

TELMA	Band 36	Seite 39 - 52	5 Abb., 2 Tab.	Hannover, November 2006
-------	---------	---------------	----------------	-------------------------

# Bodenbildung in entwässerten Mudden

## Pedogenesis in drained gyttja

JANA CHMIELESKI und JUTTA ZEITZ

### Zusammenfassung

Böden aus Mude entstehen durch Luftzutritt, verursacht durch anthropogene Wasserabsenkung. In Nord- und Mitteleuropa kommen diese Böden in Deutschland, Polen, Finnland und Schweden vor. Erste Untersuchungen dieser sehr jungen Böden erfolgten in den 1950er Jahren.

Die meist landwirtschaftliche Nutzung der Böden führte zu einer Pedogenese, die sich in den chemischen und physikalischen Eigenschaften widerspiegelt.

Subhydriche Substrate sind reich an organischer Substanz und oft reich an Kalziumkarbonat. Sie sind feinkörnig mit einem großen Gesamtporenvolumen, insbesondere an Mittel- und Feinporen. Bei der Pedogenese nimmt der Anteil an Feinporen auf Kosten der Mittelporen zu.

### Abstract

The formation of soils from gyttja takes place under aeration, due to artificial drainage. In northern Europe gyttja deposits are found in northern Germany, Poland, Finland and Sweden. Their investigations date back to the middle of the last century.

Their cultivation led to a pedogenesis, which is reflected by chemical and physical properties. Subhydric material is rich in organic matter and often in  $\text{CaCO}_3$  ranging from 5 to 95 %. It is fine-grained with a high pore space, particularly of the meso- and micro-pores. As a result of pedogenesis the volume of micro-pores increases while the volume of meso-pores decreases.

## 1. Einführung

In der deutschen Bodensystematik (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 2005) sind Böden aus Mude bisher nicht explizit als Bodentypen definiert. Damit existieren auch keine Horizontausweisungen. Gegenwärtig behilft man sich mit der Nutzung der existenten Bodentypen, indem diesen weitere Merkmale zugeordnet werden: im Falle von Böden aus organo-mineralischen Mudden wird das Vorzeichen „f“ – fossil oder „r“ – reliktsch ver-

wendet. Damit werden Böden aus rezenten subhydrischen Mudden (Klasse der Subhydrischen Böden) von denen aus fossilen Mudden unterschieden. Meist werden Böden aus fossilen organo-mineralischen Mudden (also aus silikatischen Mudden und Kalkmudden) als semiterrestrische Böden (Gleye) angesprochen. Für Böden aus organischen Mudden ist die Kennzeichnung nach der Abteilung „Moore“ vorgesehen. Allerdings ist nicht ganz klar, wie dies erfolgen soll, da sich die Horizonte, die in pedogen veränderten organischen Mudden entstehen, deutlich von den Torfhorizonten unterscheiden.

Zwei Prozesse führen zur Bodenentwicklung in Mudden, woraus sich unterschiedliche Chronosequenzen der Bodenbildung ergeben: **Mineralisation von Decktorfschichten** und **Trockenlegung** durch Seefällungen.

Bedingt durch ein flaches Relief, wie z.B. in den Urstromtälern, bildeten sich großflächige und flachgründige Moore, in denen häufig Mudden von nur geringmächtigen Torfen überlagert sind. Als Folge der Melioration setzt eine sekundäre Bodenbildung ein, von der anfangs vorwiegend die Torfe betroffen sind. In ihnen bildet sich ein Niedermoorfolgeboden (SCHLEIER & BEHRENDT 2000) und es kommt zur Abnahme der Decktorfschichten bis hin zu deren völliger Verschwinden. Damit verbunden sind Translokations- und Gefügebildungsprozesse, die sich auf die darunter liegenden Mudden auswirken. Bei anhaltender Melioration unterliegen auch die Mudden der Pedogenese, da sie infolge der kontinuierlichen Abnahme der Mächtigkeit der Torfböden unter zunehmenden Lufteinfluss gelangen.

Seit dem Mittelalter und verstärkt im 19. Jahrhundert wurde in vielen Seen der Wasserspiegel teilweise, manchmal sogar vollständig, gefällt. Beispiele dieser Art der Landgewinnung sind dokumentiert aus Deutschland, Polen und Finnland (BIRNBACHER 1958, UGGLA 1964, KIVINEN 1938). Durch das rasche Absenken des Wasserspiegels wurde die Verlandung abrupt gestoppt. Mudden lagen damit direkt an der Geländeoberfläche. Wegen der starken Sackungsbeträge waren die Grundwasserflurabstände zunächst weiterhin gering, so dass Torf- bzw. Anmoorbildung stattfand. Laut einem Gutachten der Universität Rostock (MENNING 1983) zur Dobbiner Plage (Mecklenburg-Vorpommern) betrug die Geländesackung in den ersten 12 Jahren nach der Drainage der 70er Jahre bis zu neun Dezimeter. Das ursprünglich ebene Relief entwickelte sich zu einem ausgeprägten Mikorelief mit flachen Mulden, Rücken und Kuppen.

Ausgehend von den Erkenntnissen polnischer (UGGLA 1964) und niederländischer Wissenschaftler (PONS & ZONNEVELD 1965) über die Entwicklung des für pedogen unveränderte Mudden in situ charakteristischen Kohärentgefüges zu einem Sekundärgefüge, wurde am Beginn der Forschungsarbeit die Hypothese aufgestellt, dass sich in den verschiedenen Muddearten unterschiedliche Gefügemerkmale ausprägen und diese wiederum zu unterschiedlichen bodenphysikalischen Eigenschaften führen. Als bestimmendes Merkmal wurde die Zusammensetzung aus organischer Substanz, Kalziumkarbonat und

Silkaten angesehen. Analog zur vielfach beschriebenen Bodenentwicklung in Torfen (ZEITZ et al. 2001) wurden eine Verringerung der organischen Substanz sowie eine Zunahme des Substanzvolumens unter Veränderung der Porenverhältnisse angenommen.

## 2. Methodik

Wegen des geringen Kenntnisstandes bezüglich der Böden aus Mudde wurde eine explorative Arbeitsweise gewählt, bei der in mehreren iterativen Schritten, zunächst anhand von Altunterlagen, wie Gutachten der Moorstandortkartierung aus den 1950er bis 70er Jahren, potenzielle Untersuchungsflächen identifiziert und dann, je nach Größe und erwarteter Heterogenität der Substrattypen, eine Grobaufnahme von bis zu 14 Profilen erstellt wurden. Auf Basis dieser Voruntersuchungen wurden dann pro Untersuchungsfläche zwei Profile für detaillierte Aufnahmen ausgewählt und die Laboranalysen bodenchemischer und bodenphysikalischer Parametern festgelegt.

Im Rahmen der Arbeit wurden 60 Bodenprofile auf 12 Untersuchungsflächen (Tab. 1) angelegt. Die Anlage der Bodenprofile erfolgte in Anlehnung an die in der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 1994) festgelegten Art und Weise.

Zusätzlich zu den Bodenprofilen wurden 30 Moorbohrungen in den Bundesländern Brandenburg und Sachsen durchgeführt, aus denen Kenntnisse der morphologischen Merkmale von Mudden erlangt wurden.

In 100 bis 120 cm tiefen Bodengruben wurden an der ungestörten Profilwand Substrat- und Horizontmerkmale nach Bodenkundlicher Kartieranleitung 1994 (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 1994) bestimmt, wie Substratart, Humus- und Kalkgehalt, Körnung, Farbe, Beimengungen, Hydromorphiemerkmale, Gefügeform und Konsistenz. Daraus abgeleitet wurden Horizonte, Bodentyp, Substrattyp und Bodenform. Dabei erfolgte die Abschätzung von Humusgehalt anhand der Farbe nach Munsell, des Kalkgehaltes mit 10 %iger HCl, der Körnung mit Hilfe der Fingerprobe, der Muddeart und Beimengungen anhand visueller Merkmale mit Hilfe von Lupe und Mikroskop zur Identifizierung von Diatomeen (MACZEY & CHMIELESKI 2003), der Hydromorphiemerkmale anhand von Farbe und Konkretionen, der Gefügeform nach Bodenlockerung direkt an der Profilwand, sowie der Konsistenz durch die Fingerprobe.

Im Labor wurden die in Tabelle 2 angegebenen Parameter bestimmt.

Die Bestimmung der Trockenrohichte erfolgte durch Trocknung bei 105 °C und Wägung und die der Reindichte mittels des Heliumpyknometers. Die Messung der Saugspannungskurve wurde mit Apparaten der Firma Eijkelkamp durchgeführt. Dabei wird ein definierter Unterdruck an die je nach Druckstufe auf einem Sand- oder Kaolinbett stehenden

Stechzylinder angelegt und der Feuchtigkeitsverlust durch Wägung bestimmt. Folgende Druckstufen wurden gemessen: pF 1,0, 1,5, und 1,8 im Sandbett, pF 2,0 und 2,5 im Kaolinbett und pF 4,2 im Druckbehälter bei 15000 hPa.

Der Gehalt an Diatomeenschalen wurde anhand von Korngrößenanalysen und mittels Röntgendiffraktometrie (MACZEY & CHMIELESKI 2003) bestimmt.

Tab. 1: Untersuchungsgebiete  
Investigated sites

<b>Bezeichnung</b>	<b>Fläche</b>	<b>Bundesland/ Land</b>	<b>Größe der untersuchten Fläche bzw. Teilfläche</b>	<b>Muddeart</b>	<b>Anzahl Profile</b>
DM	Eickhöpen, Nordufer des Dümmersees	Niedersachsen	400 ha	Diatomeen- mudde	7
DOBB	Dobbiner/Klädener Plage	Mecklenburg- Vorpommern	206 ha 63 ha	Kalkmudde	10
JAG	Jagow	Brandenburg	450 ha	Kalkmudde	5
KLIEK	Klieken	Sachsen-Anhalt	200 ha	Diatomeen- mudde	2
MILD	Mildener Seebruch	Mecklenburg- Vorpommern	140 ha 71 ha	Detritusmudde	5
MOS	Mosinski Kanal	Polen (bei Poznan)	> 1000 ha 200 ha	Kalkmudde	3
OB	Objezierze	Polen (bei Poznan)	> 500 ha	Kalkmudde	5
RHIN	Rhinluch	Brandenburg	> 9000ha 25 ha	Kalkmudde	3
SIEB	Sieblebener Senke	Thüringen	> 500ha 100 ha	Schluff-, Kalkmudde	2
WEISS	Weissensee	Thüringen	250 ha	Sulfat-, Schluff-, Kalkmudde	4
ZEH	Zehlendorfer Moor	Mecklenburg- Vorpommern	100 ha	Kalkmudde	3
ZIETH	Ziethener Seebruch	Brandenburg	234 ha	Detritusmudde	14

Tab. 2: Chemische Methoden  
Methods of chemical analysis

Parameter	Messverfahren
pH-Werte	Bestimmungen nach DIN ISO 10390 mit Reinwasser (pH H <sub>2</sub> O) und CaCl <sub>2</sub>
Wassergehalt	Trocknung bei 105°C (W105) nach DIN ISO 11465
Glühverlust	Veraschung bei 550°C (GVV550) nach DIN 19684, T3 bzw. bei 1000°C (LOI) (Angaben bezogen auf die bei 105°C getrocknete Probe)
Karbonate	Säureäquivalentmethode nach Scheibler
potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAK <sub>pot</sub> )	nach Mehlich (DIN ISO 19684-8), KAK <sub>pot</sub> entspricht rückgetauschtem Barium, Bestimmung der Einzelkationen (Na, K, Ca, Mg) sowie des Ba mittels ICP-AES, Bestimmung der H-Ionen maßanalytisch mittels Titrierautomat; Bestimmung nur an Proben mit pH(H <sub>2</sub> O) > 5,5
effektive Kationenaustauschkapazität (KAK <sub>eff</sub> )	nach Ulrich (1990), KAK <sub>eff</sub> = Summe der Einzelkationen, Bestimmung von Na, K, Ca, Mg, Al, Fe mittels ICP-AES, Bestimmung NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> maßanalytisch mittels Titrierautomat nach Wasserdampfdestillation; Bemerkung: Bestimmung nur an Proben mit pH(H <sub>2</sub> O) < 5,5
C, N, S je gesamt	Elementaranalyse nach DIN ISO 10694 (trockene Verbrennung bei 1150°C unter O <sub>2</sub> -Zufuhr)
Elementgehalte im Königswasserauszug	Aufschluss in Anlehnung an DIN ISO 11466, Elementbestimmung mittels ICP-AES (DIN 38406-E22) bzw. GFAA S
Element-Totalgehalte	Bestimmung nach Schmelzaufschluss mittels WDRFA, Proben vorab bei 1000°C geglüht; (SO <sub>3</sub> ), (F), (CL), (As) = Restkonzentrationen
Fe/Al der amorphen Oxide	mit oxalsaurem Ammonium-Oxalat n. Schwertmann (1964)
Fe/Al der pedogenen Oxide (kristallin)	Extraktion mit Dithionit-Citrat n. Mehra u. Jackson (1969)

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Bestandteile, Farben und Konsistenz

Die organischen Mudden traten in verschiedenen Farben auf: olivgrün, grau-bläulich, grüngrau bis braun, rötlich, rotbraun sowie schwarz. Grünliche Farben traten bei Mudden mit hohen Humus-Gehalten auf. Graue und dunkelgraue (anthrazit) Farben traten bei Humus-Gehalten von < 50 Masse-% auf.

Schwarzgefärbte organische Mudden in Mooren der Uckermark sind bei CHMIELESKI (1996) beschrieben. Sie kamen in größerer Tiefe als basale limnische Ablagerungen vor und bestanden aus lehmigen, z.T. schwach kalkhaltigen Feindetritusmudden. Die Mudden waren entweder tiefschwarz, ohne andere farbliche Beimengungen, oder wiesen in die braunschwarze Matrix eingebettete, gelblich-braune, 1-2 mm große Einsprenglinge auf,

bei denen es sich um Siderit gehandelt haben könnte. Siderit ( $\text{FeCO}_3$ ) hat eine blassgelbe bis braune Farbe und entsteht durch die Verbindung von freien Eisen-Ionen mit Karbonat (FELDER & GAUPP 2003, MCMILLAN & SCHWERTMANN 1998). Siderit reagiert nur mit warmer Salzsäure.

Bei den schwarzen Mudden trat bei der Benetzung mit Salzsäure ein schwacher Geruch nach Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ) auf. Charakteristisches Merkmal der schwarzgefärbten, meist basal auftretenden Mudden, war ihre schmierige Konsistenz, die durch Huminstoffe hervorgerufen wurde.

Die den Oberboden bildenden organischen Mudden waren überwiegend schwarzbraun. Diese Färbung ist auf Huminstoffe bzw. eingemischte Torfpartikel zurückzuführen. Bei der Entnahme von Proben wurde ein schnelles und starkes Nachdunkeln der Mudden festgestellt.

Auf Grund ihrer grauen Färbung waren die mineralreichen Detritusmudden leicht mit Schluffmudden zu verwechseln. Allerdings trockneten die Detritusmudden extrem langsam und hafteten auch nach dem Trocknen zusammen, wobei sie eine harte und spröde Masse bildeten. Demgegenüber trockneten Schluffmudden schnell und ließen sich in der Hand leicht zerreiben, wobei die Substanz ein mehliges Pulver ergab.

Alle Detritusmudden bildeten eine homogene, feinkörnige Masse mit gallertartiger, elastischer bis plastischer Konsistenz. Die Mehrzahl der Proben wies als Beimengung, mit der Lupe und makroskopisch erkennbar, Reste von Makrophyten und Samen von Wasserpflanzen auf. Seltener waren Reste von Schnecken und Muscheln vertreten. Samen von Wasserpflanzen traten häufig in durch seeinterne Strömungsmuster zusammengetragenen Nestern auf.

Es traten deutliche Unterschiede in der Konsistenz zwischen oberflächennahen, im wechselhaft von Grundwasser gesättigten Bereich liegenden und tieferen, im permanenten Grundwasserbereich liegenden Schichten auf. Die infolge der Entwässerung konsolidierten Mudden verhielten sich gegenüber geringem Druck zunächst elastisch, gegenüber stärkerem Druck eher plastisch. Bei abnehmendem Wassergehalt nahmen die Festigkeit der Substrate und damit ihre Belastbarkeit gegenüber Zug- und Druckkräften zu. Sie nahmen dann eine gummiartige Konsistenz an. Wassergesättigte Detritusmudde war knet- und ausrollbar. Geringer konsolidierte Mudden wiesen z.T. eine breiige Konsistenz auf. Die im permanenten Grundwasserbereich liegenden Mudden reagierten thixotrop, das heißt bei Erschütterungen bei Beprobung des Profils, gingen die Mudden in einen flüssigen Zustand über.

### 3.2 Gehalte an organischer Substanz und pH-Werte

Bei den Substraten mit mehr als 30 Masse-% Humus liegt rund ein Viertel im Bereich zwischen 40 und 60 Masse-%. Zwischen 80 und 90 Masse-% gibt es eine weitere Häufung. Die anderen Klassen sind weniger stark besetzt, sehr selten kamen reine Detritusmudden mit einem Humusgehalt von größer als 90 Masse-% vor. Das seltene Auftreten dieser Mudden, von Succow (1988) als Reinmudden bezeichnet, wird von den Untersuchungen bestätigt.

### 3.3 Bodenhorizonte, hydromorphe Merkmale und Gefügebildung

Die Horizonte wurden im Gelände anhand von morphologischen Merkmalen unterschieden. Bei den Detritusmudden stellte sich das Bodengefüge als das primäres Unterscheidungsmerkmal heraus.

Auf den Untersuchungsflächen Ziethener Seebruch und Mildenitz waren Polyeder mit 30 cm Durchmesser ausgebildet. Die Klüfte zwischen den Polyedern erreichten bis 5 cm Breite und waren meist mit Material des Oberbodens verfüllt.

In allen untersuchten Profilen trat in 10 cm bis 50 cm Tiefe ein lamellenartiges horizontales Plattengefüge auf. Die Platten besaßen einen scherbigen Bruch. Je trockener der Boden und je weiter die Bodenentwicklung vorangeschritten war, desto kleiner und dünner wurden die einzelnen Platten. In feuchtem Zustand kamen zusammenhängende Lagen mit gummiartiger Konsistenz vor. Diese spalteten bevorzugt an Schwächezonen, wie lithologischem Wechsel von fein- zu grobkörniger. Im trockenen Zustand kam es zur Auflösung in cm-große und nur mm-mächtige „Plättchen“ (Abb. 1 und 2).

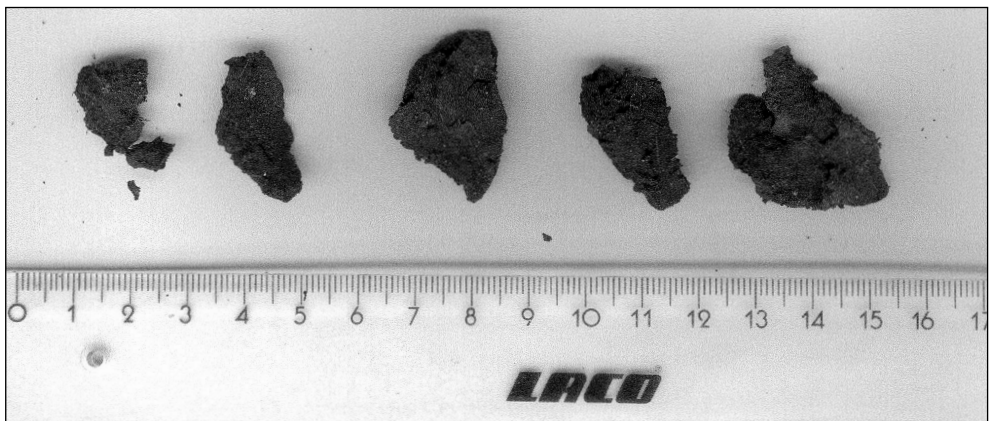


Abb. 1: Aggregate aus dem pedogenetisch veränderten Horizont II aus Detritusmudde (Ziethener Seebruch)  
Aggregates of the pedogenetically altered horizon II of organic gytja (Ziethener Seebruch)

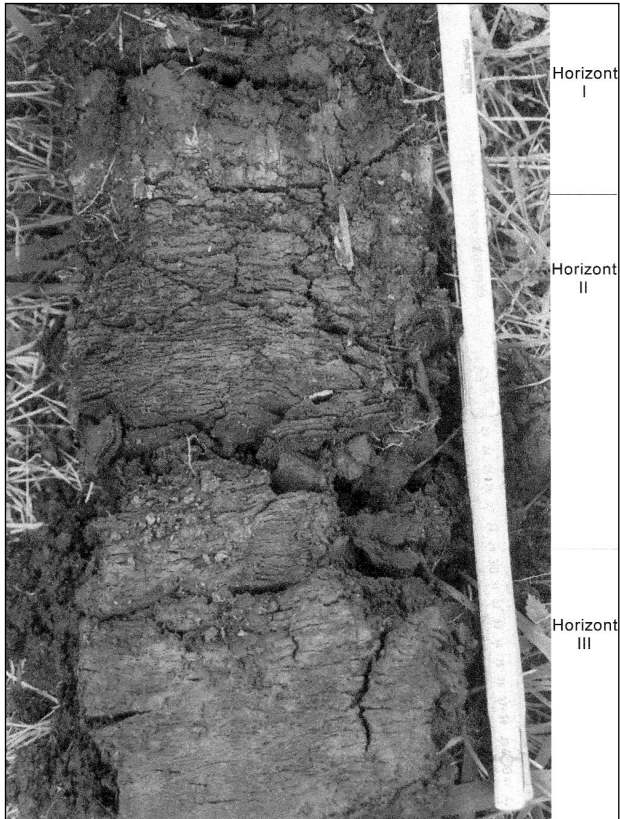


Abb. 2: Detritusmudde aus dem Ziethener Seebruch aus 0 – 43 cm  
Organic gyttja of the Ziethener Seebruch from 0-43 cm

In Abbildung 3 ist die vertikale Abfolge der Gefügeformen schematisch dargestellt, wobei die Horizonte mit den Ziffern I bis V benannt sind.

**Horizont I: Vererdete Mudde, Krümelgefüge, meist tiefschwarze bis schwarzbraune Farbe, nach Wasserabsenkung infolge weiter anhaltender Grundnässe entstanden, Einmischung von Mudde durch Bodenbearbeitung und Bioturbation**

Dieser Horizont ist das Ergebnis von anthropogener und biogener Turbation von Mudde und Torf. Er weist meist Krümelgefüge auf und ist von dunkelbrauner bis braunschwarzer Farbe. Der Torf ist meist vererdet, zumindest so stark zersetzt, dass die Torfart makroskopisch nicht bestimmbar ist.

Von dem darunter liegenden Muddehorizont sind Aggregate entweder durch Pflügen oder durch Wechselwirkungen zwischen Schrumpfung und Quellung, Wurzelwachstum und



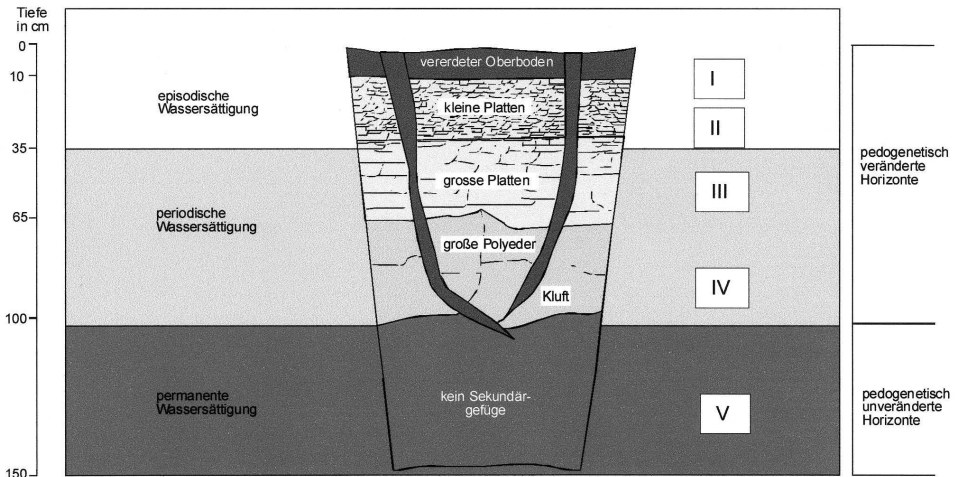


Abb. 3: Schema der Horizonte in Böden aus Detritusmudden  
 Scheme of the horizons of a soil from organic gyttja

Bioturbation gelöst. Diese werden bei weiterer Bodenbearbeitung oder Bioturbation in den Torf eingearbeitet. Die Muddeaggregate weisen unterschiedliche Größen auf und sind deutlich größer als die meist zu feinen Partikeln zerfallenen vererdeten Torfe. Das krümelige Gefüge ist somit vorwiegend auf den Torfbestandteil zurückzuführen. Besonders in den nahe zur Ackergränze gelegenen Profilen traten mineralische Beimengungen auf, die wahrscheinlich durch Hangabspülung eingetragen wurden. In Arealen mit besonders geringmächtigen Moorsubstraten kann mineralisches Material auch aus tieferen Schichten an die Oberfläche gepflügt worden sein.

### **Horizont II: Schrumpfungshorizont 1 aus Mudde mit lose zusammenhaltenden kleinen Aggregaten.**

Dieser Horizont trat in einer Tiefe von 10 cm bis 50 cm auf. Die Gefügeelemente waren bis zu 3 cm lang, nur 1-3 mm dick und dachziegelartig angeordnet. Die Gefügefragmente werden bei intensiver Durchwurzelung durch die Pflanzenwurzeln zusammengehalten. Je trockener der Boden und je weiter die Bodenentwicklung vorangeschritten war, desto kleiner und dünner waren die einzelnen Platten. In feuchtem Zustand kamen zusammenhängende Lagen mit gummiartiger Konsistenz vor. Diese spalteten bevorzugt an Schwächezonen, wie Wechsel der Körnung.

### **Horizont III: Schrumpfungshorizont 2 aus Mudde mit verdichteten, größeren Aggregaten.**

In diesem Horizont trat ein Plattengefüge mit Aggregaten von maximal 7 cm horizontaler und 5-10 mm vertikaler Ausdehnung auf. Die Platten waren dachziegelartig angeordnet und relativ fest miteinander verzahnt. Infolge der Primärschrumpfung hatte das Substrat eine steife, elastische Konsistenz. Die Festigkeit der horizontal lagernden Schichten verhindert ein vertikales Wachstum der Pflanzenwurzeln, es kommt zur Bildung von typischen Horizontalwurzeln.

### **Horizont IV: Schrumpfungshorizont 3, Polyeder, innerhalb der Polyeder Kohärentgefüge, Farbe und Festigkeit ähnlich unveränderter Mudde.**

Der Horizont wird aus Polyedern von bis zu 50 cm Durchmesser gebildet. Innerhalb der Polyeder tritt ein Kohärentgefüge auf. Eine substratbedingte feinstratigraphische lithologische Wechsellagerung mit einer Schichtmächtigkeit von 1 und 3 mm trat auf beiden Untersuchungsflächen auf und wurde erst bei Austrocknen des Bodens sichtbar. In den Polyedern herrschten auf Grund des Luftmangels reduktive Verhältnisse. Manganausfällungen kamen nur in der Umgebung von Bioporen vor.

### **Horizont V: Horizont ohne morphologische Veränderungen**

Hierbei handelt es sich um einen Reduktionshorizont, der permanent im Grundwasserbereich liegt. Er weist gegenüber liegenden Horizonten eine größere Trockenrohddichte auf, die durch die Vergrößerung der Auflast bei Entwässerung verursacht wird. Das primäre Kohärentgefüge ist unverändert erhalten. Seine Konsistenz ist weicher als die der hangenden Horizonte.

#### 3.4. Porositäten und Porenverteilung

Die untersuchten Mudden wiesen eine insgesamt hohe Porosität auf (Abb. 4). Mit einem Gesamtporenvolumen von 84 Vol.-% wiesen die Detritusmudden die größten Porenvolumina auf, gefolgt von Diatomeen- und Kalkmudden mit 75 Vol.-%. Damit liegen diese Mudden deutlich über den für Mineralböden typischen Werten. Die Porositäten der Detritusmudden erreichen bzw. übersteigen sogar die von Torfen (VELTY & ZEITZ 2002). Die Porosität von Schluff- und Sandmudde liegt im Bereich, bzw. die der Schluffmudden etwas darüber, der für Mineralböden der gleichen Textur angegebenen (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 2005).

Das Grobporenvolumen (Äquivalentdurchmesser  $> 10 \mu\text{m}$ ) beträgt im Mittel zwischen 10 und 18 Vol.-%. Insbesondere bei den Detritus- und den Diatomeenmudden gehen die

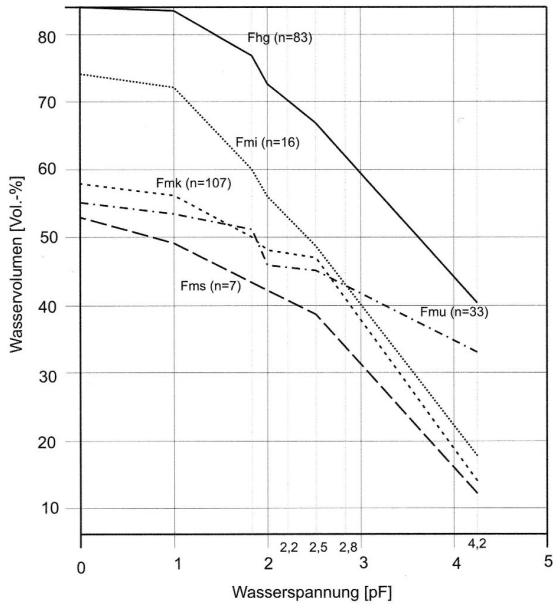


Abb. 4: Saugspannungskurven verschiedener Muddearten  
Curves of water tension of various kinds of gyttja

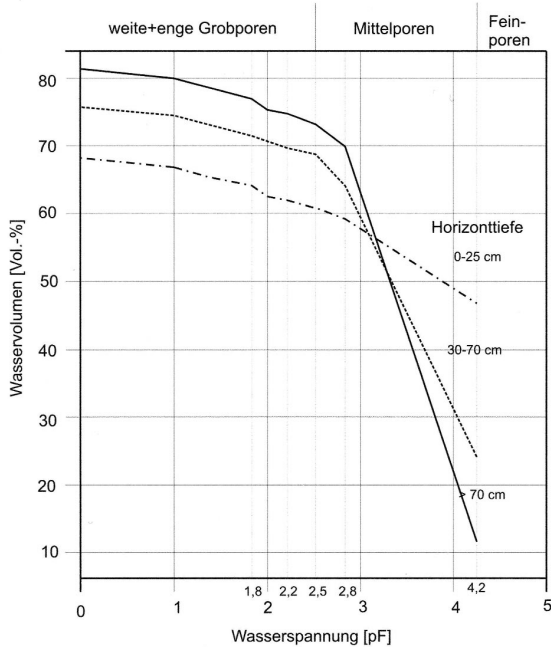


Abb. 5: Horizontbezogene Veränderung von Porosität und Porenverteilung in einer Detritusmudde  
Alteration of porosity and pore-size-distribution in the horizons from an organic gyttja

großen Porenvolumina mit äußerst hohen Mittel- und Feinporenvolumina von mehr als 40 Vol.-% einher. Vereinzelt erreichte Kalkmudde sehr hohe Werte von 36 Vol.-%, im Mittel blieben diese aber geringer bei 18 Vol.-%.

Infolge der Entwässerung nimmt das Gesamtporenvolumen ab. Bei der Porenverteilung kommt es zu einer Zunahme des Feinporenanteils auf Kosten des Anteils der Mittelporen (Abb. 5).

#### 4. Diskussion

Die Horizontbildung in Mudden ist vor allem durch zwei Faktoren, die beide mit dem hydrologischen Regime zusammenhängen, geprägt:

- entwässerungsbedingte Schrumpfung
- durch wechselnde Grundwasserstände sowie durch Stau- und Haftwasser hervorgerufener Wechsel von Oxidation und Reduktion.

Die Auswirkung beider Prozesse auf Morphologie und Bodeneigenschaften wird bestimmt von der Zusammensetzung des Substrates, im Wesentlichen vom Anteil an organischer Substanz. Substrate mit einem sehr großen Anteil an organischer Substanz (Organomudden) schrumpfen stärker als Mudden mit geringem Anteil an organischer Substanz (Kalk- und Silikatmudden).

Alle Muddearten weisen eine gegenüber den Mineralböden spezifische Horizontentwicklung auf, die primär durch Schrumpfung und, in eingeschränktem Maße, Quellung hervorgerufen wird. Folge der Schrumpfung ist die Ausbildung von Aggregaten, deren Größe und Form substratspezifisch ist und in erster Linie vom Gehalt an organischer Substanz bestimmt wird. Für Organomudden ist die Gefügeentwicklung so bedeutsam, dass sie alle anderen Bodenmerkmale, wie z.B. Hydromorphie bei weitem übersteigt. Deshalb wird in einem hier nicht aufgeführten Vorschlag zur Deutschen Bodenkundlichen Systematik zur Kennzeichnung von Böden aus organischer Mudde die Gefügeform als differenzierendes Merkmal zur Ausweisung von Horizonten vorgeschlagen.

#### 5. Danksagung

Wir danken den Herren Dr. H. Lehrkamp und Dr. W. Schmidt für wertvolle Hinweise zur Flächenauswahl.

## 6. Literaturverzeichnis

- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Auflage; Hannover.
- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage; Hannover.
- BIRNBACHER, H. (1958): Die Lebermudden des Federseemoores als Sediment und Boden. -Dissertation. Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim.
- CHMIELESKI, J. (1996): Das Baberowmoor - Moor- und Landschaftsgenese im Bereich der Pommer-schen Eisrandlage. - Unveröff. Diplomarbeit Humboldt Universität zu Berlin.
- FELDER, M. & R. GAUPP (2003): Zur Genese von Sideritanreicherungen in den See-Sedimenten von Ba-ruth, Sachsen. - Zeitschrift für geologische Wissenschaften **31**(4-6): 313-329.
- KIVINEN, E. (1938): Untersuchungen über die Eigenschaften der Gytjaböden. - *Agrogeologia julkai-suja* (Bulletin of the Soil Division of the Central Agricultural Experiment Station of Finland) **48**: 1-36; Helsinki.
- MACZEY, S. & CHMIELESKI, J. (2003): Bodenkundliche Aspekte und Erkennungsmerkmale von Diato-meenmudden. - *Telma* **33**: 133-149; Hannover.
- MENNING, P. & PÄTZOLD, H. (1983): Unveröff. Gutachten zur Melioration und Nutzung der Dobbiner Plage (Kreis Lübz), Teil 1 und 2; Rostock 1982/83.
- MCMILLAN, S. G. & SCHWERTMANN, U. (1998): Morphological and genetic relations between siderite, calcite and goethite in a Low Moor Peat from southern Germany. - *European Journal of Soil Science* **49**: 283-293.
- PONS, L. J. & ZONNEVELD, I. S. (1965): Soil Ripening and Soil Classification. Initial Soil Formation of Alluvial Deposits with a Classification of the resulting Soils. International Inst. For Land Reclamati-on & Improvement; Wageningen.
- SCHLEIER, C. & BEHRENDT, A. (2000): Kennzeichnung von Eigenschaften der Folgeböden Nordost-deutscher Niedermoore: Aus Anlaß des 65. Geburtstages von Dr. Wilhelm Schmidt. -*Archives of Agronomy and Soil Science* **45** (3): 207-221.
- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde; Jena (Gustav-Fischer-Verlag).
- UGGLA, H. (1964): Gytjaböden in Nordpolen. Transactions 8th International Congress of Soil Science; Bucharest.
- VELTY, S. & ZEITZ, J. (2002). Soil properties of drained and rewetted fen soils. - *Plant Nutrition and Soil Science* **165**(5): 618-626.
- ZEITZ, J. & STEGMANN, H. (2001): Moorbodenhorizonte und -typen. In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): *Landschaftsökologische Moorkunde*; Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).

Anschrift der Verfasser:

J. Chmielecki  
Jacobssohnstraße 32  
D-13086 Berlin  
E-Mail: [j.chmielecki@bgr.de](mailto:j.chmielecki@bgr.de)

Prof. Dr. J. Zeitz  
Humboldt Universität zu Berlin  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Fachgebiet Bodenkunde und Standortlehre  
Invalidenstraße 42  
D-10115 Berlin

Manuskript eingegangen am 14. Juni 2006