodenprofil

2 = Intensivmeßflächen

120 Azimut, (0 = Nord, im Uhrzeigersinn)  
48 Höhenwinkel in Grad  
50 Geländeauflösung in m  
70 Maschenweite in m  
4 x fache Überhöhung

Oker-Stausee

Kantenlänge Vordergrund 3,1 km



## V. Untersuchungsgebiet Lange Bramke (Henning Meesenburg)

Das Untersuchungsgebiet Lange Bramke wurde 1948 nach einem Großkahlschlag als hydrologisches Wassereinzugsgebiet eingerichtet (Delfs et al. 1958). Das Gebiet umfaßt eine Fläche von 76 ha und liegt in einer Höhe zwischen 543 und 700 m ü. NN. Das Gebiet erstreckt sich in west-östlicher Richtung mit der Talöffnung nach Osten. Damit ist das Tal gegenüber westlichen Luftströmungen gut geschützt und offen gegenüber östlichen Strömungen. Durch die west-östliche Lage des Tales ergibt sich eine Aufteilung in einen nordexponierten und einen südexponierten Hang, welche jeweils etwa 1/3 der Fläche umfassen. Ein weiteres Drittel kann der Kammregion zugerechnet werden, die teilweise plateauartige Verflachungen aufweist.

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der Südostflanke des Oberharzer Devon-Sattels, der hier als unterdevonischer Kahlebergsandstein ansteht. Im Gebiet treten die Schalker, Giengelsberger und Nessigi-Schichten an die Oberfläche, die als quarzitische Sandsteine oder quarzitische Tonschiefer ausgebildet sind. Durch das Gebiet laufen zahlreiche Störungen. Das anstehende Gestein ist vollständig mit durchschnittlich 2-5 m mächtigen Lockergesteinsdecken überdeckt, welche sich im Normalfall in eine Zersatzzone, eine Hangschuttdecke und eine Fließerde gliedern lassen, die eine unterschiedlich starke Lößbeimengung aufweisen. Im 10 - 12 m breitem Talgrund hat sich eine 8 - 10 m mächtige, kolluviale Talfüllung akkumuliert (Hermann et al. 1989).

Das Einzugsgebiet der Lange Bramke wurde von Deutschmann (1987) basierend auf 25 Bodenprofilen und 100 Bohrungen boden- und standortkundlich kartiert. Podsole und Braunerde-Podsole sind mit ca. 60% flächenmäßig am stärksten vertreten. Darauf folgen mit ca. 30% Braunerden, die ebenfalls alle Merkmale einer Podsolierung aufweisen. Ranker-Braunerden treten auf kleiner Fläche dort auf, wo die Lockergesteinsdecke sehr geringmächtig (<60 cm) ist. Kleinflächig treten auch Pseudogleye auf, deren Wasserstau entweder durch eine tonige Verwitterungsdecke vermutlich tertiären Alters oder eine hohe Lagerungsdichte des gesamten Solums verursacht wird. In kleinen Taleinschnitten und Rinnen treten kleinflächig Kolluvien auf, die teilweise grundwasserbeeinflusst sind. Im Bereich der Talfüllung haben sich auch Moore mit einer Torfmächtigkeit von 50-100 cm akkumuliert. Ein kleines Hochmoor mit einer ca. 30 cm mächtigen Torfauflage hat sich auf einer Verebnung in der Kammregion entwickelt. Die Humusaufgaben sind ca. 9-12 cm mächtig und als Rohhumus oder rohumusartiger Moder ausgeprägt. Beide Humusformen zeigen deutliche Horizontübergänge, wobei der Rohhumus einen etwas kompakteren Oh-Horizont aufweist. Nach der Bodenkartierung beträgt die Feldkapazität im Mittel 150 mm mit einer Spannweite von 50 bis 300 mm. Als Bodenarten treten in den A- und B-Horizonten vorwiegend schluffige Lehme und lehmige

Schluffe auf. In den BvCv und Cv-Horizonten nehmen die Sandgehalte zu, so daß die Bodenart vorwiegend mäßig bis stark schluffiger Sand ist. Generell ist der Skelettgehalt der Böden sehr hoch.

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beschreibung Lange<br>Bramke Exkursionsprofil | Forstamt Clausthal Schulenberg montane Harzlagen, Nordnordost, Mittelhang, stark geneigt, Höhe üb. NN 600 m,                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| + 10 - 8 cm L                                 | Nadelstreu und Pflanzenreste, locker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| + 8 - 5 cm Of                                 | Nadelstreu und Pflanzenreste, teilweise Übergänge zu kompakter F-Lage, locker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| + 5 - 0 cm Oh                                 | amorphe organische Substanz, stark durchwurzelt, kantig brechbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 0-10 cm Aeh (Ahe)                             | dunkelbraun (10YR3.4); schluffiger Lehm (Lu), steinig (25%), kohärent-Gefüge, gesch. TRD 0,9; mittel humos, mittel durchwurzelt, Übergang wellig, undeutlich;                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10-20 cm Bhs                                  | mittelbraun (10YR 5.8); schluffig-lehmiger Sand (Slu), mittel steinig, mäßig ausgeprägtes Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, gesch. TRD 1,1; schwach humos, stark bis sehr stark durchwurzelt, Übergang wellig, undeutlich;                                                                                                                                                                                          |
| 20-40 cm Bv                                   | mittelbraun (10YR5.8); schluffig-lehmiger Sand (Slu), stark steinig (35 %), Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, Gesch. TRD 1,2; humusfrei, schwach durchwurzelt, Übergang gerade, deutlich;                                                                                                                                                                                                                           |
| 40-100 cm II Bv                               | mittelbraun (10YR5.8); schluffig-lehmiger Sand (Slu), stark bis sehr stark steinig (35%), Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, gesch. TRD 1,3; sehr schwach humos bis humusfrei, schwach durchwurzelt, Übergang scharf, deutlich;                                                                                                                                                                                      |
| 100-200 cm III Cv                             | Hangschotter, schluffig-lehmiger Sand (Slu), stark steinig, schwache Bodenentwicklung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Ausgangsgestein:                              | sehr schwach lößbeeinflusste devonische Tonschiefer-Fließerden über plattig-bankigem Sandstein und Quarzit                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Stratigraphie:                                | Unterdevon (du),                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Bodentyp:                                     | Mäßig podsolige Braunerde (p3B)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Humusform:                                    | feinhumusreicher Rohhumus (ROR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Vegetation:                                   | Fichte 100 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| pot. Waldgesellschaft:                        | artenarmer montaner Hainsimsen-Buchenwald                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Standortstyp:                                 | frischer, mäßig nährstoffversorgter schattseitiger Hangstandort aus schluffig - lehmiger Fließerde über tonig - lehmiger Tonschieferfließerde über basenarmem Silikatgesteinsschotter<br>Übergänge: im Norden in einen Hangmuldenstandort (Kolluvium) mit Grund- und Hangwasserzug, im Süden in einen frischen bis mäßig frischen Oberhang- bis Hangrückenstandort, flachgründig und schwächer nährstoffversorgt. |

Tab. 4: Physikalische und chemische Eigenschaften Exkursionsprofil Lange Bramke (mäßig podsolige Braunerde aus Fließberden devonischem Tonschiefer / Sandstein)

| Horizont               | Tiefe<br>cm | Proben-<br>tiefe.<br>cm         | Skelett                                         |                            | Textur (% der humusfreien Feinerde) |                        |       |      |                         |                         |                         |                                      |
|------------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
|                        |             |                                 | %                                               | gS                         | mS                                  | fS                     | SS    | gU   | mU                      | FU                      | Ton                     |                                      |
| 1                      | 2           | 2                               | 3                                               | 4                          | 5                                   | 6                      | 7     |      |                         |                         | 9                       |                                      |
| Aeh                    | 0-10        | 0-5                             | 23                                              | 5,5                        | 5,7                                 | 13,9                   | 25,1  | 29,7 | 26,7                    | n.b.                    | 18,4                    |                                      |
| Bhs                    | 10-20       | 5-10                            | 25                                              |                            |                                     |                        |       |      |                         |                         |                         |                                      |
|                        |             | 10-15                           | 25                                              |                            |                                     |                        |       |      |                         |                         |                         |                                      |
|                        |             | 25-30                           | 25                                              |                            |                                     |                        |       |      |                         |                         |                         |                                      |
| Bv                     | 20-40       | 30-35                           | 30                                              | 16,9                       | 10,8                                | 15,0                   | 42,7  | 22,4 | 14,9                    | 7,2                     | 12,8                    |                                      |
| II Bv                  | 40-100      | 60-65                           | 35                                              | 16,4                       | 10,0                                | 13,5                   | 39,9  | 20,8 | 15,2                    | 10,4                    | 13,6                    |                                      |
| III Cv                 | 100-105     | 100-105                         | >70                                             | 10,5                       | 12,6                                | 26,8                   | 49,9  | 24,4 | 11,3                    | 6,0                     | 8,4                     |                                      |
|                        |             | 140-145                         | >70                                             |                            |                                     |                        |       |      |                         |                         |                         |                                      |
| Proben-<br>tiefe<br>cm | Horizont    | Kf<br>cm/s                      | Dichte<br>g / cm <sup>3</sup>                   | Poren<br>vol.<br>%         | Vol.-% Wasser bei pF                |                        |       |      | Fe <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>o</sub><br>mg/g | Al <sub>d</sub><br>mg/g | Fe <sub>o</sub> /<br>Fe <sub>d</sub> |
|                        |             |                                 |                                                 |                            | Gesamtboden incl. Skelett           |                        |       |      |                         |                         |                         |                                      |
| 2                      | 1           |                                 | 12                                              | 13                         | 0,6                                 | 1,8                    | 2,5   | 4,2  | 18                      | 29                      | 20                      | 21                                   |
| 0-5                    | Aeh         |                                 | 0,71                                            | 55                         | 41                                  | 36                     | 23    | 13   | 23,89                   | 8,10                    | 4,33                    | 0,34                                 |
| 5-10                   |             |                                 |                                                 |                            |                                     |                        |       |      | 32,13                   | 17,87                   | 5,00                    | 0,56                                 |
| 10-15                  | Bhs         |                                 |                                                 |                            |                                     |                        |       |      | 29,29                   | 21,95                   | 5,95                    | 0,75                                 |
| 25-30                  |             |                                 |                                                 |                            |                                     |                        |       |      | 22,21                   | 7,97                    | 10,43                   | 0,36                                 |
| 30-35                  | Bv          |                                 | 0,92                                            | 48                         | 30                                  | 22                     | 20    | 12   | 20,51                   | 3,83                    | 8,45                    | 0,19                                 |
| 60-65                  | II Bv       |                                 | 1,3                                             | 34                         | 23                                  | 19                     | 12    | 7    | 17,00                   | 0,72                    | 3,36                    | 0,04                                 |
| 100-105                | III Cv      |                                 | 1,4                                             | 26                         | 18                                  | 12                     | 6     | 4    | 18,82                   | 0,82                    | 3,81                    | 0,04                                 |
| 140-145                |             |                                 |                                                 |                            |                                     |                        |       |      | 17,90                   | 0,84                    | 2,92                    | 0,04                                 |
| Proben-<br>tiefe cm    | Horizont    | pH<br>(H <sub>2</sub> O)        | pH<br>(KCl)                                     | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | C <sub>org</sub><br>%               | N <sub>t</sub><br>mg/g | C / N |      | P <sub>t</sub><br>mg/g  | C / P                   |                         |                                      |
|                        |             |                                 |                                                 |                            |                                     |                        |       |      |                         |                         |                         |                                      |
| 2                      | 1           | 23                              | 24                                              |                            | 26                                  | 27                     |       | 28   | 29                      |                         |                         |                                      |
| 0-5                    | Aeh         | 3,63                            | 2,62                                            | 2,86                       | 4,7                                 | 2,65                   |       | 17,7 | 0,45                    | 1044                    |                         |                                      |
| 5-10                   |             | 3,70                            | 2,81                                            | 3,02                       | 3,5                                 | 1,97                   |       | 17,6 | 0,45                    | 778                     |                         |                                      |
| 10-15                  | Bhs         | 3,84                            | 3,14                                            | 3,29                       | 3,2                                 | 1,88                   |       | 17,2 | 0,50                    | 640                     |                         |                                      |
| 25-30                  |             | 4,65                            | 4,24                                            | 4,25                       | 2,4                                 | 1,57                   |       | 15,5 | 0,58                    | 414                     |                         |                                      |
| 30-35                  | Bv          | 4,68                            | 4,30                                            | 4,33                       | 1,9                                 | 1,27                   |       | 14,8 | 0,52                    | 365                     |                         |                                      |
| 60-65                  | II Bv       | 4,72                            | 4,37                                            | 4,38                       | 0,2                                 | 0,49                   |       | 4,8  | 0,37                    | 54                      |                         |                                      |
| 100-105                | III Cv      | 4,63                            | 4,43                                            | 4,45                       | 0,2                                 | 0,44                   |       | 4,2  | 0,46                    | 44                      |                         |                                      |
| 140-145                | III C       | 4,63                            | 4,21                                            | 4,17                       | 0,1                                 | 0,36                   |       | 2,7  | 0,44                    | 23                      |                         |                                      |
| Proben-<br>tiefe cm    | Horizont    | KAKeff<br>mmol <sub>e</sub> /kg | Austauschbare Kationen in mmol <sub>e</sub> /kg |                            |                                     |                        |       |      |                         | BS<br>%                 |                         |                                      |
|                        |             |                                 | H                                               | Fe                         | Al                                  | Ca                     | Mg    | K    | Na                      |                         |                         |                                      |
| 2                      | 1           | 32                              | 33                                              |                            | 34                                  | 35                     | 36    | 37   | 38                      | 39                      |                         |                                      |
| 0-5                    | Aeh         | 152                             | 41                                              | 12                         | 95                                  | 1,3                    | 1,1   | 0,9  | 0,5                     | 3                       |                         |                                      |
| 5-10                   |             | 161                             | 27                                              | 9,5                        | 120                                 | 1,1                    | 0,8   | 0,9  | 0,5                     | 2                       |                         |                                      |
| 10-15                  | Bhs         | 162                             | 13                                              | 3                          | 139                                 | 0,8                    | 1,1   | 0,9  | 0,3                     | 2                       |                         |                                      |
| 25-30                  |             | 54                              | -                                               | -                          | 37                                  | 0,4                    | 0,3   | 0,6  | 0,3                     | 3                       |                         |                                      |
| 30-35                  | Bv          | 40                              | -                                               | -                          | 28                                  | 0,4                    | 0,3   | 0,5  | 0,2                     | 4                       |                         |                                      |
| 60-65                  | II Bv       | 24                              | -                                               | -                          | 10                                  | 0,5                    | 0,2   | 0,5  | 0,2                     | 6                       |                         |                                      |
| 100-105                | III Cv      | 13                              | -                                               | -                          | 12                                  | 0,3                    | 0,2   | 0,6  | 0,4                     | 10                      |                         |                                      |
| 140-145                | III C       | 20                              | -                                               | -                          | 18                                  | 0,3                    | 0,1   | 0,6  | 0,2                     | 10                      |                         |                                      |

Das Lange Bramke-Gebiet zeichnet sich durch ein kühl-feuchtes Klima mit mittleren Jahresniederschlägen von 1239 mm (1947-95) und einer Jahresmitteltemperatur von 5.9°C (Januar: -2.0°C, Juli 14,3°C) aus (Hauhs 1989). Die Niederschläge sind gleichmäßig über das Jahr verteilt und fallen zu ca. 30% als Schnee. Regelmäßig kommt es mehrmals im Winter zum völligen Abschmelzen der Schneedecke, häufig verursacht durch auf die Schneedecke fallenden Regen. Schnee- und Eisanhänge an den Fichtenkronen führen besonders in den Kammlagen häufig zu Kronenbrüchen. Die Winde wehen vorwiegend aus südwestlichen und westlichen Richtungen. Der Abfluß aus dem Lange Bramke-Einzugsgebiet beträgt im Mittel 674 mm/a (Schmidt 1997). Damit ergibt sich eine mittlere Differenz zwischen Niederschlag und Abfluß von 555 mm/a. Innerhalb der Lockergesteinsdecke herrscht eine vertikale Wasserbewegung vor (Hauhs 1985).

Das Gebiet liegt in der montanen bis hochmontanen Stufe und damit im Verzahnungsbereich montaner Buchenwälder und hochmontaner Fichtenwälder. Heute ist das Gebiet vollständig mit Fichte bestockt. Der Bestand ist aus einem Großkahlschlag hervorgegangen, der 1947 im Zuge von Reparationshieben der britischen Verwaltung durchgeführt wurde. Die Wiederaufforstung begann 1949 mit 3-4-jährigen Fichten. Das Einzugsgebiet ist heute mit einem nahezu gleichaltrigen Bestand bewachsen, der von Schneisen durchzogen wird, die etwa 10% der Fläche einnehmen. Der heutige Bestand ist mindestens die vierte Generation mehr oder weniger reiner Fichtenbestockung (Hauhs, in Vorb.). Für diesen Zeitraum (seit etwa 1620) wird eine mittlere Produktivität von 6 m<sup>3</sup>/ha/a geschätzt. Zusammen mit der ebenfalls recht gut rekonstruierbaren Depositionsgeschichte können die Stoffumsätze für einen sehr langen Zeitraum gut abgeschätzt werden. Ab Beginn der 80er Jahre wurden Symptome der neuartigen Waldschäden sichtbar, die sich vorwiegend in Form einer Nadelvergilbung äußerten. Zu Beginn des Auftretens der Vergilbungen war vor allem der südexponierte Hang betroffen. Später glichen sich die Unterschiede aus, wobei eine starke Heterogenität bestehen blieb.

Die Befürchtung beschleunigter Erosion und verstärkter Abflußspitzen nach dem Großkahlschlag führte 1948 unter der Leitung der Niedersächsischen Landesforstverwaltung zu der Einrichtung des Einzugsgebietes der Langen Bramke als Versuchgebiet zur Erforschung der Wirkung des Waldes auf den Wasserhaushalt (Delfs et al. 1958). Damit kann das Versuchsgebiet auf eine über 50-jährige Forschungsgeschichte zurückblicken. 1951 und 52 wurden auch die noch bewaldeten nahegelegenen Einzugsgebiete Steile Bramke und Dicke Bramke mit Meßwehren ausgestattet. Hier war vorgesehen, nach einer etwa 20-jährigen Eichperiode das Gebiet der Steilen Bramke abzuholzen, um auch Aussagen über den Wasserhaushalt vor einem Großkahlschlag treffen zu können. Dieser Versuch wurden nicht durchgeführt, weil der Bau des Oker-Grane-Stollens 1970 zu einer nachhaltigen

Veränderung des Wasserhaushalts der beiden Gebiete geführt hat. Der Stollen verläuft ca. 300 m unter dem Steile Bramke-Einzugsgebiet und hat zu einer deutlichen Verminderung der Abflüsse am Wehr geführt.

Seit 1977 werden auch Untersuchungen zum Stoff- und Bodenwasserhaushalt der Gebiete durchgeführt. 1981 wurde die Arbeitsgemeinschaft Oberharzer Untersuchungsgebiete gegründet, der das Institut für Bodenkunde und Waldernährung (Univ. Göttingen), die Bundesanstalt für Gewässerkunde (Koblenz), die Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen (Hildesheim) und das Institut für Geographie, Abt. Physische Geographie (TU Braunschweig) angehören. Das Monitoring zum Stoffhaushalt wurde 1988 vom Institut für Bodenkunde und Waldernährung an die Niedersächsische Forstlichen Versuchsanstalt (NFV) übergeben. 1992 wurde von der NFV eine Bodendauerbeobachtungsfläche im Rahmen des Niedersächsischen Bodenschutzprogramms auf einer bereits bestehenden Intensivmeßfläche eingerichtet (Meesenburg et al. 1997). Zwei weitere Intensivmeßflächen wurden von der NFV 1994 in das intensive Monitoring des Level II-Programms des ICP Forests der UN/ECE und der Europäischen Gemeinschaft eingebracht (Haußmann & Lux 1997). Seit 1986 werden gewässerkundliche Untersuchungen im Rahmen des ICP Freshwaters an der Langen Bramke und Dicken Bramke durchgeführt (Koordination Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Schnellbögl 1996). Das gesamte Einzugsgebiet der Steilen Bramke wurde 1989 mit einer Dosis von 16 t/ha gekalkt (Meesenburg & Meiwes, in Vorb.). Die Kalkgabe liegt weit über den in Niedersachsen praxisüblichen Kompensationskalkungen mit Kalkgaben von 3 to/ha.

Der Abfluß am Meßwehr Lange Bramke und Niederschlagsmengen werden seit 1948 erfaßt. Seit 1975 wird das Bachwasser der Langen Bramke und Dicken Bramke regelmäßig chemisch analysiert. 1982 wurde zusätzlich die Beprobung des Quellwassers der Langen Bramke und 1988 die des Bachwassers der Steilen Bramke aufgenommen. Intensivmeßflächen zum Stoff- und Bodenwasserhaushalt wurden 1974/75 an direkt gegenüberliegenden Hangteilen in nord- und südexponierter Lage angelegt (Flächen Nordhang und Südhang). 1986 kam die Intensivmeßfläche Kamm hinzu. Das Matrixpotential wurde anfangs mit Quecksilbertensiometern in wöchentlicher bis monatlicher Ablesung in hoher räumlicher Auflösung gemessen. Seit 1987 wird das Matrixpotential in geringer räumlicher Auflösung mittels Druckauflösertensiometern in hoher zeitlicher Auflösung (15 min) erfaßt. Die Meßtiefen sind -15, -25, -40, -60, -105 und -300 cm (jeweils ab Mineralbodenoberfläche). Bodenlösung wird seit 1977 (Fläche Kamm seit 1986) mit keramischen Saugkerzen gewonnen. Meßtiefen sind -20 cm (nur Kamm), -80 cm und -300 cm (seit 1988). Die atmogene Deposition wird seit 1977 im Freiland, seit 1981 auch im Bestand gemessen (Fläche Kamm seit 1986). Derzeit werden die Stoffeinträge im Bestand mit jeweils 15 Sammlern pro Fläche im Sommerhalbjahr und 10

Sammlern im Winterhalbjahr erfaßt. Der Streufall wird seit 1992 mit jeweils 12 Sammlern gemessen (Flächen Nordhang und Kamm). 1992 wurde das Monitoring der Stoffflüsse, das sich bisher auf die Hauptelemente beschränkte, um Schwermetalle (Pb, Cd, Zn, Ni, Cr, Cu, Mb) erweitert. Die Entwicklung der atmogenen Stoffeinträge im Gebiet der Lange Bramke ist nicht nur durch die industrielle Entwicklung seit Ende des letzten Jahrhunderts geprägt, sondern auch durch die über tausendjährige Geschichte des Harzer Bergbaus. Durch die Verhüttung schwefelhaltiger Erze wurden große Mengen Schwefel freigesetzt, die in der näheren oder weiteren Umgebung des Harzes deponiert wurden.

Seit 1977 sind die Stoffeinträge im Untersuchungsgebiet durch Messungen dokumentiert. In der exponierten Kammregion sind die Einträge deutlich höher als in den geschützten Tallagen. Auf der Südhang-Fläche sind die Stofffrachten trotz geringerer Niederschlagsmengen, wohl bedingt durch die höhere Stammzahl des Versuchsbestandes, etwas höher als auf der Nordhang-Fläche. Gegenüber dem Freilandniederschlag ergeben sich für SO<sub>4</sub> bis zu 4-fach höhere Einträge mit der Kronentraufe.

Die SO<sub>4</sub>-Einträge weisen seit Mitte der 80er Jahre einen stark rückläufigen Trend auf (Abb. 3). Der Rückgang ist in den Beständen gegenüber der Freiland-Deposition überproportional hoch. Damit einhergehend sind auch die Protoneneinträge deutlich zurückgegangen (Tab. 5). Einen rückläufigen Trend zeigen auch die Nährstoffkationen K, Mg und Ca. Die N-Einträge sind dagegen ebenso wie Mn nur leicht rückläufig oder mehr oder weniger gleichbleibend.

Tab. 5: Trend der Stofffrachten im Freilandniederschlag und Gesamtdosition (berechnet nach Ulrich 1991) im Gebiet der Langen Bramke im Zeitraum 1983 - 97 (Prüfung auf monotonen Trend mit Spearman's Rangkorrelationstest; FN Freilandniederschlag, GD Gesamtdosition, O kein signifikanter Trend, - signifikante Abnahme  $p \leq 0,05$ , -- hochsignifikante Abnahme  $p \leq 0,01$ ).

| Fluß                 | H <sub>2</sub> O | Na | K  | Mg | Ca | H <sup>+</sup> | Mn | NH <sub>4</sub> | NO <sub>3</sub> | SO <sub>4</sub> | Cl |
|----------------------|------------------|----|----|----|----|----------------|----|-----------------|-----------------|-----------------|----|
| FN                   | ○                | ○  | -- | -- | -- | --             | -  | -               | -               | --              | -- |
| GD Nordhang          | ○                | ○  | -- | -- | -- | --             | ○  | -               | ○               | --              | -- |
| GD Südhang           | -                | ○  | -- | -- | -- | --             | -  | -               | ○               | --              | -- |
| GD Kamm <sup>1</sup> | ○                | ○  | -- | -- | -- | --             | -  | ○               | --              | --              | -- |

<sup>1</sup> ohne 1983-85

Bis auf NO<sub>3</sub> werden im Langen Bramke-Gebiet am Südhang deutliche höhere Stoffkonzentrationen in der Bodenlösung (-80 cm) gefunden als am Nordhang. Die Konzentrationen an der Intensivmeßfläche Kamm liegen i.A. dazwischen. Die Unterschiede können darauf zurückgeführt werden, daß die Transpiration der Fichtenbestände am Südhang stärker ist als am Nordhang (Hauhs 1985) und damit zu einer stärkeren Konzentrierung der Bodenlösung führt.

Trotz z.T. deutlicher Rückgänge der Stoffeinträge lassen sich in der Bodenlösung bisher kaum zeitliche Trends nachweisen (Meeseburg et al. 1995). Am Nordhang trat zwischen 1988 und 92 ein  $\text{NO}_3$ -Peak auf, der bisher nicht eindeutig erklärt werden kann. Evtl. spielt hier ein lokaler Effekt eine Rolle, da dieses Phänomen auf den anderen Intensivmeßflächen nicht beobachtet wurde. Am Nordhang nahmen im Zeitraum 1981-94 die Mb-Kationen-Konzentrationen (K, Mg, Ca) zu. Am Südhang konnte dies nicht beobachtet werden. Hier nahmen die K-Gehalte sogar ab. Dagegen stiegen die  $\text{SO}_4$ - und in deren Folge die Al-Konzentrationen zu, obwohl im gleichen Zeitraum die  $\text{SO}_4$ -Einträge stark abgenommen haben. An der Intensivmeßfläche Kamm deutet sich seit ein paar Jahren ein Rückgang der  $\text{SO}_4$ -Konzentrationen an.

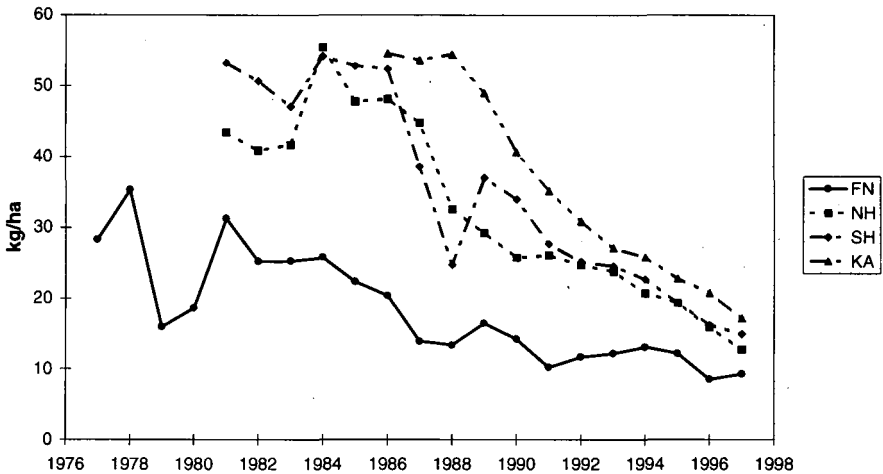


Abb. 3: Zeitreihen der  $\text{SO}_4$ -S-Einträge im Gebiet der Langen Bramke (FN Freilanddeposition, NH Gesamtdeposition Nordhang, SH Gesamtdeposition Südhang, KA Gesamtdeposition Kamm).

Oberflächengewässerproben werden regelmäßig an der Quelle der Langen Bramke (unterhalb Exkursionsprofil) und an den Meßwehren der Langen Bramke, der Dicken Bramke und der Steilen Bramke entnommen. Generell sind die Gehalte der Hauptelemente in der Dicken Bramke und Steilen Bramke höher als in der Langen Bramke (Tab. 6). In der Langen Bramke ist der pH-Wert und die Ca- und Mg-Konzentration an der Quelle niedriger als am Meßwehr, die Al und Mn-Gehalte höher. Saisonale Schwankungen der Ionenkonzentrationen sind insbesondere bei  $\text{NO}_3$ , K und DOC ausgeprägt, lassen sich aber auch bei vielen anderen Ionen feststellen (Abb. 4). Längerfristige Trends lassen sich vor allem beim  $\text{NO}_3$  beobachten. Einem Anstieg der Konzentrationen bis etwa 1987 folgte ein Rückgang bis 1994 (Abb. 2). Die derzeitige Entwicklung läßt sich noch nicht absehen. In Verbindung mit dem  $\text{NO}_3$ -Rückgang ist tlw. auch eine Abnahme der Gehalte von Ca, Mg, K, und Al zu beobachten.



Tab. 6: Mittlere chemische Zusammensetzung der Gewässer im Bramke-Gebiet (Zeitraum 10/87 - 4/96).

|                 |                                | Steile Bramke<br>Wehr | Dicke Bramke<br>Wehr | Lange Bramke<br>Wehr | Lange Bramke<br>Quelle |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| PH              |                                | 6.58                  | 6.10                 | 6.21                 | 4.55                   |
| H <sup>+</sup>  | [ $\mu\text{mol}_e/\text{l}$ ] | 0,34                  | 2,02                 | 1,25                 | 29,6                   |
| Ca              | [ $\mu\text{mol}_e/\text{l}$ ] | 462                   | 389                  | 195                  | 107                    |
| Mg              | [ $\mu\text{mol}_e/\text{l}$ ] | 456                   | 363                  | 161                  | 79                     |
| Na              | [ $\mu\text{mol}_e/\text{l}$ ] | 125                   | 123                  | 89                   | 85                     |
| K               | [ $\mu\text{mol}_e/\text{l}$ ] | 24                    | 24                   | 17                   | 16                     |
| Cl              | [ $\mu\text{mol}_e/\text{l}$ ] | 123                   | 124                  | 91                   | 91                     |
| NO <sub>3</sub> | [ $\mu\text{mol}_e/\text{l}$ ] | 157                   | 164                  | 42                   | 50                     |
| SO <sub>4</sub> | [ $\mu\text{mol}_e/\text{l}$ ] | 603                   | 539                  | 254                  | 277                    |
| ANC             | [ $\mu\text{mol}_e/\text{l}$ ] | 182                   | 71                   | 75                   | -131                   |
| Mn              | [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]     | 10                    | 50                   | 20                   | 290                    |
| Al              | [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]     | n.n.                  | n.n.                 | n.n.                 | 940                    |
| DOC             | [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]     | 1890                  | 1120                 | 1270                 | 1060                   |
| Norg            | [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]     | 140                   | 120                  | 100                  | 100                    |

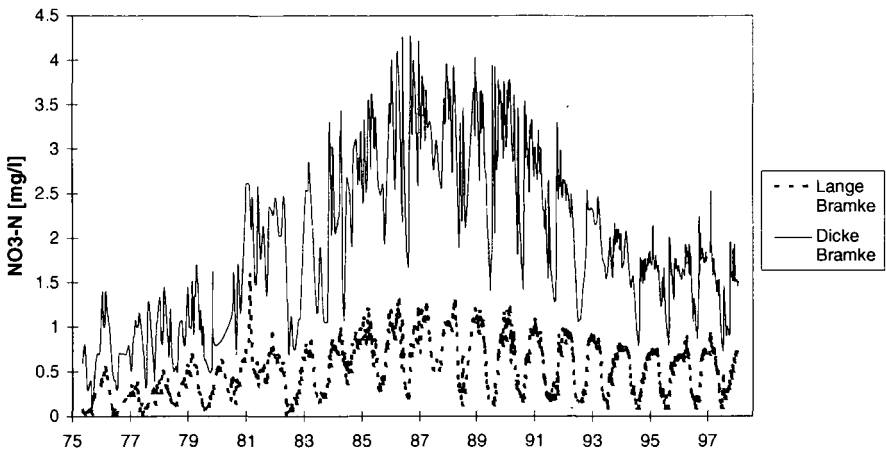


Abb. 4: Zeitreihen der NO<sub>3</sub>-N-Konzentrationen in der Langen Bramke und der Dicken Bramke.

Die Ökosystem-Vorräte der Bioelemente wurden aus intensiven bodenchemischen und Biomasse-Inventuren bestimmt (Tab. 7). Die Verteilung der Bioelemente auf die verschiedenen Ökosystem-

Kompartimente ist dabei recht unterschiedlich. Ca ist zu etwa 50% in der Baum-Biomasse gebunden. K und Mg sind überwiegend im Auflagehumus akkumuliert, während N und P vorwiegend im Mineralboden gespeichert sind. Die Mg-Vorräte sind als sehr gering einzustufen und werden als Ursache für einen ausgeprägten Mg-Mangel der Fichtennadeln der Versuchsbestände interpretiert. Wiederholte Bodeninventuren zwischen 1974 und 95 belegen einen fortschreitenden Basenverlust, der im Unterboden besonders ausgeprägt ist.

Tab. 7: Vorräte von Bioelementen (kg/ha) in Ökosystemkompartimenten im Lange Bramke-Gebiet (Probenahme Biomasse 1990-92, Auflagehumus und Mineralboden 1995, Mineralboden 0-50 cm, K, Mg, Ca, Na im Mineralboden austauschbare Kationen, ansonsten Gesamtgehalte, Rademacher et al., in Vorb.).

| Kompartiment    | N    | P    | K   | Mg  | Ca  | Na |
|-----------------|------|------|-----|-----|-----|----|
| Biomasse        | 665  | 60   | 242 | 39  | 259 | 8  |
| Auflagehumus    | 2383 | 121  | 351 | 86  | 175 | 17 |
| Mineralboden    | 3821 | 1207 | 105 | 17  | 76  | 28 |
| Ökosystemvorrat | 6868 | 1388 | 697 | 142 | 510 | 52 |

Innerhalb der Biomassekompartimente ist die Verteilung der Bioelemente ebenfalls unterschiedlich. Während Ca und Mg zu größeren Anteilen im Stammholz und der Stammrinde akkumuliert ist, sind N und P vor allem in den Nadeln und Wurzeln angereichert. K ist ebenfalls in den Nadeln, aber auch im Stammholz angereichert (Rademacher et al., in Vorb.).

Tab. 8: Mineralgehalte im Feinboden eines Bodenprofils auf der Intensivmeßfläche Lange Bramke Nordhang (Großkurth in Vorb.)

| Nr, | Horizont | Tiefe<br>cm | Mineralgehalte im Feinboden % |           |       |       |         | Σ  |
|-----|----------|-------------|-------------------------------|-----------|-------|-------|---------|----|
|     |          |             | Quarz                         | Orthoklas | Albit | Illit | Goethit |    |
| 1   | Aeh      | -2          | 63                            | 3,4       | 2,0   | 21,3  | 2,1     | 92 |
| 2   | Ae       | -5          | 63                            | 3,1       | 2,2   | 25,9  | 2,1     | 97 |
| 3   | Ae       | -10         | 62                            | 3,1       | 2,2   | 26,1  | 2,7     | 97 |
| 4   | Ae       | -15         | 57                            | 3,0       | 2,2   | 31,1  | 3,4     | 97 |
| 5   | Bsh      | -20         | 54                            | 3,1       | 2,7   | 32,4  | 4,9     | 97 |
| 6   | Bsh      | -25         | 52                            | 3,1       | 2,7   | 33,7  | 5,6     | 98 |
| 7   | Bsh      | -30         | 47                            | 3,0       | 2,6   | 36,5  | 7,4     | 96 |
| 8   | Bsh      | -40         | 44                            | 3,1       | 2,6   | 39,6  | 7,5     | 97 |
| 9   | BvCv     | -55         | 41                            | 4,0       | 3,2   | 42,3  | 6,8     | 97 |
| 10  | BvCv     | -70         | 37                            | 4,1       | 3,1   | 44,0  | 7,2     | 95 |
| 11  | Cv       | -100        | 35                            | 4,7       | 3,2   | 43,2  | 6,8     | 93 |

Tab. 8 gibt die quantitative mineralogische Zusammensetzung eines in unmittelbarer Nähe des Exkursionsprofils untersuchten Profils wieder (Großkurth in Vorb.). Danach wird das gesamte Profil von Quarz und Illit dominiert. Weitere Hauptbestandteile sind Orthoklas, Albit und Goethit. Die

mineralogische Zusammensetzung wurde als Input für die Modellierung der Verwitterungsrate mit dem geochemischen Modell PROFILE (Warfvinge & Sverdrup 1992) genutzt. Die Freisetzungsraten aus der Silikatverwitterung betragen für Ca 0,005 kmol<sub>e</sub>/ha, für Mg 0,03 kmol<sub>e</sub>/ha, für Na 0,024 kmol<sub>e</sub>/ha und für K 0,115 kmol<sub>e</sub>/ha. Die Säurepufferung durch die Silikatverwitterung beträgt damit 0,17 kmol<sub>e</sub>/ha.

Mit PROFILE wurde auch die Critical Load für die Säurebelastung des Standorts Lange Bramke Nordhang ermittelt. Als kritische Werte für die Ableitung der Critical Loads sind ein pH-Wert der Bodenlösung im Wurzelraum von 4,0, ein (Ca+Mg+K)/Al-Verhältnis von 1,0 oder eine Al-Konzentration von 0,2 mmol/l festgelegt (Hettelingh & de Vries 1991). Mit diesen kritischen Werten ergibt sich aus der PROFILE-Modellierung eine Critical Load für den Säureeintrag von 0,85 kmol<sub>e</sub>/ha. Die Critical Load wird bei einem aktuellen Säureeintrag von 2,93 kmol<sub>e</sub>/ha/a (1993-97) derzeit noch um über 2 kmol<sub>e</sub>/ha/a überschritten, woraus sich die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen zur Minderung der Säureinträge ergibt.

## Literatur

- Beese et al. (1996): Arbeitshefte Boden, Heft 2 1996, Herausgeber: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
- Benecke, P. u. Hauhs, M. (1985): Forsthydrologische und Stoffhaushaltsmessungen im Einzugsgebiet der Langen Bramke im Oberharz, Mitteilungen der Deutschen bodenkundlichen Gesellschaft, Band 42, Göttingen.
- Delfs, J.; W. Friedrich; H. Kieseckamp; A. Wagenhoff (1958): Der Einfluß des Waldes und des Kahlschlagelages auf den Abflußvorgang, den Wasserhaushalt und den Bodenabtrag: Ergebnisse der ersten 5 Jahre der forstlich-hydrologischen Untersuchungen im Oberharz (1948-1953). Aus dem Walde 3, Mitt. aus der Nds. Landesforstverwaltung, Hannover.
- Deutschmann, G. (1987): Bodenhydrologische Eigenschaften der Waldstandorte der Oberharzer Untersuchungsgebiete auf Grundlage der forstlichen Standortskartierung. Dipl.-Arbeit Inst. f. Geogr. TU Braunschweig, unveröff.
- Deutschmann, G., Ludwig, B. (1999): Composition of fine earth and rock fractions in some deep German soil profiles, (Veröffentl. in Vorbereitung)
- Eberl, C. (1998): Quantifizierung und Bewertung von Merkmalen forstlicher Standortstypen durch ökochemische Parameter im Westharz, Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme Reihe A, Band 151, Göttingen.
- Großkurth, G. (in Vorb.): Die Verteilung des chemischen und mineralogischen Stoffbestands in typischen Bodenprofilen der Standorte Fichte 1 (Solling) und Lange Bramke (Harz): Erkenntnisse zur Tonmineralverwitterung in stark versauerten Waldböden. Diss. Univ. Göttingen, in Vorb.
- Hauhs, M. (1985): Wasser- und Stoffhaushalt im Einzugsgebiet der Langen Bramke (Harz). Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme Band 17.
- Hauhs, M. (1989): Lange Bramke: an ecosystem study of a forested catchment. D.C. Adriano & M. Havas (eds.): Acidic precipitation Vol. 1 Case studies. New York, Springer, 275-305.

- Hauhs, M. (in Vorb.): History: An ecosystem and its past utilization. Hauhs, M., Meeseburg, H., Schmidt, S. (eds.): The Lange Bramke catchment: Ecosystem research and utilization in a changing environment, in Vorb.
- Haußmann, T. & Lux, W. (1997): Dauerbeobachtungsflächen zur Umweltkontrolle im Wald Level II: Erste Ergebnisse. Bundesministerium f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.).
- Herrmann, A.; J. Koll; Ch. Leibundgut; P. Maloszewski; R. Rau; W. Rauert; M. Schöniger; W. Stichler (1989): Wasserumsatz in einem kleinen Einzugsgebiet im paläozoischen Mittelgebirge (Lange Bramke, Oberharz): Eine hydrologische Systemanalyse mittels Umweltisotopen als Tracer. Landschaftsökologie und Umweltforschung 17.
- Hettelingh, J.-P. & de Vries, W. (1991): Mapping vademecum. CCE im RIVM Bilthoven, 86 S.
- Malessa, V. Andreae, H. (1990): Die Lage und Ausdehnung der Versauerungsfront in der Verwitterungsdecke von Diabas, Grauwacke/Tonschiefer und Quarzit an Beispielen aus der Sösemulde, Ber. des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe B Bd. 19, Göttingen.
- Meeseburg, H. & Meiwes, K.J. (in Vorb.): The liming experiment: An attempt to integrate the various aspects. Hauhs, M., Meeseburg, H., Schmidt, S. (eds.): The Lange Bramke catchment: Ecosystem research and utilization in a changing environment, in Vorb.
- Meeseburg, H.; K.J. Meiwes; P. Rademacher (1995): Long term trends in atmospheric deposition and seepage output in Northwest German forest ecosystems. Water, Air, and Soil Pollution 85, 611-616.
- Meeseburg, H.; K.J. Meiwes; A. Schulze; P. Rademacher (1997): Bodendauerbeobachtungsflächen auf forstlich genutzten Böden (BDF-F). Arb.-H. Boden 2/1997, 77-95.
- Mohr, Kurt (1984): Sammlung geologischer Führer – Harz, westlicher Teil; 4. Auflage, Gebr. Bornträger, Berlin, Stuttgart
- Rademacher, P.; Mench, A.; Meiwes, K.J.; Meeseburg, H.; Müller-Using, B. (in Vorb.): Element pools in soils and biomass. Hauhs, M., Meeseburg, H., Schmidt, S. (eds.): The Lange Bramke catchment: Ecosystem research and utilization in a changing environment, in Vorb.
- Schmidt, S. (1997): Zusammenhang von Wasser- und Stoffhaushalt in der Langen Bramke: Vergleich unterschiedlicher zeitlicher und räumlicher Maßstäbe. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A 146, S. 1-188, Anh. S. 1-125
- Schnelbögl, G. (1996): Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der ECE. Forschungsbericht Nr. 10204362, Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Wasserwirtschaft, München, 249 S.
- Ulrich, B. (1991): Rechenweg zur Schätzung der Flüsse in Waldökosystemen: Identifizierung der sie bedingenden Prozesse. Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme B 24, 204-210.
- Warfvinge, P. & Sverdrup, H. (1992) Calculating critical loads of acid deposition with PROFILE: A steady-state soil chemistry model. Water, Air, and Soil Pollution 63, 119-143.

# Exkursion G 5

## Solling

Exkursionsleitung: F. Beese<sup>1</sup>, G. Deutschmann<sup>2</sup>, K. J. Meiwes<sup>3</sup>

Unter Mitarbeit von: Ch. Eberl<sup>1</sup>, G. Grosskurth, H. Meesenburg<sup>3</sup>

### **Belastungen von Waldböden und deren Sanierung am Beispiel des Sollings**

#### **Inhalt:**

1. Einführung
2. Beschreibung des Exkursionsgebietes
  - 2.1 Geographische Lage
  - 2.2 Klima
  - 2.3 Wald- und Landschaftsgeschichte des Sollings
  - 2.4 Geologie
  - 2.5 Böden
3. Exkursionspunkte
  - 3.1 Belastung von Waldböden am Beispiel einer podsolierte Parabraunerde-Braunerde
  - 3.2 Experimentelle Ökosystemmanipulation (Dach-Experiment im Solling)
  - 3.3 Sanierung stark versauerter Waldstandorte
4. Literatur

1: Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Göttingen, Büsingenweg 2, 37077 Göttingen; Tel: 0551/399765,

E-mail: beese@ufobw8.uni-forst.gwdg.de

2: Von der IHK Hannover-Hildesheim öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger "Ökologischer Bodenschutz" (Bodengüte und Vorsorgemaßnahmen) Am Goldbrink 14, 49324 Melle Tel: 01713409428

3: Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Göttingen, Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen, Tel: 0551/6940166,

E-mail: meiwes@mammoth.uni-forst.gwdg.de

## 1. Einführung

Der Solling bildet die Wasserscheide zwischen der Weser im Westen und der Leine im Osten. Das Plateau des Hochsolling erhebt sich ca. 500 m über dem Meeresspiegel. Es wird aus Buntsandstein gebildet, dem teilweise eine unterschiedlich mächtige Lößdecke aufliegt. Aufgrund seines vergleichsweise rauhen Klimas, der verkehrsmäßig ungünstigen Lage und der nährstoffarmen Böden wurden frühere Besiedlungsversuche mit ackerbaulicher Nutzung immer wieder aufgegeben. Dauerhaft waren sie nur in den tieferen Lagen. Die Wälder des Solling wurden jedoch schon früh und in vielfältiger Weise intensiv genutzt. Sie waren einem jahrhundertelangen Raubbau unterworfen. Die Entlastung, die mit der Nutzung der Kohle als Energieträger und der Aufgabe als Waldweide für die Wälder eintrat, wurde schon bald durch eine andere Belastung abgelöst, deren Ausmaß und Wirkung erst vor 30 Jahren sichtbar wurde.

Als Ende der 60er Jahre die Wälder des Solling als Versuchsflächen für das Internationale Biologische Programm (IBP) ausgesucht wurden, ging man davon aus; daß hier die Möglichkeit bestand, naturnahe Buchenwälder mit Fichtenforsten auf basenarmen Standorten vergleichend zu studieren. Im Verlauf der intensiven Untersuchungen der Wirkungszusammenhänge von Waldökosystemen zeigte sich schon bald, daß dieses exponierte Plateau in intensiver Weise von Luftschadstoffen beeinflusst war, die aus den immens gesteigerten wirtschaftlichen Aktivitäten resultierten. Schwermetalle, Säurebildner und Stickstoff wurden in Maßen deponiert, die nicht ohne Folgen für die Stabilität und die nachhaltige Nutzung der Wälder bleiben konnten.

Aus den Erkenntnissen der Sollingforschung im Verein mit den überall sichtbar werdenden Waldschäden erwuchs die Waldschadensforschung und die Waldökosystemforschung in Deutschland. Die Exkursion soll einige bodenbezogene Aspekte, die sich in diesem Zusammenhang ergaben, präsentieren und zur Diskussion stellen.

## 2. Beschreibung des Exkursionsgebietes

### 2.2 Geographische Lage

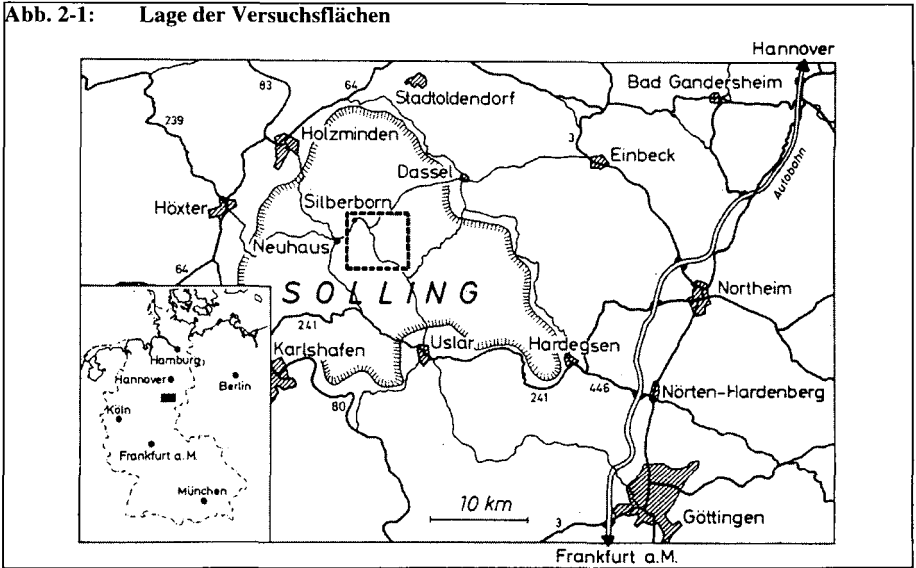
Die Versuchsflächen sind ca. 70 km von Hannover entfernt und gehören dem Hochsolling an, einer weiträumigen Hochfläche des aus Schichten des mittleren Buntsandsteines aufgebauten Sollinggewölbes. Sie liegen im Bereich des Blattes 4223 (Sievershausen) in einer Höhenlage von ca. 500 m ü. N.N. (Abb. 2-1).

### 2.2 Klima

Das Klima des Sollings weist aufgrund der verhältnismäßigen Nähe zum Meer (die Entfernung zur Nordseeküste beträgt ca. 250 km) überwiegend maritime Eigenschaften mit milden Wintern und kühlen Sommern auf (GRAVENHORST & SZAREJKO 1990). Trotz geringer Höhe (bis 528 m ü. NN) liegt der Solling schon im Bereich der montanen Klimastufe. Wie fast überall im norddeutschen Klimaraum herrschen auch im Solling Südwest- und Westwinde vor. Winde aus Osten und Südosten treten vor allem bei winterlichen Hochdruckwetterlagen auf und hatten große Bedeutung für die stofflichen Belastungen.

Das langjährige Mittel der Jahresniederschlagsmenge liegt im Bereich der Solling-Versuchsflächen bei 1088 mm (1931-1969, Station Torfhaus). Im Winterhalbjahr (Oktober bis März) fallen ca. 50 % der Jahresniederschläge. In den Sommermonaten liegt das Maximum in den Monaten Juni bis

Abb. 2-1: Lage der Versuchsflächen



August (29 % der Jahressumme). Diese Verteilung ist typisch für den westeuropäisch ozeanischen Klimabereich. Relativ trocken sind März, April und Mai. In der Vegetationszeit (Mai bis September) fallen im Mittel mit 471 mm ca. 43 % der Jahresniederschläge. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 6,4°C. In der Vegetationsperiode liegt das Temperaturmittel bei 13,5°C.

### 2.3 Wald- und Landschaftsgeschichte des Sollings

Nach pollenanalytischen Untersuchungen treten erste erkennbare anthropogene Veränderungen der natürlichen Buchenwälder ab 800 n. Chr. auf (ELLENBERG et al. 1986). Im Pollendiagramm sprechen Nichtbaumpollen für eine zunehmende Auflichtung der Wälder in den wärmeren Tieflagen, in denen sich Acker- und Viehbauern angesiedelt hatten. Erste Rodungen erfolgten im Bereich der auslaufenden Sollingtäler sowie an der alten Heerstraße von Lauenförde an der Weser über Schönhagen und Uslar nach Göttingen. Während der mittelalterlichen Rodungsperiode im 11. und 12. Jahrhundert besiedelte die Bevölkerung im westlichen Solling auch höhere Lagen. Infolge von Rodungen und rücksichtsloser Waldweide nahmen die Lichtholzarten Birke und Hasel rasch zu. Zwischen 1200 und 1400 wurden die meisten Siedlungen im Solling, wie auch in anderen Gebieten, wieder aufgegeben. Damit verbunden ging auch die Waldweide stark zurück. Erst im 15. und 16. Jahrhundert ist dann eine immer stärker werdende Verwüstung der Wälder durch Viehweide und Bauholznutzung feststellbar. Auch mittlere Höhenlagen waren davon betroffen. Aus schriftlichen Überlieferungen kann der Waldzustand um 1600 konstruiert werden. In den tieferen Randbereichen herrschten Eichen- und Eichenmischwälder vor. Die höher gelegenen Flächen waren mit Buchenwäldern bestockt. Die intensive Holznutzung und Waldweide, verstärkt durch Laubstreunutzung in Siedlungsnähe, setzte sich im 17. Jahrhundert in steigendem Ausmaß fort. Die Bezeichnung "Große Blöße" für einen ca. 2 km nördlich der Versuchsflächen gelegenen Forstort erinnert daran, daß der Wald einst fast ganz verschwunden war. In Folge dieser Nutzungen wurde der Solling weitgehend zum "parkähnlichen offenen Bauernwald". Erst seit dem 18. Jahrhundert

wurde die Waldzerstörung durch die Einführung der Fichte eingedämmt. Die Aufhebung der Waldweiderechte erfolgte erst relativ spät zwischen 1830 und 1880. Im 18. und 19. Jahrhundert wurden vor allem die nahezu baumfrei gewordenen Magerweiden, Heiden und Triften aufgeforstet. So entstanden auch die Fichtenbestände der Solling-Versuchsflächen durch Aufforstung einer beweideten Viehtrift, während die Buchenbestände aus Naturverjüngungen hervorgingen.

Einen bedeutenden Anteil an der Degradation der Bestände hatte auch der sehr großen Bedarf der Glashütten an Holzkohle und Brennholz. Die Glashütten nutzten die in den Gräben vorkommenden tertiären Sande. Wie stark die Wälder durch die Glasindustrie in Mitleidenschaft gezogen worden waren zeigt sich dadurch, daß sogar auf Torf aus Mooren als Brennmaterial zurückgegriffen werden mußte. Nach FEISE 1925 (zitiert aus ELLENBERG et al. 1986) wurde im Jahre 1397 erstmals eine Glashütte im Solling erwähnt. Die Blütezeit dieser Industrie lag zwischen 1650-1800.

Mit Brennholz und Holzkohle aus dem Solling wurden auch die im Umfeld gelegenen Salinen (z.B. in Salzderhelden) und Eisenhütten (z.B. in Uslar und Dassel) beliefert. Sogar zwischen der Erzproduktion des Harzes und der Holzkohlegewinnung im Solling gab es enge Zusammenhänge.

## 2.4 Geologie

Der geologische Untergrund der Versuchsflächen wird von der Hardegsen Abfolge und der Solling-Folge gebildet (Abb. 2-2) und kann wie folgt beschrieben werden (HERMANN 1974):

**Die Hardegsen Abfolge 4** (H4, Reinhardswald-Zyklus) besteht im wesentlichen aus einer Wechselfolge rotbrauner Ton-Schluff-Steine und stark verfestigter, rot bis rotvioletter Sandsteine. In die roten Sandsteine sind weiße Sandsteine geringer Mächtigkeit eingeschaltet.

**Die Wilhelmshausen-Bausandstein-Fazies** (S1,s, Weißvioletter Basissandstein) hat im Blattgebiet eine Mächtigkeit von 4-6 m und setzt sich aus einem tieferen, überwiegend violetten und einem höheren, überwiegend weißgrauen Teil, zusammen. In beiden treten häufig kaolinisierte Feldspäte und kaolinumrindete Quarze auf. Der Violette Basissandstein ist fein- bis mittelkörnig, lagenweise auch grobkörnig, während der Weißgraue Basissandstein eher feinkörnig und nur untergeordnet mittelkörnig ist. Beide Gesteine sind stark verfestigt und dickbankig. Sehr häufig können Glimmerlagen auf den Schichtflächen gefunden werden.

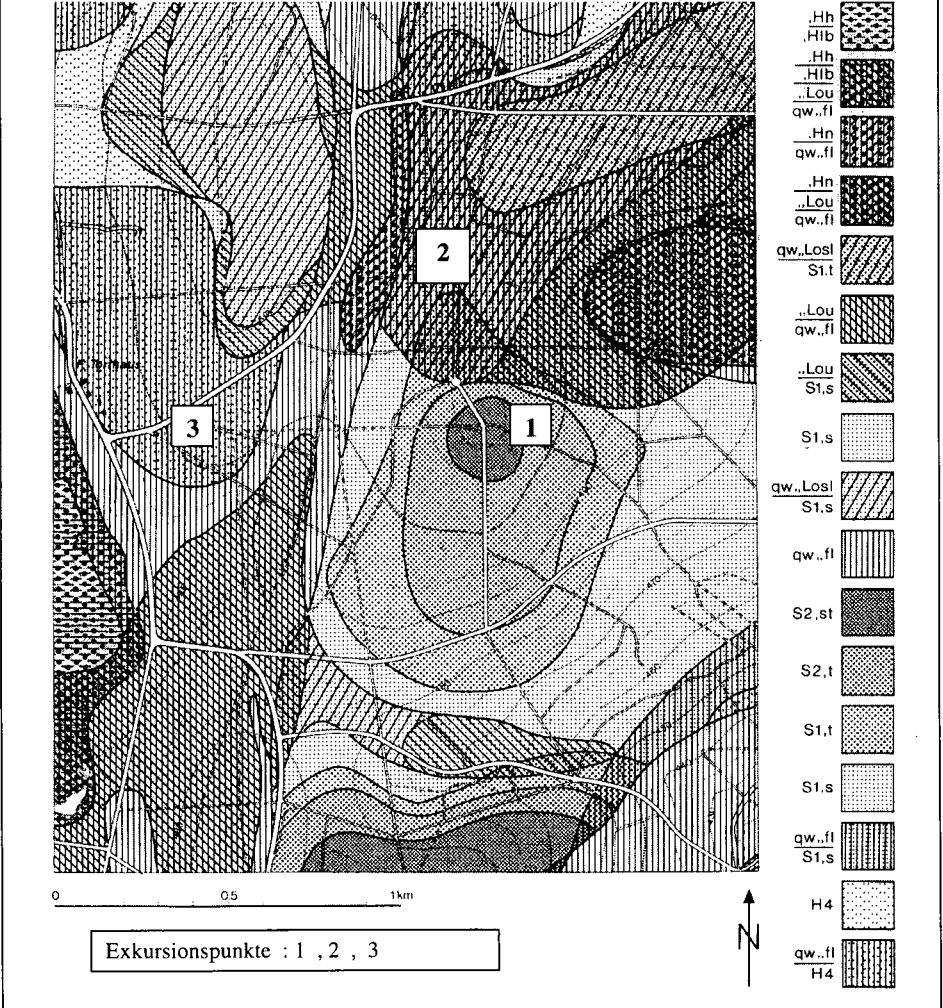
**Die Graue-Tonstein-Fazies** (S1,t) besteht aus schluffigen Tonsteinen der Mächtigkeit von 3-6 m. Im frischen Zustand weisen die Tonsteine einen merklichen Dolomitgehalt auf. Die Farbskala reicht von grünlichgrau, gelblichgrau, olivgrün, dunkelgrau bis schwarzgrau, im oberen Teil auch violettgrau. In die feinschichtige Schichtenfolge sind dünne, weißgraue Schluff- und Feinstsandlagen eingeschaltet. Häufig weisen die schluffigen Tonsteine senkrecht zur Schichtung liegende, mit größerem Material verfüllte Kompaktionsrisse auf.

**Die Rote Tonstein-Fazies** (S2,t) setzt sich vorwiegend aus tonigen Schluffsteinen und schluffigen Tonsteinen zusammen und hat eine Mächtigkeit von 5-10 m. Die Ton- und Schluffsteine sind vorherrschend rotbraun, seltener grünlichgrau. Untergeordnet treten auch cm- bis dm-mächtige Sandsteinlagen auf, die sich im Übergang zum hangenden Bausandstein häufen.

**Die Trendelburg-Bausandstein-Fazies** (S2, st) tritt als oberstes Schichtglied auf und ist 20-25 m mächtig. Der rotbraunviolette bis weißgraue Sandstein ist überwiegend feinkörnig. Wie beim Weißvioletten Basissandstein kommen auch hier kaolinisierte Feldspäte und kaolinumrindete Quarze vor. Der anstehende Buntsandstein wird von verschiedenen aufgebauten quartären Decksedimenten verhüllt. In der Geologischen Karte (1974) werden buntsandsteingeprägte **Solifluktionsbildungen** (qw, fl), **Plateaulöse** (qw, Losl) und **Schwemmlößablagerungen** („Lou) aufgeführt. Als jüngste Bildungen treten **Moore** (H) auf. Sie können als Sattelmoores auf wasserstauendem Schwemmlöß im Bereich von Wasserscheiden vorkommen, an das gehäufte Auftreten kleiner Hangquellen (Hangquellmoore) gebunden sein oder als Versumpfungsmoore in Tälern auftreten.



Abb. 2-2: Geologische Karte des Exkursionsgebietes (Ausschnitt aus der Geol. Karte 4223, Blatt Sievershausen, nach HERMANN 1974, verändert)



## 2.5 Böden

Das Sollingplateau ist durch eine geringe Reliefenergie gekennzeichnet. Es ist weitgehend eben oder es treten Hangneigungen von nur wenigen Prozent auf. In den Oberböden dominiert die Bodenart toniger Schluff, da die oberen Dezimeter überwiegend aus Lößmaterial bestehen, dem unterschiedliche Anteile an Buntsandsteinmaterial beigemischt sind. Der Untergrund wird überwiegend aus Fließerden aus Buntsandsteinmaterial mit z.T. geringen Lößbeimengungen gebildet. Diese Fließerden sind zum größten Teil stark verdichtet und stellen Staukörper unterschiedlicher Durchlässigkeit dar, die sich auf das Mosaik der Böden maßgeblich auswirken.

Bei einem Jahresniederschlag von im Mittel 1088 mm dominiert neben der Lößmächtigkeit das Hydroregime die Vergesellschaftung der Böden auf dem Plateau. Folgende Bodentypen sind anzutreffen (BENECKE 1986): Braunerden, Podsol-Braunerden, Parabraunerde-Braunerden, pseudovergleyte Braunerden, Pseudogley-Braunerden, schwache bis starke Pseudogleye, Stagnogleye, Anmoor- und Moorstagnogleye und Moore. Es dominieren die Braunerden mit unterschiedlichen Graden der Podsolierung, die ca. 2/3 der Fläche einnehmen. Der feinhumusreiche Moder ist die führende Humusform. Er ist auf ca. 1/3 des Plateaus anzutreffen, gefolgt von rothumusartigem Moder (25%) und von typischem Moder (25%). Die „schlechteren“ Humusformen treten dort auf, wo das Hydroregime in Richtung „naß“ verschoben ist. Die Buchen, die 15% des Plateaus einnehmen, stocken ausschließlich auf Braunerden, die überwiegend die Humusform typischer Moder aufweisen. Die gepflanzten Fichten sind auf allen Bodentypen anzutreffen. Dabei ist festzustellen, daß die älteren Bestände überwiegend auf Braunerden stocken, die offensichtlich zuerst bepflanzt wurden, während die Aufforstung sich nachfolgend auf alle Bodentypen erstreckte.

### Erläuterung Profil G-5.1 schwach podsolierte Parabraunerde-Braunerde

Dominierendes Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist Löß bis zu einer Tiefe von ca. 75 cm. In die überwiegend locker gelagerte Löß-Fließerde I sind graue Sandsteine eingemengt. Ab einer Tiefe von 60 cm (Btv-Horizont) befinden sich auf den Aggregatoberflächen dünne Tonbeläge. Ab 75 cm Tiefe folgt eine ca. 20 cm mächtige Buntsandstein-Löß-Fließerde (I-IIBtv-Hor.) mit erheblichen Anteilen grauer Tonsteine. In diesem I-IIBtv-Horizont sind die Toncutane ausgeprägter, und folglich ist die Matrix stärker aggregiert. Die zweite Fließerde (IIBvCv-Hor. 95-135 cm) ist parautochthon und setzt sich aus Feinmaterial und stark verwitterten roten Schluff- und Sandsteinen zusammen. Im Dünnschliffpräparat lassen sich auch hier Toncutane erkennen. Die darunter folgende Zersatzzone der Grauen-Tonstein-Fazies (IIIcCv-Hor.) hebt sich deutlich durch den klar erkennbaren Gesteinsverband und durch die grauen, Farbtöne ab. Auch hier dominieren Schluffsteine, zwischengeschaltete rote Sandsteinlagen sind seltener. Beide Gesteine umgibt eine lehmig sandige Matrix. Bei 280 cm Profiltiefe tritt ein markanter Wechsel auf. Unter einer 15 cm mächtigen, stark verwitterten Sandsteinschicht mit zwischengeschalteten, sehr feinen Schluffsteinlagen (IIIixCv-Hor.) folgt der bankig anstehende, außen rote, innen graue Sandstein (IVimCn-Hor.). Auf den Trennfugenflächen befinden sich wenige cm-mächtige Tonbestege.

Die Austauscherbelegung des Feinbodens und des Gesteins zeigen synchrone Verläufe (Abb. 3.1-1). Die austauschbaren Kationen im Gestein wurden nach DEUTSCHMANN et al. 1997 ermittelt. Die Versauerungsfront ( $M_b$ -Kationen < 80 %) ist auch in 360 cm Tiefe nicht erreicht.

Der im Feinboden bis 360 cm Tiefe berechnete Gesamtvorrat austauschbarer Elemente beträgt 883  $\text{kmol}_e\text{ha}^{-1}$  (Tab. 3.1-2). Aufgrund des im Anstehenden hohen Steingehaltes liegen ca. 50 % des Vorrates im Tiefenbereich 0-90 cm vor. Der Anteil basischer Kationen ist mit ca. 5 % sehr niedrig. Die austauschbaren Vorräte im Gestein nehmen mit zunehmender Profiltiefe, korrespondierend mit dem ansteigenden Steingehalt, zu. Als in der Gesamtmatrix (Gestein und Boden) akkumulierte mobilisierbare Säuremenge (Vorrat an  $M_a$ -Kationen) ergibt sich ungefähr 2500  $\text{kmol}_e\text{ha}^{-1}$ , wobei ca. 65 % im Gestein gespeichert vorliegen.

In unmittelbarer Profilnähe wird seit 1991 aus den Tiefen von 150, 200, 300, 400 und 500 cm mit jeweils 7 Saugkerzen Sickerwasser gewonnen. Die Beprobung der darüberliegenden Bereiche erfolgt in größerer Entfernung zum Profil. Im Sickerwasser ist ein Anstieg des pH-Wertes mit zunehmender Profiltiefe zu erkennen (Abb. 3.1-2). Erst ab einer Tiefe von 200 cm liegen die pH-Werte deutlich über 4,2. In 400 und 500 cm Tiefe unterscheidet sich der pH-Wert nur noch geringfügig. Deutliche Konzentrationszunahmen der  $M_b$ -Kationen und -abnahmen der  $M_a$ -Kationen treten in den Tiefen von 150 bis 300 cm auf. Beide Konzentrationsverläufe lassen sich durch Kationenaustausch erklären. Als Ursache des Konzentrationsmaximums von  $\text{SO}_4^{2-}$  und  $\text{Al}^{3+}$  in 100 cm Tiefe ließe sich eine Al-Sulfatauflösung vermuten.

### 3. Exkursionspunkte

#### 3.1 G-5.1 schwach podsolierte Parabraunerde-Braunerde

##### Standorts- und Profilbeschreibung

Ort: Fichtenbestand der Solling-Versuchsflächen  
 Vegetation: 118 jähriger Fichtenaltbestand  
 Gestein: Buntsandstein-Löß-Fließerden über Buntsandstein

|                          |            |                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| + L                      | 11-9 cm    | Fichtennadelstreu, locker gelagert                                                                                                                                                |
| + Of                     | 9-4 cm     | Nadelförna, schwach durchwurzelt, schichtige Lagerung                                                                                                                             |
| + Oh                     | 4-0 cm     | amorphe organische Substanz, stark durchwurzelt, kompakte Lagerung                                                                                                                |
| Ahe                      | 0-10 cm    | 7,5R3/2, stark toniger Schluff, kohärent-subpolyedrisches Gefüge, stark durchwurzelt, ebene deutliche Grenze                                                                      |
| Bsv                      | 10-15 cm   | 7,5YR5/6, stark toniger Schluff, kohärent-subpolyedrisches Gefüge, stark durchwurzelt, ebene diffuse Grenze                                                                       |
| Al-Bv                    | 15-60 cm   | 10YR5/6 mittel toniger Schluff, kohärent-subpolyedrisches Gefüge, schwach durchwurzelt, vereinzelt Oxidations- und Reduktionsmerkmale, wellige deutliche Grenze                   |
| Btv                      | 60-75 cm   | 10YR6/4 schluffiger Lehm, subpolyedrisch-polyedrisches Gefüge, sehr schwach durchwurzelt, wellige diffuse Grenze                                                                  |
| I-IIBtv                  | 75-95 cm   | 5YR5/4 schwach sandiger Lehm, subpolyedrisch-polyedrisches Gefüge, keine Wurzeln, wellige deutliche Grenze                                                                        |
| IIBv-Cv                  | 95-135 cm  | 2,5YR4/3, mittel sandiger Lehm, subpolyedrisch-polyedrisches Gefüge, keine Wurzeln, ebene scharfe Grenze                                                                          |
| IiCv                     | 135-235 cm | 2,5YR4/4 und 5YR6/2 Feinboden nur auf den Schichtflächen, stark lehmiger Sand, ebene diffuse Grenze                                                                               |
| IiixCv                   | 235-280 cm | 2,5YR4/4 und 5YR6/2 Feinmaterial nur auf den Schichtflächen, stark lehmiger Sand, ebene scharfe Grenze                                                                            |
| IIIixCv                  | 280-295 cm | 10R4/4, Feinmaterial nur auf den Schichtflächen, sandig toniger Lehm (Fingerprobe), ebene scharfe Grenze                                                                          |
| IVim Cn                  | 360+ cm    | 10R4/4, Feinmaterial nur auf den Schichtflächen, sandig toniger Lehm bis lehmiger Sand (Fingerprobe)                                                                              |
| Bodentyp                 | KA4        | schwach podsolierte Parabraunerde-Braunerde PP-LL-BB                                                                                                                              |
| Bodentyp                 | FAO        | Spodic Dystric Cambisol                                                                                                                                                           |
| Humusform                | KA4        | rohhumusartiger Moder MRR                                                                                                                                                         |
| Substrattyp              | KA4        | Schutführender Löß p-(n)ö                                                                                                                                                         |
| Forstlicher Standortstyp |            | frische bis vorratsfrische Plateaustandorte mit guter bis mäßiger Nährstoffversorgung aus über 70 cm mächtigen, steinigen Lössfließerden, Rahmenschema-Schlüsselziffer: 9.4-.3.1s |

**Tab. 3.1-1: Physikalische, chemische und mineralogische Eigenschaften des Profils G-5.1**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett |       | Textur (% der humusfreien Feinerde)* |       |       |       |       | Ton   | Σ S   | Σ U   |
|----------|-------------|---------|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          |             | Gew. %  | gS    | mS                                   | fS    | gU    | mU    | fU    |       |       |       |
| Ahe      | 10          | 5       | 0     | 2                                    | 6     | 47    | 17    | 8     | 20    | 8     | 72    |
| Bsv      | 15          | 15      | 1     | 2                                    | 6     | 47    | 17    | 8     | 19    | 9     | 72    |
| Al-Bv    | 60          | 10      | 3     | 2                                    | 6     | 46    | 17    | 10    | 16    | 11    | 73    |
| Btv      | 75          | 33      | 5     | 6                                    | 8     | 39    | 15    | 9     | 18    | 19    | 63    |
| I-IIBtv  | 95          | 66      | 4     | 9                                    | 15    | 23    | 14    | 12    | 23    | 28    | 49    |
| IIbV-Cv  | 135         | 57      | 11    | 15                                   | 19    | 12    | 12    | 12    | 19    | 45    | 36    |
| IIIcV    | 235         | 90      | 17    | 18                                   | 18    | 10    | 10    | 11    | 16    | 53    | 31    |
| IIIXCv   | 280         | 96      | 20    | 20                                   | 14    | 8     | 10    | 12    | 16    | 54    | 30    |
| IIIIXCv  | 295         | 96      | n. b. | n. b.                                | n. b. | n. b. | n. b. | n. b. | n. b. | n. b. | n. b. |
| IVimCn   | 360+        | 96      | n. b. | n. b.                                | n. b. | n. b. | n. b. | n. b. | n. b. | n. b. | n. b. |

| Horizont | pH Feinboden       | pH Fb | pH Fb  | pH Skelett         | C <sub>org</sub> ** | N <sub>t</sub> ** | C / N** | P <sub>t</sub> |
|----------|--------------------|-------|--------|--------------------|---------------------|-------------------|---------|----------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) | (CaCl) | (H <sub>2</sub> O) | %                   | mgg <sup>-1</sup> |         |                |
| Ahe      | 3,7                | 2,8   | 3,0    | 4,3                | 3,81                | 2,05              | 18,6    |                |
| Bsv      | 4,3                | 4,1   | 4,3    | n. b.              | 2,08                | 1,3               | 16,9    |                |
| Al-Bv    | 4,3                | 4,1   | 4,3    | 4,6                | 0,89                | 0,8               | 11,1    |                |
| Btv      | 4,2                | 3,9   | 3,9    | 4,6                | 0,35                | 0,3               | 11,3    |                |
| I-IIBtv  | 4,2                | 3,8   | 3,9    | 4,6                | 0,19                | 0,3               | 6,0     |                |
| IIbV-Cv  | 4,2                | 3,6   | 3,8    | 4,4                | n. b.               | n. b.             | n. b.   |                |
| IIIcV    | 4,4                | 3,7   | 3,9    | 4,4                | n. b.               | n. b.             | n. b.   |                |
| IIIXCv   | 4,9                | 3,9   | 3,9    | 4,6                | n. b.               | n. b.             | n. b.   |                |
| IIIIXCv  | 5,2                | 4,5   | 4,6    | 5,0                | n. b.               | n. b.             | n. b.   |                |
| IVimCn   | 4,7                | 3,8   | 4,2    | 5,3                | n. b.               | n. b.             | n. b.   |                |

| Horizont | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol.kg <sup>-1</sup> im Feinboden |     |     |      |      |     |     |      | BS |
|----------|-----------------------|--------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|----|
|          | mmol.kg <sup>-1</sup> | H                                                            | Na  | K   | Ca   | Mg   | Fe  | Mn  | Al   |    |
| Ahe      | 120                   | 29,2                                                         | 1,4 | 0,5 | 3,3  | 1,1  | 9,4 | 0,0 | 75,6 | 5  |
| Bsv      | 53                    | 0,0                                                          | 2,5 | 0,6 | 1,0  | 0,7  | 0,5 | 0,6 | 47,3 | 9  |
| Al-Bv    | 30                    | 0,0                                                          | 0,4 | 0,6 | 0,0  | 0,2  | 0,0 | 0,2 | 28,9 | 4  |
| Btv      | 58                    | 0,0                                                          | 0,6 | 1,5 | 0,0  | 0,2  | 0,0 | 0,2 | 55,8 | 4  |
| I-IIBtv  | 75                    | 0,0                                                          | 1,0 | 2,3 | 0,0  | 0,3  | 0,0 | 0,4 | 70,7 | 5  |
| IIbV-Cv  | 83                    | 0,0                                                          | 0,6 | 2,6 | 0,0  | 0,5  | 0,0 | 0,5 | 78,6 | 4  |
| IIIcV    | 78                    | 0,0                                                          | 0,5 | 2,1 | 0,6  | 1,4  | 0,0 | 0,4 | 73,0 | 6  |
| IIIXCv   | 76                    | 0,0                                                          | 0,6 | 2,6 | 12,8 | 20,1 | 0,0 | 0,5 | 38,9 | 48 |
| IIIIXCv  | 9                     | 0,0                                                          | 0,9 | 0,2 | 3,1  | 2,5  | 0,0 | 1,1 | 1,3  | 74 |
| IVimCn   | 47                    | 0,0                                                          | 0,1 | 0,8 | 9,2  | 8,8  | 0,0 | 1,0 | 26,5 | 42 |

| Horizont | TRD               | Porenvol. | Vol. - % Wasser bei pF*** |       |       |       | Kaolinit* | Illite <sup>(1)</sup> * | Quarz* | Feldspat* |
|----------|-------------------|-----------|---------------------------|-------|-------|-------|-----------|-------------------------|--------|-----------|
|          | gcm <sup>-3</sup> | %         | 0,7                       | 1,7   | 2,5   | 4,2   | Gew %     | Gew %                   | Gew %  | Gew %     |
| Ahe      | 0,95              | 64,19     |                           |       |       |       | 2         | 13                      | 63     | 11        |
| Bsv      | 1,10              | 59,41     | 53                        | 43    | 35    | 20    | 2         | 15                      | 60     | 13        |
| Al-Bv    | 1,31              | 51,66     | 48                        | 40    | 33    | 20    | 1         | 20                      | 56     | 13        |
| Btv      | 1,53              | 43,54     |                           |       |       |       | 1         | 33                      | 48     | 10        |
| I-IIBtv  | 1,70              | 37,27     | 34                        | 33    | 32    | 27    | 1         | 46                      | 38     | 6         |
| IIbV-Cv  | 1,73              | 36,16     | 37                        | 33    | 30    | 27    | 2         | 54                      | 30     | 4         |
| IIIcV    | 1,59              | 41,33     | 34                        | 31    | 29    | 27    | 3         | 55                      | 29     | 4         |
| IIIXCv   | 1,64              | 39,48     | n. b.                     | n. b. | n. b. | n. b. | 2         | 56                      | 27     | 5         |
| IIIIXCv  | 1,90              | 29,89     | n. b.                     | n. b. | n. b. | n. b. | n. b.     | n. b.                   | n. b.  | n. b.     |
| IVimCn   | 1,90              | 29,89     | n. b.                     | n. b. | n. b. | n. b. | n. b.     | n. b.                   | n. b.  | n. b.     |

(1)bis einschließlich I-IIBtv-Hor. Illite und Illit/Bodenchlorit-Wechselagerungen

\*Grosskurth 1999; \*\*F1-Fläche (1995), \*\*\*Benecke 1978

Tab. 3.1-2: Austauschbare Elementvorräte im Feinboden und Gestein des Profils G-5.1

| Tiefe<br>cm | Austauschbare Elementvorräte im Feinboden kmol,ha <sup>-1</sup>  |      |       |      |       |     |      |      |         |                    |                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------|------|-------|------|-------|-----|------|------|---------|--------------------|--------------------|
|             | H                                                                | Na   | K     | Ca   | Mg    | Fe  | Mn   | Al   | KAKeff. | M <sub>a</sub> -K. | M <sub>b</sub> -K. |
| 0-30        | 26,3                                                             | 3,3  | 1,5   | 3,5  | 1,5   | 8,7 | 0,7  | 144  | 189     | 179                | 10                 |
| 30-60       | 0,0                                                              | 1,5  | 2,0   | 0,0  | 0,5   | 0,0 | 0,6  | 101  | 106     | 102                | 4                  |
| 60-90       | 0,0                                                              | 1,8  | 4,4   | 0,0  | 0,6   | 0,0 | 0,5  | 147  | 154     | 148                | 7                  |
| 90-200      | 0,0                                                              | 2,7  | 10,6  | 0,2  | 2,4   | 0,0 | 1,9  | 327  | 345     | 329                | 16                 |
| 200-360     | 0,1                                                              | 1,1  | 2,2   | 8,5  | 11,0  | 0,0 | 1,0  | 64   | 88      | 65                 | 23                 |
| 0-90        | 26,3                                                             | 6,6  | 7,8   | 3,5  | 2,7   | 8,7 | 1,8  | 392  | 450     | 429                | 21                 |
| 0-200       | 26,3                                                             | 9,3  | 18,5  | 3,6  | 5,0   | 8,7 | 3,7  | 719  | 794     | 758                | 36                 |
| 0-360       | 26,4                                                             | 10,4 | 20,7  | 12,1 | 16,0  | 8,7 | 4,7  | 784  | 883     | 824                | 59                 |
| cm          | Austauschbare Elementvorräte im Gestein in kmol,ha <sup>-1</sup> |      |       |      |       |     |      |      |         |                    |                    |
|             | H                                                                | Na   | K     | Ca   | Mg    | Fe  | Mn   | Al   | KAKeff. | M <sub>a</sub> -K. | M <sub>b</sub> -K. |
| 0-30        | 0,2                                                              | 0,6  | 0,6   | 1,5  | 0,1   | 0,0 | 0,2  | 4    | 7       | 5                  | 2                  |
| 30-60       | 0,0                                                              | 1,0  | 0,9   | 2,6  | 0,1   | 0,0 | 0,3  | 6    | 11      | 6                  | 5                  |
| 60-90       | 0,0                                                              | 4,6  | 5,6   | 1,6  | 0,8   | 0,0 | 0,9  | 54   | 67      | 54                 | 13                 |
| 90-200      | 0,0                                                              | 26,1 | 49,2  | 3,4  | 10,0  | 0,0 | 3,2  | 730  | 822     | 733                | 89                 |
| 200-360     | 0,0                                                              | 40,2 | 45,9  | 73,1 | 155,0 | 0,0 | 11,6 | 852  | 1178    | 864                | 314                |
| 0-90        | 0,2                                                              | 8,0  | 9,5   | 5,5  | 1,3   | 0,0 | 1,7  | 81   | 108     | 83                 | 24                 |
| 0-200       | 0,2                                                              | 31,9 | 55,9  | 8,4  | 11,0  | 0,0 | 4,5  | 791  | 903     | 796                | 107                |
| 0-360       | 0,2                                                              | 72,2 | 101,9 | 81,4 | 166,0 | 0,0 | 16,1 | 1644 | 2081    | 1660               | 421                |

Abb. 3.1-1: Profil der Austauscherbelegung im Feinboden und Gestein des Profils G-5.1

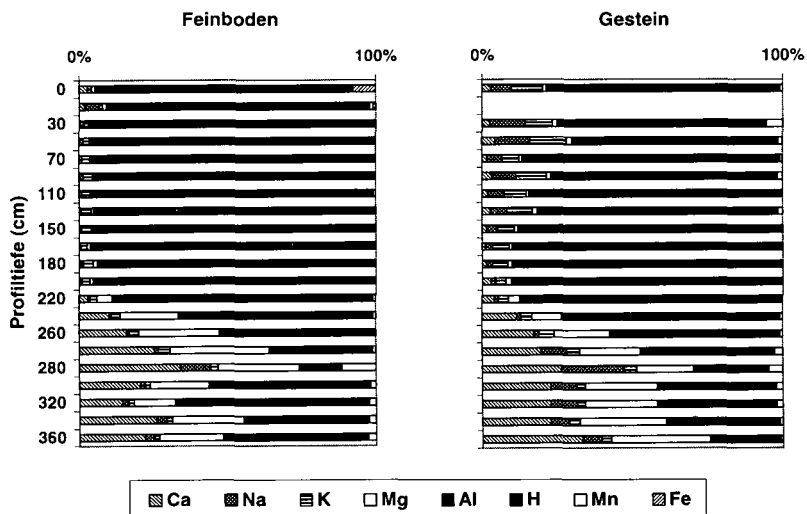
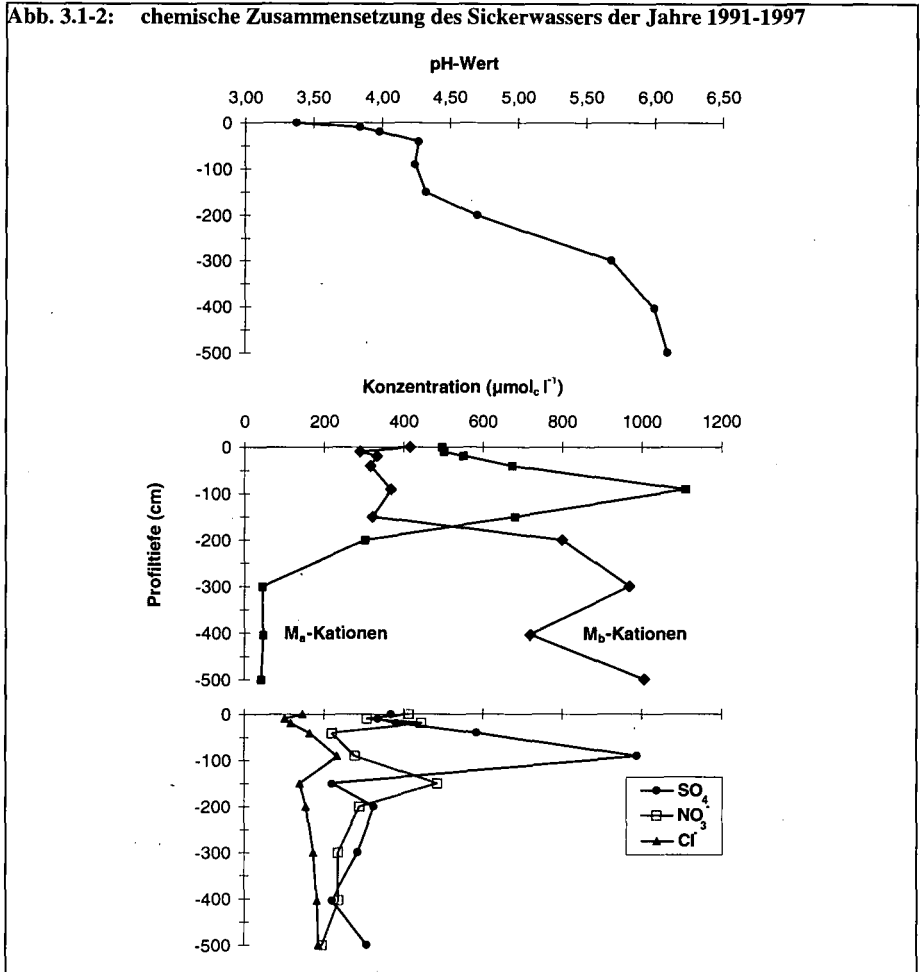


Abb. 3.1-2: chemische Zusammensetzung des Sickerwassers der Jahre 1991-1997



### 3.2 G-5-2 Experimentelle Ökosystemmanipulation (Dachexperiment)

Der Solling war zu Beginn der Untersuchungen durch hohe Säure- und Stickstoffeinträge charakterisiert. Die Schwefeldeposition ist von Werten von  $90 \text{ kg S ha}^{-1}$  um  $2/3$  gefallen. Die N-Depositionen sind nahezu konstant bei  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  geblieben. Dabei verteilt sich der Eintrag auf  $\text{NH}_4\text{-N}$  und  $\text{NO}_3\text{-N}$  zu jeweils 50%. Bei einer Festlegung von nur  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$  im Zuwachs der Bestände wird die "Überdüngung" sichtbar.

Diese Befunde führten zur Einrichtung eines Großversuchs, um zum einen die Wirkung vorindustriellem Niederschlags auf mittelalte Bestände zu studieren und zum anderen die Wirkung von Trockenperioden auf ökophysiologische Prozesse zu untersuchen.

## Organisation

Das Dachprojekt ist im „Forschungszentrum Waldökosysteme“ der Universität Göttingen angesiedelt und wird vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) und dem Land Niedersachsen gefördert. Es ist vorerst eine Laufzeit von 10-15 Jahren geplant.

Im Jahr 1989 wurde mit der Flächenauswahl, dem Aufbau der drei je 300 m<sup>2</sup> großen Dächer und des Maschinenhauses mit Entsalzungs- und Beregnungsanlage sowie der übrigen Messeinrichtungen begonnen. Seit Sommer 1991 sind die Komponenten des „Großexperiments“ im Einsatz. Der Kran für die Messungen im Kronenraum wird seit dem Frühjahr 1992 betrieben.

Im Dachprojekt werden die bodenchemischen und die bodenphysikalischen Untersuchungen durch das Institut für Bodenkunde und Waldernährung, die ökophysiologischen Untersuchungen am Baum und in dessen Kronenraum (CO<sub>2</sub>- und H<sub>2</sub>O-Gaswechsel) und die Wurzeluntersuchungen vom Institut für Waldbau, die Untersuchungen der Bodenfauna vom 2.Zoologischen Institut und die der Bodenflora vom Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Göttingen durchgeführt.

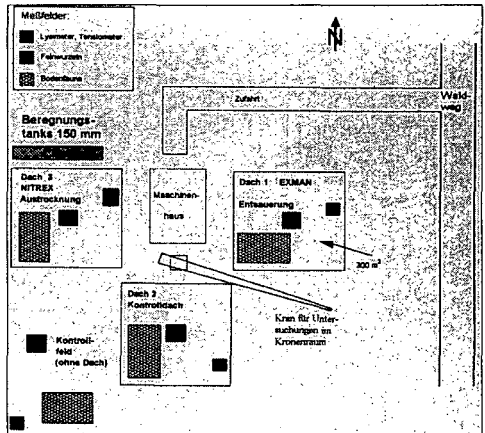
## Versuchsaufbau

### D0 – Null-Fläche ohne Dach:

Ohne Eingriffe den natürlichen Bedingungen im Solling ausgesetzt.

### D1 – Entsauerungsdach:

Die mit Hilfe der Dachkonstruktion aufgefangenen Bestandesniederschläge (Kronentraufe) werden in einer Entsalzungsanlage demineralisiert und anschließend mit einer Nährstofflösung und mit Natronlauge versetzt und unter dem Dach wieder verregnet. Die Zusammensetzung des Regens entspricht etwa vorindustriellen Bedingungen. Die manipulierte Kronentraufe enthält 6mal weniger Sulfat, 5mal weniger Nitrat und kein Ammonium. Der pH-Wert ist wesentlich höher.



### D2 – Nulldach:

Die aufgefangenen Niederschläge werden ohne Änderung von Qualität und Quantität, also in gleicher Menge und chemischer Zusammensetzung wie auf D0 unter dem Dach verregnet. Es dient zur Überprüfung der Effekte von Dachkonstruktion und Beregnungsanlage.

### D3 – Austrocknungs-/ Wiederbefeuchtungsdach

Zur experimentellen Auslösung eines Versauerungsschubes können die Niederschläge in Vorrattanks gesammelt und später wieder verregnet werden. Die chemische Zusammensetzung der Bestandesniederschläge wird nicht verändert. Hier können lange Trockenperioden simuliert werden. Die Reaktion von Boden, Wurzeln und Bestand auf die Austrocknung und die Wiederbefeuchtung werden erfaßt.

Die Fichtenbestände auf den Dachflächen waren zu Beginn der Versuche 60 Jahre alt und gehörten der zweiten Fichtengeneration an. Die Fichten fallen in mittlere Schadklassen (2-3). Ältere Fichtennadeln zeigen typische Gelbverfärbungen an der Oberseite als Zeichen eines Magnesiummangels. Nadelverluste treten selten auf.

Die Erkenntnisse und Hypothesen zur Reaktion von Ökosystemen auf Umweltveränderungen basierten weitestgehend auf den Ergebnissen der messenden Beobachtungen, wie sie im Rahmen des Solling-Projektes seit 1969 stattfinden. Stoffhaushaltsmessungen, wie sie im Solling für Waldökosysteme entwickelt wurden, gaben erste Hinweise auf die Bodenversauerung durch Stoffeinträge (Schwefel und Stickstoff).

Durch experimentelle Manipulation des Stoffhaushalts können wichtige Hypothesen der Waldschadens- und Ökosystemforschung im Freiland direkt getestet werden. Gegenüber Laborversuchen hat dies den Vorteil des relativ unveränderten Gesamtsystems. Der experimentellen Manipulation unter Feldbedingungen kommt eine wachsende Bedeutung als Methode der Ökosystemforschung zu.

Eine typische Hypothese, die aus den Langzeit-Untersuchungen im Solling abgeleitet werden kann, ist die folgende: unter dem langanhaltenden Einfluß deponierter Säuren versauern die Waldböden. Dies führt zu Nährstoffmangel oder -ungleichgewicht und Wurzelschäden. Eine starke Reduktion von Emission und Deposition würde zu einer langsamen Regeneration des chemischen Bodenzustandes durch die natürliche Säureneutralisationskapazität der Böden führen und dadurch die Vitalität der Bestände erhöhen.

Eine weitere Hypothese in der Waldschadensforschung besagt, daß die Wiederbefeuchtung eines stark ausgetrockneten Bodens zu einer ökosystem-internen Bodenversauerung durch Anregung der Nitrifikation führt. Nicht versauerte Böden können solche bodeninternen Streßfaktoren unschädlich abpuffern. In stark anthropogen belasteten Böden führen Versauerungsschübe zu zusätzlichen Wurzelschäden und einer Zunahme der oberirdisch meßbaren Veränderungen.

Vor dem Hintergrund des Dachprojektes werden die vielfältigen Ergebnisse dieses Experiments vorgestellt und mit den Exkursionsteilnehmern diskutiert. Zusammenfassende Resultate finden sich in der AFZ/Der Wald Nr. 2/1999.

### **3.3 G-5.3 Sanierung stark versauerter Waldstandorte**

#### **3.3.1 Einleitung**

Die Böden im Hochsolling sind stark versauert und an kationischen Nährstoffen verarmt. Damit ist eine Verflachung des Wurzelsystems der Bäume verbunden. Das bedeutet, dass die Bäume mit ihrem Wurzelsystem aus einem kleineren Bodenvolumen ihren Wasser- und Nährstoffbedarf decken müssen. Dem entsprechend sind solche Standorte gegenüber Nährstoffmangel und Trockenstreß weniger gut gepuffert.

Da die Versauerung die treibende Kraft der Bodendegradation ist, ist bei der Regradation der Böden die Anreicherung von Säureneutralisierungskapazität die Vorbedingung dafür, dass die biologischen Bodenprozesse unter Bedingungen höherer Elastizität ablaufen können. Die Säurepufferung durch Verwitterung liegt in der Größenordnung der Versauerung durch Biomasseentzug mit dem Derbholz. Deshalb ist nicht zu erwarten, dass solche stark versauerten Böden innerhalb einiger Jahrzehnte von sich aus in einen Zustand höherer Elastizität gelangen. Insofern besteht lediglich die Möglichkeit, die Regradation der Böden mit der Zufuhr von Basen und Nährstoffen mittels Kalk- und anderen Düngemitteln in Gang zu setzen und mit waldbaulichen Mitteln wie Baumartenwahl oder Förderung der Bodenvegetation zu begleiten.

Eine Bodenregradation ist auch unter den Bedingungen der forstlichen Kalkungspraxis ein lang dauernder Prozess, weil der Kalk in kleinen ( $3 \text{ t ha}^{-1}$ ), zeitlich gestreckten ( $> 10$  Jahre) Gaben auf



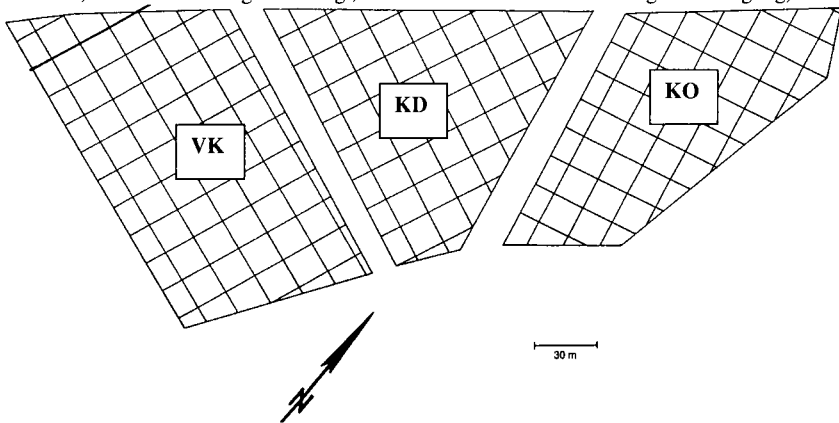
der Bodenoberfläche ausgebracht wird und die Lösungsprodukte des Kalkes nur langsam in tiefere Bodenschichten gelangen. Eine schnelle Entsauerung ist nur möglich, wenn man ausreichende Mengen Kalk in den Boden einmischt. Im Folgenden wird ein Experiment zur Regradation eines stark versauerten Bodens dargestellt, in dem größere Mengen Kalk in den Mineralboden eingemischt wurden, um die Basensättigung innerhalb kurzer Zeit auf ca. 50 % der effektiven Kationenaustauschkapazität einzustellen. Das Ziel ist die Demonstration der Bewirtschaftung eines Waldökosystems mit hoher Elastizität. Dabei sollte an diesem Beispiel der Zustand hoher Elastizität sozusagen im Zeitraffer erreicht werden. Der Versuch dient dazu, die Ziele der in der Praxis durchgeführten Kalkungsmaßnahmen näher zu umreißen.

### 3.3.2 Versuchsaufbau

Die Versuchsfläche liegt im Hochsolling (Forstamt Dassel Abt. 4253/4255). Der Fichtenvorbestand wurde im Herbst 1989 geschlagen. Im Juni 1990 wurde der Schlagabraum mit einem Rechen von der Fläche geräumt.

Der Versuch wurde im Sommer 1990 in einfacher Wiederholung mit den folgenden Varianten der Bodenbehandlung angelegt:

Abb. 3.3-1: Anordnung der Parzellen im Versuch Forstamt Dassel Abt. 4253/4255 (KO = Kontrolle; KD = oberflächige Kalkung, VK = Vollumbruch mit Kalkung und Düngung)



- KO : unbehandelte Kontrolle
- KD : oberflächige Kalkung mit  $4 \text{ t ha}^{-1}$  Dolomit ( $228 \text{ mg Ca g}^{-1} \text{ TM}$  und  $134 \text{ mg Mg g}^{-1} \text{ TM}$ )
- VK : Rodung der Wurzelstöcke, Kalkung mit  $18.5 \text{ t ha}^{-1}$  carbonatischem Kalk ( $442 \text{ mg Ca g}^{-1} \text{ TM}$ ;  $8.6 \text{ mg Mg g}^{-1} \text{ TM}$ ) und Einmischung des Kalkes mittels Tiefpflügen bis in  $70 \text{ cm}$  Tiefe. Kalkung mit  $4 \text{ t ha}^{-1}$  Dolomit und Einarbeitung des Kalkes mit einer Scheibenege bis in  $30 \text{ cm}$  Tiefe. Düngung mit  $50 \text{ kg K ha}^{-1}$  als  $\text{K}_2\text{SO}_4$  und  $105 \text{ kg P ha}^{-1}$  als teilaufgeschlossenes Rohphosphat.

Im Frühjahr 1991 wurden in schachbrettartigen Blöcken von 15 m x 15 m jeweils Buchen (*Fagus sylvatica* L, Herkunft Solling, 2 + 0; Verband 1,5 m x 0,8 m) und Fichten (*Picea abies* Karst. [Klongemisch, Stecklinge; Verband 3 m x 1 m]) gepflanzt. Ferner wurden auf der gesamten Versuchsfläche Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) im Verband 4,5 m x 1,5 m gepflanzt. Ziel des Anbaues der Erle war, in möglichst kurzer Zeit einen Vorwald zum Schutz vor Spätfrösten zu bekommen.

### 3.3.3 Ergebnisse

#### Bodenfestphase

Basierend auf den Daten der flächenrepräsentativen Probenahme von 1995/96 erhöhte sich die effektive Kationenaustauschkapazität (KAK<sub>e</sub>) im Auflagehumus infolge der oberflächigen Kalkung im Mittel von 83 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> (KO) auf 198 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> (KD). Diese Zunahme der KAK<sub>e</sub> kann mit der Erhöhung des pH-Wertes erklärt werden. Die Beziehung zwischen der KAK<sub>e</sub> und dem pH-Wert war signifikant (KAK<sub>e</sub> [mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>] = 105 \* pH - 210, r<sup>2</sup> = 0.58). Die Zunahme der KAK<sub>e</sub> ist vor allem auf die höheren Gehalte an austauschbarem Ca (Ca<sub>ex</sub>) und Mg (Mg<sub>ex</sub>) zurückzuführen. Die Ca<sub>ex</sub>-Gehalte nahmen um etwa 80 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> zu, die von Mg<sub>ex</sub> um etwa 60 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>.

Im Mineralboden waren erwartungsgemäß die Behandlungseffekte in VK am größten. Infolge des Einmischens von Oberbodenmaterial in tiefere Schichten erhöhten sich im Unterboden die C- und N-Gehalte, im Oberboden waren sie dagegen niedriger. Durch die hohe Kalkzufuhr wurde die Basensättigung bis in 70 cm Tiefe auf 40 - 50 % der KAK<sub>e</sub> angehoben. Erhöhte P-Gehalte ließen sich nicht nachweisen. Durch die K-Düngung in VK waren die Äquivalentanteile vom Kalium (X<sub>S</sub><sup>K</sup>) an der KAK<sub>e</sub> erhöht. Die Ausbringung von 4 t ha<sup>-1</sup> Dolomit in KD erhöhte in den oberen 5 cm des Mineralbodens die Äquivalentanteile des Magnesiums (X<sub>S</sub><sup>Mg</sup>) an der KAK<sub>e</sub>, in VK war X<sub>S</sub><sup>Mg</sup> bis in 1 m Tiefe erhöht. Die hier ausgeführten Veränderungen im Mineralboden basieren auf der flächenrepräsentativen Probenahme von 1995/96.

#### Entwicklung des Baumbestandes

Das Höhenwachstum der Bäume reagierte vor allem in VK deutlich. In der sechsten Vegetationsperiode betrug es bei der Buche 180 % des Höhenwachstums von KO (100 %) und bei Fichte und Erle 150 % bezogen auf KO. In KD zeigte die Buche keinen vermehrten Höhenzuwachs gegenüber KO, die Erle hatte einen um 7 % und die Fichte einen um 30 % erhöhten Zuwachs. In KD und VK war die Ca- und Mg-Ernährung von Buche und Fichte deutlich verbessert. Auch die P-Versorgung war in VK besser als in KD und in KD besser als in KO (DOHRENBUSCH et al 1999).

Von besonderem Interesse ist auch das Wurzelwachstum, das durch die Einmischung der großen Kalkmengen bis in den Unterboden gezielt gefördert werden sollte. Hierzu werden in Abb. 3.3-2 Ergebnisse eines ähnlichen Versuchs im Hoch-Solling dargestellt, der 1985 von WENZEL (1989) angelegt wurde. Die Wurzelaufnahme wurde jeweils an einer Fichte mittlerer Höhe durchgeführt. In der Kontrolle war die Fichte 1,90 m hoch, in dem gekalkten Vollumbruch 3,50 m. In der gekalkten Vollumbruchfläche reichten die Fein-, Schwach- und Grobwurzeln der Fichte tiefer in den Boden hinein als in der Kontrolle. Das Ziel einer tieferen Durchwurzelung wurde somit erreicht.

Tabelle 3.3-1: Daten des Profils in der Kontrolle (KO)

| Nr. | Horizont | beprobte Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |      | kf   |      |
|-----|----------|----------------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|     |          | cm             | %       | gS                                  | mS   | fS   | SS   | Silt | Ton  | cm/s | cm/d |
|     | 1        | 2              | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| 1   | O        |                |         |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| 2   | Aeh      | 0 - 5          |         | 0,4                                 | 2,8  | 11,3 | 14,5 | 71,4 | 14,0 |      |      |
| 3   | AlBv     | 10 - 15        |         | 0,5                                 | 3,0  | 10,3 | 13,8 | 69,8 | 16,4 |      |      |
| 4   | BtBv     | 20 - 25        |         | 0,5                                 | 3,2  | 11,1 | 14,8 | 62,4 | 22,8 |      |      |
| 5   | BtBv     | 30 - 35        |         | 0,7                                 | 3,0  | 10,3 | 14,0 | 66,8 | 19,2 |      |      |
| 6   | IIbV     | 60 - 65        |         | 1,0                                 | 3,8  | 10,7 | 15,5 | 64,0 | 20,4 |      |      |
| 7   | IISbVcV  | 100 - 105      |         | 0,7                                 | 12,9 | 33,0 | 46,6 | 36,9 | 16,4 |      |      |

| Nr. | Horizont | Dichte              | Poren-<br>vol. | Vol. - % Wasser bei pF |      |      |      | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Al <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> /<br>Fe <sub>d</sub> | Mn <sub>o</sub> |
|-----|----------|---------------------|----------------|------------------------|------|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
|     |          | g / cm <sup>3</sup> | %              | 0,4                    | 1,7  | 2,5  | 4,2  | mg/g            | mg/g            | mg/g            |                                      | mg/g            |
|     | 1        | 12                  | 13             | 14                     | 15   | 16   | 17   | 18              | 19              | 20              | 21                                   | 22              |
| 1   | O        |                     |                |                        |      |      |      |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 2   | Aeh      | 0,85                | 69,6           | 65,6                   | 56,4 | 52,9 | 20,0 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 3   | AlBv     | 1,10                | 57,1           | 54,2                   | 48,2 | 45,3 | 18,6 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 4   | BtBv     | 1,12                | 57,0           | 53,2                   | 44,5 | 39,9 | 17,6 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 5   | BtBv     | 1,15                | 56,1           | 52,6                   | 41,2 | 35,9 | 16,9 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 6   | IIbV     | 1,60                | 39,1           | 37,6                   | 32,6 | 30,0 | 15,4 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 7   | IISbVcV  | 1,76                | 33,1           | 34,3                   | 28,9 | 25,9 | 17,3 |                 |                 |                 |                                      |                 |

| Nr. | Horizont | pH                 | pH    | Carbonat | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C / N | P <sub>i</sub> | K <sub>(AL)</sub> |
|-----|----------|--------------------|-------|----------|------------------|----------------|-------|----------------|-------------------|
|     |          | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) | %        | %                | mg/g           |       | mg/g           | mg/kg             |
|     | 1        | 23                 | 24    | 25       | 26               | 27             | 28    | 29             | 30                |
| 1   | O        | 3,62               | 2,83  |          | 38,80            | 16,60          | 23,4  | 1,17           |                   |
| 2   | Aeh      | 3,68               | 2,90  |          | 9,96             | 4,87           | 20,4  | 0,68           |                   |
| 3   | AlBv     | 3,65               | 2,91  |          | 3,63             | 1,68           | 21,6  | 0,41           |                   |
| 4   | BtBv     | 4,10               | 3,70  |          | 1,93             | 0,99           | 19,5  | 0,33           |                   |
| 5   | BtBv     | 4,46               | 4,16  |          | 1,38             | 0,88           | 15,7  | 0,35           |                   |
| 6   | IIbV     | 4,34               | 4,04  |          | 0,30             | 0,28           | 10,6  | 0,23           |                   |
| 7   | IISbVcV  | 4,28               | 3,80  |          |                  |                |       | 0,16           |                   |

| Nr. | Horizont | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>c</sub> /kg |      |      |       |      |      |       |      | BS |
|-----|----------|-----------------------|-------------------------------------------------|------|------|-------|------|------|-------|------|----|
|     |          | mmol <sub>c</sub> /kg | H                                               | Na   | K    | Ca    | Mg   | Mn   | Fe    | Al   | %  |
|     | 1        | 32                    | 33                                              | 34   | 35   | 36    | 37   | 38   | 39    | 40   | 41 |
| 1   | O        |                       |                                                 |      |      |       |      |      |       |      |    |
| 2   | Aeh      | 129,0                 | 34,6                                            | 0,59 | 2,42 | 14,05 | 2,81 | 0,66 | 19,80 | 54,1 | 15 |
| 3   | AlBv     | 111,1                 | 24,7                                            | 0,43 | 0,90 | 5,29  | 1,34 | 0,46 | 19,20 | 58,7 | 7  |
| 4   | BtBv     | 76,0                  | 2,4                                             | 0,37 | 0,66 | 1,57  | 0,55 | 2,25 | 1,71  | 66,5 | 4  |
| 5   | BtBv     | 46,1                  | 0,0                                             | 0,30 | 0,60 | 0,74  | 0,22 | 1,11 | 0,23  | 42,9 | 4  |
| 6   | IIbV     | 45,3                  | 0,0                                             | 0,23 | 1,24 | 0,57  | 0,26 | 0,43 | 0,04  | 42,5 | 5  |
| 7   | IISbVcV  | 43,4                  | 0,0                                             | 0,21 | 0,40 | 0,69  | 0,22 | 0,35 | 0,00  | 41,6 | 3  |

Tabelle 3.3-2: Beschreibung des Profils in der Variante „oberflächige Kalkung“ (KD)

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | Niedersächsisches Forstamt Dassel, Abt.4253/4255, montane Lage, Plateau, Höhe üB.NN 500 m,                                                                                                                                                                                                        |
| + 4-3 cm L        | Streureste und Gras, locker                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| + 3-2 cm Of       | Überwiegend Graswurzelfilz, - ohne Struktur                                                                                                                                                                                                                                                       |
| + 2-0 cm Oh       | Graswurzelfilz mit Resten amorpher organischer Substanz, vereinzelt krümelig, zumeist dicht gelagert,                                                                                                                                                                                             |
| 0-8 cm Aeh        | dunkelbraun (10YR3.4); schwach toniger bis toniger Schluff (Ut2 – Ut3), schwach steinig, schwach ausgeprägtes Feinpolyeder-Gefüge, halboffen gelagert, geschätzte TRD 0,9-1,0, mittel humos, sehr stark durchwurzelt, Übergang schwach wellig, fließend;                                          |
| 8-20 cm AIBv      | mittelbraun (10YR 5.6); stark toniger Schluff (Ut4), schwach steinig, mäßig ausgeprägtes Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, geschätzte TRD 1,1; schwach humos, stark bis sehr stark durchwurzelt, Übergang fließend, schwach ausgeprägt;                                                             |
| 20-40 cm BtBv     | mittel- bis hellbraun (10YR6.6); schluffiger Lehm (Lu), steinig (20%), Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, geschätzte TRD 1,2; sehr schwach humos, stark durchwurzelt, Übergang wellig fließend, undeutlich;                                                                                          |
| 40-100 cm IIBv    | hellbraun (10YR5.4); schwach toniger Schluff (Ut2), mäßig - stark steinig (35%), Feinpolyeder-Gefüge, halboffen, geschätzte TRD 1,3; sehr schwach humos bis humusfrei, schwach durchwurzelt, Übergang wellig fließend;                                                                            |
| 100+cm IIIBvCv    | hellbraun (10YR5.4); schluffig-lehmiger Sand (Slu), sehr stark steinig (>60%), kohärent Gefüge, geschätzte TRD 1,4; humusfrei (h0), schwach pseudovergleyt, sehr schwach durchwurzelt, Übergang eben-horizontal, mäßig deutlich;                                                                  |
| Ausgangsgestein:  | Fließerde aus Buntsandstein und Löß über älterer Buntsandsteinfließerde über dicht gelagerten Buntsandsteinverwitterungsdecken                                                                                                                                                                    |
| Bodentyp:         | schwach podsolige, im Unterboden schwach pseudovergleyte Braunerde (p2BB)                                                                                                                                                                                                                         |
| Humusform:        | Graswurzelfilz (Moder), durch Bestandesabtrieb, nachfolgende Freifläche und Kalkung morphologisch stark wechselnde Auflagemerkmale                                                                                                                                                                |
| Waldgesellschaft: | montaner Hainsimsen-Buchenwald                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Standortstyp:     | frischer Plateaustandort mit noch ziemlich guter Nährstoffversorgung aus schluffig-lehmigem, basenarmem Ausgangsgestein, Rahmenschema-Schlüsselziffer (9.4-.2.3); Übergänge: Vergesellschaftung mit lehmigen (geringerer Lösseinfluß) und schluffig-tonigen, pseudovergleyten Verwitterungsdecken |

Tabelle 3.3-3: Profildaten aus der Variante „oberflächlich gekalkt“ (KD)

| Nr. | Horizont | beprobte Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |      | kf   | Kf   |
|-----|----------|----------------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|     |          | cm             | %       | gS                                  | mS   | fS   | SS   | Silt | Ton  | cm/s | cm/d |
|     | 1        | 2              | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| 1   |          |                |         |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| 2   | Aeh      | 0 - 5          |         | 2,6                                 | 2,5  | 3,0  | 8,1  | 79,9 | 12,0 |      |      |
| 3   | AlBv     | 10 - 15        |         |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| 4   | BtBv     | 20 - 25        |         |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| 5   | BtBv     | 30 - 35        |         | 0,6                                 | 5,0  | 23,2 | 28,8 | 50,7 | 20,4 |      |      |
| 6   | IIbV     | 60 - 65        |         |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| 7   | IIbVcV   | 100 - 105      |         | 1,3                                 | 14,3 | 42,4 | 58   | 24,7 | 17,2 |      |      |

| Nr. | Horizont | Dichte              | Poren-<br>vol. | Vol. - % Wasser bei pF |      |      |      | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Al <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> /<br>Fe <sub>d</sub> | Mn <sub>o</sub> |
|-----|----------|---------------------|----------------|------------------------|------|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
|     |          | g / cm <sup>3</sup> | %              | 0,4                    | 1,7  | 2,5  | 4,2  | mg/g            | mg/g            | mg/g            |                                      | mg/g            |
|     | 1        | 12                  | 13             | 14                     | 15   | 16   | 17   | 18              | 19              | 20              | 21                                   | 22              |
| 1   | O        |                     |                |                        |      |      |      |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 2   | Aeh      | 0,97                | 62,5           | 55,3                   | 44,3 | 41,1 | 18,9 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 3   | AlBv     | 1,49                | 42,8           | 42,0                   | 37,7 | 35,7 | 21,3 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 4   | BtBv     | 1,45                | 44,7           | 45,8                   | 41,1 | 37,8 | 22,1 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 5   | BtBv     | 1,41                | 46,3           | 45,5                   | 38,5 | 35,2 | 20,1 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 6   | IIbV     | 1,65                | 37,2           | 36,9                   | 30,4 | 26,9 | 17,7 |                 |                 |                 |                                      |                 |
| 7   | IIbVcV   | 1,77                | 32,5           | 35,7                   | 29,7 | 26,0 | 18,1 |                 |                 |                 |                                      |                 |

| Nr. | Horizont | pH                 | pH    | CaMg<br>(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C / N | P <sub>i</sub> | K <sub>(AL)</sub> |
|-----|----------|--------------------|-------|-----------------------------------------|------------------|----------------|-------|----------------|-------------------|
|     |          | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) | %                                       | %                | mg/g           |       | mg/g           | mg/kg             |
|     | 1        | 23                 | 24    | 25                                      | 26               | 27             | 28    | 29             | 30                |
| 1   | O        | 3,34               | 3,74  | 0,15                                    | 28,0             | 15,10          | 18,5  | 1,21           |                   |
| 2   | Aeh      | 3,84               | 3,12  |                                         | 2,7              | 1,51           | 17,8  | 0,38           |                   |
| 3   | AlBv     | 4,12               | 3,50  |                                         | 1,5              | 0,96           | 15,5  | 0,32           |                   |
| 4   | BtBv     | 4,27               | 3,84  |                                         | 1,0              | 0,75           | 13,3  | 0,30           |                   |
| 5   | BtBv     | 4,36               | 4,10  |                                         | 0,8              | 0,65           | 12,2  | 0,30           |                   |
| 6   | IIbV     | 4,32               | 3,83  |                                         | 0,2              | 0,29           | 6,0   | 0,25           |                   |
| 7   | IIbVcV   | 4,36               | 3,77  |                                         |                  |                |       | 0,25           |                   |

| Nr. | Horizont | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>e</sub> /kg |      |      |      |      |      |      |      | BS |
|-----|----------|-----------------------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|----|
|     |          | mmol <sub>e</sub> /kg | H                                               | Na   | K    | Ca   | Mg   | Mn   | Fe   | Al   | %  |
|     | 1        | 32                    | 33                                              | 34   | 35   | 36   | 37   | 38   | 39   | 40   | 41 |
| 1   |          |                       |                                                 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 2   | Aeh      | 109,7                 | 12,6                                            | 0,30 | 0,85 | 6,80 | 3,80 | 0,29 | 10,7 | 74,4 | 10 |
| 3   | AlBv     | 73,1                  | 2,6                                             | 0,31 | 0,83 | 2,55 | 1,57 | 1,50 | 1,09 | 62,7 | 7  |
| 4   | BtBv     | 48,6                  | 0,2                                             | 0,26 | 0,50 | 1,49 | 0,79 | 2,17 | 0,10 | 43,1 | 6  |
| 5   | BtBv     | 42,2                  | 0,0                                             | 0,26 | 0,50 | 0,87 | 0,40 | 0,80 | 0,00 | 39,4 | 5  |
| 6   | IIbV     | 62,0                  | 0,0                                             | 0,24 | 1,74 | 0,92 | 0,54 | 0,55 | 0,00 | 58,0 | 6  |
| 7   | IIbVcV   | 46,1                  | 0,0                                             | 0,24 | 1,50 | 1,05 | 0,39 | 0,38 | 0,00 | 42,6 | 7  |

Tabelle 3.3-4: Profildaten der Variante „Vollumbruch mit Kalkung“ (VK)

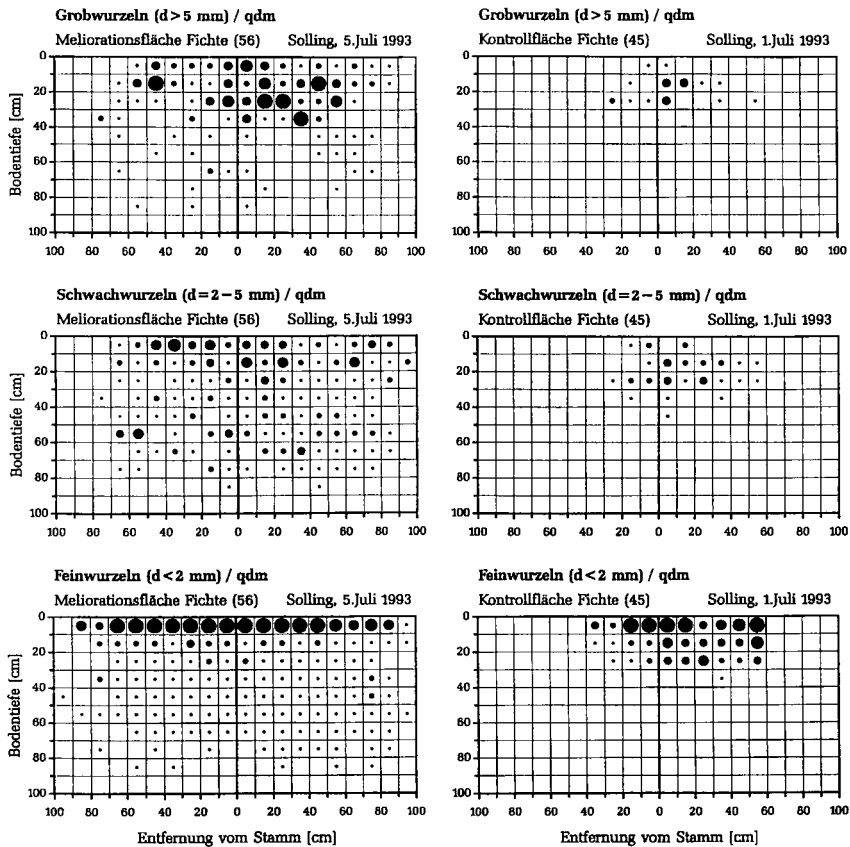
| Nr. | Horizont | beprobte Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |      | kf   | Kf   |
|-----|----------|----------------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|     |          | cm             | %       | gS                                  | mS   | fS   | SS   | Silt | Ton  | cm/s | cm/d |
|     | 1        | 2              | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| 1   | O        |                |         |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| 2   | R        | 0 - 5          |         | 2,1                                 | 11,7 | 25,4 | 39,2 | 40,7 | 20,0 |      |      |
| 3   | R        | 10 - 15        |         | 1,2                                 | 9,3  | 25,7 | 36,2 | 40,1 | 23,6 |      |      |
| 4   | R        | 20 - 25        |         | 0,8                                 | 7,6  | 23   | 31,4 | 46,2 | 22,4 |      |      |
| 5   | R        | 30 - 35        |         | 1,8                                 | 8,2  | 23,1 | 33,1 | 44,0 | 22,8 |      |      |
| 6   | R        | 60 - 65        |         | 1,7                                 | 11,1 | 29,7 | 42,5 | 40,7 | 16,8 |      |      |
| 7   | IISBvCv  | 100 - 105      |         | 2,2                                 | 11,2 | 38,2 | 51,6 | 31,9 | 16,4 |      |      |

| Nr. | Horizont | Dichte              | Poren- | Vol. - % Wasser bei pF |      |      |      | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Al <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> / | Mn <sub>o</sub> |
|-----|----------|---------------------|--------|------------------------|------|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|     |          | g / cm <sup>3</sup> | vol.   | %                      | 0,4  | 1,7  | 2,5  | 4,2             | mg/g            | mg/g            | mg/g              | Fe <sub>d</sub> |
|     |          | 12                  | 13     | 14                     | 15   | 16   | 17   | 18              | 19              | 20              | 21                | 22              |
| 1   | O        |                     |        |                        |      |      |      |                 |                 |                 |                   |                 |
| 2   | R        | 1,39                | 47,0   | 45,6                   | 36,6 | 32,6 | 17,5 |                 |                 |                 |                   |                 |
| 3   | R        | 1,50                | 42,8   | 44,8                   | 36,3 | 32,8 | 21,2 |                 |                 |                 |                   |                 |
| 4   | R        | 1,41                | 45,7   | 44,1                   | 37,8 | 34,7 | 21,2 |                 |                 |                 |                   |                 |
| 5   | R        | 1,19                | 54,0   | 47,1                   | 40,1 | 36,9 | 20,4 |                 |                 |                 |                   |                 |
| 6   | R        | 1,52                | 42,3   | 40,5                   | 35,2 | 31,6 | 19,1 |                 |                 |                 |                   |                 |
| 7   | IISBvCv  | 1,68                | 36,2   | 35,1                   | 29,9 | 24,9 | 15,0 |                 |                 |                 |                   |                 |

| Nr. | Horizont | pH                 | pH    | Carbonat | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C / N | P <sub>t</sub> | K <sub>t(AL)</sub> |
|-----|----------|--------------------|-------|----------|------------------|----------------|-------|----------------|--------------------|
|     |          | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) | %        | %                | mg/g           |       | mg/g           |                    |
|     | 1        | 23                 | 24    | 25       | 26               | 27             | 28    | 29             | 30                 |
| 1   | O        | 5,44               | 4,48  |          | 28,00            | 15,1           | 18,5  | 1,21           |                    |
| 2   | R        | 5,12               | 4,11  |          | 1,65             | 1,12           | 14,7  | 0,33           |                    |
| 3   | R        | 5,33               | 4,22  |          | 0,83             | 0,60           | 13,9  | 0,30           |                    |
| 4   | R        | 4,34               | 3,35  |          | 1,84             | 1,17           | 15,7  | 0,31           |                    |
| 5   | R        | 5,57               | 4,64  |          | 3,32             | 1,69           | 19,6  | 0,35           |                    |
| 6   | R        | 5,94               | 4,64  |          | 0,40             | 0,35           | 11,4  | 0,20           |                    |
| 7   | IISBvCv  | 4,49               | 3,96  |          | 0,12             |                |       | 0,15           |                    |

| Nr. | Horizont | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol./kg |      |      |       |       |      |      |      | BS |
|-----|----------|--------------------|------------------------------------|------|------|-------|-------|------|------|------|----|
|     |          | mmol./kg           | H                                  | Na   | K    | Ca    | Mg    | Mn   | Fe   | Al   | %  |
|     | 1        | 32                 | 33                                 | 34   | 35   | 36    | 37    | 38   | 39   | 40   | 41 |
| 1   | O        |                    |                                    |      |      |       |       |      |      |      |    |
| 2   | R        | 61,8               | 0,00                               | 0,33 | 3,61 | 27,8  | 7,44  | 2,19 | 0,06 | 20,4 | 63 |
| 3   | R        | 56,7               | 0,00                               | 0,24 | 1,85 | 22,8  | 10,30 | 0,71 | 0,00 | 20,8 | 62 |
| 4   | R        | 96,3               | 5,45                               | 0,45 | 1,07 | 15,0  | 5,52  | 0,55 | 1,72 | 66,5 | 23 |
| 5   | R        | 163,0              | 0,00                               | 0,30 | 1,06 | 150,0 | 10,10 | 1,12 | 0,20 | 0,5  | 99 |
| 6   | R        | 60,8               | 0,00                               | 0,28 | 0,91 | 52,7  | 2,61  | 0,24 | 0,00 | 4,0  | 93 |
| 7   | IISBvCv  | 46,1               | 0,49                               | 0,21 | 1,23 | 3,4   | 0,41  | 0,47 | 0,00 | 39,9 | 11 |

Abb. 3.3-2: Verteilung von Grob-, Schwach- und Feinwurzeln von 10 jährigen Fichten nach Applikation von 40 t/ha Kalk und Vollumbbruch im Hochsolling



LEGENDE (Anzahl Wurzeln pro dm<sup>2</sup>)

- |         |        |         |         |         |          |         |
|---------|--------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Grob    | □ 1-2  | □ 3-4   | ■ 5-6   | ■ 7-8   | ■ 9-10   |         |
| Schwach | □ 1-5  | □ 6-10  | ■ 11-15 | ■ 16-20 | ■ 21-25  | ■ 26-30 |
| Fein    | □ 1-20 | □ 21-40 | ■ 41-60 | ■ 61-80 | ■ 81-100 | ■ >100  |

### 3.4 **Schlußfolgerung**

Die Einmischung ausreichender Mengen Kalk, die sich an der Basenneutralisierungskapazität des Bodens orientieren, führen zu einer schnellen Entsauerung des gesamten Solums, während bei der oberflächigen Applikation des Kalkes lange Zeiträume (Jahrzehnte) erforderlich sind. Mit der Einmischung dieser Mengen an Kalk in den Mineralboden läßt sich die Elastizität von Böden hinsichtlich Versauerung und Nährstoffversorgung kurzfristig erhöhen. Das Wachstum der Bäume wird gefördert und die Tiefendurchwurzelung deutlich verbessert.

## 4. **Literatur**

AFZ/Der Wald Nr. 2/1999: Dachprojekt im Solling

BENECKE, P. (1978): Der Wasserumsatz eines Buchen- und eines Fichtenwaldökosystems im Hochsolling. Habilitationsschrift, Forstl. Fak. Univ. Göttingen.

BENECKE, P. (1986): Die Böden des Hochsollings. In: Ellenberg et al. (eds.), 1986 Ökosystemforschung: Ergebnisse des Sollingprojektes, Springer Verlag, Stuttgart.

GRAVENHORST, G., Z. SZAREJKOZ (1990): Das Klima des Sollings (In: Exkursionsführer Solling – Okt.1990). Ber. Fz. Waldökosys. Univ. Göttingen, Reihe B. Bd. 17, 5-14.

GROSSKURTH, G. (1999): Die Verteilung des chemischen und mineralogischen Stoffbestands in typischen Bodenprofilen der Standorte FICHTE 1 (Solling) und LANGE BRAMKE (Harz). Erkenntnisse zur Tonmineralverwitterung in stark versauerten Waldböden. (Diss. in Vorbereitung).

DEUTSCHMANN, G. (1994): Zustand und Entwicklung der Versauerung des Bodens und des oberflächennahen Buntsandsteinuntergrundes eines Waldökosystems im Solling. Ber. Fz. Waldökosys. Univ. Göttingen, Reihe A, Bd. 118.

DEUTSCHMANN, G., H. RUMMENHOHL, J. TARRAH (1997): Die Bestimmung der Austauschkapazität von Gesteinen. Z. Pflanzenernähr. Bodenkn., 160, 151-155.

DOHRENBUSCH, A., J. KUHMKE, T. GIEGER, G. MACKENTHUN (1999): Die Eignung von Baumarten für die Aufforstung belasteter Standorte. Forstarchiv (im Druck).

ELLENBERG, H., R. MAYER, J. SCHAUERMANN eds. (1986): Ökosystemforschung: Ergebnisse des Sollingprojektes 1966-1986. Stuttgart.

HERMANN, A. (1974): Geol. Karte Niedersachsen, Sievershausen Nr. 4223, Nds. Landesamtf. Bodenforschung, Hannover.

WENZEL, B. (1989): Kalkungs- und Meliorationsexperimente im Solling: Initialeffekte auf Boden, Sickerwasser und Vegetation. Ber. Fz. Waldökosys. Univ. Göttingen, Reihe A, Bd. 51.



|                                |
|--------------------------------|
| <b>Exkursion</b><br><b>G 6</b> |
|--------------------------------|

## **Böden an der Peripherie des Ballungsraumes Hannover**

- Böden, Bodenschätzung und landschaftsspezifische Aspekte  
im nördlichen und westlichen Umland des Ballungsraumes Hannover -

von

A. Capelle <sup>1)</sup>, E. Ahlers <sup>2)</sup> und W. Kantor <sup>3)</sup>

### **Inhalt**

- 1 Einführung
- 2 Exkursionsroute
- 3 Geologie und Morphologie
- 4 Klima
- 5 Vegetation und Bodennutzung
- 6 Erläuterungen zu den Exkursionspunkten
- 7 Literatur
- 8 Beschreibung der Exkursionsprofile nebst Analyseergebnissen

### **1 Einführung**

Die Exkursion führt an die Peripherie des Ballungsraumes Hannover. Sowohl die Geest, d. h. gütes, unfruchtbares Land, im Norden als auch die Calenberger Lößbörde im Westen des Stadtgebietes werden landwirtschaftlich intensiv genutzt. Dichte Wohnbebauung in den Ortschaften, Industrieanlagen, überregionale Verkehrswege, ein Flugplatz, Kiesteiche und Bergbauhalden weisen auf die stark anthropogene Überprägung des Exkursionsraumes hin. Vorgestellt werden verbreitete Bodenformen der Altmoränenlandschaft, des Bördenvorlandes, der überregionalen Talauen und der Lößbörde, die mehr oder weniger stark anthropogen überprägt sind.

### **2 Exkursionsroute**

Die Exkursion führt von der Universität Hannover in nördlicher Richtung an den Herrenhäuser Gärten vorbei über die A2 und die A352 zum Ortsteil Twenge der Stadt Langenhagen mit dem Exkursionspunkt 1. Im östlich gelegenen Isernhagen sind die Exkursionspunkte 2 bis 5 vorbereitet. Auf fast gleichem Wege geht es dann zurück in den Nordwesten Hannovers und weiter in die Leineau bei Letter zum Exkursionspunkt 6. Die Route setzt sich nach Südwesten in die Gemarkung Harenberg, Stadt Seelze, mit Exkursionspunkt 7 fort. Nach kurzer Fahrt in Richtung Süden erreichen wir den Exkursionspunkt 8 bei Bente, Stadt Ronnenberg. Ein anschließender Fußmarsch von ca. 12 Minuten bietet Gelegenheit zu Gesprächen und bringt die Teilnehmer zum Exkursionspunkt 9 auf dem Bentherr Berg. Danach erfolgt die Rückfahrt zur Universität Hannover.

### Anschriften der Autoren:

<sup>1)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, 30655 Hannover

<sup>2)</sup> Oberfinanzdirektion Hannover, Waterloostr. 5, 30169 Hannover

<sup>3)</sup> Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, 30655 Hannover

### 3 Geologie und Morphologie

Unter geologischen Aspekten gliedert sich das Exkursionsgebiet (Abb. 1) in die Calenberger Lößbörde mit mesozoischen Durchtragungen im Südwesten, die überregionale Talau der Leine und weiter nach N und E hin in weichselzeitliche und holozäne Talsandebenen sowie drenthezeitliche Geestplatten und Grundmoränen. Auch sie werden von flachen mesozoischen Rücken durchbrochen. In feuchten Senken oder auf wasserstauenden Grundmoränen haben sich Hoch- und Niedermoore gebildet.

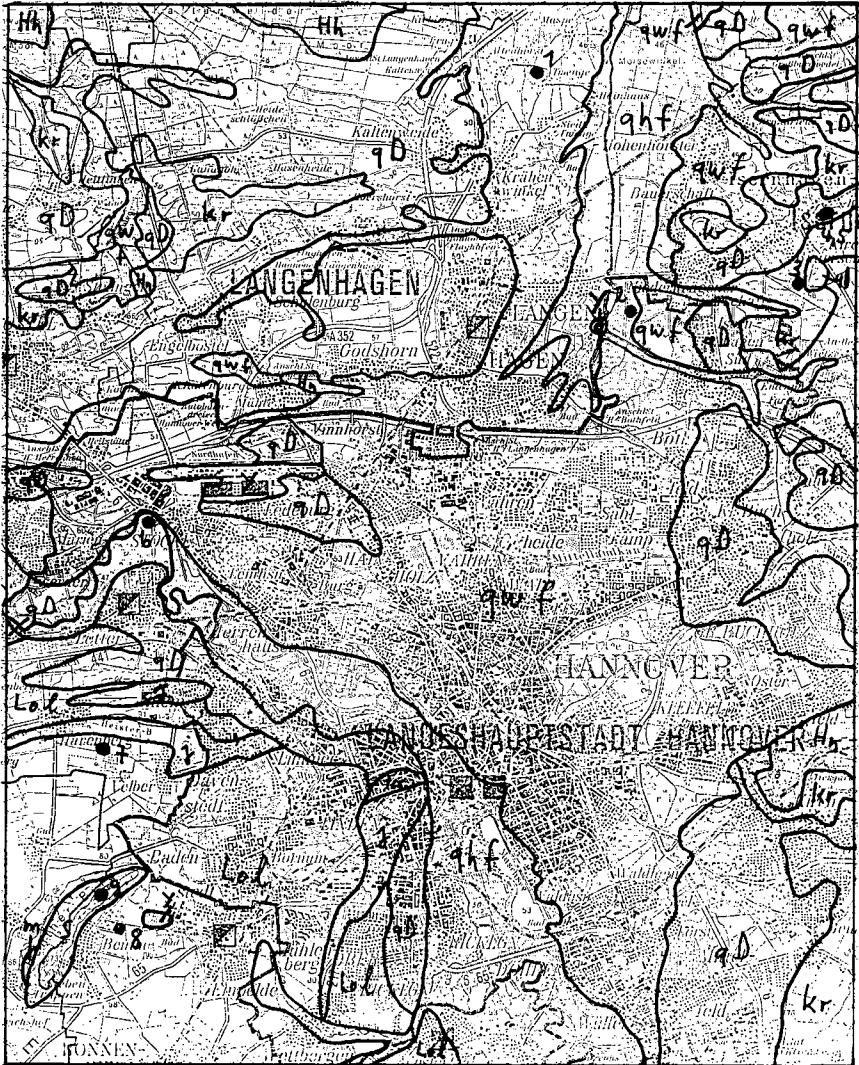


Abb. 1: Geologische Übersicht des Ballungsraumes Hannover mit der Lage der Exkursionspunkte 1-9 (Karte nicht maßstabsgerecht)

Die Tonsteine der Unterkreide (kr) sind tiefgründig verwittert und entkalkt. Oft werden sie von geringmächtigen Geschiebelehmen, Fließerden oder periglaziären Substraten überdeckt. Enthaltene Eisengeoden haben sich meist im Sickerwasser gelöst. Die Fe-Ionen sind im abströmenden Wasser in die Niederungen transportiert worden und dort im sauerstoffreichen Milieu als Raseneisenstein ausgefällt.

Die drenthezeitlichen Substrate (qD) bestehen in der Regel aus weichselzeitlich überprägten, d. h. carbonatfreien und tonarmen Geschiebedecksanden wechselnder Mächtigkeit über Geschiebelehm bzw. aus glazifluviatilen Sanden (Schmelzwassersande). Kleinflächig ist der Geschiebedecksand erodiert, so daß der Geschiebelehm ansteht.

Die weichselzeitlichen fluviatilen Sedimente (qwf) sind in der Regel mehr als zwei Meter mächtig. Kiesanalysen wiesen nach, daß neben nordischen Materialien auch Leinesedimente aus dem Harz und dem Bergland abgelagert wurden. Verbreitet treten an der Oberfläche geringmächtige Flugsanddecken auf.

Die Korngrößenspektren der holozänen fluviatilen Sedimente (qhf) lassen Rückschlüsse über die Herkunft des Materials zu. Die sandigen und lehmig-sandigen Sedimente der Wietze-Niederung im Norden haben ihren Ursprung in der Altmoränengeest. Sie überdecken weichselzeitliche Talsande und örtlich auch Kreidetone.

Die lößbürtigen Sedimente des Leinetales stammen aus den Lößböden und -becken des Einzugsgebietes der Leine und haben sandige und kiesige Beimengungen aus dem Harz (Grauwacke, Schiefer, Diabas) und dem Bergland (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper). Unterlagert werden die Auelehne in wechselnder Tiefe von kiesigen, sandigen oder lehmigen Fazies der Niederterrasse, die ebenfalls aus dem Harz und dem Bergland herantransportiert wurden.

Die Löss- und Lößlehme (LoL) in der Calenberger Börde sedimentierten während der Weichselkaltzeit. Sie erreichen Mächtigkeiten bis zu mehr als zwei Metern und überdecken Grundmoränen, Fließerden und mesozoische Gesteine. Sie sind in der Regel entkalkt und in steileren Hanglagen erodiert. Über dem Salzstock bei Ronnenberg hatten sich nach Auslaugung zahlreiche Erdfälle gebildet. Sie wurden sämtlich verfüllt.

Langezogene Bergücken durchragen die flachwellige Börde. An ihren Hängen keilen die Löss- aus. Die Verwitterungssubstrate entstanden aus Kalk- und Mergelsteinen des Oberen Jura (j), Kalksteinen des Muschelkalks (m) bzw. Sand- und Tonsteinen des Buntsandsteins (s).

In nassen Senken und auf wasserundurchlässigen Geschiebelehmen entwickelten sich im Holozän Hochmoore (Hh) und Niedermoore (Hn) aus Sphagnum- bzw. Schilf-Seggentorfen. Die Moore sind z. T. entwässert und abgetorft.

Bei den anthropogenen Substraten handelt es sich um Aufschüttungen im Siedlungs- und Industriegebiet, Bauschuttdeponien und Halden des Kalibergbaus.

Im Exkursionsgebiet geht das Norddeutsche Tiefland (Altmoränengeest etc.) ohne merkliche Geländestufe in den Bördengürtel über. Die Leineau liegt etwa 2-5 m tiefer als die angrenzenden Landschaften. An manchen Stellen ist ein Steilufer ausgeprägt. Die mesozoischen Rücken erheben sich bei sehr schwacher bis mittlerer Hangneigung deutlich über ihre Umgebung. Für die einzelnen Landschaftselemente lassen sich im Exkursionsgebiet folgende Höhenlagen in m über NN angeben: Wietzeniederung 45-50, Talsandebene 45-55, Altmoränen 47-60, Kreiderücken bei Isernhagen 60-85, Leineau 45-55, Lößbörde 55-100 und die mesozoischen Höhenzüge bis zu 180 m.

#### **4 Klima**

Der Raum Hannover gehört zur maritim-subkontinentalen Klimazone mit relativ kühlen Sommern und relativ milden Wintern. Der Jahresniederschlag fällt zu ca. 60% im Sommer- und zu ca. 40% im Winterhalbjahr. Die vorherrschende Windrichtung ist SW bis W. Bei Hochdruckwetterlagen treten bevorzugt Winde aus östlichen Richtungen auf. Da die Exkursionspunkte nur zwischen ca. 5 und 15 km vom Wetteramt des DWD am Flughafen Hannover entfernt sind, die Höhenlage der Profile nur relativ wenig differiert und keine größeren Bergzüge separate Klimaräume schaffen, kann diese Wetterstation cum grano salis für alle Exkursionspunkte hinreichend genaue Klimawerte liefern. Im dreißigjährigen Durchschnitt (1961-1990) fallen 660,3 mm Niederschläge, von denen 582 mm verdunsten. Die klimatische Wasserbilanz errechnet sich also zu +78,3 mm. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8,9 °C.

#### **5 Vegetation und Bodennutzung**

Die natürliche Vegetation dürfte aus lichten Laubmischwäldern bestanden haben, auf der Geest Eichen-Birkenwälder mit Kiefern und Hainbuchen, in der Lößbörde Eichen-Buchenwälder mit Linden, Eschen und

Ahomen. In den feuchten Niederungen der Geest waren wohl Erlen-Birkenbruchwälder anzutreffen, während im Leinetal Auenwälder mit Erlen, Weiden, Pappeln und Eschen vorherrschten.

Aus archäologischen Funden kann auf eine ackerbauliche Bodennutzung im Exkursionsraum seit dem Neolithikum geschlossen werden. Es sei dahingestellt, ob ein mehrtausendjähriger kontinuierlicher Ackerbau stattgefunden hat. Deutlich heben sich die drei letzten Phasen der Landeskultivierung mit intensiver Siedlungstätigkeit vor der historischen Entwicklung ab:

1. In der Zeit der sächsischen Landnahme (ca. 400-600 n. Chr.) wurden die fruchtbarsten Böden der Börde und der Geest besiedelt. Ackerbau und Viehzucht prägten die Wirtschaftsweise.
2. Starkes Bevölkerungswachstum führte im Hochmittelalter (ca. 1100-1300) zu einer regen Rodungs- und Siedlungstätigkeit in weniger günstigen Gegenden des Berglandes und der feuchten Niederungen. Die Dörfer wurden planmäßig angelegt (Waldhufendörfer, Marschhufendörfer). In städtischen Siedlungen, die an Handelswegen entstanden, bildeten sich spezialisierte Berufsgruppen heraus: Handwerker, Kaufleute, Verwaltungsfachleute etc..
3. Seit Mitte des 17. Jahrhunderts werden Moore entwässert, Flußauen trockengelegt, Heideflächen urbar gemacht und vereinzelt noch Wälder gerodet. Mit der Industrialisierung ändert sich das Bild der Dörfer grundlegend. Höfe werden aufgegeben bzw. zusammengelegt, Industriebetriebe siedeln sich an, viele Dörfer werden zu Vororten der Ballungszentren.

Aus den einst autarken bäuerlichen Klein- und Mittelbetrieben mit weiter Fruchtfolge und mannigfacher Viehhaltung sind spezialisierte landwirtschaftliche Unternehmen hervorgegangen. Die bevorzugten Feldfrüchte sind auf der Geest zur Zeit Kartoffeln, Roggen, Gerste, Hafer, Weizen und Mais, in der Lößbörde dagegen Zuckerrüben, Weizen, Gerste sowie Feldgemüse.

## **6 Erläuterungen zu den Exkursionspunkten**

### ***Exkursionspunkt G 6.1***

Aus den relativ nährstoffarmen Sedimenten der weichselzeitlichen Talsandebenen haben sich bei jahreszeitlich schwankenden Grundwasserständen Gley-Podssole entwickelt. Sesquioxide und Humusstoffe wurden im Oberboden gelöst, mit dem Sickerwasser in den Unterboden verlagert und bilden dort nach der Ausfällung Orterde- oder Ortsteinhorizonte. In der Nähe alter Ortschaften bzw. Einzelhöfe wurden durch jahrhundertelange Plaggendüngung über ihnen mehrere Dezimeter mächtige Plaggenesche aufgehöhht.

Die Humusvorräte im Ap- bzw. E-Horizont sind mit ca. 210 bzw. ca. 190 t/ha als hoch, die Stickstoffvorräte mit ca. 7 bzw. ca. 5 t/ha als mittel bzw. gering einzuschätzen. Das recht weite C:N-Verhältnis weist in beiden Horizonten auf Rohhumus hin. Phosphor- und Kaliumvorräte entsprechen den Versorgungsstufen C bzw. B. Im effektiven Wurzelraum (6 dm) können ca. 115 mm Wasser als nutzbare Feldkapazität gespeichert werden.

Die Bodenschätzung beschreibt einen tiefgründigen rothumosen Sandboden mit Podsol- und Grundwassermerkmalen.

Aus den weichselzeitlichen Talsanden haben sich je nach den Grundwasserständen überwiegend Gley-Podssole, aber auch Gleye und Podssole entwickelt.

### ***Exkursionspunkt G 6.2***

Das Ausgangssubstrat der Bodenbildung besteht im ebenen Wietzel aus holozänen fluvialen Sedimenten wechselnder Mächtigkeit über weichselzeitlichen Talsanden oder örtlich Niederterrassenfazies der Leine. Während ältere Sedimente in der Regel aus Fein- bis Mittelsanden bestehen, haben die jüngeren größere Schluff- und Tongehalte. Es ist erodiertes Material der benachbarten Grundmoränen und der kreidezeitlichen Tone.

Durch den Ausbau der Vorfluter und durch Dränmaßnahmen wurde das Grundwasser abgesenkt. Seit ca. drei Jahrzehnten sind die Böden im Wietzel ackerfähig. Die im ursprünglichen Grundwasserschwankungsbereich ausgefällten Eisenoxide (Raseneisenstein) dürften vom Sickerwasser aus den Eisengeoden der kreidezeitlichen Tone gelöst und mit dem abströmenden Grundwasser in die Niederung transportiert worden sein. Die Eisengehalte der oberen Horizonte des Exkursionspunktes G 6.2 (0,6%-40,1%) können nur durch Eintragsprozesse erklärt werden.

Im Ap-Horizont ist der Humusvorrat mit ca. 200 t/ha als hoch, der Stickstoffvorrat mit ca. 13 t/ha als sehr hoch einzustufen. Das relativ enge C:N-Verhältnis weist auf eine gute Humusqualität hin. Phosphor- und Kaliumgehalte entsprechen den Versorgungsstufen B bzw. D. Im effektiven Wurzelraum (6 dm tief) sind als

nutzbare Feldkapazität ca. 90 mm Wasser speicherbar. In feuchten Frühjahren können sich die Bestellungen verzögern, in trockenen Sommern steigert Beregnung die Erträge.

Die Bodenschätzung beschreibt ein geschichtetes Profil (lehmiger Sand über Sand) mit hydromorphen Merkmalen und Raseneisenstein.

Die Bodengesellschaft des Wietzetales besteht aus Gleyen, Podsol-Gleyen und Braunerde-Gleyen sowie kleinflächig auch aus Moor-Gleyen und Niedermooren.

#### **Exkursionspunkt G 6.3**

Der Exkursionspunkt G 6.3 befindet sich an einem Mittelhang mit ca. 4% Neigung nach SW. Das Ausgangssubstrat der Bodenbildung besteht aus einer geringmächtigen periglaziären Deckschicht (Fließerde oder Kryoturbationsschicht), in der Anteile des Geschiebelehms und der verwitterten Tonsteine vermengt sind. Die Horizonte aus anstehendem Verwitterungssubstrat enthalten einzelne Eisengeoden und sind bis ca. 75 cm Tiefe carbonatfrei. Unterhalb 90 cm ist der ursprüngliche Gesteinsverband mehr oder weniger deutlich erhalten.

Die relativ gleichmäßige Verteilung des Humus im Oberboden zeigt an, daß die Fläche als Acker genutzt oder zur Verbesserung der Grasnarbe gepflügt und erneut eingesät wurde. Mit ca. 145 t/ha Humus und ca. 8 t/ha Stickstoff im Ap-Horizont können die Vorräte als gut angesehen werden. Das relativ enge C:N-Verhältnis bestätigt gute Humuseigenschaften. Hohe Rohdichte und geringe Grobporenanteile beeinträchtigen den Wasser- und Luftaushalt sowie das Wurzelwachstum besonders bei längeren Regenperioden. Im effektiven Wurzelraum (6,5 dm) sind ca. 100 mm pflanzenverfügbares Wasser speicherbar. Die Phosphor- und Kaliumgehalte entsprechen der Versorgungsstufe A.

Die Bodenschätzung beschreibt einen tonigen Grünlandstandort.

Aus den kreidezeitlichen Tonen haben sich im Raum Isernhagen bevorzugt Pseudogleye entwickelt, kleinflächig auch Pelosole.

#### **Exkursionspunkt G 6.4**

An einem sehr schwach nach Süden geneigten Oberhang befindet sich der Exkursionspunkt G 6.4. Über dem Staukörper im nahen Untergrund haben sich deutlich hydromorphe Merkmale ausgebildet. Bei der Profilansprache im März 1998 konnten im 2. Horizont Verbraunungs- und Hydromorphieerscheinungen festgestellt werden, wobei die Eisenfleckung stärker ausgeprägt war als die Verbraunung. Das Substrat ist entstehungsgeschichtlich drenthezeitlicher entkalkter Geschiebelehm. Der Schlag ist gedrängt, um im Frühjahr eine zeitgerechte Bestellung zu ermöglichen.

Humus- und Stickstoffvorrat im Ap-Horizont sind mit ca. 90 t/ha bzw. 5,5 t/ha als gering einzustufen. Das relativ enge C:N-Verhältnis zeugt jedoch von guter Humusqualität. Hohe Rohdichten und verminderte Grobporenanteile hemmen die Infiltration des Sickerwassers. Sie stehen z. T. im Widerspruch zu den Horizontmerkmalen. Im effektiven Wurzelraum (10 dm) können etwa 170 mm pflanzenverfügbares Wasser gespeichert werden. Die Phosphor- und Kaliumgehalte entsprechen den Versorgungsstufen D bzw. B/C.

Die Bodenschätzung beschreibt einen lehmigen verbräunten Ackerboden mit hydromorphen Merkmalen, der aus betriebsinternen Gründen als hofnahe Weide genutzt wird.

Aus den Geschiebelehmen bei Isernhagen haben sich meist Pseudogley-Braunerden entwickelt. Sie sind mit Braunerde-Pseudogleyen vergesellschaftet. Vereinzelt treten auch Pseudogley-Podsole, Pseudogleye und Braunerden auf.

#### **Exkursionspunkt G 6.5**

Obwohl die Exkursionspunkte G 6.4 und G 6.5 bei fast gleicher Geländesituation nur etwa 150 Schritt voneinander entfernt sind, liefern sie ein gutes Beispiel für die Substratheterogenität des Geschiebelehms. Handelt es sich bei G 6.4 um stark lehmige Sande bis sandige Lehme, so umfaßt die Spanne bei G 6.5 die Bodenarten Sande, lehmige Sande und aufgeschuppte Tone der Kreidezeit mit Eisengeoden. Bei fast gleicher Tiefenlage des Staukörpers sind die hydromorphen Merkmale der stauwasserführenden Horizonte am Exkursionspunkt G 6.5 weniger deutlich ausgeprägt. Möglicherweise enthält das Substrat weniger lösliches Eisen, das bei Umfällungen in den Trocken- und Feuchtephasen deutliche Merkmale hinterläßt, oder der Staukörper ist weniger dicht gelagert. Der Schlag wurde 1986 gedrängt.

Humus- und Stickstoffvorrat im Ap-Horizont sind mit ca. 72 t/ha bzw. 4 t/ha als gering einzustufen. Das relativ enge C:N-Verhältnis deutet auf eine gute Humusqualität hin. Die Speicherkapazität für pflanzenver-

fügbares Wasser beträgt im effektiven Wurzelraum (6 dm) ca. 90 mm. Die Phosphor- und Kaliumgehalte sind in die Versorgungsstufen D bzw. C einzuordnen.

Die Bodenschätzung beschreibt einen lehmig-sandigen Ackerboden mit Verbraunungs- und Hydromorphiemerkmalen.

Bodengesellschaft: s. Exkursionspunkt G 6.4

#### ***Exkursionspunkt G 6.6***

Der Exkursionspunkt G 6.6 liegt im Überflutungsbereich der Leine. Bei gelegentlichen Überschwemmungen werden je nach Strömungsverhältnissen Aufträge oder Abträge festgestellt. Die holozänen Sedimente bestehen überwiegend aus erodierten Lössen mit wechselndem Anteil an Materialien des Buntsandsteins, Keupers, Muschelkalks und der Formationen des Harzes etc.. Ältere Sedimente sind sandig. Alle Horizonte sind carbonatfrei, haben aber eine gute Basensättigung.

Humus- und Stickstoffvorrat sind im Ap-Horizont mit ca. 140 t/ha bzw. ca. 7 t/ha und im ersten aM-Horizont mit ca. 28 t/ha bzw. ca. 2 t/ha als mittel einzustufen. Das relativ enge C:N-Verhältnis ist als Indiz für gute Humusqualität zu werten. Wasser- und Lufthaushalt sind gut. Das Wurzelwachstum wird nicht beeinträchtigt. Im effektiven Wurzelraum (10 dm) können ca. 160 mm pflanzenverfügbares Wasser gespeichert werden. Die Phosphor- und Kaliumversorgung entspricht den Gehaltsstufen C bzw. D.

Die Bodenschätzung beschreibt einen tiefgründig humosen lehmig-schluffigen Ackerboden ohne hydromorphe Merkmale.

Auenböden, Gley-Auenböden und in randlichen Lagen Gleye bilden die Bodengesellschaft des Leinetales.

#### ***Exkursionspunkt G 6.7***

An einem sehr schwach nach Süden geneigten Hang wurde der Exkursionspunkt G 6.7 angelegt. Das Ausgangssubstrat der Bodenbildung besteht aus carbonathaltigem Löß über Geschiebemergel mit eingeschuppten lokalen Tonen. Biomixionsprozesse reicherten hochwertigen Humus bis ca. 75 cm Tiefe an. Darunter sind Stauwassermerkmale deutlich wahrnehmbar.

Trotz der intensiven Bodenfarbe sind die Vorräte an Humus und Stickstoff im Ap-Horizont mit ca. 90 t/ha bzw. 6 t/ha und im Ah-Horizont mit ca. 67 t/ha bzw. 4 t/ha eher als niedrig einzustufen. Das relativ enge C:N-Verhältnis zeigt in beiden Horizonten eine gute Humusqualität an. Der merklich höhere Tongehalt im Ah-Horizont könnte ein Hinweis auf eine beginnende Lessivierung und damit eine Degradierung des Bodentyps sein. Wasser- und Lufthaushalt sind gut. Der niedrige kf-Wert im dritten Horizont ist nicht nachvollziehbar. Wasser- und Lufthaushalt beeinträchtigen das Wurzelwachstum nicht. Das Stauwasser im Untergrund kann den Wasservorrat im effektiven Wurzelraum durch kapillaren Aufstieg ergänzen. Bis 11 dm Tiefe werden ca. 240 mm pflanzenverfügbares Wasser gespeichert. Der Phosphor- und Kaliumvorrat entspricht den Versorgungsstufen C bzw. B/C.

Die Bodenschätzung beschreibt einen tiefgründig humosen Ackerboden aus Löß mit hydromorphen Merkmalen im Untergrund.

In der Calenberger Lößbörde erstreckt sich von Kirchwehren im Westen über Döteberg und Harenberg bis Velber im Osten eine sichelförmige Zone mit Pseudogley-Schwarzerden und Schwarzerde-Gleyen.

#### ***Exkursionspunkt G 6.8***

In einer sehr schwach nach Südosten geneigten Mittelhangposition befindet sich Exkursionspunkt G 6.8. Das Ausgangssubstrat besteht aus Lößlehm über Fließerde und Geschiebelehm, der als Staukörper wirkt. Die sehr hoch anstehenden Eisenflecken weisen auf vermehrten Hangwasserfluß hin.

Mit ca. 65 t/ha bzw. 4 t/ha sind der Humus- und Stickstoffvorrat der Ackerkrume als gering zu bezeichnen. Das relativ enge C:N-Verhältnis weist jedoch eine gute Humusqualität aus. Es ist zu fragen, ob eine Minderung der organischen Substanz durch Bodenerosion eingetreten sein könnte, wofür auch die Geringmächtigkeit des Sw-A1-Horizontes spräche. Wasser- und Lufthaushalt verzögern im Frühjahr sicherlich das Wurzelwachstum. Im effektiven Wurzelraum (11 dm) sind ca. 260 mm pflanzenverfügbares Wasser speicherbar. Phosphor- und Kaliumvorrat entsprechen den Versorgungsstufen C und B.

Der Acker wird nach den Richtlinien des Bioland-Verbandes bestellt.

Die Bodenschätzung beschreibt einen tiefgründigen Ackerboden aus Löß mit ausgeprägten hydromorphen Merkmalen.

Aus den Lössen der Calenberger Börde haben sich Parabraunerden, Kolluvisole, Pseudogleye und Gleye nebst ihren Übergangstypen entwickelt.

### **Exkursionspunkt G 6.9**

In einer Oberhang- bis Plateaulage mit sehr schwacher Neigung nach Südosten befindet sich Exkursionspunkt G 6.9. Das Ausgangssubstrat besteht aus einer geringmächtigen Lössschicht mit mesozoischem Grus über Verwitterungslehm des Buntsandsteins, der allmählich in klüftigen Sandstein übergeht. Die Vegetation ist ein Buchenmischwald mit Strauch-, Kraut- und Grasflora.

Unter einer recht mächtigen Schicht aus Auflagehumus hat sich ein geringmächtiger, sehr stark humoser Ah-Horizont entwickelt. In den folgenden feinerdereichen Horizonten sind die Merkmale der Verbraunung und des zeitweise auftretenden Stauwassers eng miteinander verzahnt. Der Ah-Horizont enthält einen Vorrat von ca. 62 t/ha Humus und ca. 2,5 t/ha Stickstoff. Das mittlere C:N-Verhältnis läßt den Schluß auf die Humusform „Moder“ zu. Das hoch anstehende Gestein reduziert die effektive Durchwurzelungstiefe von 10 auf ca. 7,5 dm mit einer nutzbaren Feldkapazität von ca. 125 mm. Unter ackerbaulichem Aspekt wären die Phosphor- und Kaliumvorräte den Versorgungsstufen A bzw. C zuzuordnen.

Die mesozoischen Rücken in der Calenberger Börde haben gesteinspezifische Bodengesellschaften hervorgebracht. Auf den Buntsandsteinformationen entwickelten sich die Bodentypen Ranker (Regosol), Braunerde und Pseudogley sowie ihre Übergangstypen.

### **8 Literatur**

Ad-hoc-AG Boden (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

AG Bodenkunde (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung, 3. Auflage, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

AK Bodensystematik (1998): Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands, Mitteilungen der DBG, Bd. 86.

Hydro Agri Dülmen GmbH (Hrsg., 1993): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau, 12. Auflage, Verlagsunion Agrar.

NN (o. J.): Kartieranweisung für das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (unveröffentlicht).

NN (1997): Statistisches Jahrbuch 1996.

Oberfinanzdirektion Hannover (o. J.): Arbeitsanleitung für die Bodenschätzung sowie für die vermessungs- und katastertechnischen Arbeiten in der niedersächsischen Steuerverwaltung (BodSchätzVermAnl).

Rösch, A. und Kurandt, F. (1950): Bodenschätzung und Liegenschaftskataster, 3. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Berlin.

Rothkegel, W: (1950): Geschichtliche Entwicklung der Bodenbonitierungen und Wesen und Bedeutung der deutschen Bodenschätzung, E. Ulmer Verlag, Stuttgart.

Scheffer/Schachtschabel (1989): Lehrbuch der Bodenkunde, 12. Auflage, F. Enke Verlag, Stuttgart.

Seedorf, H. H. und Meyer, H. H. (1992, 1996): Landeskunde Niedersachsen, Bd. 1 und 2, Wachholtz Verlag, Neumünster.

### **Bodenkarten**

Bodengrundlagenkarte von Niedersachsen 1:25.000 - digital -

Benne, I.: Blatt 3623 Gehrden.

Capelle, A.: Blatt 3524 Hannover-N, z. Zt. in Bearbeitung.

Bodenkarte von Niedersachsen 1:25.000

Schulze-Wolf, T. (1987): Blatt 3523 Gehrden.

### **Geologische Karten**

Geologische Wanderkarte 1:100.000 des Landkreises Hannover, 2. überarb. Aufl. 1979.

## 8 Beschreibung der Exkursionsprofile nebst Analyseergebnissen

### Exkursionspunkt G 6.1: Kaltenweide-Twenge

#### Standortbeschreibung

TK25: 3524 Hannover-N  
 Lage: ca. 2 km nordöstlich von Kaltenweide,  
 R: 3551085, H: 5817655, Höhe über NN: 48 m  
 Relief: Niederungsebene  
 Nutzung: Acker

#### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                              |
|----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-30       | Feinsand mittelsandig, schwarzbraun, mittel humos, geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge                                |
| E        | -55        | Feinsand mittelsandig, schwarzbraun, humos, geringe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge, Holzkohle und Ziegelbrocken          |
| fAe      | -60        | Mittelsand feinsandig, schwarzgrau, schwach humos, mittlere Lagerungsdichte                                               |
| Bhs      | -65        | Mittelsand feinsandig, dunkelrostfarbenbraun, schwach humos, mittlere Lagerungsdichte                                     |
| Bs       | -80        | Mittelsand feinsandig, rostfarbenbraun, mittlere Lagerungsdichte                                                          |
| Go       | -110       | Mittelsand, gelbgrau, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte                                                      |
| Go       | -130       | Mittelsand grobsandig, in Linsen Schluff sandig, gelbgrau, in Linsen grau, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte |
| Go       | -150       | Mittelsand, schwach kiesig, gelbgrau, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte                                      |

Bodentyp: KA4: YE//GG-PP: Plaggenesch über Gley-Podsol  
 FAO: Fimic Anthrosol  
 NLFb: E33//G-P: Mittlerer Plaggenesch mit mittlerer nutzbarer Feldkapazität über Gley-Podsol

Ausgangssubstrat: Plaggenauflage über weichselzeitlichem fluviatilen Sand  
 Substrattyp: Anthro-Sand über Fluvisand

#### Bodenschätzung

| Bestimmendes Grabloch |   |         | Profilgrube |                   |   |         |       |
|-----------------------|---|---------|-------------|-------------------|---|---------|-------|
| S                     | 3 | D Wagt  | 35/38       | S                 | 3 | D Wagt  | 35/39 |
| rh3                   | S | 2,0-3,0 |             | h3-rh3            | S | 3,0     | Ap    |
| br3                   | S | 2,0-3,0 |             | h3-rh2            | S | 2,5-3,0 | E     |
| ei2 fr3               | S |         |             | ort2              | S | 2,0-2,5 | Bhs   |
|                       |   |         |             | gr3, eil-ei2, fr3 | S |         | Go    |

#### Gemarkung Kaltenweide: Statistik der Bodenklassen

888,8 ha Acker: 69,7% S3D-S5D; 28,9% S13D-S15D; 0,8% IS3D-IS5D; 0,6% Misch- und Schichtböden; Wertzahlen: 16-50

423,3 ha Grünland: 69,6% SI-SIII; 12,9% ISII-ISIII; 1,8% LII; 1,5% TIII; 0,5% MoII; 13,8% Misch- und Schichtböden; Wertzahlen: 23-49



Physikalische und chemische Analysendaten\* von Exkursionspunkt G 6.1

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10   | 11   | 12   |
| Ap       | 30    |         | 2,4                                 | 63,9 | 18,1 | 4,3  | 3,1  | 2,9   | 88,7 | 6,0  | 5,3  |
| E        | 55    |         | 3,3                                 | 63,7 | 15,0 | 4,2  | 3,9  | 4,8   | 86,2 | 8,7  | 5,1  |
| fAe      | 60    |         | n.b.                                | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.  | n.b. | n.b. | n.b. |
| Bhs      | 65    |         | 3,1                                 | 59,2 | 21,6 | 5,2  | 3,5  | 2,4   | 89,1 | 5,9  | 5,0  |
| Bs       | 80    |         | 3,8                                 | 62,7 | 20,2 | 4,3  | 2,4  | 2,5   | 91,0 | 4,9  | 4,1  |
| Go       | 110   |         | 2,6                                 | 76,6 | 13,4 | 2,7  | 1,7  | 1,3   | 95,3 | 3,0  | 1,7  |
| Go       | 130   |         | n.b.                                | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.  | n.b. | n.b. | n.b. |
| Go       | 150   |         | 10,3                                | 84,4 | 4,6  | 0,2  | 0,5  | 0     | 99,5 | 0,5  | 0    |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |      |      |      | nFK    | kf     |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|--------|--------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol.-% | cm/d   |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16   | 17   | 18   | 19     | 20     |
| Ap       | 1,40              | 45        | 25                   | 21   | 17   | 8    | 17     | 422,0  |
| E        | 1,42              | 45        | 27                   | 23   | 15   | 8    | 21     | 691,3  |
| fAe      | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | n.b.   |
| Bhs      | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | 1061,3 |
| Bs       | 1,42              | 45        | 31                   | 28   | 18   | 10   | 21     | 867,7  |
| Go       | 1,71              | 35        | 13                   | 11   | 6    | 2    | 11     | 1326,6 |
| Go       | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | n.b.   |
| Go       | 1,68              | 36        | 9                    | 7    | 3    | 1    | 8      | 1697,0 |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>i</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>i</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |      | mg/g            | mg/g            |                                  | %               | mg/100g            |                    |
| <i>l</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               | 30              | 31                 | 32                 |
| Ap       | 4,7                  | 0                 | 2,89             | 4,97  | 0,17           | 17   | 3,1             | 2,0             | 0,6                              | 0,5             | 9,6                | 8,7                |
| E        | 4,2                  | 0                 | 3,09             | 5,31  | 0,14           | 22   | 3,1             | 1,9             | 0,6                              | 0,4             | 3,8                | 2,8                |
| fAe      | n.b.                 | n.b.              | n.b.             | n.b.  | n.b.           | n.b. | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | n.b.            | n.b.               | n.b.               |
| Bhs      | 4,4                  | 0                 | 1,16             | 2,00  | 0,06           | 19   | 0,3             | 0,1             |                                  | 0,1             | 2,8                | 1,4                |
| Bs       | 4,5                  | 0                 | 0,76             | 1,31  | 0,04           | 19   | 0,3             | 0,1             |                                  | 0,1             | 2,4                | 1,3                |
| Go       | 4,6                  | 0                 | 0,12             | 0,21  | 0,02           |      | 0,4             | 0,1             |                                  | 0,2             | 0,6                | 1,0                |
| Go       | n.b.                 | n.b.              | n.b.             | n.b.  | n.b.           | n.b. | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | n.b.            | n.b.               | n.b.               |
| Go       | 4,6                  | 0                 | 0,08             | 0,14  | 0,02           |      | 0,3             | 0,1             |                                  | 0,1             | 0,7                | 0,9                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |      |      |      |      | BS [%]            |                   |
|----------|-----------------------|-----------------------------------|----|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
|          | mmol <sub>e</sub> /kg | H+Al                              | Al | Ca   | Mg   | K    | Na   | ΣaK <sup>1)</sup> | KAK <sup>2)</sup> |
| <i>l</i> | 33                    | 34                                | 35 | 36   | 37   | 38   | 39   | 40                | 41                |
| Ap       | 103                   | 91                                |    | 38   | 2    | 2    | 0    | 32                | 41                |
| E        | 102                   | 120                               |    | 16   | 0    | 1    | 0    | 12                | 17                |
| fAe      | n.b.                  | n.b.                              |    | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.              | n.b.              |
| Bhs      | 103                   | 115                               |    | 4    | 0    | 0    | 0    | 3                 | 4                 |
| Bs       | 60                    | 79                                |    | 2    | 0    | 0    | 0    | 2                 | 3                 |
| Go       | 57                    | 15                                |    | 2    | 0    | 0    | 0    | 12                | 4                 |
| Go       | n.b.                  | n.b.                              |    | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.              | n.b.              |
| Go       | 35                    | 9                                 |    | 2    | 0    | 0    | 0    | 22                | 6                 |

\* ,<sup>1)</sup>, <sup>2)</sup>: Erläuterungen s. Analysendaten von Exkursionspunkt G 6.2

**Exkursionspunkt G 6.2: Isernhagen**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3524 Hannover-N  
 Lage: ca. 0,5 km südwestlich von Isernhagen N. B.,  
 R: 3552801, H: 5813045, Höhe über NN: 49 m  
 Relief: Tal, eben  
 Nutzung: Acker

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                             |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-30       | Sand stark lehmig, schwach kiesig, dunkelbraun, stark humos, mittlere Lagerungsdichte, Reste von Raseneisenstein, Krümel-, Plattengefüge |
| Go       | -55        | Mittelsand, schwach kiesig, bräunlichgrau, schwach eisenfleckig bis Raseneisenstein, mittlere Lagerungsdichte, Einzelkorn-, Kittgefüge   |
| rGor     | -90        | Mittelsand, schwach kiesig, bräunlichgrau, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte                                                |
| Gr       | -100       | Mittelsand, schwach kiesig, grüngrau, mittlere Lagerungsdichte                                                                           |

Bodentyp: KA4: GGe: Brauneisengley  
 FAO: Petroferric Gleysol  
 NLFb: rG+G42: Tiefer Gley, schwach grundnaß, Grundwasser abgesenkt, mit Raseneisenstein

Ausgangssubstrat: Fluviatiler Lehm über fluviailem Sand  
 Substrattyp: Fluvilehm über Fluvisand

**Bodenschätzung**

| Bestimmendes Grabloch |         |       | Profilgrube        |       |         |    |
|-----------------------|---------|-------|--------------------|-------|---------|----|
| SI 5 D                | 25/26   |       | IS 5 D             | 32/34 |         |    |
| h3 ra2                | 13-12 S | 2-2,5 | h3-h4, ra2         | S, I4 | 3,0     | Ap |
| Ra                    | 12 S    | 2,5   | brgr3, ra4, zt(Ra) | S     | 2,0-2,5 | Go |
| rost3                 | 11 S    | 2,0   | brgr3, ei2, fr3    | S     | 3,0-3,5 | Go |
| gb3 fr3               | S       |       | he3, na3           | S     |         | Gr |

**Gemarkung Isernhagen-Süd: Statistik der Bodenklassen**

283,4 ha Acker: 44,8% S3D-S4D; 40,2% SI3D-SI5D; 5,9% IS4D-IS5D; 8% SL3D-SL5D; 0,3% T6D; 0,7% Misch- und Schichtböden; Wertzahlen: 21-59  
 95,8 ha Grünland: 33,6% SI-SIII; 38,4 IS1-ISIII; 3,9% LII-LIII; 22,2% TIII; 1,9% Misch- und Schichtböden; Wertzahlen: 12-54

**Physikalische und chemische Analysendaten\* von Exkursionspunkt G 6.2**

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |     |     |     |       |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|-----|-----|-----|-------|------|------|
|          | cm    |         | Gew.-%                              | gS   | mS   | fS  | ffS | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU   |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7   | 8   | 9   | 10    | 11   | 12   |
| Ap       | 30    | 11.8    | 8,2                                 | 49,2 | 8,6  | 2,9 | 4,2 | 6,3 | 68,9  | 10,5 | 20,6 |
| Go       | 55    | 0.2     | 4,6                                 | 81,2 | 9,9  | 1,4 | 0,8 | 0,5 | 97,1  | 1,3  | 3,2  |
|          |       | 21.3    | 5,0                                 | 77,0 | 6,1  | 2,0 | 2,4 | 2,3 | 90,1  | 4,7  | 5,2  |
| rGor     | 90    |         | 1,1                                 | 80,1 | 14,9 | 1,5 | 0   | 1,0 | 97,6  | 1,0  | 1,3  |
| Gr       | 100   |         | 2,3                                 | 87,3 | 8,1  | 0,3 | 0   | 2,0 | 98    | 2,0  | 0,2  |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |      |      |      | nFK  | kf     |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|------|--------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol.-% |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20     |
| Ap       | 1,43              | 45        | 43                   | 42   | 38   | 23   | 20   | n.b.   |
| Go       | 1,53              | 43        | 19                   | 17   | 15   | 10   | 10   | n.b.   |
| rGor     | 1,50              | 43        | 21                   | 16   | 12   | 3    | 18   | n.b.   |
| Gr       | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>i</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | %               | mg/100g            |                    |
| <i>l</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30              | 31                 | 32                 |
| Ap       | 6,0                  | 0                 | 2,81             | 4,83  | 0,3            | 9   | 29,0            | 10,0            | 0,3                              | 6,6             | 3,2                | 22,0               |
| Go       | 6,0                  | 0                 | 0,16             | 0,27  | 0,02           |     | 2,5             | 1,1             | 0,4                              | 0,6             | 0,6                | 1,7                |
|          | 6,0                  | 0                 | 0,23             | 0,39  | 0,02           |     | 52,0            | 4,8             | 0,1                              | 6,3             | 1,4                | 2,0                |
|          |                      |                   |                  |       |                |     |                 |                 |                                  | 40,1            |                    |                    |
| rGor     | 5,9                  | 0                 | 0,27             | 0,46  | 0,02           |     | 0,9             | 0,6             |                                  | 0,2             | 0,2                | 0,8                |
| Gr       | 3,6                  | 0                 | 0,09             | 0,15  | 0,02           |     | 0,8             | 0,6             |                                  | 0,2             | 0,3                | 1,1                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |    |    | BS [%]            |                   |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|-------------------|-------------------|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K  | Na | Σak <sup>1)</sup> | KAK <sup>2)</sup> |
| <i>l</i> | 33                 | 34                                | 35 | 36  | 37 | 38 | 39 | 40                | 41                |
| Ap       | 237                | 12                                |    | 194 | 14 | 6  | 0  | 95                | 90                |
| Go       | 23                 | 12                                |    | 24  | 2  | 0  | 0  | 68                | 100               |
|          | 60                 | 37                                |    | 48  | 0  | 1  | 0  | 57                | 82                |
| rGor     | 15                 | 3                                 |    | 12  | 0  | 0  | 0  | 80                | 80                |
| Gr       | 9                  | 2                                 |    | 4   | 0  | 0  | 0  | 67                | 44                |

\* Analysenmethoden s. Anhang der Exkursion Z 2

<sup>1)</sup>, <sup>2)</sup>: Berechnung der Basensättigung:

$$^1) \text{ BS}[\%] = \frac{\Sigma \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}}{\Sigma (\text{H} + \text{Al}) + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}} \cdot 100$$

$$^2) \text{ BS}[\%] = \frac{\Sigma \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}}{\text{KAK}_{\text{pot}}} \cdot 100$$

**Exkursionspunkt G 6.3: Isernhagen**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3524 Hannover-N  
 Lage: ca. 1 km südöstlich von Isernhagen K. B.,  
 R: 3555925, H: 5813525, Höhe über NN: 56 m  
 Relief: Mittelhang, sehr schwach nach Südwesten geneigt  
 Nutzung: Grünland

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                            |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| rAp+Ah   | 0-22       | Lehm tonig sandig, dunkelbraun, stark humos, mittlere Lagerungsdichte, Krümel-, Subpolyedergefüge                       |
| Sw       | -38        | Ton schwach schluffig, hellgrau, mittel eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Prismen-, Polyedergefüge    |
| Sd       | -75        | Ton schwach schluffig, bläulichgrau, hohe Lagerungsdichte, Polyedergefüge, Eisengeoden                                  |
| Sd       | -90        | Ton schwach schluffig, bläulichgrau, mittel carbonathaltig, hohe Lagerungsdichte, Prismen-, Kohärentgefüge, Eisengeoden |
| Cv       | -120       | Tonsteinersatz, bläulichgrau, carbonathaltig, Polyeder-, Platten-, Schichtgefüge                                        |

Bodentyp: KA4: SSn: Norm-Pseudogley  
 FAO: Planosol  
 NLFb: S23: Flacher Pseudogley, mittel staunaß

Ausgangssubstrat: Periglaziäre Deckschicht über Tonstein der Unterkreide  
 Substrattyp: Lehm über Ton

**Bodenschätzung**

| Bestimmendes Grabloch      |   |     | Profilgrube                 |             |            |
|----------------------------|---|-----|-----------------------------|-------------|------------|
| T III a 3 37/37 (Entst. D) |   |     | T III a 3 37/37 (Entst. DV) |             |            |
| h3                         | T | 2,0 | h4                          | L, kr3-sch3 | 2,0 Ah     |
| r2-r3                      | T |     | gr3, ei3                    | T           | 1,5-2,0 Sw |
|                            |   |     | blgr3                       | T           | 3,5 Sd     |
|                            |   |     | ka3, blgr3                  | T           | Sd         |

Gemarkung Isernhagen: Statistik der Bodenklassen

1321,7 ha Acker: 44,4% S3D-S6D; 23,9% S13D-S15D; 15,1% IS3D-IS5D; 10,3% SL3D-SL5D; 1,1% sL4D-sL5D; 3,6% LT4D-LT5D; 1,5% T4D-T6D; 0,1% Misch- und Schichtböden; Wertzahlen: 12-61

725,5 ha Grünland: 23,7% S1-SIII; 30,3% IS1-ISIII; 8,2% LII-LIII; 37,5% TII-THI; 0,3% Misch- und Schichtböden; Wertzahlen: 18-54

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 6.3**

| Horizont | Tiefe | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |     |     |       |      |      |      |
|----------|-------|-------------------|-------------------------------------|------|------|-----|-----|-------|------|------|------|
|          | cm    |                   | gS                                  | mS   | fS   | ffS | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i> | 2     | 3                 | 4                                   | 5    | 6    | 7   | 8   | 9     | 10   | 11   | 12   |
| rAp+Ah   | 22    | 12,0              | 4,9                                 | 22,7 | 11,5 | 1,8 | 7,0 | 20,6  | 40,9 | 27,6 | 31,5 |
| Sw       | 38    |                   | 4,7                                 | 3,9  | 1,7  | 0,6 | 4,7 | 22,0  | 11,0 | 26,7 | 62,4 |
| Sd       | 75    |                   | 0,8                                 | 0,9  | 0,6  | 0,6 | 4,4 | 27,5  | 2,9  | 31,8 | 65,3 |
| Sd       | 90    | 5,5               | 0,8                                 | 1,8  | 1,0  | 0,2 | 5,1 | 29,6  | 3,7  | 34,7 | 61,6 |
| Cv       | 120   |                   | 1,2                                 | 0,5  | 0,2  | 0,2 | 3,1 | 30,1  | 2,1  | 36,2 | 61,7 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol.<br>% | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf    |
|----------|-------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|--------|-------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |                | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d  |
| <i>l</i> | 13                | 14             | 15                   | 16  | 17  | 18  | 19     | 20    |
| rAp+Ah   | 1,24              | 50             | 43                   | 41  | 38  | 22  | 21     | 763,8 |
| Sw       | 1,42              | 47             | 46                   | 46  | 43  | 32  | 14     | 0,1   |
| Sd       | 1,48              | 46             | 45                   | 44  | 43  | 33  | 11     | 0,1   |
| Sd       | 1,55              | 45             | 44                   | 44  | 42  | 36  | 9      | 0,2   |
| Cv       | 1,59              | 44             | 42                   | 41  | 39  | 35  | 7      | 0,2   |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>s</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>s</sub> /Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>i</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | %               | mg/100g            |                    |
| <i>l</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30              | 31                 | 32                 |
| rAp+Ah   | 6,0                  | 0                 | 3,85             | 6,62  | 0,37           | 10  | 16,0            | 6,6             | 0,4                              | 3,3             | 1,9                | 6,5                |
| Sw       | 5,5                  | 0                 | 0,68             | 1,17  | 0,1            | 7   | 31,0            | 3,6             | 0,1                              | 7,4             | 0,2                | 8,7                |
| Sd       | 5,9                  | 0                 | 0,52             | 0,89  | 0,08           | 7   | 15,5            | 2,7             | 0,2                              | 3,9             | 0,5                | 10,2               |
| Sd       | 7,1                  | 1,7               | 0,66             | 1,13  | 0,07           | 9   | 15,3            | 1,3             | <0,1                             | 4,0             | 0,5                | 12,8               |
| Cv       | 7,5                  | 2,5               | 0,78             | 1,34  | 0,07           | 11  | 12,3            | 0,8             | <0,1                             | 3,5             | 0,4                | 15,5               |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |    |    | BS [%] |     |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|--------|-----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K  | Na | ΣaK    | KAK |
| <i>l</i> | 33                 | 34                                | 35 | 36  | 37 | 38 | 39 | 40     | 41  |
| rAp+Ah   | 207                | 90                                |    | 170 | 20 | 2  | 2  | 68     | 94  |
| Sw       | 211                | 97                                |    | 140 | 54 | 3  | 8  | 68     | 97  |
| Sd       | 220                | 95                                |    | 142 | 79 | 4  | 12 | 71     | 100 |
| Sd       | 203                | 0                                 |    | 156 | 82 | 4  | 16 | 100    | 100 |
| Cv       | 220                | 0                                 |    | 190 | 80 | 5  | 16 | 100    | 100 |

## Exkursionspunkt G 6.4: Isernhagen

### Standortbeschreibung

TK25: 3524 Hannover-N  
 Lage: südöstlicher Ortsrand von Isernhagen K. B./F. B.,  
 R: 3556565, H: 5815065, Höhe über NN: 80 m  
 Relief: Oberhang, sehr schwach nach Süden geneigt  
 Nutzung: hofnahe Weide, ehemals Acker

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                              |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-30       | Sand stark lehmig, schwach steinig, dunkelbraun, mittel humos, mittlere Lagerungsdichte, Krümelgefüge                                     |
| Bv-Sw    | -50        | Sand stark lehmig, schwach steinig, gelbbraun, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Prismen-; Kohärentgefüge                   |
| Sw       | -80        | Lehm stark sandig, zum Teil Sand stark lehmig, gelblichgraubraun, mittel eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Prismen-, Kohärentgefüge |
| Sw       | -115       | Lehm stark sandig, zum Teil Sand stark lehmig, gelblichgraubraun, mittel eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Prismen-, Kohärentgefüge |
| Sd       | -150       | Lehm stark sandig, graubraun, schwach eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte, Kohärent-, Plattengefüge                                        |

Bodentyp: KA4: BB-SS: Braunerde-Pseudogley  
 FAO: Stagnic Cambisol  
 NLFb: B-S42: Tiefer Braunerde-Pseudogley, schwach staunäßig

Ausgangssubstrat: Geschiebelehm (Drenthe)  
 Substrattyp: Moränenlehm

### Bodenschätzung

| Bestimmendes Grabloch |              |     | Profilgrube |             |     |       |
|-----------------------|--------------|-----|-------------|-------------|-----|-------|
| SL 3 D                | 52/54        |     | SL 4 D      | 48/50       |     |       |
| h3                    | 14 S         | 2,5 | h3          | S, 14       | 3,0 | Ap    |
| h2 r1                 | 14 t2 S      | 2,0 | glbbr3, ei1 | S, 14       | 2,0 | Bv-Sw |
| r2                    | t4 S-s4 t2 L |     | ei2-ei3     | L, s4,      |     | Sw    |
|                       |              |     |             | nst (S, 14) |     |       |

Gemarkung Isernhagen: Statistik der Bodenklassen siehe Exkursionspunkt G 6.3

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 6.4**

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10   | 11   | 12   |
| Ap       | 30    | 5,2     | 6,6                                 | 45,0 | 14,1 | 10,3 | 7,2  | 6,7   | 76,0 | 13,9 | 10,0 |
| Bv-Sw    | 50    | 8,3     | 7,1                                 | 39,3 | 14,2 | 11,2 | 13,2 | 6,4   | 71,8 | 19,6 | 8,6  |
| Sw       | 80    |         | 5,0                                 | 18,7 | 12,7 | 16,2 | 13,6 | 9,6   | 52,6 | 23,2 | 24,2 |
| Sw       | 115   | 3,1     | 10,4                                | 28,0 | 12,2 | 15,5 | 9,6  | 7,8   | 66,1 | 17,4 | 16,5 |
| Sd       | 150   |         | 8,4                                 | 26,5 | 13,2 | 13,0 | 8,8  | 10,4  | 61,1 | 19,2 | 19,7 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |      |      |      | nFK    | kf    |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|--------|-------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol.-% | cm/d  |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16   | 17   | 18   | 19     | 20    |
| Ap       | 1,68              | 35        | 21                   | 20   | 17   | 10   | 11     | n.b.  |
| Bv-Sw    | 1,74              | 34        | 25                   | 23   | 18   | 12   | 12     | n.b.  |
| Sw       | 1,53              | 42        | 35                   | 35   | 32   | 18   | 17     | 178,5 |
| Sw       | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | 75,5  |
| Sd       | 1,58              | 40        | 36                   | 35   | 30   | 13   | 22     | 26,4  |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>a</sub> /Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>t</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | %               | mg/100g            |                    |
| <i>l</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30              | 31                 | 32                 |
| Ap       | 5,9                  | 0                 | 1,06             | 1,82  | 0,11           | 10  | 4,5             | 2,6             | 0,6                              | 0,9             | 14,0               | 16,5               |
| Bv-Sw    | 5,6                  | 0                 | 0,44             | 0,76  | 0,06           | 7   | 4,5             | 2,3             | 0,5                              | 1,2             | 2,9                | 13,0               |
| Sw       | 5,4                  | 0                 | 0,24             | 0,41  | 0,04           |     | 13,3            | 1,7             | 0,1                              | 2,6             | 0,6                | 18,8               |
| Sw       | 4,4                  | 0                 | 0,16             | 0,27  | 0,03           |     | 12,8            | 2,0             | 0,2                              | 2,3             | 0,6                | 9,6                |
| Sd       | 4,0                  | 0                 | 0,21             | 0,36  | 0,03           |     | 5,5             | 1,4             | 0,3                              | 1,6             | 1,1                | 9,7                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |    |    |    |    | BS [%] |     |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|--------|-----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca | Mg | K  | Na | ΣaK    | KAK |
| <i>l</i> | 33                 | 34                                | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40     | 41  |
| Ap       | 68                 | 30                                |    | 52 | 4  | 4  | 1  | 68     | 90  |
| Bv-Sw    | 58                 | 38                                |    | 46 | 6  | 3  | 0  | 59     | 95  |
| Sw       | 138                | 40                                |    | 92 | 14 | 5  | 0  | 73     | 80  |
| Sw       | 93                 | 47                                |    | 48 | 12 | 2  | 0  | 57     | 67  |
| Sd       | 120                | 61                                |    | 40 | 14 | 2  | 0  | 48     | 47  |

**Exkursionspunkt G 6.5: Isernhagen**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3524 Hannover-N  
 Lage: südöstlicher Ortsrand von Isernhagen K. B./F. B.,  
 R: 3556585, H: 5814945, Höhe über NN: 78 m  
 Relief: Oberhang, sehr schwach nach Süden geneigt  
 Nutzung: Acker

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                    |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-32       | Sand mittel lehmig, mittel steinig, dunkelbraun, mittel humos, mittlere Lagerungsdichte, Krümelgefüge                                           |
| Bv       | -55        | Sand schwach lehmig, mittel steinig, zum Teil Grobsand mittelsandig, rötlichbraun, sehr schwach humos, mittlere Lagerungsdichte, Kohärentgefüge |
| Cv-Bv    | -100       | Mittelsand grobsandig, gelbbraun, geringe Lagerungsdichte, Frostkeile                                                                           |
| Cv       | -125       | Mittelsand grobsandig, stark steinig, in Linsen Lehm mittel sandig, fahl-gelbbraun, geringe Lagerungsdichte, Eisengeoden                        |
| IISwd    | -150       | Ton, dunkelgrau, schwach eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte, Prismen-, Kohärentgefüge                                                           |

Bodentyp: KA4: BB: Braunerde  
 FAO: Cambisol  
 NLFb: B43=s: Tiefe Braunerde mit mittlerer nutzbarer Feldkapazität, Stauwassereinfluß im nahen Untergrund

Ausgangssubstrat: Geschiebedecksand mit Sandlößbeimengung über Geschiebelehm und -sand (Drenthe) über Ton der Unterkreide

Substrattyp: Moränensand über tiefem Ton

**Bodenschätzung**

| Bestimmendes Grabloch |           |     | Profilgrube |            |            |
|-----------------------|-----------|-----|-------------|------------|------------|
| SL 4 D                | 48/50     |     | IS 3 D      | 46/50      |            |
| h3                    | 14 S      | 2,5 | h3          | S, I3, st2 | 3,0-3,5 Ap |
| r2                    | s2 L      | 2,5 | h1, br3     | S, I2      | 2,0-2,5 Bv |
|                       | s4 L-t4 S |     | glbbr3      | S          | Bv-Cv      |

Gemarkung Isernhagen: Statistik der Bodenklassen siehe Exkursionspunkt G 6.3



**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 6.5**

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |     |     |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|-----|-----|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| <i>I</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7   | 8   | 9     | 10   | 11   | 12   |
| Ap       | 32    | 16      | 14,2                                | 48,6 | 11,2 | 7,5 | 5,1 | 5,4   | 81,5 | 10,5 | 8,0  |
| Bv       | 55    | 24,3    | 48,4                                | 39,0 | 3,1  | 1,8 | 0,8 | 3,0   | 92,3 | 3,8  | 3,9  |
| Cv-Bv    | 100   | 6,5     | 34,7                                | 56,2 | 4,5  | 1,3 | 0   | 1,7   | 96,7 | 1,7  | 1,6  |
| Cv       | 125   | 61,7    | 41,1                                | 38,4 | 3,3  | 2,4 | 1,4 | 4,4   | 85,2 | 5,8  | 9,0  |
| IISwd    | 150   |         | 0,5                                 | 0,5  | 0,1  | 0,4 | 4,2 | 24,2  | 1,5  | 28,4 | 70,1 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |      |      |      | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol.-% | cm/d |
| <i>I</i> | 13                | 14        | 15                   | 16   | 17   | 18   | 19     | 20   |
| Ap       | 1,52              | 38        | 24                   | 21   | 17   | 7    | 17     | n.b. |
| Bv       | 1,52              | 38        | 12                   | 8    | 7    | 4    | 8      | n.b. |
| Cv-Bv    | 1,49              | 39        | 9                    | 4    | 3    | 3    | 7      | n.b. |
| Cv       | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | n.b. |
| IISwd    | 1,33              | 48        | 47                   | 46   | 43   | 41   | 6      | 1,8  |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>t</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | %               | mg/100g            |                    |
| <i>I</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30              | 31                 | 32                 |
| Ap       | 4,1                  | 0                 | 0,89             | 1,53  | 0,08           | 11  | 5,3             | 2,2             | 0,4                              | 1,0             | 13,1               | 13,0               |
| Bv       | 4,3                  | 0                 | 0,18             | 0,31  | 0,03           |     | 5,3             | 0,6             | 0,1                              | 1,0             | 3,1                | 6,9                |
| Cv-Bv    | 4,2                  | 0                 | 0,05             | 0,09  | 0,02           |     | 4,5             | 0,2             | <0,1                             | 0,8             | 0,6                | 3,1                |
| Cv       | 4,3                  | 0                 | 0,11             | 0,19  | 0,02           |     | 27,0            | 1,7             | <0,1                             | 4,4             | 3,8                | 11,5               |
| IISwd    | 3,8                  | 0                 | 0,64             | 1,10  | 0,06           |     | 26,0            | 3,0             | 0,1                              | 4,8             | 1,6                | 28,9               |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>c</sub> /kg |    |     |    |    |    | BS [%] |     |
|----------|-----------------------|-------------------------------------------------|----|-----|----|----|----|--------|-----|
|          | mmol <sub>c</sub> /kg | H+Al                                            | Al | Ca  | Mg | K  | Na | ΣaK    | KAK |
| <i>I</i> | 33                    | 34                                              | 35 | 36  | 37 | 38 | 39 | 40     | 41  |
| Ap       | 72                    | 68                                              |    | 10  | 2  | 3  | 0  | 18     | 21  |
| Bv       | 33                    | 51                                              |    | 10  | 0  | 1  | 0  | 18     | 33  |
| Cv-Bv    | 15                    | 25                                              |    | 4   | 0  | 1  | 0  | 17     | 33  |
| Cv       | 66                    | 40                                              |    | 24  | 2  | 2  | 0  | 41     | 42  |
| IISwd    | 337                   | 212                                             |    | 112 | 46 | 8  | 0  | 43     | 49  |

**Exkursionspunkt G 6.6: Letter**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3523 Garbsen  
 Lage: ca. 1,5 km nördlich von Letter  
 R: 3543985, H: 5808105, Höhe über NN: 46 m  
 Relief: Leineau, eben  
 Nutzung: Acker

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                  |
|----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-32       | Lehm schwach sandig, dunkelbraun, mittel humos, mittlere Lagerungsdichte, Krümelgefüge                        |
| aM       | -50        | Lehm mittel sandig, dunkelbraun, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Prismengefüge                        |
| aM       | -75        | Lehm mittel sandig, dunkelbraun, schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Prismengefüge                        |
| aM       | -115       | Sand mittel lehmig, dunkelbraun, sehr schwach humos, geringe Lagerungsdichte, Prismengefüge                   |
| IICv     | -185       | Feinsand mittelsandig, zum Teil Sand mittel lehmig, braun, sehr schwach eisenfleckig, geringe Lagerungsdichte |

Bodentyp: KA4: AB: Vega  
 FAO: Fluvisol  
 NLFb: A44: Tiefer Auenboden mit hoher nutzbarer Feldkapazität

Ausgangssubstrat: Auenlehm über Niederterrassensand  
 Substrattyp: Fluvilehm über tiefem Fluvisand

**Bodenschätzung**

| Bestimmendes Grabloch |           |     | Profilgrube  |              |         |    |
|-----------------------|-----------|-----|--------------|--------------|---------|----|
| SL 3 A1               | 61/62     |     | SL 2 A1      | 69/70        |         |    |
| h3                    | 14 S      | 2,0 | h3           | L, s3, schl2 | 3,0-3,5 | Ap |
| h2                    | 14 S-s4 L | 3,0 | h2-h1        | L, s4, schl2 | 4,0     | aM |
|                       | 14 S-s4 L |     | zt (h1), br3 | S, l3        |         | aM |

Gemarkung Letter: Statistik der Bodenklassen

179,1 ha Acker: 8,0% S3D-S4D, S4A1; 8,8% S13D-S14D, S13A1-S14A1; 25,3% IS2D-IS4D, IS3A1-IS5A1; 33,4% SL2D-SL4D, SL6DV, SL4V, SL2A1-SL4A1; 19,1% sL3D-sL4D, sL4V, sL3A1-sL4A1; 4,9% L3D, L2A1-L5A1; 0,5% LT5D; Wertzahlen: 21-89  
 42,9 ha Grünland: 0,7% SII; 53,8% ISII; 45,5% LI-LIII; Wertzahlen: 29-76

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 6.6

| Horizont | Tiefe    | Skelett  | Textur (% der humusfreien Feinerde) |          |          |          |          |          |           |           |           |
|----------|----------|----------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|          | cm       | Gew.-%   | gS                                  | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU+fU    | ΣS        | ΣU        | Ton       |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i>                            | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| Ap       | 32       |          | 0,9                                 | 16,4     | 10,7     | 8,1      | 28,4     | 13,2     | 36,1      | 41,6      | 22,3      |
| aM       | 50       |          | 0,2                                 | 18,9     | 16,0     | 11,9     | 23,2     | 9,7      | 47,0      | 32,9      | 20,1      |
| aM       | 75       |          | 0,1                                 | 18,1     | 19,3     | 14,6     | 22,9     | 7,3      | 52,1      | 30,2      | 17,7      |
| aM       | 115      |          | 0,2                                 | 50,4     | 17,9     | 7,3      | 9,5      | 5,2      | 75,8      | 14,7      | 9,5       |
| IICv     | 185      |          | 0,2                                 | 59,5     | 21,0     | 6,8      | 4,4      | 2,4      | 87,5      | 6,8       | 5,7       |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |           |           |           |           | nFK       | kf |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0       | 2,5       | 4,2       | Vol.-%    | cm/d      |    |
| <i>1</i> | <i>13</i>         | <i>14</i> | <i>15</i>            | <i>16</i> | <i>17</i> | <i>18</i> | <i>19</i> | <i>20</i> |    |
| Ap       | 1,40              | 46        | 33                   | 32        | 28        | 17        | 16        | n.b.      |    |
| aM       | 1,48              | 44        | 32                   | 29        | 24        | 16        | 16        | 184,5     |    |
| aM       | 1,45              | 45        | 29                   | 25        | 18        | 12        | 17        | 360,3     |    |
| aM       | 1,44              | 46        | 21                   | 17        | 12        | 7         | 15        | 389,3     |    |
| IICv     | 1,48              | 44        | 18                   | 12        | 8         | 4         | 13        | 791,2     |    |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus     | N <sub>t</sub> | C/N       | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>e</sub> /Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>t</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %         | %              |           | mg/g            | mg/g            |                                  | %               | mg/100g            |                    |
| <i>1</i> | <i>21</i>            | <i>22</i>         | <i>23</i>        | <i>24</i> | <i>25</i>      | <i>26</i> | <i>27</i>       | <i>28</i>       | <i>29</i>                        | <i>30</i>       | <i>31</i>          | <i>32</i>          |
| Ap       | 6,6                  | 0                 | 1,84             | 3,16      | 0,16           | 12        | 8,3             | 3,4             | 0,4                              | 2,0             | 8,2                | 24,5               |
| aM       | 6,6                  | 0                 | 0,62             | 1,07      | 0,08           | 8         | 7,0             | 3,3             | 0,5                              | 2,1             | 5,4                | 5,4                |
| aM       | 6,6                  | 0                 | 0,48             | 0,82      | 0,05           | 10        | 6,5             | 3,1             | 0,5                              | 1,8             | 0,6                | 3,6                |
| aM       | 6,5                  | 0                 | 0,24             | 0,41      | 0,03           |           | 5,8             | 1,9             | 0,3                              | 1,3             | 0,8                | 3,0                |
| IICv     | 6,5                  | 0                 | 0,12             | 0,21      | 0,02           |           | 4,0             | 1,7             | 0,4                              | 1,0             | 0,6                | 2,1                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol <sub>t</sub> /kg |           |           |           |           |           | BS [%]    |           |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | mmol/kg            | H+Al                                            | Al        | Ca        | Mg        | K         | Na        | ΣaK       | KAK       |
| <i>1</i> | <i>33</i>          | <i>34</i>                                       | <i>35</i> | <i>36</i> | <i>37</i> | <i>38</i> | <i>39</i> | <i>40</i> | <i>41</i> |
| Ap       | 147                | 28                                              |           | 144       | 16        | 6         | 0         | 86        | 83        |
| aM       | 157                | 15                                              |           | 132       | 14        | 2         | 0         | 91        | 94        |
| aM       | 127                | 22                                              |           | 116       | 10        | 1         | 0         | 85        | 100       |
| aM       | 75                 | 0                                               |           | 68        | 6         | 1         | 0         | 100       | 100       |
| IICv     | 45                 | 0                                               |           | 44        | 4         | 1         | 0         | 100       | 100       |

## Exkursionspunkt G 6.7: Harenberg

### Standortbeschreibung

TK25: 3623 Gehrden  
 Lage: ca. 0,7 km südöstlich von Harenberg,  
 R: 3543150, H: 5804809, Höhe über NN: 67 m  
 Relief: Mittelhang, sehr schwach nach Süden geneigt  
 Nutzung: Acker

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                   |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-32       | Schluff mittel tonig, dunkelbraun, mittel humos, sehr schwach carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, Krümelgefüge                           |
| Ah       | -75        | Schluff mittel tonig, dunkelbraun, schwach humos, sehr schwach carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, Prismen-, Plattengefüge               |
| Sw       | -100       | Schluff mittel tonig, gelbbraun, schwach eisen- und manganfleckig, sehr schwach carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, Prismengefüge        |
| Sw       | -120       | Schluff mittel tonig, gelbbraun, schwach eisen- und manganfleckig, schwach carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, Prismengefüge             |
| IISw     | -150       | Sand mittel lehmig, mittel steinig, braungrau, mittel eisenfleckig, mittel carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, Lößkindel, Kohärentgefüge |
| IIISd    | -170       | Ton schwach schluffig, dunkelgrau, mittel carbonathaltig, hohe Lagerungsdichte, Lößkindel, Kohärentgefüge                                      |
| Sd       | -180       | Sand stark lehmig, schwach steinig, dunkelgrau, mittel carbonathaltig, hohe Lagerungsdichte, Kohärentgefüge                                    |

Bodentyp: KA4: SS-TT: Pseudogley-Tschermosem  
 FAO: Stagnic Phaeozem  
 NLFb: S-T31: Mittlere Pseudogley-Schwarzerde

Ausgangssubstrat: Löß über Geschiebemergel (Drenthe)  
 Substrattyp: Löß über tiefem Moränenlehm

### Bodenschätzung

| Bestimmendes Grabloch    |       |     | Profilgrube              |        |            |
|--------------------------|-------|-----|--------------------------|--------|------------|
| L 2 L <sub>6</sub> 83/86 |       |     | L 2 L <sub>6</sub> 87/90 |        |            |
| h3                       | fs3 L | 3,0 | h3, zt (ka1)             | L, fs3 | 3,0-3,5 Ap |
| h2                       | fs3 L | 3,5 | h2, zt (ka1)             | L, fs3 | 3,0-3,5 Ah |
|                          | fs3 L |     | zt (ka1), fl3, eil       | L, fs3 | Sw         |

### Gemarkung Harenberg: Statistik der Bodenklassen

439,1 ha Acker: 0,5% SI3D-SI4D; 6,3% IS3D-IS5D, IS3L<sub>6</sub>-IS4L<sub>6</sub>; 13,2% SL3D-SL5D, SL3L<sub>6</sub>-SL4L<sub>6</sub>D, SL5Vg; 31,0% sL2L<sub>6</sub>-sL4L<sub>6</sub>D, sL4Vg, sL5V; 48,7% L2L<sub>6</sub>-L5L<sub>6</sub>, L4V; 0,2% LT5D; Wertzahlen: 28-91  
 4,0 ha Grünland: 2,9% ISI; 97,1% LII; Wertzahlen: 54-64

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 6.7**

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |      |       |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|          | cm    |         | Gew.-%                              | gS   | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    | 11   | 12   |
| Ap       | 32    | 24,6    | 0,2                                 | 3,0  | 2,3  | 3,7  | 56,4 | 18,1 | 9,2   | 74,5 | 16,3 |
| Ah       | 75    |         | 0,2                                 | 2,5  | 1,2  | 2,3  | 52,9 | 19,2 | 6,2   | 72,1 | 21,7 |
| Sw       | 100   |         | 0,1                                 | 2,5  | 1,8  | 2,6  | 59,7 | 18,9 | 7,0   | 78,6 | 14,4 |
| Sw       | 120   |         | 0,1                                 | 2,7  | 1,7  | 2,9  | 62,8 | 17,9 | 7,3   | 80,7 | 12,0 |
| IISw     | 150   |         | 6,7                                 | 41,5 | 18,5 | 11,3 | 7,5  | 4,6  | 78,0  | 12,1 | 9,9  |
| IIISd    | 170   |         | 1,2                                 | 6,4  | 3,8  | 4,9  | 5,2  | 23,4 | 16,3  | 28,6 | 55,1 |
| Sd       | 180   |         | 7,1                                 | 25,2 | 16,3 | 13,8 | 8,9  | 13,2 | 62,4  | 22,1 | 15,5 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |      |      |      | nFK  | kf     |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|------|--------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol.-% |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20     |
| Ap       | 1,39              | 47        | 37                   | 35   | 32   | 12   | 25   | 190,8  |
| Ah       | 1,42              | 46        | 35                   | 34   | 30   | 17   | 19   | 238,2  |
| Sw       | 1,58              | 41        | 34                   | 33   | 30   | 12   | 22   | 30,5   |
| Sw       | 1,57              | 42        | 35                   | 35   | 30   | 11   | 25   | 139,0  |
| IISw     | 1,80              | 32        | 28                   | 24   | 14   | 6    | 22   | n.b.   |
| IIISd    | 1,50              | 45        | 44                   | 43   | 42   | 37   | 7    | n.b.   |
| Sd       | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>i</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | %               | mg/100g            |                    |
| <i>l</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30              | 31                 | 32                 |
| Ap       | 7,1                  | 0,8               | 1,17             | 2,01  | 0,14           | 8   | 4,8             | 1,8             | 0,4                              | 1,4             | 10,6               | 12,4               |
| Ah       | 7,0                  | 0,8               | 0,64             | 1,10  | 0,06           | 11  | 5,5             | 1,3             | 0,2                              | 1,7             | 0,4                | 4,5                |
| Sw       | 7,2                  | 0,8               | 0,19             | 0,33  | 0,03           |     | 6,3             | 0,4             | <0,1                             | 1,6             | 0,9                | 3,1                |
| Sw       | 7,2                  | 3,3               | 0,49             | 0,84  | 0,02           |     | 5,8             | 0,3             | <0,1                             | 1,5             | 1,1                | 3,2                |
| IISw     | 7,3                  | 1,7               | 0,14             | 0,24  | 0,02           |     | 5,0             | 0,3             | <0,1                             | 1,3             | 1,9                | 2,6                |
| IIISd    | 7,3                  | 1,7               | 0,41             | 0,70  | 0,04           |     | 19,5            | 0,7             | <0,1                             | 3,6             | 4,8                | 10,2               |
| Sd       | 7,4                  | 5,0               | 0,52             | 0,89  | 0,02           |     | 4,3             | 0,3             | <0,1                             | 1,4             | 0,6                | 5,5                |

| Horizont | KAK <sub>poi</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |    |    | BS [%] |     |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|--------|-----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K  | Na | ΣaK    | KAK |
| <i>l</i> | 33                 | 34                                | 35 | 36  | 37 | 38 | 39 | 40     | 41  |
| Ap       | 126                | 0                                 |    | 142 | 6  | 1  | 0  | 100    | 100 |
| Ah       | 148                | 0                                 |    | 164 | 6  | 1  | 0  | 100    | 100 |
| Sw       | 87                 | 0                                 |    | 104 | 4  | 1  | 0  | 100    | 100 |
| Sw       | 88                 | 0                                 |    | 116 | 4  | 1  | 0  | 100    | 100 |
| IISw     | 45                 | 0                                 |    | 58  | 2  | 1  | 0  | 100    | 100 |
| IIISd    | 224                | 0                                 |    | 222 | 14 | 4  | 0  | 100    | 100 |
| Sd       | 40                 | 0                                 |    | 40  | 2  | 1  | 0  | 100    | 100 |

**Exkursionspunkt G 6.8: Bente**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3623 Gehrden  
 Lage: ca. 1 km nordöstlich von Bente,  
 R: 3543525, H: 5801355, Höhe über NN: 76 m  
 Relief: Mittelhang, sehr schwach nach Südosten geneigt  
 Nutzung: Acker

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                               |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 0-30       | Schluff mittel tonig, dunkelbraun, schwach humos, mittlere Lagerungsdichte, Krümel-, Plattengefüge                                                         |
| Sw-A1    | -45        | Schluff mittel tonig, gelbbraun, schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Prismengefüge                                                 |
| Sw-Bt    | -80        | Schluff stark tonig, gelbgraubraun, mittel eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Prismengefüge                                               |
| Sw       | -100       | Schluff mittel tonig, gelbgraubraun, mittel eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Prismengefüge                                              |
| Sw       | -135       | Schluff schwach tonig, streifenförmig mit Sand schwach lehmig, gelbgraubraun, mittel eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Prismengefüge     |
| IISw     | -160       | Sand schwach lehmig, schwach steinig, zum Teil Lehm stark sandig, rötlichbraun, schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Kohärentgefüge |
| Swd      | -180       | Lehm stark sandig, schwach steinig, graubraun, schwach eisen- und manganfleckig, schwach carbonathaltig, hohe Lagerungsdichte, Lößkindel, Kohärentgefüge   |

Bodentyp: KA4: SS-LL: Pseudogley-Parabraunerde  
 FAO: Stagnic Luvisol  
 NLFb: S-L33: Mittlere Pseudogley-Parabraunerde mit mittlerer Tongehaltsdifferenz

Ausgangssubstrat: Lößlehm über Fließerde und Geschiebelehm  
 Substrattyp: Löß über tiefem Moränenlehm

**Bodenschätzung**

| Bestimmendes Grabloch    |       |     | Profilgrube               |        |           |
|--------------------------|-------|-----|---------------------------|--------|-----------|
| L 3 L <sub>ö</sub> 78/81 |       |     | L 3 L <sub>ö</sub> 75/78  |        |           |
| h3                       | fs3 L | 3,0 | h3-h2                     | L, fs3 | 3,0 Ap    |
| h2                       | fs3 L | 2,5 | h1, glbbr3, fl3, zt (ei1) | L, fs3 | 1,5 Sw-A1 |
| r2                       | fs3 L |     | grbn3, ei1-ei2            | L, fs2 | 3,5 Sw-Bt |
|                          |       |     | grbn3, ei2                | L, fs3 | Sw        |

Gemarkung Bente: Statistik der Bodenklassen

293,1 ha Acker: 0,8% SL-; 6,4% sL4L<sub>ö</sub>-sL6L<sub>ö</sub>D, sL5V; 92,8% L2L<sub>ö</sub>-L5L<sub>ö</sub>; Wertzahlen: 41-91  
 4,2 ha Grünland: L-; Wertzahl: 27

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 6.8

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |      |       |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|          | cm    |         | Gew.-%                              | gS   | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    | 11   | 12   |
| Ap       | 30    |         | 0,7                                 | 2,8  | 2,4  | 2,9  | 53,7 | 21,5 | 8,8   | 75,2 | 16,0 |
| Sw-Al    | 45    |         | 0,2                                 | 1,3  | 1,3  | 2,3  | 58,8 | 20,8 | 5,1   | 79,6 | 15,3 |
| Sw-Bt    | 80    |         | 0                                   | 0,5  | 0,3  | 1,7  | 53,5 | 19,1 | 2,5   | 72,6 | 24,9 |
| Sw       | 100   |         | 0,1                                 | 3,5  | 2,0  | 1,9  | 57,3 | 19,7 | 7,5   | 77,0 | 15,5 |
| Sw       | 135   |         | 0,6                                 | 14,5 | 7,3  | 4,7  | 45,3 | 16,4 | 27,1  | 61,7 | 11,1 |
| IISw     | 160   | 26,7    | 18,6                                | 35,6 | 14,8 | 10,8 | 10,2 | 3,6  | 79,8  | 13,8 | 6,4  |
| Swd      | 180   | 5,7     | 5,2                                 | 18,1 | 10,7 | 14,4 | 10,9 | 16,8 | 48,4  | 27,7 | 23,9 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |      |      |      | nFK  | kf     |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|------|--------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol.-% |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20     |
| Ap       | 1,30              | 50        | 39                   | 36   | 30   | 9    | 29   | n.b.   |
| Sw-Al    | 1,52              | 43        | 35                   | 33   | 30   | 13   | 22   | n.b.   |
| Sw-Bt    | 1,44              | 46        | 35                   | 34   | 31   | 19   | 16   | 495,6  |
| Sw       | 1,61              | 40        | 34                   | 33   | 30   | 14   | 20   | 77,9   |
| Sw       | 1,72              | 36        | 27                   | 26   | 21   | 5    | 22   | n.b.   |
| IISw     | 1,72              | 36        | 22                   | 18   | 12   | 9    | 13   | n.b.   |
| Swd      | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>i</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | %               | mg/100g            |                    |
| <i>l</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               | 30              | 31                 | 32                 |
| Ap       | 7,1                  | 0,8               | 0,97             | 1,67  | 0,1            | 10  | 5,8             | 2,4             | 0,4                              | 1,5             | 8,9                | 7,5                |
| Sw-Al    | 7,0                  | 0,1               | 0,38             | 0,65  | 0,05           |     | 3,7             | 2,1             | 0,6                              | 1,5             | 1,3                | 5,1                |
| Sw-Bt    | 6,9                  | 0,1               | 0,25             | 0,43  | 0,04           |     | 6,5             | 1,2             | 0,2                              | 2,9             | 0,1                | 6,9                |
| Sw       | 6,9                  | 0                 | 0,14             | 0,24  | 0,03           |     | 5,6             | 0,7             | 0,1                              | 1,8             | 0,8                | 4,5                |
| Sw       | 6,9                  | 0,2               | 0,1              | 0,17  | 0,02           |     | 6,2             | 0,7             | 0,1                              | 1,6             | 0,4                | 3,0                |
| IISw     | 7,1                  | 0,2               | 0,07             | 0,12  | 0,02           |     | 5,0             | 0,4             | <0,1                             | 1,3             | 0,8                | 2,6                |
| Swd      | 7,4                  | 12,8              | 1,7              | 2,92  | 0,02           |     | 9,3             | 0,5             | <0,1                             | 2,2             | 0,2                | 9,3                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |    |    | BS [%] |     |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|--------|-----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K  | Na | ΣaK    | KAK |
| <i>l</i> | 33                 | 34                                | 35 | 36  | 37 | 38 | 39 | 40     | 41  |
| Ap       | 98                 | 0                                 |    | 104 | 4  | 2  | 0  | 100    | 100 |
| Sw-Al    | 76                 | 0                                 |    | 90  | 4  | 2  | 0  | 100    | 100 |
| Sw-Bt    | 116                | 0                                 |    | 142 | 12 | 3  | 0  | 100    | 100 |
| Sw       | 86                 | 0                                 |    | 106 | 8  | 2  | 0  | 100    | 100 |
| Sw       | 62                 | 0                                 |    | 74  | 6  | 2  | 0  | 100    | 100 |
| IISw     | 35                 | 0                                 |    | 46  | 4  | 1  | 0  | 100    | 100 |
| Swd      | 145                | 0                                 |    | 206 | 12 | 3  | 0  | 100    | 100 |

## Exkursionspunkt G 6.9: Bentherr Berg

### Standortbeschreibung

TK25: 3623 Gehrden  
Lage: im nordöstlichen Teil des Bentherr Berges,  
R: 3643150, H: 5802030, Höhe über NN: 124 m  
Relief: Berg Rücken, Oberhang, sehr schwach nach Südosten geneigt  
Nutzung: Laubwald

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                  |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L        | +7         | Blattstreuauflage                                                                                                                             |
| Of+Oh    | +2         | Blattstreuauflage                                                                                                                             |
| Ah       | 0-3        | Schluff lehmig sandig, schwach grusig, schwarzbraun, sehr stark humos, mittlere Lagerungsdichte, Krümelgefüge                                 |
| Sw-Bv    | -20        | Schluff lehmig sandig, schwach grusig, fahlbraun, schwach humos, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Krümel-, Polyedergefüge      |
| IISwd-Bv | -75        | Lehm mittel tonig, mittel steinig, zum Teil Lehm mittel sandig, rötlich-braun, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Polyedergefüge |
| Cv       | -100       | Sandsteinersatz, Kluffüllungen aus Lehm sandig tonig                                                                                          |

Bodentyp: KA4: SS-BB: Pseudogley-Braunerde  
FAO: Stagnic Cambisol  
NLFb: S-B33: Mittlere Pseudogley-Braunerde mit mittlerer nutzbarer Feldkapazität

Humusform: Moder  
Ausgangssubstrat: Lößlehm über Verwitterungslehm des Buntsandsteins  
Substrattyp: Schuttführender Löß über Schuttlehm



**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 6.9**

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |     |      |      |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|-----|-----|------|------|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS  | fS  | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| <i>l</i> | 2     | 3       | 4                                   | 5   | 6   | 7    | 8    | 9     | 10   | 11   | 12   |
| L        | +7    |         |                                     |     |     |      |      |       |      |      |      |
| Of+Oh    | +2    |         |                                     |     |     |      |      |       |      |      |      |
| Ah       | 3     | 3,5     | 1,2                                 | 9,0 | 5,3 | 5,9  | 38,5 | 24,3  | 21,4 | 62,8 | 15,8 |
| Sw-Bv    | 20    | 12,7    | 1,8                                 | 8,6 | 5,6 | 7,0  | 39,1 | 23,9  | 23,0 | 63,0 | 14,0 |
| IISwd    | 75    | 26,9    | 0,3                                 | 1,5 | 4,8 | 17,1 | 15,4 | 25,7  | 23,7 | 41,1 | 35,2 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |      |      |      |        | nFK  | kf |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|------|------|------|--------|------|----|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0  | 2,5  | 4,2  | Vol.-% | cm/d |    |
| <i>l</i> | 13                | 14        | 15                   | 16   | 17   | 18   | 19     | 20   |    |
| L        |                   |           |                      |      |      |      |        |      |    |
| Of+Oh    |                   |           |                      |      |      |      |        |      |    |
| Ah       | n.b.              | n.b.      | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.   | n.b. |    |
| Sw-Bv    | 1,48              | 44        | 33                   | 32   | 27   | 11   | 23     | n.b. |    |
| IISwd    | 1,63              | 40        | 34                   | 33   | 30   | 27   | 7      | n.b. |    |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>t</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>t</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |      | mg/g            | mg/g            |                                  | %               | mg/100g            |                    |
| <i>l</i> | 21                   | 22                | 23               | 24    | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               | 30              | 31                 | 32                 |
| L        | n.b.                 | n.b.              | n.b.             | n.b.  | n.b.           | n.b. | n.b.            | n.b.            | n.b.                             | n.b.            | n.b.               | n.b.               |
| Of+Oh    | 5,0                  | 0                 | 29,9             | 51,43 | 1,28           | 23   | 3,4             | 1,5             | 0,4                              | 0,5             | 3,2                | 66,0               |
| Ah       | 3,1                  | 0                 | 8,12             | 13,97 | 0,5            | 16   | 5,9             | 2,3             | 0,4                              | 1,6             | 2,6                | 16,5               |
| Sw-Bv    | 3,8                  | 0                 | 1,0              | 1,72  | 0,04           |      | 5,3             | 1,6             | 0,3                              | 1,4             | 0,1                | 2,1                |
| IISwd    | 3,9                  | 0                 | 0,29             | 0,50  | 0,04           |      | 22,9            | 1,4             | <0,1                             | 4,6             | 0,7                | 6,0                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |    |    |    |    | BS [%] |     |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|--------|-----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca | Mg | K  | Na | ΣaK    | KAK |
| <i>l</i> | 33                 | 34                                | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40     | 41  |
| L        |                    |                                   |    |    |    |    |    |        |     |
| Of+Oh    |                    |                                   |    |    |    |    |    |        |     |
| Ah       | 250                | 226                               |    | 40 | 6  | 4  | 0  | 18     | 20  |
| Sw-Bv    | 75                 | 103                               |    | 0  | 0  | 1  | 0  | 0      | 1   |
| IISwd    | 136                | 139                               |    | 40 | 6  | 2  | 0  | 26     | 35  |



**Exkursion**  
**G 7**

**Böden im Ballungsraum Hannover (engeres Stadtgebiet)**

von

J. Schneider <sup>1)</sup>

Exkursionsleitung: U. Bartsch, H. Jordan, K. H. Oelkers, J. Schneider <sup>1)</sup>

**Inhalt**

**1 Exkursionsroute**

- Profil 1: Hannover-Herrenhausen
- Profil 2: Rathaus Hannover
- Profil 3: Stadtfriedhof Ricklingen
- Profil 4: Alte Bult
- Profil 5: Heiligers Brunnen
- Profil 6: Hermann-Löns-Park
- Profil 7: Tiergarten

**2 Beschreibung des Exkursionsgebietes**

- 2.1 Lage und Größe
- 2.2 Naturräumliche Gliederung
- 2.3 Geologie und Geomorphologie
- 2.4 Klima
- 2.5 Stadtentwicklung

**3 Exkursionspunkte**

**4 Literatur**

**1 Exkursionsroute**

Die Exkursionsroute folgt einem West – Ost gerichteten Schnitt durch das Stadtgebiet der niedersächsischen Landeshauptstadt. Im Rahmen der Exkursion werden die wesentlichen im Stadtgebiet anzutreffenden naturräumlichen Einheiten durchfahren und an Hand ausgewählter Bodenprofile vorgestellt. Die Route führt aus der Nordstadt nach Herrenhausen und über die Stadtteile Limmer und Linden ins Zentrum von Hannover. Weiterhin streift die Exkursionsroute die Stadtteile Südstadt und Oberricklingen, bevor sie über Waldhausen und Waldheim zum Endpunkt nach Kirchrode führt.

Die erste Teilstrecke führt vom Hauptgebäude der Universität Hannover (Welfenschloß von 1857) durch den Georgengarten, vorbei am barocken Großen Garten, in die Leineau.

**Profil 1: Hannover-Herrenhausen**

Das erste Profil der Exkursionsroute ist am nordöstlichen Stadtrand innerhalb der Leineau gelegen, die für Hannover eine zentrale Naturraumeinheit darstellt. Im Übergangsbereich landwirtschaftlicher Grünlandnutzung zu städtischen Grünflächen kann hier an Hand eines Auenbodens am Rand der Großstadt die Bodenentwicklung und Belastungssituation vorgestellt werden.

Von hier aus folgt die Exkursionsroute dem Verlauf der Leine und später der Ihme ins zentrale Stadtgebiet. Am Niedersachsenstadion und am Maschsee vorbei führt die Route zum Hannoverschen Rathaus.

Anschrift des Autors und der Exkursionsleiter

<sup>1)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLFb), Stilleweg 2, 30655 Hannover

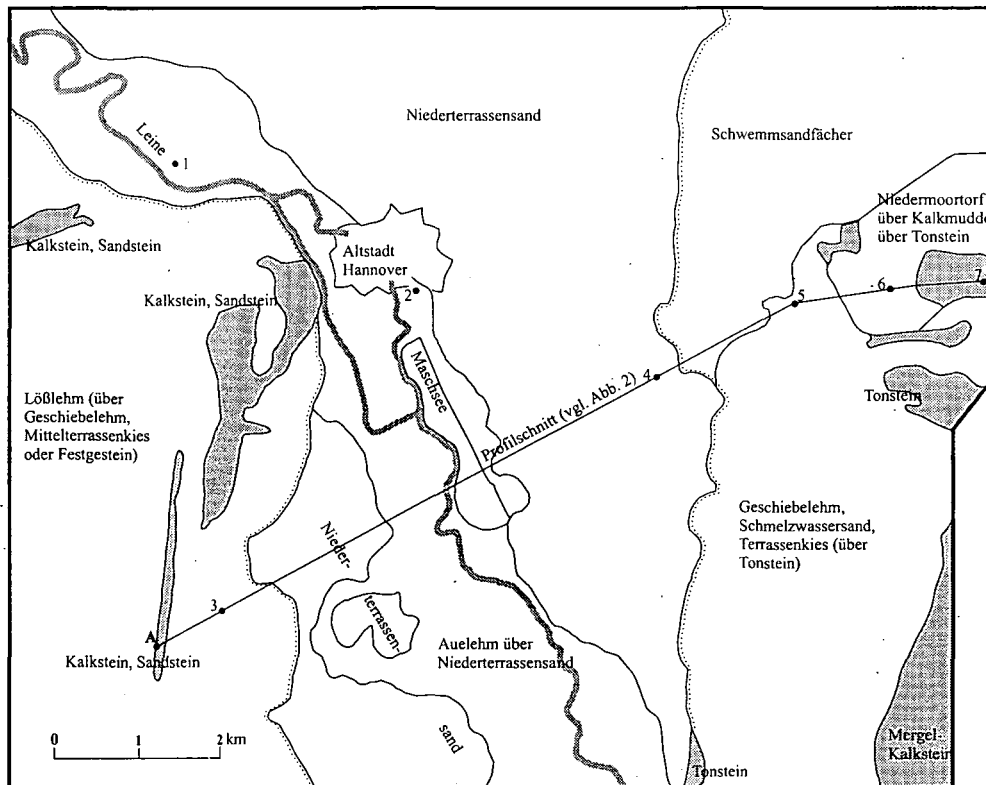


Abb.1 : Geologische Übersicht, Schichten bis 2m Tiefe (Entwurf H. Jordan)

|                            | Alter                                         | Sediment/Gestein                                                      |                   |
|----------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Quartär                    | Holozän                                       | Auelehm                                                               |                   |
|                            | Weichsel-Kaltzeit                             | Niederterrassensand der Leine, Schwemmsand aus Seitentälern           |                   |
|                            |                                               | Löß, oberflächennah zu Lößlehm verwittert                             |                   |
|                            | Saale-Kaltzeit                                | Geschiebelehm, Schmelzwassersand oder -Kies sand, Mittelterrassenkies |                   |
|                            |                                               | Elster-Kaltzeit                                                       | Oberterrassenkies |
|                            |                                               |                                                                       | Mergelkalkstein   |
|                            | Oberkreide                                    | Mergelkalkstein                                                       |                   |
| Unterkreide                | Tonstein, Tonmergelstein                      |                                                                       |                   |
| Oberer Jura                | Kalkstein                                     |                                                                       |                   |
| Mittlerer und Unterer Jura | Tonstein (nicht an der Oberfläche), Sandstein |                                                                       |                   |
|                            |                                               | (Trias, nicht an der Oberfläche)                                      |                   |

**Legende**

- Festgestein
- Rand der Geest bzw. Lößbörde gegen das weichselzeitliche Leinetal
- Lage der Profilstandorte

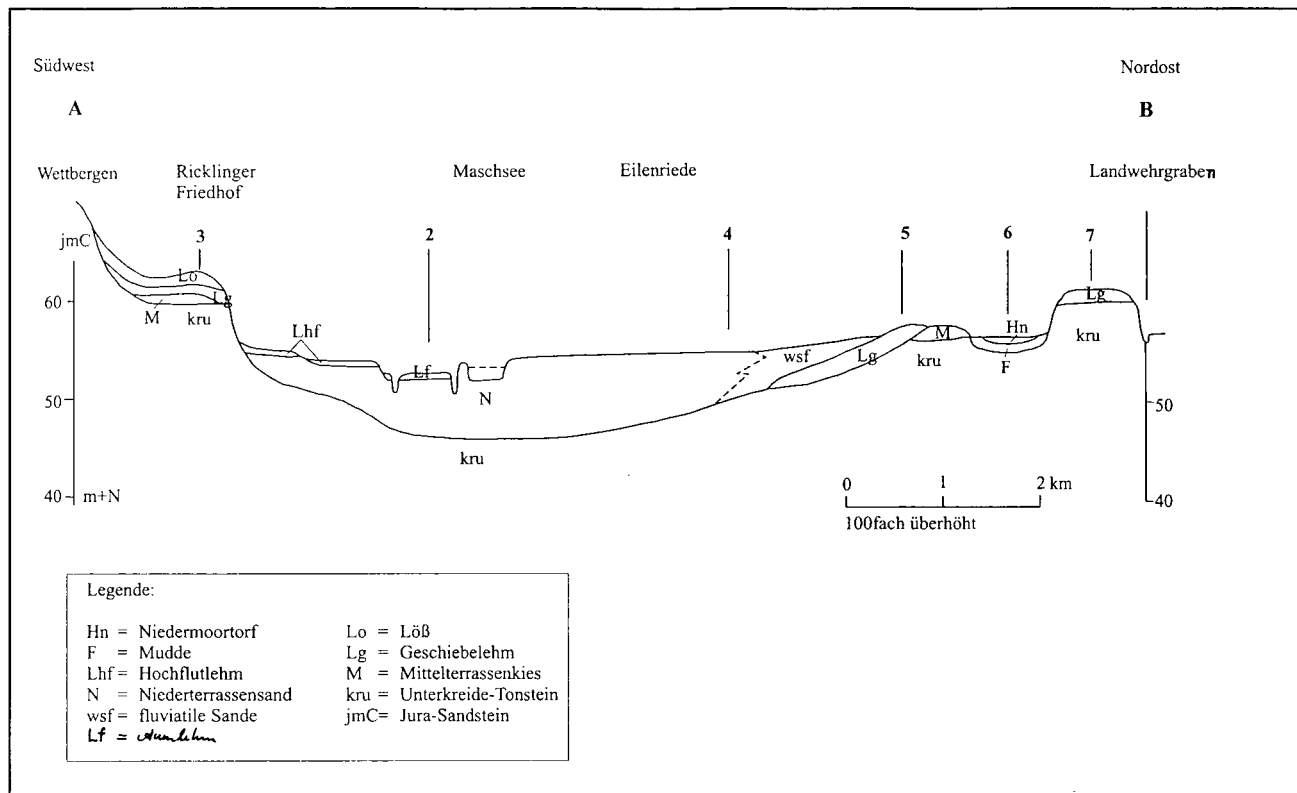


Abb. 2: SW - NW gerichteter geologischer Profilschnitt durch das Stadtgebiet von Hannover (Entwurf H. Jordan)

### ***Profil 2: Rathaus Hannover***

Neben dem Neuen Rathaus wird ein anthropogen verändertes Profil aus natürlichem, aber anthropogen umgelagertem Auenmaterial vorgestellt, das im Zuge der Gestaltung des Maschparks bzw. der Erstellung des Maschsees angefallen ist.

Der weitere Verlauf der Exkursionsroute führt am westlichen Maschseeufer entlang Richtung Stadtwald Eilenriede. Biegt man auf dem Wege dahin Richtung Westen nach Oberricklingen ab, erreicht man Profil 3.

### ***Profil 3: Stadtfriedhof Ricklingen***

Am Rand des Stadtfriedhofs Ricklingen kann an Hand einer Pseudogley-Parabraunerde der Übergang zur niedersächsischen Bördenlandschaft vorgestellt werden. Der Profilstandort ist durch die Friedhofsnutzung noch nicht verändert und durch das Vorkommen von Sandlöß gekennzeichnet.

Zurück am Maschsee führt die Route am Südufer vorbei in den Stadtwald Eilenriede. Am Rand der Eilenriede ist auf dem Areal einer ehemaligen Pferderennbahn Profil 4 gelegen.

### ***Profil 4: Alte Bult***

Nicht nur die Nutzung (ehemalige Pferderennbahn) hat einen Wandel erfahren, auch der Boden zeigt hier deutliche Merkmale anthropogener Veränderungen. Obwohl der Fläche 'Alte Bult' ursprünglich eine hohe städtebauliche Bedeutung für eine gewerbliche Ansiedlung zugemessen wurde, handelt es sich auch aktuell noch um eine Freifläche. Die Sukzessionsstadien der Vegetationsentwicklung, u.a. gemäß dem Niedersächsischen Naturschutzgesetz geschützte Sandmagerrasenflächen, haben zum Bestandsschutz der Freifläche beigetragen.

Zurück in der Eilenriede, folgt die Exkursionsroute weiter dem West-Ost verlaufenden Schnitt durch das Stadtgebiet. Große Bereiche der südlichen Eilenriede sind auf weichselzeitlichen fluviatilen Talsanden durch die Vergesellschaftung von Podsolen, Gley-Podsolen und Braunerde-Podsolen gekennzeichnet (HEINEMANN 1971).

### ***Profil 5: Heiligers Brunnen***

Profil 5 veranschaulicht knapp außerhalb der für den Stadtbereich flächendominanten weichselzeitlichen fluviatilen Sande ein Pseudogley-Gley-Profil auf saalezeitlichem Geschiebelehm. Augenfällig wird der Übergang von der sandigen Geest in die Geestbereiche, die durch Geschiebelehm gekennzeichnet sind, u.a. durch einen als Naturdenkmal gekennzeichneten Findling und die Fassung der Quelle Heiligers Brunnen. Der Brunnen stellt nach SCHERLER & TIEDEMANN (1971) eine Lücke im Geschiebelehm dar, durch den Grundwasser des unteren Stockwerkes in der Quelle artesisch zutage tritt.

Der weitere Weg nach Osten führt in den Hermann-Löns-Park.

### ***Profil 6: Hermann-Löns-Park***

Der Hermann-Löns-Park ist durch das Vorkommen von Niedermooren gekennzeichnet, die sich auf Kalkmuddevorkommen gebildet haben. Die Kalkmudde als spätglaziale Seenablagerung am Ostrand der Eilenriede besteht im wesentlichen aus Algenresten, Schalenresten etc.. In diesem Gebiet hat ein großer See bestanden, der nach MÜLLER (1971) zwischen 6000 und 7000 v. Chr. in relativ kurzer Zeit verlandet ist. Die Torfablagerungen des Niedermoores sind an Profil 6 durch gartenbauliche Gestaltung des Hermann-Löns-Parkes anthropogen überprägt. Dies kann an den vorhandenen Ziegel- und Glasbruchstücken belegt werden.

Zum Abschluß der Exkursion führt die Route in den Hannoverschen Tiergarten.

### ***Profil 7: Tiergarten***

Der Tiergarten, der seit mehr als 300 Jahren als Gehege für Damm- und Rotwild genutzt wird, bildet den Schlußpunkt der Exkursion. Der nördliche Bereich des Tiergartens sticht morphologisch deutlich aus der Umgebung hervor. Die ca. 5 m Geländeunterschied sind durch die anstehenden Ton- und Tonmergelsteine der Oberkreide begründet. Vorgestellt wird ein Pelosol-Pseudogley-Profil, das in einer geringmächtigen Geschiebemergeldecke auf Unterkreide-Tonstein entwickelt ist.

## **2 Beschreibung des Exkursionsgebietes**

### **2.1 Lage und Größe**

Am Übergangsbereich vom norddeutschen Flachland zum niedersächsischen Bergland liegt die niedersächsische Landeshauptstadt Hannover. Das Stadtgebiet mit einer Fläche von 20.408 ha ist Kernstück der Region Hannover, in der ca. 1,1 Millionen Menschen leben und arbeiten (Einwohnerzahl der Stadt Hannover ca. 500.000).

### **2.2 Naturräumliche Gliederung**

Im Verlauf der Exkursion werden auf engem Raum typische Naturraumeinheiten Norddeutschlands präsentiert. Als flächendominante Naturraumeinheit sind für Hannover zunächst die saalezeitlichen Grundmoränenflächen sowie weichselzeitliche Talsandflächen anzuführen. Auffälliges Element darüberhinaus ist in Hannover die zentral im Stadtgebiet gelegene Leineauca. Randlich gelegen, jedoch im Stadtgebiet weiterhin vertreten, sind Moorflächen und Ausläufer des niedersächsischen Berglandes. Am westlichen Stadtrand kommen Lößablagerungen hinzu und bilden den Übergang in die niedersächsische Bördenlandschaft.

Neben den naturnahen Standorten werden im Rahmen der Exkursion auch Bodenprofile vorgestellt, die durch anthropogene Überprägungen verändert wurden.

### **2.3 Geologie und Geomorphologie**

Hannover liegt im Übergangsbereich zwischen der Norddeutschen Tiefebene und dem durch die Festgesteins-Rücken geprägten Niedersächsischen Bergland.

In der Reihenfolge ihrer stratigraphischen Zuordnung lassen sich hierfür folgende geologischen Einheiten bzw. Strukturen im Stadtgebiet belegen:

Kleinflächige morphologisch auffällige Strukturen bilden der Mühlenberg, der Lindener Berg und der Kronsberg, die aus Gesteinen des Jura und der Kreide aufgebaut sind. Neben diesen morphographisch auffälligen Erhebungen, deren Erscheinungsformen eng mit salttektonischen Vorgängen verknüpft sind, treten mesozoische Gesteinsschichten (hier: Kreide, Tonstein) des weiteren im östlichen Stadtgebiet (Tiergarten) und in Teilbereichen von Isernhagen (nördliches Stadtgebiet) zutage.

Den wesentlich größeren Flächenanteil nehmen im Stadtgebiet Hannover morphologisch weitgehend flachliegende pleistozäne Geschiebelehme, Geschiebedecksande, glazifluviale Sande und Kiese sowie fluviatile Talsande und Terrassenkiese ein.

Im südlichen Stadtgebiet sind Lößablagerungen anzutreffen, die den Übergang vom norddeutschem Flachland ins niedersächsische Bergland nachhaltig dokumentieren.

Allerödzeitliche Kalkmuddevorkommen sowie holozäne Dünen und Flugsandfelder, welche den Leineverlauf in charakteristischer Weise auf der östlichen Talseite begleiten, treten im Stadtgebiet morphologisch kaum noch in Erscheinung.

Als jüngste holozäne Ablagerungen sind die Auelehme der Leine, als prägendes Element im zentralen Stadtgebiet, sowie die Moorflächen am östlichen Stadtrand anzuführen.

Die Mächtigkeiten der vorgestellten Lockergesteine betragen im Stadtgebiet zwischen 0 und 70 Metern. Während weite Flächen durch ca. 10 – 20 m mächtige Lockergesteine überdeckt werden, wurden Extreme im Zusammenhang mit rinnenförmigen Eintiefungen im Norden und über einem Salzstock, der im Westen an das Exkursionsgebiet anschließt, festgestellt. Als Lockergesteine werden im Rahmen der Geologischen Stadtkarte von Hannover (ROHDE & BECKER-PLATEN 1998) sowohl Ablagerungen wie Kies, Sand, Schluff, Ton und Torf, als auch das Material von Dämmen, Halden, Verkehrsflächen, Spülfeldern und Kriegstrümmern dargestellt.

### **2.4 Klima**

Das Stadtgebiet Hannover im Übergang zwischen dem Norddeutschen Flachland und dem niedersächsischen Bergland, nimmt auch klimatisch eine Übergangsposition zwischen der ozeanisch geprägten Küstenregion und den kontinentaler geprägten Klimaregionen ein.

Der Übergangsbereich läßt sich anhand geringer Jahresschwankungen der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Niederschläge dokumentieren.

Tab. 1: Klimadaten Hannover (TRUTE 1988)

|                           | Jahresmittel | Monatsmittel (Max.) | Monatsmittel (Min.) |
|---------------------------|--------------|---------------------|---------------------|
| Temperatur (Grad Celsius) | 8,6          | 16,9 (Juli)         | 0,2 (Januar)        |
| Relative Feuchte (%)      | 81           | 89 (Dezember)       | 72 (Juni)           |
| Bewölkung (%)             | 70           | 79 (Dezember)       | 60 (September)      |
| Sonnenstunden             | 1573         | 225 (Juni)          | 34 (Dezember)       |
| Niederschlag (mm)         | 663          | 80 (August)         | 40 (Dezember)       |
| Windgeschwindigkeit(m/s)  | 4            | 4,7 (Januar)        | 3,4 (Juni)          |

Folge der atmosphärischen Situation von Hannover ist nach ERIKSEN (1978) eine vergleichsweise gute Ventilation des Stadtgebietes, die unangenehm empfundene Klimawerte weitgehend verhindert.

Bedingt durch den Stadtklimaeffekt der Großstadt sind auch in Hannover Bewölkungsvermehrung, verringerte Sonnenscheindauer und veränderte Temperaturverhältnisse zu verzeichnen. WELLMANN (1975) wies eine abendliche Überwärmung der Innenstadt von bis zu 6 °C auf. Die im Vergleich hierzu niedrigsten Temperaturen wurden am Stadtrand und in den Grünzonen (Eilenriede, Maschseebereich, Herrenhausen) ermittelt, die im Verlauf der Exkursion durchfahren werden.

### 2.5 Stadtentwicklung

Viele Städte nahmen ihren Ursprung an verkehrsgeographisch günstigen Punkten; so auch Hannover an einem durch Schiffsverkehr entwicklungsfähigen Flußübergang. Die Gunstlage eines Überganges an der Leine auf dem Handelsweg nach Norden war der Anlaß für die Gründung einer ersten Fährsiedlung, aus der sich die Stadt Hannover entwickelt hat. Die Anlage und Befestigung von Landwehren, die Entwicklung von städtischem Leben und die Befestigung der Kernsiedlung begleitete diese Entwicklung. Im Jahre 1241 erhielt Hannover Stadtrechte. Daraufhin begann die Entwicklung einer Fähr- und Marktsiedlung zu einem Handelsplatz von regionaler Bedeutung. Den Aufschwung, den die Stadt erfuhr, verdankt sie nach BRIX (1951) der Handelstätigkeit ihrer Bürger und dem positiven Einfluß der Hanse.

Erst als 1636 der Landesherr seine Residenz nach Hannover verlegte, trat eine Wandlung des wirtschaftlichen Bildes ein. Aus der mittelalterlichen Handelsstadt entwickelte sich eine Residenz- und Beamtenstadt.

Im 19. Jahrhundert, bedingt durch gesellschaftlichen Umbruch und die industrielle Revolution, war erneut eine Änderung im Wirtschaftsleben und damit auch der Entwicklung von Hannover zu verzeichnen. In dieser Zeit begannen die industriellen Aktivitäten, die durch die Zementindustrie, die Kaliindustrie und die Veredelungsindustrie vorangetrieben wurde.

Das aktuelle wirtschaftliche Bild der Verwaltungs-, Dienstleistungs- und Industriemetropole Hannover wird u. a. durch überregional bekannte Unternehmen (z. B. TUI – Reisebranche, HDI – Versicherung, Varta - Akkumulatoren, VW - Fahrzeugbau, Continental - Gummiindustrie, Bahlsen - Lebensmittelindustrie etc.) sowie durch eine Vielzahl weiterer Unternehmen geprägt.

ARNOLD (1978) unterscheidet in der industriellen Entwicklung von Hannover zusammenfassend folgende Phasen: In einer ersten Phase überwogen rohstofforientierte Industrien, die nur eine bescheidende Entwicklung ermöglichten. Zwischen 1870 und 1914 sieht er den eigentlichen Aufschwung mit der Ansiedlung von Veredelungsbetrieben. Nach dem zweiten Weltkrieg begann eine dritte Phase, in der sich die Industrie vorrangig auf die Automobilindustrie und deren Zulieferbetriebe konzentrierte. Die Ausrichtung auf dieses Marktsegment führt dazu, daß ca. 40-45% der industriellen Arbeitsplätze in diesem Bereich angesiedelt sind.



### 3 Exkursionspunkte

#### Exkursionspunkt G 7.1: Herrenhausen, Auenboden auf Auelehm

##### Standortbeschreibung

TK25: 3624 Hannover  
Lage: R: 3547200, H: 5805700  
Klima:  
Relief: eben  
Nutzung: Grünland

##### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                   |
|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| rAp+Ah   | 0-30       | schwach toniger Lehm, schwach kiesig, dunkelbraun, mittel humos, carbonatarm, geringe Lagerungsdichte, Mörtel                  |
| aM       | -65        | schluffiger Lehm, schwach kiesig, rötlichbraun, schwach humos, carbonatarm, Mörtel und Holzkohle                               |
| aM       | -100       | schluffiger Lehm, schwach kiesig, rötlichbraun, schwach humos, carbonatarm                                                     |
| Go-aM    | -160       | schluffiger Lehm, rötlichbraun, sehr schwach humos, carbonatarm, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte, Ziegelbrocken |

Bodentyp: KA4: ABn: Vega (Braunauenboden)  
FAO: Fluvisol  
NLFb: A55=g: sehr tiefer Auenboden mit sehr hoher nutzbarer Feldkapazität, Grundwassereinfluß im nahen Untergrund

Ausgangssubstrat: Auenlehm  
Substrattyp: f – l: Fluvilehm

Physikalische und chemische Analysendaten\* von Exkursionspunkt G 7.1

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |     |     |      |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|-----|-----|------|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS  | ffS | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| rAp+Ah   | 30    |         | 1,3                                 | 9,7  | 7,2 | 9   | 25,9 | 21    | 27,2 | 46,9 | 25,9 |
| aM       | 65    | 3,2     | 1,6                                 | 10,1 | 7,1 | 8,3 | 32,9 | 18,9  | 27,1 | 51,8 | 21,1 |
| aM       | 100   | 0,25    | 0,1                                 | 8,7  | 9   | 8,3 | 33,3 | 18,5  | 26,1 | 51,8 | 22,1 |
| Go-aM    | 160   | 0,31    | 0,3                                 | 8    | 4,9 | 6,3 | 35,9 | 21,4  | 19,5 | 57,3 | 23,2 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| rAp+Ah   | 1,34              | 48        | 44                   | 43  | 40  | 24  | 20     |      |
| aM       | 1,39              | 47        | 39                   | 38  | 34  | 18  | 21     | 11,7 |
| aM       | 1,44              | 45        | 37                   | 36  | 32  | 20  | 17     | 22,3 |
| Go-aM    | 1,44              | 45        | 37                   | 37  | 34  | 23  | 14     | 25,3 |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>a</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            |
| rAp+Ah   | 7,0                |                      | 1,2               | 3,4              | 0,32           | 11  | 9,0             | 4,0             | 0,4                              | 10,7               | 6,3                |
| aM       | 7,3                |                      | 0,7               | 1,1              | 0,14           | 8   | 7,1             | 3,0             | 0,4                              | 1,9                | 4,2                |
| aM       | 7,2                |                      | 0,8               | 0,8              | 0,12           | (7) | 7,5             | 3,4             | 0,5                              | 0,9                | 3,6                |
| Go-aM    | 7,0                |                      | 0,8               | 0,7              | 0,11           | (6) | 6,8             | 3,6             | 0,5                              | 4,6                | 4,0                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |   |    | BS  |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|---|----|-----|
|          | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K | Na | %   |
| rAp+Ah   | 186                |                    | 0                                 |    | 170 | 12 | 2 | 0  | 100 |
| aM       | 132                |                    | 0                                 |    | 126 | 8  | 2 | 0  | 100 |
| aM       | 127                |                    | 0                                 |    | 127 | 10 | 2 | 0  | 100 |
| Go-aM    | 135                |                    | 0                                 |    | 132 | 10 | 2 | 0  | 100 |

| Horizont | Pb <sup>II</sup> | Zn <sup>II</sup> | Cu <sup>II</sup> | Cd <sup>II</sup> | Ni <sup>II</sup> |
|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|          | mg/kg            | mg/kg            | mg/kg            | mg/kg            | mg/kg            |
| rAp+Ah   | 390              | 565              | 49               | 2,3              | 22               |
| aM       | 101              | 118              | 17               | 0,3              | 17               |
| aM       | 67               | 123              | 17               | 0,3              | 19               |
| Go-aM    | 34               | 100              | 18               | 0,2              | 22               |

\* Analysenmethoden s. Anhang der Exkursion Z 2

<sup>II</sup> Königswasserauflösung

## Exkursionspunkt G 7.2: Maschpark, Auftragsboden aus natürlichem Material

### Standortbeschreibung

TK25: 3624 Hannover  
 Lage: R:3550404, H: 5803983  
 Klima:  
 Relief: eben  
 Nutzung: Grünanlage

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| jC-Ah    | 0-8        | stark sandiger Lehm, wechsellagernd mit schwach sandigem Lehm, schwach kiesig, sehr schwach steinig, dunkelbraun, mittel humos, sehr schwach eisenfleckig, sehr carbonatarm, mittel durchwurzelt, geringe Lagerungsdichte, Ziegelbrocken und Glasscherben |
| jC-Ah    | -28        | schwach toniger Lehm, wechsellagernd mit schwach sandigem Lehm, schwach kiesig, sehr schwach steinig, dunkelbraun, mittel humos, sehr schwach eisenfleckig, carbonatarm, mittel durchwurzelt, geringe Lagerungsdichte, Ziegelbrocken und Glasscherben     |
| jC       | -40        | stark lehmiger Sand feinsandig, mittel kiesig, schwach steinig, dunkelgraubraun, schwach humos, schwach eisenfleckig, schwach carbonathaltig, schwach durchwurzelt, geringe Lagerungsdichte, Betonbrocken, Ziegelbrocken, Schlacke                        |
| jC       | -60        | schwach lehmiger Sand, mittel kiesig, schwach steinig, dunkelgraubraun, schwach humos, schwach eisenfleckig, mittel carbonathaltig, schwach durchwurzelt, geringe Lagerungsdichte, Betonbrocken, Ziegelbrocken, Schlacke                                  |
| jC       | -80        | schwach lehmiger Sand, mittel kiesig, schwach steinig, dunkelgraubraun, schwach humos, schwach eisenfleckig, mittel carbonathaltig, schwach durchwurzelt, geringe Lagerungsdichte, Betonbrocken, Ziegelbrocken, Schlacke                                  |
| jC       | -100       | schwach lehmiger Sand, mittel kiesig, mittel steinig, dunkelgraubraun, schwach humos, schwach eisenfleckig, mittel carbonathaltig, schwach durchwurzelt, mittlere Lagerungsdichte, Ziegelbrocken, Betonbrocken                                            |
| jC       | -120       | schwach lehmiger Sand, mittel kiesig, mittel steinig, dunkelgraubraun, schwach humos, schwach eisenfleckig, stark carbonathaltig, schwach durchwurzelt, mittlere Lagerungsdichte, Ziegelbrocken, Betonbrocken                                             |

Bodentyp: KA4: RQ: Regosol  
 FAO: Regosol  
 NLFb: YA: Allosol (Auftragsboden aus natürlichem Material)

Ausgangssubstrat: natürliches Material, anthropogen aufgetragen  
 Substrattyp: oj - 1 \ oj - s (Lf): flacher Kipplehm (1,5-3 dm) über Kippsand

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 7.2

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |     |      |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|-----|------|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| jC-Ah    | 8     | 4,2     | 5,2                                 | 34,0 | 7,7  | 4,4 | 29,0 | 15,3  | 51,3 | 29,0 | 19,7 |
| jC-Ah    | 28    | 3,4     | 4,0                                 | 29,0 | 7,6  | 4,1 | 32,8 | 17,0  | 44,7 | 32,8 | 22,6 |
| jC       | 40    | 8,8     | 8,5                                 | 39,0 | 8,7  | 5,4 | 23,9 | 12,1  | 61,6 | 23,9 | 14,5 |
| jC       | 60    | 12,6    | 12,5                                | 47,9 | 10,6 | 6,8 | 16,2 | 7,0   | 77,8 | 16,2 | 6,0  |
| jC       | 80    | 11,4    | 10,2                                | 49,1 | 11,1 | 7,7 | 16,9 | 7,5   | 78,1 | 16,9 | 4,9  |
| jC       | 100   | 12,6    | 9,7                                 | 49,7 | 11,0 | 7,4 | 15,8 | 7,6   | 77,8 | 15,8 | 6,4  |
| jC       | 120   | 13,8    | 11,6                                | 50,3 | 9,9  | 6,9 | 16,1 | 7,6   | 78,7 | 16,1 | 5,2  |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| jC-Ah    | 1,44              | 44        | 32                   | -   | 29  | 18  | 14     | 245  |
| jC-Ah    |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| jC       |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| jC       |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| jC       |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| jC       |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| jC       | 1,62              | 39        | 29                   | -   | 23  | 6   | 23     | -    |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    |
| jC-Ah    | 6,9                  | 0,3               | 3,4              | 5,8   | 0,25           | 13  |                 |                 |                                  | 16,6               | 12,9               |
| jC-Ah    | 7,1                  | 1,1               | 1,7              | 2,9   | 0,13           | 13  |                 |                 |                                  | 11,7               | 7,4                |
| jC       | 7,3                  | 3,6               | 1,8              | 3,1   | 0,10           | 18  |                 |                 |                                  | 20,6               | 6,4                |
| jC       | 7,4                  | 6,6               | 2,0              | 3,4   | 0,07           | 28  |                 |                 |                                  | 25,4               | 5,3                |
| jC       | 7,5                  | 4,6               | 1,8              | 3,1   | 0,05           | 33  |                 |                 |                                  | 29,0               | 5,2                |
| jC       | 7,5                  | 5,9               | 2,0              | 3,5   | 0,07           | 31  |                 |                 |                                  | 29,0               | 4,4                |
| jC       | 7,5                  | 8,5               | 2,3              | 3,9   | 0,07           | 33  |                 |                 |                                  | 27,4               | 5,2                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |   |    | BS  |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|---|----|-----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K | Na | %   |
| jC-Ah    | 225                | 18                                |    | 202 | 8  | 6 | 0  | 100 |
| jC-Ah    | 196                | 10                                |    | 185 | 7  | 4 | 0  | 100 |
| jC       | 144                | -1                                |    | 146 | 5  | 3 | 0  | 100 |
| jC       | 98                 | 3                                 |    | 111 | 4  | 2 | 0  | 100 |
| jC       | 88                 | -1                                |    | 106 | 3  | 2 | 0  | 100 |
| jC       | 97                 | -1                                |    | 111 | 3  | 2 | 0  | 100 |
| jC       | 98                 | 3                                 |    | 119 | 3  | 2 | 0  | 100 |

| Horizont | Pb <sup>1)</sup><br>mg/kg | Zn <sup>1)</sup><br>mg/kg | Cu <sup>1)</sup><br>mg/kg | Cd <sup>1)</sup><br>mg/kg | Ni <sup>1)</sup><br>mg/kg |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| jC-Ah    | 260                       | 220                       | 65                        | 0,8                       | 21                        |
| jC-Ah    | 265                       | 215                       | 55                        | 0,9                       | 23                        |
| jC       | 250                       | 170                       | 60                        | 0,6                       | 19                        |
| jC       | 230                       | 200                       | 85                        | 0,5                       | 16                        |
| jC       | 340                       | 130                       | 70                        | 0,4                       | 15                        |
| jC       | 360                       | 170                       | 95                        | 0,4                       | 13                        |
| jC       | 520                       | 220                       | 130                       | 0,6                       | 15                        |

<sup>1)</sup> Salpetersäureaufschluß

### Exkursionspunkt G 7.3: Ricklinger Friedhof, Pseudogley-Parabraunerde aus Löß

#### Standortbeschreibung

TK25: 3624 Hannover  
 Lage: R: 3548025, H: 5800025  
 Klima:  
 Relief: Oberhang, sehr schwach nach Osten geneigt  
 Nutzung: Grünland, Friedhof

#### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| rAp+Ah   | 0-35       | schluffig-lehmiger Sand, dunkelbraun, mittel humos, mittlere Lagerungsdichte                                                |
| Al       | -65        | sandiger lehmiger Schluff, fahlbraun, sehr schwach humos, mittlere Lagerungsdichte                                          |
| IISw-Bt  | -90        | mittel schluffiger Sand, in Nestern stark lehmiger Sand, bräunlichgrau, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte      |
| Sw       | -140       | schwach lehmiger Sand, zum Teil Mittelsand grobsandig, bräunlichgrau, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte        |
| Sw       | -160       | Mittelsand grobsandig, schwach kiesig, braungrau, geringe Lagerungsdichte                                                   |
| Sd       | -170       | sandig toniger Lehm, schwach kiesig, zum Teil stark lehmiger Sand und schwach toniger Lehm, gelbbraun, hohe Lagerungsdichte |

Bodentyp: KA4: SS-LL: Pseudogley-Parabraunerde  
 FAO: Gleyic-Luvisol  
 NLFb: S-L32: mittlere Pseudogley-Parabraunerde, Tongehaltsdifferenz Al/Bt < 5%

Ausgangssubstrat: Sandlöß  
 Substrattyp: p-sö // f – s: Sandlöß (7-12 dm) über Fluvisand

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 7.3

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |     |     |      |      |       |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|-----|-----|------|------|-------|------|------|
|          | cm    |         | Gew.-%                              | gS   | mS  | fS  | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   |
| rAp+Ah   | 35    |         | 2,5                                 | 27,1 | 8,5 | 4,8 | 33,8 | 13   | 42,9  | 46,8 | 10,3 |
| Al       | 65    |         | 1,3                                 | 22,1 | 7,1 | 3,7 | 40,9 | 15,3 | 34,2  | 56,2 | 9,6  |
| IISw-Bt  | 90    |         | 1,9                                 | 43   | 9,8 | 4   | 24,9 | 8    | 58,7  | 32,9 | 8,4  |
| Sw       | 140   |         | 6,2                                 | 63,6 | 9,2 | 2,5 | 8,7  | 4,7  | 81,5  | 13,4 | 5,1  |
| Sw       | 160   | 19,2    | 39,6                                | 55,6 | 2   | 1,1 | 1,7  |      | 98,3  | 1,7  |      |
| Sd       | 170   | 5,2     | 10,9                                | 28,6 | 3,2 | 2,5 | 3,6  | 15,8 | 45,2  | 19,4 | 35,4 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK | kf  |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8 | 2,0 | 2,5 |     |     |
| rAp+Ah   | 1,57              | 40        | 30                   | 29  | 24  | 9   | 21  |     |
| Al       | 1,61              | 39        | 30                   | 29  | 22  | 7   | 23  | 185 |
| IISw-Bt  | 1,64              | 38        | 23                   | 22  | 17  | 7   | 16  | 25  |
| Sw       | 1,67              | 37        | 18                   | 17  | 10  | 6   | 12  |     |
| Sw       |                   |           |                      |     |     |     |     |     |
| Sd       |                   |           |                      |     |     |     |     |     |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            |
| rAp+Ah   | 6,7                  | 0,8               | 0,9              | 0,08           | 11  | 4,5             | 1,9             | 0,4                              | 4,7                | 6,9                |
| Al       | 6,5                  | 0                 | 0,3              | 0,03           | 11  | 4,0             | 2,0             | 0,5                              | 0,7                | 2,7                |
| IISw-Bt  | 6,5                  | 0                 | 0,1              | 0,02           | (6) | 5,3             | 1,2             | 0,3                              | 0,8                | 1,9                |
| Sw       | 6,4                  | 0                 | 0,1              | 0,01           | (7) | 4,5             | 1,0             | 0,2                              | 1,1                | 1,7                |
| Sw       | 6,3                  | 0                 | 0,04             | 0,01           | (4) | 3,5             | 0,5             | 0,1                              | 1,0                | 1,9                |
| Sd       | 6,5                  | 0                 | 0,1              | 0,02           | (6) | 28,3            | 1,6             | <0,1                             | 0,5                | 5,0                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol <sub>c</sub> /kg |      |    |     |    |   | BS |     |
|----------|-----------------------|--------------------|-------------------------------------------------|------|----|-----|----|---|----|-----|
|          | mmol <sub>c</sub> /kg |                    | mmol <sub>c</sub> /kg                           | H+Al | Al | Ca  | Mg | K |    | Na  |
| rAp+Ah   | 65                    |                    |                                                 | 0    |    | 72  | 4  | 1 | 0  | 100 |
| Al       | 43                    |                    |                                                 | 16   |    | 50  | 2  | 1 | 0  | 77  |
| IISw-Bt  | 76                    |                    |                                                 | 10   |    | 42  | 2  | 1 | 0  | 81  |
| Sw       | 57                    |                    |                                                 | 7    |    | 30  | 2  | 1 | 0  | 83  |
| Sw       | 103                   |                    |                                                 | 6    |    | 56  | 2  | 1 | 0  | 90  |
| Sd       | 108                   |                    |                                                 | 0    |    | 126 | 14 | 1 | 0  | 100 |

## Exkursionspunkt G 7.4: Alte Bult, Auftragsboden aus natürlichem Material

### Standortbeschreibung

TK25: 3624 Hannover  
Lage: R: 3553325, H: 5803000  
Klima:  
Relief: eben  
Nutzung: Grünfläche

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                  |
|----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| jC-Ah    | 0-50       | schwach toniger Sand, schwach kiesig, schwarzbraun, stark humos, geringe Lagerungsdichte                      |
| jC       | -65        | mittel lehmiger Sand, schwach kiesig, fahlbraun, geringe Lagerungsdichte, Schlacke                            |
| Go       | -95        | Mittelsand, schwach kiesig, schwach eisen- und manganfleckig, geringe Lagerungsdichte                         |
| rGr      | -150       | grobsandiger Mittelsand, mittel kiesig, zum Teil schwach lehmiger Sand, grünlichgrau, geringe Lagerungsdichte |

Bodentyp: KA4: RQ: Regosol  
FAO: Regosol  
NLFb: YA//G – Allosol (Auftragsboden aus natürlichem Material) über Gley

Ausgangssubstrat: natürliches Material, anthropogen aufgetragen, über weichselzeitlichem fluviatilen Sand

Substrattyp: oj – s / f (k) s: Kippsand ( 3-7 dm) über kiesführendem Fluvisand

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 7.4

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |     |     |       |      |      |     |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|-----|-----|-------|------|------|-----|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton |
| jC-Ah    | 50    |         | 2,9                                 | 67,2 | 12,5 | 3,1 | 5,5 | 2,6   | 85,7 | 8,1  | 6,2 |
| jC       | 65    | 24,2    | 4,4                                 | 57,9 | 12,9 | 4,1 | 6,2 | 5,2   | 79,3 | 11,4 | 9,1 |
| Go       | 95    | 2,9     | 10,9                                | 78,5 | 7,8  | 1,4 | 1,4 |       | 98,6 | 1,4  |     |
| rGr      | 150   | 16,8    | 28,5                                | 59,2 | 6,2  | 3,3 | 2,8 |       | 97,2 | 2,8  |     |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| jC-Ah    | 1,42              | 45        | 23                   | 19  | 14  | 7   | 16     |      |
| jC       | 1,52              | 42        | 24                   | 22  | 19  | 10  | 14     |      |
| Go       | 1,59              | 40        | 11                   | 10  | 8   | 2   | 9      |      |
| rGr      | 1,72              | 35        | 13                   | 12  | 9   | 3   | 10     |      |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            | mg/100g            |
| jC-Ah    | 4,8                  | 0                 | 2,0              | 0,13           | 16  | 1,9             | 0,9             | 0,5                              | 6,4                | 0,9                |
| jC       | 4,7                  | 0                 | 1,1              | 0,09           | 12  | 7,8             | 3,1             | 0,4                              | 1,4                | 1,6                |
| Go       | 5,1                  | 0                 | 0,06             | 0,01           | (6) | 2,2             | 0,4             | 0,2                              | 0,3                | 1,7                |
| rGr      | 5,1                  | 0                 | 0,09             | 0,01           | (9) | 0,8             | 0,3             | 0,4                              | 1,7                | 3,3                |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |    |    |   |    | BS |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|----|----|---|----|----|
|          | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca | Mg | K | Na | %  |
| jC-Ah    | 98                 |                    | 71                                |    | 40 | 2  | 0 | 0  | 43 |
| jC       | 80                 |                    | 48                                |    | 46 | 2  | 0 | 0  | 60 |
| Go       | 22                 |                    | 10                                |    | 10 | 2  | 0 | 0  | 55 |
| rGr      | 33                 |                    | 10                                |    | 18 | 4  | 0 | 0  | 67 |



**Exkursionspunkt G 7.5: Eilenriede, Pseudogley-Gley auf Geschiebelehm**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3624 Hannover  
 Lage: R: 3554756, H: 5803908  
 Klima:  
 Relief: eben  
 Nutzung: Laubwald

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                              |
|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L        | +1         | Blattstreu                                                                                                                                |
| Of       | +1         | Blattstreu                                                                                                                                |
| Aeh      | 0-10       | grobsandiger Mittelsand, sehr schwach kiesig und steinig, braungrau, mittel humos, mittlere Lagerungsdichte                               |
| Aeh      | -20        | mittel lehmiger Sand, sehr schwach kiesig und steinig, braungrau, mittel humos, mittlere Lagerungsdichte                                  |
| Ah-Go    | -38        | mittel lehmiger Sand, sehr schwach kiesig und steinig, gelbbraun, sehr schwach humos, sehr schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte |
| Go-Sw    | -53        | mittel lehmiger Sand, sehr schwach kiesig und steinig, graugelb, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte                           |
| Go-Swd   | -70        | grobsandiger Mittelsand, marmoriert, mittel eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte                                                            |
| Go-Swd   | -90        | grobsandiger Mittelsand, marmoriert, mittel eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte                                                            |
| Go-Swd   | -110       | stark lehmiger Sand, marmoriert, mittel eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte                                                                |
| Gro      | -160       | sandig toniger Lehm, sehr schwach kiesig und steinig, grau, schwach eisenfleckig, mittlere Lagerungsdichte                                |
| Gr       | -220       | grobsandiger Mittelsand                                                                                                                   |

Bodentyp: KA4: SS-GG: Pseudogley-Gley  
 FAO: Stagni-Eutric Gleysol  
 NLFb: S-G33: mittlerer Pseudogley-Gley, mittel grundnass

Ausgangssubstrat: Geschiebelehm  
 Substrattyp: g - l (Lg): Moränenlehm

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 7.5**

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |     |     |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|-----|-----|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS   | ffS | gU  | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| Aeh      | 10    |         | 23,3                                | 61,2 | 9,4  | 3,8 |     |       | 97,7 |      |      |
| Aeh      | 20    |         | 11,2                                | 49,1 | 11,1 | 4,7 | 7,9 | 5,5   | 76,1 | 13,4 | 10,5 |
| Ah-Go    | 38    |         | 18,2                                | 48,0 | 9,9  | 4,2 | 7,3 | 4,7   | 80,3 | 12,0 | 7,7  |
| Go-Sw    | 53    |         | 20,1                                | 54,0 | 5,6  | 4,1 | 5,7 | 3,1   | 83,8 | 8,8  | 7,4  |
| Go-Swd   | 70    |         | 38,3                                | 49,8 | 6,1  | 3,2 |     |       | 97,4 |      |      |
| Go-Swd   | 90    |         | 36,3                                | 52,4 | 5,5  | 3,1 |     |       | 97,3 |      |      |
| Go-Swd   | 110   |         | 17,4                                | 32,0 | 15,3 | 8,1 | 8,8 | 5,2   | 72,8 | 14,0 | 13,3 |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     |
| Aeh      | 4,6                  |                   | 3,0              | 5,1   |
| Aeh      | 4,2                  |                   | 1,5              | 2,6   |
| Ah-Go    | 4,0                  |                   | 0,6              | 1,1   |
| Go-Sw    | 4,0                  |                   | 0,1              | 0,2   |
| Go-Swd   | 4,2                  |                   | 0,06             | 0,1   |
| Go-Swd   | 4,7                  |                   | 0,1              | 0,2   |
| Go-Swd   | 5,2                  |                   | 0,06             | 0,1   |

| Horizont | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |      |      |     |     |     |
|----------|--------------------|-----------------------------------|------|------|-----|-----|-----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al   | Ca   | Mg  | K   | Na  |
| Aeh      | 84,7               | 4,0                               | 3,4  | 67,7 | 5,1 | 2,5 | 0,3 |
| Aeh      | 60,0               | 19,8                              | 16,9 | 34,4 | 2,2 | 0,9 | 0,2 |
| Ah-Go    | 44,0               | 28,1                              | 25,6 | 13,3 | 0,8 | 0,3 | 0,2 |
| Go-Sw    | 37,2               | 25,1                              | 23,5 | 9,9  | 0,7 | 0,4 | 0,2 |
| Go-Swd   | 56,5               | 12,0                              | 9,9  | 39,3 | 3,3 | 0,8 | 0,3 |
| Go-Swd   | 54,7               | 2,1                               | 1,6  | 46,4 | 4,6 | 1,0 | 0,4 |
| Go-Swd   | 72,4               | 0                                 | 0    | 64,1 | 6,3 | 1,4 | 0,6 |

| Horizont | Pb <sup>1)</sup> | Zn <sup>1)</sup> | Cu <sup>1)</sup> | Cd <sup>1)</sup> | Ni <sup>1)</sup> |
|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|          | mg/kg            | mg/kg            | mg/kg            | mg/kg            | mg/kg            |
| Aeh      | 43               | 44               | 7,6              | 0,3              | 7,6              |
| Aeh      | 33               | 33               | 5,8              | 0,3              | 7,6              |
| Ah-Go    | 18               | 21               | 3,6              | 0,2              | 5,6              |
| Go-Sw    | 6                | 27               | 4,4              | 0,2              | 7,6              |
| Go-Swd   | 8                | 23               | 5,6              | 0,3              | 10,4             |
| Go-Swd   | 9                | 21               | 5,5              | 0,2              | 12,0             |
| Go-Swd   | 12               | 29               | 10,6             | 0,3              | 20,8             |

<sup>1)</sup> Königswasseraufschluß

## Exkursionspunkt G 7.6: Hermann-Löns-Park, Moorgley auf Kalkmulde

### Standortbeschreibung

TK25: 3624 Hannover  
Lage: R: 3555952, H: 5804683  
Klima:  
Relief: eben  
Nutzung: Wiese

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                          |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| jC-nH    | 0-10       | Niedermoortorf, schwach kiesig, schwarzbraun, carbonatreich, geringes Substanzvolumen, Ziegelbrocken und Glasscherben |
| jC-nH    | 10-20      | Niedermoortorf, schwach kiesig, schwarzbraun, carbonatreich, geringes Substanzvolumen, Ziegelbrocken und Glasscherben |
| jC-nH    | 20-30      | Niedermoortorf, schwach kiesig, schwarzbraun, carbonatreich, geringes Substanzvolumen, Ziegelbrocken und Glasscherben |
| IIGo     | 30-50      | stark toniger Schluff, gräulichweiß, anmoorig, mittel eisenfleckig, sehr carbonatreich, geringe Lagerungsdichte       |
| IIGo     | 50-70      | stark toniger Schluff, gräulichweiß, anmoorig, mittel eisenfleckig, sehr carbonatreich, geringe Lagerungsdichte       |

Bodentyp: KA4: GHn: Niedermoorgley  
FAO: Umbric Gleysol  
NLFb: H-G24: flacher Moorgley, stark grundnaß

Ausgangssubstrat: Niedermoor auf Kalkmulde  
Substrattyp: og – H \ og – F: flacher Torf (1,5-3 dm) über Mulde

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 7.6**

| Horizont | Tiefe | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |     |     |      |       |      |      |      |
|----------|-------|-------------------|-------------------------------------|------|-----|-----|------|-------|------|------|------|
|          | cm    |                   | gS                                  | mS   | fS  | ffS | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| jC-nH    | 10    | 2,7               | 5,8                                 | 14,8 | 3,3 | 3,0 | 10,6 | 34,2  | 26,9 | 44,8 | 28,3 |
| jC-nH    | 20    |                   |                                     |      |     |     |      |       |      |      |      |
| jC-nH    | 30    |                   |                                     |      |     |     |      |       |      |      |      |
| IIGo     | 50    |                   |                                     |      |     |     |      |       |      |      |      |
| IIGo     | 70    |                   |                                     |      |     |     |      |       |      |      |      |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol.<br>% | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |                | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| jC-nH    | 0,86              | 62,45          | 56                   |     | 52  | 36  | 20     | 169  |
| jC-nH    |                   |                |                      |     |     |     |        |      |
| jC-nH    |                   |                |                      |     |     |     |        |      |
| IIGo     |                   |                |                      |     |     |     |        |      |
| IIGo     |                   |                |                      |     |     |     |        |      |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>i</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>e</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |      | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    |
| jC-nH    | 7,1                  | 16,1              | 13,5             | 23,2  | 0,85           | 15,8 |                 |                 |                                  | 4,01               | 13,37              |
| jC-nH    | 7,2                  | 28,9              |                  |       |                |      |                 |                 |                                  | 2,70               | 5,81               |
| jC-nH    | 7,2                  | 31,7              |                  |       |                |      |                 |                 |                                  | 1,61               | 6,06               |
| IIGo     | 7,4                  | 52,7              |                  |       |                |      |                 |                 |                                  | 0,79               | 7,22               |
| IIGo     | 7,5                  | 41,4              |                  |       |                |      |                 |                 |                                  | 0,48               | 7,80               |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |   |    | BS  |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|---|----|-----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K | Na | %   |
| jC-nH    | 528                | 15                                |    | 572 | 14 | 6 | 1  | 100 |
| jC-nH    |                    |                                   |    |     |    |   |    |     |
| jC-nH    |                    |                                   |    |     |    |   |    |     |
| IIGo     |                    |                                   |    |     |    |   |    |     |
| IIGo     |                    |                                   |    |     |    |   |    |     |

| Horizont | Pb <sup>1)</sup><br>mg/kg | Zn <sup>1)</sup><br>mg/kg | Cu <sup>1)</sup><br>mg/kg | Cd <sup>1)</sup><br>mg/kg | Ni <sup>1)</sup><br>mg/kg |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| jC-nH    | 222                       | 172                       | 35                        | 0,7                       | 28                        |
| jC-nH    | 102                       | 97                        | 41                        | 0,6                       | 34                        |
| jC-nH    | 96                        | 90                        | 137                       | 0,5                       | 33                        |
| IIGo     | 39                        | 34                        | 16                        | 0,1                       | 21                        |
| IIGo     | 28                        | 28                        | 12                        | 0,1                       | 17                        |

<sup>1)</sup> Salpetersäureaufschluß

**Exkursionspunkt G 7.7: Tiergarten, Pelosol-Pseudogley auf Tonstein**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3625 Lehrte  
 Lage: R: 3557119, H: 5804279  
 Klima:  
 Relief: eben  
 Nutzung: Laubwald

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                 |
|----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ah       | 0-10       | mittel toniger Lehm, sehr schwach steinig, dunkelgraubraun, stark humos, sehr carbonatarm, geringe Lagerungsdichte                           |
| Ah-Sw    | -20        | mittel toniger Lehm, schwach steinig, dunkelgrau, hellgraufleckig, schwach humos, schwach eisen- und manganfleckig, mittlere Lagerungsdichte |
| P-Swd    | -50        | reiner Ton, marmoriert, mittel eisen- und manganfleckig, hohe Lagerungsdichte                                                                |
| Cv-Swd   | -70        | reiner Ton, grau, mittel eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte                                                                                  |
| Cv-Swd   | -85        | schwach schluffiger Ton, grau, mittel eisenfleckig, hohe Lagerungsdichte                                                                     |
| Cv-Sd    | -100       | mittel schluffiger Ton, grünlichgrau, mittel eisenfleckig, carbonatreich, hohe Lagerungsdichte                                               |
| Cv-Sd    | -130       | mittel schluffiger Ton, grünlichgrau, mittel eisenfleckig, carbonatreich, hohe Lagerungsdichte                                               |

Bodentyp: KA4: DD-SS: Pelosol-Pseudogley  
 FAO: Stagni-Vertic Cambisol (Vertic Stagnic Gleysol)  
 NLFb: D-S33: mittlerer Pelosol-Pseudogley, mittel staunaf

Ausgangssubstrat: Tonstein  
 Substrattyp: g- (k) I (Lg) \ n - ^to: flacher kiesführender Moränenlehm (1,5 – 3 dm) über Tongestein

**Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt G 7.7**

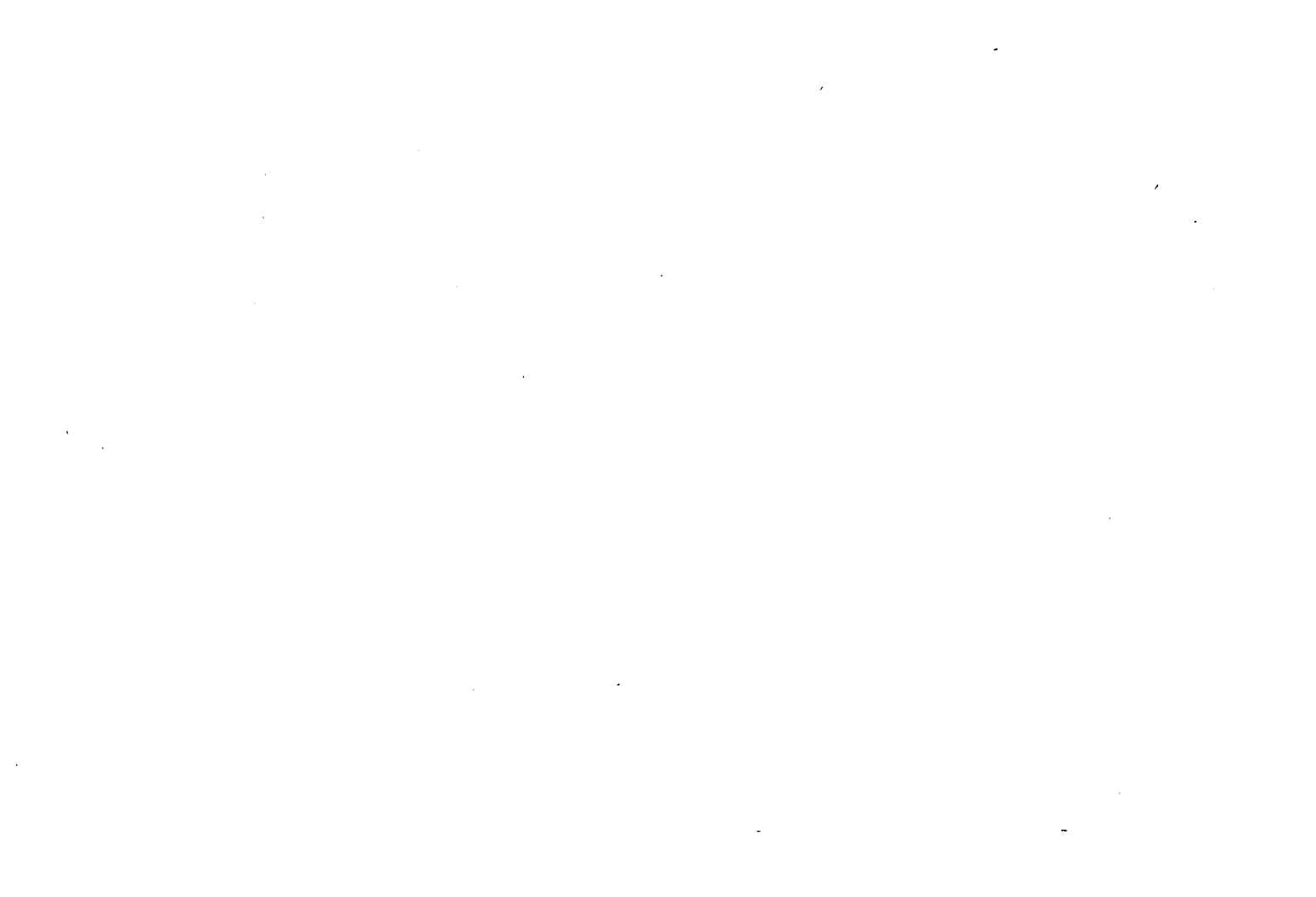
| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |     |     |      |       |      |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|-----|-----|------|-------|------|------|------|
|          | cm    | Gew.-%  | gS                                  | mS   | fS  | ffS | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| Ah       | 10    | 4.2     | 3,1                                 | 9,9  | 3,4 | 3,4 | 12,7 | 27,8  | 19,8 | 40,5 | 39,7 |
| Ah-Sw    | 20    |         | 3,1                                 | 12,1 | 3,5 | 3,2 | 13,0 | 27,9  | 21,9 | 40,9 | 37,3 |
| P-Swd    | 50    |         | 0,1                                 | 1,3  | 0,5 | 0,8 | 5,8  | 25,0  | 2,7  | 30,8 | 66,5 |
| Cv-Swd   | 70    |         | 0,1                                 | 0,1  | 0,1 | 0,6 | 4,8  | 29,3  | 0,9  | 34,1 | 65,0 |
| Cv-Swd   | 85    |         | 0,1                                 | 0,1  | 0,1 | 0,5 | 7,6  | 34,1  | 0,8  | 41,7 | 57,5 |
| Cv-Sd    | 100   |         | 0,2                                 | 0,5  | 0,5 | 2,1 | 11,6 | 40,2  | 3,3  | 51,8 | 44,9 |
| Cv-Sd    | 130   |         | 0,1                                 | 0,3  | 0,3 | 1,9 | 12,5 | 41,8  | 2,6  | 54,3 | 43,2 |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 |
| Ah       | 7,1                  | 15,0              |
| Ah-Sw    | 5,6                  | -                 |
| P-Swd    | 5,0                  | -                 |
| Cv-Swd   | 4,8                  | -                 |
| Cv-Swd   | 5,3                  | -                 |
| Cv-Sd    | 7,5                  | 16,5              |
| Cv-Sd    | 7,5                  | 24,5              |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |    |    | BS  |
|----------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|-----|
|          | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K  | Na | %   |
| Ah       | 370                | 13                                |    | 364 | 10 | 10 | 1  | 100 |
| Ah-Sw    | 261                | 53                                |    | 217 | 9  | 9  | 1  | 90  |
| P-Swd    | 368                | 48                                |    | 297 | 20 | 8  | 2  | 89  |
| Cv-Swd   | 363                | 73                                |    | 273 | 21 | 5  | 3  | 83  |
| Cv-Swd   | 341                | 50                                |    | 268 | 19 | 3  | 6  | 87  |
| Cv-Sd    | 275                | -1                                |    | 325 | 14 | 3  | 5  | 100 |
| Cv-Sd    | 244                | -1                                |    | 298 | 11 | 40 | 5  | 100 |

#### 4 Literatur

- AK Bodensystematik (1998): Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands, Mitt. der Deutsch. Bodenkdl. Ges., Bd. 86
- ARNOLD, A. (1978): Die Industriestruktur im Wirtschaftsraum Hannover – ihre Entwicklung und aktuelle Problematik, In: Hannover und sein Umland, Hundert Jahre Geographische Gesellschaft zu Hannover, S. 148-167
- BRIX, E. (1951): Vom Markt zur Metropole, Hannover
- ERIKSEN, W. (1978): Klimatologisch-ökologische Aspekte der Umweltbelastung Hannovers, In: Hannover und sein Umland, Hundert Jahre Geographische Gesellschaft zu Hannover, S. 251-273
- HEINEMANN, B. (1971): Die Böden in der südlichen Eilenriede, Beihefte zu den Berichten der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, Heft 7, S. 91-110
- MÜLLER, H. (1971): Spätglaziale Seeablagerungen am Ostrand der Eilenriede und im Lönspark, Beihefte zu den Berichten der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, Heft 7, S. 87-90
- ROHDE, P. & BECKER-PLATEN, J.-D. (1998): Geologische Stadtkarte Hannover 1:25.000, A - Festgestein, B – Grundwasser, C – Geotechnik mit Erläuterungen, 156 S. Hannover (NLFb)
- SCHERLER, P. CH. & O. TIEDEMANN (1971): Das Grundwasser in der Eilenriede und deren Umgebung, Beihefte zu den Berichten der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, Heft 7, S. 111-119
- TRUTE, P. (1988): Wirkung urbaner Oberflächenformen auf die klimatische und lufthygienische Situation in der Nordstadt Hannovers, Dipl.-Arbeit Geogr. Institut TU Hannover (unveröffentlicht)
- WELLMANN, H. (1975): Versuch einer Klimabonitierung der Stadt Hannover, HL-Zulassungsarbeit Geogr. Institut TU Hannover (unveröffentlicht)





**Exkursion**  
**G 8**  
**ALTMARK**

**Ausbildung und Genese von Deckschichten und Böden der Altmark,**

**mit Beiträgen zur Bodennutzung einst und jetzt**

von

M. Altermann<sup>1)</sup>, B. Beyme<sup>1)</sup>, S. Dultz<sup>1)</sup> und R.v.d.Ploeg<sup>1)</sup>

Mitwirkung von :

M.Akkermann<sup>1)</sup>, M.Gieska<sup>1)</sup>, A.-R.Hänsel<sup>2)</sup>, G.Hartmann<sup>2)</sup>, R.Jahn<sup>3)</sup>, P.Jörn<sup>4)</sup>, M.Kleber<sup>3)</sup>,  
K.Maaß<sup>5)</sup>, G.Machulla<sup>3)</sup>, J.Müller<sup>4)</sup>, P.Pollack<sup>6)</sup>, F.Projahn<sup>7)</sup>, K.Refor<sup>8)</sup>, H.-J.Spohn<sup>9)</sup>, A.Taegge<sup>10)</sup>,  
J.Utermann<sup>11)</sup>, H.Wiechmann<sup>12)</sup>

**Inhalt:**

- 1 Exkursionsroute
- 2 Thematik der Exkursion
- 3 Einführung in das Exkursionsgebiet - Landschaft - Geologie
- 4 Böden des Exkursionsgebiets
- 5 Klima der Altmark
- 6 Exkursionspunkte (Beschreibung der Exkursionsprofile nebst Analysendaten)
- 7 Zusammenfassende Ergebnisse von speziellen Untersuchungen der organischen Substanz
- 8 Zusammenfassende Ergebnisse bodenmikrobiologischer Untersuchungen
- 9 Zusammenfassende Ergebnisse mineralogischer Untersuchungen (ausgewählte Profile)
- 10 Labormethoden

---

<sup>1)</sup>Institut für Bodenkunde der Universität Hannover, Herrenhäuser Str.2, 30419 Hannover, <sup>2)</sup>LUFA Sachsen-Anhalt, Schiepziger Str.29, 06120 Halle; <sup>3)</sup>Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Weidenplan 14, 06108 Halle; <sup>4)</sup>Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Landwirtschaft, Außenstelle Halle, Am Donnersberg 12, 06120 Halle; <sup>5)</sup>Feldstr.3, 39615 Seehausen; <sup>6)</sup>Kameruner Weg 6, 14641 Paulinenaue; <sup>7)</sup>Amt für Landwirtschaft und Flurneuordnung Stendal, Akazienweg, 39576 Stendal; <sup>8)</sup>Landschaftsplanung Dr. Reichhoff GmbH Dessau, Wasserwerkstr.19, 06842 Dessau; <sup>9)</sup>Amt für Landwirtschaft und Flurneuordnung Salzwedel, Buchenallee 3, 29403 Salzwedel; <sup>10)</sup>Goethestr.18, 29410 Salzwedel; <sup>11)</sup>Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, 30655 Hannover; <sup>12)</sup>Institut für Bodenkunde Hamburg, Allende-Platz 2, 20146 Hamburg; außerdem wirken die Bewirtschafter der Exkursions-Flächen mit.

## 1 Exkursionsroute (Abb. 1) (Altermann)

**Stendal:** 8 Uhr Abfahrt Bahnhofsvorplatz (Busparkplatz) -

**Arneburg:** Exkursionspunkt G8.1: Profile A833, A832 - Groß-Ellingen -

**Hohenberg-Krusemark:** Exkursionspunkt G8.2: Profil A876 - Bertkow -

**Goldbeck:** Exkursionspunkt G8.3: Profil A3090 - Erleben - Polkau - Ballerstedt - Schorstedt - Hohenwulsch -

**Bismark:** Exkursionspunkt G8.4: Profil A1236 - *Mittagessen (Luchpakete)* - Kalbe/M. - Wernstedt - Kakerbeck - Cheinitz - Apenburg -

**Beetzendorf:** Exkursionspunkt G8.5: Profile A3051, A3052 - Klötze -

**Kusey/(Lupitz):** Exkursionspunkt G8.6: Profile A3085, A3088; Besuch des Gedenksteins für SCHULTZ-LUPITZ, Pionier der Sandbodenbewirtschaftung in der Altmark; - **Röwitz:** Exkursionspunkt G8.7: Profil A3089 (Moordammkultur nach RIMPAU); - Oebisfelde - Wolfsburg - Braunschweig - *Hannover*.

## 2 Thematik der Exkursion (Altermann)

Die Exkursion G 8 führt in die Altmoränenlandschaft der Altmark. Schwerpunkte des Exkursionsprogramms:

- Ausbildung, Kennzeichnung, Genese verschiedener Deckschichten/Lagen (Geschiebedecksand, Decklehm, Sandlöß) in Abhängigkeit von den liegenden glazigenen Sedimenten und vom äolischen Einfluß
- Bodenausbildung und Bodengesellschaften in Abhängigkeit vom Substrataufbau (Fahlerden, Braunerden, „Schwarzerde“, Gley, Pseudogley, sandbedecktes Niedermoor)
- Bodenagenese, Bodeneigenschaften, Bodenschutz
- Bodennutzung, Bodenbewirtschaftung, Bodenmelioration, Landwirtschaft - einst und jetzt  
Sandbodenbewirtschaftung von SCHULTZ - LUPITZ
- Niedermoores im Drömling: Moordegradation, Torfchwund, Moordammkultur von RIMPAU

## 3 Einführung in das Exkursionsgebiet - Landschaft - Geologie (Altermann)

Die Bezeichnung „Altmark“ soll geschichtlich ab 1304 verwendet worden sein. Dieses Gebiet war seit König Heinrich I (876-936) Grenzmark gegen die Wenden im Kampf um neues Land im Osten und Norden. Die Altmark gilt als das Stammland der Mark Brandenburg. Die Altmark - im Süden durch den Drömling und die Ohreniederung, im Osten durch das Elbtal, im Norden ebenso durch das Elbtal sowie die Lüchower Niederung und im Westen durch die Lüneburger Heide begrenzt - wird nach der Landschaftsgliederung Sachsen - Anhalts in die Landschaftseinheiten Altmarkplatten, Altmarkheiden und das Tangergebiet differenziert. Die Exkursion führt in das Gebiet der Altmarkplatten und Altmarkheiden. Die **Altmarkplatten** repräsentieren den größten Teil der Altmark. Die quartären Sedimente werden hier von mächtigen Zechsteinablagerungen, triassischen, kreidezeitlichen und tertiären Bildungen unterlagert. Diese präpleistozänen Bildungen sind durch starke Krustenbewegungen gegeneinander versetzt worden. Die Zechsteinsalze durchzogen stellenweise die jüngeren Schichten als Salzstöcke. Erdfälle (Arendsee) entstanden durch Auslaugung löslicher Salze. Die heutigen Oberflächenformen wurden im wesentlichen während der Warthe-Vereisung geschaffen, und es sind warthezeitliche Endmoränen [Dolchau-Tangermünder Eisrandlage und die Rückzugseisrandlage bei Osterburg - Arneburg - (*Exkursionspunkt G8.1*)], allerdings in wesentlich geringerer Verbreitung als in den Altmarkheiden, zu finden. Die Randlagen des Weichelseises erreichten die Altmark nicht. Vom weitesten Vorstoß des Weichelseises zeugen die Kliestz-Kamernschen Berge östlich der Elbe (östlich von Arneburg). Auf den Platten außerhalb der genannten Eisrandlagen dominieren meistens mächtige, mehrgliedrige Grundmoränen, die aus Geschiebemergel (*Exkursionspunkte G8.2, G8.4*) und auch aus Sanden und Kiesen aufgebaut sind. Die warthezeitlichen Abflußbahnen der Schmelzwässer und die durch Toteisfelder geschaffenen Hohlformen dieses Raumes wurden später von weichselzeitlichen Talsanden (bis zum Pommerschen Stadium) gefüllt, die heute als oft stark verzweigte Niederungen (Entwässerung) das Gebiet der Platten durchziehen (Jeetze-, Biese-, Uchte- [*Exkursionspunkt G8.3*], Aland-Niederung). Die Höhendifferenz zwischen Platten und Niederungen beträgt 20 bis 30 m, die Endmoränenkuppen überragen die Niederungen um 30-40 m z.T. auch wesentlich mehr. Im Periglazial der Weichsel-Kaltzeit wurde das gesamte Gebiet überprägt, d.h. es entstanden Fließerden, Kryoturbarationen und Geschiebedecksand bzw. dessen lehmiges Äquivalent, der Decklehm (*Exkursionspunkt G8.2*).

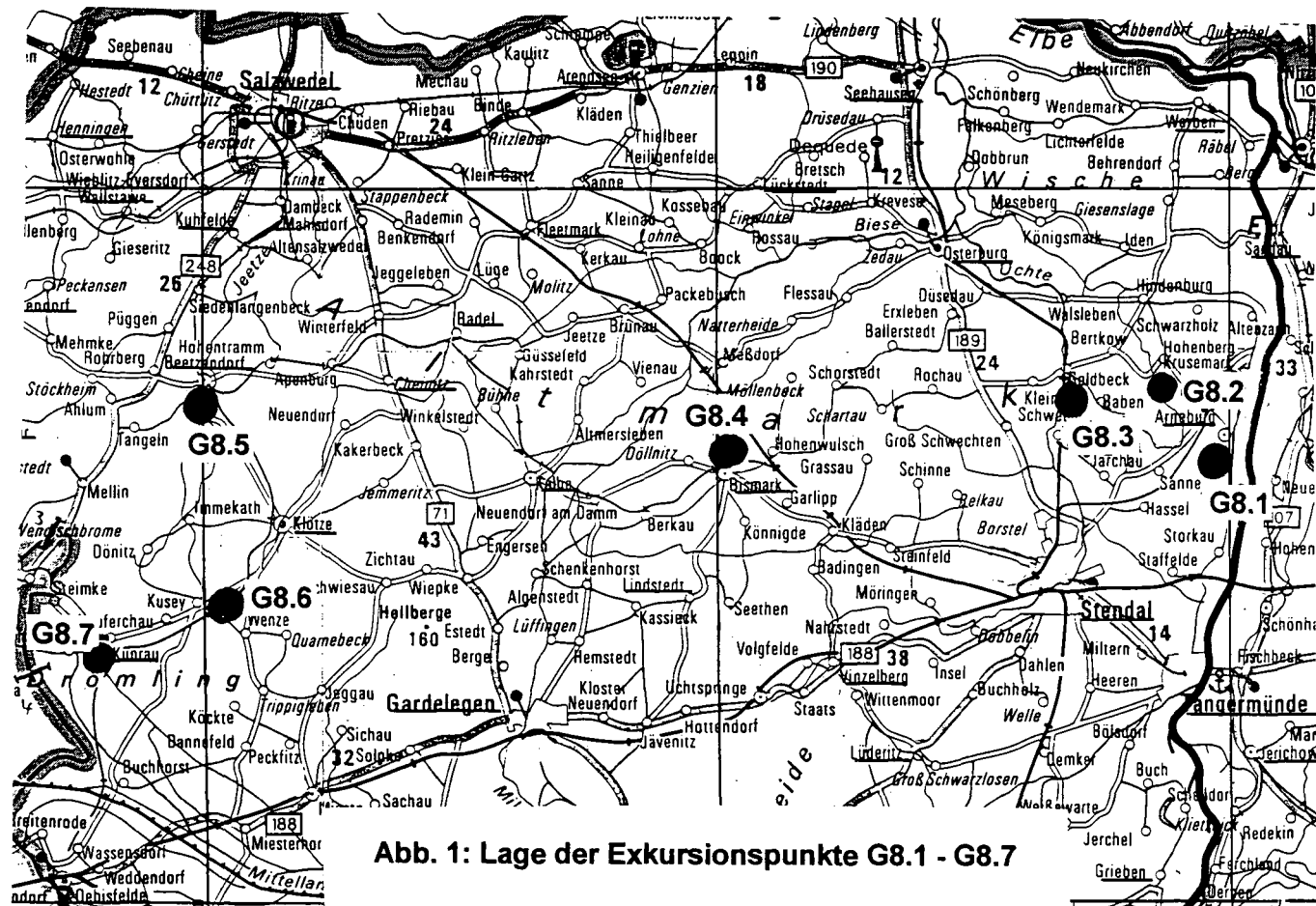


Abb. 1: Lage der Exkursionspunkte G8.1 - G8.7

Die **Altmarkheiden** sind durch den saalezeitlichen (drenthe- und warthezeitlichen) Endmoränenzug geprägt. Dieses Gebiet erreicht bei Diesdorf 108 m ü. NN und bei Zichtau 160 m ü. NN. Die Endmoränenhügel werden von Trockentälern durchschnitten. Besonders stark reliefiert ist die Endmoränenlandschaft im Gebiet der „Altmärkischen Schweiz“ bei Zichtau. In der Letzlinger Heide gabelt sich der Endmoränenzug in mehrere Hügelreihen auf. Es werden mehrere saalezeitliche Eisrandlagen unterschieden: Plankener Randlage (drenthezeitliche Randlage), Letzlinger Randlage (warthezeitlich), Neuendorf-Brunkauer Randlage (warthezeitlich). Die (jüngeren) warthezeitlichen Randlagen sind allerdings eng mit den (älteren) drenthezeitlichen verknüpft bzw. sie überlagern sich. Im Gebiet der Zichtauer Randlage wurden vom Drentheits Tertiärschollen verfrachtet (Oberoligozän bei Wiepke), die dort oberflächennah vorkommen. Den Endmoränenzügen vorgelagert sind Sandflächen. In den Altmarkheiden dominieren Sande (Endmoränen- und Sandersande) verschiedener Körnung. Im Zuge der periglaziären Überformung wurden diese Sande in der Weichsel-Kaltzeit überprägt, wovon sandige Fließerden und Kryoturbationserscheinungen (Eiskeile, Verwürgungen, Tropfenböden etc.) zeugen. Dadurch ist der Unterboden/Untergrund der Böden oft recht heterogen zusammengesetzt. Die warthezeitlichen Sande sind außerdem durch den 4-6 dm mächtigen Geschiebedecksand (reiner Sand bis schwach lehmiger bis lehmiger Sand) bedeckt, der durch eine mehr oder weniger deutliche Steinsohle an der Basis begrenzt wird. Im Raum Klötze/Beetzendorf (*Exkursionspunkt G8.5*) wurden keine Geschiebedecksande abgelagert, sondern schluffreiche Decken von 4-8 dm Mächtigkeit. Diese Sandlöse sind deutlich sandreicher und schluffärmer als der typische Löß der Börde. Die Sandlöse verzahnen mit Flugsanden. Die Randbereiche der warthezeitlichen Eisrandlagen sind weniger stark reliefiert und meistens flachwellig. Hier sind die Grundmoränen landschaftsprägend, und der Geschiebedecksand lagert über Geschiebelehm, der etwa in einer Tiefe von 1,5 m unter Flur vom Geschiebemergel abgelöst wird. Der *Exkursionspunkt G8.6* (Kusey) liegt am südlichen Rand der Altmarkheiden, und die Gemarkungen der Orte reichen bereits in die Landschaftseinheit Drömling. Der *Exkursionspunkt G8.7* führt in den **Drömling** - nicht mehr zur Altmark gehörig - der einen Teil des Breslau-Magdeburger Urstromtals darstellt.

#### 4 Böden des Exkursionsgebiets (Altermann)

Im Exkursionsgebiet dominieren mehrschichtige Böden, d.h. im Vertikalprofil ist außerhalb der Verbreitung holozäner Ablagerungen auf den Hochflächen meistens eine zwei- bzw. dreigliedrige Abfolge verschiedener Substrate mehr oder weniger deutlich nachweisbar. An der Oberfläche ist - außerhalb der Niederungen - flächendeckend der 4-6 dm mächtige Geschiebedecksand verbreitet, der häufig durch eine Steinanreicherung - im Idealfall eine Steinsohle - begrenzt wird. Neben der sandigen und lehmsandigen Ausbildung des Geschiebedecksandes kommen aber auch lehmige Decken vor, die - als „Decklehm“ bezeichnet - das Äquivalent des Geschiebedecksandes darstellen und ebenso wie dieser der Hauptlage zugerechnet werden. Im Liegenden der Hauptlage folgen Fließerden oder durch Kryoturbationen geprägte Bereiche, die darunter von periglaziär nicht oder kaum beeinflussten Schichten (Schmelzwassersand, Sandersand, Geschiebemergel) abgelöst werden. Die Zuordnung der Substrate im Liegenden der Hauptlage zur Mittellage und Basislage kann nicht zweifelsfrei erfolgen und ist seit langem umstritten. Die genannten Lagen lassen sich durch lithogene Unterschiede mehr oder weniger deutlich differenzieren. In den Sandlößgebieten der Altmark (z.B. im Raum Klötze, Kalbe/Milde, sich nach Westen fortsetzend in den Raum Wittingen) ist die Hauptlage unterschiedlich schluffreich zusammengesetzt. Dabei weisen die mächtigen Sandlößdecken eine deutliche Zweigliederung auf. - Bei Sanduntergrund entstanden aus Geschiebedecksand Braunerden (*Exkursionspunkte G8.1 [Profil A832]; G8.6*) und podsolige Braunerden (Rosterden), jedoch sind bei schluffreichem Geschiebedecksand und/oder lehmsandigen Untergrund auch Übergänge von Braunerden zu Fahlerden/Parabraunerden (z.B. auch Bänderbraunerden) verbreitet. Folgt dem Geschiebedecksand im Liegenden Lehm, so sind als Leitböden Braunerde-Pseudogleye, Pseudogleye-Braunerden und Typisché Pseudogleye (*Exkursionspunkt G8.4*) sowie auf den etwas höher gelegenen Grundmoränenflächen Braunerde-Fahlerden (*Exkursionspunkt G8.1*), Braunerde-Parabraunerden und Braunerden aus lehmunterlagertem Sand verbreitet. Im nördlichen Teil der Arneburger Platte kommen in der Nähe von Niederungen auf schluffreichem Geschiebemergel und Beckenschluffen - jeweils mit 4-6 dm mächtigem Decklehm überlagert - humusreiche, stauvernäßte Böden vor, die als Tschernosem-Pseudogleye bzw. Pseudogleye-Tschernoseme (*Exkursionspunkt G8.2*) zu klassifizieren sind. Diese fruchtbaren, schwarzerderartigen Böden gaben dem Gebiet die Bezeichnung „Altmärkische Börde“. Auf den Sandlößinseln der Altmark dominieren in Abhängigkeit vom Schluffgehalt und von der Mächtigkeit des Sandlösses Fahlerden, Braunerde-Fahlerden, Parabraunerden und Braunerden (*Exkursionspunkt G8.5*) In den Niederungen sind Gleye mit unterschiedlichem Humusgehalt (Typische Gleye [*Exkursionspunkt G8.3*] Humusgleye, Naßgleye) sowie Anmoore und Niedermoore (*Exkursionspunkt G8.7*) verbreitet.

## 5 Klima der Altmark (Müller, Jörn)

Sowohl im westlichen als auch im östlichen Teil der Altmark beträgt die mittlere Dauer eines Tagesmittels der Lufttemperatur von mindestens 5 °C immerhin 220 bis 225 Tage. Das sind zwar etwas weniger als beispielsweise in der Leipziger Tieflandsbucht, wo der Durchschnitt bei 220 bis 230 Tagen liegt, dafür aber mehr als im Hohen Fläming, wo nur 210 bis 220 Tage zu Buche schlagen. Die mittlere Dauer eines Tagesmittels der Lufttemperatur von mindestens 10 °C beträgt im West- und im Ostteil der Altmark jeweils 155 bis 160 Tage. Der mittlere Höhenunterschied zwischen beiden Teilen von etwa 45m macht sich diesbezüglich kaum bemerkbar. Anders beim Niederschlag, hier reichen die mittleren Jahressummen in der westlichen Altmark stellenweise an 620 mm heran, während in der östlichen Altmark die höchsten Normalwerte nur etwa 580 mm betragen. Als Monat mit den meisten Niederschlägen erweist sich der Juni, teilweise auch der Juli, als niederschlagsärmster Monat zeichnet sich dagegen der Februar aus. Einen Überblick über die durchschnittlichen Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur, Monats- und Jahressummen der Niederschlagshöhe und Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer der Wetterstationen Lüchow, Seehausen und Gardelegen vermittelt die Tabelle 1.

Tabelle 1: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur (TM) in °C, Monats- u. Jahressummen der Niederschlagshöhe (N) in mm, Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer (SO) in Std., 1961 - 90

|                   | Jan  | Febr | März | April | Mai  | Juni | Juli | Aug  | Sept | Okt  | Nov  | Dez  | JAHR  |
|-------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <b>Lüchow</b>     |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| TM                | -0,1 | 0,5  | 3,7  | 7,6   | 12,7 | 15,9 | 17,2 | 16,9 | 13,5 | 9,3  | 4,6  | 1,4  | 8,6   |
| N                 | 41,4 | 32,2 | 36,3 | 41,3  | 48,1 | 61,5 | 66,0 | 54,7 | 41,3 | 34,0 | 42,5 | 45,8 | 545,2 |
| SO                | 45   | 70   | 114  | 163   | 223  | 228  | 215  | 209  | 150  | 103  | 54   | 38   | 1611  |
| <b>Seehausen</b>  |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| TM                | -0,5 | 0,3  | 3,5  | 7,4   | 12,5 | 15,9 | 17,3 | 17,0 | 13,6 | 9,2  | 4,4  | 1,1  | 8,5   |
| N                 | 42,1 | 29,2 | 37,1 | 39,0  | 47,6 | 63,9 | 56,5 | 51,4 | 45,8 | 36,2 | 44,4 | 47,9 | 541,1 |
| SO                | 40   | 68   | 110  | 157   | 218  | 217  | 206  | 200  | 145  | 98   | 47   | 33   | 1539  |
| <b>Gardelegen</b> |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| TM                | -0,4 | 0,3  | 3,5  | 7,5   | 12,6 | 15,9 | 17,2 | 16,9 | 13,4 | 9,2  | 4,4  | 1,2  | 8,5   |
| N                 | 40,0 | 33,2 | 42,2 | 41,7  | 50,6 | 63,0 | 60,0 | 59,5 | 45,1 | 36,3 | 44,4 | 47,0 | 562,8 |
| SO                | 41   | 67   | 106  | 152   | 210  | 207  | 206  | 198  | 145  | 104  | 48   | 34   | 1518  |

An der Station Lüchow treten durchschnittlich 85 Frosttage und 24 Eistage pro Jahr auf. In Lüchow werden im Durchschnitt 28 Sommertage gezählt (Maximum  $\geq 25$  °C). Lufttemperaturen  $\geq 30$  °C können dort im Jahresverlauf schon im April und noch im Oktober auftreten. Das absolute Minimum der Lufttemperatur für den Zeitraum 1961 bis 1990 liegt bei  $-27,0$  °C, das absolute Maximum dagegen bei  $35,9$  °C. Die mittleren Monatssummen der potentiellen Evapotranspiration nach HAUDE sind in der Tabelle 2 zu ersehen.

Tabelle 2: Mittlere Monats- und Jahressummen der potentiellen Evapotranspirationshöhe nach HAUDE in mm für Gardelegen; Zeitraum: 1951- 1980

| Jan | Febr | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez | JAHR |
|-----|------|------|-------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|
| 7   | 10   | 24   | 57    | 83  | 97   | 95   | 89  | 59   | 31  | 12  | 8   | 572  |

## 6 Exkursionspunkte (Beschreibung der Exkursionsprofile nebst Analysendaten)

**Allgemeiner Hinweis:** Aus Platzgründen erfolgt nur eine Kurzbeschreibung der Profile. Die Bodensprache erfolgt nach den Regeln der KA 4. Die Profile wurden im Jahre 1988 aufgenommen. Da die Schürfe für die Exkursion wieder neu ausgehoben werden, sind Abweichungen gegenüber der hier dokumentierten Beschreibung möglich!

**Exkursionspunkt G8.1: Arneburg - Profile A833 und A832**

**A 833: Standortangaben (Altermann)**

|                 |                                                                                                                                                                |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Stendal (3337)                                                                                                                                                 |
| Lage:           | ca. 500 m südwestlich von Arneburg; R: 44 98480; H: 58 37330; 48 m ü. NN                                                                                       |
| Relief:         | ebener Kulminationbereich (wellige Platte); Neigung: 0°                                                                                                        |
| Nutzung (1998): | Acker, Stilllegungsfläche                                                                                                                                      |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: SL 3D                                                                                                                                          |
| Gestein:        | I Hauptlage: Geschiebedecksand<br>II Mittellage (?): Fließerde<br>III Basislage: Kryoturbationshorizont im Geschiebelehm<br>IV saalezeitlicher Geschiebemergel |

**A 833: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)**

| Horizont  | Tiefe (cm)    | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                                          |
|-----------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I Ap      | 0-35          | Sl2,gG2 (schwach lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 7,5YR4/3; h1 (sehr schwach humos); Bröckelgefüge                                          |
| I Bv-Ael  | 35-45...50    | Sl3,gG2 (mittel lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 7,5YR5/4; Fe-Mn-Konkretionen (f2); Subpolyedergefüge; Steinanreicherung an der Basis       |
| II Bt+Ael | 45...50-60    | Sl3,gG2 (mittel lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 7,5YR5/4; Fe-Mn-Konkretionen (f2); Subpolyedergefüge; Flecke mit Bt-Horizontmaterial       |
| III Bt    | 60-105...140  | Lts,gG2 (sandig-toniger Lehm, schwach grobkiesig); 5YR4/4; Fe-Mn-Konkretionen (f3); Polyedergefüge; Tonbeläge; Kryoturbationen (Sandkeile)     |
| IV elCc   | 105...140-180 | Ls4,gG2,X2 (stark sandiger Lehm, schwach grobkiesig, schwach steinig); 7,5YR4/6; c4 (carbonatreich); Kalkadern, -röhren, -mycel; Plattengefüge |

|           |                                                     |
|-----------|-----------------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: Braunerde-Fahlerde<br>FAO: Eutric Podzoluvisol |
|-----------|-----------------------------------------------------|

|             |            |                                                                                                         |
|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Substrattyp | DBG 1998   | p-(k)s(Sp)/p-(k)l(Mg)                                                                                   |
| Bodenform   | DBG 1998   | Braunerde-Fahlerde aus kiesführendem Sand (Geschiebedecksand) über kiesführendem Lehm (Geschiebemergel) |
|             | TGL 24 300 | Salmtieflehm-Fahlerde                                                                                   |

**A 833: Gesamtgehalte und Nährstoffe (LUFSA Sachsen-Anhalt)**

| Horizont  | Gesamtgehalte Königswasserlöslich [mg/kg] |      |      |      |      |      |        | Makronährstoffe [mg/100g] |      |      | Mikronährstoffe [mg/kg] |      |     |
|-----------|-------------------------------------------|------|------|------|------|------|--------|---------------------------|------|------|-------------------------|------|-----|
|           | Pb                                        | Cd   | Cr   | Cu   | Ni   | Zn   | Hg     | P                         | K    | Mg   | Cu                      | Mn   | Zn  |
| I Ap      | 13,6                                      | 0,12 | 10,1 | 9,6  | 6,7  | 30,8 | 0,06   | 16,5                      | 14,4 | 5,6  | 7,4                     | 92,2 | 4,3 |
| I Bv-Ael  | 12,5                                      | 0,12 | 12,1 | 10,3 | 7,9  | 29,8 | 0,07   | 13,6                      | 10,9 | 5,7  | 8,0                     | 72,2 | 3,4 |
| II Bt+Ael | 8,1                                       | 0,08 | 9,5  | 5,1  | 7,0  | 22,8 | <0,005 | 6,3                       | 10,0 | 5,1  | 3,8                     | 57,8 | 2,2 |
| III Bt    | 7,6                                       | 0,04 | 36,0 | 14,5 | 26,8 | 43,7 | 0,06   | 0,6                       | 11,5 | 15,6 | 3,6                     | 62,7 | 0,4 |
| IV elCc   | 4,9                                       | 0,04 | 14,2 | 8,3  | 11,8 | 24,5 | <0,005 | <0,05                     | 4,2  | 9,9  | 1,9                     | 5,2  | 0,4 |

**Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation (Profil A 833 und A 832)**

- Landschaft, Geologie
- Ausbildung und Gliederung der Deckschichten/Lagen: 3-Gliederung bei Profil A 833 erkennbar und durch Körnungsunterschiede nachweisbar (Zuordnung zu Haupt-, Mittel-(?) und Basislage); bei Profil A 832 ist nur die Hauptlage vom liegenden Material deutlich abgrenzbar (vergl. Tabelle 3 auf übernächster Seite).

**A 833: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme, v.d.Ploeg)**

| Horizont  | Tiefe | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |      |      |      |     |     |      |      |      |
|-----------|-------|-------------------------------------|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|
|           | cm    | Gew.-%                              | gS  | mS   | fS   | gU   | mU  | fU  | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| 1         | 2     | 3                                   | 4   | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 10   | 11   | 12   |
| I Ap      | 35    | 3,5                                 | 4,4 | 32,6 | 35,7 | 9,4  | 6,2 | 4,5 | 72,7 | 20,1 | 7,3  |
| I Bv-Ael  | 45    | 5,7                                 | 4,7 | 29,9 | 35,1 | 9,9  | 6,5 | 5,6 | 69,7 | 22,0 | 8,3  |
| II Bt+Ael | 60    | 3,4                                 | 4,8 | 25,1 | 31,9 | 13,2 | 7,6 | 5,5 | 61,8 | 26,3 | 11,9 |
| III Bt    | 105   | 3,0                                 | 3,5 | 15,6 | 26,8 | 13,1 | 7,8 | 5,8 | 45,9 | 26,7 | 27,5 |
|           | 140   | 1,9                                 | 3,2 | 13,5 | 27,4 | 12,6 | 9,0 | 5,7 | 44,1 | 27,3 | 28,6 |
| IV elCc   | >140  | 5,3                                 | 5,1 | 17,9 | 30,6 | 11,6 | 8,4 | 6,7 | 53,6 | 26,7 | 19,8 |

| Horizont  | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |      |      | nFK  | kf   |
|-----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|------|------|------|------|
|           | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8 | 2,0  | 2,5  | 4,2  |      |
| 1         | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17   | 18   | 19   | 20   |
| I Ap      |                   |           |                      |     |      |      |      |      |
| I Bv-Ael  |                   |           |                      |     |      |      |      |      |
| II Bt+Ael | 1,65              | 37,7      | 21,5                 |     | 16,0 | 8,8  | 12,7 | >100 |
| III Bt    | 1,70              | 35,8      | 31,5                 |     | 28,2 | 24,5 | 7,0  | 72,9 |
| IV elCc   | 1,80              | 32,1      | 27,2                 |     | 25,0 | 24,9 | 2,3  | 4,7  |

| Horizont  | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|-----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|           | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |     | mg/g            | mg/g            |                                  |
| 1         | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               |
| I Ap      | 6,6                | 5,9                  | 0                 | 0,91             | 0,92           | 9,8 | 2,56            | 1,44            | 0,56                             |
| I Bv-Ael  | 6,7                | 6,1                  | 0                 | 0,22             | 0,25           | 8,9 | 2,77            | 1,27            | 0,46                             |
| II Bt+Ael | 6,9                | 6,1                  | 0                 | 0,16             |                |     | 1,73            | 1,49            | 0,86                             |
| III Bt    | 6,7                | 6,0                  | 0                 | 0,23             |                |     | 9,51            | 2,02            | 0,21                             |
|           | 6,7                | 6,3                  | 0                 | 0,18             |                |     | 8,88            | 1,46            | 0,16                             |
| IV elCc   | 8,3                | 7,6                  | 11,5              | 0,30             |                |     | 5,17            | 0,52            | 0,10                             |

| Horizont  | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |      |      |     |      | BS  |
|-----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|------|------|-----|------|-----|
|           | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca   | Mg   | K   | Na   | %   |
| 1         | 32                 | 33                 | 34                                | 35 | 36   | 37   | 38  | 39   | 40  |
| I Ap      | 68,2               | 46,3               | 0                                 | 0  | 35,9 | 4,1  | 5,2 | 0,12 | 100 |
| I Bv-Ael  | 41,4               | 29,9               | 0                                 | 0  | 21,9 | 4,7  | 3,2 | 0,15 | 100 |
| II Bt+Ael | 54,3               | 43,3               | 0                                 | 0  | 31,8 | 6,9  | 4,4 | 0,29 | 100 |
| III Bt    | 124                | 111                | 0                                 | 0  | 86,8 | 16,2 | 6,1 | 1,76 | 100 |
|           | 135                | 128                | 0                                 | 0  | 105  | 16,6 | 3,8 | 2,58 | 100 |
| IV elCc   | 96,2               | 125                | 0                                 | 0  | 111  | 10,6 | 1,6 | 1,83 | 100 |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wiechmann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>t</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F</sub> /H | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| I Ap     | 0,77                 | 0,19                | 24,8                                   | 0,07               | 0,12               | 1,64              | 7,06                |

**Anteile der Tonminerale [% der Schichtsilikate] (Jahn, Kleber)**

| Horizont  | Smektit | Vermiculite | chloritis. Verm./Smek. | Chlorit | WL 10-14 Å | Illit | Kaolinit |
|-----------|---------|-------------|------------------------|---------|------------|-------|----------|
| I Ap      | --      | 4           | --                     | --      | 7          | 79    | 10       |
| I Bv-Ael  | --      | 2           | --                     | --      | 15         | 73    | 9        |
| II Bt+Ael | --      | 2           | --                     | --      | 11         | 77    | 10       |
| III Bt    | 1       | 0,5         | --                     | --      | 6          | 83    | 9        |
| IV elCc   | 1       | 1           | --                     | --      | --         | 87    | 11       |

**A 832: Standortbeschreibung (Altermann)**

|                 |                                                                                                                                                                                             |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Stendal (3337)                                                                                                                                                                              |
| Lage:           | ca. 500 m südwestlich von Arneburg; R: 44 98700; H: 58 37450; 50 m ü. NN                                                                                                                    |
| Relief:         | hängiger Kulminationsbereich (wellige Platte); Neigung: 3°                                                                                                                                  |
| Nutzung (1998): | Acker, Stillungsfläche                                                                                                                                                                      |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: SI 4D                                                                                                                                                                       |
| Gestein:        | I Hauptlage: Geschiebedecksand<br>II Mittellage + Basislage (?): Kryoturbationshorizont im Schmelzwassersand<br>Liegendes: saalezeitlicher Beckenschluff (nicht aufgeschlossen; Staukörper) |

**A 832: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)**

| Horizont  | Tiefe (cm) | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                       |
|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I Ap      | 0-35       | Ss.gG2 (Reinsand, schwach grobkiesig); 10YR4/3; h1 (sehr schwach humos); Bröckelgefüge                                      |
| I Bv      | 35-65      | Ss.gG2 (Reinsand, schwach grobkiesig); 10YR4/6; Fe-Mn-Konkretionen (f2); Einzelkorngefüge; Steinsohle an der Basis;         |
| II iCv    | 65-110     | Ss.gG2 (Reinsand, schwach grobkiesig); 10YR6/2; rostfleckig (f2); Einzelkorngefüge; mit Lehmlinsen                          |
| II iCv+Go | 110-180    | Ss (Reinsand); 10YR6/2; rostfleckig (f5); Einzelkorngefüge; mit Lehmlinsen; Grundwasserstand (11.6.1998): 1,40 m unter Flur |

|           |                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: vergleyte Norm-Braunerde<br>FAO: Eutric Cambisol |
|-----------|-------------------------------------------------------|

|              |            |                                                                                                                     |
|--------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Substrattyp: | DBG 1998   | p-(k)s(Sp)/p-(k)s(Sg)                                                                                               |
| Bodenform:   | DBG 1998   | Norm-Braunerde aus kiesführendem Sand (Geschiebedecksand) über kiesführendem Sand (Geschiebesand/Schmelzwassersand) |
|              | TGL 24 300 | Sand-Braunerde                                                                                                      |

**Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation (Profil A 833 und A 832) - Fortsetzung -**

**Tabelle 3: Kornquotienten der Profile A 833 und A 832**

| Profil A 833  |       |     | Profil A 832 |       |      |
|---------------|-------|-----|--------------|-------|------|
| Tiefen        | mS/fS | S/U | Tiefen       | mS/fS | S/U  |
| 0-35          | 0,9   | 3,6 | 0-35         | 1,1   | 9,2  |
| 35-45...50    | 0,9   | 3,2 | 35-65        | 1,2   | 9,1  |
| 45...50-60    | 0,8   | 2,4 |              |       |      |
| 60-105...140  | 0,6   | 1,7 | 65-110       | 2,5   | 28,3 |
| 105...140-180 | 0,6   | 2,0 | 110-180      | 3,8   | 15,5 |

- Die Kornquotienten beider Profile lassen erkennen, daß die Deckschichten/Lagen sowohl durch örtliches als auch durch Fremdmaterial geprägt sind. Nach der mineralogischen Analyse sind sie ähnlichen Materialien zuzuordnen.
- Bodenausbildung; Bodenansprache: A 833: Texturdifferenzierung ist das Ergebnis der lithogenen Differenzierung und der pedogenen Überprägung (Tonbeläge; Tonquotient 2,4...>3). Oxidbildung ist nur wenig intensiv ausgeprägt, so daß die Profildifferenzierung eher auf Tonverlagerung als auf Verbraunung und Verlehmung zurückgeführt wird. Das Profil ist wohl nie saurer als pH 5 gewesen (fehlende Chloritisierung), die Verfärgung konnte daher unbehindert durch Aluminiumkationen mittels Tonverlagerung ungehemmt fortschreiten. Schichtsilikate und Fe-Oxide wurden in ähnlichen Anteilen verlagert (gleichmäßiger Ton/Fe<sub>3</sub>-Quotient um 30).
- Bodennutzung: ehemaliger Beregnungsstandort.



**A 832: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme, v.d.Ploeg)**

| Horizont   | Tiefe | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |      |      |     |     |     |      |     |     |
|------------|-------|-------------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|            | cm    | Gew.-%                              | gS  | mS   | fS   | gU  | mU  | fU  | ΣS   | ΣU  | Ton |
| I          | 2     | 3                                   | 4   | 5    | 6    | 7   | 8   | 9   | 10   | 11  | 12  |
| I Ap       | 35    | 3,7                                 | 4,3 | 42,6 | 40,2 | 4,6 | 3,1 | 1,8 | 87,1 | 9,5 | 3,5 |
| I Bv       | 65    | 1,9                                 | 3,1 | 45,6 | 39,2 | 4,9 | 3,3 | 1,6 | 87,9 | 9,7 | 2,5 |
| II ilCv    | 110   | 0,2                                 | 0,7 | 67,8 | 27,6 | 1,5 | 1,5 | 0,4 | 96,1 | 3,4 | 0,4 |
| II ilCv+Go | >110  | 0,5                                 | 1,9 | 72,5 | 18,8 | 3,1 | 2,2 | 0,7 | 93,2 | 6,0 | 1,0 |

| Horizont   | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|------------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|            | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| I          | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17  | 18  | 19     | 20   |
| I Ap       | 1,67              | 37,0      | 15,9                 |     | 7,0 | 2,0 | 13,9   | >100 |
| I Bv       |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| II ilCv    |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| II ilCv+Go | 1,59              | 40,0      | 7,6                  |     | 4,0 | 0,8 | 6,8    | >100 |

| Horizont   | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|            | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |      | mg/g            | mg/g            |                                  |
| I          | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               |
| I Ap       | 5,1                | 4,7                  | 0                 | 0,40             | 0,35           | 11,4 | 1,56            | 0,99            | 0,63                             |
| I Bv       | 6,1                | 5,4                  | 0                 | 0,12             | 0,09           | 13,3 | 0,95            | 0,64            | 0,68                             |
| II ilCv    | 6,0                | 5,7                  | 0                 | 0,02             |                |      | 0,25            | 0,21            | 0,85                             |
| II ilCv+Go | 6,3                | 5,8                  | 0                 | 0,02             |                |      | 0,18            | 0,12            | 0,64                             |

| Horizont   | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |     |     |      |      |      |    | BS |
|------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|-----|-----|------|------|------|----|----|
|            | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al  | Ca  | Mg   | K    | Na   | %  |    |
| I          | 32                 | 33                 | 34                                | 35  | 36  | 37   | 38   | 39   | 40 |    |
| I Ap       | 34,9               | 14,4               | 4,3                               | 2,6 | 8,5 | 0,81 | 0,49 | 0,30 | 67 |    |
| I Bv       | 17,9               | 10,9               | 0,6                               | 0,3 | 8,6 | 0,86 | 0,81 | 0,06 | 92 |    |
| II ilCv    | 6,3                | 4,6                | 0,3                               | 0,1 | 3,3 | 0,60 | 0,38 | 0,04 | 95 |    |
| II ilCv+Go | 5,2                | 4,2                | 0,3                               | 0,1 | 2,9 | 0,50 | 0,52 | 0,02 | 95 |    |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wiechmann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>t</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F</sub> /H | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| I Ap     | 0,44                 | 0,14                | 32,3                                   | 0,06               | 0,08               | 1,45              | 6,62                |

**Gesamtgehalte und Nährstoffe (LUFA Sachsen-Anhalt)**

| Horizont   | Gesamtgehalte Königswasserlöslich [mg/kg] |       |     |     |     |      |        | Makronährstoffe [mg/100g] |     |     | Mikronährstoffe [mg/kg] |      |     |
|------------|-------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|------|--------|---------------------------|-----|-----|-------------------------|------|-----|
|            | Pb                                        | Cd    | Cr  | Cu  | Ni  | Zn   | Hg     | P                         | K   | Mg  | Cu                      | Mn   | Zn  |
| I Ap       | 10,9                                      | 0,05  | 6,3 | 5,7 | 4,1 | 16,7 | <0,005 | 5,7                       | 2,8 | 1,4 | 4,6                     | 33,8 | 2,7 |
| I Bv       | 2,9                                       | 0,07  | 3,7 | 3,2 | 3,6 | 13,4 | <0,005 | 2,7                       | 1,9 | 1,2 | 2,8                     | 36,0 | 1,7 |
| II ilCv    | 1,4                                       | 0,02  | 2,0 | 1,0 | 2,5 | 5,7  | <0,005 | 0,3                       | 1,9 | 0,7 | 1,4                     | 2,1  | 1,1 |
| II ilCv+Go | 1,1                                       | >0,01 | 2,2 | 1,3 | 2,4 | 4,0  | <0,005 | 0,7                       | 2,4 | 0,9 | 1,6                     | 0,6  | 0,5 |

**Exkursionspunkt G8.2: Hohenberg-Krusemark - Profil A 876**

**A 876: Standortbeschreibung (Altermann)**

|                 |                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Hindenburg (3237)                                                                                                                                                                                  |
| Lage:           | ca. 400 m südlich von Krusemark; R: 44 96760; H: 58 42660; 29 m ü. NN                                                                                                                              |
| Relief:         | ebener Tiefenbereich; Neigung: 0°                                                                                                                                                                  |
| Nutzung (1998): | Acker                                                                                                                                                                                              |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: sL I D                                                                                                                                                                             |
| Gestein:        | I Hauptlage: Decklehm (Äquivalent des Geschiebedecksandes)<br>II Mittellage + Basislage (?): Fließerde bzw. Kryoturbaionshorizont im Geschiebemergel<br>Liegendes: saalezeitlicher Geschiebemergel |

**A 876: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)**

| Horizont   | Tiefe (cm) | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                                                                                                                       |
|------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I Axp      | 0-35       | SI4,gG2 (stark lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 10YR3/2; h2 (schwach humos); c1 (sehr carbonatarm); Bröckelgefüge                                                                                                        |
| I Axh      | 35-60      | SI4,gG2 (stark lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 10YR2/2; h1 (sehr schwach humos); Polyedergefüge; Ton-Humusbeläge; Steinanreicherung an der Basis;                                                                       |
| II Axh-Bv  | 60-70      | SI4,gG2 (stark lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 10YR3/4; h1 (sehr schw. humos); Subpolyedergefüge; Kryoturbaionen (Sandkeile); Krotowinen                                                                                |
| II Sg-elCc | 70-95      | SI4,gG2 (stark lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 10YR5/6 + 7,5YR4/4; Rostflecken (f4); c4 (carbonatreich); Kalkadern, Kalkmycel; Polyedergefüge; Kryoturbaionen (Sandkeile); Krotowinen                                   |
| II elCc-Sg | 95-150     | SI4,gG2 (stark lehmiger Sand, schwach grobkiesig, schwach steinig); 10YR5/6; Rostflecken (f5), Bleichröhren (f5); c4 (carbonatreich); Kalkadern, Kalkmycel, Lößkindl; Plattengefüge; Kryoturbaionen (Sandkeile, Sandlinsen) |

|           |                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: Pseudogley-Tschernosem<br>FAO: Gleyic Chernozem |
|-----------|------------------------------------------------------|

|              |            |                                                                                                                               |
|--------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Substrattyp: | DBG 1998   | p-(k)l(Sp)/p-(k)el(Mg)                                                                                                        |
| Bodenform:   | DBG 1998   | Pseudogley-Tschernosem aus kiesführendem Lehm (Decklehm/ Geschiebedecksand) über kiesführendem Carbonatlehm (Geschiebemergel) |
|              | TGL 24 300 | Lehm-Schwarzstaugley                                                                                                          |

**A 876: Gesamtgehalte und Nährstoffe (LUF A Sachsen-Anhalt)**

| Horizont   | Gesamtgehalte Königswasserlöslich [mg/kg] |      |      |      |      |      |        | Makronährstoffe [mg/100g] |      |      | Mikronährstoffe [mg/kg] |      |     |
|------------|-------------------------------------------|------|------|------|------|------|--------|---------------------------|------|------|-------------------------|------|-----|
|            | Pb                                        | Cd   | Cr   | Cu   | Ni   | Zn   | Hg     | P                         | K    | Mg   | Cu                      | Mn   | Zn  |
| I Axp      | 11,5                                      | 0,12 | 16,1 | 10,0 | 10,7 | 29,1 | 0,05   | 10,7                      | 11,9 | 4,6  | 6,2                     | 37,6 | 2,0 |
| I Axh      | 6,1                                       | 0,04 | 20,8 | 8,4  | 15,8 | 30,0 | <0,005 | 0,2                       | 9,3  | 4,7  | 3,9                     | 18,2 | 0,4 |
| II Axh-Bv  | 5,6                                       | 0,03 | 17,3 | 5,9  | 13,7 | 24,6 | <0,005 | 0,7                       | 3,9  | 4,6  | 2,8                     | 10,2 | 0,4 |
| II Sg-elCc | 6,1                                       | 0,07 | 18,1 | 6,6  | 12,9 | 24,3 | <0,005 | <0,05                     | 3,0  | 8,2  | 2,3                     | 1,8  | 0,4 |
| II elCc-Sg | 6,7                                       | 0,06 | 27,9 | 9,9  | 21,3 | 31,7 | <0,005 | <0,05                     | 6,0  | 13,8 | 2,4                     | 3,1  | 0,3 |

**Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation (Profil A 876): siehe übernächste Seite**

**A 876: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme, v. d. Ploeg)**

| Horizont   | Tiefe | Textur (% der humus- und carbonatfreien Feinerde) |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
|------------|-------|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
|            | cm    | >2mm<br>Gew.-%                                    | gS   | mS   | fS   | gU   | mU   | fU  | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| I          | 2     | 3                                                 | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10   | 11   | 12   |
| I Axp      | 35    | 2,4                                               | 4,7  | 31,3 | 28,6 | 10,2 | 7,1  | 4,4 | 64,6 | 21,7 | 13,7 |
| I Axh      | 60    | 5,7                                               | 10,9 | 35,6 | 23,1 | 5,4  | 5,4  | 3,2 | 69,6 | 14,0 | 16,5 |
| II Axh-Bv  | 70    | 4,3                                               | 11,8 | 35,4 | 23,5 | 6,2  | 5,1  | 2,8 | 70,7 | 14,2 | 15,2 |
| II Sg-elCc | 95    | 4,3                                               | 8,6  | 30,5 | 28,7 | 8,6  | 6,5  | 4,7 | 67,8 | 19,8 | 12,3 |
| II elCc-Sg | 150   | 9,7                                               | 7,6  | 25,2 | 22,7 | 13,1 | 11,1 | 6,8 | 55,5 | 31,0 | 13,6 |

| Horizont   | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |      |      |        | nFK  | kf |
|------------|-------------------|-----------|----------------------|-----|------|------|--------|------|----|
|            | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5  | 4,2  | Vol.-% | cm/d |    |
| I          | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17   | 18   | 19     | 20   |    |
| I Axp      |                   |           |                      |     |      |      |        |      |    |
| I Axh      | 1,70              | 35,8      | 25,1                 |     | 21,4 | 11,4 | 13,7   | >100 |    |
| II Axh-Bv  |                   |           |                      |     |      |      |        |      |    |
| II Sg-elCc | 1,60              | 39,6      | 20,6                 |     | 16,6 | 9,8  | 10,8   | >100 |    |
| II elCc-Sg | 1,83              | 30,9      | 24,8                 |     | 22,2 | 14,1 | 10,7   | 9,9  |    |

| Horizont   | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|            | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |     | mg/g            | mg/g            |                                  |
| I          | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               |
| I Axp      | 7,5                | 6,9                  | 0,15              | 1,05             | 1,33           | 7,9 | 3,09            | 0,97            | 0,31                             |
| I Axh      | 7,5                | 7,0                  | 0                 | 0,54             | 0,63           | 8,5 | 4,31            | 0,93            | 0,22                             |
| II Axh-Bv  | 7,9                | 7,4                  | 0                 | 0,37             | 0,40           | 9,2 | 4,67            | 0,47            | 0,10                             |
| II Sg-elCc | 8,4                | 7,7                  | 11,1              | 0,18             |                |     | 4,18            | 0,25            | 0,06                             |
| II elCc-Sg | 8,3                | 7,8                  | 12,3              | 0,21             |                |     | 5,38            | 0,23            | 0,04                             |

| Horizont   | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |      |     |     |      | BS  |
|------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|------|-----|-----|------|-----|
|            | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca   | Mg  | K   | Na   | %   |
| I          | 32                 | 33                 | 34                                | 35 | 36   | 37  | 38  | 39   | 40  |
| I Axp      | 124                | 123                | 0                                 | 0  | 110  | 7,2 | 5,4 | 0,43 | 100 |
| I Axh      | 119                | 118                | 0                                 | 0  | 108  | 6,2 | 3,8 | 0,14 | 100 |
| II Axh-Bv  | 106                | 114                | 0                                 | 0  | 98,0 | 5,6 | 2,1 | 0,23 | 100 |
| II Sg-elCc | 91                 | 109                | 0                                 | 0  | 84,5 | 4,9 | 1,3 | 0,27 | 100 |
| II elCc-Sg | 138                | 165                | 0                                 | 0  | 126  | 9,8 | 1,4 | 0,54 | 100 |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wiechmann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>t</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F/H</sub> | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| I Axp    | 1,16                 | 0,19                | 16,4                                   | 0,08               | 0,11               | 1,41             | 5,72                |
| I Axh    | 0,48                 | 0,11                | 23,3                                   | 0,04               | 0,08               | 2,03             | 5,30                |

**Anteile der Tonminerale [% der Schichtsilikate] (Jahn, Kleber)**

| Horizont   | Smektit | Vermiculite | chloritis. Verm./Smek. | Chlorit | WL 10-14 Å | Illit | Kaolinit |
|------------|---------|-------------|------------------------|---------|------------|-------|----------|
| I Axp      | 4       | 1           | 7                      | --      | --         | 76    | 12       |
| I Axh      | --      | 1           | --                     | --      | --         | 88    | 11       |
| II Axh-Bv  | 3       | 2           | 2                      | --      | 11         | 74    | 9        |
| II Sg-elCc | --      | 1           | --                     | --      | --         | 88    | 12       |
| II elCc-Sg | 10      | 8           | --                     | --      | --         | 64    | 18       |

**Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation (Profil A 876)**

- Ausbildung der Hauptlage als „Decklehm“ (=Arbeitsbegriff). Im Decklehm ist mS/fS-Verhältnis und S/U-Verhältnis weiter als im liegenden Substrat. Prägung der Hauptlage durch das anstehende Material (schluffreicher Geschiebenmergel, Beckenschluff). Zuordnung des Materials im Liegenden der Hauptlage zur Mittel- oder Basislage nicht sicher. Nach der mineralogischen Analyse erscheint das Profil vielschichtiger als durch Profilsprache erkennbar.
- Bodenausbildung: Tschernosem („Feuchtschwarzerde“) weitgehend durch das Substrat (bindige Deckschicht, hoher Kalkgehalt im Geschiebemergel) und durch Feuchteinfluß (Stauässe) bedingt. Humus weist niedrigeren Extinktionsquotienten auf als andere Altmarkböden. - Verbraunung und Verlehmung sind wenig ausgeprägt, im II Axh-Bv ist das Fe<sub>ox/d</sub>-Verhältnis (0,1) so niedrig, daß eine gegenwärtig ablaufende Verbraunung sogar ausgeschlossen werden kann. Die bräunliche Färbung des Horizonts dürfte im wesentlichen auf Kalkabfuhr zurückzuführen sein.

**Exkursionspunkt G8.3: Goldbeck - Profil A3090**

**A 3090: Standortbeschreibung (Altermann)**

|                 |                                                                      |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Hindenburg (3237)                                                    |
| Lage:           | ca. 500 m südlich von Goldbeck; R: 44 90250; H: 58 42090; 28 m ü. NN |
| Relief:         | ebener Tiefenbereich (Uchteniederung); Neigung: 0°                   |
| Nutzung (1998): | Wiese; Ödland                                                        |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: S 4 A1/D                                             |
| Gestein:        | I Talsand                                                            |

**A 3090: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                                                      |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I Ap     | 0-30       | Ss (Reinsand); 10YR4/3 - 10YR2/3; h1 (sehr schwach humos); Bröckelgefüge                                                                                   |
| I Go     | 30-85      | Ss + Su2 (Reinsand mit Band aus schwach schluffigem Sand); 10YR7/3; Band: 2,5Y6/3; rostfleckig, roststreifig (f5); Einzelkorngefüge; humose Flecke;        |
| I Gor    | 85-120     | Ss,fG2 (Reinsand, schwach feinkiesig; mit kiesreicheren Linsen); 10YR7/3; rostfleckig (f3); Einzelkorngefüge; Grundwasserstand (12.6.1998): 115 cm u. Flur |

|           |                                                                                    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: Norm-Gley (Grundwasser abgesenkt)<br>FAO: Mollic Gleysol oder Gleyic Phaeozem |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|

|              |            |                         |
|--------------|------------|-------------------------|
| Substrattyp: | DBG 1998   | f-s                     |
| Bodenform:   | DBG 1998   | Norm-Gley aus Fluvisand |
|              | TGL 24 300 | Sand-Gley               |

**Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation (Profil A 3090)**

- Substratausbildung in den Talsandniederungen: meistens Dominanz von Mittel-/Feinsand; gelegentlich Schluffbänder („Tallehm“) enthalten. Periglaziale Deckschichten nicht ausgebildet.
- Bodenbildung, Bodengesellschaften: Bodengesellschaften durch Böden mit unterschiedlichem Humusgehalt/Humusmächtigkeit und Grundwassereinfluß gebildet: Norm-Gleye, Braunerde-Gleye, Humusgleye, Naßgleye, Anmoorgleye, Niedermoorgleye sowie Niedermoorinseln.
- Bodennutzung: starke Grundwasserabsenkung.

**A 3090: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme, v.d.Ploeg)**

| Horizont  | Tiefe | Textur (% der humusfreien Feinerde) |     |      |      |      |     |     |      |      |     |
|-----------|-------|-------------------------------------|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|           | cm    | >2mm<br>Gew.-%                      | gS  | mS   | fS   | gU   | mU  | fU  | ΣS   | ΣU   | Ton |
| I         | 2     | 3                                   | 4   | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 10   | 11   | 12  |
| I Ap      | 30    | 0,8                                 | 5,5 | 70,6 | 17,8 | 1,7  | 1,0 | 1,1 | 93,9 | 3,8  | 2,2 |
| I Go      | 85    | 0,0                                 | 3,7 | 81,2 | 13,8 | 0,6  | 0,0 | 0,4 | 98,7 | 1,0  | 0,2 |
| Schluffb. |       | 0,6                                 | 2,8 | 40,3 | 41,1 | 10,4 | 3,7 | 1,0 | 84,2 | 15,1 | 0,8 |
| I Gor     | 120   | 0,1                                 | 1,5 | 87,1 | 10,7 | 0,2  | 0,0 | 0,1 | 99,3 | 0,3  | 0,3 |

| Horizont  | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK    | kf   |
|-----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|
|           | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| I         | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17  | 18  | 19     | 20   |
| I Ap      | 1,58              | 40,4      | 3,8                  |     | 2,4 | 0,6 | 3,2    | >100 |
| I Go      |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| Schluffb. |                   |           |                      |     |     |     |        |      |
| I Gor     |                   |           |                      |     |     |     |        |      |

| Horizont  | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|-----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|           | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |      | mg/g            | mg/g            |                                  |
| I         | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               |
| I Ap      | 5,5                | 4,6                  | 0                 | 0,54             | 0,48           | 11,3 | 1,48            | 0,87            | 0,59                             |
| I Go      | 5,9                | 5,0                  | 0                 | 0,02             |                |      | 0,27            | 0,27            |                                  |
| Schluffb. | 6,9                | 6,1                  | 0                 | 0,02             |                |      | 0,46            | 0,25            | 0,54                             |
| I Gor     | 7,0                | 6,3                  | 0                 | 0,02             |                |      | 0,58            | 0,08            | 0,14                             |

| Horizont  | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol/kg |     |      |     |     |      |     | BS |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----|------|-----|-----|------|-----|----|
|           | mmol <sub>e</sub> /kg | mmol <sub>e</sub> /kg | H+Al                              | Al  | Ca   | Mg  | K   | Na   | %   |    |
| I         | 32                    | 33                    | 34                                | 35  | 36   | 37  | 38  | 39   | 40  |    |
| I Ap      | 32,1                  | 15,2                  | 3,8                               | 1,8 | 8,9  | 1,2 | 0,8 | 0,02 | 88  |    |
| I Go      | 7,4                   | 3,6                   | 0,4                               | 0,4 | 2,5  | 0,2 | 0,3 | 0,00 | 95  |    |
| Schluffb. | 15,8                  | 14,6                  | 0                                 | 0   | 12,2 | 1,4 | 1,0 | 0,01 | 100 |    |
| I Gor     | 7,9                   | 7,0                   | 0                                 | 0   | 5,8  | 0,6 | 0,6 | 0,00 | 100 |    |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wiechmann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>t</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F</sub> /H | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| I Ap     | 0,50                 | 0,17                | 33,5                                   | 0,06               | 0,11               | 1,71              | 5,80                |

**Gesamtgehalte und Nährstoffe (LUFSA Sachsen-Anhalt)**

| Horizont | Gesamtgehalte Königswasserlöslich [mg/kg] |        |     |     |     |      |        | Makronährstoffe [mg/100g] |     |     | Mikronährstoffe [mg/kg] |      |     |
|----------|-------------------------------------------|--------|-----|-----|-----|------|--------|---------------------------|-----|-----|-------------------------|------|-----|
|          | Pb                                        | Cd     | Cr  | Cu  | Ni  | Zn   | Hg     | P                         | K   | Mg  | Cu                      | Mn   | Zn  |
| I Ap     | 8,3                                       | 0,08   | 5,5 | 5,6 | 3,0 | 21,2 | <0,005 | 10,6                      | 3,2 | 1,8 | 4,7                     | 73,2 | 4,3 |
| I Go     | 0,7                                       | 0,06   | 1,6 | 1,2 | 2,0 | 7,7  | <0,005 | 9,4                       | 1,4 | 0,4 | 1,6                     | 7,4  | 3,3 |
| I Gor    | 1,0                                       | <0,005 | 1,6 | 1,1 | 2,2 | 2,5  | <0,005 | 5,4                       | 2,5 | 0,7 | 1,2                     | 2,6  | 0,4 |

## Exkursionspunkt G8.4: Bismark - Profil A1236

### A 1236: Standortbeschreibung (Altermann)

|                 |                                                                                                                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Bismark (3335)                                                                                                                                                |
| Lage:           | ca. 1 km nördlich von Bismark; R: 44 70190; H: 58 37850; 49 m ü. NN                                                                                           |
| Relief:         | Hangverflachung (schwach wellige Platte); Neigung: 3 <sup>0</sup>                                                                                             |
| Nutzung (1998): | Acker                                                                                                                                                         |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: L4 AID                                                                                                                                        |
| Gestein:        | I Hauptlage: Geschiebedecksand<br>II Mittellage(?) + Basislage (?): Fließerde; Kryoturbationshorizont im Geschiebelehm<br>III saalezeitlicher Geschiebemergel |

### A 1236: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)

| Horizont    | Tiefe (cm) | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                                                                                                                                  |
|-------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I Ap        | 0-30       | SI2,gG2 (schwach lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 10YR3/4; h2 (schwach humos); Bröckelgefüge;                                                                                                                                       |
| I Bv-Sw     | 30-35      | SI2,gG2 (schwach lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 10YR5/4; h1 (sehr schwach humos); Eisen-Mangankonkretionen; Subpolyedergefüge; Kryoturbationen (Keile, Taschen); Steinsohle an der Basis bzw. aufgefplügt im Ap                   |
| II Sd       | 35-80      | SI4,gG2 (stark lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 10YR5/8+2,5Y5/4; Eisen-Mangankonkretionen, Rostflecken (f5), Sandlinsen stark rostfleckig; Bleichröhren (f5); Polyedergefüge; Kryoturbationen (Sandkeile, -linsen)                  |
| III e/Cc-Sd | 80-150     | SI4,gG2 (stark lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 7,5YR5/4+5/8+5Y6/3; Eisen-Mangankonkretionen, Rostflecken (f5); Bleichröhren und -flecken (f5); c3.4 (stark carbonathaltig), Kalkkonkretionen, Kalkadern, Kalkmycel; Polyedergefüge |

|           |                                              |
|-----------|----------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: Norm-Pseudogley<br>FAO: Eutric Planosol |
|-----------|----------------------------------------------|

|              |            |                                                                                                      |
|--------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Substrattyp: | DBG 1998   | p-(k)s(Sp)/p-(k)l(Mg)                                                                                |
| Bodenform:   | DBG 1998   | Norm-Pseudogley aus kiesführendem Sand (Geschiebedecksand) über kiesführendem Lehm (Geschiebemergel) |
|              | TGL 24 300 | Salmtieflehm - Staugley                                                                              |

### Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation (Profil A 1236)

- **Deckschichtenausbildung:** geringmächtige Hauptlage, Steinsohle z.T. aufgefplügt und im Ap-Horizont enthalten; deutliche lithogene Unterschiede zwischen Hauptlage und liegendem Material: mS/fS-Verhältnis kehrt sich im Geschiebemergel im Vergleich zum Geschiebedecksand um; das S/U-Verhältnis ist im Geschiebedecksand im Vergleich zum Lehmkörper deutlich weiter.
- **Bodenausbildung auf den Geschiebemergelplatten:** höher gelegene Bereiche: Fahlerden, Braunerde-Fahlerden, Pseudogley-Fahlerden; ebene, schwach eingesenkte Bereiche: Braunerde-Pseudogleye, Norm-Pseudogleye.
- Bodenausbildung wird wesentlich durch Mächtigkeit der Hauptlage bestimmt: mächtige Hauptlage: Braunerde-Pseudogleye, geringmächtige Hauptlage: Norm-Pseudogleye.
- Neben der Reliefposition ist auf den Geschiebemergelplatten der primäre Tongehalt des Geschiebemergels für die Bodenausbildung entscheidend: Pseudogleye: ca. 5 % höherer Tongehalt im Geschiebemergel gegenüber Fahlerden.

**A 1236: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme, v.d.Ploeg)**

| Horizont    | Tiefe | Textur (% der humus- und carbonatfreien Feinerde) |     |      |      |     |     |     |      |      |      |
|-------------|-------|---------------------------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|
|             | cm    | >2mm Gew.-%                                       | gS  | mS   | fS   | gU  | mU  | fU  | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| I           | 2     | 3                                                 | 4   | 5    | 6    | 7   | 8   | 9   | 10   | 11   | 12   |
| I Ap        | 30    | 2,5                                               | 4,6 | 41,6 | 32,7 | 7,8 | 4,1 | 2,5 | 78,9 | 14,4 | 6,8  |
| I Sw        | 35    | 3,7                                               | 4,3 | 40,9 | 33,4 | 8,0 | 4,2 | 1,8 | 78,6 | 14,0 | 7,2  |
| II Sd       | 80    | 2,4                                               | 6,7 | 29,5 | 28,9 | 8,8 | 6,6 | 4,6 | 65,1 | 20,0 | 14,9 |
| III elCc-Sd | 150   | 3,6                                               | 5,9 | 28,6 | 30,4 | 9,9 | 7,0 | 4,9 | 64,9 | 21,8 | 13,2 |

| Horizont    | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |      |      |        | nFK      | kf |
|-------------|-------------------|-----------|----------------------|-----|------|------|--------|----------|----|
|             | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5  | 4,2  | Vol.-% | cm/d     |    |
| I           | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17   | 18   | 19     | 20       |    |
| I Ap        |                   |           |                      |     |      |      |        |          |    |
| I Sw        |                   |           |                      |     |      |      |        |          |    |
| II Sd       | 1,68              | 36,6      | 22,8                 |     | 16,5 | 13,9 | 8,9    | 95,6 (?) |    |
| III elCc-Sd | 1,83              | 30,9      | 22,4                 |     | 18,7 | 10,2 | 12,2   | >100 (?) |    |

| Horizont    | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|-------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|             | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |     | mg/g            | mg/g            |                                  |
| I           | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               |
| I Ap        | 6,9                | 6,3                  | 0                 | 0,93             | 1,15           | 8,1 | 2,11            | 1,03            | 0,49                             |
| I Sw        | 7,1                | 6,5                  | 0                 | 0,33             |                |     | 1,67            | 0,79            | 0,47                             |
| II Sd       | 7,4                | 6,6                  | 0                 | 0,15             |                |     | 4,41            | 0,73            | 0,16                             |
| III elCc-Sd | 8,5                | 7,6                  | 8,1               | 0,14             |                |     | 3,46            | 0,23            | 0,07                             |

| Horizont    | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>e</sub> /kg |    |      |      |     |     |     | BS |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|----|------|------|-----|-----|-----|----|
|             | mmol <sub>e</sub> /kg | mmol <sub>e</sub> /kg | H+Al                                            | Al | Ca   | Mg   | K   | Na  | %   |    |
| I           | 32                    | 33                    | 34                                              | 35 | 36   | 37   | 38  | 39  | 40  |    |
| I Ap        | 72,9                  | 62,0                  | 0                                               | 0  | 51,7 | 5,2  | 4,8 | 0,3 | 100 |    |
| I Sw        | 53,2                  | 50,8                  | 0                                               | 0  | 41,1 | 5,8  | 2,7 | 1,2 | 100 |    |
| II Sd       | 87,9                  | 87,9                  | 0                                               | 0  | 74,7 | 10,1 | 2,3 | 0,8 | 100 |    |
| III elCc-Sd | 84,1                  | 84,1                  | 0                                               | 0  | 75,5 | 6,6  | 1,6 | 0,5 | 100 |    |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wichmann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>t</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F</sub> /H | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| I Ap     | 0,80                 | 0,18                | 21,9                                   | 0,08               | 0,10               | 1,30              | 7,21                |

**Gesamtgehalte und Nährstoffe (LUFÄ Sachsen-Anhalt)**

| Horizont    | Gesamtgehalte Königswasserlöslich [mg/kg] |      |      |     |      |      |        | Makronährstoffe [mg/100g] |      |     | Mikronährstoffe [mg/kg] |      |     |
|-------------|-------------------------------------------|------|------|-----|------|------|--------|---------------------------|------|-----|-------------------------|------|-----|
|             | Pb                                        | Cd   | Cr   | Cu  | Ni   | Zn   | Hg     | P                         | K    | Mg  | Cu                      | Mn   | Zn  |
| I Ap        | 14,0                                      | 0,13 | 10,4 | 6,6 | 6,2  | 26,9 | 0,05   | 10,6                      | 17,6 | 5,7 | 3,6                     | 36,2 | 4,0 |
| I Sw        | 6,5                                       | 0,03 | 12,6 | 4,6 | 8,6  | 21,6 | <0,005 | 5,2                       | 18,6 | 7,2 | 2,4                     | 7,4  | 0,7 |
| II Sd       | 5,8                                       | 0,03 | 19,4 | 6,2 | 12,7 | 25,5 | 0,05   | 2,4                       | 9,3  | 8,9 | 2,2                     | 21,4 | 0,4 |
| III elCc-Sd | 4,5                                       | 0,04 | 19,4 | 6,8 | 14,6 | 20,7 | <0,005 | <0,05                     | 3,8  | 7,9 | 2,2                     | 1,4  | 0,8 |

## Exkursionspunkt G8.5: Beetzendorf - Versuchsstation der LUFA Sachsen-Anhalt - Profile A3051 und A3052

### A 3051: Standortbeschreibung (Altermann)

|                 |                                                                                                                    |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Klötze (West) (3332)                                                                                               |
| Lage:           | Versuchsfeld Beetzendorf; R: 44 36940; H: 58 39800; 44 m ü. NN                                                     |
| Relief:         | ebener Kulminationsbereich (ebene Platte); Neigung: 1°                                                             |
| Nutzung (1998): | Acker                                                                                                              |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: IS 3 LÖD                                                                                           |
| Gestein:        | I Hauptlage: Sandlöß bis Lößsand<br>II Mittellage: Flugsand<br>III Basislage: Kryoturbationshorizont im Sandersand |

### A 3051: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)

| Horizont    | Tiefe (cm) | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                                                                                 |
|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I Ap        | 0-40       | Su4 (stark schluffiger Sand); 10YR3/4; h2 (schwach humos); Krümel- bis Bröckelgefüge                                                                                                  |
| I Ah-Bv     | 40-55      | Su4 (stark schluffiger Sand); 10YR4/4-4/6; h1 (sehr schwach humos); Subpolyedergefüge; Kryoturbationen (Keile, Taschen);                                                              |
| I Bv-Ael    | 55-65      | Su3 (mittel schluffiger Sand); 10YR5/6; Subpolyedergefüge; Kryoturbationen (Keile, Taschen)                                                                                           |
| II Bt+Ael   | 65-90      | Su2 (schwach schluffiger Sand); 10YR5/8+7,5YR4/6; Subpolyedergefüge; Bt-Bänder; Kryoturbationen (Keile, Taschen)                                                                      |
| II ilCv+Bt  | 90-125     | Su2 (schwach schluffiger Sand); 7,5YR5/6-4/6+10YR6/4; Subpolyedergefüge; Bt-Bänder; Wechsel zwischen Schluff- und Sandbändern (Sandstreifigkeit); Rostbänder; Steinsohle an der Basis |
| III Bt+ilCv | 125-180    | Ss (Reinsand); 10YR6/6+7,5YR5/6; Einzelkorngefüge; Bt-Bänder; Kryoturbationen                                                                                                         |

|           |                                                  |
|-----------|--------------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: Braunerde-Fahlerde<br>FAO: Chromic Cambisol |
|-----------|--------------------------------------------------|

|             |            |                                                                                                                         |
|-------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Substrattyp | DBG 1998   | p-sö/p-as [benachbart: p-sö//p-s(sdr)]                                                                                  |
| Bodenform   | DBG 1998   | Braunerde-Fahlerde aus Sandlöß über Flugsand [benachbart: Braunerde-Fahlerde aus Sandlöß über tiefem Sand (Sandersand)] |
|             | TGL 24 300 | Sandlöß-Braunfahlerde                                                                                                   |

### A 3051: Gesamtgehalte und Nährstoffe (LUFA Sachsen-Anhalt)

| Horizont    | Gesamtgehalte Königswasserlöslich [mg/kg] |        |      |     |     |      |        | Makronährstoffe [mg/100g] |    |     | Mikronährstoffe [mg/kg] |      |     |
|-------------|-------------------------------------------|--------|------|-----|-----|------|--------|---------------------------|----|-----|-------------------------|------|-----|
|             | Pb                                        | Cd     | Cr   | Cu  | Ni  | Zn   | Hg     | P                         | K  | Mg  | Cu                      | Mn   | Zn  |
| I Ap        | 11,8                                      | 0.12   | 13,6 | 5,6 | 9,7 | 23,8 | 0.05   | 14,1                      | 10 | 3,2 | 2,7                     | 43,4 | 3,4 |
| I Ah-Bv     | 4,7                                       | 0.03   | 9,2  | 3,1 | 7,1 | 13,6 | 0,02   | 5,2                       | 4  | 2,2 | 1,4                     | 8,0  | 0,9 |
| I Bv-Ael    | 3,7                                       | 0.02   | 7,2  | 2,3 | 5,8 | 9,7  | 0,01   | 3,5                       | 3  | 1,8 | 1,0                     | 4,4  | 0,6 |
| II Bt+Ael   | 2,6                                       | 0.01   | 6,1  | 1,9 | 4,8 | 7,9  | 0,01   | 1,8                       | 3  | 1,5 | 1,1                     | 2,9  | 0,4 |
| II ilCv+Bt  | 2,6                                       | 0.01   | 10,6 | 3,5 | 7,3 | 12,9 | 0,01   | 0,9                       | 5  | 2,1 | 1,2                     | 2,4  | 0,4 |
| III Bt+ilCv | 1,9                                       | <0.005 | 5,2  | 2,2 | 4,6 | 10,3 | <0.005 | 0,6                       | 3  | 0,8 | 1,4                     | 0,7  | 0,2 |



**A 3051: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme, v.d.Ploeg)**

| Horizont    | Tiefe | >2mm     | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |     |     |      |      |     |
|-------------|-------|----------|-------------------------------------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|             | cm    | Gew.-%   | gS                                  | mS   | fS   | gU   | mU  | fU  | ΣS   | ΣU   | Ton |
| I           | 2     | 3        | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 10   | 11   | 12  |
| I Ap        | 40    | 0,3      | 3,8                                 | 29,4 | 14,2 | 37,0 | 7,3 | 2,4 | 47,4 | 46,7 | 6,0 |
| I Ah-Bv     | 55    | 0,3      | 4,6                                 | 30,2 | 15,5 | 34,8 | 7,6 | 2,2 | 50,3 | 44,6 | 5,1 |
| I Bv-Ael    | 65    | 0,3      | 6,4                                 | 37,0 | 18,6 | 27,7 | 5,3 | 1,7 | 62,0 | 34,7 | 3,2 |
| II Bt+Ael   | 90    | 0,1      | 6,9                                 | 46,3 | 22,4 | 18,0 | 2,2 | 0,9 | 75,6 | 21,1 | 3,4 |
| II ilCv+Bt  | 125   | (Blöcke) | 5,8                                 | 42,1 | 27,0 | 18,2 | 1,7 | 0,4 | 74,9 | 20,3 | 5,0 |
| III Bt+ilCv | 180   | 0        | 0,3                                 | 64,3 | 23,9 | 3,7  | 3,2 | 1,6 | 88,5 | 8,5  | 3,1 |

| Horizont    | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |      |     | nFK    | kf   |
|-------------|-------------------|-----------|----------------------|-----|------|-----|--------|------|
|             | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5  | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| I           | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17   | 18  | 19     | 20   |
| I Ap        |                   |           |                      |     |      |     |        |      |
| I Ah-Bv     | 1,66              | 37,4      | 29,5                 |     | 19,6 | 4,2 | 25,3   | >100 |
| I Bv-Ael    |                   |           |                      |     |      |     |        |      |
| II Bt+Ael   | 1,60              | 39,6      | 18,7                 |     | 9,8  | 3,2 | 15,5   | >100 |
| II ilCv+Bt  | 1,78              | 32,8      | 18,1                 |     | 11,1 | 5,5 | 12,6   | 72,9 |
| III Bt+ilCv |                   |           |                      |     |      |     |        |      |

| Horizont    | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|-------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|             | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |      | mg/g            | mg/g            |                                  |
| I           | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               |
| I Ap        | 7,0                | 6,4                  | 0                 | 0,80             | 0,92           | 8,7  | 2,6             | 1,4             | 0,6                              |
| I Ah-Bv     | 7,3                | 6,6                  | 0                 | 0,40             | 0,42           | 9,5  | 2,3             | 1,2             | 0,5                              |
| I Bv-Ael    | 7,4                | 6,6                  | 0                 | 0,19             | 0,17           | 11,4 | 1,7             | 0,6             | 0,4                              |
| II Bt+Ael   | 7,3                | 6,6                  | 0                 | 0,08             |                |      | 1,5             | 0,4             | 0,3                              |
| II ilCv+Bt  | 7,2                | 6,6                  | 0                 | 0,05             |                |      | 1,9             | 0,4             | 0,2                              |
| III Bt+ilCv | 7,4                | 6,6                  | 0                 | 0,03             |                |      | 1,6             | 0,2             | 0,1                              |

| Horizont    | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |      |     |     |      | BS  |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|------|-----|-----|------|-----|
|             | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca   | Mg  | K   | Na   | %   |
| I           | 32                 | 33                 | 34                                | 35 | 36   | 37  | 38  | 39   | 40  |
| I Ap        | 66,3               | 58,5               | 0                                 | 0  | 51,5 | 3,2 | 3,3 | 0,07 | 100 |
| I Ah-Bv     | 50,2               | 43,7               | 0                                 | 0  | 40,2 | 2,7 | 1,5 | 0,11 | 100 |
| I Bv-Ael    | 35,4               | 26,0               | 0                                 | 0  | 23,2 | 2,0 | 0,8 | 0,10 | 100 |
| II Bt+Ael   | 22,0               | 20,4               | 0                                 | 0  | 17,5 | 1,9 | 0,9 | 0,11 | 100 |
| II ilCv+Bt  | 27,0               | 25,6               | 0                                 | 0  | 21,8 | 2,1 | 1,6 | 0,12 | 100 |
| III Bt+ilCv | 18,5               | 18,0               | 0                                 | 0  | 15,1 | 1,6 | 1,2 | 0,09 | 100 |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wiechmann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>t</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F</sub> /H | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| I Ap     | 0,74                 | 0,15                | 20,1                                   | 0,05               | 0,10               | 1,90              | 7,31                |
| I Ah-Bv  | 0,29                 | 0,08                | 26,5                                   | 0,02               | 0,06               | 3,44              | 7,02                |

**Anteile der Tonminerale [% der Schichtsilikate] (Jahn, Kleber)**

| Horizont    | Smektit | Vermiculite | chloritis.Verm./Smek. | Chlorit | WL 10-14 Å | Illit | Kaolinit |
|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------|------------|-------|----------|
| I Ap        | --      | --          | 13                    | 1       | 23         | 47    | 15       |
| I Ah-Bv     | --      | --          | 8                     | 1       | 10         | 64    | 16       |
| I Bv-Ael    | --      | 10          | 10                    | 6       | 23         | 36    | 15       |
| II Bt+Ael   | --      | 4           | 9                     | 2       | --         | 66    | 19       |
| II ilCv+Bt  | --      | --          | 12                    | 2       | --         | 70    | 16       |
| III Bt+ilCv | --      | 6           | 5                     | --      | --         | 74    | 15       |

**A 3052: Standortbeschreibung (Altermann)**

|                 |                                                                                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Klötze (West) (3332)                                                                                         |
| Lage:           | Versuchsfeld Beetzendorf; R: 44 37030; H: 58 40030; 45 m ü. NN                                               |
| Relief:         | ebener Kulminationsbereich (flachwelliges Plateau); Neigung: 1-2°                                            |
| Nutzung (1998): | Acker                                                                                                        |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: IS 3 L6D                                                                                     |
| Gestein:        | I Hauptlage: Lösssand<br>II Mittellage: Fließerde (?)<br>III Basislage: Kryoturbationshorizont im Sandersand |

**A 3052: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)**

| Horizont    | Tiefe (cm) | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                                        |
|-------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I Ap        | 0-35       | Su4 (stark schluffiger Sand); 10YR4/4-3/4; h2 (schwach humos); Bröckelgefüge                                                                 |
| I Al-Bv     | 35-60      | Su4 (stark schluffiger Sand); 10YR4/6; h1 (sehr schwach humos); Subpolyedergefüge; Kryoturbationen (Keile, Taschen); Steinsohle an der Basis |
| II Bv       | 60-80      | Ss (mittel schluffiger Sand); 7,5YR5/6; Einzelkorngefüge; Kryoturbationen                                                                    |
| III Bt+ilCv | 80-120     | Ss (schwach schluffiger Sand); 10YR7/4-6/4+7,5YR5/8; Einzelkorngefüge; Bt-Bänder (f4); Kryoturbationen                                       |
| III ilCv    | 120-180    | Ss (schwach schluffiger Sand); 10YR7/4-6/4; Einzelkorngefüge; Bt-Bänder (f3); Kryoturbationen (Keile)                                        |

|           |                                                                                          |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: Parabraunerde-Braunerde (Übergang zur Bänderparabraunerde)<br>FAO: Chromic Cambisol |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|

|             |            |                                                             |
|-------------|------------|-------------------------------------------------------------|
| Substrattyp | DBG 1998   | p-ös/p-s(sdr)                                               |
| Bodenform   | DBG 1998   | Parabraunerde-Braunerde aus Lösssand über Sand (Sandersand) |
|             | TGL 24 300 | Decksandlöß-Braunerde                                       |

**Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation (Profile A 3051 und A 3052)**

- Ausbildung der äolischen Decke: stark schwankend im Schluff- und Sandanteil (vertikaler Wechsel von Sandlöß, Lösssand, Flugsand), geringer Tonanteil der Decken; mächtige äolische Decke zweigeteilt (Profil A 3051). Schichtgrenzen lassen sich durch Kornquotienten belegen. Häufig sind mächtige Sandlößdecken im basalen Bereich schluffreicher als in der ersten Sandlößschicht.
- Der Tonmineralbestand ist uneinheitlich und spiegelt die Schichtigkeit des Profils wider.
- Bodenausbildung: Tondurchschlämmung der +/-schluffhaltigen äolischen Decken deutlich, Zahl und Mächtigkeit der Bt-Bänder im Liegenden der äolischen Decke hängt ab von deren Schluffanteil. Bt-Bänder haben meistens etwa 4...8 % höheren Tonanteil gegenüber dem bänderfreien Material.
- Ton/Fe<sub>d</sub> - Verhältnis ist im Bt-ilCv-Horizont etwas weiter als im Al-Bv-Horizont. Daher wurden hier entweder Schichtsilikate bei der Verlagerung bevorzugt, oder es setzte im oberen Profilteil nach der Tonverlagerung eine nachträgliche Verbraunung ein. Letzteres stützt die Annahme eines historisch niedrigeren pH-Wertes.
- Bodennutzung: Sandlößböden sind fruchtbarste Böden der Altmark. Schluffreiche Decken haben hohe nutzbare Feldkapazität.
- Versuche der LUFA.

**A 3052: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme, v.d.Ploeg)**

| Horizont   | Tiefe | >2mm   | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |     |     |      |      |     |
|------------|-------|--------|-------------------------------------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|            | cm    | Gew.-% | gS                                  | mS   | fS   | gU   | mU  | fU  | ΣS   | ΣU   | Ton |
| I          | 2     | 3      | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 10   | 11   | 12  |
| I Ap       | 35    | 0,3    | 2,0                                 | 32,7 | 14,3 | 36,1 | 7,1 | 2,3 | 49,0 | 45,5 | 5,7 |
| I Al-Bv    | 60    | 0,2    | 1,9                                 | 41,8 | 10,8 | 32,0 | 7,6 | 2,1 | 54,5 | 41,7 | 3,8 |
| II Bv      | 80    | Steine | 3,2                                 | 78,7 | 5,7  | 6,2  | 2,2 | 0,7 | 87,6 | 9,1  | 3,4 |
| III Bt+iCv | 120   | 0,0    | 0,1                                 | 86,9 | 10,6 | 0,5  | 0,2 | 0,3 | 97,6 | 1,0  | 1,4 |
| Bt-Band    |       | 0,0    | 0,0                                 | 83,3 | 6,8  | 0,0  | 0,1 | 0,5 | 90,1 | 0,6  | 9,3 |

| Horizont   | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |      |     | nFK    | kf   |
|------------|-------------------|-----------|----------------------|-----|------|-----|--------|------|
|            | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5  | 4,2 | Vol.-% | cm/d |
| I          | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17   | 18  | 19     | 20   |
| I Ap       |                   |           |                      |     |      |     |        |      |
| I Al-Bv    | 1,76              | 33,6      | 29,1                 |     | 18,5 | 3,6 | 25,5   | >100 |
| II Bv      |                   |           |                      |     |      |     |        |      |
| III Bt+iCv | 1,50              | 43,4      | 5,5                  |     | 4,5  | 0,9 | 4,6    | >100 |
| Bt-Band    |                   |           |                      |     |      |     |        |      |

| Horizont   | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|            | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |      | mg/g            | mg/g            |                                  |
| I          | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               |
| I Ap       | 7,2                | 6,6                  | 0                 | 0,87             | 0,86           | 10,1 | 2,53            | 1,35            | 0,53                             |
| I Al-Bv    | 7,3                | 6,6                  | 0                 | 0,21             | 0,18           | 11,4 | 2,01            | 0,83            | 0,41                             |
| II Bv      | 7,2                | 6,6                  | 0                 | 0,09             |                |      | 1,63            | 0,31            | 0,19                             |
| III Bt+iCv | 7,0                | 6,5                  | 0                 | 0,04             |                |      | 1,23            | 0,11            | 0,09                             |
| Bt-Band    | 7,1                | 6,5                  | 0                 | 0,09             |                |      | 3,85            | 0,75            | 0,19                             |

| Horizont   | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |      |     |     |      | BS  |
|------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|------|-----|-----|------|-----|
|            | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca   | Mg  | K   | Na   | %   |
| I          | 32                 | 33                 | 34                                | 35 | 36   | 37  | 38  | 39   | 40  |
| I Ap       | 62,6               | 58,0               | 0                                 | 0  | 49,6 | 5,1 | 2,9 | 0,04 | 100 |
| I Al-Bv    | 31,3               | 26,8               | 0                                 | 0  | 23,4 | 2,2 | 1,1 | 0,10 | 100 |
| II Bv      | 18,8               | 17,0               | 0                                 | 0  | 14,7 | 1,6 | 0,6 | 0,06 | 100 |
| III Bt+iCv | 8,7                | 8,2                | 0                                 | 0  | 7,1  | 0,8 | 0,3 | 0,03 | 100 |
| Bt-Band    | 46,8               | 44,2               | 0                                 | 0  | 39,0 | 3,4 | 1,8 | 0,11 | 100 |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wiechmann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>f</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F</sub> /H | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| I Ap     | 0,73                 | 0,12                | 16,8                                   | 0,03               | 0,09               | 3,21              | 7,22                |
| I Al-Bv  | 0,26                 | 0,08                | 29,2                                   | 0,02               | 0,06               | 3,81              | 6,00                |

**Gesamtgehalte und Nährstoffe (LUFA Sachsen-Anhalt)**

| Horizont   | Gesamtgehalte Königswasserlöslich [mg/kg] |        |      |     |     |      |        | Makronährstoffe [mg/100g] |   |      | Mikronährstoffe [mg/kg] |      |     |
|------------|-------------------------------------------|--------|------|-----|-----|------|--------|---------------------------|---|------|-------------------------|------|-----|
|            | Pb                                        | Cd     | Cr   | Cu  | Ni  | Zn   | Hg     | P                         | K | Mg   | Cu                      | Mn   | Zn  |
| I Ap       | 11,2                                      | 0,10   | 11,0 | 4,9 | 6,4 | 22,1 | 0,04   | 12,7                      | 8 | 4,8  | 2,3                     | 32,9 | 3,5 |
| I Al-Bv    | 5,5                                       | 0,01   | 7,8  | 3,0 | 5,9 | 13,0 | 0,01   | 4,4                       | 3 | 2,5  | 1,3                     | 5,0  | 0,7 |
| II Bv      | 2,3                                       | 0,01   | 6,7  | 2,1 | 5,5 | 8,0  | <0,005 | 1,5                       | 2 | 1,7  | 0,8                     | 1,4  | 0,4 |
| III Bt+iCv | 2,8                                       | <0,005 | 5,7  | 2,3 | 4,6 | 8,5  | 0,01   | 0,8                       | 3 | 1,2  | 0,8                     | 0,6  | 0,3 |
| III iCv    | 1,2                                       | 0,01   | 2,9  | 1,2 | 3,0 | 4,6  | <0,005 | 0,3                       | 2 | <0,3 | 0,7                     | 0,5  | 0,2 |

**Die Versuchsstation Beetzendorf (Hänsel, Altermann)**

Die Versuchsstation Beetzendorf besteht seit 01.01.1992. Sie ist eine von sieben Stationen des Landessortenversuchswesens in Sachsen - Anhalt. 1998 wurde das Landessortenversuchswesen und alle sieben Stationen der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Sachsen - Anhalt (LUFA) zugeordnet. Zur Station gehört ein festes Versuchsfeld mit insgesamt 25 ha Ackerland in der Gemarkung Wohlgemuth. Die Feldversuche werden nach zweijährigen Ausgleich, im Jahr 1998 Sommergerste und Winterraps, auf ca. 8 ha durchgeführt. Darüber hinaus werden außerhalb des Versuchsfeldes auf Praxisflächen Feldversuche mit Winterraps, Pflanzenschutzversuche und 1999 in Kusey die Landessortenversuche mit Lupinen angelegt. Für die Landwirte der Altmarkregion sowie für Berater, Schüler und andere Interessenten ist die Versuchsstation inzwischen ein wichtiger Konsultationspunkt geworden (Versuchsfeldbesichtigungen; Informationen über neue Sorten bei Getreide, Kartoffeln, Körnerfuttererbsen, Lupinen, Winterraps, Lein, Futtermühen sowie Körner- und Silomais). Neben den ein- und mehrfaktoriellen Landessortenversuchen werden in anbautechnischen Versuchen Fragen zur Düngung, Saatzeit, Saatmenge u.a. sowie zum Pflanzenschutz geprüft. Für die Saaten-, Prüf- und Anerkennungstelle werden von den Saatgutpartien Kontrollprüfungen sowie für das BSA Wertprüfungen auf dem Versuchsfeld durchgeführt.

Das Versuchsfeld liegt 45 ..47 m über NN und gehört zum Klimagebiet Übergangsklima der Lüneburger Heide, Untergebiet Westliche Altmark: 1952 - 1989 mittlere Jahrestemperatur 8,4 °C, 575mm mittlerer Jahresniederschlag. Die Ausprägung der äolischen Decken ist im Gebiet des Versuchsfeldes sehr heterogen: neben Lößsand (>50...75% Sand), Flugsand (>75 % Sand) kommt Sandlöß (>20...50% Sand) vor. Zwischen diesen verschiedenen Ausprägungen gibt es fließende Übergänge sowohl im Vertikalprofil des Bodens als auch innerhalb der Fläche. Im Versuchsfeld dominiert sandärmerer Sandlöß, der oft dem Lößsand sehr nahe kommt. Die Mächtigkeiten der äolischen Decken schwanken erheblich (vergl. Tabelle 4):

**Tabelle 4: Mächtigkeiten der äolischen Decken im Gebiet des Versuchsfeldes Beetzendorf**

| äolische Decke                         | Mächtigkeitsschwankung [dm] | Mittelwert der Mächtigkeit [dm] |
|----------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Lößsand                                | 5-7                         | 6                               |
| Flugsand<br>an der Basis des Lößsandes | 2-6                         | 4                               |
| Sandlöß                                | 5-9                         | 7                               |

Die Sandlößdecken sind bei einer Mächtigkeit > 5 dm zweigeteilt, d.h. eine obere Sandlößdecke, etwa 5 dm mächtig, der Hauptlage zugeordnet, wird von einer weiteren Sandlößdecke unterlagert. Letztere fällt durch deutliche Kryoturbationen (Fließstrukturen, Keile, Linsen, Verwürgungen) auf. Die zweite Sandlößdecke (der Mittellage zugeordnet) kann durch Flugsand ersetzt sein, der ebenfalls deutlich durch Kryoturbationen überprägt ist. In der unteren Sandlößdecke tritt häufig Sandstreuung (dünne Sandbänder von ca. 1 cm), andererseits in den Flugsandhorizonten Schluffstreuung auf. Die äolischen Decken sind im allgemeinen steinfrei, jedoch können einzelne Steine auftreten, die entweder durch die periglaziären Prozesse aus dem Untergrund oder durch anthropogene Einwirkungen (Aufpflügen der Steinsohle, Aufbringung infolge der Bewirtschaftung) in die äolischen Decken gelangten. Die Steinsohle (mit Windkantern) an der Basis der äolischen Decken wird als Abtragungsrückstand gedeutet, d.h. vor der äolischen Akkumulation fand eine flächenhafte Denudation (Abspülung, Deflation) statt. Die Lehmänder - im Versuchsfeld im Liegenden der äolischen Decken in unterschiedlicher Mächtigkeit fast überall vorhanden - begünstigen den Bodenwasserhaushalt, d.h. sie verhindern ein starkes Austrocknen des Unterbodens und Untergrunds. Die Böden des Versuchsfeldes Beetzendorf sind durch die bodenbildenden Prozesse Tondurchschlämmung, Verbraunung und Humusakkumulation geprägt. Die Differenzierung in verschiedene Bodenhorizonte ist in den untersuchten Böden weitgehend durch die vertikale Substratdifferenzierung

vorgezeichnet. So sind die Böden in der vertikalen Abfolge durch sedimentäre und pedogene Tonverarmung und Tonanreicherung gekennzeichnet, d.h. eine Differenzierung in Ael-, bzw. Al- (Tonverarmung) und Bt- (Tonganreicherung) - Horizonte liegt generell vor. Dabei kann - allgemein in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der äolischen Decke - ein mehr oder weniger geschlossener (zusammenhängender) Bt-Horizont vorliegen (Sandlöß > 5dm mächtig), oder dieser gliedert sich bei geringmächtigeren (< 5dm) Sandlößdecken im Sanduntergrund in eine Vielzahl von unterschiedlich mächtigen, braunen, tonangereicherten Bändern auf. Die Bänder (oft als Bbt-Horizont ausgewiesen) im Unterboden/Untergrund sind bei Sandunterlagerung, bei Lehmuntergrund sind statt der Bänder im Geschiebelehm Bt-Horizonte nachweisbar. Der Oberboden (unterhalb der Ackerkrume) ist meistens mehr oder weniger deutlich verbraunt. Deshalb werden die Böden als Braunerde-Fahlerden angesprochen. Bei starker Bänderung des Unterbodens/Untergrunds und fehlendem zusammenhängenden Bt-Horizont in der äolischen Decke erfolgte die Ansprache als Bänderfahlerde-Braunerde (d.h. der Fahlerde-Bt-Horizont setzt sich lediglich im wesentlichen aus Bändern zusammen) oder als Bänderparabraunerde. Die Humusakkumulation beschränkt sich auf den Ap - Horizont, der meistens fast 40 cm mächtig ist. Das weist auf große (ehemalige) Pflugtiefen hin. An einigen wenigen Stellen ist die Sandlößdecke durch Erosion bis auf 30 cm Mächtigkeit abgetragen. Für das Versuchsfeld wurde als durchschnittliche Ackerzahl 50 ermittelt.

### **Exkursionspunkt G8.6: Kusey-(Lupitz) - Gedenkstein für Dr. Schultz-Lupitz - Profile A3085 und A3088**

#### ***Dr. h.c. Albert Schultz - Lupitz (1831 - 1899) - Deutscher Sandbodenpionier -***

Während der Exkursion verweilen wir am Gedenkstein für Albert Schultz-Lupitz in Lupitz (heute zur Gemeinde Kusey gehörend). Das Gut Lupitz wurde von A. Schultz von 1855 - 1899 bewirtschaftet. Es liegt auf den Sanderflächen zwischen den Endmoränenzügen der Altmarkheiden und dem Drömling. Hier dominieren Sandböden. Schultz-Lupitz gilt in der deutschen Landwirtschaft als der Pionier der Sandbodenbewirtschaftung. Zur Hebung der Bodenfruchtbarkeit auf Sandböden führte er eine Vielzahl von praktisch experimentellen Arbeiten durch und entwickelte rationelle Wirtschaftsmethoden, die als „Lupitzer Wirtschaftssystem“ weite Verbreitung fanden. Er führte den Zwischenfruchtanbau auf leichten Böden ein, er erkannte die „Stickstoffsammler“, führte die Ackerkrumenvertiefung sowie die fruchtfolgebezogene organische und mineralische Düngung durch. Die Vorbildwirkung seiner Sandboden-Musterwirtschaft war enorm. Wenige Monate nach seinem Tode wurde der Gedenkstein in Lupitz errichtet. - Der Würdigung der Leistungen großer deutscher Landwirte sollte in Zukunft mehr Beachtung geschenkt werden!

#### **Kurzer Abriß des Lebensweges von Schultz-Lupitz**

- 26.3.1831: geboren in Rhena bei Gadebusch
- 1847: Landwirtschaftslehre auf der Domäne Lockisch bei Lübeck
- 1851/1852: Studium an der Landwirtschaftlichen Akademie Hohenheim, danach in Jena
- 1853 Inspektor auf dem Gut Meetzen (Mecklenburg)
- 1855: Kauf des Gutshofes in Lupitz (ca. 240 ha)
- 1855-1864: Anbau von Lupinen als Hauptfrucht zur Gründüngung; Stallmistdüngung; Einsatz von Moorerde aus dem Drömling zur organischen Düngung
- 1864-1869: Mergelung der Felder, Beginn der Kalidüngung
- 1881: erste Publikation: „Reinerträge auf leichtem Boden“
- 1883: Gründungsmitglied der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft
- 1886: Hellriegel (Bernburg) bestätigt die Hypothesen von Schultz: Luftstickstoffbindung bei Leg.
- 1893: Ehrendoktorwürde der Universität Jena
- 5.1.1899: A. Schultz-Lupitz stirbt nach langer, schwerer Krankheit

## Profile A3085 und A3088

### A 3085: Standortbeschreibung (Altermann)

|                 |                                                                                                                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Kunrau (3432)                                                                                                                                          |
| Lage:           | ca. 1 km nordöstlich von Kusey; R: 44 40410; H: 58 29285; 79 m ü. NN                                                                                   |
| Relief:         | Hängiger Kulminationsbreich (flachwellige Platte); Neigung: 2-3°                                                                                       |
| Nutzung (1998): | Acker                                                                                                                                                  |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: S 3 D                                                                                                                                  |
| Gestein:        | I Hauptlage: Geschiebedecksand<br>II Mittellage: Fließerde (?)<br>III Basislage: Kryoturbaionshorizont im Sandersand<br>IV warthezeitlicher Sandersand |

### A 3085: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                                       |
|----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I Ap     | 0-35       | Su2.gG2 (schwach schluffiger Sand, schwach grobkiesig); 10YR3/4; h2 (schwach humos); Bröckelgefüge                                          |
| I Bv     | 35-45      | Su2.gG2 (schwach schluffiger Sand, schwach grobkiesig); 7,5YR5/8; h1 (sehr schwach humos); Einzelkorngefüge; Steinanreicherung an der Basis |
| II Bv    | 45-65      | Ss.gG2 (Reinsand, schwach grobkiesig); 7,5YR5/8; Einzelkorngefüge; z.T. Steinsohle an der Basis                                             |
| III iCv  | 65-90      | Ss.gG2 (Reinsand, schwach grobkiesig); 10YR7/4; Einzelkorngefüge; Bt-Bänder; Kryoturbaionen                                                 |
| IV iCv   | 90-165     | Ss.gG2 (Reinsand, schwach grobkiesig); 10YR7/4; Einzelkorngefüge; geschichtet                                                               |

|           |                                              |
|-----------|----------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: Norm-Braunerde<br>FAO: Chromic Cambisol |
|-----------|----------------------------------------------|

|             |            |                                                                                                |
|-------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Substrattyp | DBG 1998   | p-(k)s(Sp)/p-(k)s(sdr)                                                                         |
| Bodenform   | DBG 1998   | Norm-Braunerde aus kiesführendem Sand (Geschiebedecksand) über kiesführendem Sand (Sandersand) |
|             | TGL 24 300 | Sand-Braunerde                                                                                 |

### Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation (Profil A 3085)

- Standort: Profil repräsentiert die Nullparzelle von Schultz-Lupitz (armer Sandboden). Schluffgehalte (12...17%) im Geschiebedecksand weisen auf eine äolische Schluffeinweihung hin.
- Schichtabfolge: Geschiebedecksand (durch Steinanreicherung unterhalb des Ap begrenzt), darunter zweite Schicht (Mittellage - Fließerde?, ebenfalls durch Steinsohle begrenzt). Ausgewiesene Schichten unterscheiden sich deutlich in den Kornquotienten. Mineralogisch ist das Profil zwischen I Bv und II Bv deutlich geschichtet.
- Dieses Profil zeigt deutliche Hinweise auf eine Tonmineralumwandlung.
- Fe<sub>oxd</sub> - Verhältnisse sind niedrig, daß von reliktsicher Verbrauchung ausgegangen werden kann. Starke Verbrauchung im II Bv-Horizont steht in Zusammenhang mit einer ausgeprägten Schwermineralführung, die zu vergleichsweise höheren Gehalten eisenhaltiger Minerale geführt hat. Ursache für die Akkumulation von Schwermineralen liegt hier vermutlich in der fluviatilen Ablagerung (Seifenbildung). Höchste Anteile an Schwermineralen weisen die Feinsandfraktionen, insbesondere die des II Bv-Horizontes auf. Epidot, Hornblende, Granat und Zirkon sind dabei recht häufig. Der geringe Wert für Fe o/d von 0,08 im II Bv-Horizont weist auf eine erhebliche Alterung der Eisenoxide hin.

**A 3085: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme. v.d.Ploeg)**

| Horizont | Tiefe | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |     |     |      |      |     |
|----------|-------|-------------------------------------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|          | cm    | Gew.-%                              | gS   | mS   | fS   | gU   | mU  | fU  | ΣS   | ΣU   | Ton |
| I        | 2     | 3                                   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 10   | 11   | 12  |
| I Ap     | 35    | 4,7                                 | 14,8 | 52,5 | 11,9 | 10,2 | 4,7 | 1,9 | 79,2 | 16,8 | 4,0 |
| I Bv     | 45    | 14,1                                | 13,7 | 59,5 | 12,3 | 6,8  | 4,0 | 1,1 | 85,5 | 11,9 | 2,6 |
| II Bv    | 65    | 9,5                                 | 11,3 | 65,1 | 17,4 | 2,1  | 1,5 | 0,8 | 93,8 | 4,4  | 1,8 |
| III ilCv | >65   | 11,2                                | 17,7 | 67,2 | 13,3 | 0,5  | 0,6 | 0,2 | 98,2 | 1,3  | 0,5 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     |        |      | nFK | kf |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|--------|------|-----|----|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 | Vol.-% | cm/d |     |    |
| I        | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17  | 18  | 19     | 20   |     |    |
| I Ap     |                   |           |                      |     |     |     |        |      |     |    |
| I Bv     | 1,60              | 39,6      | 9,2                  |     | 4,6 | 2,0 | 7,2    | >100 |     |    |
| II Bv    | 1,61              | 39,2      | 6,4                  |     | 3,9 | 1,4 | 5,0    | >100 |     |    |
| III ilCv |                   |           |                      |     |     |     |        |      |     |    |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |      | mg/g            | mg/g            |                                  |
| I        | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               |
| I Ap     | 6,9                | 6,3                  | 0                 | 1,10             | 0,91           | 12,1 | 3,08            | 1,23            | 0,40                             |
| I Bv     | 6,4                | 5,8                  | 0                 | 0,21             | 0,15           | 13,7 | 2,68            | 0,53            | 0,20                             |
| II Bv    | 6,2                | 5,3                  | 0                 | 0,12             |                |      | 3,60            | 0,28            | 0,08                             |
| III ilCv | 6,1                | 6,0                  | 0                 | 0,05             |                |      | 1,00            | 0,11            | 0,11                             |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |     |      |     |     |     |     | BS |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al  | Ca   | Mg  | K   | Na  | %   |    |
| I        | 32                 | 33                 | 34                                | 35  | 36   | 37  | 38  | 39  | 40  |    |
| I Ap     | 66,4               | 47,1               | 0                                 | 0   | 41,5 | 2,6 | 2,6 | 0,2 | 100 |    |
| I Bv     | 23,8               | 16,3               | 0                                 | 0   | 13,0 | 1,0 | 2,2 | 0,1 | 100 |    |
| II Bv    | 17,9               | 7,3                | 0,3                               | 0,3 | 4,8  | 0,5 | 1,7 | 0,1 | 96  |    |
| III ilCv | 7,8                | 3,2                | 0,8                               | 0,3 | 1,4  | 0,2 | 0,8 | 0,0 | 76  |    |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wiechmann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>t</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F</sub> /H | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| I Ap     | 0,89                 | 0,24                | 27,2                                   | 0,12               | 0,13               | 1,10              | 5,74                |
| I Bv     | 0,23                 | 0,14                | 58,6                                   | 0,04               | 0,10               | 2,78              | 7,08                |

**Anteile der Tonminerale [% der Schichtsilikate] (Jahn, Kleber)**

| Horizont | Smektit | Vermiculite | chloritis.Verm./Smek. | Chlorit | WL 10-14 Å | Illit | Kaolinit |
|----------|---------|-------------|-----------------------|---------|------------|-------|----------|
| I Ap     | --      | --          | 25                    | 5       | 13         | 38    | 18       |
| I Bv     | --      | 9           | 11                    | 8       | 29         | 28    | 16       |
| II Bv    | --      | 4           | 3                     | 9       | 24         | 53    | 8        |
| III ilCv | --      | 4           | 6                     | --      | 29         | 52    | 8        |

**Gesamtgehalte und Nährstoffe (LUF A Sachsen-Anhalt)**

| Horizont | Gesamtgehalte Königswasserlöslich [mg/kg] |        |     |     |     |      |      | Makronährstoffe [mg/100g] |    |      | Mikronährstoffe [mg/kg] |        |     |
|----------|-------------------------------------------|--------|-----|-----|-----|------|------|---------------------------|----|------|-------------------------|--------|-----|
|          | Pb                                        | Cd     | Cr  | Cu  | Ni  | Zn   | Hg   | P                         | K  | Mg   | Cu                      | Mn     | Zn  |
| I Ap     | 15,8                                      | 0,10   | 9,1 | 7,2 | 6,3 | 28,9 | 0,09 | 9,0                       | 11 | 2,6  | 4,0                     | 8,3    | 3,2 |
| I Bv     | 3,2                                       | 0,01   | 8,9 | 2,7 | 8,3 | 18,8 | 0,02 | 0,7                       | 9  | 1,2  | 1,1                     | 0,9    | 1,0 |
| II Bv    | 4,4                                       | 0,02   | 6,9 | 2,9 | 7,1 | 16,6 | 0,02 | 0,5                       | 7  | 0,5  | 0,7                     | 0,1    | 0,5 |
| III ilCv | 1,5                                       | <0,005 | 2,2 | 1,4 | 3,3 | 5,2  | 0,01 | 0,2                       | 3  | <0,3 | 0,8                     | <0,005 | 0,2 |

**A 3088: Standortbeschreibung (Altermann)**

|                 |                                                                                                                 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Kunrau (3432)                                                                                                   |
| Lage:           | ca. 1 km östlich von Kusey; R: 44 40050; H: 58 28620; 77 m ü. NN                                                |
| Relief:         | ebener Kulminationsbereich (ebene Platte); Neigung: 0°                                                          |
| Nutzung (1998): | Acker                                                                                                           |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: IS 3 D                                                                                          |
| Gestein:        | I Hauptlage: Geschiebedecksand<br>II Mittellage(?) + Basislage(?): Fließerde<br>III warthezeitlicher Sandersand |

**A 3088: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)**

| Horizont    | Tiefe (cm) | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                                                                   |
|-------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I Ap        | 0-30       | SI2,gG2 (schwach lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 7,5YR4/3-3/2; h2 (schwach humos); Bröckelgefüge                                                                    |
| I Bv        | 30-50      | Su2,gG2 (schwach schluffiger Sand, schwach grobkiesig); 7,5YR5/6; h1 (sehr schwach humos); Subpolyedergefüge; Kryoturbationen (Taschen); Steinanreicherung an der Basis |
| II Bt+Ael   | 50-75      | Su2,gG2 (schwach schluffiger Sand, schwach grobkiesig); 10YR6/4; Subpolyedergefüge; Bt-Flecken, Bt-Bänder; Kryoturbationen (Taschen, Keile)                             |
| II Bt       | 75-120     | SI3,gG2 (mittel lehmiger Sand, schwach grobkiesig); 7,5YR5/6-4/6; Subpolyedergefüge; Ael-Flecken, Bt-Bänder; Tonbeläge; Kryoturbationen (Keile)                         |
| III Bt+ilCv | 120-180    | Ss (Reinsand); 7,5YR4/6-10YR7/4; Einzelkorngefüge; Bt-Bänder; geschichtet                                                                                               |

|           |                                                     |
|-----------|-----------------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: Braunerde-Fahlerde<br>FAO: Eutric Podzoluvisol |
|-----------|-----------------------------------------------------|

|             |            |                                                                                                    |
|-------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Substrattyp | DBG 1998   | p-(k)s(Sp)/p-(k)s(sdr)                                                                             |
| Bodenform   | DBG 1998   | Braunerde-Fahlerde aus kiesführendem Sand (Geschiebedecksand) über kiesführendem Sand (Sandersand) |
|             | TGL 24 300 | Salm-Fahlerde                                                                                      |

**Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation (Profil A 3088)**

- **Abgrenzung der Deckschichten/Lagen:** Kornquotienten belegen die vorgenommene Lagenabgrenzung; Fließerde (mit Kryoturbationen) enthält nach der Körnung Fremdmaterial (umgelagerte sandige Moräne) und bildete sich nicht aus Sandersand.
- **Decken(Lagen-)glieder, -genese (generelle Hinweise):** die periglazialen Lagen lassen eine Zwei- bzw. Dreigliederung erkennen. Geschiebedecksand, Decklehm, obere Sandlöbdecke werden der Hauptlage zugeordnet. Die Differenzierung und Zuordnung der liegenden Substrate zur Mittellage und Basislage deutet sich häufig an, kann aber nicht als sicher gelten. Die Basislage entstand im periglazialen Milieu aus den liegenden warthezeitlichen Materialien durch kryogene Überprägung und laterale Umlagerung. Die Mittellage - wenn vorhanden und zuordenbar - nimmt hinsichtlich der Zusammensetzung (meistens als Fließerde angesprochen) häufig eine Zwischenstellung zwischen Haupt- und Basislage ein und enthält gegenüber der Basislage meistens Fremdmaterial. Die Hauptlage - an der Basis meistens durch Steinanreicherung begrenzt - setzt sich aus lokalem und fremdem (äolisch zugeführtem) Material zusammen. Lokal- und Fremddanteile können sehr unterschiedlich sein. Die primäre Schichtung der jeweiligen Deckenglieder kann durch Kryoturbation weitgehend aufgehoben worden sein. Durch Frostdynamik kam es neben einer Durchmischung der Sedimente auch zur Entmischung, was sowohl die Skelett- als auch die Tonfraktion betrifft. Dabei wurde auch Ton vermutlich lateral abgeführt. Der Geschiebedecksand weist eine stärkere Sortierung der Schluff- und Sandfraktionen gegenüber den liegenden Substraten auf (äolischer Anteil).
- **Bodenbildung:** deutlich verbraunte Fahlerde, starke Aufhellung des Ael-Horizonts; trotz relativ geringer Tongehalte Tonanreicherung im Bt-Horizont deutlich.



**A 3088: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme, v.d.Ploeg)**

| Horizont    | Tiefe | >2mm<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |     |     |      |      |     |
|-------------|-------|----------------|-------------------------------------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|             | cm    |                | gS                                  | mS   | fS   | gU   | mU  | fU  | ΣS   | ΣU   | Ton |
| I           | 2     | 3              | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 10   | 11   | 12  |
| I Ap        | 30    | 5,8            | 9,0                                 | 40,0 | 24,3 | 10,6 | 7,7 | 3,1 | 73,3 | 21,4 | 5,4 |
| I Bv        | 50    | 18,3           | 11,7                                | 38,9 | 23,8 | 11,2 | 7,3 | 3,4 | 74,4 | 21,9 | 3,6 |
| II Bt+Ael   | 75    | 4,4            | 6,8                                 | 35,1 | 35,9 | 8,6  | 6,6 | 4,0 | 77,8 | 19,2 | 3,0 |
| II Bt       | 90    | 3,7            | 5,1                                 | 34,7 | 33,3 | 7,4  | 5,7 | 5,1 | 73,1 | 18,2 | 8,6 |
| II Bt       | 120   | 4,6            | 10,5                                | 47,6 | 23,5 | 5,2  | 3,5 | 2,6 | 81,6 | 11,3 | 7,2 |
| III Bt+ilCv | >120  | 2,6            | 12,0                                | 67,3 | 15,9 | 0,7  | 0,6 | 0,2 | 95,2 | 1,5  | 3,3 |

| Horizont    | Rohdichte         | Porenvol.<br>% | Vol.-% Wasser bei pF |     |      |     |        | nFK  | kf<br>cm/d |
|-------------|-------------------|----------------|----------------------|-----|------|-----|--------|------|------------|
|             | g/cm <sup>3</sup> |                | 1,8                  | 2,0 | 2,5  | 4,2 | Vol.-% |      |            |
| I           | 13                | 14             | 15                   | 16  | 17   | 18  | 19     | 20   |            |
| I Ap        |                   |                |                      |     |      |     |        |      |            |
| I Bv        |                   |                |                      |     |      |     |        |      |            |
| II Bt+Ael   | 1,65              | 37,7           | 19,2                 |     | 12,4 | 3,1 | 16,1   | >100 |            |
| II Bt       | 1,82              | 31,3           | 18,1                 |     | 11,6 | 5,4 | 12,7   | >100 |            |
| III Bt+ilCv | 1,63              | 38,5           | 9,6                  |     | 8,7  | 2,8 | 6,8    | >100 |            |

| Horizont    | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> |
|-------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|             | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |      | mg/g            | mg/g            |                                  |
| I           | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               |
| I Ap        | 6,3                | 5,4                  | 0                 | 0,93             | 0,76           | 12,1 | 2,96            | 1,36            | 0,46                             |
| I Bv        | 6,7                | 5,9                  | 0                 | 0,25             | 0,18           | 13,8 | 3,39            | 0,69            | 0,20                             |
| II Bt+Ael   | 6,9                | 6,1                  | 0                 | 0,09             |                |      | 1,93            | 0,23            | 0,12                             |
| II Bt       | 6,9                | 6,1                  | 0                 | 0,08             |                |      | 3,66            | 0,52            | 0,14                             |
| II Bt       | 7,0                | 6,2                  | 0                 | 0,06             |                |      | 3,55            | 0,63            | 0,18                             |
| III Bt+ilCv | 6,8                | 6,2                  | 0                 | 0,04             |                |      | 1,71            | 0,23            | 0,13                             |

| Horizont    | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol <sub>e</sub> /kg |     |      |     |     |     |     | BS |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|----|
|             | mmol <sub>e</sub> /kg | mmol <sub>e</sub> /kg | H+Al                                            | Al  | Ca   | Mg  | K   | Na  | %   |    |
| I           | 32                    | 33                    | 34                                              | 35  | 36   | 37  | 38  | 39  | 40  |    |
| I Ap        | 61,4                  | 33,8                  | 1,6                                             | 0,8 | 25,7 | 2,4 | 3,8 | 0,3 | 94  |    |
| I Bv        | 31,1                  | 21,0                  | 0                                               | 0   | 16,5 | 2,0 | 2,2 | 0,3 | 100 |    |
| II Bt+Ael   | 17,2                  | 13,4                  | 0                                               | 0   | 9,2  | 1,8 | 1,7 | 0,2 | 100 |    |
| II Bt       | 39,6                  | 34,2                  | 0                                               | 0   | 26,6 | 3,9 | 3,5 | 0,2 | 100 |    |
| II Bt       | 33,4                  | 28,1                  | 0                                               | 0   | 22,3 | 3,0 | 2,7 | 0,1 | 100 |    |
| III Bt+ilCv | 15,8                  | 13,3                  | 0                                               | 0   | 10,8 | 1,3 | 1,1 | 0,2 | 100 |    |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wiechmann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>t</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F</sub> /H | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| I Ap     | 0,73                 | 0,20                | 26,8                                   | 0,09               | 0,11               | 1,24              | 6,27                |
| I Bv     | 0,24                 | 0,10                | 41,4                                   | 0,04               | 0,06               | 1,73              | 7,00                |

**Gesamtgehalte und Nährstoffe (LUFÄ Sachsen-Anhalt)**

| Horizont    | Gesamtgehalte Königswasserlöslich<br>[mg/kg] |        |      |     |      |      |      | Makronährstoffe<br>[mg/100g] |    |     | Mikronährstoffe<br>[mg/kg] |      |     |
|-------------|----------------------------------------------|--------|------|-----|------|------|------|------------------------------|----|-----|----------------------------|------|-----|
|             | Pb                                           | Cd     | Cr   | Cu  | Ni   | Zn   | Hg   | P                            | K  | Mg  | Cu                         | Mn   | Zn  |
| I Ap        | 15,4                                         | 0,13   | 12,1 | 4,8 | 6,6  | 29,3 | 0,07 | 6,9                          | 9  | 2,3 | 2,3                        | 35,6 | 4,6 |
| I Bv        | 6,0                                          | 0,02   | 15,9 | 4,4 | 11,8 | 21,1 | 0,04 | 2,2                          | 10 | 2,0 | 1,3                        | 6,8  | 1,3 |
| II Bt+Ael   | 4,5                                          | <0,005 | 13,0 | 3,5 | 9,9  | 13,2 | 0,02 | 0,4                          | 6  | 1,3 | 0,9                        | 2,1  | 0,2 |
| II Bt       | 5,7                                          | 0,02   | 14,1 | 6,3 | 11,0 | 19,8 | 0,04 | 0,3                          | 12 | 3,4 | 0,9                        | 2,8  | 0,4 |
| III Bt+ilCv | 2,4                                          | <0,005 | 8,2  | 2,9 | 6,6  | 9,8  | 0,01 | 0,1                          | 4  | 1,2 | 0,6                        | 0,3  | 0,1 |

## Exkursionspunkt G8.7: Naturpark Drömling - Profil A3089

### A 3089: Standortbeschreibung (Altermann)

|                 |                                                                                                         |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TK25:           | Kunrau (3432)                                                                                           |
| Lage:           | ca. 3 km südwestl. von Rówitz; R: 44 35570; H: 58 23140; 57 m ü. NN                                     |
| Relief:         | ebener Tiefenbereich (Talbereich); Neigung: 0°                                                          |
| Nutzung (1998): | Grünland                                                                                                |
| Bodenschätzung: | Klassenzeichen: SMO/S a 3                                                                               |
| Gestein:        | I Sanddecke, mit Torf vermischt (Sanddeckekultur)<br>II Niedermoororf<br>III Mulde(reste)<br>IV Talsand |

### A 3089: Profilbeschreibung (Kurzbeschreibung) (Altermann)

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung (Bodenart, Farbe, Humus, Eisen, Kalk, Gefüge; Sonstiges)                                                                 |
|----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I jAa1   | 0-10       | St2 (schwach toniger Sand); 7,5YR2/2; h6 (anmoorig); Krümelgefüge                                                                     |
| I jAa2   | 10-25      | Sl3 (mittel lehmiger Sand); 7,5YR2/2; h6 (anmoorig); Krümelgefüge                                                                     |
| II nHw   | 25-32      | stark zersetzter Niedermoororf (H 8); 7,5YR2/1-2/2; h7 (organisch)                                                                    |
| III F    | 32-40      | Sl3 (mittel lehmiger Sand); 7,5YR2/1-2/2; h5 (sehr stark humos); Einzelkorngefüge                                                     |
| IV Go    | 40-80      | Ss + Slu (Reinsand mit Linsen aus schluffig-lehmigen Sand); 10YR5/3; rostfleckig (f4); Einzelkorngefüge                               |
| IV Gr    | 80-120     | Ss + Slu (Reinsand mit Linsen aus schluffig-lehmigen Sand); 10YR5/3; Einzelkorngefüge;<br>Grundwasserstand (19.5.1998): 100 cm u. Fl. |

|           |                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------|
| Bodentyp: | KA4: Niedermoorogley<br>FAO: (Anthic) Mollic Gleysol |
|-----------|------------------------------------------------------|

|             |            |                                                                        |
|-------------|------------|------------------------------------------------------------------------|
| Substrattyp | DBG 1998   | oj-slog-Hn/f-s                                                         |
| Bodenform   | DBG 1998   | Niedermoorogley aus flachem Kippsand über Niedermoororf über Fluvisand |
|             | TGL 24 300 | Sandbedecktes Torfband - Erdfen                                        |

### Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation

- Torfschwund: seit Inkulturnahme des Drömlings vor etwa 200 Jahren sind die Torfdecken durch Sackung und Mineralisierung rapide zurückgegangen: Moorschwund in den letzten 55 Jahren im Mittel etwa 20 - 25 cm. Durchschnittliche Moormächtigkeiten schwanken heute zwischen 2 und 4 dm. Schreitet der Torfabbau und die Umwandlung der Niedermoore in Anmoore weiter wie bisher fort, so wird spätestens in 50 - 80 Jahren der größte Teil des Drömlings in eine Sandniederung mit wenigen Moorinseln umgewandelt sein.
- Sanddeckekultur nach RIMPAU
- Bodenschutz im Drömling: Kein Bodenentzug humusreicher Böden; radikale Verringerung des Humusabbaus durch Grundwasseranstieg, Wiedervermässung, Einstellung der Ackernutzung auf den humusreichen Böden; Einschränkung der Winderosionsgefährdung der Niedermoore durch Nutzungsänderung (keine Ackernutzung) bzw. Auffassung (Reservat). Einschränkung der Winderosion auf den trockenen Sandstandorten durch Fluggestaltungsmassnahmen, ggf. partielle Aufforstung; Vermeidung jeglicher Schadstoffeinträge durch Boden-/Standortnutzung (z.B. Konzentration von Tierproduktionsanlagen) und Schadstoff-(und Gefahrstoff-) transporte durch den Drömling; Verringerung der Befahrung mit schwerer Technik; Durchsetzung einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung (auch in den Randgebieten und angrenzenden Hochflächen!) mit reduzierten Düngermengen zum Gewässerschutz; vermehrte Schaffung von Reservaten mit Nutzungsverbot zur Erhaltung der Niedermoore; stufenweise Durchsetzung einer extensiven Grünlandbewirtschaftung (um die erhöhten Stickstoffausträge durch Umstellung der Bewirtschaftungsweise zu minimieren).

**A 3089: Physikalische und chemische Analysendaten (Beyme, v.d.Ploeg)**

| Horizont  | Tiefe | >2mm   | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |     |       |      |      |
|-----------|-------|--------|-------------------------------------|------|------|------|------|-----|-------|------|------|
|           | cm    | Gew.-% | gS                                  | mS   | fS   | gU   | mU   | fU  | ΣS    | ΣU   | Ton  |
| 1         | 2     | 3      | 4                                   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10    | 11   | 12   |
| I jAa1    | 10    |        | 6,0                                 | 59,1 | 20,4 | 3,2  | 2,3  | 3,0 | 85,5  | 8,5  | 6,1  |
| I jAa2    | 25    |        | 4,4                                 | 54,1 | 20,1 | 3,6  | 4,4  | 4,2 | 78,6  | 12,2 | 9,2  |
| II nHw    | 32    |        | 3,1                                 | 49,7 | 21,9 | 4,4  | 5,5  | 5,5 | 74,7  | 15,5 | 9,8  |
| III F     | 40    |        | 2,2                                 | 56,7 | 30,9 | 3,4  | 1,7  | 0,8 | 89,8  | 5,9  | 4,4  |
| IV Go     | 80    |        | 4,3                                 | 68,9 | 24,7 | 0,7  | 0,5  | 0,0 | 97,9  | 1,2  | 0,9  |
| Lehmlinse |       |        | 4,7                                 | 22,8 | 12,0 | 29,9 | 15,8 | 4,2 | 39,59 | 49,9 | 10,7 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |      |      | nFK    | kf   |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|------|------|--------|------|
|          | g/cm <sup>3</sup> | %         | 1,8                  | 2,0 | 2,5  | 4,2  | Vol.-% | cm/d |
| 1        | 13                | 14        | 15                   | 16  | 17   | 18   | 19     | 20   |
| I jAa1   | 1,00              |           | 34,8                 |     | 31,5 | 19,7 | 15,1   | >100 |
| I jAa2   |                   |           |                      |     |      |      |        |      |
| II nHw   | 0,61              |           | 55,0                 |     | 51,5 | 38,3 | 16,7   | >100 |
| III F    | 1,24              |           | 31,6                 |     | 27,6 | 4,8  | 26,8   | >100 |

| Horizont  | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Glühver<br>l. | N <sub>t</sub> | C/N  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>o</sub> |
|-----------|----------------------|-------------------|------------------|---------------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|           | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %             | mg/g           |      | mg/g            | mg/g            |                                  |
| 1         | 21                   | 22                | 23               | 24            | 25             | 26   | 27              | 28              | 29                               |
| I jAa1    | 5,1                  | 0                 | 8,7              | 17,5          | 9,83           | 8,8  | 8,38            | 6,27            | 0,80                             |
| I jAa2    | 5,8                  | 0                 | 11,3             | 23,3          | 10,2           | 11,1 | 8,79            | 7,53            | 0,86                             |
| II nHw    | 6,2                  | 0                 | 17,5             | 28,8          | 13,1           | 13,4 | 9,14            | 7,95            | 0,87                             |
| III F     | 6,3                  | 0                 | 5,65             | 12,0          | 4,0            | 14,1 | 1,41            | 1,06            | 0,75                             |
| IV Go     | 6,6                  | 0                 | 0,18             |               |                |      | 0,13            | 0,10            | 0,77                             |
| Lehmlinse | 6,5                  | 0                 | 0,51             |               |                |      | 0,51            | 0,36            | 0,71                             |

| Horizont  | KAK <sub>pot</sub> | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |      |      |      |     |     | BS |
|-----------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----|------|------|------|-----|-----|----|
|           | mmol/kg            | mmol/kg            | H+Al                              | Al | Ca   | Mg   | K    | Na  | %   |    |
| 1         | 32                 | 33                 | 34                                | 35 | 36   | 37   | 38   | 39  | 40  |    |
| I jAa1    | 342                | 261                | 4                                 | 4  | 239  | 16,5 | 0,94 | 1,0 | 98  |    |
| I jAa2    | 522                | 473                | 0                                 | 0  | 455  | 16,0 | 0,53 | 1,5 | 100 |    |
| II nHw    | 800                | 800                | 0                                 | 0  | 770  | 24,6 | 0,34 | 3,2 | 100 |    |
| III Fo    | 324                | 314                | 0                                 | 0  | 302  | 9,8  | 0,10 | 1,6 | 100 |    |
| IV Go     | 15,8               | 14,9               | 0                                 | 0  | 13,7 | 0,6  | 0,2  | 0,3 | 100 |    |
| Lehmlinse | 83,0               | 82,4               | 0                                 | 0  | 74,5 | 4,8  | 2,2  | 0,9 | 100 |    |

**C-Gehalte der extrahierten Fraktionen und Extinktionsquotienten (bei 400 und 600 nm) (Wiemann)**

| Horizont | C <sub>ges</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [%] | C <sub>ex</sub> [% v. C <sub>t</sub> ] | C <sub>H</sub> [%] | C <sub>F</sub> [%] | C <sub>F</sub> /H | Extinktionsquotient |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| I jAa1   | 7,85                 | 2,50                | 31,8                                   | 1,83               | 0,67               | 0,37              | 7,77                |
| I jAa2   | 13,01                | 3,34                | 25,7                                   | 2,63               | 0,71               | 0,27              | 6,74                |

**Gesamtgehalte und Nährstoffe (LÜFA Sachsen-Anhalt)**

| Horizont | Gesamtgehalte Königswasserlöslich [mg/kg] |        |      |     |     |      |        | Makronährst. [mg/100g] |   |      | Mikronährst. [mg/kg] |      |     |
|----------|-------------------------------------------|--------|------|-----|-----|------|--------|------------------------|---|------|----------------------|------|-----|
|          | Pb                                        | Cd     | Cr   | Cu  | Ni  | Zn   | Hg     | P                      | K | Mg   | Cu                   | Mn   | Zn  |
| I jAa1   | 18,7                                      | 0,25   | 8,4  | 5,8 | 4,4 | 18,2 | 0,11   | 3,7                    | 5 | 14,0 | 2,9                  | 62,5 | 8,8 |
| I jAa2   | 19,1                                      | 0,25   | 8,1  | 4,9 | 4,2 | 18,1 | 0,12   | 2,8                    | 3 | 10,6 | 3,0                  | 49,8 | 7,2 |
| II nHw   | 8,3                                       | 0,18   | 13,8 | 5,8 | 8,4 | 10,1 | 0,12   | 0,9                    | 2 | 11,1 | 2,3                  | 21,5 | 2,6 |
| IV Go    | 1,1                                       | <0,005 | 4,4  | 0,7 | 3,3 | 6,6  | <0,005 | 0,4                    | 2 | 1,5  | 1,4                  | 0,4  | 0,2 |
| IV Gr    | 2,9                                       | 0,06   | 5,9  | 3,2 | 4,8 | 12,5 | 0,01   | 0,3                    | 2 | 1,3  | 2,9                  | 1,0  | 1,5 |

## Der Naturpark Drömling (Refior)

Die Bedeutung des Drömlings für Naturschutz und Landschaftspflege war seit Jahrzehnten bekannt. Dies lenkte frühzeitig die Ausweisung eines Landschaftsschutzgebietes, von Naturschutzgebieten, Schongebieten für wiesenbrütende Vogelarten und für den Fischotter in diesem Gebiet. Die besondere Bedeutung des Drömlings kam auch zum Ausdruck, als nach der politischen Wende im Osten Deutschlands ein Nationalparkprogramm durchgeführt wurde. In dieses Nationalparkprogramm war der Drömling von Anfang an integriert. Folgerichtig wurde der Drömling 1990 als Naturpark verordnet. In Anwendung der FFH-Richtlinie gehört der Drömling auch zu den besonderen Schutzgebieten nach europäischem Recht. Er wurde 1992 zum EU-Vogelschutzgebiet (EU SPA) erklärt und ist damit in das Netz „Natura 2000“ integriert. 1992 erfolgte die Bewilligung zur Förderung des Drömlings als Naturschutzgroßprojekt von gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung. Als erste Aufgabe wurde in den Jahren 1993-1995 der Pflege- und Entwicklungsplan (PEP) erarbeitet. Er bildet die fachliche Grundlage für das Vorhaben. Er ist ein unverbindlicher Fachplan für Naturschutz und Landschaftspflege, seine Umsetzung erfolgt in Teilschritten auf der Grundlage rechtsverbindlicher Verfahren. Das Projektgebiet nimmt eine Fläche von ca. 28.000 ha ein, wobei der Schwerpunkt des Naturschutzgroßprojektes im Projektkernegebiet mit einer Größe von 9.400 ha liegt.

Anhand von Erhebungen wurden die vorgefundenen Verhältnisse bewertet, im Anschluß das Leitbild zur Entwicklung des Drömlings aufgestellt. Politische, rechtliche und fachliche Vorgaben setzen den Rahmen zur Aufstellung des Leitbildes, so daß anhand dieser Grundlagen Leitarten, Leitbiotope/Leitstandorte und das räumliche Leitbild entwickelt werden konnte. Mit diesen Vorgaben konnte das Handlungskonzept entwickelt werden, so daß Konzeptionen zur Wiedervernässung, zum Schutz der Böden sowie Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung der Biotope als Lebensräume der Arten erarbeitet wurden. Als wesentliche Schutz- und Handlungsziele sind darin u.a. aufgeführt: Sicherung des Moores, Verbesserung des Wasserhaushalts durch Anhebung der Grundwasserstände zur Ausnutzung des Gebietsspeichervermögens und der Schutz, die Pflege und Entwicklung der Lebensräume seltener Pflanzen- und Tierarten. Die Vorflutregulierungen und Renaturierungsmaßnahmen sollen wieder zum Ansteigen der Grundwasserflurabstände führen, da nur so die noch vorhandenen Moorauflagen erhalten werden können. Die Wiedervernässung zwingt zu Nutzungsexensivierung und bedingt somit langfristig eine Vermeidung der Eutrophierung, welche in der Umstellungsphase jedoch zunächst zunehmen wird. Ziel der Bewirtschaftung sollen regelmäßige Winter- und Frühjahrsüberstauungen in dafür vorgesehenen Gebietsteilen sowie oberflächennahe Grundwasserstände sein. Für Moorbodenstandorte sollen die Grundwasserstände ganzjährig nicht unter die Sohle der Moorbodenschicht sinken. An Standorten des dauerfeuchten Grünlandes bzw. des Bruchwaldes sollen die Grundwasserstände ganzjährig in Höhe der Geländeoberkante eingestellt werden, bei Erlen-Eschenwald und extensiven Mahd- bzw. Weideflächen nicht unter 40 cm unter Flur sinken.

Aufgrund der Aussagen zur Dargebotssituation des oberen Ohregebietes bis zum Pegel Calvörde ist das ganzjährige Halten flurnaher Grundwasserstände im Gesamtgebiet des Naturparks Drömling oder für das Kerngebiet nicht möglich. Die Durchsetzung ganzjähriger flurnaher Grundwasserstände ist nur in Teilbereichen des Kerngebietes möglich. Aber auch hier sind Pflegeziele in Form von ganzjährigen Grundwasserflurabständen < 40 cm in Trockenjahren nicht realisierbar. In langanhaltenden Trockenperioden ist der Grundwasseraufbrauch durch Verdunstung im gesamten Gebiet des Naturparks größer als der Grundwasserzustrom. Dieser Sachverhalt ist durch die geringe Einzugsgebietsgröße sowie durch die Morphologie des Einzugsgebietes bedingt (geringe Gefälleverhältnisse). In mittleren Jahren können in Teilgebieten des Kerngebietes, das sind insbesondere die zur Vernässung vorgeschlagenen, Grundwasserflurabstände < 40 cm ganzjährig eingestellt werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch die konsequente Umsetzung der Maßnahmen zur Wiedervernässung. Für die Effizienz des gesamten Vorhabens sind die wasserbaulichen Maßnahmen die bedeutendsten, da von der Verbesserung der hydrologischen Verhältnisse alle weiteren Zielstellungen abhängen.

### 7 Zusammenfassende Ergebnisse von speziellen Untersuchungen der organischen Substanz (Wichmann)

Von den Exkursionsprofilen (im Raum Kusey außerdem von weiteren Profilen) wurden aus den Humushorizonten (z.T. auch von den Unterböden) Proben zur speziellen Untersuchung der organischen Substanz entnommen (Daten bei den jeweiligen Analysentabellen aufgeführt). Bewirtschaftungsbedingte Unterschiede zwischen den Schultz-Lupitz-Standorten und den anderen Altmark-Standorten konnten nicht festgestellt wer-

den. Insgesamt sind die C-Gehalte der Ackerböden vergleichsweise niedrig. Auffallend ist der relativ geringe Anteil extrahierbarer Huminstoffe. Offensichtlich liegt die organische Substanz vorwiegend als Nichthuminstoffe und als Humine vor. Mit einer geringeren Extraktion durch die zu intensive Kopplung von Huminstoffen an die mineralische Komponente ist in diesen stark sandigen Lehm- bis lehmigen Sandböden nur bedingt zu rechnen. Allgemein enthalten die extrahierten Huminstoffe geringere Anteile hochpolymerer als niedermolekularer Verbindungen. Diese mäßigen Humifizierungsgrade werden durch die  $C_F/C_H$ -Verhältnisse und die hohen Q 4/6-Quotienten gestützt.

## 8 Zusammenfassende Ergebnisse bodenmikrobiologischer Untersuchungen (Machulla)

Der bodenmikrobiologische Status der Exkursionsstandorte wurde anhand der mikrobiellen Biomasse (Gehalt an mikrobiell gebundenem Kohlenstoff -  $C_{mik}$  pro g Boden) und ihres Vorrates (Gehalt an  $C_{mik}$  in kg/ha) im Ap-Horizont bzw. für die Tiefe 0-30 cm einerseits sowie anhand der Bodenatmung ( $CO_2$ -C-Produktion pro g Boden und h) andererseits ermittelt. In Ackerböden ist die **mikrobielle Biomasse** in den obersten 30 cm konzentriert. Bereits in einer Tiefe von 50 cm sinken die  $C_{mik}$ -Gehalte bis auf 25 bzw. 48% der Werte, die im Oberboden festgestellt wurden. Am häufigsten (58% aller Bestimmungen) kommen die  $C_{mik}$ -Gehalte von 200 bis 400  $\mu g C_{mik}/g$  TS gefolgt von der Gruppe 100 bis 200  $\mu g C_{mik}/g$  TS (29%) und 400 bis 600  $\mu g C_{mik}/g$  TS (8%) vor. Die höchste Biomasse von 643,6  $\mu g C_{mik}/g$  TS wurde auf dem Niedermoorstandort (Profil A3089 = Exkursionspunkt G8.7) festgestellt. Dies deutet auf eine Beziehung zwischen den  $C_{mik}$ - und  $C_{org}$ -Gehalten hin. Der Zusammenhang dieser Parameter ließ sich für die Kohlenstoffgehalte im Bereich von 0,4 bis 1,1% mit Hilfe einer exponentiellen Gleichung beschreiben:  $y = 346,9 e^{1,32x}$  ( $r = 0,72$ ). Eine ebenfalls fördernde Wirkung wird von Tongehalten zwischen 2,2 und 7,3% ausgeübt. Hingegen beeinflusste die Bodenreaktion die mikrobielle Biomasse nur geringfügig. Auf dem Hintergrund der Beziehungen der mikrobiologischen Eigenschaften zu den Standorteigenschaften weisen nach dem Niedermoor (s.o.) Gley (Profil A3090 = Exkursionspunkt G8.3) und stauvernaßte Standorte (Profil A 876 = Exkursionspunkt G8.2; Profil A 1236 = Exkursionspunkt G8.4) die höchsten Vorräte an mikrobieller Biomasse auf: 1361 bis 1735 kg/ha. In Braunerden (A 832 = Exkursionspunkt G8.1; A3052 = Exkursionspunkt G8.5; A 3085 und A 3088 = Exkursionspunkt G8.6) variieren die  $C_{mik}$ -Gehalte in einem weiten Bereich von 641 bis 1524 kg/ha. Hierbei waren die angebaute Kulturen von entscheidender Bedeutung, denn die mikrobielle Biomasse nahm in der folgenden Reihenfolge ab: Öllein  $\geq$  Mais  $>$  Roggen  $>$  Weizen  $\geq$  Stilllegungsfläche. Die stillgelegten Flächen (Profile A832 und A 833 = Exkursionspunkt G8.1) und Ödland (Profil A 3090 = Exkursionspunkt G8.3) wiesen im Mittelwert eine niedrigere Biomasse als die Ackerstandorte auf. Die Ursache dafür ist in einer regelmäßigen Zufuhr von höheren Mengen an Wurzelrückständen angebaute Kulturpflanzen zu sehen. Die **Bodenatmung** überstreicht einen für Ackerböden typischen Bereich von 0,12 bis 2,37  $\mu g CO_2-C/g$  TS/h, zeigt aber keinen Bezug zur mikrobiellen Biomasse. Durch die Überlagerung mehrerer Faktoren, wie Bodenausbildung, bodenphysikalische und -chemische Eigenschaften, Qualität der Wurzelrückstände von verschiedenen gegenwärtig angebaute Kulturen und deren Vorfrüchte, wird die Findung der Kausalität in der  $CO_2$ -Produktion erschwert.

## Zusammenfassende Ergebnisse mineralogischer Untersuchungen (ausgewählte Profile)

### Tonminerale (Jahn, Kleber)

Alle untersuchten Böden haben Illitdominanz (entweder Illit  $>70\%$ , oder Illit+ 10-14 Å Wechsellagerung  $>50...70\%$ ), begleitend tritt immer Kaolinit (8...19%) auf. Bei den Dreischichtmineralen ist Vermiculit dominierend, Smektit ist selten (Ausnahme: Exkursionspunkt G8.2: Pseudogley-Tschermosem. Fortgeschrittenstes Stadium der Glimmer/Illitverwitterung ist Chloritisierung von Vermiculite (chl. Verm.  $>$  sek. Chlorit; Profil A3085, Exkursionspunkt G8.6  $>$  Profil A3051, Exkursionspunkt G8.5). Nach den von DULTZ festgestellten K-Gehalten sind kaum Glimmer im Schluff und Sand, und es ist anzunehmen, daß Illit vorwiegend lithogen vorhanden war. Berechnet man die K-Gehalte der Tonfraktion (DULTZ) auf Illit + 0,5 WL, so ergeben sich relativ geringe K-Gehalte: um 3% für die Illite im Profil A3085 (Exkursionspunkt G8.6; in dieser Norm-Braunerde ist die Illitverwitterung am fortgeschrittensten) und mittlere K-Gehalte um 4% für die Illite im Profil A833 (Exkursionspunkt G8.1). Nach Scheffer/Schachtschabel (1998) enthalten Illite 3,3 bis 5,8 % K.

### Leicht- und Schwerminerale (Dultz, Utermann)

Von den in der Altmark untersuchten Profilen weisen die aus warthezeitlichem Geschiebemergel/ Geschiebelehm die höchsten Silicatgehalte auf. Der Silicatgehalt dieser Sedimente wird von dem des ostholsteinischen

Geschiebemergels noch übertroffen. Die vergleichsweise geringen Silicatgehalte im Sandlöß (Profil A3051, Ap-Horizont: Exkursionspunkt G8.5, Beetzendorf) und glazifluviatilen Sanden (Profil A3085; Exkursionspunkt G8.6, Kusey) sind vermutlich durch umfangreiche Beimengung von Material älterer eiszeitlicher Sedimente verursacht, wo aufgrund früherer Bodenbildungen und durch Saprolitisierung des Sediments Silicate reduziert wurden. Hier entsprechen die Silicatgehalte der Korngrößenfraktionen weitgehend denen verschiedener drenthezeitlicher Sedimente. Im Bereich des Fein- und Mittelsandes sind die Feldspatanteile geringer als bei den gröberem und feineren Korngrößenfraktionen. Zwischen den verschiedenen Horizonten treten bei dem Pseudogley-Tschernosem (Exkursionspunkt G8.2, Profil A876; Hohenberg-Krusemark) kaum Unterschiede auf. Dieser Befund entspricht der Erwartung, daß in Gegenwart von Kalk die Verwitterung von Silicaten gering ist. Der Vergleich von Geschiebedecksand und Geschieblehm bei der Braunerde-Fahlerde (Exkursionspunkt G8.1, Profil A833; Arneburg) ergibt für Magnesium, das hauptsächlich auf trioktaedrische Dreischichtsilicate zurückgeführt werden kann, deutlich geringere Gehalte in den Schluff- und Tonfraktionen des Geschiebedecksandes. In den Sandfraktionen ist Calcium gegenüber Natrium und Kalium stärker reduziert aufgrund der stärkeren Verwitterbarkeit von Plagioklasen gegenüber Alkalifeldspäten. Anzunehmende Abnahmen von Natrium, Kalium und Calcium in den Schlufffraktionen werden durch Überführung von Feldspäten aus den Sandfraktionen z.T. kompensiert.

## 10 Labormethoden

|              |                                                                                                                                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Textur       | kombinierte Sieb- und Pipettanalyse der Feinerde, alle Fraktionen ausgewogen = 100%.                                                 |
| Rohdichte    | an 100-cm-Stechzylinderproben.                                                                                                       |
| Porenvolumen | errechnet aus Rohdichte und Dichte der festen Substanz.                                                                              |
| pF           | Wassergehalte [Vol%] bei pF 1,8, 2,5 und 4,2 von 100 cm <sup>3</sup> Stechzylinderproben mittels Unterdruck- und Hochdruckapparatur. |
| nFK          | Differenz der Wassergehalte [Vol%] bei pF 1,8 und 4,2                                                                                |
| kf           | gesättigte Wasserleitfähigkeit [cm/d] mit Haubenpermeameter an 250 cm <sup>3</sup> Stechzylinderproben.                              |

folgende Analysen wurden an Feinerdeproben durchgeführt

|                    |                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| pH                 | mit Glaselektrode in A. dest. bzw. 0.01 m CaCl <sub>2</sub> .                                  |
| CaCO <sub>3</sub>  | mit Scheibler-Apparatur.                                                                       |
| C <sub>org</sub>   | mit Wösthoff-Gerät.                                                                            |
| N <sub>t</sub>     | Gesamt-N mit CNS-Element-Analysator.                                                           |
| Fe <sub>d</sub>    | pedogene Fe-oxide, Dithionit-Citrat-Bicarbonat-Extraktion; AAS.                                |
| Fe <sub>o</sub>    | aktive Fe-oxide; NH <sub>4</sub> -oxalat-Extraktion bei pH 3,8 im dunkeln; photometr.          |
| KAK <sub>pot</sub> | potentielle KAK; Ba-Sättigung bei pH 8.2 (DIN 19648, T. 8).                                    |
| KAK <sub>eff</sub> | effektive KAK als Ionenäquivalentsumme der mit 0,1m BaCl <sub>2</sub> austauschbaren Kationen. |
| austauschb. Kat.   | mit 0,1m BaCl <sub>2</sub> austauschbare Kationen; AAS, AES.                                   |
| H + Al             | mit Laugentitration im BaCl <sub>2</sub> -Extrakt                                              |
| BS                 | Basensättigung bezogen auf KAK <sub>eff</sub> .                                                |
| KW-Aufschluß       | Königswasseraufschluß nach DIN 38414; chemische Analyse mit ICP.                               |
| Nährstoffe:        | P, K DL-Methode nach Egner-Riehm, (0,02m Ca-lactat, pH 3,7, 1:50).                             |
|                    | Mg Bestimmung im CaCl <sub>2</sub> -Auszug n. Schachtschabel                                   |
| Spurenelemente:    | Zn EDTA-Methode n. Trierweiler & Lindsay                                                       |
|                    | Mn Sulfit-pH8-Methode n. Schachtschabel                                                        |
|                    | Cu HNO <sub>3</sub> - Aufschluß n. Westerhoff                                                  |

### Humusanalytik

Extraktion mit 0,4 m Na-pyrophosphat + m NaCl bis zur Erschöpfung; Messung von Extinktion bei 400 und 600 nm sowie Bestimmung des Gesamt-C im Extrakt; Flockung bei pH 1 (Huminsäuren) und Messung des restlichen C in Lösung (Fulvosäuren)

### Röntgenographische Tonmineralbestimmung

Tongewinnung (<2µm) nach Humus- und Fe-oxid-Entfernung; Belegung mit K<sup>+</sup> bzw. Mg<sup>2+</sup>; Sedimentation und Lufttrocknung auf Keramikträgern; Sättigung mit 1:1-Ethylenglycol; K-Präparate bei 20, 250 und 550° C; Siemens-Diffractometer 5005; Untergrundkorrektur; gefittet; Peakflächenauswertung mit Korrekturfaktoren auf %-Anteile umgerechnet.

**Literaturangaben** erfolgten aus Platzmangel nicht, bei Bedarf ggf. bei den Autoren abfordern!

# Exkursion G9

## Sandige Böden und deren Wasser- und Stoffhaushalt unter Acker und Nadelwald im Fuhrberger Feld

J. Böttcher<sup>1</sup>, G. Springob<sup>1</sup> und W.H.M. Duijnsveld<sup>2</sup>

unter Mitarbeit von: M.Deurer<sup>2</sup>, N.Engel<sup>1</sup>, K.Hagemann<sup>1</sup>, S.Hcumann<sup>1</sup>, G.Klump<sup>2</sup>, F.Ridder<sup>1</sup>, H.Ringe<sup>1</sup>, A.Teichert<sup>1</sup>

### 1. EINLEITUNG

### 2. BESCHREIBUNG DES EXKURSIONSGEBIETES

- 2.1 Lage, naturräumliche Einordnung, Klima
- 2.2 Geologie, Hydrologie, Wasserentnahme
- 2.3 Siedlungsgeschichte und Böden
- 2.4 Landnutzung

### 3. EXKURSIONSRUTE

### 4. WASSER- und STOFFHAUSHALT

- 4.1 Grundwasserneubildung und Stoffeintrag in das Grundwasser unter Acker
- 4.2 Stoffhaushalt von Böden und Stoffeintrag in das Grundwasser unter Wald
- 4.3 Stoffeinträge, Umsetzungen im Aquifer und Prognose der Rohwasserqualitäten für ein ausgewähltes Teil-Einzugsgebiet mit Acker- und Waldnutzung (*Brunnen 1*)
- 4.4 Gebietsstoffhaushalt und Beziehungen zur Bodenbildung

### 5. BESCHREIBUNG DER BODENPROFILE

- 5.1 Gley-Podsol (Acker, S2)
- 5.2 Gley-Podsol (Kiefernforst, Intensivmeßstelle)
- 5.3 Brauneisengley (Acker, früher Grünland)

---

<sup>1</sup>Institut für Bodenkunde der Universität Hannover Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover  
boettcher@mbox.ifbk.uni-hannover.de springob@mbox.ifbk.uni-hannover.de

<sup>2</sup>Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, 30655 Hannover  
duijnsveld@bgr.de

## 1. EINLEITUNG

Im norddeutschen Flachland sind die ausgedehnten Grundwasservorkommen von großer Bedeutung für die Trinkwassergewinnung. Das größte Wassergewinnungsgebiet in diesem Bereich und eines mit Modellcharakter ist das Fuhrberger Feld, etwa 30 km nordöstlich von Hannover. Die Exkursion stellt typische Böden im Landschaftszusammenhang vor. Zugleich wird über langjährige Untersuchungen zum Stoffhaushalt berichtet, wobei vor allem aktuelle Meßstellen und ihre Technik vorgeführt werden. Nutzungs- und Entwicklungskonzepte im Bereich Land- und Forstwirtschaft werden erläutert.

## 2. BESCHREIBUNG DES EXKURSIONSGEBIETES

### 2.1 Lage, naturräumliche Einordnung, Klima

Das Exkursionsgebiet liegt im Bereich der nordwestdeutschen Altmoränenlandschaften. Zu untersuchen ist zwischen dem traditionellen Natur- bzw. Siedlungsraum 'Fuhrberger Feld' und dem 1996 ausgewiesenen, etwas größeren Trinkwasserschutzgebiet gleichen Namens (kurz WSG). Das engere 'Fuhrberger Feld' ist Teil der Talsandgebiete der Aller-Wietze Niederung. Es wird nach Norden hin zur Aller entwässert, vor allem über Wietze und Wulbeck. Das größere WSG (Abb. 1, ca. 300 km<sup>2</sup>) reicht weiter nach Osten, so daß über die Große Beeke auch Vorflut Richtung Leine-Einzugsgebiet besteht und umfaßt im Süden und Westen auch die höher gelegenen Bereiche der Endmoränen der Rehburger Staffel (hohe Geest, auch Hannoversche Moorgeest). Die Durchschnittstemperatur betrug in der Vergangenheit 8.9° C, die Niederschläge lagen bei 677 mm a<sup>-1</sup>.

### 2.2 Geologie, Hydrologie, Wasserentnahme

Als Ausgangsmaterial der Bodenentwicklung dominieren quartäre Sande und Kiese. Weniger verbreitet sind drenthe-stadiale Geschiebelehme, die in der Regel von Geschiebedecksanden überlagert werden. Selten kommen Geschiebemergel vor. Wo dieser erreichbar war, wurde er abgebaut und zum 'Mergeln' der Äcker benutzt. Östlich von Elze existiert ein kleineres, geschlossenes Vorkommen von Sandlöß. Im gesamten Niederungsgebiet (Talsandgebiet) spielen eingelagerte, schluffige Hochflutlehme bzw. ihre Reste, die nach spätglazialer Überprägung linsenartig auftreten, eine Rolle (nicht unbedeutende Nährstoffquelle unter Wald). Im Auenbereich treten sehr lokal Tongehalte bis 20% in den Oberböden auf. In der höheren Geest dominiert die Abfolge *glazi-fluviale Vorschütsande über Tonsteinen bzw. Geschiebedecksand über Geschiebelehm über glazi-fluvialen Vorschütsanden über Tonsteinen der Unterkreide*. Im Niederungsbereich finden sich unmittelbar über den Tonsteinen, die die wenig durchlässige Basis des Grundwasserleiters bilden, z.T. elsterzeitliche Geschiebemergel und -schluffe sehr unterschiedlicher Mächtigkeit. Darüber folgt eine Serie von Mittel- und Grobsanden sowie Kiesen (untere Fuhrberger Serie, Saalevereisung, Drenthe-Stadial, kf z.B.  $1.7 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$ ). Über diesen gröberen Materialien lagern die weichselzeitlichen Mittel- bis Feinsande der zweiten Fuhrberger Serie (kf z.B.  $5 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-1}$ ), die oft von holozänen Flugsanden und Dünen überdeckt bzw. von schluffigen Resten von Hochflutlehm durchsetzt sind. Beide Serien zusammen bilden den einstöckigen, im wesentlichen karbonatfreien Porenaquifer (oft 20-40 m). Er enthält unregelmäßig verteilte, lignitische Geröllchen (Braunkohle) mit einem Durchmesser von meist <5 mm ( $C_{\text{org}}$  insgesamt 0.1 bis 1 Gew.%), ferner sulfidische Bestandteile als amorphe Verkrustungen und Verkittungen von Mineralkörnern oder als Mineralkörner, z.B. Pyrit oder Melnikovit (Gesamt-S: 0.01 bis <0.15 Gew.%). Die hydraulische Leitfähigkeit des Aquifers ist hoch (40-150 m d<sup>-1</sup>). Das Gefälle des Grundwasserkörpers ist auf die nördlich fließende Aller bzw. lokal auf Wietze und Wulbeck (im Westen auf die Große Beeke) eingestellt. Die Fließgeschwindigkeit liegt bei ca. 150 m a<sup>-1</sup>. Der Grundwasserflurabstand variierte ursprünglich zwischen wenigen Dezimetern in den Talsandgebieten bis >20 m in den Bereichen der Hohen Geest (bei Geländehöhen bis 90 mm ü NN). In weiten Teilen des Gebietes liegt er heute im Mittel zwischen 1 bis 4 m. Im Niederungsbereich führte vertiefte Vorflut (abgeschlossen ca. 1951) bzw. Trinkwasserentnahme (vor allen nach 1959) zu einer Absenkung des GW-Spiegels. Dennoch - viele Flächen sind weiterhin als 'naß' zu bezeichnen, zumindest zeitweilig.

Die *Wasserförderung* der Stadtwerke Hannover AG begann 1910 (Wasserwerk Elze), 1927 kam das Werk Berkhof-Lindwedel dazu, 1959 das Werk Fuhrberg. Diese fördern heute zusammen ca. 30



Mio. m<sup>3</sup> jährlich. Daneben entstand 1959 im südöstlichen Randbereich bei Wettmar ein Werk des Zweckverbandes des Landkreises Burgdorf und eine Förderstelle der Harzwasserwerke bei Ramlingen. Insgesamt sind damit im Fuhrberger Feld fast 100 Brunnen installiert (Abb. 1) mit einer aktuellen Gesamtförderung von ca. 40 Mio. m<sup>3</sup>. Hannover deckt hier fast 80% des Bedarfes.

### 2.3 Siedlungsgeschichte und Böden

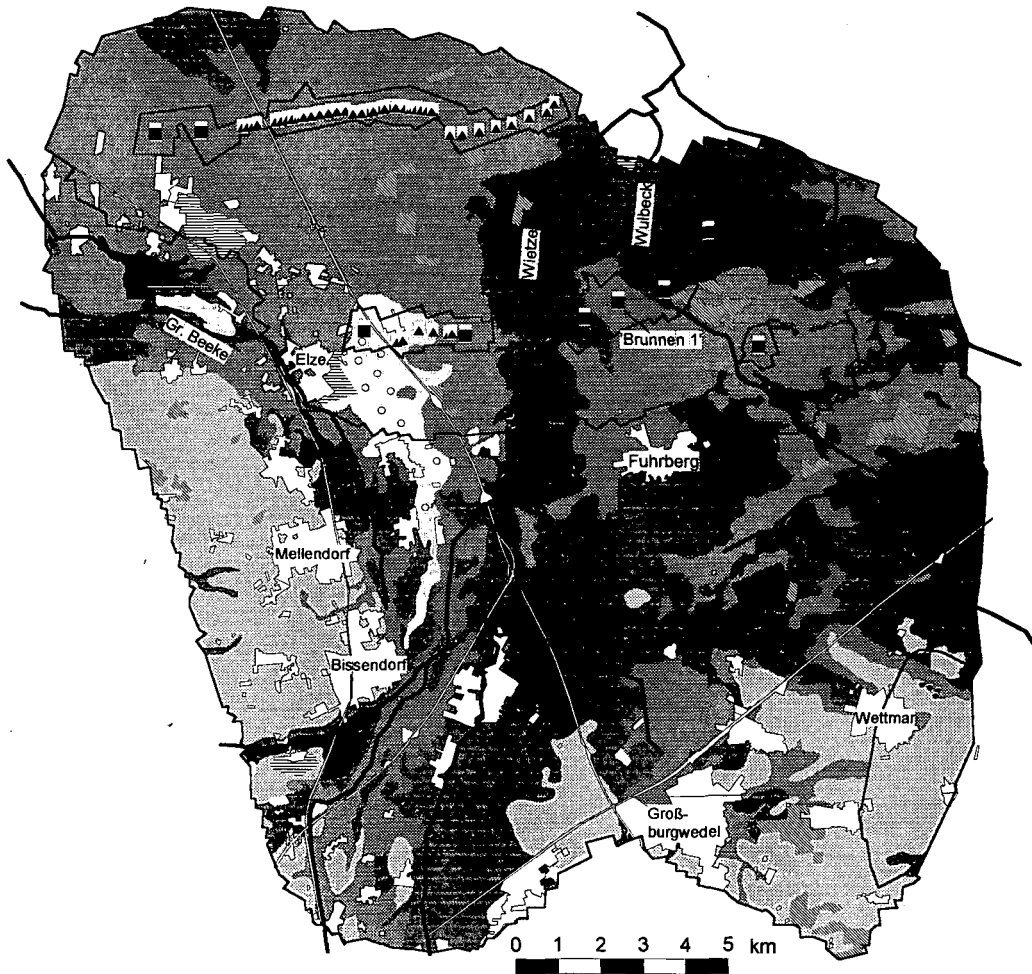
Die Böden der Talsandgebiete waren ursprünglich sehr naß bzw. dort, wo sie nicht naß waren, nährstoffarm und zu trocken. Bezeichnenderweise ist der Ort Fuhrberg die einzige alte Siedlung in diesem Bereich. Er entstand auf einer etwas trockeneren Insel. Die südliche Feldflur ist sehr altes Ackerland (Gley-Podssole), wie aus lokalen Auswertungen der *Kurhannoverschen Landesaufnahme* von 1780 hervorgeht. Weiteres altes Ackerland sowie Siedlungsgebiete stellen die Bereiche der Vorschüttande und Geschiebedecksande im südöstlichen Bereich (Burgwedel und Ortsteile) und des westlichen Bereiches dar (Bissendorf, Mellendorf, Brelinger Berg...). Hier entwickelten sich aufgrund des höheren Gehaltes an verwitterbaren Silikaten und aufgrund der günstigeren Vegetation bzw. Nutzung im wesentlichen saure Braunerden. Wo geringmächtige Geschiebedecksande über Geschiebelehm auftreten, entwickelten sich Braunerde-Pseudogleye. Große Teile des Exkursionsgebietes waren früher verheidet (Podssole, Feuchtpodssole). Dennoch verzeichnet Abb. 1 nur kleinere Eschgebiete. Auf den Substraten im Bereich der hohen Geest kam es auch unter Kiefernwald nicht zur Podsolierung, rezent aber zu Podsoligkeit. Oft wird die Kiefer als Ursache der Podsolierung genannt. Hierfür gibt es aber keinen echten Beleg. Im Gegenteil - auf devastierten, bereits podsolierten Heideböden stellten Kiefern und Tourismus die sinnvollsten Meliorationsvarianten dar.

Im Bereich der Flußauen finden sich Auenogleye und inselweise Brauneisengleye. Der 'Raseneisenstein' wurde seit dem Mittelalter verhüttet oder als Baustein verwendet (vergl. Exkursionspunkte 4,6). Weiter zu erwähnen sind Niedermoore, vor allem im östlichen Bereich des 'Hasbruches' aus dem die Wulbeck einen großen Teil ihres Zuflusses bezieht. Flurbezeichnungen mit dem Zusatz 'bruch' sind im gesamten Fuhrberger Feld sehr häufig. Auenwälder nahmen ursprünglich einen größeren Raum ein. Fossile Erlenwurzeln finden sich häufig in Gr-Horizonten. Hochmoore sind und waren im engeren Untersuchungsgebiet selten, gehörten aber prinzipiell in den Naturraum. Sie entstanden u.a. südlich der Endmoränenketten auf stauenden, lokalen Geschiebelehmdecken auf Niedermoor (z.B. Bissendorfer Moor). Im Talbereich verlief die Bildung überwiegend wurzelecht.

### 2.4 Landnutzung

Aktuell werden 50% des Wasserschutzgebietes 'Fuhrberger Feld' landwirtschaftlich genutzt, wovon etwa ein Viertel noch Grünland ist. Angebaut werden (nach Bedeutung): Getreide (60%), Kartoffeln, Zuckerrüben, Raps, Silomais, Körnerleguminosen, Ölein und Grassamen-Vermehrung. Der Viehbesatz der Betriebe liegt bei ca. 1 GVE ha<sup>-1</sup>, so daß der Einsatz der Wirtschaftsdünger unproblematisch ist. 2% der Fläche werden von Siedlungen und Straßen eingenommen, 8 % durch Gewässer, Moor- und Heideflächen. Ca. 40% sind bewaldet. Die Kiefer dominiert nach wie vor, jedoch ist örtlich eine Zunahme von Laubbaum-Nachwuchs aus Ansaat, Pflanzung und Naturverjüngung zu verzeichnen. Langfristig wird Mischwald angestrebt. Bei naturnaher Entwicklung wird die Buche einen großen Teil der Fläche (zurück)erobert. Hinzu kommt vor allem die Eiche. Natürliche Bestockung wäre Drahtschmielen-Buchenwald.

Sinkende Grundwasserstände führten ab Mitte der 60iger bis hinein in die 80iger Jahre zu drastischen Nutzungsänderungen, die bis heute nachwirken. Wälder nahmen Schaden (vergl. Exkursion H 1). Ackerfähig, d.h. trockener gewordene Flächen wurden umgebrochen. Abb. 2 zeigt die Veränderung der ursprünglich an den Vorflutern orientierten Grünlandbereiche zwischen 1954 und 1991. Zusätzlich wurden, jedoch in geringerem Umfang, noch bis in die siebziger Jahre Forstflächen gerodet und in Ackernutzung genommen. Nördlich der Ortschaft Fuhrberg sind diese Flächen noch an den seitlichen Dämmen aus gerodeten Baumstämpfen etc. zu erkennen. Andere Bereiche wurden aufgeforstet. Der Waldanteil ist heute deutlich höher als in der topographischen Karte von 1901 ausgewiesen (aufgeforstete Heideflächen, Anmoore, sehr nasse Wiesen). Insgesamt sind die Böden kaum zur Ruhe gekommen. Die Stoffhaushalte dürften daher zu einem erheblichen Teil entfernt von stabilen Fließgleichgewichten sein.















-  Grundwasserbeeinflusste Böden der Talsand-Gebiete: Gleye, Podsol-Gleye, Gley-Podsole
-  Podsol-Gesellschaften der (meist) grundwasserferneren Bereiche
-  Böden der Geschiebedecksande und Geschiebelehne (Braunerde bis Peudogley, z.T. podsoliert)
-  Böden auf Sandlöß
-  Tiefumbruch
-  Vorfluter
-  Siedlung (selten: offene Gewässer)
-  An- und Niedermoore
-  Plaggenesche
-  Schutzgebietsgrenzen
-  Horizontalbrunnen
-  Vertikalbrunnen

Abb. 1: Übersichtskarte 'Fuhrberger Feld' mit Lage der Trinkwasserbrunnen. Die Bodenverbreitung wurde der Bodenübersichtskarte 1:50000 (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung) entnommen und stark vereinfacht.

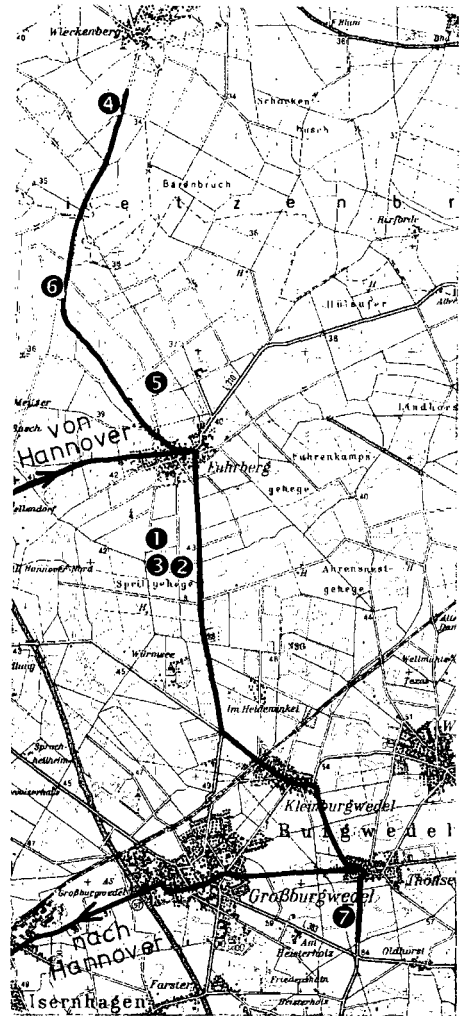
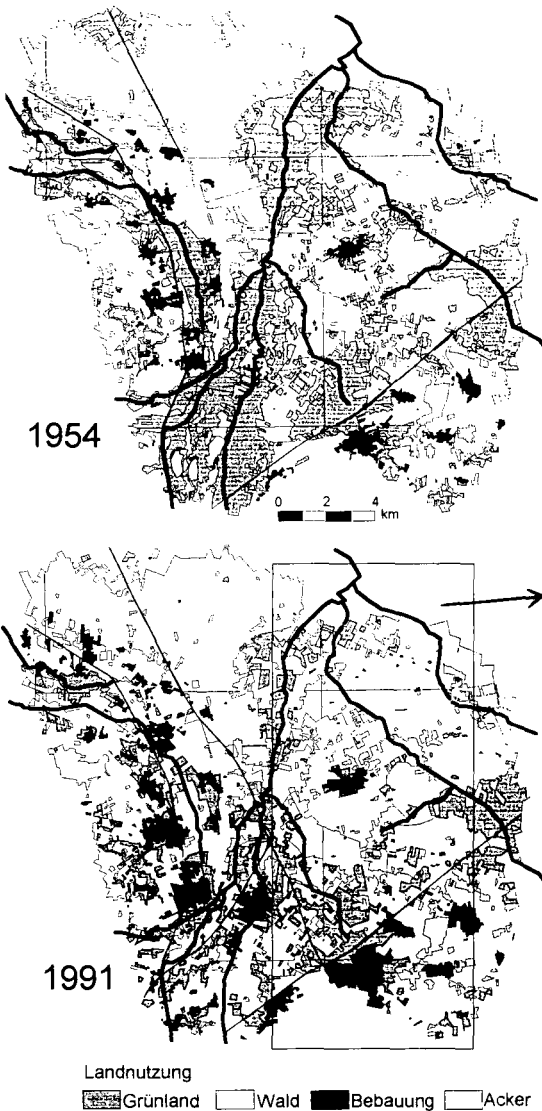


Abb. 3 und Kap. 3 EXKURSIONSRUTE

**Abb. 2: Veränderung der Landnutzung** im Bereich des heutigen Wasserschutzgebietes 'Fuhrberger Feld' nach Auswertungen der TK 25, Ausgabe 1954 und 1991. Zu erkennen ist vor allem die Abnahme des Grünlandes und die Zunahme der Siedlungsfläche

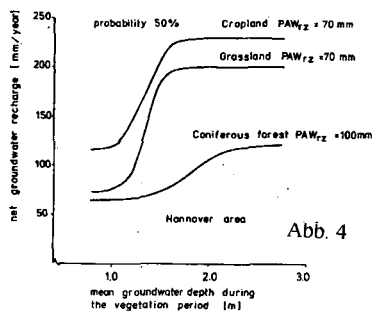
1. Gley-Podsol und Wasser/Stoffhaushalt 'Acker'
2. Gley-Podsol und Wasser/Stoffhaushalt 'Kiefer' Intensivmeßstelle, Beregnungsversuch
3. dto., Deposition und Umsatz unter Mischwald
4. **Mittagspause** in kl. Raseneisen-Museum
5. Multilevel-Grundwasserbeprobung
6. Brauneisen-Gley und Gebietsstoffhaushalt
7. optional: Braunerde in Geschiebesand

#### 4. WASSER- und STOFFHAUSHALT

##### 4.1 Grundwasserneubildung und Stoffeintrag ins Grundwasser unter Acker

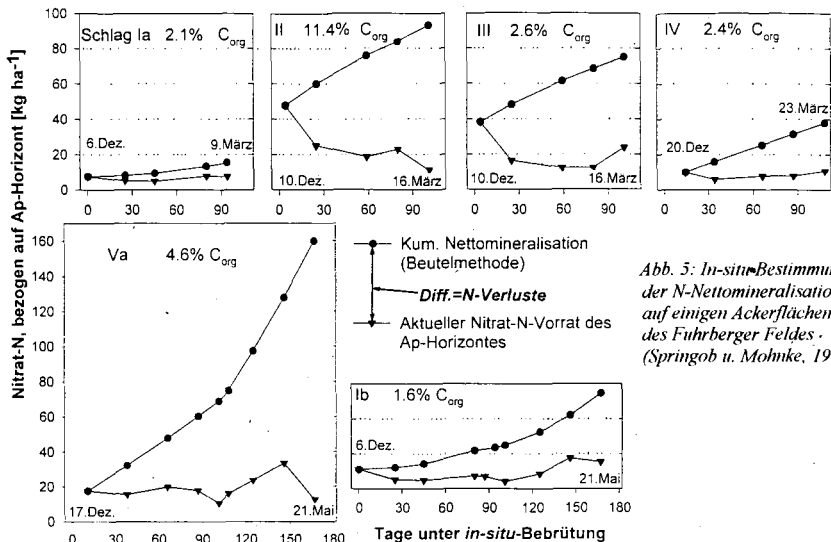
###### Grundwasserneubildung und Beregnung

Als Folge der Grundwasserabsenkungen traten in den 60er Jahren zunehmend Probleme bei der Wasserversorgung der land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen auf. Verlässliche Daten für die Planung der Grundwasserneubildung und für die Lösung von eventuellen Nutzungskonflikten bereitzustellen, war einer der Gründe für eine Reihe von Forschungsarbeiten zum Wasserhaushalt (z.B. Renger und Strebel, 1980, 1983). Abb. 4 (rechts) stellt die Grundwasserneubildung auf Böden aus Fein- bis Mittelsand (ca. 90 % der Böden im Gebiet) in Abhängigkeit vom GW-Flurabstand und der Nutzung dar: Acker > Grünland > Wald (Renger et al., 1986). Aus der deutlichen Zunahme der Neubildung bzw. Abnahme der Evapotranspiration unter Ackernutzung bei zunehmendem Grundwasserflurabstand ist ersichtlich, daß im Mittel der Jahre ein erhebliches Wasserversorgungsdefizit auf grundwasserfernen Böden zu erwarten ist. Dies wurde auch praktisch spürbar und führte zum großflächigen Einsatz von Beregnung. Seit 1983 ist eine Gemeinschaftsberegnungsanlage für ca. 1500 ha um die Ortschaft Fuhrberg in Betrieb. Bei grundwasserfernen Standorten muß man im langjährigen Mittel für Ackerflächen mit etwa 75 mm a<sup>-1</sup> Beregnungsmenge rechnen. Da dieses Wasser aus dem Grundwasser entnommen wird, wird die Netto-Grundwasserneubildung auf Ackerflächen um etwa die gleiche Menge niedriger.



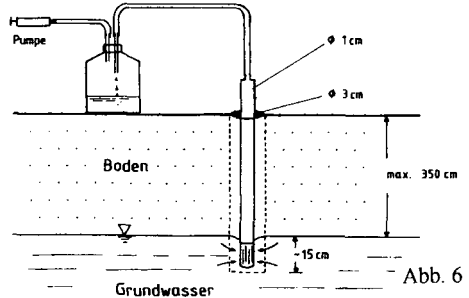
###### Stoffaustrag unter Acker ins Grundwasser

Im wesentlichen sind hier Nitratausträge gemeint, aus der üblichen landwirtschaftlichen Praxis oder auch aus Grünlandumbrüchen (vergl. 4:4). Umbrüche finden heute nur noch vereinzelt statt, jedoch haben viele Fuhrberger Böden eine 'nasse Grünlandvergangenheit', die C-Gehalte der Ackerkrumen sind z.T. noch recht hoch. Abb. 5 zeigt Ergebnisse von in-situ-Messungen der winterlichen Nettomineralisation für einige Flächen. Allein diese N-Verluste könnten ausreichen, den Grenzwert für Nitrat zumindest im oberflächennahen Grundwasser zu überschreiten.



Für eine Bestimmung der *Stofffrachten* unter Feldbedingungen kommen vor allem zwei Verfahren in Frage: Bei dem *ersten* Verfahren bestimmt man in einer Tiefe zwischen Untergrenze des Wurzelraums und Grundwasseroberfläche den vertikalen Stofffluß im ungesättigten Boden. Dazu benötigt man, als Funktion der Zeit, den vertikalen Wasserfluß (Messungen, evt. Simulationsmodell, *Duijnvisveld et al., 1993*) und die Stoffkonzentrationen in der Bodenlösung (Saugsonden, z.B. wöchentlich). Durch die hohe zeitliche und räumliche Auflösung der Messungen ist dieses Verfahren vor allem geeignet, Ursachen und Gesetzmäßigkeiten bei der Stoffauswaschung zu interpretieren und zu quantifizieren und z.B. Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratauswaschung detailliert zu untersuchen. Jedoch ist es arbeitsintensiv und deshalb nur auf wenigen Standorten durchführbar.

Das *zweite* Verfahren eignet sich besonders zur Ermittlung von flächenrepräsentativen Daten über den Stoffeintrag ins Grundwasser für größere Einzugsbereiche, z.B. von Wasserwerksbrunnen. Die mittlere Stoffkonzentration der jährlichen Grundwasserneubildung wird dabei flächenrepräsentativ durch direkte Beprobung des obersten Grundwassers mit einem Bohrstock-Schlitzsonden-Verfahren (Abb. 6, s. rechts) bestimmt. Z.B. wurden an >40 Punkten in 8 Beprobungsstreifen (vgl. Abb. 7) im Zeitraum von 1983 bis 1994 mehrmals jährlich Grundwasserproben entnommen und statistisch ausgewertet (*Strebel and Böttcher, 1989*). Tabelle 1 zeigt, daß unter Acker höhere Konzentrationen bei Nitrat, Ca, Mg, K und Cl vorliegen (Düngung) als unter Wald. Die höheren Konzentrationen von Sulfat, Al und Protonen unter Nadelwald weisen auf den Schwefeleintrag durch atmosphärische Deposition und auf die daraus folgende Versauerung dieser Waldböden hin (vergl. 4.2). Ähnliches gilt für die höheren Konzentrationen bei Zn, Co, Cr, Ni und Cd unter Nadelwald (Tab. 2).



Tab. 1: Gemittelte, flächenrepräsentative Stoffkonzentrationen [mg L<sup>-1</sup>] im oberflächennahen Grundwasser (1983-1990), Einzugsgebiet von Brunnen 1, Wasserwerk Fuhrberg (Einzelheiten s. *Strebel et al., 1993*)

|                 | pH  | Na | K  | Ca | Mg | Al | NO <sub>3</sub> | SO <sub>4</sub> | Cl | DOC |
|-----------------|-----|----|----|----|----|----|-----------------|-----------------|----|-----|
| Acker, n=213    | 4.8 | 11 | 15 | 50 | 9  | 2  | 128             | 64              | 32 | 23  |
| Nadelwald, n=96 | 4.2 | 8  | 3  | 9  | 1  | 13 | 3               | 104             | 18 | 23  |

Tab.2: Gemittelte Schwermetallkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser [µg L<sup>-1</sup>] bei Probenahme im April 1986 und Juni 1990 im Einzugsgebiet von Brunnen 1, Wasserwerk Fuhrberg (*Strebel et al., 1993*)

|                 | As  | Pb  | Cd  | Cr  | Ni | Zn  | Co  | Cu  |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| Acker, n=53     | 1.0 | 3.2 | 0.8 | 2.9 | 35 | 78  | 8.1 | 11  |
| Nadelwald, n=24 | 1.2 | 2.0 | 1.3 | 5.2 | 60 | 213 | 17  | 9.5 |

#### 4.2 Stoffhaushalt von Böden und Stoffeintrag in das Grundwasser unter Wald

Die wichtigsten Meßgrößen sind hier die Stoffdeposition mit den Bestandesniederschlägen, die Höhe der Grundwasserneubildung und die Stoffkonzentrationen in Bodenlösung und Grundwasserneubildung. Messungen werden in unterschiedlichen Beständen und bei z.T. unterschiedlichem Grundwasserregime durchgeführt. Dies ermöglicht Aussagen über den Einfluß des Bestandaufbaus und anderer Größen auf Quantität und Qualität der Grundwasserneubildung.

##### Stoffdeposition mit den Bestandesniederschlägen

Intensive Messungen erfolgen seit Ende 1992 in einem ca. 60jährigen Kiefern-Reinbestand und seit Ende 1997 in einem Kiefern-Buchen-Mischbestand. Der Mischbestand wurde vor ca. 65 Jahren

durch Buchensaat in einen damals etwa 40jährigen Kiefernbestand begründet. An beiden Meßstellen sind je 15 Niederschlagsammler in einem Rechteckverband auf einer Grundfläche von 800 m<sup>2</sup> aufgestellt (Trichtersammler in 1 m Höhe, wöchentliche Beprobung, Vereinigung je Sammler zu Monatsproben). Der Stammbau an Buchen wird ebenfalls gemessen, betrug aber im Meßjahr 1998 nur ca. 1% des Bestandesniederschlags. Die Angaben zur Deposition (Tab.3) beziehen sich daher nur auf den Bestandesniederschlag. Die längerfristigen Messungen im Kiefernbestand zeigen, daß das Niveau der Bestandesdeposition im Raum Fuhrberg niedrig ist und daß das Jahr 1998 durchschnittlich war. Der Mischbestand zeigte 1998 eine etwas höhere Bestandesdeposition, was teilweise auf höherer Nährstoffauswaschung aus den Blättern beruhen dürfte.

Tab. 3: Mittlere Stoffeinträge mit dem Bestandesniederschlag [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>] für einen Kiefern-Reinbestand (Ø 1992-97 und 1998) und einen Kiefern/Buchen-Mischbestand (1998)

|                   | H    | Ca   | Mg  | K    | Na   | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>3</sub> -N | SO <sub>4</sub> -S | Cl   |
|-------------------|------|------|-----|------|------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
| Kiefer 1992-97    | 0,23 | 6,8  | 1,9 | 7    | 10,1 | 7,4                | 7,4                | 11,5               | 19,1 |
| Kiefer 1998       | 0,1  | 7,7  | 1,7 | 8,7  | 10,2 | 7                  | 6,9                | 8,8                | 20,1 |
| Mischbestand 1998 | 0,07 | 11,7 | 2,3 | 13,7 | 13,1 | 7                  | 7,6                | 10,8               | 32,3 |

#### Messung kleinräumig heterogener Wasser- und Stoffflüsse im Boden ('Intensivmeßstelle') und begleitende Untersuchungen

Um Ausmaß und Konsequenzen der Heterogenität von Böden auf Wasser- und Stoffbilanzen und die Stoffanlieferung an das Grundwasser besser zu verstehen und ggf. modellieren zu können, werden seit 1996 im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms "Geochemische Prozesse mit Langzeitfolgen im anthropogen beeinflussten Sickerwasser und Grundwasser" intensive Messungen zu Wasser- und Stoffflüssen an einem 10 m-Transekt ausgeführt. An diesem Transekt sind bodenphysikalische Meßgeräte (Tensiometer, TDR-Sonden) und keramische Saugkerzen (P 80) zusammen mit Pt-Elektroden und Sb-Elektroden zur kontinuierlichen Redoxpotential- und pH-Messung an 19 Punkten  $\times$  5 Meßtiefen installiert. Der Einbau erfolgte im Winkel von 45°, so daß die Meßfühler auf einer gemeinsamen vertikalen Linie liegen. Dadurch ergibt sich ein zweidimensionales Meßfeld mit 50 cm (horizontal) bzw. 30 cm (vertikal) Abstand zwischen den Sonden. Ergänzend wird der Bestandesniederschlag entlang des Meßtransekts in gleicher horizontaler Auflösung gemessen. Bodeneigenschaften und deren Variabilität wurden an drei Profilen in direkter Nachbarschaft des Meßtransekts erfaßt (je 2 m breit, 1,5 m tief, beprobt im Raster 15 x 15 cm, 350 Stechzylinder, 420 Mischproben). Auf einer benachbarten Fläche wurden Tracerversuche zur Heterogenität des Stofftransports durchgeführt. Dazu wurde ein auf Stahlseilen laufender Beregnungswagen konstruiert, mit dem gelöste Tracer exakt ausgebracht und durch weitere kontrollierte Beregnung im Boden verlagert werden können. Vergleichende Messungen erfolgen in dem Kiefern/Buchen-Mischbestand. Hier sind Druckaufnehmer-Tensiometer zur Potentialmessung installiert, die mit Führungsrohren zur Messung des Wassergehaltes mittels FDR (Frequency-Domain-Reflectometry) ausgestattet sind.

#### Messung von Stoffkonzentrationen der Grundwasserneubildung unter Wald

Zur regelmäßigen ("ambulanten") Beprobung der Grundwasser Oberfläche an einer größeren Anzahl von Meßpunkten wird auch unter Wald die unter 4.1 erwähnte Schlitzsondentechnik (Abb. 5) verwendet. Insbesondere wird damit die räumliche Variabilität der Stoffkonzentrationen an der Grundwasser Oberfläche erfaßt, die unter Kiefer im Meterbereich sehr groß ist und zu einem erheblichen Anteil auf entsprechende Variabilität in der Bestandesdeposition zurückgeht (Böttcher und Strelbel 1988, Böttcher et al. 1997). Ferner wird die Grundwasser Oberfläche unter Wald an stationären Multilevel-Meßstellen beprobt. Diese Einrichtungen unterscheiden sich von den unter 4.4 beschriebenen, bis weit in den Aquifer reichenden Multilevel-Brunnen, durch die geringere Tiefe. In einer flachen Bohrung, die mindestens den üblichen Bereich der Grundwasseramplitude abdeckt, sind kleine Entnahmefilter eingebaut (Ø 1 cm, Strelbel et al. 1993). Diese sind im Abstand von 10 cm an einem zentralen Kunststoffrohr befestigt. Der Einbau im Boden erfolgt im Winkel von 70°, um einbaubedingte präferentielle Fließwege des Sickerwassers zum Grundwasser möglichst auszuschließen.

ßen. Der Hohlraum der Bohrung ist mit gewaschenem feinsandigem Quarzsand verfüllt. An solchen Multilevel-Meßstellen können ganzjährig Proben von der Grundwasseroberfläche entnommen und somit die zeitliche Entwicklung der Stoffkonzentrationen verfolgt werden. Im Bereich 'Sprillgehege' sind mehrere dieser Meßstellen in verschiedenen Beständen installiert. Sulfatkonzentrationen von vier Multilevel-Meßstellen unter Kiefern zeigen z.B. eine teilweise erhebliche kurzzeitige Variabilität der Stoffkonzentrationen an der Grundwasseroberfläche. Bei längerfristiger Betrachtung mittlerer Stoffkonzentrationen spielen diese kurzfristigen Effekte jedoch keine große Rolle, so daß sich mittlere Werte angeben lassen: Die Sulfat- und Chloridkonzentrationen sind unter Kiefern seit Anfang der 80er Jahre bis 1996 (Auswertungsstand) etwa konstant, obwohl die Sulfatdeposition in diesem Zeitraum deutlich abgenommen hat. Anhand berechneter Stofffrachten läßt sich nachweisen, daß die sandigen Böden in dem Kiefernforst für einige Ionen (z.B. Sulfat) derzeit eine Quellfunktion haben, jedoch für Protonen und Stickstoff (zusammen mit der Vegetation) eine Senke darstellen. Für Mischbestände reicht die Datenbasis noch nicht zu ähnlichen Interpretationen aus. Die veränderte Humusform läßt aber auf höhere Mineralisation, d.h. Elementfreisetzung schließen.

**4.3 Stoffeinträge, Umsetzungen im Aquifer und Prognose der Rohwasserqualitäten für ein ausgewähltes Teil-Einzugsgebiet ('Brunnen 1') mit Acker- und Waldnutzung**

Bei Porengrundwasserleitern spielen, neben den flächenhaften Stoffeinträgen aus Böden auch Stoffumsetzungen im Aquifer selbst u.U. eine Rolle. Voraussetzung für eine korrekte Interpretation und für Prognosen der Rohwasserqualität und zur Quantifizierung des Einflusses der Bodenprozesse auf die Wasserqualität ist eine gründliche Analyse *beider* Prozesse. Diese wird hier für das Einzugsgebiet des Brunnens 1 (Abb. 1,7) des Wasserwerkes Fuhrberg vorgenommen. Die hydraulische Abgrenzung des Grundwassersystems erfolgte mittels detaillierter Grundwasserspiegelpläne.

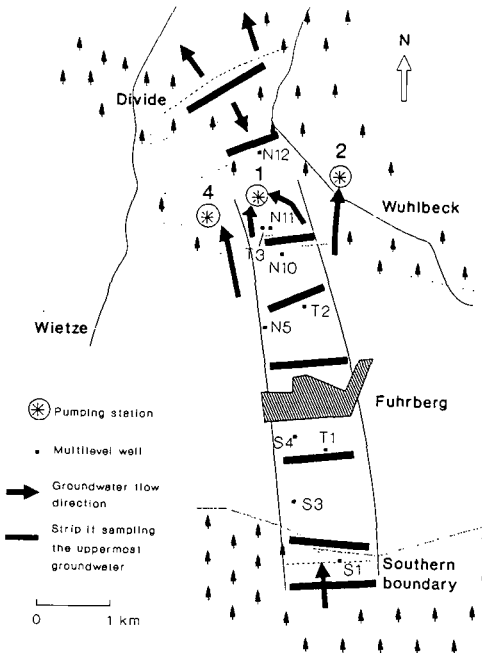


Abb. 7: Hydraulische Abgrenzung des Anströmungsbereiches von Brunnen 1 (Wasserwerk Fuhrberg) sowie Lage der Multilevelbrunnen zur Grundwasserbeobachtung

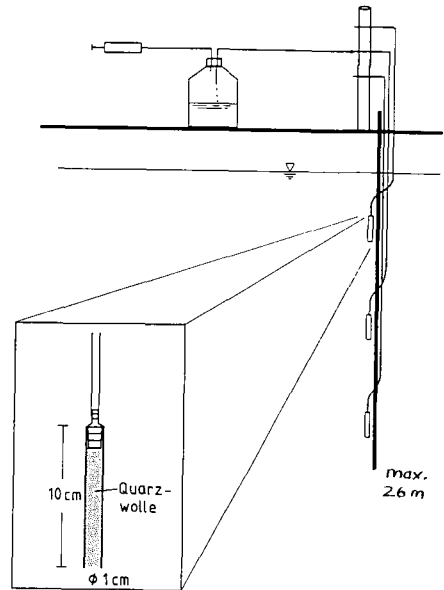


Abb. 8: Multilevel-Brunnen

Der Flurabstand schwankt zwischen 1 m (südl. Teil) und ca. 3-4 m (nahe Brunnen 1). Böden sind hier Gley-Podsole bis Podsole, die im südlichen Teil bewaldet sind (meist Nadelwald). Nach Norden folgt ein ausgedehnter Ackerbereich und in der Umgebung von Brunnen 1 wiederum Nadelwald. Grünlandnutzung ist in den letzten 3 Jahrzehnten stark zurückgegangen. Abb. 7 zeigt die Lage von 8 Beprobungsstreifen für oberflächennahes Grundwasser und von 10 Multilevelbrunnen zur Beprobung des tieferen Grundwassers. Letztere sind in Grundwasserfließrichtung installiert und mit bis zu 28 Filterröhrchen in verschiedenen Tiefen versehen (bis ca. 26 m, Abb. 8).

*Stoffumsetzungen im Aquifer unter Acker*

Erläuterungen zur Bestimmung der Einträge bzw. der Stoffkonzentrationen in der Neubildung, wurden unter 4.1 und 4.2 schon gegeben. Im wesentlichen geht es hier um Nitratreinträge und die resultierenden Nitrat- und Sulfatumsetzungen im Aquifer. Zur Identifizierung der Prozesse ziehen wir drei voneinander unabhängige Ansätze heran:

**(a) Stoffbilanzen im Grundwasser:** Für unser hydraulisch abgegrenztes Grundwasser-System und Chlorid als konservativem Stoff muß, über einen mehrjährigen Zeitraum hinweg, der Chlorideintrag mit der Grundwasserneubildung dem Chloridaustrag mit dem geförderten Rohwasser entsprechen. Dies trifft für einen 18-jährigen Zeitraum (1965-1982) ziemlich gut zu. Die Nitrat-Bilanz weist jedoch Verluste im Grundwasser auf, die Sulfat-Bilanz Gewinne. Dies läßt einen Umsetzungsprozeß vermuten, bei dem Nitrat nahezu vollständig abgebaut und gleichzeitig Sulfat gebildet wird (Strebel et al., 1985).

**(b) Tiefenfunktionen von Stoffkonzentrationen aus Multilevel-Brunnen** (Strebel et al., 1993). Abb. 9 zeigt die Beispiele Nitrat, Sulfat, Bikarbonat, pH und Redoxpotential für einen Ackerbereich (Multilevel-Brunnen N10). Deutlich lassen sich zwei Grundwasserbereiche unterscheiden: Ein oberer Bereich mit rasch abnehmender Nitratkonzentration und gleichzeitig zunehmender Sulfatkonzentration (*Denitrifikationszone*, sulfidische Verbindungen als Elektronendonator). Die gemessenen Vorräte an mikrobiell verfügbaren sulfidischen Verbindungen ("Sulfatbildungsvermögen") liegen zwischen 60 und >500 g S m<sup>-3</sup> Sediment. Im unteren Bereich ab etwa 7 m Tiefe nimmt die Sulfatkonzentration ab während Bikarbonat und pH ansteigen an (H<sub>2</sub>S-Geruch, *Desulfurikationszone*, mikrobielle Sulfatreduktion mit partikulärem Kohlenstoff als Elektronendonator). Folgende vereinfachenden Reaktionsgleichungen können angegeben werden:

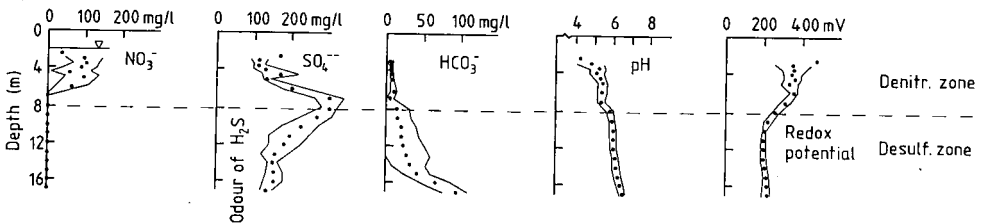
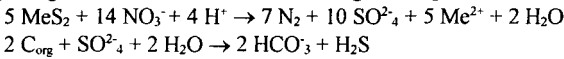


Abb. 9: Tiefenfunktion von Stoffkonzentrationen bei Multilevelbrunnen N10 in einem ausgedehnten Ackergebiet

**(c) Isotopenuntersuchungen bei Nitrat und Sulfat:** Hierdurch konnte gezeigt werden, daß es sich tatsächlich um mikrobielle Umsetzungen handelt (Böttcher et al., 1990, Strebel et al., 1990).

Nach der eindeutigen Identifizierung der beiden Umsetzungsprozesse Denitrifikation im oberen und Desulfurikation im unteren Grundwasserbereich erfolgte die **Quantifizierung der Kinetik** dieser Prozesse durch Analysen des vertikalen Strömungsfeldes (Grundwasseralter) sowie von gemessenen



nen vertikalen Nitrat- und Sulfat-Konzentrationsprofilen (Böttcher et al., 1989). Die Halbwertszeiten der Denitrifikation liegen zwischen 2.1 und 1.2 Jahren (1. Ordnung). Für die Sulfatreduktion in tieferen Schichten ergaben sich Halbwertszeiten zwischen 100 und 76 Jahren; sie ist also ein Umsetzungsprozeß, der etwa 50 mal langsamer abläuft als die Denitrifikation.

*Interpretation und Prognose der Rohwasserkonzentrationen*

Aus der Analyse leiten wir folgende Schlußfolgerungen ab:

- (a) Ursache der seit Aufnahme der Wasserförderung unverändert sehr niedrigen Nitratkonzentration ist der nahezu vollständige Abbau aller Nitrateinträge durch autotrophe mikrobielle Denitrifikation im oberen Bereich des Aquifers.
- (b) Bei der Denitrifikation entsteht Sulfat, die Sulfatkonzentration spiegelt ein "verkapptes" Nitratproblem wider. Großflächige Grünlandumbrüche in zwei Perioden haben, zeitlich befristet, beträchtliche Nitrateinträge in das Grundwasser verursacht, und nach Denitrifikation im Grundwasser starke Anstiege der Sulfatkonzentration im Rohwasser. Etwa seit 1982 beginnen die Folgen dieser Grünlandumbrüche abzuklingen, die Sulfatkonzentration nimmt ab.
- (c) Die Desulfurikation im unteren Bereich des Aquifers ist ein sehr langsamer Prozeß und hat deshalb nur einen geringen Einfluß auf die Sulfatkonzentration im Rohwasser.

Die Prognose der zukünftigen Entwicklung erfolgt mittels Simulationsmodellen, die die bisherige Entwicklung zutreffend beschreiben. Die Arbeiten mit **einem zweidimensional horizontal-ebenen Stofftransportmodell** (Duijnsveld et al., 1993) belegen den Einfluß von Grünlandumbrüchen als Ursache für den stufenweisen Anstieg der Sulfatkonzentration von 80 auf über 250 mg L<sup>-1</sup> im Rohwasser von Brunnen 1. Fallstudien zeigen außerdem, daß die durch Grünlandumbruch bedingten erhöhten Sulfatkonzentrationen in Brunnen 1 bis etwa zum Jahr 2020 abgeklungen sein müßten. Solange das ins Grundwasser eingetragene Nitrat bis zum Brunnen 1 fast vollständig denitrifiziert wird, werden sich dann Nitrat- und Sulfatkonzentrationen von 1 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> bzw. 140 mg SO<sub>4</sub> L<sup>-1</sup> für Brunnen 1 einstellen (Abb. 10). Bei langfristig unverändertem Gebietswasserhaushalt und unter Annahme eines mittleren Vorrats reduzierter Schwefelverbindungen von 200 g S je m<sup>3</sup> Sediment ist ab etwa 2050-2100 bereits ein Anstieg der Nitratkonzentration im Rohwasser von Brunnen 1 zu erwarten, weil Nitrat dann nicht mehr vollständig denitrifiziert werden kann. Die NO<sub>3</sub>-Konzentration würde in etwa 500-1000 Jahren auf 60 mg L<sup>-1</sup> ansteigen, die Sulfatkonzentration gleichzeitig auf etwa 70 mg L<sup>-1</sup> zurückgehen.

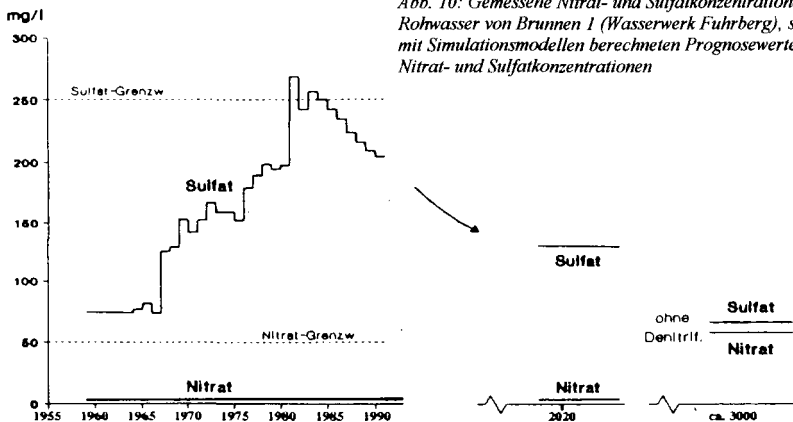


Abb. 10: Gemessene Nitrat- und Sulfatkonzentrationen im Rohwasser von Brunnen 1 (Wasserwerk Fuhrberg), sowie die mit Simulationsmodellen berechneten Prognosewerte der Nitrat- und Sulfatkonzentrationen

*Versauerung von Grundwasser unter Wald und Prognosen zum Vorrücken der Versauerungsfront*

Auch diese Untersuchungen finden im Anströmungsbereich des 'Brunnens 1' des Wasserwerkes Fuhrberg statt. Die Versauerung von Grundwasser, u.a. als Folge der Deposition von atmosphägen Säurebildnern auf/in Böden, ist eine Form der Grundwasserschädigung, die häufig noch zu wenig Beachtung findet. Mittlerweile gibt es eine Reihe von Gebieten, in denen die Versauerung des Bodens so weit fortgeschritten ist, daß eine Versauerung von Grundwasser stattfindet. Ein begleitendes Problem ist die dadurch ausgelöste Mobilisierung von Spurenmetallen. Exemplarisch wurden im Fuhrberger Feld Untersuchungen zur Quantifizierung und Modellierung des Vordringens einer Versauerungsfront im Grundwasserleiter durchgeführt (Abb. 11). Neben der Bestimmung des Aziditätseintrags aus dem Boden als Randbedingung für das Grundwassersystem (ca. 1-2 kmol, ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup>, Franken et al., 1997) wurden 176 Grundwasserproben aus 2 bis 25 m Tiefe aus Multilevel-Meßstellen im Waldgebiet 'Sprillgehege' und im Abstrom des Waldgebietes ausgewertet (Franken, 1998). Diese zeigen derzeit pH-Werte < 5 und Alkalinitäten < 0.1 meq L<sup>-1</sup> - d.h. Versauerung aus der Neubildung bis zu Tiefen von ca. 5 m u. GOK. Ferner wurden zahlreiche Bohrungen zur Beprobung des Sediments bis 25 m Tiefe durchgeführt. An 48 Proben (2 bis 25 m Tiefe) wurde die Basensättigung des Austauschers ermittelt. Werte < 80%, d.h. die Versauerungsfront, wurden in Tiefen von 5-6 m gefunden und bestätigen damit die Befunde aus der Untersuchung der Lösungsphase. Die Modellierung des reaktiven Stofftransportes entlang einer Stromlinie (von der Neubildung unter Wald bis zu einer Fließstrecke von 1500 m) wurde dann mit einer Erweiterung des Modells MINTRAN (Walter et al., 1994) durchgeführt. Werden die einzelnen Beprobungstiefen den Stromlinien eines homogenen Strömungsfeldes zugeordnet, so entspricht dies einem Vordringen der Versauerung im Grundwasserleiter von ca. 600 m Fließstrecke (vergl. Abb. 11). Im Mittel kann der gemessene Verlauf der Parameter der Versauerung (pH, Al und Alkalinität) im wesentlichen aus Kationenaustausch und Sulfatreduktion erklärt werden. Der Beitrag der Verwitterung zum gesamten Anstieg der Alkalinität ist insgesamt wohl gering. Aus der mittleren KAK wird die Geschwindigkeit des Vorrückens der Versauerung ohne Berücksichtigung anderer Neutralisationsprozesse auf ca. 2 m a<sup>-1</sup> geschätzt. Mit Hilfe des hydrogeochemischen Modells wurden Prognosen über das Vordringen der Versauerungsfront unter den gegebenen und möglichen zukünftigen Randbedingungen durchgeführt. Erste Ergebnisse für den untersuchten Aquifer ohne Berücksichtigung des Einflusses der Kationenaustauschkapazität zeigen, daß Verbleibzeiten von ca. 15 Jahren ausreichen um die eingetragene Azidität zu neutralisieren (Franken, 1998).

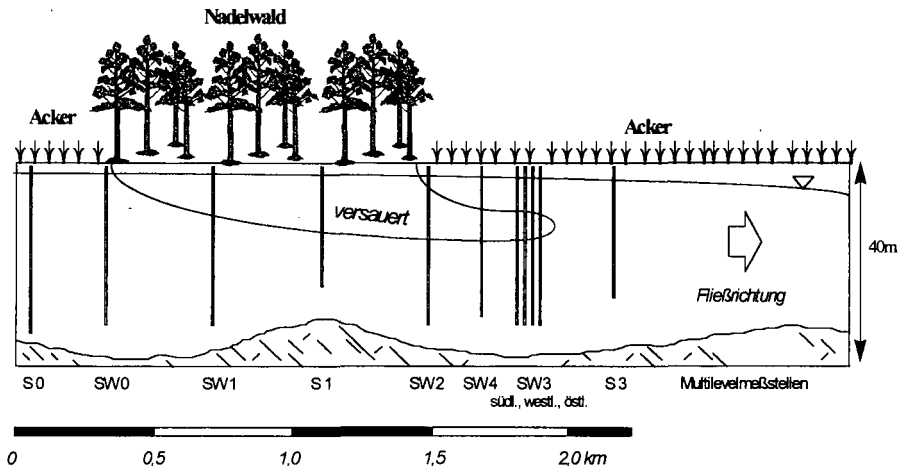


Abb. 11: Untersuchter Aquifer mit Multilevel-Meßstellen und Versauerungsfront im Forstrevier 'Sprillgehege' und angrenzende Bereiche mit Ackerntzung

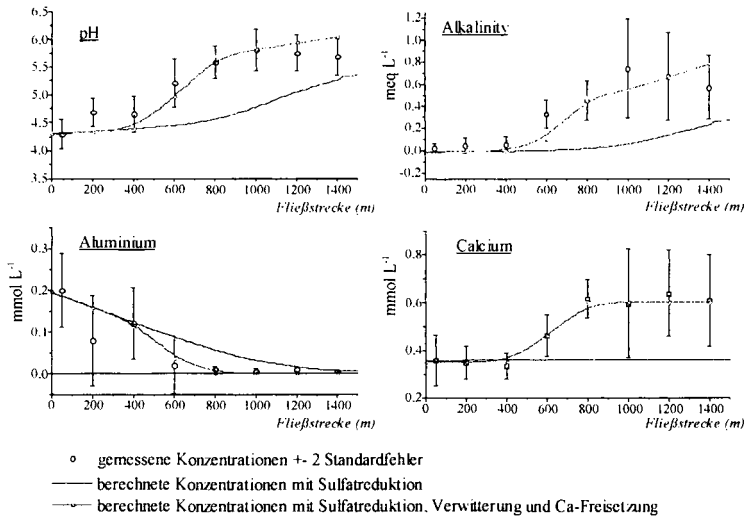


Abb. 12: Verlauf von pH, Alkalinität, Al- und Ca-Konzentrationen mit zunehmender Fließstrecke: gemessene Daten, berechnete Werte für mittlere Verwitterungs- und Sulfatreduktionsrate und berechnete Werte für mittlere Verwitterungs- und Sulfatreduktionsrate und Ca-Freisetzung (aus: Franken, 1998).

#### 4.4 Gebietsstoffhaushalt und Beziehungen zur Bodenbildung

Der Gebietsstoffhaushalt des Wassergewinnungsgebiets Fuhrberger Feld war in der Vergangenheit durch erhebliche **Veränderungen von Stoffvorräten** in den Böden und im Grundwasserleiter gekennzeichnet. In den **Böden** ist davon besonders der **Vorrat an organischer Substanz** ( $C_{org}$ ) in den A-Horizonten betroffen, der als Folge von Grundwasserabsenkungen und Nutzungsänderungen (vergl. 2.2-4) großflächig abnahm. Besonders drastisch wirkte sich seit den 60er Jahren der Umbruch der alten Dauergrünland-Standorte aus (Abb. 2). *Strebel et al. (1988)* haben ermittelt, daß durch diesen Eingriff der Vorrat an organisch gebundenem C und N in den A-Horizonten innerhalb weniger Jahre etwa halbiert wurde. Für Stickstoff bedeutete das eine Abnahme des Vorrats um etwa  $5000 \text{ kg N ha}^{-1}$  ohne signifikante Veränderung der Qualität der organischen Substanz (C/N-Verhältnis, Fraktionen des org. gebundenen N). Aufgrund von Bilanzierungen ist belegt, daß die mobilisierte N-Fracht zum größten Teil als Nitrat in das Grundwasser eingetragen wurde (*Strebel et al. 1985*). Diese immense, aber zeitlich begrenzte Grundwasserbelastung machte sich in den Folgejahren durch erheblich Qualitätsprobleme (Fe, Sulfat) bei der Trinkwassergewinnung bemerkbar. Aktuell stellt sich vor allem die Frage, wie lange der Humusabbau noch andauern wird bzw. welche Gleichgewichts-C-Gehalte sich z.B. in Ackerkrumen langfristig einstellen werden. In einem sehr großen Teil des Gebietes liegen die C-Gehalte der Ap-Horizonte noch über 3%, z.T. über 4 % während die alten, lange grundwasserfernen Ackerböden (>100 Jahre) üblicherweise um 2% C aufweisen. Hier liegen noch erhebliche Potentiale an N. Eine flächenhafte Quantifizierung wird derzeit vorgenommen. Frühere Untersuchungen hatten gezeigt, daß insbesondere auch während des Winters reichlich N freigesetzt wird (vergl. Abb. 5). Solche Nitrateinträge und ihre Folgen für die Grundwasserqualität sind in direktem Zusammenhang mit den Stoffumsetzungen und **Veränderungen von Stoffvorräten im Grundwasserleiter** zu sehen. Dort wird, wie in Kap. 4.3 beschrieben, Nitrat mikrobiell mit reduzierten Schwefelverbindungen als Elektronendonatoren reduziert ( $S_{red}$ , vgl. *Böttcher et al. 1992*). Durch diese Denitrifikation ist das geförderte Grundwasser seit Betriebsbeginn des Wasserwerks Fuhrberg in 1959 praktisch nitrat-frei. Quali-

tätsprobleme werden aber durch das gebildete Sulfat verursacht. Da  $S_{red}$  im Grundwasserleiter überwiegend Schwefel-Eisen-Verbindungen (Mono- und Disulfide) sind, wird durch die Denitrifikation nicht nur der Schwefel als Sulfat sondern auch zweiwertiges Eisen mobilisiert. Gehalte von 15 bis 20 mg  $Fe^{2+}$   $L^{-1}$  sind hier im tieferen Grundwasser normal (Strebel et al. 1993). Dies führt im Wasserwerksbetrieb nicht nur zu Verockerungsproblemen in den Brunnen, sondern macht auch eine aufwendige Enteisenung des Rohwassers notwendig.

Die geschilderten Veränderungen in Böden und Grundwasserleiter bedeuten in dem Gebiet eine weitgehend anthropogen bedingte **Abnahme von Stoffvorräten**, die sich über lange Zeiträume akkumuliert hatten. Die Elemente Kohlenstoff und Stickstoff verlassen das Gebiet als gasförmige Verbindungen ( $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $NO_x$ ) in Richtung Atmosphäre, Schwefel und Eisen werden im Grundwasser gelöst als  $SO_4^{2-}$  bzw.  $Fe^{2+}$  abtransportiert. In den A-Horizonten der Böden ist damit u.a. eine Abnahme der nFK und der Speicherung und Transformation von Nährstoffen verbunden (Strebel et al. 1988). Beides wird heute in der Landwirtschaft durch agrotechnische Maßnahmen (Beregnung, gezielte Düngung) ausgeglichen. Der Grundwasserleiter wird langfristig (vermutlich >100 Jahre) durch die Zehrung der  $S_{red}$ -Vorräte sein darauf begründetes Denitrifikationsvermögen verlieren. Der heutige **Akkumulationsraum** der gasförmigen C- und N-Verbindungen ist erst einmal die Atmosphäre, Sulfat wird vermutlich dem Wasserkreislauf folgend im Meer landen und Eisen fällt, zusammen mit anderen mobilisierten Metallen, als Wasserwerksschlamm an.

Die Befunde zum Gebietsstoffhaushalt lassen die Vermutung zu, daß zwischen dem im Gebiet früher großflächig in Niederungen anzutreffenden Raseneisenerzen (vgl. Profil 5.3) und dem Vorrat an Schwefel-Eisen-Verbindungen im Grundwasserleiter ein direkter Zusammenhang besteht. Verschiedene Autoren haben schon vor einer Reihe von Jahren darauf hingewiesen, daß das im Raseneisenerz der Niederungen akkumulierte Eisen sehr wahrscheinlich mit dem Grundwasserzuströmung angeliefert wurde (Schlichting 1965, Roeschmann 1971, Beyme 1973, Schelling und Marsmann 1973). Als Eisen-Quelle vermuten die Autoren die etwas höher gelegenen Podsole der Umgebung. Dies kann - insbesondere für die länger zurückliegende Vergangenheit - auch im Fuhrberger Feld nicht ausgeschlossen werden. Die heute in der Grundwasserneubildung des Gebiets unter den podsolierten Acker- und Waldböden angetroffenen, niedrigen Eisenkonzentrationen (<1 mg  $L^{-1}$ ) lassen es aber auch für die Vergangenheit als unwahrscheinlich erscheinen, daß große Eisenmengen aus den Böden in das Grundwasser transportiert wurden (das aus den Ae-Horizonten eluierte Eisen findet sich überwiegend in den B-Horizonten wieder). Große, durch Redoxreaktionen mobilisierbare Eisenvorräte waren (und sind) dagegen im Grundwasserleiter vorhanden und werden heute durch eingetragenes Nitrat mobilisiert. Das oberflächennahe Grundwasser ist - wie z.B. die derzeitigen Redoxpotentialmessungen im Unterboden unter Wald zeigen (vgl. Kap. 4.2) - durch gelösten Sauerstoff stark oxidierend. Auch ohne den auf Ackerflächen beschränkten Nitratreintrag ist damit historisch eine stetige Oxidation von reduzierten Schwefel-Eisen-Verbindungen im Grundwasserleiter anzunehmen, was zu mehr oder minder hohen Eisenkonzentrationen im Grundwasser geführt haben dürfte. Der Grundwasserleiter als Hauptquelle des im Raseneisenerz angereicherten Eisens ist - zumindest unter Verhältnissen wie im Fuhrberger Feld - sehr wahrscheinlich.

Beyme, B., 1973, Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen, 8, 117-125 - Böttcher, J., O. Strebel and W. Kölle, 1992, In: G. Matthess, F. Frimmel, P. Hirsch, H.D. Schulz and H.-E. Usdowski (Eds.): Progress in Hydrogeochemistry: Springer-Verlag, Berlin, S. 219-226 - Böttcher, J., S. Lauer, O. Strebel and M. Puhlmann, 1997, J. Environ. Qual., 26, 503-510 - Böttcher, J., Strebel, O., Dujnisveld, W.H.M., 1989, Geol. Jb. C51, 3-40 - Böttcher, J., Strebel, O., Voerkelius, S., Schmidt, H.-L., 1990, J. Hydrol. 114, 413-424 - Böttcher, J. and O. Strebel, 1988, Z. Pflanzenernähr. Bodenkd., 151, 197-203 - Dujnisveld, W.H.M., Strebel, O. und Böttcher, J., 1993, Texte 5/93, Umweltbundesamt, Berlin, 123 S - Franken, G., 1998, Diss. Hannover - Franken G., W. H. M. Dujnisveld, J. Böttcher, 1997, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Ges., 717-720 - Frind, E.O., Dujnisveld, W.H.M., Strebel, O., Böttcher, J., 1990, Wat. Resourc. Res. 26, 1707-1719 - Renger, M. und O. Strebel, 1980, Wasser und Boden 8, 362-366 - Renger, M. und O. Strebel, 1983, Z. Dtsch. Geol. Ges. 134: 669-678 - Renger, M., Strebel, O., Wessolek, G., Dujnisveld, W.H.M., 1986, Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 149, 371-381 - Roeschmann, G., 1971, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Ges., 13, 151-231 - Schelling, J. and B.A. Marsman, 1973, In: E. Schlichting und U. Schwertmann (Hrsg.): Pseudogley & Gley. Verlag Chemie, Weinheim, S. 159-168. Schlichting, E., 1965, Chemie der Erde, 24, 11-26 - Springob, G. and M. Mohnke, 1995, Z. Pflanzenernähr. Bodenkd., 158, 243-249 - Strebel, O., Böttcher, J., Eberle, M., Aldag, R., 1988, Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 151, 341-347 - Strebel, O., Böttcher, J., Fritz, P., 1990, J. Hydrol. 121, 155-172 - Strebel, O., Böttcher, J., Kölle, W., 1985, Z. dt. geol. Ges. 136, 533-541 - Strebel, O., Böttcher, J., 1989, Agr. Water Managm. 15, 265-278 - Strebel, O., Böttcher, J. und Dujnisveld, W.H.M., 1993, Texte 46/93, Umweltbundesamt, Berlin, 86 S

## G9 - 5.1 - Exkursionspunkt 1: Bodenprofil 'Acker S2' (Gley-Podsol)

### Standort

TK25: Blatt 3425 Wettmar  
Lage: ca. 1500 m südlich Fuhrberg (Gemeinde Großburgwedel, R: <sup>35</sup>57250, H: <sup>38</sup>24300, Höhe: 43 m ü. NN)  
Klima: Mittl. Niederschlag 680 mm/a Mittl. Jahrestemperatur 8.2 °C  
Relief: Eben  
Nutzung: Acker (Wintergetreide, Kartoffeln, Zuckerrüben, Mais)

### Profilbeschreibung

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                 |
|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | - 30       | Dunkelgrauer, humoser Mittelsand; Sandkörner gebleicht; Einzelkorngefüge; starke Durchwurzelung              |
| Bhs      | - 70       | Rostfarbenbraunefleckter Mittelsand, schwach kiesig, Einzelkorn- bis Kohärentgefüge, schwache Durchwurzelung |
| Bhs-Go   | - 90       | hellbraunefleckter Mittelsand, schwach kiesig, Einzelkorngefüge                                              |
| Go1      | - 120      | Beigegelber, rostfleckiger grobsandiger Mittelsand, mittel kiesig, Einzelkorngefüge                          |
| Go2      | - 140      | Beigegelber, rostfleckiger Mittelsand, Einzelkorngefüge                                                      |
| Go3      | > 140      | Beigegelber, rostfleckiger Mittelsand, Einzelkorngefüge                                                      |

Bodentyp: KA4: Gley-Podsol  
FAO: Gleyic Podzol  
NLFb: G-P 32, Mittlerer Gley-Podsol mit Orterde  
Ausgangsgestein: Fluviatile Sande  
Substrattyp: f-s (Fluvisand)



**G9 - 5.2 Exkursionspunkt 2 - 'Intensivmeßstelle Wald' - Gley-Podsol unter Kiefer**

**Standort**

TK25: Blatt 3425 Wettmar.  
 Lage: ca. 2000 m südlich Fuhrberg, Gemeinde Großburgwedel  
 R: <sup>25</sup>57.574 H: <sup>58</sup>23.671. Höhe: 43.5 m ü. NN  
 Klima, Hydrologie 680 mm/a, 8,2 °C. Der Grundwasserspiegel schwankt zwischen 0.8 und 1.4 m  
 Relief: Sehr schwach geneigt  
 Vegetation/Nutzung: Alter Bannwald. Heute ca. 80-jährige Kiefer mit dichtem Unterwuchs. Häufig sind im weiteren Umfeld: *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idea*, *Melampyrum pratense*, *Avenella flexuosa*, *Festuca ovina*, *F. capillata*, *Molinia caerulea*, *Dryopteris carthusiana*, *Calluna vulgaris*, *Holcus mollis* sowie Aufwuchs von Birke, Stieleiche, Vogelbeere, Kiefer.

**Profil**

| Horizont  | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L-Of-(Oh) | +10-0      | Unter der frischen Nadelstreu liegt eine meist mächtige Lage teilzersetzer Nadelstreu. Eine H-Lage ist nicht durchgängig vorhanden, an feuchten Stellen im weiteren Umkreis aber 2-3 cm mächtig. Intensive Durchwurzelung im O-Horizont                                                                                                                                                                                |
| Ahe       | -12        | Dunkel- bis hellgrauer Mittelsand, Einzelkörner, z.T. schwach kohärent, schwach lagig. Mittlere bis schwache Durchwurzelung, wenig Feinwurzeln                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Ae        | -28        | Hellgrau bis fast schmutzig-weiß, humusarm, Einzelkörner, durchgehende Hauptwurzeln, jedoch praktisch keine Feinwurzeln                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Bsh1      | -45        | Schwarzbraune, obere Anreicherungszone des Bsh-Bereiches, die sich stellenweise topfförmig nach unten fortsetzt ('Wurzeltöpfe') und z.T. als Orterde verhärtet ist. Die lockeren, humusreichen Bsh-Bereiche sind bevorzugte Wurzelräume.                                                                                                                                                                               |
| Bsh2      | -72        | Fleckige Fortsetzung der Humusanreicherung, nach unten kontinuierlich ausdünnend. Sesquioxide sind hier nicht zu sehen (dto. im Bsh1), gehen aber aus der Analytik hervor. Einzelkörner in humusarmen und Kohärenz in den humusreichen Zonen. 'Pantherfleckung'                                                                                                                                                        |
| Bsh-rGo   | -100       | Wenig charakteristischer Übergangshorizont mit Humusfärbung ("Cappuccinofarben"), aber auch schon stellenweise rostfarbigen Schlieren (reliktisch?). Meist Einzelkörner. Einzelne Wurzeln.                                                                                                                                                                                                                             |
| G(h)o     | -145       | Nach wie vor vom Mittelsand dominiert, jedoch mit höherem Kiesanteil und U-reichen Resten einer Hochflutlehm-Decke (Linsen). Die Fe-Anreicherung aus dem Grundwasser ist mengenmäßig gering und tritt fleckig-schlierig auf. Bevorzugte Fließwege des Wassers bzw. Diffusionswege und Ausfällungsorte des Fe sind die Grenzbereiche zu den U-Linsen. Färbung durch org. Substanz ist noch erkennbar. Einzelne Wurzeln. |
| G(h)r     | >145       | Grau-gelbe Einzelkörner, schwach kiesiger Sand. Auch hier farblich überlagert durch gelöste bzw. gefällte org. Substanz, die sich offenbar im gesamten Bereich der GW-Amplitude auf die Festschubstanz legt. Die Kiefern nehmen aus diesem Horizont Wasser auf (andernorts durch Grabungen und Wurzelauswaschungen belegt)                                                                                             |

Bodentyp(en): KA4: Gley-Podsol  
 FAO: Gleyic Podsol

Ausgangsgestein: Fluviale Sande, äolische Komponente nicht auszuschließen.  
 Substrattyp: f-s (Fluvisand, vermutlich zwei zeitlich getrennte Phasen)  
 Humusform: Rohhumus, mit Tendenz zur Mineralisation

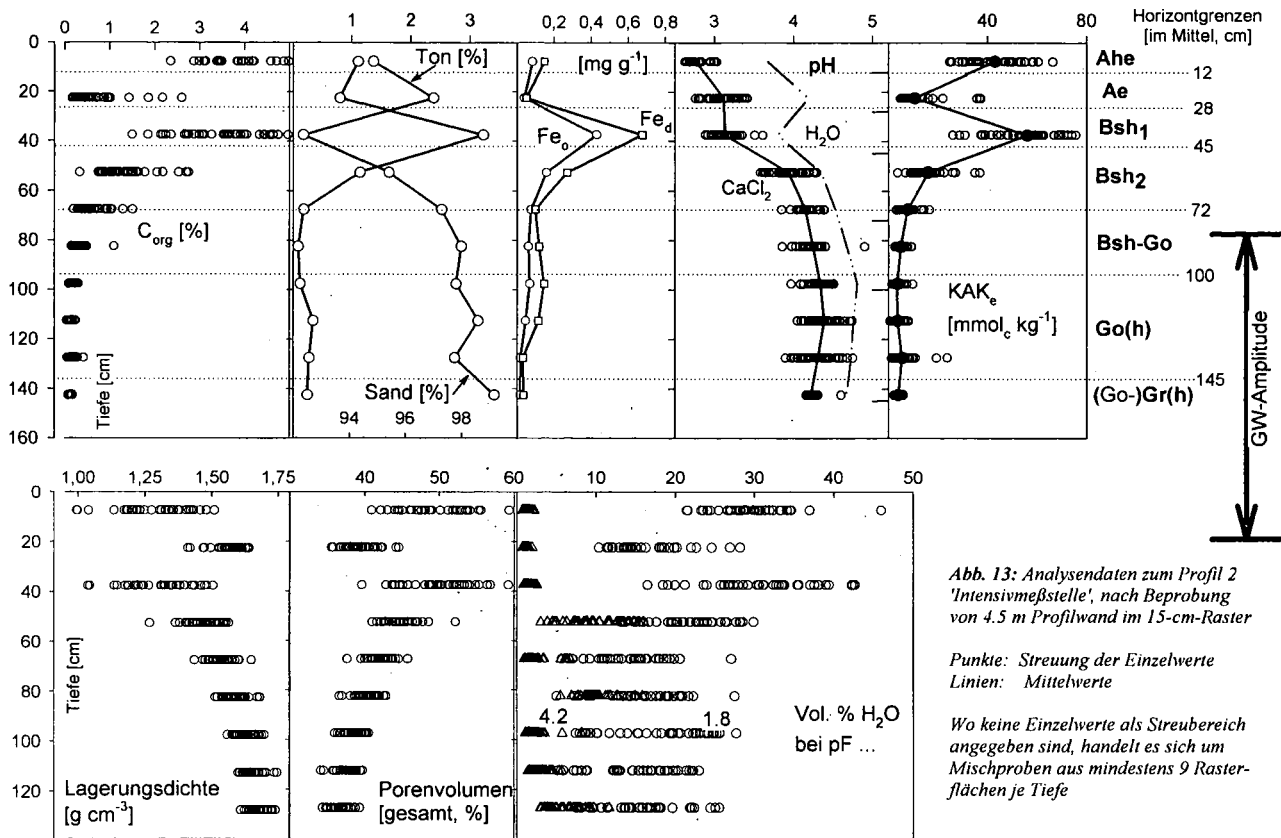


Abb. 13: Analysendaten zum Profil 2 'Intensivmessstelle', nach Beprobung von 4.5 m Profilwand im 15-cm-Raster

Punkte: Streuung der Einzelwerte  
 Linien: Mittelwerte

Wo keine Einzelwerte als Streubereich angegeben sind, handelt es sich um Mischproben aus mindestens 9 Rasterflächen je Tiefe



### G9 - 5.3 - Exkursionspunkt 6 - Brauneisen('Raseneisen')-Gley nahe der Wietze

#### Standort

- TK25: Blatt 3425 Wettmar.  
Lage: ca. 3300 m nordwestlich Fuhrberg, Gemeinde Großburgwedel  
R: <sup>55</sup>55.285 H: <sup>29</sup>29.081. Höhe: 35.5 m ü. NN, in der Nähe der Wietze  
Klima 680 mm/a, 8.2 °C.  
Hydrologie Der Grundwasserspiegel liegt heute zwischen 0.6 und 1.2 m, nachdem die Wietze zwischen 1939 und 1951 vertieft wurde. Ursprünglicher GW-Stand im Mittel ca. 0.5 m bei häufigen Überflutungen  
Relief: Annähernd eben. In der Fläche sind einzelne erhabene, ehemalige Uferwälle oder Dünen erkennbar. Darin finden sich Reste von Holzkohle und Schlacken der ehemaligen Raseneisenschmelzen.  
Nutzung: Der heutige Ackerschlag wurde in Teilstücken zwischen 1954 bis 1970 umgebrochen und zusammengelegt. Das Profil liegt in einem Bereich, der ca. 1965 in Acker überführt wurde. Davor: sehr altes Grünland.

#### Profil

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap       | 28         | Durch Fe-Anreicherung braun gefärbtes, humusreiches, zwar stark sandiges jedoch durchaus bindiges Material. Reichlich Fe-Konkretionen, z.T. faustgroß                                                                                                |
| fAp      | 35         | Wie Ap, jedoch wesentlich dichter gelagert. Vermutlich Relikt der Versuche, die Raseneisenstein-Lage zu beseitigen.                                                                                                                                  |
| rGkso    | 47         | Anreicherung von Raseneisen als Konkretionen. Durch Tieflockerung gestört. Lockere Lagerung, durchlässig. Bankige Ausprägung des Raseneisens lag auch ca. 20 m entfernt im südlich angrenzenden Wald vor, ist dort aber durch Tiefpflügen gebrochen. |
| rGo(r)   | 85         | Unterer Bereich des ehemaligen bzw. oberer Bereich des rezenten Go. Schwach kohärent durch Fe-Schlieren. Auffällig humusarm- und tonarm in Vergleich zu den darüber liegenden Horizonten.                                                            |
| Gor      | 110        | Übergangsbereich, Einzelkorngefüge. Mit Ausnahme der zahlreich vorhandenen, fossilen Erlenwurzeln fast humusfrei. Einzelkörner.                                                                                                                      |
| Gr       | >110       | Keine Oxidfarben, Einzelkörner, fossile Erlenwurzeln                                                                                                                                                                                                 |

Bodentyp(en) KA4: Brauneisengley, reliktsch ('Raseneisengley')  
FAO: Eutric Gleysol (partly with petroferic phase)

Ausgangsgestein: Hochflutlehm/fluviatile Sande,  
Substrattyp: f-l/f-s (Fluvisand)

Anmerkungen: Die Raseneisenstein-Erze der Wietze Niederung wurden in größerem Maßstab verhüttet (oft >30% Fe) und später, sofern noch vorhanden, durch Tieflockerung größtenteils gebrochen. Dies gilt auch für das vorgestellte Profil. Auf dem Acker finden sich mehrere ehemalige Verhüttungsstellen. Im angrenzenden Wald kann z.B. auch das Ergebnis einer Tiefpflug-Maßnahme besichtigt werden. Die Nutzung des Materials als Baustein war ebenfalls weit verbreitet. Viele Kirchen und andere historische Bauten sind damit ausgefacht. Heute sind bankige Vorkommen des Raseneisensteins daher selten. Die Bodenentwicklung war an ganzjährig hoch anstehendes Grundwasser gebunden. Die Untergrenze des rGkso gibt in etwa den ursprünglichen mittleren Grundwasserstand an. Das von *Roeschmann*, 1971, DBG-Mittlgn. 13, 224ff, beschriebene Profil liegt nur etwa 600 m entfernt und hat ähnliche Eigenschaften.

G9 - 5.3 - Exkursionspunkt 6 - Brauneisen('Raseneisen')-Gley nahe der Wietze

Physikalische und chemische Analysendaten

| Horizont | Tiefe |    | Kies |      |      |      |     |     |      |      | Textur (% der humusfreien Feinerde) |        |        |      |        | Vol.%Wasser |  |  |  | d <sub>B</sub><br>g cm <sup>-3</sup> |
|----------|-------|----|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-------------------------------------|--------|--------|------|--------|-------------|--|--|--|--------------------------------------|
|          | cm    | %  | gS   | mS   | fS   | U    | mU  | fU  | ΣS   | ΣU   | Ton                                 | pF 1.8 | pF 4.2 | nFK  |        |             |  |  |  |                                      |
| <i>l</i> | 2     | 3  | 4    | 5    | 6    | 8    | 9   | 10  |      |      | 12                                  | 15     | 18     | 19   | 13     |             |  |  |  |                                      |
| Ap       | 28    | 14 | 5.5  | 55.5 | 16.0 | 4.3  | 3.7 | 3.5 | 77.0 | 11.5 | 11.5                                | 28     | 10     | 18   | 1.48   |             |  |  |  |                                      |
| fAp      | 35    | 13 | 7.5  | 53.9 | 15.4 | 5.8  | 3.5 | 3.3 | 76.8 | 12.6 | 10.6                                | 30     | 11     | 19   | 1.58   |             |  |  |  |                                      |
| rGkso    | 47    | 45 | 12.7 | 35.8 | 20.6 | 13.9 | 5.4 | 2.5 | 69.1 | 21.8 | 9.1                                 | n.b.   | n.b.   | n.b. | (1.27) |             |  |  |  |                                      |
| rGgo(r)  | 85    | 3  | 8.1  | 77.7 | 11.3 | 1.1  | 0.3 | 0.3 | 97.1 | 1.7  | 1.2                                 | 9      | 3      | 6    | 1.55   |             |  |  |  |                                      |
| Gor      | 110   | 2  | 2.2  | 85.1 | 10.4 | 0.5  | 0.2 | 0.3 | 97.7 | 1.0  | 1.3                                 | 10     | 4      | 6    | 1.57   |             |  |  |  |                                      |
| Gr       | >110  | 2  |      |      |      |      |     |     |      |      |                                     |        |        |      |        |             |  |  |  |                                      |

| Horizont | pH                 | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>tot</sub> |
|----------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
|          | (H <sub>2</sub> O) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | mg/g           |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/g              |
| <i>l</i> | 21                 | 22                   | 23                | 24               | 25             | 26  | 27              | 28              | 29                               |                   |
| Ap       | 5.37               | 5.02                 | -                 | 2.56             | 1.12           | 22  | 56.5            | 13.5            | 0.24                             | 60.6              |
| fAp      | 5.34               | 4.89                 | -                 | 2.47             | 1.22           | 20  | 56.1            | 12.5            | 0.22                             | 85.2              |
| rGkso    | 4.83               | 4.25                 | -                 | 1.06             | 0.43           | 25  | 109*            | 16.0*           | 0.15*                            | 209*              |
| rGgo(r)  | 4.31               | 3.87                 | -                 | 0.15             | 0.08           | 18  | 0.9             | 0.4             | 0.44                             | 2.4               |
| Gor      | 4.21               | 3.80                 | -                 | 0.11             | 0.06           | 15  | 0.7             | 0.3             | 0.43                             | 2.3               |

\*Nach Teilerkleinerung im Feinboden bestimmt. Harte Konkretionen: >30% Fe

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | KAK <sub>eff</sub> | Austauschbare Kationen in mmol <sub>c</sub> /kg |      |      |      |      |
|----------|-----------------------|--------------------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|
|          | mmol <sub>c</sub> /kg |                    | H+Al                                            | Ca   | Mg   | K    | Na   |
| <i>l</i> |                       | 34                 | 35                                              | 37   | 38   | 39   | 40   |
| Ap       | 157                   | 84.3               | 1.6                                             | 74.0 | 4.7  | 2.1  | 0.5  |
| fAp      | 144                   | 77.1               | 1.8                                             | 64.0 | 3.8  | 1.4  | 0.2  |
| rGkso    | n.b.                  | 44.2               | 7.7                                             | 13.0 | 3.0  | 1.2  | 0.2  |
| rGgo(r)  | 15                    | 7.9                | 3.4                                             | 3.6  | 1.0  | 0.5  | 0.1  |
| Gor      | n.b.                  | 7.3                | n.b.                                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |



Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung durch die forstliche Standortskartierung für Waldnutzung und -umbau  
Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg

## II. Beschreibung des Exkursionsgebietes

### Geologie und Böden

Das Exkursionsgebiet liegt ca. 20 km nördlich von Hannover und 15 km westlich von Celle im pleistozän geprägten Niedersächsischen Flachland. Geologisch-geomorphologisch handelt es sich um ein saalezeitliches Altmoränengebiet, das überwiegend drenthestadial überformt ist.

Klimatisch ist der Bereich nach den Angaben des Klimaatlas Niedersachsen in den „Weserkreis, Unterkreis Kalenberg“ einzuordnen. Die Exkursionsprofile befinden sich im forstlichen Wuchsgebiet „Ostniedersächsisches Tiefland“ und im forstlichen Wuchsbezirk „Südheide“. Dieser Bereich unterscheidet sich von den weiter westlich gelegenen Gebieten in Niedersachsen durch seine abgeschwächte Atlantizität.

Die im Revier „Hirschgrund“ des Niedersächsischen Forstamtes Fuhrberg gelegenen Exkursionspunkte (Abteilungen 296, 297 und 301) gehören noch zur ca. 20 km breiten Urstromebene der Aller/Wietze. Die Aller fließt heute im Nordosten in ca. 12 bis 15 km Entfernung. Die Böden werden in diesem Niederungsbereich überwiegend durch glazifluviale und fluviatile Sande gebildet. Holozäne Überprägungen und Flugsanddecken finden sich fast flächig, Anmoor- und Torfdecken sind nicht selten. Bodentypologisch herrschen im grundwasserfernen Bereich Podsole vor. Bei höher anstehendem Grundwasser haben sich Gley - Podsole bzw. Podsol-Gleye gebildet. Die Nährstoffversorgung der Waldbestände ist durch die geologische Ausgangslage der unverlehnten und silikatarmen, meist mehrfach umgelagerten Substrate im allgemeinen schwach. Die Grundwassernähe spielt eine wichtige Rolle für das Wachstum der Bestände. Einerseits gewährleistet das Grundwasser ein ständiges Wasserangebot im wurzelerreichbaren Raum, wodurch die Wasserversorgung der z. T. auf sehr durchlässigen Substraten stehenden Bestände auch in Trockenzeiten gesichert ist. Andererseits bedeutet der Grundwasseranschluß eine in diesem Gebiet zwar meist schwache, jedoch ständig verfügbare Nährstoffquelle durch die im Wasser gelösten Mineralien.

Das im Revier Kienmoor gelegene Profil (Abteilung 232) befindet sich als einziges außerhalb des Wietze/Allerbereiches (Burgdorf-Peiner Geestplatten). Diese Böden sind durch die Geschiebedecksand- und -lehmprägung silikatreicher und stellen für Waldbestände eine bessere Wachstumsgrundlage dar. Die Bodenbildungsprozesse haben hier überwiegend zu Braunerden mit mehr oder weniger starken Podsoligkeiten oder auch Podsolierungen geführt. Die Grundwassererreichbarkeit spielt für die Waldnutzung hier ebenfalls eine wichtige Rolle.

Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung durch die forstliche Standortskartierung für Waldnutzung und -umbau  
Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg

### **Klima**

Die mittlere **Jahrestemperatur** beträgt  $8,4^{\circ}\text{C}$ , die mittleren **Jahresniederschläge** werden mit im Durchschnitt 600 bis 680 mm gemessen. In der Hauptvegetationszeit (Mai bis September) fallen ca. 300 mm. Die Durchschnittstemperatur in der Vegetationszeit beträgt ca.  $15^{\circ}\text{C}$ , während der Temperaturunterschied zwischen den Mitteltemperaturen der Monate Januar und Juli bei ca.  $16,5^{\circ}\text{C}$  liegt.

### **Waldgeschichte**

Aus der **Waldgeschichte** ist bekannt, daß die Waldböden um Fuhrberg z. T. mehrfach anthropogen beeinflusst wurden. Zumindest Oberbodenstörungen sind auf fast allen Flächen zu erwarten. Die ursprünglich potentiell natürlichen Drahtschmielen - Buchenwälder waren im 17. Jahrhundert bereits stark reduziert, u. a. durch erhebliche Ausbeutung von Raseneisenerz. Waldfreie oder zumindest verlichtete Flächen waren weit verbreitet. Die Sukzessionsbaumarten Erle, Eiche und Birke hatten in der Mischung mit Kiefer in meist lichten Waldbeständen zwischenzeitlich große Areale erobert. In Gemengelage mit dem Wald lagen große, bereits verödete Heideflächen. Neben einer starken Beeinflussung der Wälder und Heideflächen durch die verbreitete Plaggenutzung wurde schon damals das oberflächennah anstehende Grundwasser in großen Mengen abgeleitet.

1843 wurde das erste Betriebswerk für die Waldungen erstellt. Es wurde festgelegt, daß vermehrt Eichen gepflanzt werden sollten. Die Kiefer sollte durch Saat nach vorangegangener Bodenbearbeitung in Form von Rabatten, Übererdungen von Streifen sowie auf erhöhten Saatplätzen verjüngt werden. In neuerer Zeit wurden zahlreiche Waldflächen nach Kahlschlag tiefgepflügt und gedüngt um die geschichtlich bedingten Devastationsschäden zu kompensieren. Auf vielen Flächen ist durch diese weitreichenden Bodenstörungen eine eindeutige Einschätzung der natürlichen Bodenentwicklung deutlich erschwert.

### **III. Wassernutzung im Fuhrberger Feld**

Im Bereich Fuhrberg findet in großem Maße eine Grundwassernutzung zur Trinkwassergewinnung für die Stadt Hannover statt. Das Fördergebiet „Fuhrberger Feld“ liegt zu großen Teilen in dem zur Wietze-Allerniederung gehörenden Zuständigkeitsbereich des Forstamtes Fuhrberg. Die grundwasserführenden Schichten bestehen aus quartären, karbonatfreien Sanden und sandigen Kiesen mit einer Mächtigkeit von ca. 20 bis 40 m. Aus diesem Aquifer fördert das Wasserwerk Fuhrberg seit 1959 jährlich ca. 18 Mill. m<sup>3</sup> Wasser, mit

Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung durch die forstliche Standortskartierung für Waldnutzung und -umbau  
Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg

intensiver Förderung mit geringeren Mengen wurde bereits in den 30er Jahren begonnen. Die Wassergewinnung hat eindeutig nachweisbare negative Einflüsse auf das Waldwachstum. Die Absenkung des Grundwasserspiegels führt auf den schwach mit Nährstoffen ausgestatteten Böden zu Ertragsrückgängen.

Das ist i. w. darauf zurückzuführen, dass die Wasserentnahme ohne Beweissicherungsverfahren und entsprechend ohne Rücksichtnahme auf landschaftsökologische Belange sehr rauh und abrupt erfolgte. Die hohen Entnahmemengen führten für viele Bestockungen zum schnellen und totalen Trockenfallen in der Hauptwurzelzone, so dass mittelalte und ältere Bestände von Kiefer, Eiche und Erle sich an das plötzlich geänderte Wasserregime nicht anpassen konnten, labilisiert wurden und z. T. sogar flächig abstarben (Erlen).

Selbst in den Randbereichen der Absenkungstrichter, die sich um die Brunnengalerien ausgebildet haben, ist der Wasserhaushalt für Waldökosysteme insofern wesentlich verschlechtert, als sich die jährlichen Schwankungsamplituden aufgrund ungleichmäßiger Entnahmemengen unnatürlich erweitert haben: Quasi - Überflutungen des Hauptwurzelbereichs wechseln sich kurzfristig mit völligem Trockenfallen ab. Bekanntlich sind es solche abrupten Wechsel in der Wasserversorgung, die kontinuierliche Entwicklung von Waldökosystemen am wenigsten angemessen sind. Nicht zuletzt der Erörterung der sich aus diesen Tatbeständen ergebenden Probleme bei Behandlung und Umbau von Wäldern auf standörtlicher Grundlage soll diese Halbtagesexkursion dienen.

III: Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung im Hinblick auf forstliche Standortkartierung und Nutzung

**Profil Fuhrberg 1; Abt. 296, Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg 35.2+.5.6 t F1:**

**IV. Profilbeschreibungen**

Ort:  
 Top. Karte:  
 Landschaft: Nordwestdeutsches Flachland  
 Höhe:  
 Relief: ebene Lage  
 Vegetation: Drahtschmielen - Buchenwald  
 Nutzung: Kiefernforst  
 Mittlere Jahrestemperatur:  
 Mittlerer Jahresniederschlag:  
 Gestein: holozäner Wasserabsatz / Talsand  
 Profilbeschreibung: reliktyischer Gley-  
 Podsol m. rohhumusartigem Moder,

**Ökologische Standortseinschätzung:  
 Schlüsselziffer: 35.2+.5.6 t F1**

**Wasserhaushalt:** schwach bis sehr schwach  
 grundwasserbeeinflußter, frischer Standort mit  
 mittlerem Grundwasserstand in der Vegetationszeit  
 um 28 dm u. GOF (t-Variante)  
**Nährstoffversorgung:** schwach versorgt, Tendenz zu  
 mäßig  
**Substrat:** holozäne Wasserabsätze, schluffige  
 Feinsande  
**Lagerung:** mit Sandunterlagerung mit z. T. schluffigen  
 Einlagerungen / Wechsellagen  
 mit Flugsandüberwehung bis zu 50 cm

| Horizont   | Tiefe<br>(cm) | Beschreibung                                                                                                                                                     |
|------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L          | + 8           | Nadelstreu. locker                                                                                                                                               |
| Of         | + 6           | Nadelstreu. mittel durchwurzelt. locker                                                                                                                          |
| Oh         | + 1.5         | amorphe organische Substanz. stark bis sehr stark durchwurzelt.<br>mäßig locker                                                                                  |
| Aeh        | 0-11          | dunkel grau (10YR3/1), feinsandiger Mittelsand (mSfs), Einzelkorn-<br>Gefüge, Ld 1, mittel humos. stark durchwurzelt                                             |
| Ahc        | 11-17         | braun (7.5 YR5/3), feinsandiger Mittelsand (mSfs), Einzelkorn-<br>Gefüge, Ld 1, sehr schwach humos. stark durchwurzelt                                           |
| II Ach     | 17-21         | braun. (7.5 YR4/3), feinsandiger Mittelsand (mSfs), Einzelkorn-<br>Gefüge, Ld 1, schwach humos. stark durchwurzelt                                               |
| II Bhs     | 21-45         | dunkel braun (7.5 YR3/3), feinsandiger Mittelsand (mSfs), Kitt-<br>Gefüge, Ld 3, schwach humos. mittel durchwurzelt                                              |
| II rGo Bs  | 45-62         | hell gelblich braun (10YR6/4), feinsandiger Mittelsand (mSfs),<br>Einzelkorn - Gefüge, Ld 3, sehr schwach humos. mittel durchwurzelt.<br>Übergang schwach wellig |
| II Bsh rGo | 62-120        | blaß braun (10YR7/3), mittelsandiger Feinsand (fSms), Einzelkorn.<br>Ld 1. schwach durchwurzelt                                                                  |
| II rGo     | 120-260       | hell gelblich braun (10YR6/4), mittelsandiger Feinsand (fSms).<br>Einzelkorn. Ld 1. sehr schwach durchwurzelt                                                    |
| II Go      | 260+          | mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn, Ld 1. sehr schwach<br>durchwurzelt                                                                                   |

**Humus**

Nährstoffvorräte Streuauflage (kg/ha)

| Ca  | Mg | K  | P  | N    |
|-----|----|----|----|------|
| 256 | 42 | 87 | 67 | 1674 |

Streuauflage gesamt: **93 t / ha**

**Humus**

**Grundwassersituation**

Kapillarsaum(Obergrenze): 26 dm  
 freies Wasser :  
 mittl. Hochstand : 28 dm  
 mittl. Tiefstand : dm  
 mittl. Stand (Veg. zeit) : 30 dm  
 Grundwasserstufe : äußerst tief (GWS 6)

| Horizont | Tiefe<br>cm | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | pH<br>(KCl) | C <sub>org</sub><br>% | N <sub>t</sub><br>mg/g | C / P | C / N | P <sub>t</sub><br>mg/100 g | Austauschbare Kationen (mg/kg) |      |      |      |     |      |     |     |
|----------|-------------|--------------------------|-------------|-----------------------|------------------------|-------|-------|----------------------------|--------------------------------|------|------|------|-----|------|-----|-----|
|          |             |                          |             |                       |                        |       |       |                            | H                              | Fe   | Al   | Ca   | Mg  | K    | Na  | Mn  |
|          |             | 3                        | 4           | 5                     | 6                      |       | 7     | 8                          | 10                             | 11   | 12   | 13   | 14  | 15   | 16  | 17  |
| L        | +8          | 4,62                     | 3,83        | 51,68                 | 1880                   | 571   | 27    | 90                         |                                | 994  | 881  | 4883 | 823 | 2451 | 158 | 196 |
| Of       | +6          | 3,75                     | 2,80        | 50,92                 | 1910                   | 703   | 27    | 72                         |                                | 2595 | 1631 | 2497 | 399 | 664  | 127 | 14  |
| Oh       | +1.5        | 3,50                     | 2,63        | 34,94                 | 1260                   | 665   | 28    | 53                         |                                | 2512 | 2512 | 1754 | 333 | 592  | 90  | 10  |

HI: Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung im Hinblick auf forstliche Standortskartierung und Nutzung

**Profil Fuhrberg I; Abt. 296, Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg 35.2+5.6 t F1;**

**Mineralboden**

| Horizont   | Tiefe<br>cm | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |    |    |    |    |      | kf  |      |
|------------|-------------|---------|-------------------------------------|----|----|----|----|------|-----|------|
|            |             |         | %                                   | gS | mS | fS | SS | Silt | Ton | cm/s |
| 1          | 2           | 3       | 4                                   | 5  | 6  | 7  | 8  | 9    | 10  | 11   |
| Aeh        | 0-11        | 0       |                                     |    |    | 90 | 6  | 4    |     |      |
| Ahe        | 11-17       | 0       |                                     |    |    | 90 | 6  | 4    |     |      |
| II Ach     | 17-21       | 0       |                                     |    |    | 90 | 6  | 4    |     |      |
| II Bhs     | 21-45       | 0       |                                     |    |    | 90 | 6  | 4    |     |      |
| II rGo Bs  | 45-62       | 0       |                                     |    |    | 90 | 6  | 4    |     |      |
| II Bsh rGo | 62-120      | 0       |                                     |    |    | 90 | 6  | 4    |     |      |
| II rGo     | 120-260     | 0       |                                     |    |    | 90 | 6  | 4    |     |      |
| II Go      | 260+        | 0       |                                     |    |    | 90 | 6  | 4    |     |      |

| Proben-<br>tiefe | Horizont   | Dichte              | Porenvol. | Vol.-% Wasser |     |     | pF  | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Al <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | Mn <sub>o</sub> |
|------------------|------------|---------------------|-----------|---------------|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
|                  |            | g / cm <sup>3</sup> | %         | 0,6           | 1,8 | 2,5 | 4,2 | mg/g            | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/g            |
| (cm)             |            | 12                  | 13        | 14            | 15  | 16  | 17  | 18              | 19              | 20              | 21                               | 22              |
| 0-11             | Aeh        | 1,26                | 51        |               |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 11-17            | Ahe        | 1,34                | 49        |               |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 17-21            | II Ach     | 1,34                | 49        |               |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 21-45            | II Bhs     | 1,73                | 34        |               |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 45-62            | II rGo Bs  | 1,35                | 49        |               |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 62-120           | II Bsh rGo | 1,35                | 49        |               |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 120-260          | II rGo     | 1,35                | 49        |               |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 260+             | II Go      | 1,35                | 49        |               |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |

| Proben-<br>tiefe | Horizont   | pH                 | pH    | pH                   | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C / N | P <sub>t</sub> | K <sub>(Al)</sub> |
|------------------|------------|--------------------|-------|----------------------|------------------|----------------|-------|----------------|-------------------|
|                  |            | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                | mg/100g        |       | mg/100g        | mg/kg             |
| cm               | I          | 23                 | 24    | 25                   | 26               | 27             | 28    | 29             | 30                |
| 0-11             | Aeh        | 4,03               | 2,98  |                      | 2,56             | 82             | 31    | 8              |                   |
| 11-17            | Ahe        | 4,12               | 3,22  |                      | 0,60             | 3              | 240   | 3              |                   |
| 17-21            | II Ach     | 3,98               | 3,30  |                      | 0,94             | 30             | 31    | 10             |                   |
| 21-45            | II Bhs     | 4,60               | 4,15  |                      | 0,68             | 3              | 273   | 20             |                   |
| 45-62            | II rGo Bs  | 4,65               | 4,50  |                      | 0,17             | 3              | 68    | 3              |                   |
| 62-120           | II Bsh rGo | 5,60               | 4,71  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 4              |                   |
| 120-260          | II rGo     | 4,76               | 4,34  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 5              |                   |
| 260+             | II Go      | 4,60               | 4,23  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 10             |                   |

| Proben-<br>tiefe | Horizont   | KAKeff<br>mmol/kg | Sättigungsgrad (Prozentuale<br>Kationenbelegung, Ake = 100%) |     |      |      |     |     |     | BS<br>KB* |
|------------------|------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----------|
|                  |            |                   | H                                                            | Fe  | Al   | Ca   | Mg  | K   | Na  |           |
| cm               | I          | 31                | 32                                                           | 33  | 34   | 35   | 36  | 37  | 38  | 39        |
| 0-11             | Aeh        | 36                | 43,3                                                         | 1,4 | 49,0 | 3,1  | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 6,3       |
| 11-17            | Ahe        | 18                | 34,6                                                         | 1,5 | 57,3 | 3,4  | 0,9 | 0,7 | 1,6 | 6,6       |
| 17-21            | II Ach     | 33                | 22,6                                                         | 2,9 | 70,6 | 1,7  | 0,5 | 0,6 | 1,1 | 4,0       |
| 21-45            | II Bhs     | 19                |                                                              | 0,9 | 94,6 | 2,7  | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 4,5       |
| 45-62            | II rGo Bs  | 6                 |                                                              | 0,2 | 81,5 | 14,4 | 1,3 | 0,9 | 1,6 | 18,3      |
| 62-120           | II Bsh rGo | 5                 |                                                              | 0,2 | 78,1 | 15,0 | 2,6 | 0,7 | 3,4 | 21,6      |
| 120-260          | II rGo     | 6                 |                                                              | 0,2 | 90,2 | 4,9  | 1,1 | 1,1 | 2,5 | 9,6       |
| 260+             | II Go      | 10                |                                                              | 0,6 | 91,9 | 3,9  | 1,0 | 1,4 | 1,3 | 7,5       |

\* Basensättigung Kationbasen



III: Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung im Hinblick auf forstliche Standortskartierung und Nutzung

**Profil Fuhrberg 2; Abt. 297, Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg 35.3-...5.6 t b**

Ort: Revier Hirschgrund

Top. Karte:

Landschaft: Nordwestdeutsches Flachland

Höhe:

Relief: ebene Lage

Vegetation: Drahtschmielen - Buchenwald

Nutzung: Fichtenforst

Mittlere Jahrestemperatur:

Mittlerer Jahresniederschlag:

Gestein: holozäner Wasserabsatz / Talsand

Profilbeschreibung: Gley-Rigosol

Humusform: rohhumusartiger Moder,

**Ökologische Standortseinschätzung:**

**Schlüsselziffer: 35.3-5.6 t b**

**Wasserhaushalt:** schwach bis sehr schwach grundwasserbeeinflußter, frischer Standort mit mittlerem Grundwasserstand in der Vegetationszeit um 28 dm u. GOF (t-Variante)

**Nährstoffversorgung:** mäßig versorgt, Tendenz zu schwach

**Substrat:** holozäne Wasserabsätze, schluffige Feinsande

**Lagerung:** mit Sandunterlagerung mit z. T. schluffigen Einlagerungen / Wechsellagen, der Oberboden ist durch einen Tiefumbruch wesentlich verändert (b - Variante)

**Horizont Tiefe Beschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                 |
|----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L        | + 7        | Nadelstreu. locker                                                                                                                           |
| Of       | + 6        | Nadelstreu. mittel durchwurzelt. locker                                                                                                      |
| Oh       | + 1        | amorphe organische Substanz. stark bis sehr stark durchwurzelt. mäßig locker                                                                 |
| R1       | 0-6        | schwarz bis dunkelgrau (10YR2/1 - 4/1). mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn. Ld 1. mittel humos. stark durchwurzelt                   |
| R2       | 6-42       | dunkel gelblich braun bis hell grau (10YR3/6 - 7/2). schwach schluffiger Sand (Su2). Einzelkorn. Ld 1. mittel humos. sehr stark durchwurzelt |
| Bs       | 42-67      | bläßbraun. (10YR6/3). mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn-bis Kohärengefüge. Ld 3. stark humos. sehr schwach durchwurzelt             |
| rGo      | 67-100     | hell grau (10YR7/2). mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn-Gefüge. Ld 3. sehr schwach humos. sehr schwach durchwurzelt                  |
| rGr      | 100-185    | mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn - Gefüge. Ld 2, sehr schwach humos. schwach durchwurzelt                                          |
| Go       | 185+       | mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn - Gefüge. Ld 2, sehr schwach humos. schwach durchwurzelt                                          |

**Humus**

Nährstoffvorräte Streuauflage (kg/ha)

| Ca  | Mg | K  | P  | N   |
|-----|----|----|----|-----|
| 197 | 26 | 43 | 38 | 832 |

Streuauflage gesamt: **45 t / ha**

**Grundwassersituation**

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| Kapillarsaum(Obergrenze): | dm      |
| freies Wasser             | :       |
| mittl. Hochstand          | : 18 dm |
| mittl. Tiefstand          | : 27 dm |
| mittl. Stand (Veg. zeit)  | : dm    |
| Grundwasserstufe          | :       |

**Humus**

| Horizont | Tiefe cm | pH                 | pH    | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C/P      | C/N | P <sub>t</sub> | Austauschbare Kationen (mg/kg) |      |      |      |     |      |    |     |
|----------|----------|--------------------|-------|------------------|----------------|----------|-----|----------------|--------------------------------|------|------|------|-----|------|----|-----|
|          |          | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) | %                | mg/g           | mg/100 g | H   | Fe             | Al                             | Ca   | Mg   | K    | Na  | Mn   |    |     |
|          |          | 3                  | 4     | 5                | 6              |          | 7   | 8              | 10                             | 11   | 12   | 13   | 14  | 15   | 16 | 17  |
| L        | +7       | 4,76               | 4,02  | 49,43            | 2050           | 413      | 24  | 120            |                                | 3705 | 991  | 7606 | 771 | 2053 | 81 | 230 |
| Of       | +6       | 3,95               | 3,07  | 45,75            | 1920           | 548      | 24  | 83             |                                | 4690 | 1797 | 3993 | 550 | 787  | 85 | 51  |
| Oh       | +1       | 3,77               | 2,87  | 35,80            | 1470           | 548      | 24  | 65             |                                | 4491 | 2273 | 3398 | 480 | 695  | 93 | 31  |

H1: Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung im Hinblick auf forstliche Standortskartierung und Nutzung  
**Profil Fuhrberg 2; Abt. 297, Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg 35.3-...5.6 t b**

**Mineralboden**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |    |    |    |      |     | kf   | kf   |
|----------|-------------|---------|-------------------------------------|----|----|----|------|-----|------|------|
|          |             | %       | gS                                  | mS | fS | SS | Silt | Ton | cm/s | cm/d |
| 1        | 2           | 3       | 4                                   | 5  | 6  | 7  | 8    | 9   | 10   | 11   |
| R1       | 0-6         | 0       |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| R2       | 6-42        | 0       |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| Bs       | 42-67       | 0       |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| rGo      | 67-100      | 0       |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| rGr      | 100-185     | 0       |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| Go       | 185+        | 0       |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |

| Proben-<br>tiefe | Horizont | Dichte            | Porenvol | Vol.-% Wasser |     |     |     | pF   | Fe92 <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Al <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | Mn <sub>o</sub> |
|------------------|----------|-------------------|----------|---------------|-----|-----|-----|------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
|                  |          | g/cm <sup>3</sup> | %        | 0,6           | 1,8 | 2,5 | 4,2 | mg/g | mg/g              | mg/g            |                 | mg/g                             |                 |
| (cm)             |          | 12                | 13       | 14            | 15  | 16  | 17  | 18   | 19                | 20              | 21              | 22                               |                 |
| R1               | 0-6      | 1,01              | 59       |               |     |     |     |      |                   |                 |                 |                                  |                 |
| R2               | 6-42     | 1,22              | 52       |               |     |     |     |      |                   |                 |                 |                                  |                 |
| Bs               | 42-67    | 1,59              | 40       |               |     |     |     |      |                   |                 |                 |                                  |                 |
| rGo              | 67-100   | 1,59              | 40       |               |     |     |     |      |                   |                 |                 |                                  |                 |
| rGr              | 100-185  | 1,51              | 43       |               |     |     |     |      |                   |                 |                 |                                  |                 |
| Go               | 185+     | 1,51              | 43       |               |     |     |     |      |                   |                 |                 |                                  |                 |

| Proben-<br>tiefe | Horizont | pH                 | pH    | pH                   | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C / N | P <sub>t</sub> | K <sub>(AB)</sub> |
|------------------|----------|--------------------|-------|----------------------|------------------|----------------|-------|----------------|-------------------|
|                  |          | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                | mg/100g        |       | mg/100g        | mg/kg             |
| cm               | 1        | 23                 | 24    | 25                   | 26               | 27             | 28    | 29             | 30                |
| R1               | 0-6      | 3,82               | 2,96  |                      | 5,70             | 176            | 32    | 13             |                   |
| R2               | 6-42     | 3,83               | 3,37  |                      | 3,02             | 95             | 32    | 12             |                   |
| Bs               | 42-67    | 4,43               | 4,20  |                      | 0,19             | 3              | 77    | 3              |                   |
| rGo              | 67-100   | 4,48               | 4,31  |                      | 0,14             | 3              | 57    | 4              |                   |
| rGr              | 100-185  | 4,43               | 4,17  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 3              |                   |
| Go               | 185+     | 4,37               | 4,23  |                      | 0,11             | 3              | 44    | 5              |                   |

| Proben-<br>tiefe | Horizont | KAKeff<br>mmol/kg | Sättigungsgrad (Prozentuale<br>Kationenbelegung, Ake = 100%) |     |      |      |     |     |     | BS<br>KB* |
|------------------|----------|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----------|
|                  |          |                   | H                                                            | Fe  | Al   | Ca   | Mg  | K   | Na  |           |
| cm               | 1        | 31                | 32                                                           | 33  | 34   | 35   | 36  | 37  | 38  | 39        |
| R1               | 0-6      | 69                |                                                              | 2,4 | 48,3 | 9,1  | 3,1 | 0,9 | 0,5 | 13,6      |
| R2               | 6-42     | 50                |                                                              | 2,8 | 77,2 | 3,9  | 0,9 | 0,5 | 0,5 | 5,8       |
| Bs               | 42-67    | 10                |                                                              | 4,2 | 88,9 | 4,6  | 1,1 | 0,2 | 0,9 | 6,8       |
| rGo              | 67-100   | 10                |                                                              | 2,9 | 81,6 | 12,3 | 1,4 | 0,7 | 1,0 | 15,5      |
| rGr              | 100-185  | 7                 |                                                              | 1,3 | 88,4 | 5,6  | 1,7 | 1,4 | 1,6 | 10,3      |
| Go               | 185+     | 9                 |                                                              | 0,1 | 84,8 | 5,3  | 7,3 | 1,3 | 1,1 | 15,1      |

\*Basensättigung Kationenbasen

III: Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung im Hinblick auf forstliche Standortskartierung und Nutzung

**Profil Fuhrberg 3; Abt. 301, Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg 35.2+5.6 t b F1**

Ort: Revier Hirschgrund

Top. Karte:

Landschaft: Nordwestdeutsches Flachland

Höhe:

Relief: ebene Lage

Vegetation: Drahtschmielen - Buchenwald

Nutzung: Kiefernforst

Mittlere Jahrestemperatur:

Mittlerer Jahresniederschlag:

Gestein: holozäner Wasserabsatz / Talsand

Profilbeschreibung: Podsol (PP)

Humusform: rohhumusartiger Moder,

**Ökologische Standortseinschätzung:**

**Schlüsselziffer: 35.2+5.6 t b F1**

**Wasserhaushalt:** schwach bis sehr schwach grundwasserbeeinflusster, frischer Standort mit mittlerem Grundwasserstand in der Vegetationszeit um 25 dm u. GOF (t-Variante)

**Nährstoffversorgung:** schwach versorgt, Tendenz zu mäßig

**Substrat:** holozäne Wasserabsätze, z. T. schluffige Feinsande

**Lagerung:** mit Talsandunterlagerung mit z. T. schluffigen Einlagerungen / Wechsellagen, der Oberboden ist durch einen Tiefumbruch wesentlich verändert (b - Variante), mit Flugsandüberlagerung < 50 cm

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung |
|----------|------------|--------------|
|----------|------------|--------------|

|          |         |                                                                                                                                |
|----------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L        | + 6     | Nadelstreu. locker                                                                                                             |
| Of       | + 5     | Nadelstreu. mittel durchwurzelt. locker                                                                                        |
| Oh       | + 1     | amorphe org. Substanz. sehr stark durchwurzelt. mäßig locker                                                                   |
| R        | 0-23    | hellgrau (10YR6/1). mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn. Ld 1. schwach humos. sehr stark durchwurzelt                   |
| Ahc      | 23-38   | stark dunkelgrau (10YR3/1). mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn. Ld 2. mittel humos. stark durchwurzelt. Holzkohlereste |
| II Ach   | 38-43   | stark dunkelgrau (10YR3/1). mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn. Ld 1. schwach humos. mittel durchwurzelt               |
| II Ahc   | 43-56   | grau (10YR5/1). mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn. Ld 1. schwach humos. schwach durchwurzelt                          |
| II Bhs   | 56-85   | dunkelbraun (7.5<YR3/3). mittelsandiger Feinsand (fSms). Kitt - Gefüge. Ld 4. mittel humos. schwach durchwurzelt               |
| II Bs Go | 85-150  | stark dunkelbraun (7.5YR5/8). mittelsandiger Feinsand (fSms). Kohärenzgef. Ld 3. sehr schwach humos. sehr schwach durchwurzelt |
| II Gr    | 150-240 | sehr hellbraun (10YR8/3). mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn. Ld 2. sehr schwach durchwurzelt                          |
| II Go    | >240    | mittelsandiger Feinsand (fSms). Einzelkorn. Ld 2, sehr schwach durchwurzelt                                                    |

**Humus**

Nährstoffvorräte Streuaufgabe (kg/ha)

| Ca  | Mg | K  | P  | N    |
|-----|----|----|----|------|
| 159 | 30 | 85 | 50 | 1112 |

Streuaufgabe gesamt: 90 t / ha

**Grundwassersituation**

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Kapillarsaum(Obergrenze): | dm       |
| freies Wasser             | :        |
| mittl. Hochstand          | : 25 dm  |
| mittl. Tiefstand          | : >30 dm |
| mittl. Stand (Veg. zeit)  | : dm     |
| Grundwasserstufe          | :        |

**Humus**

| Horizont | Tiefe cm | pH                 |       | C <sub>org</sub> % | N <sub>t</sub> mg/100g | C/P | C/N | P <sub>t</sub> mg/100 g | Austauschbare Kationen (mg/kg) |      |      |      |     |      |     |     |
|----------|----------|--------------------|-------|--------------------|------------------------|-----|-----|-------------------------|--------------------------------|------|------|------|-----|------|-----|-----|
|          |          | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) |                    |                        |     |     |                         | H                              | Fe   | Al   | Ca   | Mg  | K    | Na  | Mn  |
|          | 1        | 2                  | 3     | 4                  | 5                      | 6   | 7   | 8                       | 10                             | 11   | 12   | 13   | 14  | 15   | 16  | 17  |
| L        | +6       | 4,57               | 3,87  | 51,70              | 1820                   | 483 | 28  | 107                     |                                | 571  | 517  | 4170 | 918 | 3289 | 144 | 347 |
| Of       | +5       | 3,60               | 2,70  | 35,27              | 1220                   | 664 | 29  | 53                      |                                | 2069 | 1907 | 1607 | 301 | 788  | 82  | 42  |
| Oh       | +1       | 3,52               | 2,62  | 29,32              | 910                    | 749 | 32  | 39                      |                                | 1712 | 1942 | 1396 | 240 | 654  | 240 | 20  |

HL: Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung im Hinblick auf forstliche Standortkartierung und Nutzung

**Profil Fuhrberg 3; Abt. 301, Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg 35.2+5.6 t b FI**

**Mineralboden**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |    |    |    |      |     | kf   |      |
|----------|-------------|--------------|-------------------------------------|----|----|----|------|-----|------|------|
|          |             |              | gS                                  | mS | fS | SS | Silt | Ton | cm/s | cm/d |
| 1        | 2           | 3            | 4                                   | 5  | 6  | 7  | 8    | 9   | 10   | 11   |
| R        | 0-23        | 0            |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| Ahe      | 23-38       | 0            |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| II Ach   | 38-43       | 0            |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| II Ahe   | 43-56       | 0            |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| II Bhs   | 56-85       | 0            |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |
| II Bs Go | 85-150      |              |                                     |    |    |    |      |     |      |      |
| II Gr    | 150-240     |              |                                     |    |    |    |      |     |      |      |
| II Go    | >240        | 0            |                                     |    |    | 90 | 6    | 4   |      |      |

| Proben-<br>tiefe | Horizont | Dichte              | Porenvol | Vol.-% Wasser |     |     |     | pH   | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Al <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> / Fe <sub>d</sub> | Mn <sub>o</sub> |
|------------------|----------|---------------------|----------|---------------|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
|                  |          | g / cm <sup>3</sup> | %        | 0,6           | 1,8 | 2,5 | 4,2 | mg/g | mg/g            | mg/g            |                 | mg/g                              |                 |
| (cm)             |          | 12                  | 13       | 14            | 15  | 16  | 17  | 18   | 19              | 20              | 21              | 22                                |                 |
| R                | 0-23     | 1,33                | 49       |               |     |     |     |      |                 |                 |                 |                                   |                 |
| Ahe              | 23-38    | 1,40                | 46       |               |     |     |     |      |                 |                 |                 |                                   |                 |
| II Ach           | 38-43    | 1,25                | 51       |               |     |     |     |      |                 |                 |                 |                                   |                 |
| II Ahe           | 43-56    | 1,35                | 49       |               |     |     |     |      |                 |                 |                 |                                   |                 |
| II Bhs           | 56-85    | 1,78                | 32       |               |     |     |     |      |                 |                 |                 |                                   |                 |
| II Bs Go         | 85-150   | 1,66                | 37       |               |     |     |     |      |                 |                 |                 |                                   |                 |
| II Gr            | 150-240  | 1,51                | 43       |               |     |     |     |      |                 |                 |                 |                                   |                 |
| II Go            | >240     | 1,51                | 43       |               |     |     |     |      |                 |                 |                 |                                   |                 |

| Proben-<br>tiefe | Horizont | pH                 | pH    | pH                   | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C / N | P <sub>t</sub> | K <sub>(Al)</sub> |
|------------------|----------|--------------------|-------|----------------------|------------------|----------------|-------|----------------|-------------------|
|                  |          | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                | mg/100g        |       | mg/100g        | mg/kg             |
| cm               | 1        | 23                 | 24    | 25                   | 26               | 27             | 28    | 29             | 30                |
| R                | 0-23     | 4,00               | 3,33  |                      | 1,06             | 32             | 33    | 6              |                   |
| Ahe              | 23-38    | 4,15               | 3,46  |                      | 1,67             | 38             | 44    | 5              |                   |
| II Ach           | 38-43    | 4,06               | 3,38  |                      | 2,86             | 55             | 52    | 7              |                   |
| II Ahe           | 43-56    | 4,23               | 3,61  |                      | 0,30             | 3              | 120   | 3              |                   |
| II Bhs           | 56-85    | 4,30               | 3,86  |                      | 1,00             | 3              | 400   | 24             |                   |
| II Bs Go         | 85-150   | 4,57               | 4,15  |                      | 0,24             | 3              | 96    | 7              |                   |
| II Gr            | 150-240  | 4,76               | 4,33  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 3              |                   |
| II Go            | >240     | 4,65               | 4,31  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 3              |                   |

| Proben-<br>tiefe | Horizont | KAKeff<br>mmol/kg | Sättigungsgrad (Prozentuale<br>Kationenbelegung, Ake = 100%) |     |      |     |     |     |     | BS<br>KB* |
|------------------|----------|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----------|
|                  |          |                   | H                                                            | Fe  | Al   | Ca  | Mg  | K   | Na  |           |
| cm               | 1        | 31                | 32                                                           | 33  | 34   | 35  | 36  | 37  | 38  | 39        |
| R                | 0-23     | 23                | 1,5                                                          | 0,9 | 94,0 | 1,8 | 0,6 | 0,4 | 0,8 | 3,6       |
| Ahe              | 23-38    | 34                | 13,8                                                         | 1,8 | 80,4 | 2,5 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 3,9       |
| II Ach           | 38-43    | 42                | 15,0                                                         | 2,6 | 78,8 | 2,4 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 3,6       |
| II Ahe           | 43-56    | 10                | 14,2                                                         | 2,6 | 76,7 | 3,8 | 0,8 | 0,4 | 1,4 | 6,5       |
| II Bhs           | 56-85    | 34                | 1,3                                                          | 0,5 | 95,9 | 1,5 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 2,3       |
| II Bs Go         | 85-150   | 10                |                                                              | 0,6 | 94,6 | 2,6 | 0,0 | 0,3 | 1,8 | 4,8       |
| II Gr            | 150-240  | 5                 |                                                              | 0,2 | 94,2 | 3,4 | 0,1 | 0,6 | 1,4 | 5,5       |
| II Go            | >240     | 7                 |                                                              | 0,2 | 90,5 | 5,2 | 1,1 | 1,1 | 1,9 | 9,2       |

\*Basensättigung Kationenbasen

III: Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung im Hinblick auf forstliche Standortskartierung und Nutzung

**Profil Fuhrberg 4; Abt. 232, Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg, 35.3.3.3**

Ort: **Ökologische Standortseinschätzung:**  
 Top. Karte: **Schlüsselziffer: 35.3.3.3**  
 Landschaft: Nordwestdeutsches Flachland **Wasserhaushalt:** schwach bis sehr schwach  
 Höhe: grundwasserbeeinflußter, frischer Standort mit  
 Relief: ebene Lage mittlerem Grundwasserstand in der  
 Vegetation: Drahtschmielen - Buchenwald Vegetationszeit um 20 dm u. GOF  
 Nutzung: Heidelbeer - Kiefernforst **Nährstoffversorgung:** mäßig versorgt  
 Mittlere Jahrestemperatur: **Substrat:** schwächer und besser verlehmte,  
 Mittlerer Jahresniederschlag: geschiebe-führende Sande  
 Gestein: Geschiebedecksand über Talsand **Lagerung:** über 8 dm mächtige, m. o. w.  
 Profilbeschreibung: stark podsolige Gley- verlehmte Sande mit noch erheblicher  
 Braunerde, rohhumusartiger Moder Silikatausstattung

| Horizont  | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                              |
|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L         | + 9        | Nadelstreu. locker                                                                                                                                        |
| Of        | + 8        | Nadelstreu. mittel durchwurzelt. locker                                                                                                                   |
| Oh        | + 3.5      | amorphe organische Substanz. stark bis sehr stark durchwurzelt. mäßig locker                                                                              |
| Ahc       | 0-6        | kräftig braun (7.5YR4/2). anlehmiger Sand (Sal). Einzelkorn-Gefüge. Ld 2. schwach steinig, mittel humos. sehr stark durchwurzelt, Übergang schwach wellig |
| Bsh       | 6-12       | braun (7.5 YR4/3), anlehmiger Sand (Sal), Einzelkorn, Ld 2, sehr schwach steinig, schwach humos, sehr stark durchwurzelt, Übergang schwach wellig         |
| Bv        | 12-44      | braun. (7.5 YR5/6). schwach lehmiger Sand (SI2), Einzelkorn, Ld 2, sehr schwach steinig, stark durchwurzelt, Übergang schwach wellig                      |
| rGoBv     | 44-77      | hell gelblich braun (10YR6/4), anlehmiger Sand (Sal), Einzelkorn. Ld 2. sehr schwach steinig, mittel durchwurzelt. Übergang schwach wellig                |
| II Bv rGo | 77-95      | weiß (10YR8/1), feinsandiger Mittelsand (mSfs), Einzelkorn, Ld 2, sehr schwach steinig, mittel durchwurzelt, Übergang schwach wellig                      |
| II Go     | 95-180     | hellgrau (10YR7/1), mittelsandiger Feinsand (fSms), Einzelkorn, Ld2-3. schwach durchwurzelt, Übergang schwach wellig                                      |
| II Gr     | 180+       | mittelsandiger Feinsand (fSms), Einzelkorn, Ld2-3, sehr schwach durchwurzelt. Übergang schwach wellig                                                     |

**Humus**

Nährstoffvorräte Streuauflage (kg/ha)

| Ca  | Mg | K  | P  | N    |
|-----|----|----|----|------|
| 233 | 36 | 97 | 64 | 1558 |

Streuauflage gesamt: **102 t / ha**

**Humus**

**Grundwassersituation**

Kapillarsaum (Obergrenze): 11,5 dm  
 freies Wasser : 13,5 dm  
 mittl. Hochstand : 10 dm  
 mittl. Tiefstand : 20 dm  
 mittl. Stand (Veg. zeit) : 16 dm  
 Grundwasserstufe : tief (GWS 4)

| Horizont | Tiefe cm | Austauschbare Kationen (mg/kg) |          |                    |                     |     |     |                         |      |      |      |     |      |     |     |    |  |
|----------|----------|--------------------------------|----------|--------------------|---------------------|-----|-----|-------------------------|------|------|------|-----|------|-----|-----|----|--|
|          |          | pH (H <sub>2</sub> O)          | pH (KCl) | C <sub>org</sub> % | N <sub>t</sub> mg/g | C/P | C/N | P <sub>t</sub> mg/100 g | II   | Fe   | Al   | Ca  | Mg   | K   | Na  | Mn |  |
|          |          | 3                              | 4        | 5                  | 6                   | 7   | 8   | 10                      | 11   | 12   | 13   | 14  | 15   | 16  | 17  |    |  |
| L        | +9       | 4,66                           | 3,92     | 51,30              | 1630                | 639 | 31  | 80                      | 742  | 640  | 4668 | 703 | 2159 | 140 | 479 |    |  |
| Of       | +8       | 3,59                           | 2,66     | 49,25              | 1680                | 759 | 29  | 65                      | 3038 | 1926 | 2247 | 330 | 870  | 110 | 47  |    |  |
| Oh       | +3.5     | 3,40                           | 2,54     | 40,01              | 1200                | 797 | 33  | 50                      | 5544 | 4310 | 1391 | 262 | 610  | 81  | 13  |    |  |

H1: Böden aus Talsand und ihre ökologische Einstufung im Hinblick auf forstliche Standortskartierung und Nutzung  
**Profil Fuhrberg 4; Abt. 232, Niedersächsisches Forstamt Fuhrberg, 35.3.3.3**

**Mineralböden**

| Horizont | Tiefe<br>cm | Proben-<br>tiefe(cm) | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |    |    |    |      |     | kf   | kf   |
|----------|-------------|----------------------|---------|-------------------------------------|----|----|----|------|-----|------|------|
|          |             |                      | %       | gS                                  | mS | fS | SS | Silt | Ton | cm/s | cm/d |
| 1        | 2           |                      | 3       | 4                                   | 5  | 6  | 7  | 8    | 9   | 10   | 11   |
| Ahe      | 0-6         | 0-6                  | 5       |                                     |    |    | 80 | 17   | 3   |      |      |
| Bsh      | 6-12        | 6-12                 | 5       |                                     |    |    | 80 | 17   | 3   |      |      |
| Bv       | 12-44       | 12-44                | 5       |                                     |    |    | 78 | 15   | 7   |      |      |
| rGoBv    | 44-77       | 44-77                | 5       |                                     |    |    | 80 | 17   | 3   |      |      |
| I/II Bv  | 77-95       | 77-95                | 5       |                                     |    |    | 92 | 5    | 3   |      |      |
| II Go    | 95-180      | 95-180               | 4       |                                     |    |    | 92 | 5    | 3   |      |      |
| Gr       | 180+        | 180+                 | 0       |                                     |    |    | 92 | 5    | 3   |      |      |

| Proben-<br>tiefe<br>cm | Horizont | Dichte              | Poren-<br>vol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Al <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | Mn <sub>o</sub> |
|------------------------|----------|---------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
|                        |          | g / cm <sup>3</sup> | %              | 0,6                  | 1,8 | 2,5 | 4,2 | mg/g            | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/g            |
|                        |          | 12                  | 13             | 14                   | 15  | 16  | 17  | 18              | 19              | 20              | 21                               | 22              |
| 0-6                    | Ahe      | 1,38                | 47             |                      |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 6-12                   | Bsh      | 1,39                | 47             |                      |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 12-44                  | Bv       | 1,40                | 47             |                      |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 44-77                  | rGoBv    | 1,40                | 47             |                      |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 77-95                  | I/II Bv  | 1,51                | 43             |                      |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 95-180                 | II Go    | 1,59                | 40             |                      |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |
| 180+                   | Gr       | 1,59                | 40             |                      |     |     |     |                 |                 |                 |                                  |                 |

| Proben-<br>tiefe cm | Horizont | pH                 | pH    | pH                   | C <sub>org</sub> | N <sub>t</sub> | C / N | P <sub>t</sub> | K <sub>(AD)</sub> |
|---------------------|----------|--------------------|-------|----------------------|------------------|----------------|-------|----------------|-------------------|
|                     |          | (H <sub>2</sub> O) | (KCl) | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                | mg/100g        |       | mg/100g        | mg/kg             |
|                     | 1        | 23                 | 24    | 25                   | 26               | 27             | 28    | 29             | 30                |
| 0-6                 | Ahe      | 3,93               | 3,41  |                      | 1,19             | 39             | 31    | 6              | 16                |
| 6-12                | Bsh      | 4,27               | 3,96  |                      | 0,90             | 29             | 31    | 6              | 15                |
| 12-44               | Bv       | 4,45               | 4,53  |                      | 0,37             | 3              | 148   | 8              | 7                 |
| 44-77               | rGoBv    | 4,51               | 4,54  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 4              | 4                 |
| 77-95               | I/II Bv  | 4,56               | 4,48  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 4              | 3                 |
| 95-180              | II Go    | 4,51               | 4,52  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 4              | 3                 |
| 180+                | Gr       | 4,43               | 4,47  |                      | 0,03             | 3              | 10    | 4              | 3                 |

| Proben-<br>tiefe<br>cm | Horizont | KAKeff<br>mmol/kg | Sättigungsgrad (Prozentuale<br>Kationenbelegung, Ake = 100%) |     |      |     |     |     |     | BS<br>KB* |
|------------------------|----------|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----------|
|                        |          |                   | H                                                            | Fe  | Al   | Ca  | Mg  | K   | Na  |           |
| 1                      | 1        | 31                | 32                                                           | 33  | 34   | 35  | 36  | 37  | 38  | 39        |
| 0-6                    | Ahe      | 30                | 16,7                                                         | 5,9 | 70,8 | 3,4 | 1,1 | 1,4 | 0,8 | 6,7       |
| 6-12                   | Bsh      | 24                | 3,7                                                          | 4,7 | 86,6 | 2,0 | 0,7 | 1,6 | 0,7 | 5,0       |
| 12-44                  | Bv       | 9                 |                                                              | 1,3 | 91,2 | 3,1 | 0,9 | 2,0 | 1,5 | 7,5       |
| 44-77                  | rGoBv    | 5                 |                                                              | 0,2 | 89,3 | 5,0 | 1,3 | 2,1 | 1,9 | 10,4      |
| 77-95                  | I/II Bv  | 5                 |                                                              | 0,2 | 88,6 | 5,8 | 1,3 | 1,6 | 2,4 | 11,1      |
| 95-180                 | II Go    | 6                 |                                                              | 0,2 | 87,4 | 5,8 | 1,6 | 1,5 | 3,5 | 12,4      |
| 180+                   | Gr       | 6                 |                                                              | 0,2 | 88,1 | 5,8 | 1,7 | 1,2 | 2,9 | 11,7      |

# Exkursion H 2

R. Duttmann<sup>1)</sup>, Th. Mosimann<sup>1)</sup> & W. Thiem<sup>1)</sup>

## Partikelgebundene Stofftransporte in Agrargebieten (Lößbecken im Niedersächsischen Berg- und Hügelland)

Exkursionsleitung und Mitwirkende:  
Th. Mosimann, R. Duttmann, W. Thiem

### Inhalt

1. Exkursionsziel
2. Exkursionsroute
3. Großräumliche Lage und naturräumliche Einordnung des Exkursionsgebietes
4. Geologische und geomorphologische Verhältnisse im Exkursionsgebiet
5. Kulturlandschaftswandel und aktuelle Landnutzung
6. Böden im Exkursionsgebiet
  - 6.1 Bodentypologische Gliederung, Bodengeneese und Eigenschaften der Böden im Gebiet Lamspringe
  - 6.2 Exkursionsprofile
7. Das aktuelle Bodenerosionsgeschehen im Exkursionsgebiet

---

<sup>1)</sup> Geographisches Institut der Universität Hannover, Abt. Physische Geographie und Landschaftsökologie  
Schneiderberg 50, D-30167 Hannover

## 1. Exkursionsziel

Ziel der Exkursion ist ein landwirtschaftlich intensiv genutztes Kleinzugsgebiet im Niedersächsischen Berg- und Hügelland. Die agrare Nutzungsgeschichte des in der Gemarkung Lamspringe gelegenen Exkursionsgebietes geht bis ins Frühmittelalter zurück. Mit der Siedlungs- und Ackertätigkeit in diesem Raum, die mit groß angelegten Waldrodungen verbunden war, setzten auf den leicht erodierbaren Böden aus Lößlehm starke Bodenabtragsprozesse durch Wasser ein. Diese führten u.a. zur Degradierung der Böden an den stärker geneigten Hängen, zur Entstehung mächtiger Kolluvien im Hangfußbereich und zur Bildung von Auelehmen im Überschwemmungsbereich der Fließgewässer. Bedingt durch die Bodenverhältnisse, das Relief und die intensive ackerbauliche Nutzung treten im Exkursionsgebiet bei Starkniederschlägen bis heute Bodenerosionsereignisse auf, die mit nennenswerten Bodenabträgen verbunden sein können.

Entlang einer Catena, die sich vom oberen Stirnhang des Heber bis in den Auenbereich des in der Einzugsgebietsmitte verlaufenden Baches erstreckt, werden 5 Bodenprofile vorgestellt, die Aufschluß über Ausmaß und Intensität reliktsicher und rezenter Bodenerosionsprozesse geben sollen. Im Anschluß daran werden verschiedene Verfahren zur Erfassung der Bodenerosion und zur Abschätzung von Bodenabträgen erläutert. Den Abschluß der Exkursion bildet eine Betrachtung verschiedener vom zuständigen Landwirtschaftsbetrieb praktizierter Erosions- und Gewässerschutzmaßnahmen, deren Wirksamkeit vor Ort diskutiert werden soll.

## 2. Exkursionsroute

Hannover - Hildesheimer Wald - Groß Ilde - Lamspringe - Bad Salzdetfurth - Hannover

Die Exkursionsroute führt von Hannover aus, durch die im Bergvorland gelegene Hildesheimer Börde ins Innerste Bergland. Der erste Exkursionshalt befindet sich an der südlichen Abdachung des Weinberges, einem Ausläufer des Hildesheimer Waldes. Hier soll ein Überblick über die großräumigen geologischen, geomorphologischen und pedologischen Gebietsverhältnisse sowie über die agrarwirtschaftlich relevanten Bedingungen im Innerste Bergland gegeben werden. Der anschließende Routenverlauf führt durch das Ambergaubecken und die Ortschaften Bodenburg und Groß Ilde zum eigentlichen Exkursionsziel im Raum Lamspringe (Abb. 1).

## 3. Großräumliche Lage und naturräumliche Einordnung des Exkursionsgebietes

Das Exkursionsgebiet bei Lamspringe liegt ca. 30 km südwestlich von Hildesheim im Niedersächsischen Berg- und Hügelland. Naturräumlich gehört das Gebiet zum Innerste Bergland, das seinerseits eine Teileinheit des südniedersächsischen Leineberglandes bildet (J. HÖVERMANN, 1963). Die Oberflächengestalt des Innerste-Berglandes wird durch einen engen Wechsel von Beckenlandschaften und in herzynischer Richtung (SE-NW) verlaufenden, langgestreckten Schichtkämmen oder -rippen bestimmt. Die Herauspräparierung dieser Oberflächenformen geschah vor allem durch Gelisolifluktion und Abspülung während der pleistozänen Kaltzeiten. Sie tastete dem geologischen Bau nach, der während der im späten Jura einsetzenden und bis in das Jungtertiär anhaltenden Saxonischen Gebirgsbildung und durch Bruchschollentektonik entstanden war. Die hierbei gebildeten Bruchschollen wurden in unterschiedlicher Weise gehoben, gesenkt oder gekippt. Gleichzeitig entstanden durch Dehnungsvorgänge Gräben (z.B. Leinetalgraben). Pressungsvorgänge führten zur Aufwölbung von Sätteln (H. H. SEEDORF & H.-H. MEYER, 1992). Neben diesen eutektonischen Schollenbewegungen waren im Niedersächsischen Bergland in hohem Maße salinartektonische Prozesse an der Verstellung der Schichten beteiligt. Durch die in geologischen Schwächezonen aufsteigenden Zechsteinsalze kam es zur Bildung von Salzstöcken, durch Salzwanderung aber auch zur Aufwölbung des Deckgebirges in sog. Salzsätteln. Die seit dem Tertiär wirksame Salzauslaugung führte dann vielerorts zum Einbruch des Satteldaches und zur Absenkung des Sattelkerns. Auf diese Weise entstand beispielsweise aus dem Zentrum des geologischen Rhüdener Sattels, in dessen Bereich das Exkursionsgebiet Lamspringe liegt, in Reliefumkehr das Rhüdener Becken (S. MEISEL, 1960).



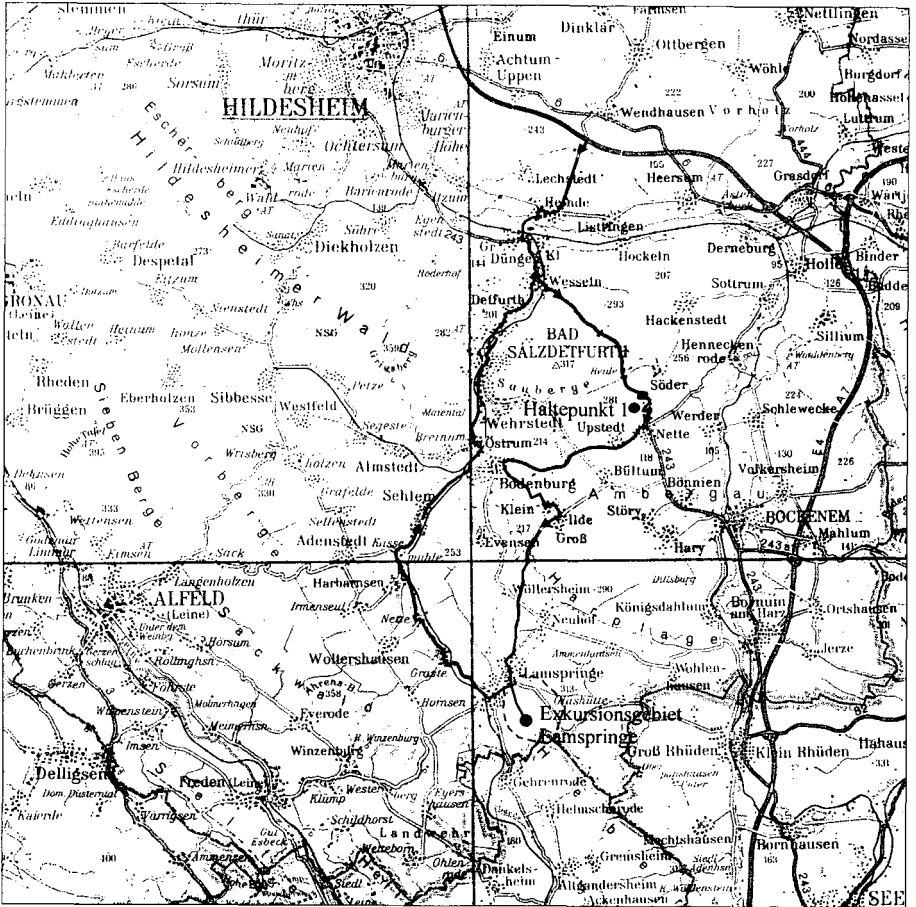


Abb. 1 Lage des Exkursionsgebietes und Routenverlauf

Kartengrundlage: Kreiskarte 1: 200.000, Blatt Braunschweig (1978), Niedersächsisches Landesverwaltungsamt - Landesvermessung - Hannover

Die Schichtkämme lassen aufgrund stärkerer Hangneigungen und einer geringen Bodengründigkeit nur eine forstliche Nutzung zu, so daß diese Höhenzüge nahezu geschlossen bewaldet sind. Ihre größten Höhen erreichen sie in den Muschelkalkzügen des Heber (280–315 m) und der Harplage (290 m) sowie in dem zwischen beiden Bergketten gelegenen, stark zerschnittenen und zertalten Buntsandsteingewölbe des Lamspringer Klosterforstes (Hohe Dohne 317 m, Hoher Hagen 266 m). Dagegen werden die Beckenbereiche ebenso wie die sich daran anschließenden flacher geneigten Hangbereiche mit einer durchschnittlich 1,5 bis 2 Meter mächtigen Lößlehmmauflage intensiv ackerbaulich genutzt.

Klimatisch liegt das Innerste-Bergland im ozeanisch geprägten Klimabereich Nord- und Nordwestniedersachsens. Die hier noch vorherrschenden atlantischen Einflüsse drücken sich in vergleichsweise geringen mittleren Jahresschwankungen von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit aus und sind mit ganzjährigen Niederschlägen

verbunden. Die Jahresmitteltemperatur beträgt ca. 8,5 °C in den Beckenbereichen, während in den Höhenlagen des Heber und der Harplage um 1 °C niedrigere Temperaturen auftreten. Der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 700–750 mm in den Beckenlandschaften und 800 mm im Bereich der größeren Erhebungen.

#### 4. Geologische und geomorphologische Verhältnisse im Exkursionsgebiet

Das im Mittelpunkt der Exkursion stehende, ca. 5 km<sup>2</sup> große Teileinzugsgebiet der Lamme liegt im Bereich des Rhüdenener Sattels. Es wird nach Südwesten hin durch die zum Schichtkamm des Heber gehörenden Erhebungen von Heber- (279) und Clausberg (287) begrenzt. Als dessen Kambildner fungieren Gesteine des Unteren Muschelkalkes (Wellenkalk), während der Sockel aus morphologisch geringwertigeren Schichten des Oberen Buntsandsteins (Röt) gebildet wird. Dieser besteht aus leicht ausräumbaren bunten Tonen und Mergeln, die im tieferen Teil ursprünglich auch Steinsalz und Gips geführt haben. Morphologisch tritt der Röt zu meist durch eine flacher geneigte und dellenförmige Oberfläche in Erscheinung, die durch einen Wechsel von in Gefällrichtung verlaufenden Riedeln und Mulden bestimmt wird (Abb. 2). Die Dellenstruktur der Oberfläche verdankt ihre primäre Anlage aller Voraussicht nach gerichteten Solifluktions- und Abspülungsprozessen während der Kaltzeiten des Pleistozäns, insbesondere des Weichsel-Glazials. Die auf diese Weise vorgeformten Hangmulden erfuhren im Holozän eine komplexe Weiterentwicklung, wobei Phasen der Verfüllung von den Hängen und des erneuten Einschneidens durch das in den Mulden konzentriert abfließende Oberflächenwasser bis in die Neuzeit hinein im Wechsel miteinander standen (s. H.-R. BORK, 1988). Bisher war allerdings keine abschließende Klärung darüber zu gewinnen, inwieweit hier neben einem durch Niederschläge verursachten linienhaften Oberflächenabfluß auch das an der Schichtgrenze Muschelkalk/Röt nach besonders niederschlagsreichen Witterungsperioden punktuell in Schichtquellen austretende Wasser an der Ausprägung der heutigen Oberflächenform beteiligt war.

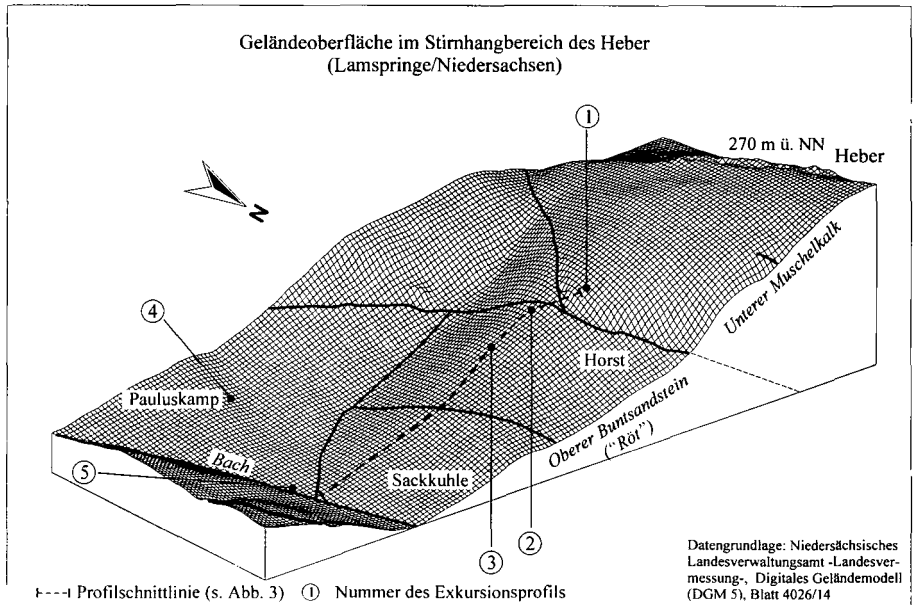


Abb. 2 Ausschnitt aus dem Stirnhangbereich des Heber-Schichtkammes bei Lamspringe und Lage der Exkursionsprofile

Den im Bereich des Röt ausgebildeten Hangmulden kommt in Hinblick auf das rezente Bodenerosionsgeschehen im Gebiet eine zentrale Bedeutung zu. Sie bilden die Hauptleitbahnen für das gebündelt abfließende Oberflächenwasser und stellen damit die bevorzugt von linearer Erosion betroffenen Geländeteile dar (Abb. 5).

Die nordöstliche Begrenzung des Einzugsgebietes wird durch den im Lamspringer Klosterforst verlaufenden Scheitel des Rhödener Sattel markiert, an dessen Oberfläche Gesteine des Mittleren Buntsandsteins ausstreichen.

Die flacher geneigten Unter- und Mittelhangabschnitte von Heber und Klosterforst sind ebenso wie die zwischen diesen Erhebungen gelegene Ausraumsenke (Subsequenzzone) von weichseleiszeitlichem Löß bedeckt, der tiefgründig verlehmt ist. Die Mächtigkeit der Lößlehmdecke variiert in Abhängigkeit von Relieflage, Reliefform und Exposition stark. In den flacheren Becken- und Talabschnitten beträgt sie vielerorts zwischen 1,5 und 2,5 m. Dagegen tritt sie in Oberhang- und steileren Mittelhanglagen nur als dünner, einige Zentimeter bis wenige Dezimeter mächtiger Schleier auf (s. Abb. 3). Die vergleichsweise größten Mächtigkeiten des Lößlehms finden sich an der Leeseite des Heber (Lee gegenüber den vorherrschenden W- bis SW-Winden des Weichselhochglazials). So wurden im Mittelhangbereich dieses Schichtkammes vereinzelt bis zu 3,5 m mächtige Lößlehmauflagen erbohrt (Abb. 3). Häufig auftretende Beimengungen von Muschelkalk- und Buntsandsteinbruchstücken sowie von ortsfremden, insbesondere nördischen Gesteinen zeigen dabei allerdings an, daß diese Lößlehme nicht aus der Verwitterung autochthoner Lößablagerungen hervorgegangen sind, sondern vielmehr durch intensive spätglaziale und holozäne Umlagerungsprozesse von den höher gelegenen Hangabschnitten hierher transportiert worden sein müssen.

Örtlich finden sich zwischen dem Weichsel-Löß und dem anstehenden Gestein oder den ihm aufliegenden älteren Hangschutt- und Fließberdedecken kleinflächige Restvorkommen der drenthestadialen Grundmoräne (Saale-Glazial) (Abb. 3). Die im Exkursionsgebiet beobachteten Grundmoränenreste (Obergrenze ca. 2–4 m u. BOF) sind nur in den obersten Dezimetern entkalkt, während das darunter folgende Moränenmaterial die typischen

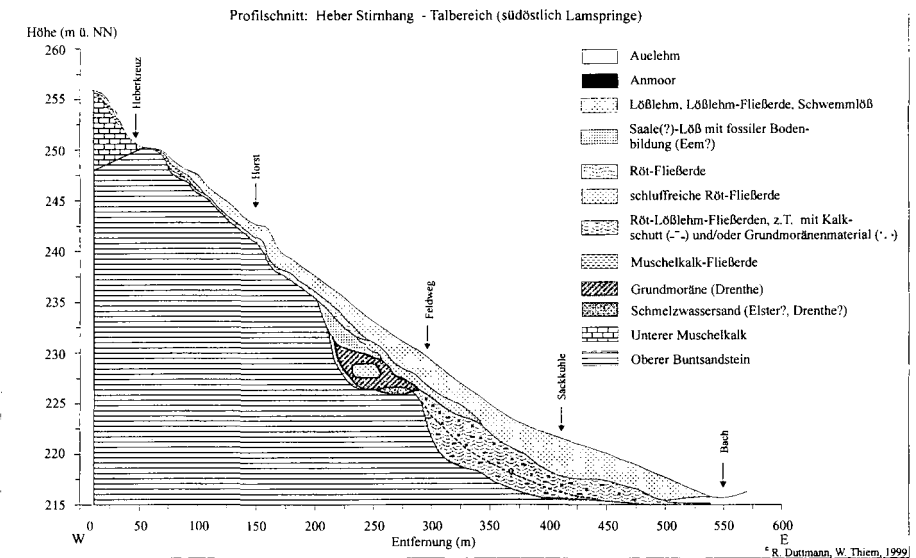


Abb. 3 Hangprofil des oberflächennahen Untergrundes im Stirnhangbereich des Heber bei Lamspringe (10fach überhöht)

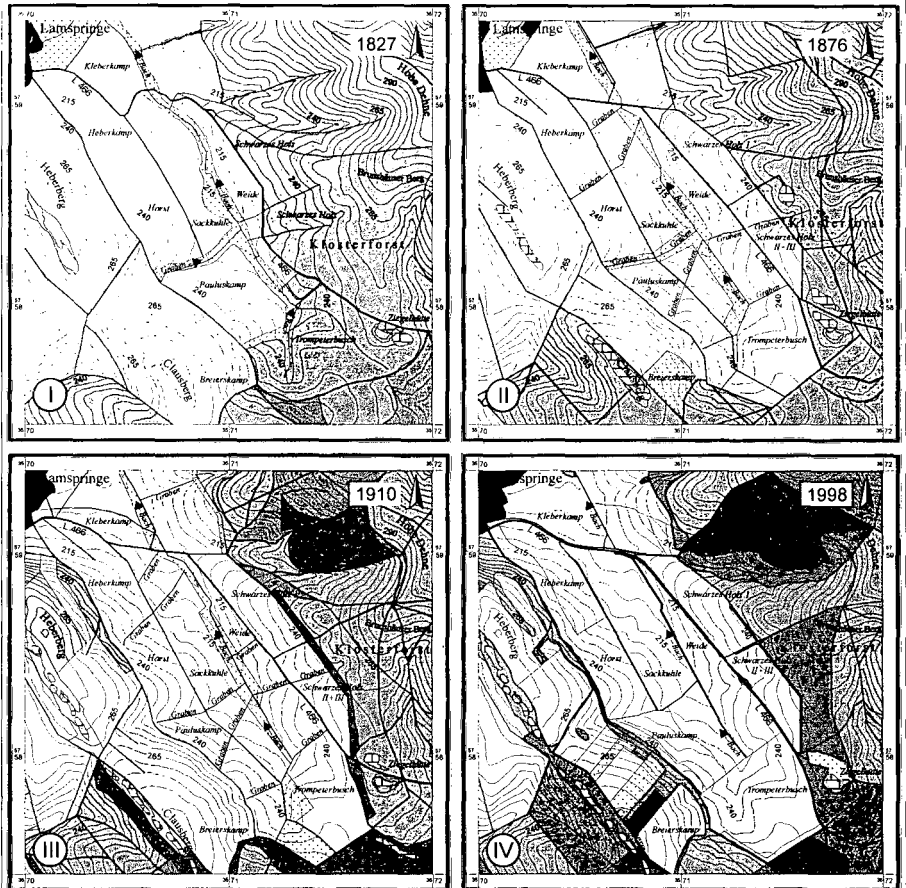
Eigenschaften des Geschiebemergels aufweist. In der Hauptsache bestehen die hier erbohrten drenthestadialen Gletscherablagerungen aus stark sandigen bis sandig-tonigen Lehmen mit Tonanteilen von 24 bis 30 Gew. % und Sandgehalten zwischen 40 und 50 Gew. %. In das Feinmaterial sind neben nördlichen Gesteinen (u.a. Granit und Flint) oftmals auch herzynische (z.B. Grauwacke, Kieselschiefer) und die vor Ort selbst anstehenden Gesteine (Buntsandstein, Muschelkalk) eingebettet (vgl. auch O. GRUPE u.a., 1915).

An der Basis des Geschiebelehms finden sich vereinzelt Schmelzwassersande, die zumindest teilweise kalkfrei sind (Abb. 3). Da die überlagernde Grundmoräne noch kalkhaltig ist (2,5–3 Gew. %  $\text{CaCO}_3$ ) erscheint es nicht unwahrscheinlich, daß es sich bei den Schmelzwassersanden um elsterzeitliche Schmelzwasserablagerungen handeln könnte, die vor allem holsteinzeitlich entkalkt worden sind. Dies entspräche der – heute umstrittenen – Einschätzung von O. GRUPE u.a. (1915), der davon ausgeht, daß drenthezeitliche Schmelzwasserablagerungen im Blattgebiet Lamspringe nicht vorkommen. Allerdings ist auch nicht völlig auszuschließen, daß die Kalkfreiheit der Schmelzwassersande eine Folge der Entkalkung durch Hangzugwasser zwischen Rötsockel und Geschiebemergel sein könnte.

Die jüngsten im Exkursionsgebiet auftretenden Ablagerungen größerer Mächtigkeit bilden die Auelehme und Hangfußkolluvien, die im Talsohlenbereich des Baches vorkommen, der das Gebiet in Längsrichtung quert. In einem schmalen, wellenartig verlaufenden Saum entlang des Baches überdecken die Auelehme alte Anmoorbildungen (s. Profil 5), die im Vernässungsbereich des bis an die damalige Oberfläche heranreichenden Grundwassers und in einer Zone häufiger Überflutung entstanden. Nach den Ergebnissen palynologischer Untersuchungen ist die Entstehungszeit dieser Ablagerungen nicht älter als Hochmittelalter (frdl. mündl. Mitt. H. MÜLLER, 1999). Sie fällt damit frühestens in die hochmittelalterliche Rodungsperiode, die in den Lößgebieten bekanntermaßen mit intensiven Abspülungs- und Bodenerosionsvorängen verbunden war und im Überflutungsbereich von Bächen und Flüssen mächtige Auelehmdecken entstehen ließ. Aufgrund der durchgängigen Carbonatfreiheit ist es wahrscheinlich, daß die im Exkursionsgebiet im Hangenden des Anmoors vorkommenden Auelehme größtenteils schon der hochmittelalterlichen Rodungsperiode entstammen. Offenbar ist – vermutlich seit dem Ausbau des Baches zu einem leistungsfähigen Graben – die Auelehmsedimentation beendet; stattdessen werden die älteren Auelehme nun von subrezentem bis rezentem Hangkolluvien überdeckt.

## 5. Kulturlandschaftswandel und aktuelle Landnutzung

Seit dem Beginn einer intensiven Siedlungsaktivität im Frühmittelalter hat das Landschaftsbild im Lamspringer Raum einen starken Wandel durchlaufen. Er steht in engem Zusammenhang mit der Entwicklung des um 850 n. Chr. gegründeten Klosters Lamspringe, in dessen Umgebung zahlreiche Siedlungen entstanden. Die Ausdehnung der Siedlungs- und Landwirtschaftsfläche fand einen ersten Höhepunkt im 12. und 13. Jh.. Die mit intensiven Rodungsaktivitäten verbundene Siedlungstätigkeit wurde dabei im Gebiet östlich der Leine vor allem durch die Bischöfe von Hildesheim vorangetrieben. Der Beginn der durch sie veranlaßten planmäßigen Rodungstätigkeit datiert auf etwa 1200 n. Chr. (K. MITTELHÄUSSER, 1957). Viele der zu dieser Zeit gegründeten Siedlungen waren jedoch nicht existenzfähig und erwiesen sich im Nachhinein als Fehlkolonisationen. Sie wurden bereits nach relativ kurzer Zeit wieder aufgegeben und fielen ebenso wie die dazugehörige Ackerfläche wüst (z.B. Rolfshagen, Iseshusen ca. 1380–1390). Dabei trat insbesondere im Raum Lamspringe eine Häufung von Wüstungen auf. Die Ursachen für das Wüstfallen sind vielfältig und nicht monokausal zu erklären. Sie reichen von einer zu hohen Siedlungsdichte, schlechten Getreidepreisen, einer Verunkrautung der Flur, Wildschäden, einer häufigen Vernichtung der Wintersaat sowie der Wasserarmut im Bereich des oberflächennah anstehenden Kalksteins bis zur Abnahme der Bevölkerungszahl. Als gesichert erscheint dagegen, daß der Wüstungsvorgang nicht auf ein „Bauernlegen“ durch das Kloster zurückzuführen ist. Ausgangs der Wüstungsperiode, die in diesem Gebiet um 1550 abgeschlossen war, lag der größte Teil des ausgedehnten Kulturlandes im Bereich des Klosters Lamspringe brach (K. MITTELHÄUSSER, 1957). Bedingt durch die in der Folgezeit anschließenden Kriege, war eine reguläre Landwirtschaft wohl erst wieder ab Mitte des 17. Jh. mög-

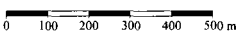


Landschaftswandel in einem Teileinzugsgebiet der Lamme im Zeitraum von 1827 bis 1998

Legende:

- |  |                  |  |                    |
|--|------------------|--|--------------------|
|  | Laubwald/-forst  |  | Ackerfläche        |
|  | Nadelwald/-forst |  | Steinbruch         |
|  | Mischwald/-forst |  | Siedlung/Ortschaft |
|  | Kleingehölz      |  | Bach/Graben        |
|  | Ruderalflur      |  | Straße/Weg         |
|  | Wiesen/Weiden    |  |                    |

Maßstab



Kartengrundlagen:

- I. Gaußsche Landesaufnahme der 1815 (I. Fürstentum Hildesheim 1827-1940), Meltschblatt 13 Lamspringe; Historische Kommission für Niedersachsen (Hrsg.), Hannover 1963
- II. Königlich Preußische Landesaufnahme 1876, Blatt Lamspringe
- III. Preußische Landesaufnahme 1910, Meltschblatt 4026 Lamspringe, Reichsamt f. Landesaufnahme 1937
- IV. Topographische Karte 1:25.000, 4026 Lamspringe; Niedersächsisches Landesamt -Landesvermessung-, Hannover

© R. Duttman, 1999

Abb. 4 Landnutzungsänderungen und Landschaftswandel in einem Teileinzugsgebiet der Lamme seit 1827

lich. So schrieb die Hildesheimische Polizeiordnung 1665 für den Ackerbau das System der Dreifelderwirtschaft fest und bestimmte die Viehzahl, die auf das Gemeinteil getrieben werden durfte (A. EHMKE, 1957).

Den Kulturlandschaftswandel im Exkursionsgebiet während der beiden letzten Jahrhunderte stellt Abb. 4 dar. Dabei zeigt sich, daß sich die Anteil der Waldfläche und der landwirtschaftlichen Nutzfläche vom Beginn des letzten Jahrhunderts bis heute nur geringfügig verändert hat. Ihr Flächenanteil beträgt im-Blattgebiet heute wie damals jeweils etwa 48%. Eine starke Veränderung im Landschaftsbild ergibt sich indessen aus der deutlichen Reduzierung des Grünlandes. Dieses bedeckte noch in der ersten Hälfte des 19. Jh. eine mehrere Zehner Meter breite Zone entlang des Bachlaufes und trat in größerer Verbreitung auf den häufig vernässenden Flächen im Bereich des Röt, insbesondere in den feuchten Hangmulden des mittleren und südöstlichen Kartenausschnittes, auf. Mit der seit dem Ende des 19. Jh. zunehmend intensiveren Landbewirtschaftung wurden die von Grünland eingenommenen Flächen im Zentrum des Einzugsgebietes schrittweise in Ackerland überführt. Insgesamt verringerte sich die Dauergrünlandfläche dort seit 1876 bis heute von 23 ha auf etwa 8 ha. So ist auch von dem ehemals bis zu 50 m breiten, mit Gräsern und Kleingehölzen bewachsenen Saum entlang des Vorfluters, der u.a. als Retentionsfläche für oberirdisch abfließendes Wasser und crodiertes Feinbodensediment fungierte, heute nur noch ein etwa 3 bis 8 m breiter Gewässerrandstreifen beiderseits des Baches übrig geblieben.

Eine weitere, im Zuge der landwirtschaftlichen Mechanisierung und Technisierung eintretende Veränderung im Landschaftsbild betrifft die Beseitigung von linearen Raumstrukturelementen wie Feldwegen und Gräben. Im Rahmen von Meliorationsmaßnahmen wurden alle auf den Vorfluter ausgerichtet und in den Hangmulden verlaufenden Gräben beseitigt und durch Drainageleitungen ersetzt. Auf diese Weise entstanden große zusammenhängende Ackerschläge mit Schlaggrößen zwischen 7 ha (Schwarzes Holz II+III) und 22 ha (Trompeterbusch) und Hanglängen von zum Teil mehr als 300 m.

Hauptanbaufrucht im Einzugsgebiet ist der Winterweizen, gefolgt von Zuckerrüben, Wintergerste und Raps. Als Zwischenfrüchte werden Phazelia und Gelbsenf angebaut. Bei der Bodenbearbeitung kommen überwiegend konservierende Bearbeitungstechniken zum Einsatz. Die Einsaat von Zuckerrüben erfolgt seit etwa 10 Jahren vornehmlich mittels Direktsaat (Einsaat in Gelbsenf oder Phazelia) oder Stoppelsaat. Einen Überblick über die Fruchtfolgen einzelner Schläge im Zeitraum von 1990 bis 1998 gibt Tab. 1.

Tab. 1 Typische Fruchtfolgen im Exkursionsgebiet Lamspringe (1990 bis 1998)

| Parzelle         | Fläche (ha)    | 1990                  | 1991 | 1992 | 1993 | 1994     | 1995     | 1996                                         | 1997            | 1998               |          |
|------------------|----------------|-----------------------|------|------|------|----------|----------|----------------------------------------------|-----------------|--------------------|----------|
| Heberkamp        | 14             | WW                    | WW   | ZR   | WW   | WG       | ZR       | WW                                           | WW              | WW (o.)<br>ZR (u.) |          |
|                  | Zwischenfrucht |                       |      |      |      |          | Gelbsenf | Gelbsenfvor ZR                               |                 |                    |          |
| Horst            | 10             | ZR                    | WW   | WG   | ZR   | WW       | WW       | ZR <sub>M</sub> (o.)<br>ZR <sub>D</sub> (u.) | WW              | WW                 |          |
|                  | Zwischenfrucht |                       |      |      |      |          |          | Gelbsenf                                     |                 |                    |          |
| Sackkuhle        | 19             | WW                    | ZR   | WW   | WG   | ZR       | WW       | WW                                           | ZR <sub>M</sub> | WW                 |          |
|                  | Zwischenfrucht |                       |      |      |      | Gelbsenf |          |                                              |                 |                    |          |
| Trompeterbusch   | 22             | WW                    | WW   | WR   | WW   | WW       | WR       | WW                                           | WW              | WR                 |          |
|                  | Zwischenfrucht | keine Zwischenfrüchte |      |      |      |          |          |                                              |                 |                    |          |
| Pauluskamp (Ost) | 7              | WW                    | WW   | ZR   | WW   | BR       | ZR       | WW                                           | WW              | ZR <sub>D</sub>    |          |
|                  | Zwischenfrucht |                       |      |      |      |          |          |                                              |                 |                    | Gelbsenf |
| Schwarzes Holz I | 9              | WW                    | ZR   | WW   | WW   | ZR       | WW       | WW                                           | ZR <sub>D</sub> | WW                 |          |
|                  | Zwischenfrucht |                       |      |      |      | Gelbsenf | Phazelia |                                              |                 |                    |          |

Abkürzungen: WW - Winterweizen, WG - Wintergerste, ZR<sub>M</sub> - Zuckerrüben (Strohmulch), ZR<sub>D</sub> Zuckerrüben (Direktsaat, WR - Winterraps, BR - Brache; (o.) - oberer Parzellenteil, (u.) - unterer Parzellenteil.

## 6. Böden im Exkursionsgebiet

### 6.1 Bodentypologische Gliederung, Bodengese und Eigenschaften der Böden im Gebiet Lamspringe

In Abhängigkeit von den strukturellen Eigenschaften des bodenbildenden Ausgangssubstrates, seiner räumlichen Verteilung und seiner Mächtigkeit lassen sich im Exkursionsgebiet folgende Bodengesellschaften voneinander unterscheiden:

1. *Rendzinen* mit geringer bis mittlerer Entwicklungstiefe. Sie treten am oberen Stirnhang von Heber- und Clausberg auf Gesteinen des Unteren und Mittleren Muschelkalkes sowie auf deren Hangschutt auf. Aufgrund der geringen Gründigkeit, dem hohen Skelettanteil im humosen Oberboden und den daraus für eine ertragreiche ackerbauliche Bewirtschaftung resultierenden Einschränkungen, werden diese Standorte vor allem forstwirtschaftlich, teilweise auch als Dauergrünland oder als Grünbrache genutzt. Die für diese Böden ermittelten Bodenwertzahlen liegen zwischen 32 und 46 Punkten.
2. *Rendzina-Braunerden, Kalkschuttbraunerden und flachgründige Braunerden* mit z.T. kolluvialer Überlagerung. Diese Bodentypen finden sich verbreitet an der Untergrenze des Oberhangs sowie in Hohlformen im oberen Mittelhang. Ausgangsmaterial für die Bodenbildung ist ein von Umlagerungsprozessen betroffener Lößlehm. Dieser zeichnet sich durch einen mittleren bis hohen Skelettanteil (Muschelkalk) aus und weist im Vergleich zu dem im Muldentiefsten vorkommenden Lößlehm einen deutlich höheren Tongehalt auf (Bodenart Tu3 bis Tu2) (vgl. Profil 1). Der höhere Tongehalt stammt vermutlich aus der Kalksteinverwitterung, deren residuale Tone wohl schon im Zuge spätglazialer Fließvorgänge in den hierbei ebenfalls umgelagerten Weichsel-Löß aufgenommen worden sind. Bei Bodenwertzahlen zwischen 42 bis 51 Punkten werden diese Böden zumeist ackerbaulich genutzt, wengleich auch hier die Bearbeitung durch einen hohen Skelettgehalt und eine vergleichsweise starke Hangneigung erschwert wird.
3. *Pseudogley-Braunerden (örtlich Braunerde-Pseudogleye) und pseudovergleyte Braunerden* mittlerer Gründigkeit direkt unterhalb der geologischen Schichtgrenze zwischen Unterem Muschelkalk und Oberem Buntsandstein (Abb. 3, Profil 2). Die auf den Röttonen entwickelten Böden treten vor allem in einem wellenförmigen, maximal 75 m breiten Übergangssaum zwischen dem steiler geneigten Oberhang und dem flacheren Mittelhang auf. Örtlich werden die als Staukörper fungierenden Röttone von einer mehr oder weniger mächtigen Kalkschutt-Fließerde überlagert. Die Röttone und die ihnen teilweise aufliegende Fließerde aus Kalkschutt werden ihrerseits im oberen, ca. 25 m breiten Abschnitt des Übergangssaumes von einer zumeist aus stark schluffigem Ton (Tu4) bestehenden Lößlehmfließerde überdeckt. Hangabwärts nimmt ihr Tongehalt ab und erreicht im unteren Abschnitt der Übergangszone einen Anteil von 17 bis 20 Gew. % (Ut4). Gleichzeitig nimmt die Mächtigkeit der – genetisch inhomogenen – Lößlehmdecke von 30 cm im obersten Abschnitt bis auf etwa 90 cm im unteren Teil des Übergangssaumes zu. Gemäß der Bodenkarte auf der Grundlage der Bodenschätzung (NIEDERSÄCHSISCHES LANDESVVERWALTUNGSSAMT, 1972) weisen diese Böden Bodenwertzahlen von 54 bis 56 Punkten auf.

Die direkt auf dem Röt oder auf tonigen Röttfließerden vorkommenden Bodenbildungen (*Pseudogley-Braunerden* und *Braunerde-Pseudogleye*) neigen zu häufiger und starker Vernässung, auch wenn sie mit einer geringmächtigen, allerdings durch Toneinmischung aus dem Liegenden tonreichen Lößlehmfließerde bedeckt sind. Außer im Grenzbereich zwischen dem Unteren Muschelkalk und dem Oberen Buntsandstein treten ähnliche Bodenverhältnisse in kleineren inselhaften Vorkommen über dem Röt auf. Sie finden sich dort vor allem an den Riedelflanken, wo intensive Bodenerosionsprozesse zur Abtragung der ehemals mächtigeren Lößlehmauflage und zu einer starken Kappung der Böden geführt haben. Ein Beispiel für ein durch Abschwemmungsprozesse „geköpft“ Bodenprofil beschreibt das Exkursionsprofil 4. Bei den unmittelbar auf Röttonen- und Röttfließerden entwickelten Böden mit einer geringmächtigen Deckschicht aus schluffig-tonigem Fließerdematerial handelt es sich um feuchte bis stark wechselfeuchte, rechts schwer bestellbare Böden. Die Verbreitung dieser Böden ist bereits optisch gut an der rötlichen Färbung der Boden-

oberfläche (2,5–5YR 3/3–4/4) zu erkennen. Diese ist auf das Einplügen der überwiegend rötlichen Tone und Mergel aus dem in Oberflächennähe anstehenden Oberen Buntsandstein bzw. seinen ebenfalls rötlich gefärbten Verwitterungsprodukten oder auf das Einarbeiten von Rötfließerdematerial zurückzuführen.

4. Pseudovergleyte *Parabraunerden* und *Braunerden*. Die sich vom Mittelhang des Heber bis zur Talsohle erstreckenden Parabraunerden und Braunerden stellen die typischen Bodenbildungen auf den im Exkursionsgebiet flächenhaft vorherrschenden, z.T. allerdings kaltzeitlich und/oder holozän verlagerten, mächtigen Lößlehmen dar. Infolge von subrezentem oder rezentem Abschwemmungsprozessen weisen die in stärker hängiger Lage auftretenden Böden in der Regel ein verkürztes Profil auf, so daß der für Parabraunerden kennzeichnende Lessivierungshorizont selten mehr als 20 cm mächtig ist und in vielen Fällen auch fehlen kann. Gelegentlich zeigt dieser Horizont zudem Indizien für Verlagerungsprozesse. Einen für das Gebiet typischen Aufbau einer Pseudogley-Parabraunerde aus dem Mittelhangbereich stellt das Exkursionsprofil 3 dar. Im Unterschied zu diesem Profil sind die in nicht oder nur schwach geneigten Hanglagen auftretenden Parabraunerden ebenso wie die an den Unterhängen vorkommenden durch eine deutliche kolluviale Überlagerung gekennzeichnet. Dabei folgt dem M-Ap (30 cm) im allgemeinen ein reliktsicher Ap-Horizont (25 cm), der durch eine scharfe und eben verlaufende Grenze vom Al-Horizont getrennt ist.

Die auf den Lößlehmen entwickelten Parabraunerden und Braunerden zählen neben den im Talbereich auftretenden Kolluvisolon zu den Böden mit dem höchsten ackerbaulichen Ertragspotential im Gebiet, was vor allem auf die guten wasserhaushaltlichen Eigenschaften des Lößlehms zurückzuführen ist. Für diese Böden sind Bodenzahlen zwischen 70 und 81 Punkten kennzeichnend. Neben den genannten Vorzügen, zeichnen sich die überwiegend aus mittel bis stark tonigen Schluffen (Tongehalt 17–20 Gew. %, Schluffgehalt 75–80%) bestehenden, mäßig humosen und skelettarmen Oberböden jedoch gleichzeitig durch eine starke Erosionsanfälligkeit aus. Nach U. SCHWERTMANN u. a. (1990) berechnen sich für die Lößlehm Böden Bodenerodierbarkeitsfaktoren (K-Faktoren) von 0,62 bis 0,7 ( $(t \times h) / (h \times N)$ ).

5. *Kolluvisol* der Niederungsbereiche und *Gley-Kolluvisol* aus erodiertem Lößlehm über Auelehm im Nahbereich des Baches. Die Mächtigkeit des durch neuzeitliche Bodenerosionsprozesse von den Hängen abgespülten und im Talbereich akkumulierten humosen Feinbodens schwankt zwischen 40 und 60 cm. In Bachnähe überdeckt er ältere Auelehmablagerungen, die eine Dicke von 60 bis 90 cm aufweisen. Sie zeichnen sich durch eine Wechsellagerung von mittel bis stark tonigen Schluffen und stark schluffigen Tonen aus. An der Basis der Auelehme treten örtlich fossile Anmoore auf.

Auskunft über die Intensität der im Einzugsgebiet des Baches seit dem Hochmittelalter abgelaufenen Bodenerosions- und Akkumulationsprozesse gibt das Exkursionsprofil 5. Hierbei handelt es sich um ein „Stockwerkprofil“, bei dem ein Gley-Kolluvisol aus erodiertem Lößlehm vom Nachbarhang und Auelehm ein altes Anmoor überlagert. Dieses enthält zahlreiche Reste von Acanthoceros-Tüpfelfarn, Gräsern und Schilf sowie zwei für feuchte Ackerflächen typische Arten von *Acanthoceros*-Moosen (mündl. Mitteil. H. MÜLLER, 1999). Wichtige Indizien für eine auf Rodungsprozesse zurückgehende Bildung der dem Anmoor aufliegenden Auenablagerungen sind die umfangreichen Funde größerer unverkohelter Baumreste von Eiche (mündl. Mitt. H. FREUND, 1999), die von der Oberfläche des Anmoors in den Auelehm hineinragen. Daneben treten im oberen Abschnitt des Anmoors ebenso wie in den unteren Schichten des Auelehms gebietsweit große Mengen unverkohelter Reste von Gehölzpflanzen und zahlreiche Holzkohlestücke auf. Pollenanalysen aus dem Grenzbereich zwischen den Aueablagerungen und dem Anmoor ergaben, daß der Beginn der Aueablagerungen nicht älter als Hochmittelalter (11. Jh. – Mitte 13. Jh.) war, möglicherweise aber auch jünger sein kann (mündl. Mitteil. H. MÜLLER, 1999). Die aus dem Übergangsbereich zwischen dem Auelehm und dem Anmoor bis hin zur Untergrenze des Anmoors entnommenen Proben sind reich an Roggen-, Buchen- und Hainbuchenpollen. Zudem enthalten sie Pollen der Kornblume. Im Gegensatz zum Anmoor sind die darunter liegenden lößlehmartigen Ablagerungen pollenarm. Bei ihnen handelt es sich um umgelagertes Material, das extrem reich an verlagelter organischer Substanz mit deutlich erkennbarer





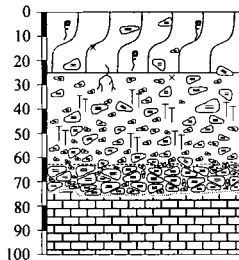
## Profil 1: Kalkschuttbraunerde mit geringmächtiger Lößlehmedecke

### Standort- und Profilbeschreibung

|                            |                                                                              |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Ort:                       | 1,5 km südöstlich Lamspringe, Flurstück Heberberg/Heberkamp                  |
| Top. Karte:                | TK 25, Blatt 4026, Lamspringe, R: 3570540 H: 5758335                         |
| Landschaft:                | Innerste Bergland (Niedersächsisches Berg- und Hügelland)                    |
| Höhe:                      | 256 m ü. NN                                                                  |
| Hangneigung:               | 6°                                                                           |
| Relief:                    | vertikal gestreckter, horizontal schwach konkaver Übergang Ober-/ Mittelhang |
| Nutzung:                   | Acker                                                                        |
| Mittl. Jahrestemperatur:   | 8,5° C                                                                       |
| Mittl. Jahresniederschlag: | 782 mm                                                                       |
| Gestein:                   | umgelagerter Lößlehm über Kalkschutt-Fließerde über Muschelkalk-Festgestein  |

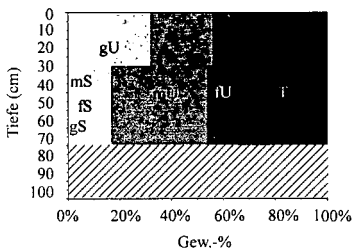
### Profilbeschreibung

Tiefe (cm)

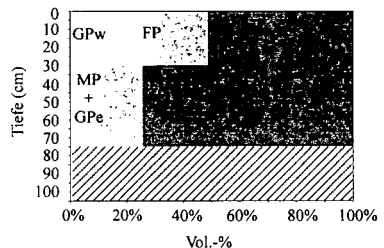


- Ap: 10YR 4/4 (brownish gray), stark schluffiger Ton, Tu4, stark humos, Bröckelgefüge, mittlere Lagerungsdichte, mittel steinig, stark carbonathaltig, scharfe ebene Grenze; Lößlehmfließerde mit Kalkschutt
- Bv: 7,5YR 5/6 (bright brown), stark schluffiger Ton, Tu4, schwach humos, Polyedergefüge, mittlere Lagerungsdichte, sehr stark steinig, carbonatreich, diffuse Horizontuntergrenze; Kalkschuttfließerde mit Lößlehm-Beimengung
- II Cv: 2,5Y 6/4 (dull yellow), stark schluffiger Ton, Tu4, sehr schwach humos, Polyedergefüge, sehr stark steinig, sehr carbonatreich; Verwitterungshorizont des anstehenden Unteren Muschelkalkes
- II C: anstehender Unterer Muschelkalk, unverwittert

### Korngrößenverteilung (Feinboden)



### Volumenverhältnisse (Mineralboden)

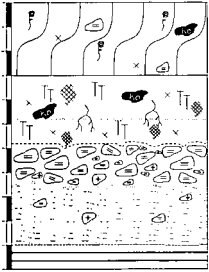


**Profil 2: schwach pseudovergleyte Braunerde mittlerer Entwicklungstiefe aus Lößlehm-, Muschelkalk- und Rötfließerden**

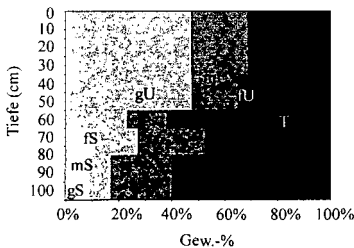
**Standort- und Profilbeschreibung**

Ort: 1,5 km südöstlich Lamspringe, Flurstück Horst  
 Top. Karte: TK 25, Blatt 4026, Lamspringe, R: 3570615 H: 5758320  
 Landschaft: Innerste Bergland (Niedersächsisches Berg- und Hügelland)  
 Höhe: 248 m ü. NN  
 Hangneigung: 2,5°  
 Relief: vertikal konvexer, horizontal schwach konvexer Übergang Ober-/ Mittelhang  
 Nutzung: Acker  
 Mittl. Jahrestemperatur: 8,5° C  
 Mittl. Jahresniederschlag: 782 mm  
 Gestein: umgelagerter Lößlehm über Muschelkalkschutt und Fließerden aus Tonen und Mergeln des Oberen Buntsandsteins

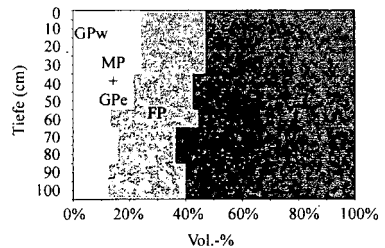
**Profilbeschreibung**

|                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Tiefe (cm)</p>  | <p>Ap: 7.5YR 4/4 (brown), stark schluffiger Ton, Tu4, mittel humos, Bröckelgefüge, mittlere Lagerungsdichte, schwach steinig, stark durchwurzelt, carbonatarm, einzelne Holzkohlestückchen, scharfe ebene Grenze; Lößlehmfließerde</p> <p>Bv: 10YR 4/6 (brown), stark schluffiger Ton, Tu4, sehr schwach humos, Subpolyedergefüge, mittlere bis hohe Lagerungsdichte, sehr schwach steinig, stark durchwurzelt, sehr carbonatarm, schwache Rostfleckung, einzelne Holzkohlestückchen; diffuse Grenze; Lößlehmfließerde</p> <p>II Bv-T: 10YR 5/6 (yellowish brown), schwach schluffiger Ton, Tu2, sehr schwach humos, Polyedergefüge, hohe Lagerungsdichte, sehr schwach steinig, sehr carbonatarm, schwache Rost- und Bleichfleckung, deutliche schwach wellige Grenze; Lößlehmfließerde mit starken Residualtonbeimengungen des hangwärts anstehenden Unteren Muschelkalkes</p> <p>III ICv: 10YR 4/4 (brown), stark schluffiger Ton, Tu4, sehr schwach humos, subpolyedrisch bis polyedrisch, hohe Lagerungsdichte, sehr stark steinig, sehr carbonatreich, diffuse Grenze; Fließerde aus Muschelkalkschutt mit aufgenommenen Mergelsteinen des Oberen Buntsandsteins (So4)</p> <p>IV IC: 2,5YR 3/3 (dark reddish brown), mittel toniger Lehm, L13, sehr schwach humos, Kohärentgefüge, hohe Lagerungsdichte, schwach steinig, carbonatreich; Fließerde aus Röttonen und -mergeln</p> <p>V mC: 2,5 YR 3/3 (dark reddish brown) und 10YR 7/1 (light gray) rote und graue Tone und Mergel mit einzelnen Feinsandbändern</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Korngrößenverteilung (Feinboden)**



**Volumenverhältnisse (Mineralboden)**



**Tab. 3** Physikalische und chemische Eigenschaften des Profils 2 (schwach pseudovergleyte Braunerde mittlerer Entwicklungstiefe aus Lößlehm-, Muschelkalk- und Rößfließerden)

| Nr. | Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Vol. % | Dichte<br>g/cm <sup>3</sup> | Textur (in % der humus- und carbonatfreien Feinerde) |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|----------|-------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|     |          |             |                   |                             | gS                                                   | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU   | fU   | T    |
|     | 1        | 2           | 3                 | 4                           | 5                                                    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 1   | Ap       | 0-30        | 2                 | 1,46                        | 0,4                                                  | 0,3  | 0,5  | 0,9  | 45,2 | 21,6 | 4,6  | 26,5 |
| 2   | Bv       | -48         | 0                 | 1,58                        | 0,1                                                  | 0,2  | 0,3  | 0,7  | 46,1 | 17,6 | 6,0  | 29,0 |
| 3   | II Bv-T  | -57         | 0                 | 1,72                        | 0,0                                                  | 0,1  | 0,1  | 0,6  | 22,3 | 14,8 | 8,8  | 53,3 |
| 4   | III Cv   | -75         | 70                | n.b.                        | 4,0                                                  | 3,3  | 1,3  | 2,6  | 15,9 | 25,4 | 17,9 | 29,6 |
| 5   | IV C     | 75+         | n.b.              | n.b.                        | 1,5                                                  | 2,8  | 2,9  | 1,9  | 7,8  | 23,0 | 18,7 | 41,4 |
| 6   | V C      | n.b.        | n.b.              | n.b.                        | n.b.                                                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |

| Nr. | Horizont | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | Carbonat<br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>mg/g | C/N  | P <sub>(CAL)</sub><br>mg/kg | P <sub>(Ges.)</sub><br>mg/kg |
|-----|----------|--------------------------|----------------------------|---------------|------------|------------------------|------|-----------------------------|------------------------------|
|     |          | 13                       | 14                         | 15            | 16         | 17                     | 18   | 19                          | 20                           |
| 1   | Ap       | 7,7                      | 6,9                        | 1,2           | 1,14       | 1,23                   | 9,2  | 57,2                        | 526,3                        |
| 2   | Bv       | 7,6                      | 6,9                        | 0,3           | 0,32       | 0,25                   | 14,0 | 14,7                        | 265,8                        |
| 3   | II Bv-T  | 7,7                      | 7,0                        | 0,3           | 0,39       | 0,39                   | 10,0 | 15,9                        | 320,0                        |
| 4   | III Cv   | 8,0                      | 7,2                        | 25,3          | 0,21       | 0,26                   | 8,1  | 3,9                         | 569,5                        |
| 5   | IV C     | 7,9                      | 7,2                        | 23,0          | 0,26       | 0,25                   | 10,4 | 8,1                         | 553,3                        |
| 6   | V C      | n.b.                     | n.b.                       | n.b.          | n.b.       | n.b.                   | n.b. | n.b.                        | n.b.                         |

**Tab. 4** Physikalische und chemische Eigenschaften des Profils 3 (Pseudogley-Parabraunerde aus umgelagertem Lößlehm)

| Nr. | Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Vol. % | Dichte<br>g/cm <sup>3</sup> | Textur (in % der humus- und carbonatfreien Feinerde) |     |     |     |      |      |      |      |
|-----|----------|-------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|     |          |             |                   |                             | gS                                                   | mS  | fS  | ffS | gU   | mU   | fU   | T    |
|     | 1        | 2           | 3                 | 4                           | 5                                                    | 6   | 7   | 8   | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 1   | Ap       | 0-30        | 1                 | 1,38                        | 0,3                                                  | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 51,1 | 23,7 | 5,5  | 18,0 |
| 2   | Al-Sw    | -55         | 0                 | 1,47                        | 0,2                                                  | 0,1 | 0,4 | 0,7 | 51,0 | 22,3 | 4,6  | 20,7 |
| 3   | Bt-Sd1   | -85         | 0                 | 1,56                        | 0,1                                                  | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 49,0 | 21,8 | 5,5  | 22,3 |
| 4   | Bt-Sd 2  | -102        | 0                 | 1,72                        | 0,1                                                  | 0,1 | 0,1 | 1,1 | 58,3 | 13,5 | 4,7  | 22,1 |
| 5   | Sw       | -170        | 0                 | 1,69                        | 0,1                                                  | 0,4 | 0,9 | 1,4 | 52,2 | 13,6 | 8,3  | 23,1 |
| 6   | II Sd-Cv | 170+        | 60                | 1,63                        | 0,9                                                  | 0,6 | 1,4 | 1,5 | 25,1 | 21,2 | 11,1 | 38,2 |

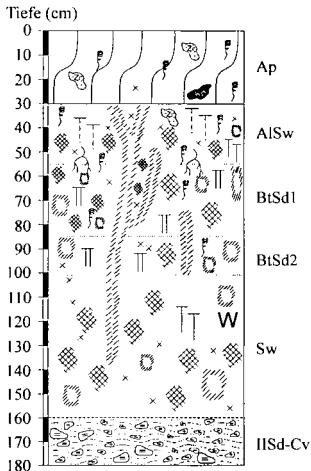
| Nr. | Horizont | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | Carbonat<br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>mg/g | C/N  | P <sub>(CAL)</sub><br>mg/kg | P <sub>(Ges.)</sub><br>mg/kg |
|-----|----------|--------------------------|----------------------------|---------------|------------|------------------------|------|-----------------------------|------------------------------|
|     |          | 13                       | 14                         | 15            | 16         | 17                     | 18   | 19                          | 20                           |
| 1   | Ap       | 7,4                      | 7,0                        | 0,2           | 1,18       | 1,08                   | 10,9 | 92,5                        | 552,9                        |
| 2   | Al-Sw    | 7,3                      | 6,9                        | 0,2           | 0,42       | 0,32                   | 13,9 | 22,1                        | 368,8                        |
| 3   | Bt-Sd1   | 7,4                      | 6,8                        | 0,2           | 0,22       | 0,26                   | 8,5  | 51,5                        | 309,2                        |
| 4   | Bt-Sd2   | 7,4                      | 6,7                        | 0,1           | 0,14       | 0,16                   | 8,6  | 35,7                        | 287,5                        |
| 5   | Sw       | 7,9                      | 7,1                        | 0,2           | 0,08       | 0,09                   | 8,8  | 19,3                        | 385,1                        |
|     | II Sd-Cv | 7,3                      | 6,7                        | 0,1           | 0,49       | 0,26                   | 18,9 | 60,7                        | 515,3                        |

**Profil 3: Pseudogley-Parabraunerde aus umgelagertem Lößlehm**

**Standort- und Profilbeschreibung**

Ort: 1,5 km südöstlich Lamspringe, Flurstück Heberkamp (Ost)  
 Top. Karte: TK 25. Blatt 4026, Lamspringe, R: 3570690 H: 5758340  
 Landschaft: Innerste Bergland (Niedersächsisches Berg- und Hügelland)  
 Höhe: 240 m ü. NN  
 Hangneigung: 6°  
 Relief: vertikal gestreckter, horizontal konkaver Mittelhang  
 Nutzung: Acker  
 Mittl. Jahrestemperatur: 8,5° C  
 Mittl. Jahresniederschlag: 782 mm  
 Gestein: umgelagerter Lößlehm großer Mächtigkeit über Rötfließerden und Tonen und Mergeln des Oberen Buntsandsteins

**Profilbeschreibung**



Ap: 10YR 4/6 (brown), stark toniger Schluff, U<sub>t4</sub>, mittel humos, Bröckelgefüge, mittlere Lagerungsdichte, sehr schwach steinig, stark durchwurzelt, sehr carbonatarm, einzelne Holzkohle- und Ziegelbruchstücke, scharfe ebene Grenze; Schwemmlößlehm

Al-Sw: 10YR 5/6 (yellowish brown), stark toniger Schluff, U<sub>t4</sub>, sehr schwach humos, Subpolyedergefüge, mittlere Lagerungsdichte, sehr schwach steinig, stark durchwurzelt, sehr carbonatarm, Rostfleckung, starke Naßbleichung entlang alter Wurzelbahnen, einzelne Ziegelbruchstücke; diffuse Grenze; Schwemmlößlehm

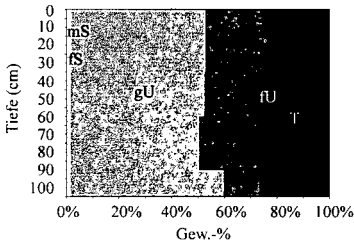
Bt-Sd1: 10YR 5/8 (yellowish brown), stark toniger Schluff, U<sub>t4</sub>, sehr schwach humos, Subpolyedergefüge, hohe Lagerungsdichte, skelettfrei, sehr carbonatarm, deutliche grau- und rostfleckige Marmorierung, einzelne Tönhäutchen auf Hohlraumwänden, diffuse Untergrenze; Lößlehm

Bt-Sd2: 10YR 5/6 (yellowish brown), stark toniger Schluff, U<sub>t4</sub>, sehr schwach humos, Subpolyedergefüge, hohe Lagerungsdichte, skelettfrei, sehr carbonatarm, starke Bleich- und Rostfleckung, diffuse Untergrenze; Lößlehm

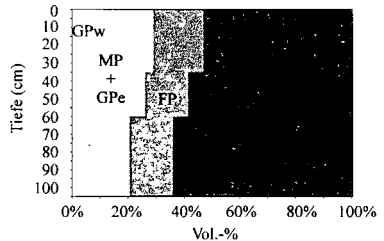
Sw: 10YR 5/6 (yellowish brown), stark toniger Schluff, U<sub>t4</sub>, sehr schwach humos, Subpolyedergefüge, hohe Lagerungsdichte, skelettfrei, sehr carbonatarm, starke Naßbleichung, Wassertritt aus Grobporen, diffuse Untergrenze; Lößlehm

Hs Sd-Cv: 7,5YR 5/6 (bright brown); mittel schluffiger Ton, Tu<sub>3</sub>, sehr schwach humos, hohe Lagerungsdichte, Polyedergefüge, sehr stark steinig (Mergelsteine und Muschelkalkbruchstücke), sehr carbonatarm; angewitterte Rötfließerde mit m-Schutt

**Korngrößenverteilung (Feinboden)**



**Volumenverhältnisse (Mineralboden)**



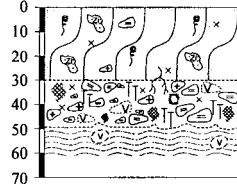
**Profil 4: stark erodierte (gekappte) Braunerde mit schwacher Pseudovergleyung aus Lößlehm-/ Kalkschutt- und Rötfließerden**

**Standort- und Profilbeschreibung**

Ort: 1,8 km südöstlich Lamspringe, Flurstück Pauluskamp  
 Top. Karte: TK 25, Blatt 4026, Lamspringe, R: 3571035 H: 5758175  
 Landschaft: Innerste Bergland (Niedersächsisches Berg- und Hügelland)  
 Höhe: 225 m ü. NN  
 Hangneigung: 4,5°  
 Relief: vertikal gestreckte, horizontal schwach konvexe Riedelflanke im Mittelhang  
 Nutzung: Acker  
 Mittl. Jahrestemperatur: 8,5° C  
 Mittl. Jahresniederschlag: 782 mm  
 Gestein: umgelagerter Lößlehm mit tonigen Beimengungen und Geschieben über geringmächtiger Lößlehm-Hangschutt-Fließerde über bunten Tonen und Mergeln des Oberen Buntsandsteins

**Profilbeschreibung**

Tiefe (cm)



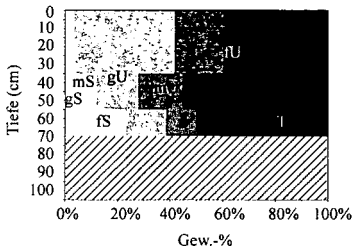
Ap: 5YR 4/4 (dull reddish brown), mittel schluffiger Ton, Tu3, mittel humos, Bröckelgefüge, mittlere Lagerungsdichte, schwach steinig(nordische Geschiebe, Muschelkalkbruchstücke, Ziegelreste), sehr carbonatarm, scharfe ebene Grenze; umgelagerter Lößlehm mit starker Beimengung von Tonen des Röt und aufgearbeitetem Drenthe-Grundmoränenmaterial

II Bv: 5YR 4/6 (reddish brown), schwach schluffiger Ton, Tu2, schwach humos, Subpolyeder- bis Polyedergefüge, dichte Lagerung, sehr stark steinig, carbonathaltig, schwache Rost- und Bleichfleckung, diffuse Untergrenze; Fließerde aus Lößlehm, Muschelkalkschutt und Röttonen sowie darin aufgenommenem Drenthe-Grundmoränenmaterial (kleine Flint- und Granitbruchstücke)

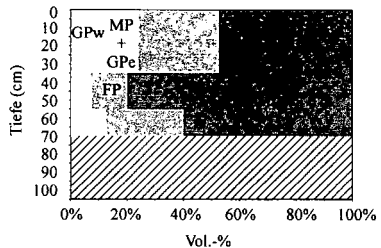
III Cv: 2,5YR 5/6 (bright reddish brown), mittel toniger Lehm, Lt3, sehr schwach humos, Polyedergefüge, hohe Lagerungsdichte, schwach steinig, carbonatarm; Fließerde aus Röttonen, verwittert

IV C: 2,5 YR 3/3 (dark reddish brown) und 10YR 7/1 (light gray), rote und graue Tone und Mergel mit einzelnen quarzitischen Bänken

**Korngrößenverteilung (Feinboden)**



**Volumenverhältnisse (Mineralboden)**



**Tab. 5** Physikalische und chemische Eigenschaften des Profils 4 (stark erodierte Braunerde mit schwacher Pseudo-verglegung aus Lößlehm-, Kalkschutt- und Rößfließerden)

| Nr. | Horizont | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Vol. % | Dichte<br>g/cm <sup>3</sup> | Textur (in % der humus- und carbonatfreien Feinerde) |          |          |          |          |           |           |           |
|-----|----------|-------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|     |          |             |                   |                             | gS                                                   | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU        | fU        | T         |
|     | <i>1</i> | <i>2</i>    | <i>3</i>          | <i>4</i>                    | <i>5</i>                                             | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| 1   | Ap       | 0-30        | 5                 | 1,45                        | 0,4                                                  | 0,8      | 0,9      | 1,2      | 38,5     | 18,4      | 7,2       | 32,6      |
| 2   | II Bv    | -50         | 50                | n.b.                        | 2,0                                                  | 2,9      | 4,1      | 2,8      | 16,1     | 16,8      | 8,7       | 46,6      |
| 3   | III Cv   | -60         | 5                 | n.b9                        | 0,2                                                  | 6,0      | 13,8     | 6,6      | 17,6     | 12,9      | 10,2      | 32,7      |
| 4   | IV C     | 60+         | n.b.              | n.b.                        | n.b.                                                 | n.b.     | n.b.     | n.b.     | n.b.     | n.b.      | n.b.      | n.b.      |

| Nr. | Horizont | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | Carbonat<br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>mg/g | C/N  | P <sub>(CAL)</sub><br>mg/kg | P <sub>(Ges.)</sub><br>mg/kg |
|-----|----------|--------------------------|----------------------------|---------------|------------|------------------------|------|-----------------------------|------------------------------|
|     |          |                          |                            |               |            |                        |      |                             |                              |
| 1   | Ap       | 7,6                      | 7,0                        | 0,3           | 1,11       | 0,99                   | 11,1 | 60,6                        | 591,3                        |
| 2   | II Bv    | 7,8                      | 6,9                        | 5,3           | 0,99       | 0,62                   | 15,9 | 17,0                        | 472,2                        |
| 3   | III Cv   | 7,8                      | 7,0                        | 0,6           | 0,25       | 0,58                   | 4,3  | 7,5                         | 531,5                        |
| 4   | IV C     | n.b.                     | n.b.                       | n.b.          | n.b.       | n.b.                   | n.b. | n.b.                        | n.b.                         |

**Tab. 6** Physikalische und chemische Eigenschaften des Profils 5 (Gley-Kolluvisol aus erodiertem Lößlehm und Auelehm über fossilem Anmoor)

| Nr. | Horizont     | Tiefe<br>cm | Skelett<br>Vol. % | Dichte<br>g/cm <sup>3</sup> | Textur (in % der humus- und carbonatfreien Feinerde) |          |          |          |          |           |           |           |
|-----|--------------|-------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|     |              |             |                   |                             | gS                                                   | mS       | fS       | ffS      | gU       | mU        | fU        | T         |
|     | <i>1</i>     | <i>2</i>    | <i>3</i>          | <i>4</i>                    | <i>5</i>                                             | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| 1   | Ah           | 0-35        | 5                 | 1,32                        | 1,3                                                  | 1,7      | 1,1      | 1,2      | 48,3     | 21,7      | 4,4       | 20,3      |
| 2   | M            | -50         | 2                 | 1,52                        | 0,1                                                  | 0,3      | 0,5      | 0,9      | 44,6     | 23,1      | 7,8       | 22,7      |
| 3   | II aM1-Go    | -70         | 1                 | 1,53                        | 0,0                                                  | 0,2      | 0,3      | 0,6      | 31,5     | 27,8      | 10,0      | 29,6      |
| 4   | II aM2-Go    | -92         | 1                 | 1,53                        | 0,0                                                  | 0,1      | 0,1      | 0,7      | 52,9     | 23,9      | 6,0       | 16,3      |
| 5   | II aM3-Go    | -101        | 1                 | 1,38                        | 0,0                                                  | 0,1      | 0,1      | 0,6      | 52,7     | 25,7      | 3,0       | 17,8      |
| 6   | III fAa'Gro1 | -115        | 0                 | 1,08                        | 0,1                                                  | 0,3      | 0,4      | 0,8      | 47,9     | 24,9      | 5,5       | 20,1      |
| 7   | III fAa'Gro2 | -135        | 0                 | 1,11                        | 0,0                                                  | 0,6      | 0,8      | 1,5      | 42,0     | 24,1      | 7,1       | 23,9      |
| 8   | III Gor      | 135+        | 3                 | 1,67                        | 0,3                                                  | 1,9      | 1,5      | 1,7      | 46,8     | 19,7      | 6,3       | 21,8      |

| Nr. | Horizont     | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | Carbonat<br>% | Corg.<br>% | N <sub>t</sub><br>mg/g | C/N  | P <sub>(CAL)</sub><br>mg/kg | P <sub>(Ges.)</sub><br>mg/kg |
|-----|--------------|--------------------------|----------------------------|---------------|------------|------------------------|------|-----------------------------|------------------------------|
|     |              |                          |                            |               |            |                        |      |                             |                              |
| 1   | Ah           | 7,4                      | 6,8                        | 1,1           | 1,8        | 1,5                    | 11,9 | 69,8                        | 511,0                        |
| 2   | M            | 7,2                      | 6,6                        | 0,1           | 1,4        | 1,3                    | 10,3 | 22,2                        | 351,3                        |
| 3   | II M1-Go     | 7,1                      | 6,5                        | 0,2           | 1,2        | 1,0                    | 11,2 | 10,0                        | 319,4                        |
| 4   | II M2-Go     | 7,5                      | 6,7                        | 0,0           | 0,6        | 0,4                    | 13,6 | 9,6                         | 154,5                        |
| 5   | II M3-Go     | 7,3                      | 6,7                        | 0,0           | 1,3        | 0,9                    | 14,1 | 8,3                         | 159,3                        |
| 6   | III fAa'Gro1 | 7,3                      | 6,5                        | 0,0           | 2,9        | 1,9                    | 14,9 | 8,7                         | 218,2                        |
| 7   | III fAa'Gro2 | 7,1                      | 6,4                        | 0,0           | 2,8        | 1,7                    | 16,5 | 33,6                        | 261,0                        |
| 8   | III Gor      | 7,2                      | 6,4                        | 0,0           | 0,2        | 0,2                    | 11,4 | 36,7                        | 175,9                        |

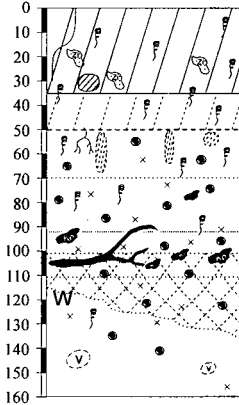
**Profil 5: Gley-Kolluvisol aus erodiertem Lößlehm und Auelehm über fossilem Anmoor**

**Standort- und Profilbeschreibung**

Ort: 1,5 km südöstlich Lamspringe, Flurstück Pauluskamp (Gewässerrandstreifen)  
 Top. Karte: TK 25, Blatt 4026, Lamspringe, R: 3571080 H: 5758340  
 Landschaft: Innerste Bergland (Niedersächsisches Berg- und Hügelland)  
 Höhe: 210 m ü. NN  
 Hangneigung: 0°  
 Relief: schwach konkaver Hangfußbereich  
 Nutzung: Grünland (ehemals Acker)  
 Mittl. Jahrestemperatur: 8,5° C  
 Mittl. Jahresniederschlag: 782 mm  
 Gestein: Löß-Kolluvium über Auelehmen und fossilem Anmoor

**Profilbeschreibung**

Tiefe (cm)



Ap: 7,5YR 4/3 (brown), stark toniger Schluff, Ut4, mittel humos, Subpolyedergefüge, mittlere Lagerungsdichte, schwach steinig (viele Ziegelbruchstücke), stark durchwurzelt, carbonatarm, deutliche schwach geneigte Grenze; erodierter Lößlehm vom direkt anschließenden Hang und anthropogener Auftrag

M: 7,5YR 4/4 (brown), stark toniger Schluff, Ut4, mittel humos, Subpolyedergefüge, mittlere Lagerungsdichte, sehr schwach steinig (einzelne kleine Kalksteinbruchstücke), schwach durchwurzelt, sehr carbonatarm; erodierter Lößlehm vom direkt anschließenden Hang

II aM1-Go: 10YR 5/3 (dull yellowish brown), stark schluffiger Ton, Tu4, mittel humos, Humuseinwaschung aus dem Oberboden, Polyedergefüge, mittlere Lagerungsdichte, skelettfrei, einzelne Kohlestückchen, carbonatfrei, rostfleckig, diffuse Grenze; Auelehm

II aM2-Go: 10YR 5/3 (dull yellowish brown), mittel toniger Schluff, Ut3, schwach humos, Subpolyedergefüge, mittlere Lagerungsdichte, sehr schwach steinig, carbonatfrei, rostfleckig, diffuse Untergrenze; Auelehm

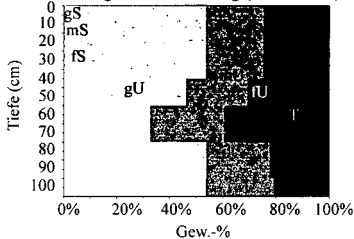
II aM3-Go: 10YR 5/3 (dull yellowish brown), stark toniger Schluff, Ut4, mittel humos, Subpolyedergefüge, mittlere Lagerungsdichte, sehr schwach steinig, carbonatfrei, zahlreiche Holzkohlestücke und größere Baumreste (Eiche) an unterer Horizontgrenze; deutliche wellige Grenze; Auelehm

III fAa Gro1: 7,5YR 3/2 (brownish black), stark toniger Schluff, Ut4, stark humos, mittlere Lagerungsdichte, Subpolyedergefüge, skelettfrei, carbonatfrei, einzelne Holzstückchen u. Baumreste; ehemaliges Anmoor

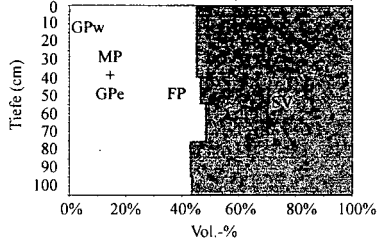
III fAa Gro2: 7,5YR 3/2 (brownish black), stark toniger Schluff, Ut4, stark humos, mittlere Lagerungsdichte, Subpolyedergefüge, skelettfrei, carbonatfrei, Kohlestücke, geneigte diffuse Grenze; ehemaliges Anmoor

III Gor: 2,5YR 5/4 (dull reddish brown), stark toniger Schluff, Ut4, sehr schwach humos, mittlere Lagerungsdichte, Subpolyedergefüge, sehr schwach steinig, carbonatfrei; umgelagerte Lößlehme

**Korngrößenverteilung (Feinboden)**



**Volumenverhältnisse (Mineralboden)**





## 7 Das aktuelle Bodenerosionsgeschehen im Exkursionsgebiet

Im langjährigen Mittel treten im Exkursionsgebiet pro Jahr 15 bis 17 Niederschlagsereignisse mit Regenintensitäten von mehr als 10 mm/h auf. Hinsichtlich ihrer jahreszeitlichen Verteilung zeigen sie ein Maximum in den Monaten Mai bis Juli. In diesem Zeitraum sind Starkniederschläge häufig an Gewittertätigkeit gebunden. Neben diesen Starkniederschlagsereignissen, die teilweise Regenintensitäten von 30 mm/h erreichen, sind für das örtliche Erosionsgeschehen auch langanhaltende Herbstregen mit vergleichsweise geringer Regenenergie von großer Bedeutung. Sie führen vor allem in den tonreicheren Lößlehm-Fließböden mit geringer Infiltrationskapazität und in den auf gering wasserdurchlässigen Rötfließböden oder Rötverwitterungsprodukten ausgebildeten Böden zu einer starken Oberbodenvernässung. Durch diese wird auf geneigten Standorten Oberflächenabfluß induziert. Ein dritter für das Auftreten größerer Bodenerosionsereignisse relevanter Zeitabschnitt umfaßt die Monate Januar bis März, in dem Schneeschmelzprozesse und/oder auf den nur oberflächlich aufgetauten Boden treffende Niederschläge in unregelmäßigen zeitlichen Abständen mit stärkeren Bodenabträgen verbunden sind. In Abhängigkeit von dem zum Zeitpunkt eines Starkregeneignisses herrschenden Bodenbedeckungs-, Bodenfeuchte- und Bearbeitungszustand variieren Ausmaß und räumliches Auftreten von Bodenerosionsprozessen stark. So sind bei den Ereignissen, die in Verbindung mit Schneeschmelz- und Auftauvorgängen auftreten, neben den im Schwarzbrachezustand befindlichen und zur späteren Bestellung mit Zuckerrüben oder Sommergetreide vorgesehenen Flächen auch die Parzellen betroffen, auf denen Wintergetreide angebaut wird. Dieses weist zu jener Zeit lediglich eine Bodenbedeckung zwischen 25 und 30% auf. Im Unterschied dazu treten bei den in den Monaten Mai und Juni auftretenden Starkniederschlägen Bodenerosionsschäden fast ausnahmslos in Parzellen mit spätdeckenden Ackerkulturen auf. Im Exkursionsgebiet sind dies vor allem die mit Zuckerrüben bestellten Schläge. Herbstliche Dauerniederschläge führen dagegen besonders in den frisch bearbeiteten und mit Wintergetreide bestellten Flächen zu zumeist linearem Bodenabtrag in Tiefenlinien, während auf Parzellen mit Raps oder Zuckerrüben keine oder nur sehr geringe Bodenabträge zu beobachten sind. So wird die Bodenoberfläche der mit Zuckerrüben bestandenen Parzellen entweder von der lebenden Blattmasse der Zuckerrüben fast vollständig abgeschirmt oder nach der Rübenernte von zunächst auf dem Feld belassenen Blattresten vor dem Aufprall der Regentropfen geschützt.

Um der Bodenerosion und den damit verbundenen on-site- und off-site-Schäden vorzubeugen, werden im Gebiet seit langem konservierende Bodenbearbeitungsmethoden eingesetzt. Beispiele hierfür sind die bereits oben genannten Mulchsaatverfahren (Direktsaat, Stoppelsaat, Einsaat in Strohmulch) und die weitgehende Anwendung nicht wendender, d.h. pflugloser Bearbeitungstechniken. Zudem wird in Kombination mit anderen Schutzmaßnahmen versucht, oberirdische Wasser- und Feinerttransporte zu minimieren oder gar zu unterbinden. Hierzu zählen neben der generellen Bearbeitung und Bestellung quer zum Gefälle auch die Verkürzung der erosiven Hanglänge durch Längsteilung einzelner Ackerschläge, der Anbau von Zwischenfrüchten, die Fruchtfolgegestaltung (s. Winterweizen-/Winterrapsfruchtfolge im Trompeterbusch; Tab. 1) und der Verzicht auf Sommergetreide in besonders erosionsanfälligen Parzellen. Eine weitere Schutzmaßnahme ist die in den Fahrgassen von Getreidebeständen eingesetzte „Stotterschaltung/-saat“, die der Unterbrechung des oberirdischen Wasserabflusses in den Fahrspuren dient.

Zwar läßt sich durch die genannten Schutzmaßnahmen das Ausmaß flächenhafter Bodenerosion stark minimieren. Dennoch treten bei Starkniederschlägen und Schneeschmelzprozessen immer wieder größere lineare Erosionsschäden auf. Sie folgen vor allem dem Verlauf der Hangmulden, in denen es zu einer Bündelung des Oberflächenabflusses aus vergleichsweise großen Hangeinzugsgebieten kommt. So geht die quer zum Gefälle verlaufende Bearbeitung an den Flanken der in Gefällrichtung weisenden Mulden in eine in Fallrichtung orientierte Bearbeitung über, wodurch die Mulden bei Starkniederschlägen erhebliche Mengen lateralen Zuflusses erhalten. Als bevorzugte Erosionsform tritt im Bereich der Hangmulden die sog. Talwegeerosion auf, die hier mit erheblichen Bodenverlusten und Schäden am Pflanzenbestand verbunden sein kann. Ein Beispiel für ein Schadenergebnis mit überwiegender Talwegeerosion zeigt Abb 5. Hierbei handelt es sich um eines von insgesamt acht im Zeitraum von 1995 bis 1998 aufgetretenen Erosionsereignissen, bei denen höhere Boden-

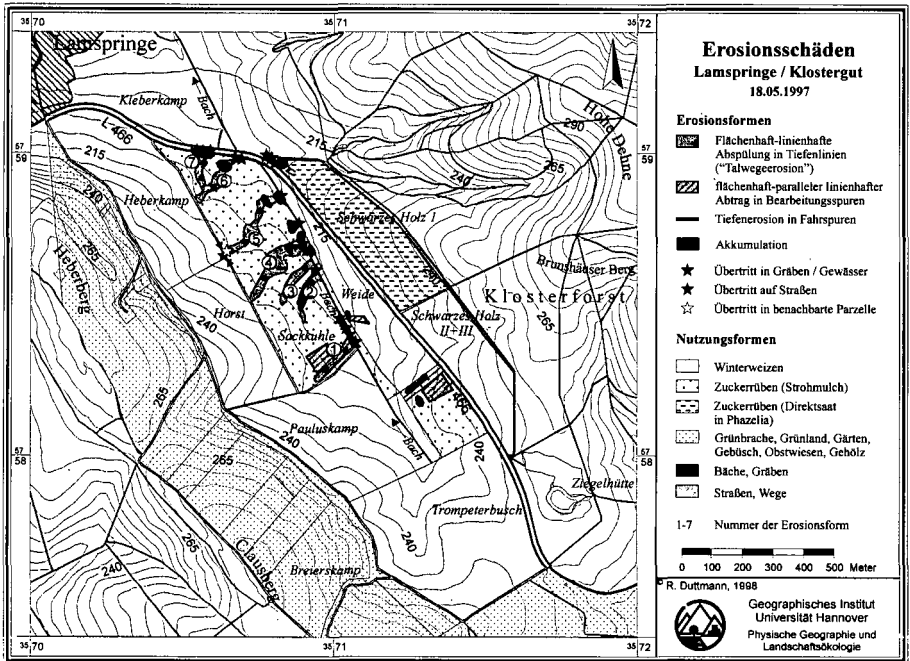


Abb. 5 Verbreitung von Bodenerosionsschäden im Gebiet Lamspringe nach einem Gewitterniederschlag im Mai 1997

abträge zu verzeichnen waren. Die in Abb. 5 dargestellten Erosionsformen gehen auf ein Starkregeneignis im Mai 1997 zurück, bei dem innerhalb von zwei Stunden 36,5 mm Niederschlag fielen. Zu diesem Zeitpunkt waren zwei große Schläge mit Zuckerrüben bestanden. Alle übrigen Flächen wurden von Wintergetreide bedeckt. Die Auswirkungen dieses Ereignisses wurden mit Hilfe der Kartierverfahren nach W. ROHR u.a. (1990) und dem DVWK (1996) erfaßt. Als besonders geschädigter Bereich trat dabei der Zuckerrübensschlag im Flurstück „Sackkuhle“ auf, der zum Zeitpunkt des Ereignisses eine Bodenbedeckung von ca. 10 bis 15% aus stark zerkleinertem Strohmulch und frisch ausgetriebenen Zuckerrübenblättern besaß. Das auf der gering bedeckten Bodenoberfläche nahezu ungehindert abfließende Wasser konzentrierte sich in den Tiefenlinien der Hangmulden und führte vor allem in diesen zu starkem Bodenabtrag. Der im Mündungsbereich der oberirdischen Transportbahnen befindliche 3–5 m breite grasbewachsene Gewässerrandstreifen erwies sich bei diesem Extremereignis nicht als wirksames Hindernis gegenüber dem konzentrierten Überlandabfluß. So wurde er beispielsweise im Anschluß an eine der Erosionsformen auf einer Breite von 14 m von dem oberirdisch abfließenden Wasser und dem darin mitgeführten Feinbodensediment überströmt. Dagegen traten auf der stärker geneigten Zuckerrübenfläche im Bereich „Schwarzes Holz I kaum Erosionsschäden auf. Grund hierfür war eine höhere Bodenbedeckung (30–40%) durch Phazeliarückstände, was die gute Wirksamkeit des Zwischenfruchtbaus bzw. der Direktsaat gegenüber der Bodenerosion durch Wasser belegt. Die mit Winterweizen bestellten Schläge waren aufgrund der bereits dichten Bodenabschirmung (Bodenbedeckungsgrad > 75%) nicht von nennenswerten Erosionsschäden betroffen.

## Danksagung

Die Autoren danken Herrn Dipl.-Ing. agr. C. Krending (Klostergut Lamspringe) für die großzügige Unterstützung bei den Arbeiten im Gebiet und für seine stete Hilfsbereitschaft. Ein besonderer Dank gebührt Herrn Dr. H. MÜLLER (NLFb) für die freundlicherweise durchgeführten Pollenanalysen und Herrn Dr. H. Freund (NLFb) für die dendrologischen Bestimmungen. Großer Dank gilt auch den studentischen Teilnehmern an den im Raum Lamspringe abgehaltenen Meß-, Kartier- und Geländepraktika für ihre engagierte Mitarbeit.

## Literaturverzeichnis

- BORK, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt. Verlauf, Ursachen und Folgen der mittelalterlichen und neuzeitlichen Bodenerosion, Bodenerosionsprozesse, Modelle und Simulationen. – Landschaftsgenese und Landschaftsökologie 13, Braunschweig.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e.V. (DVWK) (1996): Bodenerosion durch Wasser. Kartieranleitung zur Erfassung aktueller Erosionsformen. – DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 239/1996, Bonn.
- GRUPE, O., W. HAACK & F. SCHUCHT (1915): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Blatt Lamspringe. – 182. Lfg., Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin.
- EHMKE, A., (1957): Kap. V B: Landwirtschaft. – In: MITTELHÄUSSER, K.: Der Landkreis Alfeld. – Die Landkreise in Niedersachsen, Rh. D. 14, Bremen, S. 166–198.
- HÖVERMANN, H. (1963): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 99 Göttingen, Geographische Landesaufnahme 1: 200.000. – Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Bad Godesberg, S. 30–31.
- MEISEL, S. (1960): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 86 Hannover, Geographische Landesaufnahme 1: 200.000 – Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Bad Godesberg, S. 31–33.
- MITTELHÄUSSER, K. (1957): Der Landkreis Alfeld. – Die Landkreise in Niedersachsen, Rh. D. 14, Bremen.
- NIEDERSÄCHSISCHES LANDESVERWALTUNGSAMT – LANDESVERMESSUNG (1972): Bodenkarte auf der Grundlage der Bodenschätzung, Blatt Lamspringe (Ost), Hannover.
- ROHR, W., Th. MOSIMANN, R. BONO, M. RÜTTIMANN & V. PRASUHN (1990): Kartieranleitung zur Aufnahme von Bodenerosionsformen und -schäden auf Ackerflächen, Legende, Erläuterungen zur Kartiertechnik, Schadendokumentation und Fehlerabschätzung. – Materialien zur Physiogeographie 14, Basel.
- SCHWERTMANN, U., W. VOGL & M. KAINZ (1990): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen, Stuttgart.
- SEEDORF, H. H. & H.-H. MEYER (1992): Landeskunde Niedersachsen. Natur- und Kulturgeschichte eines Bundeslandes, Band 1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung, Neumünster.



**Exkursion**  
**H 3**

**Nutzungs- und Auswertungsmöglichkeiten des  
Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS - Fachinformationssystem Boden  
- Bereitstellung von Bodeninformationen für Fachplanungen -**

von

Klaus Erdmann, Hans J. Heineke & Udo Müller<sup>1)</sup>

**Inhalt**

- 1 Einführung
  - 2 Das Niedersächsische Bodeninformationssystem NIBIS im Überblick
    - 2.1 Konzeption
    - 2.2 Inhalte des NIBIS FIS-BODEN
    - 2.3 Nutzung des NIBIS FIS-BODEN
  - 3 Gegenwärtig unterstützte Planungsverfahren und bodenkundliche Fachbeiträge
    - 3.1 Fachanwendung Raumordnungsverfahren
    - 3.2 Fachanwendung Trinkwasserschutz
    - 3.3 Fachanwendung Agrarstrukturplanung
  - 4 Ausblick
- Literatur

**1 Einführung**

Die im Rahmen von Planungsentscheidungen und für Einzelberatungen an die bodenkundlichen Dienste gestellten Anforderungen steigen u. a. vor dem Hintergrund der zu erwartenden neuen gesetzlichen Regelungen zum Bodenschutz in zunehmenden Maße (FIEBER, KUES & OELKERS 1993). Vor allem für die Bereiche Boden- und Naturschutz, Raumordnung und Landesplanung, Agrarplanung und Grundwasserschutz werden qualifizierte Bodeninformationen für unterschiedliche Planungsebenen benötigt (STEININGER & MÜLLER 1993; NDS. GVBL Nr. 16 1994; KÜHNER 1996; SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 1994). Da die systematische Nutzung der vorliegenden Daten und Methoden manuell nicht zu leisten ist, werden zu diesem Zweck in den Bundesländern Bodeninformationssysteme entwickelt. In ihnen werden für raum- und bodenbezogene Fachplanungen Daten und Methoden zusammengeführt, zugriffsbereit gehalten und regelmäßig aktualisiert. Als Beispiel für die Entwicklungen wird im folgenden auf das Niedersächsische Bodeninformationssystem NIBIS (HEINEKE 1991; HEINEKE, FILIPINSKI & DUMKE 1995; HEINEKE, ECKELMANN 1998) und seine möglichen Einsatzbereiche näher eingegangen. In dieses System wurden in großem Umfang alle wesentlichen geowissenschaftlichen Informationen, sei es durch Erhebung aus vorliegenden Unterlagen oder durch Neuerhebung, integriert. Da Daten allein kein Informationssystem ausmachen, sind ferner die für die Nutzung der Datenbasis notwendigen und z. Zt. verfügbaren Auswertungsmethoden in einer Methodenbank abgelegt (MÜLLER, DEGEN & JÜRGING 1992).

Die Berücksichtigung bodenkundlicher Belange in den verschiedenen Planungs- und Genehmigungsverfahren bedeutet ferner, eine Abstimmung fachlicher Anforderungen für die Bereitstellung der entsprechenden Bodeninformationen in den jeweiligen Fachplanungen vorzunehmen (z. B. NDS. GVBL Nr. 16 1994; SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 1994; UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995). Für die Planungsbereiche Raumordnungsverfahren, Trinkwasserschutz und Agrarstrukturplanung werden dazu Beispiele aufgeführt.

Die Exkursion wird anhand ausgewählter Beispiele aus den Fachplanungen die Handhabung und Leistungsfähigkeit des Informationssystems und der Software aufzeigen.

<sup>1)</sup>Anschrift der Autoren:

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, 30655 Hannover

## 2 Das Niedersächsische Bodeninformationssystem NIBIS im Überblick

Um rechtzeitig und sicher Entscheidungen zur Vermeidung bzw. Minimierung von Belastungen des Bodens oder zur Sanierung bereits eingetretener Schäden treffen zu können, müssen die Informationsgrundlagen möglichst vollständig, zeitgerecht und kostengünstig bereitgestellt werden. Die notwendigen Voraussetzungen für eine zeitnahe Bereitstellung der Informationen von der Landesebene bis zur einzelnen Parzelle sind durch den Aufbau des digitalen Informationssystems NIBIS geschaffen worden. Wesentliches Merkmal dieses Systems ist seine Nutzerorientierung und Einsatzflexibilität. Die Informationsbereitstellung wird ständig an den fachlichen Notwendigkeiten ausgerichtet.

### 2.1 Konzeption

Das NIBIS setzt sich entsprechend einer bundesweit abgestimmten Konzeption aus mehreren Fachinformationssystemen zusammen, die die Bereiche

- *geowissenschaftliche Grundlagen,*
- *anthropogene Einwirkungen auf den Boden* sowie
- *Naturschutz und Landschaftspflege*

abdecken. In dem gezeigten Verbund nimmt das *Fachinformationssystem Boden (FIS BODEN)* im Bereich der geowissenschaftlichen Grundlagen eine zentrale Stellung ein.

Der Aufbau des NIBIS FIS-BODEN orientiert sich am Informationsbedarf für die notwendigen Maßnahmen zum Bodenschutz, der zu Beginn der Aufbauphase durch eine Bedarfsanalyse bei den Dienststellen des Landes ermittelt wurde. Das NIBIS FIS-BODEN wurde dementsprechend im wesentlichen auf die Erfüllung folgender Funktionen ausgelegt:

- digitale Erfassung und flächendeckende Bereithaltung aller Informationen unterschiedlicher Maßstabbereiche, einschließlich der Möglichkeit der laufenden Fortführung;
- gemeinsame und variable Weiterverarbeitung aller Daten;
- problem- und benutzerbezogene Auswertung mit unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse unter Berücksichtigung des jeweils aktuellen bodenkundlichen Wissensstandes.

Die zur Realisierung dieser Zielsetzungen notwendige Entwicklung fachlich-bodenkundlicher und DV-technischer Verfahren ist unter Federführung des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, Abteilung Bodenkunde, auf Landes- und Bundesebene abgestimmt; sie entspricht einer Empfehlung der Umweltministerkonferenz aus dem Jahre 1994 (AD-HOC-AG KERNSYSTEME UND METHODENBANKEN 1994a+b).

### 2.2 Inhalte des NIBIS FIS-BODEN

In den folgenden Betrachtungen steht das Fachinformationssystem Boden des NIBIS im Mittelpunkt. Der Aufbau der Böden sowie ihre räumliche Verteilung wird von den bodenbildenden Faktoren *Ausgangsgestein, Klima und Relief* gesteuert. Die Verbreitung der Böden und ihr Aufbau wird über punktuelle Geländeerhebungen ermittelt, die Vergesellschaftung der Böden wird in Karten unterschiedlicher Maßstäbe dargestellt. Die Elemente dieser Bodenkarten bilden die *Flächendatenbank*.

Eine repräsentative Teilmenge dieser punktuellen Geländeerhebungen wird beprobt und im Labor zur Ermittlung der Bodeneigenschaften analysiert. Diese Elemente bilden die *Labordatenbank*.

Wiederum eine Teilmenge dieser beprobten Flächen wird für die Ermittlung von langfristigen Bodenveränderungen zur *Dauerbeobachtung* ausgewählt. Da sich durch die Auswertung der Ergebnisse der Bodenanalytik Beziehungen zu den Geländeerhebungen herstellen lassen, können letztlich die Ergebnisse der Labordatenbank und der Dauerbeobachtung durch Verknüpfung mit der Flächendatenbank auch flächenmäßig dargestellt werden.

Die für die Auswertung der Datenbasis notwendigen Methoden werden nach ihrer Entwicklung und Erprobung im Rahmen von Labor-, Gefäß- und Feldversuchen in einheitlich strukturierter Form in einer Methodensammlung dokumentiert und stehen nach digitaler Umsetzung in der *Methodenbank* des NIBIS FIS-BODEN für Auswertungen zur Verfügung. Die Methodenbank stellt die fachlich korrekte Verbindung von Daten und Methoden sicher. Tabelle 1 zeigt die derzeit verfügbaren Daten und Methoden.

Tab. 1: Inhalte des NIBIS FIS-BODEN (Stand 1997)

| <b>Flächendatenbank</b>                                           |                                                                                                                                   |                                                |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Datenbestand</b>                                               | <b>Nutzung für</b>                                                                                                                | <b>Flächendeckung<br/>(digital vorliegend)</b> |
| Bodenübersichtskarten<br>i. M.<br>1:500.000 (BÜK 500)             | landesweite Übersichten                                                                                                           | 100 %                                          |
| 1:200.000 (BÜK 200)                                               | landesweite Übersichten                                                                                                           | 100 %                                          |
| 1:50.000 (BÜK 50)                                                 | Planungen/Auswertungen auf Regional-<br>und Kreisebene                                                                            | 100 % (verfügbar auf CD-<br>ROM)               |
| Bodenkarte i. M. 1:25.000                                         | Planungen/Auswertungen auf Regional-<br>und Kreisebene                                                                            | 40 %                                           |
| Bodennutzung aus<br>historischen topographischen<br>Karten        | Planungen/Auswertungen auf Regional-<br>und Kreisebene                                                                            | 30 %                                           |
| Forstliche Standortkarte<br>i. M. 1:10.000 (Staatsforst)          | Planungen in Parzellenschärfe                                                                                                     | 100 %                                          |
| Bodenkarten i. M. 1:5000                                          | Planungen in Parzellenschärfe                                                                                                     | 55 %                                           |
| Klimaräume<br>i. M. 1:200.000                                     | Zusatzdaten zur Standortcharakterisierung                                                                                         | 100 %                                          |
| Klimadaten der<br>Wetterstationen des<br>Deutschen Wetterdienstes | Zusatzdaten zur Standortcharakterisierung                                                                                         | 100 %                                          |
| <b>Labordatenbank / Bohrdatenbank</b>                             |                                                                                                                                   |                                                |
| <b>Datenbestand</b>                                               | <b>Nutzung für</b>                                                                                                                | <b>Umfang<br/>(digital vorliegend)</b>         |
| Labordaten Bodenproben                                            | Basis für Modellentwicklung,<br>Modelleichung                                                                                     | 100.000 Proben                                 |
| Profilbeschreibungen                                              | Basis für Modellentwicklung,<br>Modelleichung, parzellenscharfe<br>Aussagen                                                       | 600.000 Profile                                |
| Daten aus Bodendauer-<br>beobachtungsflächen                      | Basis für Modellentwicklung,<br>Modelleichung, parzellenscharfe<br>Aussagen; Standortentwicklung                                  | 53 Flächen                                     |
| Daten aus dem<br>Feldversuchswesen                                | Basis für Modellentwicklung,<br>Modelleichung, parzellenscharfe<br>Aussagen, Standortentwicklung und<br>Bodennutzungsalternativen | 31 Feldversuche                                |
| <b>Methodenbank</b>                                               |                                                                                                                                   |                                                |
| <b>Methodenbestand</b>                                            | <b>Nutzung für</b>                                                                                                                | <b>Umfang<br/>(digital vorliegend)</b>         |
| 65 Module                                                         | Auswertungen für verschiedenste Zwecke<br>und Maßstabbereiche in Verwaltung,<br>Wirtschaft, Verbänden etc.                        | 65 Module                                      |

### 2.3 Nutzung des NIBIS FIS-BODEN

Das Informationsangebot des NIBIS FIS-BODEN orientiert sich entsprechend der Ergebnisse der o. g. Umfrage bei potentiellen Nutzern an deren Bedürfnissen und Rahmenbedingungen. Im einzelnen bedeutet dies, daß das NIBIS FIS-BODEN Daten und Auswertungen für die nachhaltige und umweltverträgliche Bodennutzung sowie für den Boden- und Moorschutz vorhält.

Diese Informationen werden im Rahmen der

- Landesplanung
- Naturschutz- und Landschaftsplanung
- Land- und forstwirtschaftlichen Bodennutzung
- Agrarstruktur
- Wasserwirtschaft
- Kreislauf- und Abfallwirtschaft
- Bodensanierung und Regeneration

angewendet.

Für die Nutzung durch Dritte ermöglicht das NIBIS FIS-BODEN folgende technische Alternativen (Dreistufigkeit der Nutzung):

- Bereitstellung von Bodenkarten, Auswertungskarten und Datenbankauszügen
  - in gedruckter Form
  - auf Datenträgern in unterschiedlichen Formaten
- Bearbeitung von Auswertungen als Auftragsarbeiten, ggf. incl. Erarbeitung neuer Methoden
- Nutzung der Daten und Methoden des NIBIS FIS-BODEN durch Dritte über ONLINE-Dienste im Internet (verfügbar innerhalb der nächsten drei Jahre)

### 3 Gegenwärtig unterstützte Planungsverfahren und bodenkundliche Fachbeiträge

Bodeninformationen für Fachplanungen zum Bodenschutz werden auf Landesebene im wesentlichen auf drei Planungsebenen nachgefragt (Tab. 2). Diesen Planungsebenen können Planungsverfahren, deren Ausgestaltung hinsichtlich des Bodenschutzes länderspezifisch geregelt ist (z. B. SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 1994; UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995), zugeordnet werden (Tab. 2, Bsp. Niedersachsen).

In den jeweiligen Planungsverfahren niedersächsischer Gesetze und Verordnungen werden verschiedene bodenkundliche Informationen benötigt (NDS. GVBL Nr. 16 1994; NLVwA 1989; NMELF 1991). Die Leitlinien für die Anwendung z. B. in der niedersächsischen Agrarstruktur- und Naturschutzverwaltung werden z. Zt. überarbeitet, wobei bodenkundliche Aspekte eine stärkere Berücksichtigung finden sollen. Den Planungsverfahren lassen sich thematische Auswertungsbereiche für bodenkundliche Teilbeiträge zuordnen (Tab. 3).

Im wesentlichen geht es um Darstellung bodenkundlicher Grundlagendaten und die Bewertung von Potentialen und Empfindlichkeiten hinsichtlich stofflicher Belastbarkeit, Substanz- und Strukturbeeinträchtigung, Bewirtschaftung und allgemeine Standortbewertungen (Tab. 4; MÜLLER ET AL. 1992; NLÖ & NLfB 1996).

Die inhaltliche Gestaltung der Planungsinstrumente macht es notwendig, daß die Planungsverfahren in der Regel ressortübergreifend bearbeitet werden. Dies gilt vor allen für die räumliche Gesamtplanung (KÜHNER 1996). Die Verfahrensweise und die Inhalte sollten bei wiederkehrender Fragestellung exemplarisch dokumentiert werden, um eine gleichgerichtete Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Zu bodenkundlichen Fachbeiträgen in Raumordnungsverfahren und im Rahmen der Grundwasserschutzes wurde in Niedersachsen der bodenkundliche Fachbeitrag konkretisiert und die abgestimmte Vorgehensweise festgelegt (Nds. GVBL Nr. 16 1994; KUES, BILLERBECK & STELZER 1995). Durch Kooperationsmodelle und Mehrfachnutzung von bodenkundlich relevanten Informationen können die Kosten gegenüber herkömmlichen Vorgehensweisen deutlich gesenkt werden.



**Tab. 2: Planungsverfahren und Planungsebenen**

| <b>Gesetzlicher Rahmen</b>                   | <b>obere Planungsebene</b>             | <b>mittlere Planungsebene</b>                                            | <b>untere Planungsebene</b>                                             |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Landesplanung<br>NROG                        | LROP                                   | RROP                                                                     | FNP<br>B-Plan                                                           |
| Naturschutz<br>NNatG                         | Landschaftsprogramm                    | Landschaftsrahmenplan                                                    | Landschaftsplan<br>Grünordnungsplan<br>NSG-Ausweisung<br>LSG-Ausweisung |
| BauGB                                        |                                        |                                                                          | Bauleitplanung                                                          |
| Bodenschutz<br>EBodSchG                      | untergesetzl. Regelwerke               | untergesetzl. Regelwerke                                                 | untergesetzl. Regelwerke                                                |
| Wasserschutz<br>NWG                          | wasserwirtschaftlicher<br>Rahmenplan   | Wasserrechtsverfahren                                                    | Schutzbestimmungen<br>landw. Zusatzberatung<br>Schutzgebietsausweisung  |
| Düngeverordnung<br>SchuVo<br>Gülleverordnung |                                        |                                                                          | Ausführungsbestimmungen                                                 |
| GAKG<br>FlurbG                               | Flurbereinigungsprogramm               | Agrarstrukturelle Vorplanung<br>Agrarstrukturelle<br>Entwicklungsplanung | Agrarstrukturplanung<br>Flurbereinigungsverfahren<br>Planfeststellung   |
| NAbfG, BImSchG<br>TASi                       |                                        | Deponieleitplanung<br>Bezirksabfallplan                                  | Deponieplanung<br>Sanierung<br>Altlasten                                |
| Umweltverträglichkeitsprüfung<br>UVPG        | Umweltverträglichkeitsstudien<br>(UVS) | Umweltverträglichkeitsstudien<br>(UVS)                                   | Umweltverträglichkeitsstudien<br>(UVS)                                  |

NROG=Nieders. Raumordnungsgesetz, NNatG=Nieders. Naturschutzgesetz, BauGB=Baugesetzbuch, NWG= Nieders. Wassergesetz, SchVo=Schutzgebietsverordnung, NAbfG=Nieders. Abfallgesetz, BImSch=Bundesimmissionsschutzgesetz, EBodschG=Entwurf zum Bodenschutzgesetz, TASi=techn. Anleitung Abfall, UVP=Umweltverträglichkeitsprüfung, LROP=Landesraumordnungsprogramm, RROP=Regionales Raumordnungsprogramm, FNP=Flächennutzungsplan, B-Plan=Bebauungsplan, NSG=Naturschutzgebiet, LSG=Landschaftschutzgebiet, GAKG=Gesetz über die Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes", FlurbG=Flurbereinigungsgesetz

Tab. 3: Themenbereiche bodenkundlicher Auswertung und Zuordnung zu Fachplanungen

|                                   | Stoffliche Belastung | Substanz- und Strukturbeeinträchtigung | Bewirtschaftung/ Versiegelung | Standortbewertung/ Bodeneingriffe |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| LROP                              | *                    | *                                      | *                             | *                                 |
| RROP                              | *                    | *                                      | *                             | *                                 |
| FNP                               | *                    | *                                      | *                             |                                   |
| B-Plan                            | *                    | *                                      | *                             |                                   |
| Landschaftsprogramm               |                      |                                        | *                             | *                                 |
| Landschaftsrahmenplan             |                      |                                        | *                             | *                                 |
| Landschaftspläne                  | *                    | *                                      | *                             | *                                 |
| NSG-Ausweisung                    |                      |                                        | *                             | *                                 |
| LSG-Ausweisung                    |                      |                                        | *                             | *                                 |
| Bauleitplanung                    | *                    | (*)                                    | *                             |                                   |
| Bodenschutz                       | *                    | *                                      | *                             | *                                 |
| Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan | *                    |                                        | *                             |                                   |
| Schutzbestimmungen                | *                    |                                        | *                             | *                                 |
| Düngerverordnung                  | *                    |                                        | *                             |                                   |
| Agrarplanung                      | *                    | *                                      | *                             | *                                 |
| Forstplanung                      |                      | *                                      | *                             | *                                 |
| Flurbereinigung                   |                      | *                                      | *                             | *                                 |
| Agrarstruktur                     | *                    | *                                      | *                             | *                                 |
| Deponieplanung                    | *                    |                                        |                               | *                                 |
| Altlasten                         | *                    |                                        |                               | *                                 |

(Abkürzungen s. Tabelle 1)

### 3.1 Fachanwendung Raumordnungsverfahren

Ziel der Raumordnung ist es, die Raumbearbeitung durch verschiedene Nutzer zu koordinieren, wobei alle raumrelevanten Nutzungen zu berücksichtigen und gegeneinander abzuwägen sind. Die Raumordnung legt die räumliche Struktur fest, die für die jeweiligen Planungsräume der unterschiedlichen Planungsebenen für die Zukunft angestrebt wird. Aufgabe der Landesplanung ist es, diese Strukturen zu verwirklichen. Dabei hat der Bodenschutz einen breiteren Raum eingenommen. Hierbei soll sich der nachhaltige Schutz der Böden nicht nur auf "seltene" Böden und "belastete" Böden (Beseitigung erheblicher Bodenbelastungen) beschränken, sondern hat im Rahmen des Vorsorgeprinzips flächendeckend zu erfolgen (NMI 1994). Nach dem Niedersächsischen Landesraumordnungsprogramm (LROP) soll "dem Vorsorgeprinzip im Umweltschutz... stärkeres Gewicht beigemessen werden". Das LROP als Rahmengesetz soll dazu beitragen "die räumlichen Voraussetzungen für die ökologische Umorientierung..." zu verbessern. Es "löst sich deshalb von dem in früheren Programmen vorherrschenden Ansatz der Standort- und Flächenvorsorge... und wendet sich einem umweltbezogenen Planungsansatz zu, der Umweltpotentiale sichert" (NMI 1994). Neben den zusammenfassenden Gesamtplanungen bestehen besondere Fachplanungen, z. B. die landwirtschaftliche Fachplanung, die wasserwirtschaftliche Planung und die Landschaftsplanung (Naturschutzplanung) nach dem Niedersächsischen Naturschutzgesetz (NNatG). Das NNatG gibt für die obere Planungsebene das Landschaftsprogramm, für die mittlere den Landschaftsrahmenplan und für die untere Landschafts- und Grünordnungspläne vor. Die Ergebnisse der Fachplanungen (z. B. Agrarplanung, Landschaftsplanung) fließen dann wieder in die zur Raumordnung gehörenden Programme und Pläne ein. Ziele der Raumordnung hinsichtlich Bodenschutzzielen sind die Darstellung von Bodenfunktionen und Bodenpotentialen zur Ausweisung von Vorrang- und Vorsorgegebieten für unterschiedliche Nutzungen. Bei den Vorranggebieten besteht ein Vereinbarkeitsgebot (Sicherungsaspekt), bei den Vorsorgegebieten ein Abstimmungsgebot. Ziel dieser Ausweisungen ist es, Konflikte zwischen konkurrierenden Nutzungsansprüchen zu reduzieren. Als Vorranggebiete in Niedersachsen sind Gebiete für Natur- und Landschaft, Grünlandbewirtschaftung, Trinkwassergewinnung und Rohstoffgewinnung festgelegt. Vorsorgegebiete sind für Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Natur und Landschaft, Erholung, Rohstoffgewinnung, Grünlandbewirtschaftung und Trinkwassergewinnung festgelegt. Für die Erstellung der Raumordnungsprogramme auf unterschiedlichen Planungsebenen sollten für

die Berücksichtigung des Bodenschutzes Bodeninformationen zur Ableitung von Bodenfunktionen und Bodenpotentialen herangezogen werden. Hierzu gibt es in einigen Bundesländern Leitfäden für die Umsetzung in Fachplanungen (SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 1994; UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995; NMELF 1991). In Niedersachsen fließen z. Zt. Bodeninformationen für die Ausweisung von Vorsorgegebieten für die Landwirtschaft auf unterschiedlichen Planungsebenen in die Fachplanungen ein. Ein mit den Planungsträgern der Raumordnung und des Naturschutzes abgestimmter Leitfaden ist in Vorbereitung.

### 3.2 Fachanwendung Trinkwasserschutz

Der Wasserbedarf für die öffentliche Wasserversorgung wird in Niedersachsen zu ca. 87% durch das Grundwasser gedeckt. Die Vorrang- und Vorsorgegebiete für die Trinkwassergewinnung werden im Landesraumordnungsprogramm ausgewiesen. Sie nehmen ca. 680.000 ha mit überwiegend land- und forstwirtschaftlicher Nutzung ein (NMI 1994). Aufgrund der intensiven Bodennutzung und der Stoffeinträge über den Luftpfad ist mit zunehmender Schadstoffbelastung des Grundwassers zu rechnen (STREBEL, DUIJNSVELD & BÖTTCHER 1989). Um die rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen für vorbeugenden standortbezogenen Grundwasserschutz zu schaffen, wurde das Niedersächsische Wassergesetz novelliert (NDS. GVBL Nr. 24 1992) und die Schutzbestimmungen der Schutzgebietsverordnung (SchuVO) erweitert (NDS. GVBL Nr. 11 1995). Ein wesentliches Instrument ist das Wasserentnahmegeld, aus dem eine standortbezogene landwirtschaftliche Zusatzberatung und Ausgleichszahlungen finanziert werden. Hierfür werden bodenkundliche Informationsgrundlagen im Rahmen eines Kooperationsmodells bereitgestellt (Abb. 1).

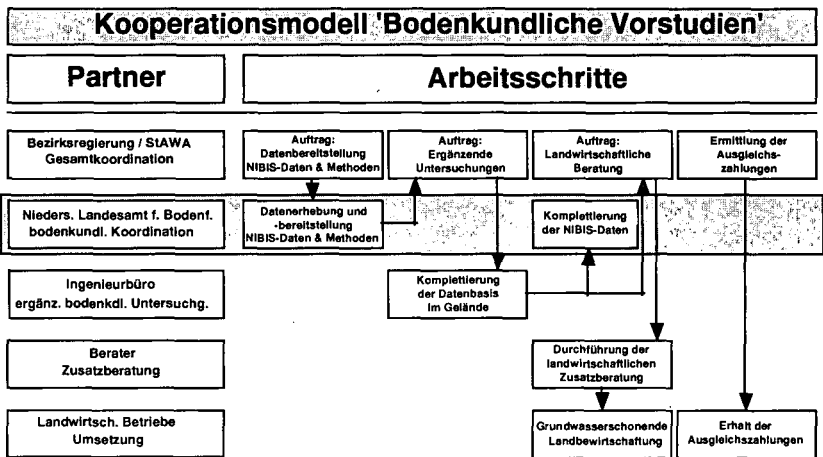


Abb. 1: Kooperationsmodell

Das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) stellt hierbei nach Auftragserteilung durch das zuständige Staatliche Amt für Wasser und Abfall (StAWA) im Rahmen einer bodenkundlichen Vorstudie Bodendaten bereit und erstellt Karten zur Nitrat auswaschungsgefährdung (KUES, BILLERBECK & STELZER 1995; Abb. 1). Diese Unterlagen werden von Planungsbüros durch Nachkartierungen ergänzt. Die ermittelten Ergebnisse sowie Teile der Basisinformationen werden auch digital an die Auftraggeber bzw. die Ingenieurbüros zur Weiterverarbeitung und Verknüpfung mit anderen relevanten Daten, z. B. Schlagkarteien u. ä. in GIS-Systemen, abgegeben. Auf Grundlage der so erarbeiteten Studie können im Einzugsgebiet Teilareale mit unterschiedlichem Handlungsbedarf in Parzellenschärfe ausgewiesen werden. Durch die zuständigen Wasserbehörden und landwirtschaftlichen Berater können somit standortspezifische und kostengünstige Handlungskonzepte entwickelt und im Rahmen der Zusatzberatung umgesetzt werden (KUES, BILLERBECK & STELZER 1995).

**Tab. 4: Ebenen und Instrumente der Agrarstrukturplanung**

| <b>Flurbereinigungsprogramm</b>                                                                    | <b>Agrarstrukturelle Entwicklungsplanung</b>                                                  | <b>Flurbereinigung</b>                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| festlegen von:<br>♦ Zielen und Schwerpunkten der Flurbereinigung<br>♦ landesweite Maßnahmenplanung | aufzeigen von:<br>♦ Konfliktbereichen<br>♦ Entwicklungsmöglichkeiten<br>♦ Entscheidungsbedarf | durchführen von:<br>♦ Verbesserung der Agrarstruktur und Förderung der allgemeinen Landeskultur und Landentwicklung |
| <i>obere Planungsebene</i>                                                                         | <i>mittlere Planungsebene</i>                                                                 | <i>untere Planungsebene</i>                                                                                         |

### 3.3 Fachanwendung Agrarstrukturplanung

Im Rahmen der landwirtschaftlichen Fachplanung stellt die Agrarstrukturplanung eine eigenständige Fachplanung dar (Tab. 4). Die Agrarstrukturplanung muß neben betriebswirtschaftlichen auch standortliche Belange berücksichtigen (THÖNE 1996; KOHL 1995). Hierfür werden in Form eines bodenkundlichen Fachbeitrages Bodeninformationen benötigt (NMELF 1991). Die Nutzungsmöglichkeiten der Informationsgrundlagen des NIBIS FIS-BODEN für bodenkundliche Fachbeiträge bei Agrarstrukturplanungen ergeben sich aus den gesetzlichen Zielvorgaben und deren Einordnung in die jeweilige Planungsebene. Für die Maßnahmen der Flurbereinigung ist die Notwendigkeit bodenkundlicher Fachbeiträge auf der mittleren (Agrarstrukturelle Entwicklungsplanung/AEP) und besonders der unteren Planungsebene (Flurbereinigungsverfahren) gegeben (siehe Tab. 5). Die Flurbereinigung als das Planungsinstrument des ländlichen Raumes muß die räumlichen und standortlichen Schutzgutausprägungen erfassen und auf dieser Grundlage regional differenzierte Entwicklungsziele definieren (THÖNE 1996). Eine Bewertung des Schutzgutes Boden auf der Grundlage von Bodenschätzungsdaten als Basisinformation wurde beispielhaft für den Planungsprozeß der Flurbereinigung durchgeführt. Über den Daten- und Methodenbestand des NIBIS FIS-BODEN wurden die naturräumlichen Voraussetzungen (boden- und ertragskundliche Eigenschaften, Stoffflüsse u. a.) für eine ressourcenschonende Landnutzungsplanung anhand von thematischen Auswertungen abgeleitet und in Form von Planungskarten dargestellt. Für eine integrative Bewertung mehrerer thematischer Komplexe wurden die mit der Methodenbank des NIBIS FIS-BODEN (MÜLLER, DEGEN & JÜRGING 1992) ermittelten Ergebnisse über Verbundmethoden oder Methodenverknüpfungen mittels Matrizen zu differenzierteren Aussagen generiert (ERDMANN 1996). Als Zielkonzept wurden folgende Schwerpunktbereiche für eine umfassendere bodenkundliche Bewertung festgelegt:

- Flächen mit besonderer Bedeutung für den **Bodenschutz**
- Flächen mit besonderer Bedeutung für den **Grundwasserschutz** unter Berücksichtigung der Filter- und Puffereigenschaften der Böden
- Vorrangflächen für die **Landwirtschaft** mit Berücksichtigung der Filter- und Puffereigenschaften sowie der Substanz- und Strukturbeeinträchtigungen der Böden
- Ermittlung standortbedingter **ökologischer Potentiale** für eine Umwidmung landwirtschaftlicher Nutzflächen

### 4 Ausblick

Durch mit den Planungsträgern abgestimmte Vorgehensweisen und Mehrfachnutzung bereits vorliegender bodenkundlicher Daten unter Nutzung des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS FIS-BODEN) lassen sich die zeitlichen und finanziellen Planungsaufwände deutlich vermindern. Da die Ausgabe der Planungskarten in Form von Kartenplots mit hinterlegter Rastertopographie sowie als digitaler Datensatz zur Weiterverarbeitung in anderen GIS-Systemen erfolgen kann, wird die Integration der digitalen Ergebnisse in den Verfahrensablauf der Planungsverfahren gewährleistet. Die bodenkundlichen Fachbeiträge stellen dabei keine fertigen Handlungskonzepte dar; sie sollen vielmehr als eine

**Tab. 5: Der Bedarf bodenkundlicher Planungsgrundlagen für den Aufgabenbereich der Agrarstrukturplanung**

| Gesetzliche Rahmenbedingungen und Planungsinstrumente<br>- Agrarstrukturplanung                                                                                                                                       | Planungsebenen, Maßstabbereiche und Datenbasis                                        | Themenschwerpunkte für bodenkundliche Auswertungen                            | Beispiele für die Bereitstellung einzelner Auswertungsmethoden (NIBIS FIS-BODEN)           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Gesetz über die Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAKG); FlurbG; ROG; UVPG; BNatSchG; NNatG u. a.</i></p> <p><b>Agrarstrukturelle Entwicklungsplanung (AEP)</b></p> | <p><u>mittlere:</u></p> <p>1:50.000 / 1:25.000</p> <p>BÜK50<br/>BK25<br/>GK25</p>     | <p>Stoffliche Belastungen</p> <p>Substanz- und Strukturbeeinträchtigungen</p> | <p>Organika, Schwermetalle, Nitrauswaschung</p> <p>Erosion, Verschlammung, Verdichtung</p> |
| <p><i>FlurbG; "Leitlinie Naturschutz"; NNatG; UVPG u. a.</i></p> <p><b>Flurbereinigungsverfahren (insbes. Plan nach §41 FlurbG)</b></p>                                                                               | <p><u>untere:</u></p> <p>1:10.000 / 1:5.000</p> <p>Bodenschätzung (i. M. 1:5.000)</p> | <p>Standortbewertung</p> <p>Bewirtschaftung</p>                               | <p>Sickerwasserrate, Ertragspotential, Biotopotential</p> <p>Beregnung, Bearbeitung</p>    |

Entscheidungshilfe für Planungsaussagen verstanden werden. Die Weiterverarbeitung der Basis- und Auswertungsdaten im fortschreitenden Planungsprozeß wird durch die digitale Datenabgabe in verschiedenen Formaten (z. B. E00, DXF, TIFF) und die Möglichkeit der Einbindung der Bodendaten in die lokalen Systeme der Planer, z. B. in Desktop-GIS-Systeme, gewährleistet. Mittelfristig wird das NIBIS FIS-BODEN mit seiner Funktionalität im Internet verfügbar sein, womit der Zugriff auf Daten und Methoden vereinfacht wird. Die Beispiele machen deutlich, daß für fachbereichs- und flächenübergreifende Planungsverfahren im Rahmen eines vorbeugenden Bodenschutzes eine entsprechend zusammengeführte Informationsbasis, die alle bodenkundlich relevanten Daten und Methoden, als auch deren Interpretation enthält, erforderlich ist. Defizite bestehen vor allem in der Bewertung des gegenseitigen Abwägens einzelner Funktionen und Potentiale im Rahmen einer fachspezifischen Gesamtbewertung des betrachteten Planungsraums bzw. für Teilbereiche. Darüber hinaus müssen die bodenkundlichen Fachbeiträge der einzelnen Planungsinstrumente weiter konkretisiert werden (s. z. B. SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 1994; KUES, BILLERBECK & STELZER 1995). Wesentlich ist hierfür eine fachübergreifende Abstimmung der Inhalte und Aussagen von Fachplanungen zwischen den zuständigen Ministerien und Fachinstitutionen mit dem Ziel einer koordinierten Umsetzung und Integration von Belangen des Bodenschutzes in allen wesentlichen Fachplanungen und Planungsebenen.

**Literatur**

*AD-HOC-AG KERNSYSTEME UND METHODENBANKEN (1994a):* Aufgaben und Funktionen von Kernsystemen des Bodeninformationssystems als Teil von Umweltinformationssystemen. - Bodenschutz Heft 1: 59 S. - Hrsg.: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz; Karlsruhe.

*AD-HOC-AG KERNSYSTEME UND METHODENBANKEN (1994b):* Aufgaben und Funktionen von Methodenbanken des Bodeninformationssystems als Teil von Umweltinformationssystemen. - Bodenschutz Heft 2: 36 S. - Hrsg.: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz; Karlsruhe.

- Erdmann, K. (1996):* Ableiten von Planungskarten für eine landschaftsökologisch orientierte Flurbereinigung aus digitalen Bodendaten des NIBIS. Dipl. Arb. Geogr. Inst. Univ. Hannover (unveröffentlicht): 120 S.; Hannover.
- Fieber, R., Kues, J., Oelkers, K.-H. (1993):* Konzept zur Nutzung des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) - Teil: Fachinformationssystem Bodenkunde (FIS Boden). - Geol. Jb. A 142: S. 7-38; Hannover.
- Heineke, H. J. (1991):* Zur Systemarchitektur des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS, Teil: Fachinformationssystem Bodenkunde. - Geol. Jb. A 126: S. 47-57; Hannover.
- Heineke, H. J., Eckelmann, W., (1998):* Development of Soil Information Systems in the Federal Republic of Germany - Status report. In: Land Information Systems: Developments for planning the sustainable use of land resources. H. J. Heineke, W. Eckelmann, A. J. Thomasson, R. J. A. Jones, L. Montanarella and B. Buckley (eds.). European Soil Bureau research report No. 4, EUR 17729 EN (1998), 546 pp.; Office for Official Publications of the European Communities; Luxembourg.
- Heineke, H. J., Filipinski, M., Dumke, I. (1995):* Vorschlag zum Aufbau des Fachinformationssystems Bodenkunde - Profil-, Flächen- und Labordatenbank, Methodenbank. - Geol. Jb. F 30; Hannover. - Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Kohl, A. (1995):* Agrarstrukturelle Vorplanung - Ein Instrument zur Entwicklung ländlicher Räume. - Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 36: S. 227-229.
- Kues, J., Billerbeck, S., Stelzer, R. (1995):* Nutzung des Niedersächsischen Fachinformationssystems Bodenkunde für die landwirtschaftliche Zusatzberatung im Rahmen des Grundwasserschutzes. - Arbeitshefte Boden 1/1995: S. 33-40; Hannover.
- Kühner, S. (1995):* Bodenschutz als Planungsaufgabe: Die Weiterentwicklung der Raumordnung zu einer Bodenschutzplanung. - Dt. Univ. Verl. Wiesbaden: 310 S.
- Müller, U., Degen, Ch., Jürging, Ch. (1992):* Niedersächsisches Bodeninformationssystem NIBIS. Dokumentation zur Methodenbank des Fachinformationssystems Bodenkunde (FIS BODEN). - Techn. Ber. NIBIS 3; 5. Aufl.; Hannover. - Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Steininger, A., Müller, U. (1993):* Bereitstellung von bodenkundlichen Planungsgrundlagen mit Hilfe eines Bodeninformationssystems. - Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 34 (3): S. 157-165.
- Strebel, O., Duijnsveld, W. H. M., Bötcher, J. (1989):* Nitrate pollution of groundwater in Western Europe. - Agriculture, Ecosystems and Environment 26: S. 189-214.
- Thöne, K.-F. (1996):* Flurbereinigung - Ein wirkungsvolles Instrument der Landentwicklung. - Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 38: S. 49-53.
- NLÖ Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, NLFb Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (1996):* Bodenschutz in Niedersachsen in den Geschäftsbereichen des NLÖ und NLFb; Hannover; 30 S.
- NLVwA Niedersächsisches Landesverwaltungsamt (1989):* Hinweise der Fachbehörde für Naturschutz zur Aufstellung des Landschaftsrahmenplans. - Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 2/89; Hannover; 36 S.
- NMI Niedersächsisches Innenministerium (1994):* Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen 1994. - Schriften der Landesplanung Niedersachsen; Hannover; 192 S.
- NMELF Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1991):* Leitlinie Naturschutz und Landschaftspflege im Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz; Hannover; 98 S.
- Niedersächsisches GVBl Nr. 16 (1994):* Gesetz über das Landesraumordnungsprogramm (NROG).
- Niedersächsisches GVBl Nr. 24 (1992):* Achstes Gesetz zur Änderung des Niedersächsischen Wasser-gesetzes.
- Niedersächsisches GVBl Nr. 11 (1995):* Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten (SchuVO).
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (1994):* Anforderungen des Bodenschutzes an Planungs- und Genehmigungsverfahren. - Leitfaden Bodenschutz.
- Umweltministerium Baden-Württemberg (1995):* Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit. Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. - Luft, Boden, Abfall; Heft 3; Stuttgart; 34 S.

**Exkursion**  
**H 4**

**Schwermetallbelastete Böden im nördlichen Harzvorland**  
**- Von der Quelle bis zur Senke -**

Fleige, H.<sup>1)</sup>, Gäbler, E.<sup>1)</sup>, Hindel, R.<sup>1)</sup> und E. Pluquet<sup>2)</sup>

**Inhalt**

1. EXKURSIONSROUTE
  2. BESCHREIBUNG DES EXKURSIONSGEBIETES
    - 2.1 Naturräumliche Gliederung
    - 2.2 Geologie und Geomorphologie
    - 2.3 Klima
    - 2.3 Landnutzung
    - 2.4 Bodenverbreitung
  3. BESCHREIBUNG DER EXKURSIONSPROFILE
    - 3.1 Gley-Auenboden „Kunigunde“
    - 3.2 Haftnässe Gley-Auenboden „Upen“
  4. LITERATUR
- 
1. EXKURSIONSROUTE

Die Exkursionsroute führt auf der A7 von Hannover nach Süden durch die landwirtschaftlich intensiv genutzte Lößbörde mit ausgedehnten Parabraunerde- und Schwarzerdevorkommen an Hildesheim vorbei bis zur Autobahnabfahrt Derneburg.

**Hildesheim** (105.000 Einwohner): Bischofssitz mit einigen bedeutenden Sakralbauten (Dom St. Michaelis, Andreaskirche), mittelständisches Gewerbe und Elektroindustrie

Hinter der Abfahrt Hildesheim verläßt die Autobahn das Bergvorland und steigt zum südniedersächsischen Berg- und Hügelland an. Etwa 2 km nach der Abfahrt ist am Einschnitt der Autobahn deutlich die typische Formation einer Schichtstufenlandschaft zu erkennen. Ab der Autobahnabfahrt Derneburg geht die Fahrt auf der gut ausgebauten B6 an Salzgitter-Bad vorbei in Richtung Goslar. Die B6 folgt dem Lauf der Innerste, teilweise flußnah auf der Mittelterasse. Bei guter Fernsicht ist der Harz mit seiner höchsten Erhebung, dem Brocken (1142 m ü. NN), zu erkennen.

**Goslar** (46.200 Einwohner): einst freie Reichsstadt, Silber-, Blei- und Kupferbergbau im Rammelsberg (1988 stillgelegt), historische Altstadt und Kaiserpfalz, bedeutende Nichteisen-Metallindustrie

Vor Goslar geht es westlich auf der B82 am südlichen Harzrand bis nach Langelsheim. Von dort führt die Route in den eigentlichen Harz entlang der Innerste bis zur Innerste-Talsperre. Diese wurde als Regulierungsbecken und für den Hochwasserschutz angelegt. Die Länge des Staudammes beträgt 750 m bei einer Höhe von 32 m. Ein aus dem Wasserspiegel herausragender Trichter wird bei Hochwasser von der Hochflut überströmt. Die Exkursion führt weiter an der Innerste aufwärts bis Lautenthal. Hier wurde Blei-Zink-Silber-Erzbergbau betrieben. Davon zeugt eine umfangreiche Bergwerks- und Hüttenschau mit einer be-

Anschriften der Autoren:

<sup>1)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, 30655 Hannover

<sup>2)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Bodentechnologisches Institut Bremen, Friedr.-Mißler-Str. 46 - 50, 28211 Bremen

merkenswerten Sammlung alter Berg- und hüttentechnischer Geräte. Rechts und links der Straße bis in die Ortslage hinein befinden sich Halden des ehemaligen Erzbergbaues (1. Exkursionspunkt).

Die Weiterfahrt folgt der Innerste flußabwärts zu den beiden Exkursionsprofilen „Kunigunde“ und „Upen“ bis Othfresen. Von dort geht es in umgekehrter Richtung zurück nach Hannover.

## 2. BESCHREIBUNG DES EXKURSIONSGEBIETES

### 2.1 Naturräumliche Gliederung

Der erste Exkursionsteil führt in den Harz, der als echtes Mittelgebirge angesehen werden kann. Er unterscheidet sich nicht nur deutlich vom vorgelagerten Berg- und Hügelland durch seine Höhe, sondern auch in seinen Oberflächenformen, in seiner nahezu geschlossenen Waldbedeckung und besonders in seiner erdgeschichtlichen Entwicklung. Der Harz ist als geschlossener Block von 30 km Breite und 90 km Länge aus rund 3000 m Tiefe allmählich aufgestiegen, wobei die vor 300 Millionen Jahren gefalteten Schichten flächenhaft abgetragen wurden. Die zum Teil vermoorten Hochflächen des Harzes (um 600 m) sind im Westharz durch Täler tief eingeschnitten, so daß es hier verhältnismäßig einfach war, große Talsperren anzulegen.

Die weiteren Exkursionspunkte liegen im Berg- und Hügelland der Mittelgebirgsschwelle. Gegenüber der fast waldlosen Lößbörde findet sich hier eine durch Becken, Täler, Höhenrücken, Hochflächen, Bergkuppen und Hügel kleinräumig gekammerte walddreiche Landschaft. Hängiges Gelände ist hier häufiger als ebenes. Bei etwa  $>15^{\circ}$  Neigung oder bei Höhenlagen von mehr als 300 m ü. NN überwiegt die Bewaldung. Die Bewaldung nimmt von Norden nach Süden zu. Das Berg- und Hügelland verdankt seinen Formenreichtum verschiedenen erdgeschichtlichen Vorgängen. Tektonische Bewegungen haben die einst durchweg im Meer abgelagerten Schichten in Schollen zerlegt und in unterschiedlicher Weise gekippt, wobei der Aufstieg von Zechsteinsalzen aus großer Tiefe mitgewirkt hat. Die Täler und Becken wurden während der letzten Eiszeit mit Löß ausgekleidet. Die Auen der Harzflüsse sind mit Hochflutsedimenten und Schotter aufgefüllt.

### 2.2 Geologie und Geomorphologie

Der Harz ist ein Ausschnitt aus dem mitteleuropäischen Teil der variszischen Gebirge. Die in ihm vorkommenden Sedimentgesteine aus dem Devon und Unterkarbon sind gleich oder ähnlich ausgebildet wie entsprechende Gesteine im Rheinischen Schiefergebirge. Zusätzlich sind im Harz Tiefengesteine (Gabbro, Granit) während des Oberkarbons aufgedungen. Im Westharz gibt es verbreitet Blei-, Zink-, Kupfer- und Silbervorkommen, die seit dem Mittelalter intensiv abgebaut wurden. Die Rückstände dieser Bergbauwirtschaft finden sich an vielen Orten als Halden. Durch Belüftung kommt es zur Pyritverwitterung der restlichen Erze im Haldenkörper. Dieser versauert tiefgründig und gibt über das Sickerwasser stark saure und mit Schwermetallen belastete Wasser in die Oberflächengewässer ab.

In den Talauen des Harzvorlandes haben im wesentlichen drei größere, unterschiedlich alte holozäne Phasen der Auelehmbildung (qh(1), qh(2), qh(3)) stattgefunden. Die älteste, anthropogen unbeeinflusste Auelehmbildung (qh(1)) setzt etwa im jüngeren Alleröd (ca. 9000 v. Chr.) ein, ist bis ins Boreal (ca. 5500 v. Chr.) stark wirksam und findet spätestens zu Beginn des Subatlantikum (1000 v. Chr. bis zur Zeitwende) ihren Abschluß. Demgegenüber steht ein jüngerer, stark anthropogen beeinflusster Auelehmkomplex (qh(2) und qh(3)), dessen Bildung sich in zwei Sedimentphasen gliedert:

In einer ersten Phase wird durch den Beginn der mittelalterlichen Rodungsperiode (ab ca. 500 n. Chr.) erstmals eine verstärkte Bodenerosion und eine damit verbundene Auelehmbildung (qh(2)) ausgelöst. Durch das Auftreten von Seuchen (Pest) im 14. und 15. Jahrhundert nimmt die Erosion durch Rückgang des Feldbaues und die damit verbundene Wiederbewaldung ab; die Bildung von Auelehm setzt aus. Durch die darauffolgende Wiederaufnahme der Rodungsmaßnahmen und der Gewinnung von Kulturland kommt es in einer zweiten Phase erneut zu einer verstärkten Bodenerosion und Auelehmbildung (qh(3)), welche bis heute fort-dauert.

Insbesondere die jüngeren Auenablagerungen (ca. 15. Jahrhundert) im Vorharz sind verbreitet stark mit Schwermetallen angereichert. Durch Beimengungen von Pochsanden, Erzschlacken, Holzkohle und Ziegelsteinresten sind sie gegenüber älteren Ablagerungen im Gelände gut erkennbar.

### 2.3 Klima

Die Exkursionsroute führt durch zwei unterschiedliche Klimaregionen Niedersachsens, den Harz mit seinem ausgeprägten Gebirgsklima und das nördliche Harzvorland mit seinem Binnenklima. Die wesentlichen Unterschiede liegen einmal in den Niederschlagsmengen (Harz: 60-1600 mm, Vorharz: 550-750 mm) und bei



dem durchschnittlichen Monatsmittel der Lufttemperatur (Harz: Januar -4,5 - -0,5; Juli 14,5 - 18,0; Vorharz: Januar -1,0 - 0,0; Juli 16,0 - 17,5). Bezeichnend für das nördliche Harzvorland sind die verhältnismäßig geringen Niederschläge, da der Harz für diese Region als „Regenfänger“ gilt.

### 2.3 Landnutzung

Im Oberharz herrscht mit über 90% die Forstnutzung vor. Vereinzelt, mit etwa 3% Anteil, werden baumlose Ebenen als Grünland genutzt. Die ungünstigen Erzeugungsbedingungen für landwirtschaftliche Produkte sind in erster Linie auf das Höhenklima zurückzuführen.

Das Berg- und Hügelland des Vorharzes zeichnet sich dagegen durch günstige Ackerstandorte aus. Sie nehmen etwa 42% ein. Auf den Lößstandorten werden überwiegend Getreide und Zuckerrüben angebaut. In den Talauen der Flüsse findet sich ebenfalls intensiver Ackerbau. Lediglich auf den grundwassernahen Gleyen und Pseudogleyen wird Grünlandnutzung betrieben. Die Forstnutzung beschränkt sich überwiegend auf die Hügelskuppen.

### 2.4 Bodenverbreitung

Im Exkursionsgebiet im Harz und Harzvorland werden in den Talauen der Flüsse (Innerste, Oker) überwiegend typische Auenböden mit flacher bis mittlerer Entwicklungstiefe angetroffen. Gley-Auenböden sind überwiegend an den Talrändern mit Gleyen und Kolluvien und vereinzelt auch mit Niedermooren vergesellschaftet. Die etwas tiefer liegenden, nicht landwirtschaftlich genutzten Auenbereiche in Flußnähe weisen überwiegend sehr flache Auenböden auf, die mit flachen, z.T. mittleren Auenböden und Gleyen vergesellschaftet sind. Auf den Flanken des Berg- und Hügellandes finden sich z.T. mächtige Lößdecken, welche sich zu Parabraunerden und Pseudogleyen entwickelt haben. Auf den lößfreien Höhenzügen werden die Bodengesellschaften (Rendzinen, Ranker, Fließerden) durch das mineralische Ausgangsgestein bestimmt.

## 3. BESCHREIBUNG DER EXKURSIONSPROFILE NEBST ANALYSEDATEN

### 3.1 Gley-Auenboden „Kunigunde“

#### Geogenese/Pedogenese

Das Ausgangsmaterial ist eine in ihrer Mächtigkeit schwankende Auelehmedecke aus lehmig schluffigem Sand. Ab etwa 3 dm ist lagenweise Feinsand eingelagert. Zusätzlich zeigen Ziegelreste den anthropogenen Einfluß. Ab 6,5 dm wechselt bindigeres Material mit schwach lehmigen Sanden. Ab 10 dm steht dunkelgraubrauner Kies an. Der Bereich der Go-Horizonte ist durch schwarzgefärbte Schwefeleisenverbindungen gekennzeichnet.

#### Bodenphysik

Die verhältnismäßig geringen Rohdichten und das hohe Porenvolumen des Profils können durch das Bodensubstrat und durch die Nutzung des Standortes (Ödland) erklärt werden.

#### Bodenchemie

Die bodenchemischen Kennwerte zeigen einen schwach sauren Boden mit geringen Nährstoffgehalten im gesamten Profil. Der pH-Wert spiegelt den Gehalt an Carbonat nicht wider. Die Basensättigung beträgt unterhalb von 2 dm durchgängig 100%. Dies deutet auf den Gehalt von gering reaktiven Kalkgesteinen im Profil hin.

Das Profil zeigt über die gesamte Tiefe sehr hohe Gehalte an Cadmium, Kupfer, Blei, Zink und Arsen. Die Gehalte steigen bis 81 cm Tiefe bei Cadmium auf 120 mg/kg, Kupfer 1080 mg/kg, Blei 22800 mg/kg, Zink 18480 mg/kg und Arsen 66 mg/kg an. Die großen Abstufungen in den Schwermetallgehalten lassen auf unterschiedliche Sedimentationszeiträume schließen. Eine genaue stratigraphische Einordnung ist auf der Grundlage der Geländesprache nicht möglich.

Schwermetalle und Arsen im Profil „Kunigunde“

| Horizont | Tiefe<br>cm | Cd<br>mg/kg | Cr<br>mg/kg | Cu<br>mg/kg | Ni<br>mg/kg | Pb<br>mg/kg | Zn<br>mg/kg | As<br>mg/kg |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| M-Ah     | 7           | 31          | 19          | 500         | 30          | 9000        | 6960        | 46          |
| M-Ah     | 13          | 25          | 15          | 500         | 27          | 8600        | 6320        | 45          |
| M        | 20          | 22          | 13          | 440         | 29          | 7800        | 5520        | 39          |
| M        | 34          | 42          | 7           | 720         | 30          | 14200       | 11600       | 60          |
| M        | 44          | 106         | 5           | 580         | 26          | 12500       | 16800       | 47          |
| Go       | 65          | 116         | 3           | 1000        | 24          | 21200       | 13440       | 66          |
| Go       | 81          | 120         | 3           | 1080        | 35          | 22800       | 18480       | 36          |
| Go       | 85          | 26          | 5           | 880         | 28          | 19300       | 11920       | 132         |
| Go       | 100         | 22          | 10          | 240         | 38          | 7400        | 5920        | 46          |

3.2 Haftnässe-Gley-Auenboden „Upen“

Geogenese/Pedogenese

Das Profil "Upen" ist durch eine künstliche Abdeckung von etwa 2 dm über einem fossilen Ah-Horizont gekennzeichnet. Die Abdeckung ist mit schwermetallärmerem, schwach tonigem Schluff ausgeführt worden, um den Hauptwurzelraum für die Ackerfrüchte zu entlasten. Gegenüber dem Profil "Kunigunde" ist das Ausgangssubstrat nicht von Kies durchsetzt. Weiterhin ist der Grobsandanteil deutlich geringer. Das Profil erreicht erst bei einer Mächtigkeit von 17,5 dm den anstehenden Kies.

Bodenphysik

Durch die verhältnismäßig hohe Rohdichte ergibt sich ein geringes Porenvolumen mit einer niedrigen nFK. Die hohen fS- und ffS-Anteile geben dem Boden einen etwas stärker bindigen Charakter als in dem vorherigen Profil.

Bodenchemie

Schwermetalle und Arsen im Profil "Upen"

| Horizont | Tiefe<br>cm | Cd<br>mg/kg | Cr<br>mg/kg | Cu<br>mg/kg | Ni<br>mg/kg | Pb<br>mg/kg | Zn<br>mg/kg | As<br>mg/kg |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Y-Ap     | 20          | 2,6         | 10,6        | 60          | 14          | 1700        | 760         | 11          |
| M+fAp    | 45          | 15          | 15          | 260         | 24          | 10000       | 3980        | 30          |
| M        | 58          | 40          | 5           | 280         | 21          | 13200       | 6640        | 29          |
| Sg       | 73          | 9           | 5           | 220         | 20          | 14400       | 3020        | 28          |
| Go       | 98          | 8           | 12          | 240         | 27          | 16100       | 2900        | 25          |
| Go       | 120         | 2,2         | 14          | 160         | 29          | 2800        | 1620        | 19          |
| Go       | 145         | 2,4         | 21          | 60          | 48          | 900         | 940         | 17          |
| Go       | 155         | 1           | 20          | 60          | 49          | 300         | 440         | 11          |
| Go       | 175         | 0,4         | 23          | 40          | 53          | 400         | 280         | 14          |

Das Profil weist über die gesamte Tiefe pH-Werte von > 7,0 auf. Die Humusgehalte sind im Unterboden als gering anzusehen. Die künstliche Abdeckung und der fossile Ap verfügen über eine ausreichende Nähr-

stoffversorgung. Für einen Boden unter ackerbaulicher Nutzung sind die N-Gehalte und, damit verbunden, das C/N-Verhältnis als zu gering anzusehen.

Die Schwermetallgehalte liegen im Bereich 2 - 9,8 dm auf einem sehr hohen Niveau. Darunter fallen sie deutlich ab, erreichen jedoch die Hintergrundgehalte für Löß bei weitem noch nicht. Das primär schwermetallärmere Abdeckmaterial ist inzwischen durch Anpflügen des schwermetallreichen Unterbodens und Verschleppen ebenfalls deutlich mit Schwermetallen angereichert.

#### 4. LITERATUR

- KUES, J. & HINDEL, R. (1995): Bodenuntersuchungsprogramm Talauen des Harzes - Endbericht zum Projekt. Archiv-Nr.: 114296, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
- KÖSTER, W. & MERKEL, D. (1985): Schwermetalluntersuchungen landwirtschaftlich genutzter Böden und Pflanzen in Niedersachsen. Selbstverlag Landwirtschaftskammer Hannover.
- MEYER, H. H. (1988): Ausgewählte Exkursionen zur Landeskunde von Niedersachsen und Bremen. Jahrb. Geograph. Gesell. zu Hannover, Sonderheft 14, Selbstverlag Hannover.
- MOHR, K. (1984): Sammlung geologischer Führer, Harz, Westlicher Teil. Nr.: 58, 4. Aufl., Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- SEEDORF, H. H. & MEYER, H. H. (1992): Landeskunde Niedersachsen - Natur- und Kulturgeschichte eines Bundeslandes - Band 1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung. Karl Wachholz Verlag, Neumünster.
- SEEDORF, H.H & MEYER, H. H. (1996): Landeskunde Niedersachsen - Natur- und Kulturgeschichte eines Bundeslandes - Band 2: Niedersachsen als Wirtschafts- und Kulturraum. Karl Wachholz Verlag, Neumünster.

**Exkursionspunkt H 4.1: Kunigunde**

**Standortbeschreibung**

TK25: 4028 Goslar  
 Lage: R: 3594450, H: 5762170  
 Klima:  
 Relief: eben  
 Nutzung: Ödland  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: Wertzahlen:

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M-Ah     | 0-7        | lehmiger schluffiger Sand, graubraun, stark humos, sehr geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                                                                                         |
| M-Ah     | -13        | lehmiger schluffiger Sand, graubraun, mittel humos, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                                                                                             |
| M        | -20        | stark lehmiger Sand, lagenweise Feinsand mittelsandig, hellgraubraun, schwach humos, dunkelrostfarbene Eisenverbindungen, Flecken, carbonatarm, zum Teil carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte, Ziegelbrocken                                                                         |
| M        | -34        | sandig schluffiger Lehm, lagenweise Feinsand mittelsandig, graubraun, schwach humos, zum Teil hellrostfarbene Eisenverbindungen, diffus, carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, Ziegelbrocken                                                                                        |
| M        | -44        | Feinsand mittelsandig, mittel kiesig, zum Teil mittel lehmiger Kies, oben lehmiger schluffiger Sand, graubraun, schwach humos, carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, Ziegelbrocken                                                                                                  |
| Go       | -65        | schwach lehmiger Schluff, lagenweise Feinsand und Grobsand mittelsandig, hellgrau, zum Teil dunkelgrau, zum Teil schwach humos, hellrostfarbene Eisenverbindungen, Quantität mittel, diffus, carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, zum Teil mit schwarzen Schwefeleisenverbindungen |
| Go       | -81        | stark toniger Schluff, lagenweise Feinsand, dunkelgrau, schwach humos, zum Teil hellrostfarbene Eisenverbindungen, Quantität wenig, carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte, zum Teil schwarze Schwefeleisenverbindungen                                                               |
| Go       | -85        | mittel lehmiger Sand, mittel kiesig, hellgrau, oxidierte Eisenverbindungen, Quantität sehr viel, Flecken und Konkretionen, carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte                                                                                                                     |
| Go       | -100       | Kies, sehr dunkelgraubraun                                                                                                                                                                                                                                                              |

Bodentyp: KA4: GG-AB: Gley-Vega  
 FAO: Gleyic Fluvisol  
 NLFb: G-A34: Mittlerer Gley-Auenboden mit hoher nutzbarer Feldkapazität

Ausgangsgestein: Auenlehm über Niederterrassenkies und -sand  
 Substratyp: Fluvisand und -lehm über tiefem Fluvikies und -sand

**Physikalische und chemische Analysendaten\* von Exkursionspunkt H 4.1**

| Horizont | Tiefe | Skelett | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |      |       |      |      |
|----------|-------|---------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|          | cm    |         | Gew.-%                              | gS   | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ES   | EU   |
| M-Ah     | 7     |         | 1,9                                 | 9    | 8,4  | 18,5 | 24,5 | 22,6 | 37,8  | 47,1 | 15,1 |
| M-Ah     | 13    |         | 3,5                                 | 11,9 | 15,9 | 18,6 | 22,5 | 16   | 49,9  | 38,5 | 11,6 |
| M        | 20    |         | 3,8                                 | 14,2 | 13,2 | 15   | 22,3 | 17,7 | 46,2  | 40   | 13,8 |
| M        | 34    |         | 2,3                                 | 9,4  | 15,8 | 18,6 | 25,7 | 15,6 | 46,1  | 41,3 | 12,6 |
| M        | 44    | 34,4    | 22,3                                | 22,5 | 15,3 | 15,1 | 13,6 | 5,6  | 75,2  | 19,2 | 5,6  |
| Go       | 65    | 2,5     | 2,2                                 | 4,1  | 16   | 23,4 | 30,1 | 15,4 | 45,7  | 45,5 | 8,8  |
| Go       | 81    |         | 0,3                                 | 0,8  | 8,1  | 21,8 | 39,6 | 19,1 | 31    | 58,7 | 10,3 |
| Go       | 85    | 27,7    | 12,7                                | 5,7  | 4,7  | 15,7 | 27,4 | 25,5 | 38,8  | 52,9 | 8,9  |
| Go       | 100   | 6,8     | 68,1                                | 16,6 | 3,4  | 2,9  | 2,2  | 3,7  | 91    | 5,9  | 3,1  |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol. | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK | kf    |
|----------|-------------------|-----------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |           | %                    | 1,8 | 2,0 | 2,5 |     |       |
| M-Ah     |                   |           |                      |     |     |     |     | n.b.  |
| M-Ah     | 0,98              | 62        | 44                   | 40  | 34  | 13  | 31  | n.b.  |
| M        | 1,54              | 42        | 33                   | 32  | 28  | 12  | 21  | n.b.  |
| M        | 1,29              | 52        | 46                   | 44  | 40  | 13  | 33  | 232,7 |
| M        | 1,44              | 49        | 25                   | 20  | 10  | 4   | 21  | n.b.  |
| Go       | 0,96              | 66        | 37                   | 36  | 30  | 8   | 29  | 27,3  |
| Go       | 0,96              | 66        | 47                   | 47  | 38  | 8   | 39  | n.b.  |
| Go       |                   |           |                      |     |     |     |     | n.b.  |
| Go       |                   |           |                      |     |     |     |     | n.b.  |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>t</sub> | C/N | Fe <sub>d</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| M-Ah     | 6,3                  | 1,0               | 7,78             |       | 0,62           | 13  | 13,7            | 7,7             | 0,6                              | 6,7                | 21,1               | 2,75           |
| M-Ah     | 6,5                  | 1,5               | 3,07             |       | 0,24           | 13  | 12,3            | 7,0             | 0,6                              | 3,4                | 8,7                | 2,74           |
| M        | 6,8                  | 2,0               | 2,07             |       | 0,16           | 13  | 10,8            | 4,7             | 0,4                              | 1,1                | 4,6                | 2,64           |
| M        | 6,7                  | 5,2               | 2,6              |       | 0,18           | 18  | 9,7             | 6,3             | 0,6                              | 1,3                | 2,5                | 2,58           |
| M        | 6,9                  | 6,7               | 0,88             |       | 0,05           | 18  | 9,4             | 6,3             | 0,7                              | 0,5                | 2,4                | 2,87           |
| Go       | 6,7                  | 10,5              | 1,5              |       | 0,08           | 19  | 6,0             | 5,0             | 0,8                              | 0,8                | 3,0                | 2,44           |
| Go       | 6,2                  | 10,8              | 1,98             |       | 0,11           | 18  |                 | 4,3             | 0,9                              | 0,6                | 6,4                | 2,2            |
| Go       | 6,7                  | 6,1               | 1,64             |       | 0,11           | 15  | 13,5            | 13,0            | 1,0                              | 0,1                | 2,7                | 3,38           |
| Go       | 6,8                  | 0,8               | 1,08             |       | 0,06           | 18  | 10,3            | 5,7             | 0,6                              | 2,8                | 2,3                | 4,63           |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |   |    | BS  |
|----------|-----------------------|-----------------------------------|----|-----|----|---|----|-----|
|          | mmol <sub>e</sub> /kg | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K | Na | %   |
| M-Ah     | 280                   | 65                                |    | 200 | 15 | 5 | 1  | 77  |
| M-Ah     | 145                   | 26                                |    | 120 | 5  | 2 | 0  | 83  |
| M        | 104                   | 0                                 |    | 100 | 3  | 1 | 1  | 100 |
| M        | 85                    | 0                                 |    | 70  | 2  | 1 | 0  | 100 |
| M        | 24                    | 0                                 |    | 21  | 1  | 1 | 0  | 100 |
| Go       | 43                    | 0                                 |    | 35  | 1  | 1 | 1  | 100 |
| Go       | 47                    | 0                                 |    | 28  | 1  | 1 | 1  | 100 |
| Go       | 67                    | 0                                 |    | 56  | 2  | 1 | 0  | 100 |
| Go       | 36                    | 0                                 |    | 34  | 3  | 1 | 1  | 100 |

\* Analysenmethoden s. Anhang der Exkursion Z 2

**Exkursionspunkt H 4.2: Upen**

**Standortbeschreibung**

TK25: 3928 Salzgitter-Bad  
 Lage: R: 3592925, H: 5765920  
 Klima:  
 Relief: eben  
 Nutzung: Acker  
 Bodenschätzung: Klassenzeichen: Wertzahlen:

**Profilbeschreibung**

| Horizont | Tiefe (cm) | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Y-Ap     | 0-20       | schwach toniger Schluff, braungrau, schwach humos, carbonatreich, geringe Lagerungsdichte                                                                                                                                        |
| M+fAp    | -45        | schwach lehmiger Schluff, schwach kiesig, dunkelbraungrau, mittel humos, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte                                                                                                                 |
| M        | -58        | Feinsand mittelsandig, graubraun, sehr schwach humos, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte                                                                                                                                    |
| Sg       | -73        | mittel lehmiger Schluff, grau, geschichtet mit feinsandigem Mittelsand, braungrau, sehr schwach humos, dunkelrostfarbene Eisenverbindungen, Quantität mittel, lagenweise hellrostfarben, carbonatreich, mittlere Lagerungsdichte |
| Go       | -98        | Lehm sandig schluffig, grau, dunkelrostfarbene Eisenverbindungen, Quantität viel, Konkretionen und Flecken, carbonathaltig, mittlere Lagerungsdichte                                                                             |
| Go       | -120       | stark sandiger Lehm, zum Teil mittel lehmiger Sand, grau, dunkelrostfarbene Eisenverbindungen, Quantität viel, Flecken, sehr carbonatarm, geringe Lagerungsdichte                                                                |
| Go       | -145       | mittel toniger Lehm, hellgrau, dunkelrostfarbene Eisenverbindungen, Quantität mittel, Flecken, mittlere Lagerungsdichte                                                                                                          |
| Go       | -155       | mittel toniger Lehm, mittel feinkiesig, hellbläulichgrau, hellrostfarbene Eisenverbindungen, Flecken, mittlere Lagerungsdichte                                                                                                   |
| Go       | -175       | Kies, hellgrau                                                                                                                                                                                                                   |

Bodentyp: KA4: GG-AB: Gley-Vega  
 FAO: Gleyic Fluvisol  
 NLFb: Y/SH-G-A34: Mittlerer Haftnässe-Gley-Auenboden mit hoher nutzbarer Feldkapazität und geringmächtigem Auftrag

Ausgangsgestein: Auenlehm über Niederterrassenkies und -sand  
 Substrattyp: Fluvilehm

Physikalische und chemische Analysendaten von Exkursionspunkt H 4.2

| Horizont | Tiefe | Skelett<br>Gew.-% | Textur (% der humusfreien Feinerde) |      |      |      |      |       |      |      |      |
|----------|-------|-------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|          | cm    |                   | gS                                  | mS   | fS   | ffS  | gU   | mU+fU | ΣS   | ΣU   | Ton  |
| Y-Ap     | 20    |                   | 1,2                                 | 4,6  | 7,1  | 6,5  | 44,2 | 20,4  | 19,4 | 64,6 | 16   |
| M+Ap     | 45    |                   | 1,2                                 | 6,5  | 12,7 | 18,1 | 26,6 | 20,1  | 38,5 | 46,7 | 14,8 |
| M        | 58    |                   | 1,2                                 | 30   | 25,8 | 21,5 | 11,9 | 3,1   | 78,5 | 15   | 6,5  |
| Sg       | 73    |                   | 2,7                                 | 34,3 | 22,8 | 15,9 | 11,3 | 5,6   | 75,7 | 16,9 | 7,4  |
| Go       | 98    |                   | 1,9                                 | 10,6 | 14,5 | 19,5 | 24,4 | 15,7  | 46,5 | 40,1 | 13,4 |
| Go       | 120   |                   | 3,4                                 | 16,4 | 11,5 | 14,4 | 23,1 | 15    | 45,7 | 38,1 | 16,2 |
| Go       | 145   |                   | 1,4                                 | 9,4  | 12,5 | 18,2 | 25,8 | 17,4  | 41,5 | 43,2 | 15,3 |
| Go       | 155   |                   | 11,1                                | 9,7  | 4,4  | 7,4  | 14,1 | 22,6  | 32,6 | 36,7 | 30,7 |
| Go       | 175   |                   | 54,2                                | 25,9 | 2    | 2    | 2,1  | 3,4   | 84,1 | 5,5  | 10,4 |

| Horizont | Rohdichte         | Porenvol.<br>% | Vol.-% Wasser bei pF |     |     |     | nFK<br>Vol.-% | kf<br>cm/d |
|----------|-------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|---------------|------------|
|          | g/cm <sup>3</sup> |                | 1,8                  | 2,0 | 2,5 | 4,2 |               |            |
| Y-Ap     |                   |                |                      |     |     |     |               | n.b.       |
| M+Ap     | 1,45              | 44             | 39                   | 37  | 31  | 13  | 26            | n.b.       |
| M        | 1,39              | 47             | 36                   | 31  | 11  | 5   | 31            | n.b.       |
| Sg       | 1,50              | 42             | 31                   | 28  | 15  | 6   | 25            | n.b.       |
| Go       | 1,51              | 41             | 37                   | 36  | 31  | 13  | 24            | n.b.       |
| Go       | 1,46              | 44             | 36                   |     | 23  | 13  | 23            | 51,7       |
| Go       | 1,28              | 50             | 42                   |     | 29  | 27  | 15            | n.b.       |
| Go       |                   |                |                      |     |     |     |               | n.b.       |
| Go       |                   |                |                      |     |     |     |               | n.b.       |

| Horizont | pH                   | CaCO <sub>3</sub> | C <sub>org</sub> | Humus | N <sub>i</sub> | C/N | Fe <sub>a</sub> | Fe <sub>o</sub> | Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>a</sub> | P <sub>(CAL)</sub> | K <sub>(CAL)</sub> | P <sub>i</sub> |
|----------|----------------------|-------------------|------------------|-------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|          | (CaCl <sub>2</sub> ) | %                 | %                | %     | %              |     | mg/g            | mg/g            |                                  | mg/100g            |                    | %              |
| Y-Ap     | 7,5                  | 7,3               | 1,64             |       | 0,18           | 9   | 5,5             | 2,5             | 0,5                              | 36,8               | 38,1               | 1,34           |
| M+Ap     | 7,5                  | 4,1               | 2,1              |       | 0,2            | 10  | 13,0            | 6,7             | 0,5                              | 9,8                | 22,6               | 2,47           |
| M        | 7,5                  | 5,6               | 0,58             |       | 0,05           | 12  | 17,0            | 5,3             | 0,3                              | 0,1                | 6,1                | 2,6            |
| Sg       | 7,5                  | 5,7               | 0,45             |       | 0,04           | 11  | 15,7            | 4,7             | 0,3                              | 0,1                | 5,7                | 2,53           |
| Go       | 7,5                  | 2,0               | 1,3              |       | 0,1            | 13  | 11,7            | 11,3            | 1,0                              | 0,4                | 9,4                | 2,46           |
| Go       | 7,4                  | 0,1               | 0,55             |       | 0,06           | (9) | 11,2            | 5,8             | 0,5                              | 0,4                | 11,9               | 2,43           |
| Go       | 7,3                  | 0,1               | 1,2              |       | 0,15           | (8) | 14,7            | 5,1             | 0,3                              | 0,2                | 11,7               | 3,25           |
| Go       | 7,3                  | 0,2               | 0,63             |       | 0,12           | (5) | 11,8            | 2,8             | 0,2                              | 0,1                | 3,6                | 2,89           |
| Go       | 7,3                  | <0,1              | 0,32             |       | 0,07           | (5) | 8,5             | 1,2             | 0,1                              | 0,1                | 2,2                | 3,2            |

| Horizont | KAK <sub>pot</sub>    | Austauschbare Kationen in mmol/kg |    |     |    |    |    | BS  |
|----------|-----------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|-----|
|          | mmol <sub>e</sub> /kg | H+Al                              | Al | Ca  | Mg | K  | Na | %   |
| Y-Ap     | 150                   | 0                                 |    | 148 | 9  | 11 | 1  | 100 |
| M+Ap     | 139                   | 0                                 |    | 118 | 6  | 6  | 1  | 100 |
| M        | 38                    | 0                                 |    | 38  | 1  | 1  | 0  | 100 |
| Sg       | 44                    | 0                                 |    | 46  | 1  | 1  | 0  | 100 |
| Go       | 93                    | 0                                 |    | 84  | 3  | 2  | 1  | 100 |
| Go       | 91                    | 0                                 |    | 80  | 4  | 3  | 1  | 100 |
| Go       | 213                   | 0                                 |    | 204 | 4  | 4  | 1  | 100 |
| Go       | 174                   | 0                                 |    | 166 | 4  | 2  | 1  | 100 |
| Go       | 106                   | 0                                 |    | 101 | 7  | 1  | 1  | 100 |





**Exkursion  
H 5**

**Quartärgeologie im nördlichen Raum Hannover**

Exkursionsleitung: J. - P. Grötzner <sup>1)</sup>

**Thema**

**Pleistozäne Vereisungs- und Flußgeschichte im Raum nördl. Hannover am Beispiel der Stauchzone der Brelinger Berge und der Wietze-Niederung**

---

<sup>1)</sup> Institut f. Geologie und Paläontologie der Universität Hannover, Callinstr. 30,  
30167 Hannover

Der Führer zu Exkursion H 5 lag bei Redaktionsschluß noch nicht vor. Er wird bei der Registrierung im Tagungsbüro bzw. im Exkursionsbus an die Teilnehmer ausgegeben.

## Exkursion H 6

### Landbauliche Kompostverwertung

K. Severin<sup>1)</sup>, T. Engels<sup>2)</sup>, B. Insinger<sup>3)</sup>, M. Gottschalk<sup>4)</sup>

#### **Inhalt:**

#### **Rechtlicher Rahmen für eine landbauliche Kompostverwertung**

##### **Kompostwerk in Wiehagen**

##### **Kompost-Dauerversuch Nienstädt**

##### **Erträge**

##### **Stickstofffreisetzung**

##### **Veränderung des pH-Wertes und der Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalte**

##### **Nährstoffbilanz**

Die Exkursion führt in den Landkreis Schaumburg in das Kompostwerk Wiehagen der Abfallwirtschaftsgesellschaft des Landkreises Schaumburg in Niedernwöhren sowie zu dem Kompost-Dauerversuch der Firma Diekmann-Heimburg in Nienstädt.

Vor der Beschreibung der beiden Exkursionspunkte wird der rechtliche Rahmen für die landwirtschaftliche Kompostverwertung dargelegt.

#### **Rechtlicher Rahmen für eine landbauliche Kompostverwertung**

Nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz, das am 01.10.1996 in Kraft trat, sollen geeignete organische Abfälle landbaulich als Sekundärrohstoffdünger, Bodenhilfsstoff oder im Gartenbau als Kultursubstrat verwertet werden.

Bei der Verwertung von organischen Abfällen im Landbau ist grundsätzlich ein Wertstoffaspekt und ein Schadstoff- bzw. ein Risikoaspekt zu beachten. Einerseits muß beim Einsatz von geeigneten Abfällen nach den Regeln guter fachlicher Praxis ein meßbarer Nutzen zu erwarten sein, andererseits muß die stoffliche Unbedenklichkeit dieser Abfälle für das System Boden/Pflanze sowie die Gesundheit von Menschen und Haustieren gewährleistet sein. Der Wertstoffaspekt und der Schadstoff- bzw. Risikoaspekt finden im Abfallrecht und im Düngemittelrechts ihren Niederschlag.

Die Bedingungen für eine landbauliche Verwertung von geeigneten Abfällen sind in den Rechtsverordnungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes, der Bioabfallverordnung und des Düngemittelrechts, der Düngemittelverordnung und der Düngeverordnung geregelt. In der Bioabfallverordnung BioAbfV sind Regelungen über Anforderungen an Behandlung, Schadstoffe und Gemische, Beschränkungen und Verbote durch Höchstmengen, zusätzliche Anforderungen zur Aufbringung auf Dauergrünland, Feldfutter und Feldgemüseflächen, ein Kumulationsverbot für Bioabfall und Klärschlamm, Bodenuntersuchungen auf pH-Wert und Schwermetalle, Ausnahmen von Untersuchungspflichten, z.B. für Fruchtwasser und -trester und schließlich Nachweispflichten festgelegt.

Werden die in der Bioabfallverordnung festgelegten Anforderungen an die Behandlung, die Schadstoffe und Gemische eingehalten, sind die Abfälle als geeignet für eine Verwertung im Landbau einzustufen.

<sup>1)</sup> Landwirtschaftskammer Hannover, Johannsenstr. 10, 30159 Hannover

<sup>2)</sup> Fa. Diekmann-Heimburg, 31684 Nienstädt

<sup>3)</sup> Abfallwirtschaftsgesellschaft Landkreis Schaumburg mbH, Obere Wallstr. 3, 31655 Stadthagen

<sup>4)</sup> Raiffeisen-Landbund, Hafen Niehagen, 31712 Niedernwöhren

Im Landbau können geeignete Abfälle als Sekundärrohstoffdünger, Bodenhilfsstoff oder als Kultursubstrat verwendet werden. Als Sekundärrohstoffdünger müssen die nach Bio-AbV geeigneten Abfälle die Anforderungen an die in der Düngemittelverordnung definierten Düngemitteltypen erfüllen, d.h., es müssen Mindestgehalte an Stickstoff, Phosphor oder Kalium eingehalten werden. Ist dies der Fall, können die Stoffe als Sekundärrohstoffdünger in den Verkehr gebracht werden und zum Zwecke der Düngung nach guter fachlicher Praxis (Düngeverordnung) verwertet werden. Erfüllen die geeigneten Abfälle dagegen nicht die Mindestanforderung in einem Düngemitteltyp, so sollen sie als Bodenhilfsstoff mit der Zweckbestimmung zur Bodenverbesserung landbaulich verwertet werden. Hierbei gibt es in der Düngemittelverordnung Höchstmengenbeschränkungen für die Nährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium sowie für Kalzium. Mit Bodenhilfsstoffen dürfen pro ha und Jahr höchstens 30 kg Stickstoff, 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30 kg K<sub>2</sub>O oder 200 kg CaO ausgebracht werden.

Für Kultursubstrate werden besondere Bedingungen an die Qualität geeigneter Abfälle gestellt. Neben niedrigen Schadstoffgehalten müssen Komposte eine sehr hohe Homogenität hinsichtlich der löslichen Nährstoffgehalte und der übrigen Zusammensetzung aufweisen. Der Salzgehalt darf je nach Verwertungszweck bestimmte Höchstwerte nicht überschreiten. Außerdem sind weitere unerwünschte Stoffe bei der Verwertung als Kultursubstrat zu begrenzen.

Durch die Bioabfallverordnung und durch das Düngemittelgesetz wird Rechtssicherheit für die landbauliche Verwertung von Bioabfällen geschaffen. Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Schaffung von Akzeptanz für eine Abfallverwertung im Landbau.

Im Kompostwerk Wiehagen wird anschaulich die Herstellung eines Sekundärrohstoffdüngers und eines Kultursubstrates aus geeigneten organischen Abfällen vorgeführt. Der Kompostdauerversuch soll Fragen zur langjährigen Düngewirkung und zur bodenverbessernden Wirkung klären helfen.

### Kompostwerk in Wiehagen

Das Bioabfallaufkommen hat sich in den letzten neun Jahren in Niedersachsen vervierfacht. Es hat von 240.000 t in 1990 auf 959.000 t in 1997 zugenommen. Diese Menge übersteigt die Anfang der 90er Jahre für das Jahr 2000 prognostizierte Inputmenge, die damals mit 900.000 t angegeben wurde.

Die Abfallwirtschaftsgesellschaft des Landkreises Schaumburg betreibt ein Biokompostwerk in Wiehagen am Mittellandkanal. Das Kompostwerk wurde für einen Jahresdurchsatz von 20.000 t Bioabfall errichtet. Die erzeugte Kompostjahresmenge beträgt ca. 9000 t. Die Verfahrensschritte der Kompostierung sind in Abbildung 1 aufgeführt.

Die Bioabfälle werden über die Biotonne entsorgt. Die Biotonne steht als Entsorgungsmöglichkeit oder ideale Ergänzung zur Eigenkompostierung zur Verfügung. Es werden 3 Tonnengrößen verwen-

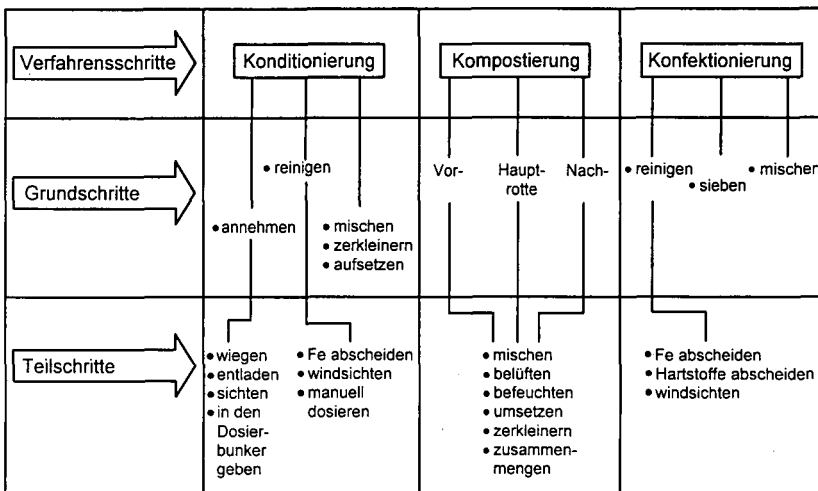


Abbildung 1: Verfahrensschritte der Kompostierung

(nach Gronauer et al., 1995)

det: 80 l, 120 l oder 240 l. Die Tonnen werden alle 14 Tage im wöchentlichen Wechsel mit dem Restmüll entleert, Baum- und Strauchschnitt wird als Bündel abgefahren.

Die Anlagenteile bestehen aus den Bereichen Anlieferung und Aufbereitung, Rottetunnel mit Ein- und Austragssystem, der unbelüfteten Nachrotte, der Feinaufbereitung und dem Kompostlager, der Belüftungsanlage und einem Biofilter. Der überbaute Bereich des Kompostwerkes beträgt 6.800 qm. Die Gesamtgelände­fläche beträgt 3,2 ha.

In der Aufbereitung wird die angesammelte Biomasse mit zerkleinertem Strukturmaterial wie Baum- und Strauchschnitt vermischt. Störstoffe, wie z.B. Plastiktüten werden in der Sortierkabine per Hand ausgelesen. Metallteile werden mit einem Magnetabscheider entfernt. Die Intensivrotte findet in sieben geschlossenen Rottetunneln statt. Jeder Rottetunnel hat eine Aufnahmekapazität von 250 m<sup>3</sup>. Bei Temperaturen von 70° wird der Bioabfall 14 Tage gerottet. Das anfallende Sickerwasser wird in den Prozeß zurückgeführt. Die Abluft wird über einen Biofilter gereinigt, so daß kaum Emissionen entstehen. Während der Intensiv- oder Vorrotte findet eine Hygienisierung statt, die die Bedingung der Bioabfallverordnung erfüllt, d.h. nach nachlassender Intensivrotte ist der Kompost seuchen- und phytohygienisch unbedenklich. Zur Nachrotte wird der Frischkompost in einer geschlossenen Halle zu Mieten aufgesetzt. Bei gesteuerter Luftzufuhr und unter mehrmaligem Umsetzen wird das Material weiter biologisch abgebaut. Die Gesamtdauer der Kompostierung beträgt ca. 8 Wochen.

**Tabelle 1: Zusammensetzung des Kompostes**

|                                                      |     |      |          |             |
|------------------------------------------------------|-----|------|----------|-------------|
| Trockenrückstand %                                   |     | 68   |          |             |
| Fremdstoffgehalt > 2mm                               |     | 0    | i.TR*    |             |
| Steine größer 5 mm durchschn. (%)                    |     | 0,54 | i.TR     |             |
| Rohdichte                                            |     | 675  | g/l FS** |             |
| Rottegrad                                            |     | V    |          |             |
| pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )                         |     | 8,3  |          |             |
| Organ. Substanz (Glühverlust, %)                     |     | 29,4 | i.TR     |             |
| Kohlenstoffgehalt % Corg                             |     | 14,7 | i.TR     |             |
| C/N-Verhältnis                                       |     | 10   |          |             |
| <b>Nährstoffe:</b>                                   |     |      |          |             |
| Gesamtgehalte (Königswasser-Auszug)                  |     |      |          |             |
| Stickstoff N(%)                                      |     | 1,49 | i.TR     |             |
| Phosphor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)           |     | 0,7  | i.TR     |             |
| Kalium K <sub>2</sub> O (%)                          |     | 1,38 | i.TR     |             |
| Magnesium MgO (%)                                    |     | 0,45 | i.TR     |             |
| <b>Lösliche Fraktion:</b>                            |     |      |          |             |
| Stickstoff mg/100g (CaCl <sub>2</sub> Auszug)        |     | 126  | i.TR     |             |
| Phosphor mg/100g (CAL-Auszug)                        |     | 338  | i.TR     |             |
| Kalium mg/100g (CAL-Auszug)                          |     | 1308 | i.TR     |             |
| Magnesium mg/100g (CaCl <sub>2</sub> -Auszug)        |     | 38   | i.TR     |             |
| Salzgehalt (%KCl)                                    |     | 1,32 | i.TR     |             |
| Basisch wirksame Bestandteile (% CaCO <sub>3</sub> ) |     | 2,2  | i.TR     |             |
| <b>Schwermetalle:</b>                                |     |      |          |             |
| Königswasser­auszug                                  |     |      |          | Höchstwerte |
|                                                      |     |      |          | Klasse I    |
|                                                      |     |      |          | Klasse II   |
|                                                      |     |      |          | i.TR        |
|                                                      |     |      |          | i.TR        |
| Blei Pb mg/kg                                        | 36  | i.TR | 150      | 100         |
| Cadmium Cd mg/kg                                     | 0,6 | "    | 1,5      | 1           |
| Chrom mg/kg                                          | 14  | "    | 100      | 70          |
| Kupfer mg/kg                                         | 31  | "    | 100      | 70          |
| Nickel mg/kg                                         | 16  | "    | 50       | 35          |
| Quecksilber mg/kg                                    | 0,1 | "    | 1        | 0,7         |
| Zink mg/kg                                           | 167 | "    | 400      | 300         |
| * i.TR = bezogen auf Trockenrückstand                |     |      |          |             |
| ** i.FS = bezogen auf Frischsubstanz                 |     |      |          |             |

Die Intensivrotteprozeßführung erfolgt computergesteuert. Begleitende Messung garantieren eine gleichbleibend hohe Qualität des im Biokompostwerk hergestellten Qualitätskompostes. Die Qualität entspricht den Richtlinien der Bundesgütegemeinschaft Kompost. Die Überwachung erfolgt durch unabhängige Untersuchungsstellen. Nährstoff- und Schadstoffgehalte sowie die Gehalte an Fremdbestandteilen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

In Wiewagen erzeugte Komposte werden in den Bereichen Landwirtschaft und Gartenbau angewendet.

Für Kompost gibt es im gesamten Bereich Gartenbau unter Einbeziehung des Garten- und Landschaftsbaus vielfältige Verwendungsmöglichkeiten. Er ist als Bestandteil von Kultursubstraten in Töpfen, Containern, Schalen und Balkonkästen für Topfpflanzen und Gehölze, Beet- und Balkonpflanzen einsetzbar.

Komposte als Ausgangsstoffe für Kultursubstrate müssen salzarm, speziell chlorid- und natriumarm sein. Sie müssen ausgereift, d.h., stickstoffstabil sein. Außerdem müssen solche Komposte extrem fremdstoffarm (besonders an Glas und Metallen) krankheitsfrei (hygienisch einwandfrei) und strukturstabil sein. Kultursubstrate können in der Regel ca. 30 % Kompost zugemischt werden.

Bei einem Kompostanteil von 30 Volumen-% kann man sich ausrechnen, daß durchaus ein erhebliches Potential zur Verwendung von Kompost vorhanden ist. In Deutschland werden mehrere Millionen m<sup>3</sup> Kultursubstrate jährlich vermarktet. Würden 30 % davon aus Kompost stammen, wäre das ein effizienter Abflußweg für die nährstoffärmeren Grünkomposte.

Der zweite größere Verwendungsbereich im Bereich Gartenbau liegt im Mutterbodenersatz in Baumschulen, mehr noch im Garten- und Landschaftsbau bei der Rekultivierung von Ödland und Abraumlflächen. Vielfach wird heute schon ein Mutterboden aus 50 % Aushubboden und 50 % Kompost eingesetzt, um Pflanzenstandorte zu gestalten.

Einer Humusversorgung oder Bodenverbesserung kommt im Erwerbsgartenbau hingegen eine geringere Bedeutung zu, weil der Aufwand für die Verteilung von Kompost hoch ist, besonders im Gemüsebau eine gewisse Sorge vor Schadstoffen besteht und darüber hinaus durch die regelmäßige Einarbeitung von Ernterückständen der Humusbedarf insgesamt gering ist.

Auch als Mulchmaterial werden bestimmte nährstoffarme Kompostqualitäten im Landschafts- und Gartenbau eine steigende Rolle spielen. Im reinen Staudenbau sind reine Torfsubstrate nicht üblich. Man will über die Zumischung von Lauberde oder Kompost meist jedoch aus betriebseigener Herstellung die Sorptionseigenschaften verbessern. Nicht unerhebliche Mengen an Handelskomposten fließen auf Hobbygärtnerflächen, und zwar oft in deutlich höheren Mengen als empfohlen werden. Es ist darauf zu achten, daß diese Böden nicht durch langfristig zu hohen Komposteinsatz überdüngt werden. Da im Hobbybereich oft wenig präzise Fachkenntnisse vorhanden sind und Kompost ganz allgemein als gut angesehen wird, besteht insgesamt die Gefahr einer Eutrophierung dieser Böden.

Im Bereich Landwirtschaft werden die Komposte in aller Regel zum Zwecke der Düngung eingesetzt, die Düngung muß nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis (Düngeverordnung) durchgeführt werden. Die Aufwandmengen an Kompost werden in aller Regel nicht durch die Höchstmengen nach Bioabfallverordnung begrenzt, sondern durch den Düngebedarf. In aller Regel wird der Kompostbedarf pro ha durch die Nährstoffe Phosphor oder Kalium begrenzt. Neben Phosphor, Kalium und Stickstoff darf aber auch der Kalkgehalt nicht vernachlässigt werden.

Bei ausreichenden Nährstoffgehalten im Boden (Gehaltsklasse C, D und E) werden die Nährstoffe im Kompost vollständig bei der Düngebedarfsermittlung angerechnet. In der Gehaltsklasse A bei Phosphor reicht die Phosphorverfügbarkeit in Komposten in aller Regel nicht aus, um den Pflanzenbedarf zu decken. Hier wird neben einer Kompostdüngung zusätzlich eine Phosphorgabe in Höhe von 60 bis 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pro ha in Form von wasserlöslichen Mineraldüngerphosphaten empfohlen.

Eine besondere Rolle spielt der Stickstoff. Im Gegensatz zu Wirtschaftsdüngern enthält Kompost nur geringe Mengen an Mineralstickstoff (Nitrat, Ammonium). Über 90 % des Gesamtstickstoffs von Komposten liegt in organischer Form vor. Bei Komposten sind die anzurechnenden N-Anteile an der Stickstoff Gesamtzufuhr im Anwendungsjahr sehr niedrig. Sie liegen bei Grünkompost zwischen 5 und 10 %, bei Bioabfallkompost zwischen 10 und 15 % im Mittel.

**Kompost-Dauerversuch Nienstädt**

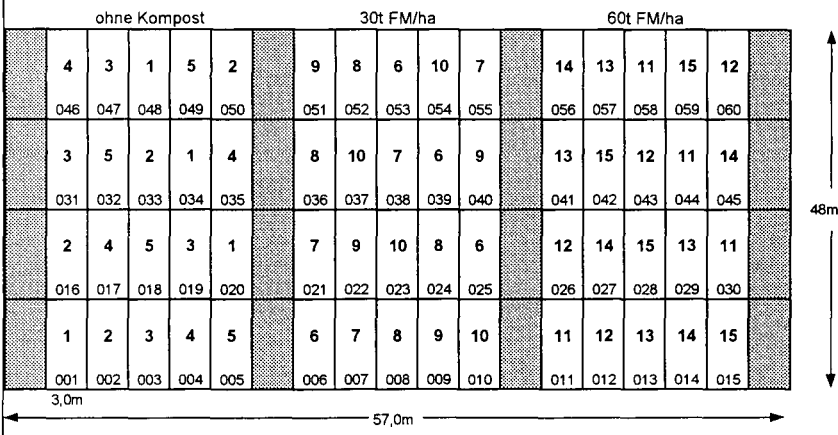
Aus Versuchen der Landwirtschaftskammer Hannover sowie anderer Versuchsansteller geht hervor, daß bei eine Reihe von Standorten oder bei bestimmten Kompostherkünften der anzurechnende Stickstoffanteil im ersten bzw. den ersten Anwendungsjahren null bzw. auch negativ sein kann. Aus pflanzenbaulicher Sicht und im Hinblick auf einen langfristig sicheren Komposteinsatz müssen insbesondere zur Ableitung der Stickstoffwirkung Kompostdauerversuche durchgeführt werden. Einen dieser Dauerversuche besichtigen wir in Nienstädt bei der Firma Dieckmann-Heimbürg. Dieser Dauer-

Fruchtfolge: 1993: Zuckerrüben      1995: Hybridroggen      1997: Zuckerrüben  
 1994: Winterweizen      1996: Winterweizen      1998: Winterweizen

Versuchsfrage:      Wie hoch ist langfristig die N-Wirkung eines Grünkompostes mit und ohne zusätzlicher Mineral-N-Düngung einzuschätzen?

| VG | mineralische N-Wirkung  | EC 25* / 37 / 45 | Kompostwirkung |
|----|-------------------------|------------------|----------------|
| 1  | Nmin                    | Nmin - 0 - 0     |                |
| 2  | 90 (-60% vom Sollwert)  | 60 - 30 - 0      |                |
| 3  | 160 (-30% vom Sollwert) | 100 - 30 - 30    | ohne Kompost   |
| 4  | 230 (Sollwert)          | 120 - 40 - 70    |                |
| 5  | 300 (+30% vom Sollwert) | 140 - 60 - 100   |                |
| 6  | Nmin                    | Nmin - 0 - 0     |                |
| 7  | 90 (-60% vom Sollwert)  | 60 - 30 - 0      |                |
| 8  | 160 (-30% vom Sollwert) | 100 - 30 - 30    | 30t FM/ha      |
| 9  | 230 (Sollwert)          | 120 - 40 - 70    |                |
| 10 | 300 (+30% vom Sollwert) | 140 - 60 - 100   |                |
| 11 | Nmin                    | Nmin - 0 - 0     |                |
| 12 | 90 (-60% vom Sollwert)  | 60 - 30 - 0      |                |
| 13 | 160 (-30% vom Sollwert) | 100 - 30 - 30    | 60t FM/ha      |
| 14 | 230 (Sollwert)          | 120 - 40 - 70    |                |
| 15 | 300 (+30% vom Sollwert) | 140 - 60 - 100   |                |

\*) incl. Nmin = 50 kg/ha



**Abbildung 2: Versuchsplan des Kompostdauerversuches Nienstädt 1994**

versuch wurde 1993 angelegt. Der Ausgangsbestand der Böden rund um den gesamten Zuchtbetrieb besteht aus Löß der Weichsel-Eiszeit mit einer Mächtigkeit von ca. 0,6 - 0,8 m über Grundmoränenmaterial der Saaleeiszeit. Der Bodentyp ist eine leichte degradierte Parabraunerde mit Staunässemerkmalen (Pseudovergleyung), erkennbar an kleinen schwarzen punktförmigen Manganoxidanreicherung im Unterboden. Da die Lößsedimentation während der Weichselzeit in mehreren Phasen ablief, die zum Teil von Bodenbildung unterbrochen waren, konnte sich ein fossiler Ah-Horizont bilden, der heute als Relikt in ca. 60 bis 70 cm zu finden ist. Die tiefe Durchwurzelbarkeit des Bodens (in Regenwurmgingen bis 1,80 m Tiefe) gewährleistet bei ausgeglichenem Klima und Witterungsbedingungen ein allgemein hohes Ertragsniveau.

**Tabelle 2**  
**Fruchtfolgeglieder und Kompostapplikationen 1993 bis 1999**

| Versuchsjahr | Kultur       | Kompostapplikationen |
|--------------|--------------|----------------------|
| 1993         | Zuckerrüben  | ja                   |
| 1994         | Winterweizen | ja                   |
| 1995         | Hybridroggen | ja                   |
| 1996         | Winterweizen | ja                   |
| 1997         | Zuckerrüben  | ja                   |
| 1998         | Winterweizen | nein                 |
| 1999         | Hybridroggen | nein                 |

In Abbildung 2 ist der Versuchsplan des Kompostdauerversuchs dargestellt. Für den Versuch wurde Kompost des Kompostwerkes Wiehagen verwendet (Zusammensetzung siehe Tabelle 1).

In Tabelle 2 sind die Fruchtfolgeglieder und Kompostapplikationen der letzten Jahre aufgeführt. In dem Versuch sollte die langfristige Stickstoffwirkung eines Grünkompostes mit und ohne zusätzliche Mineralstickstoffdüngung ermittelt werden. Es wurden Kompostwirkungen von 30 und 60 t Frischmasse pro ha geprüft. Über die Kompostvarianten wurden Stickstoffvarianten mit 90, 160, 230 und 300 kg/ha Mineralstickstoff nach der Nmin-Methode der Landwirtschaftskammer Hannover gelegt.

In den ersten drei Versuchsjahren wurden zu den jeweiligen Kulturen Kompostgaben von 0, 30 und 60 t Frischsubstanz pro ha verabreicht. Danach wurde die Fruchtfolge umgestellt auf Winterweizen, Zuckerrüben, Winterweizen, Winterroggen mit einmaliger Kompostapplikation in der Rotation zum Fruchtfolgeglied Zuckerrüben.

Die Nährstoffgehalte bei Anlage des Versuchs sind in Tabelle 2 aufgeführt. Der Gehalt an Phosphor, Kalium und Magnesium liegen in den Gehaltsklassen B bis C, der pH-Wert beträgt 6,5, die Nmin-Gehalte 0 - 90 cm sind mit 30 kg N pro ha normal für einen Boden ohne organische Düngung anzusehen.

Im folgenden werden die Ergebnisse des Kompostversuches dargestellt.

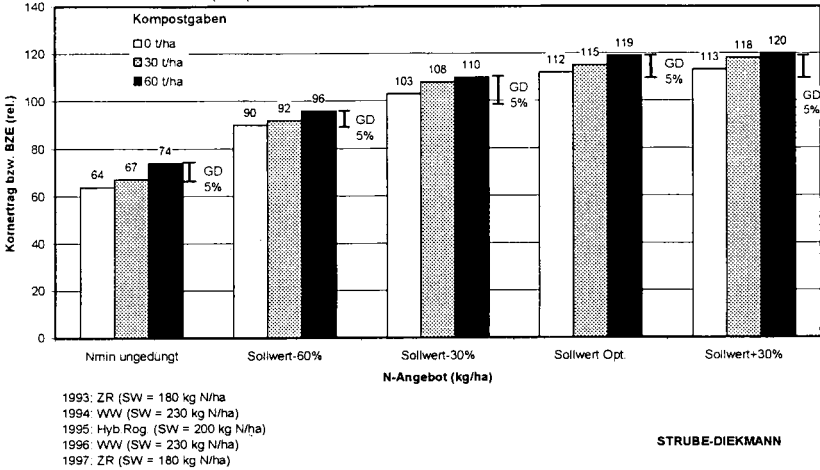
### 1. Erträge

Die ertragsfördernde Wirkung des Kompostes konnte bei allen Stickstoffangebotsstufen und über alle Fruchtfolgeglieder beobachtet werden (Abbildung 3). Vor allem die Versuchsglieder mit suboptimaler Gesamtstickstoffversorgung reagierten mit signifikanten Ertragszuwachsen.

Der relative durchschnittliche Ertragszuwachs gegenüber ungedüngt betrug je nach Höhe der applizierten Kompostmenge und angebauter Frucht zwischen 10 und 20 % (Abbildung 4).

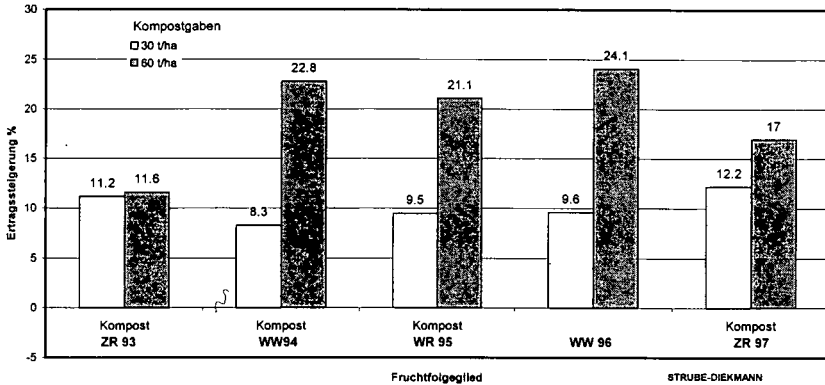


**Abbildung 3: Ertragssteigernde Wirkung von Grün-Kompostgaben in der Fruchtfolge in Abhängigkeit vom N-Angebot (Nmin+N-Düngung)**  
(Kompostdauerversuch Nienstadt 1993-1997, Versuchsmittel = 100)



Selbst bei einem Stickstoffangebot entsprechend Sollwert nach den Stickstoffdüngempfehlungen der Landwirtschaftskammer Hannover konnte durch eine zusätzliche Grünkompostdüngung in der Fruchtfolge in den Jahren 1996 und 1997 bei Winterweizen bzw. Zuckerrüben in Abhängigkeit von der applizierten Kompostgabe ein Ertragszuwachs zwischen 7,5 bis 16,3 % ermittelt werden. Die Ertragssteigerung durch zusätzliche Kompostdüngungen beruhte nicht nur auf einer Nährstoffwirkung, speziell Stickstoff, sondern wahrscheinlich auch auf der Verbesserung von bodenphysikalischen Parametern (Wasser-, Luft-, Wärmehaushalt).

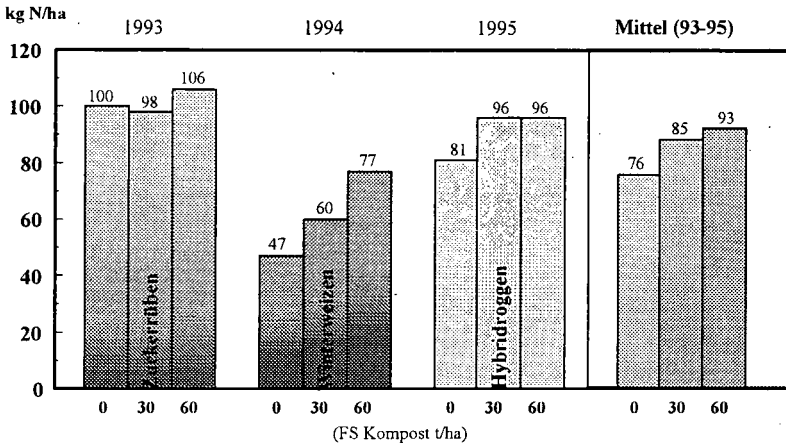
**Abbildung 4: Relative Ertragssteigerung durch eine zusätzliche Grün-Kompostdüngung in der Fruchtfolge (N-Angebotsstufe = Nmin)**



## 2. Stickstofffreisetzung

Bestandesuntersuchungen bei Winterweizen im Vegetationszeitraum 1994 (zweiten Anwendungsjahr) zeigten, daß die Düngung mit Kompost zu einer erhöhten Stickstofffreisetzung führte. Die im Winterweizen ermittelten Stickstoffzüge des Pflanzenbestandes und der Verlauf der Nmin-Gehalte im Boden zeigen deutlich, daß dem Aufwuchs durch die Kompostzufuhr von 30 bzw. 60 t Frischmasse pro ha ein um 10 bis 20 kg Stickstoff (N)/ha erhöhtes Stickstoffangebot zur Verfügung stand. Diese zusätzliche Stickstofffreisetzung hatte jedoch keinen Einfluß auf die Höhe des Restnitratgehaltes nach der Ernte. Unabhängig von der Kompostgabe (0 t, 30 t, 60 t Frischmasse/pro ha wurden Restnitratgehalte um ca. 50 kg N pro ha ermittelt. Durch wiederholte Kompostgaben über einen längeren Zeitraum erhöht sich die Stickstoffmineralisation gegenüber der ungedüngten Variante um ca. 10 bis 20 % (Abbildung 5).

**Abbildung 5: Wirkung einer wiederholten Kompostdüngung auf die N-Nettomineralisation in ungedüngten Varianten**  
Nienstädt 1993 - 1995



Im ersten Jahr nach der Anwendung betrug die Stickstofffreisetzung nur etwa 6 %. Langfristig wird auf diesem Standort durch eine regelmäßige Kompostapplikation in Größenordnungen von 10 bis 20 t Trockensubstanz pro ha und Jahr mit ca. 10 bis 20 % Stickstofffreisetzung aus der organischen Substanz des Kompostes zu rechnen sein.

## 3. Veränderung des pH-Wertes und der Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalte

Durch die regelmäßige Zufuhr von Kompost haben sich die Gehalte an Phosphor und Kalium sowie der pH-Wert signifikant erhöht (Tabelle 3). Die Nmin-Gehalte zu Vegetationsbeginn haben sich im Zeitraum 1993 (1. Applikation) bis 1998 nicht signifikant verändert.

**Tabelle 3 - Veränderung der Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalte und des pH-Wertes durch Anwendung von Kompost**

| Parameter                                       | Fläche ohne Kompost |      | Fläche mit Kompost<br>30 t pro ha<br>Frischmasse |      | Fläche mit Kompost<br>60 t pro ha<br>Frischmasse |      |
|-------------------------------------------------|---------------------|------|--------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------|------|
|                                                 | 1993                | 1998 | 1993                                             | 1998 | 1993                                             | 1998 |
| Phosphor (Wasser)<br>mg pro Liter               | 10                  | 12   | 9                                                | 14   | 9                                                | 13   |
| Kalium (CaCl <sub>2</sub> ) mg<br>pro 100 ml    | 8                   | 8    | 5                                                | 11   | 8                                                | 11   |
| Magnesium (CaCl <sub>2</sub> )<br>mg pro 100 ml | 6                   | 5    | 6                                                | 7    | 7                                                | 6    |
| pH-Wert                                         | 6,5                 | 6,4  | 6,5                                              | 6,7  | 6,5                                              | 6,8  |

#### 4. Nährstoffbilanz

Bei wiederholter Anwendung nährstoffreicher Komposte kommt es zu einer nicht unerheblichen Nährstoffanreicherung im Boden. Für die Fruchtfolgeglieder des Zeitraumes 1993 bis 1995 Zuckerrüben, Winterweizen und Hybridroggen wurde eine einfache Nährstoffbilanzierung für die nur mit Kompost gedüngten Versuchsglieder angestellt.

Die Bilanz (Düngung minus Abfuhr mit dem Erntegut) zeigt, daß in der 60 t Kompostvariante über 3 Jahre ca. 700 kg Stickstoff, 440 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 500 kg K<sub>2</sub>O pro ha angereichert wurden.

Die mehrjährig akkumulierten Nährstoffmengen führen bei optimalen Mineralisationsbedingungen zu einer verstärkten Nährstofffreisetzung, insbesondere Stickstofffreisetzung; die enorme Stickstoffanreicherung vergrößert die Gefahr des Stickstoffeintrages in das Grundwasser insbesondere zur vegetationsfreien Zeit. In diesem Zusammenhang ist eine wiederholte Anwendung von Kompost mit umgerechnet mehr als 100 kg Stickstoff pro ha und Jahr als kritisch zu betrachten.

An diesem Versuchsstandort liegt bisher kein erhöhtes Nitratauswaschungspotential in dem mit Kompost gedüngten Varianten vor; darauf weisen die in den Kompostvarianten gemessenen Nmin-Restwerte hin, die im Bereich der Kontrolle lagen. Untersuchungen zum Einfluß einer Kompostdüngung auf bodenphysikalische Parameter wurde nicht vorgenommen. Aus anderen Untersuchungen ist bekannt, daß durch den regelmäßigen Einsatz von Kompost die bodenphysikalischen Parameter im Porenbereich verbessert werden und einen positiven Einfluß auf die Bodenstruktur haben. Eine nachhaltige Stabilisierung der Bodenaggregate und das verbesserte Wasserhaltevermögen vermindern die Erosionsgefahr.

Die gewonnenen Erfahrungen bei der Ausbringung der Kompostmengen haben gezeigt, daß die Ausbringung in der Fruchtfolge vorrangig nach einer Getreideernte erfolgen sollte. Zu diesem Zeitpunkt läßt sich eine großflächige, bodenschonende und exakte Verteilung recht leicht und gut praktizieren.