

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, Kommission V

Titel der Tagung: Böden verstehen - Böden nutzen - Böden fit machen Berichte der DBG (nicht begutachtete online – Publikation)

## Die Neukartierung der niedersächsischen Marschen

### - Typische Böden und ihre Horizonte

Benne, I., Eilers, R., Gehrt, E., Henschler, M., Krüger, K., Langner, S.

#### Einleitung

Die bodenkundliche Systematik in Niedersachsen beruhte auf der Gliederung in Fluss-, Brack- und Seemarschen und stellte damit ein angenommenes Sedimentationsmilieu und einen angenommenen vom Flusswasser gesteuerten Salzgehalt in den Vordergrund. Das Ca/Mg-Verhältnis zur Unterscheidung der See-, Brack- und Flussmarsch korreliert aus heutiger Sicht zur Entkalkung und zum Tongehalt der Böden und erklärt nicht die Genese der Gesteine und Böden.

Nach heutigem Kenntnisstand wird die Bodenentwicklung in den Marschböden maßgeblich durch die **Schwefeldynamik** geprägt (s. KRÜGER ET AL. 2011). Die neu definierten Horizontsymbole sind auf die Marschböden anzuwenden und werden hier vorgestellt.

#### Reifung

Neben den Prozessen der Schwefeldynamik sind in der Marsch weitere Bodenprozesse zu erkennen. In der Literatur wird immer wieder der Prozess der Reifung genannt, der aber wohl mehrere Dinge integriert. In den Niederlanden wird unter dem Begriff *Rijplingsklassen* im Kern die Konsistenz des Materials von flüssig oder fließend bis fest beschrieben (de Bakker 1966). Müller (1985) verwendet den Reifegrad in den Kategorien „roh“ und „unreif“. Die reife Bodenform ist dann z.B. bei der Seemarsch der Normtyp.

Betrachtet man die Bodenentwicklungsreihe vom Watt zur Marsch, so ist neben der Vernässung auch der Prozess der Gefügebildung zu erkennen (Abb. 2 und 3). Bei den Kalkmarschen sind in Abhängigkeit vom Wasserstand nassere und gut belüftete

Varianten vorhanden. Insbesondere die tonreicheren Kalkmarschen mit gutem Gefüge (Abb.3 rechts) sind die Böden mit hohem potentielltem Ertragspotential. Mit den konventionellen Horizontbezeichnungen sind die spezifischen Merkmale nicht ausreichend zu kennzeichnen.



Abbildung 1: Gefügebildung beginnt schon im Übergang vom Watt zur Rohmarsch (Quellerbestand)



Abbildung 2: links: Rohsediment voll wassergesättigt und reduziert ohne Austrocknung hier mit Sulfid und Pyrit (eGpsr), amorphes Kohärentgefüge, Bruchstücke trennen sich flaserig; nach niederländischer Nomenklatur entspricht dies half gerijpt. Mitte: Bei Belüftung beginnt neben der Oxidation auch die Gefügebildung durch Trocknen und Schrumpfen, Rechts: Letztlich kommt es bei Wasserständen unter 1 m zur Ausbildung eines kalkhaltigen Horizontes mit polyedrischem Feingefüge. Hierfür wird die Bezeichnung eGxo vorgeschlagen.

Hier wird die Verwendung des Kürzels „x“ (diagnostischer Horizont eGxo) für die reife Kalkmarsch (MCx) vorgeschlagen. Bei hohem Wasserstand und noch wenig entwickeltem, ungünstigem Gefüge wäre dann die unreife Kalkmarsch (MCu) zu verwenden.

#### Beschreibung der Böden

Im Folgenden werden die typischen Böden der Marsch mit den charakteristischen Horizonten präsentiert. Auf Grundlage der Merkmalsbeschreibung und der resultierenden Horizonte ergeben sich die Horizontfolgen und die Bodentypen. Zur Vervollständigung wird mit den Wattböden begonnen.

#### Watt

Die am wenigsten entwickelte Form in diesem Kontext ist der Wattboden (IW). Dieser steht systematisch bei den subhydri-schen

Böden und ist damit noch kein Marschboden. Er zeigt aber gut die initialen Entwicklungen.

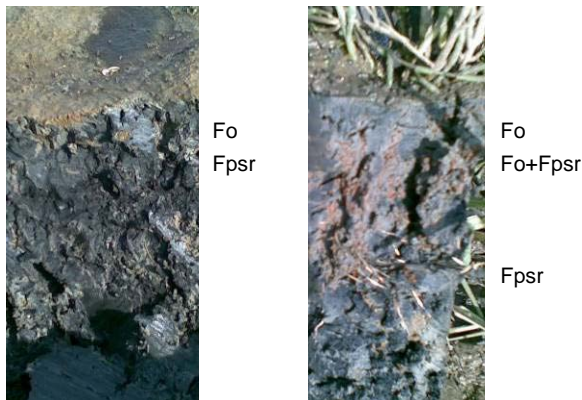


Abbildung 3: Wattprofile: links Schlickwatt, rechts Schlickwatt mit Quellerrasen

Während im reinen Watt eine Oxidation lediglich wenige Millimeter an der Oberfläche und nur punktuell an Tiergängen zu erkennen ist, findet sich im Bereich der Quellerrasen schon eine Gefügebildung mit Trockenrissen und in diesen deutliche Eisenausfällungen an den Wurzelbahnen des Quellers. Die schon verankerte Trennung in ein salzhaltiges (EC-Wert der Bodenlösung  $\geq 15$  mS) und eine salzarmes Watt (EC-Wert der Bodenlösung  $< 15$  mS) ist sinnvoll. Die in der KA5 dafür vorgeschlagenen Bezeichnungen in marines und ästuarines Watt sind unglücklich. Besser und neutraler wäre eine Kennzeichnung der Varietäten über den Salzgehalt (IWz und IW).

### Rohmarsch

Der Übergang vom Watt (IW) zur Rohmarsch (MR) ist geogen und pedogen determiniert. Während die Wattsedimente im Eulitoral abgelagert werden, liegt die Rohmarsch im Supralitoral. Die Rohmarschen weisen damit immer einen Go-Horizont mit oxidativen Eisenmerkmalen auf. Unter Sauerstoffeinfluss wird auch das FeS und Pyrit oxidiert und es kommt zur Freisetzung von  $H_2SO_4$ , zur Kalklösung und bei geringen Kalkgehalten auch zur Versauerung. Es ist aber festzuhalten, dass diese Prozesse z.T. auch schon im Watt ablaufen können (GIANI 2003).

Die Salzwiesenvegetation liefert die Streu für den Aufbau einer Humusanreicherung (Ah). Bei Sturmfluten werden die Areale der Rohmarsch unterschiedlich oft überspült und mit frischem Sediment bedeckt. Mit geringerer Wassersättigung verstärkt sich die Sackung und Gefügebildung. Süßes Niederschlags-

wasser führt insbesondere in der oberen Salzwiese zur Entsalzung.

Wie sich im Folgenden zeigen wird, ist die Unterscheidung zur Kalkmarsch bei den Böden der oberen Salzwiese mit tief liegendem Grundwasserstand, weitgehender Entsalzung und nur noch seltenen extremen Sturmfluten nur schwer zu begründen. Die Überflutung ist zwar für die Eigenschaften und die Nutzung wichtig, stellt aber kein bodengenetisches Kriterium dar und ist profilmorphologisch nicht zur erkennen. Hier ist zu überdenken, ob die Abgrenzung der Roh- und Kalkmarsch und die Bildung von Subtypen, Übergangssubtypen und Varietäten besser anhand der Wasserstände und dem Salzgehalt zu definieren wäre. Eine Möglichkeit wäre bspw. die Rohmarsch anhand eines maximalen Grundwassertiefststands von 4 dm zu definieren (Grundwasserstufe 1). Wie im Falle der Wattsedimente ist für die ausreichende Charakterisierung der Standorte eine Untergliederung nach Wasserständen und Salzgehalten notwendig.

Tabelle 1: Vorschlag zur Untergliederung der Rohmarschen nach Mittlerem Grundwassertiefstand und Salzgehalt

MNGW	Salzgehalte
1 = 0-2 dm	0 = $< 7,5$ mS/cm
2 = 2-4 dm	1 = $7,5-15$ mS/cm
	2 = $15 - 30$ mS/cm
	3 = $> 30$ mS/cm

Horizontfolge: (z)(e)Go-Ah/((z)(e)G(r)o/)(z)(e)Gpsr



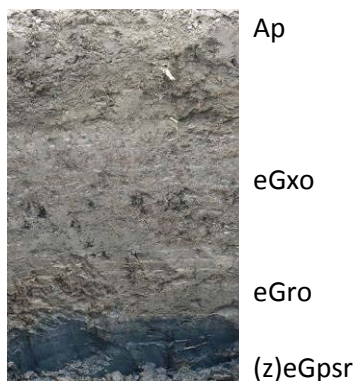
Abbildung 4: exemplarische Darstellung und Horizontierung einer Rohmarsch

### Kalkmarsch

Kalkmarschen sind als Böden aus carbonathaltigem, salzfreiem Gezeitensediment (Obergrenze der Carbonatführung höher als 4 dm unter GOF) definiert. Die Lagerungs- und Gefügeeigenschaften wurden oben schon besprochen und sind als Varian-

ten zu berücksichtigen. Von der Rohmarsch unterscheidet sich die Kalkmarsch vor allem durch tiefere Wasserstände und eine weitgehende Entsalzung. Die Entsalzung beinhaltet auch die Abfuhr von Schwefel, welcher bei der Oxidation aus Sulfat und Pyrit freigesetzt wird. Die entstehende Schwefelsäure wird sofort durch das Carbonat gepuffert und als  $-SO_4$  mit dem Sickerwasser verlagert und im Gsr oder Gpsr wieder als FeS oder FeS<sub>2</sub> ausgefällt oder mit dem Drainwasser abgeführt. Das Stadium der Kalkmarsch ist nur stabil wenn das Lösungspotential aus dem Schwefel geringer ist als der Kalkgehalt.

Horizontfolge: (e)Ah/eG(x)o/(eG(r)o/)(z)eG(p)sr



**Abbildung 5: exemplarische Darstellung und Horizontierung einer Kalkmarsch**

Wie oben ausgeführt, sind bei den Kalkmarschen Varianten mit unterschiedlichem Wasserstand und nach der Gefügeausprägung zu unterscheiden. Denkbar sind die Grundwasserstufen 2-5. Für die Kalkmarsch mit günstigem Gefüge wird die Variante der reifen Kalkmarsch (MCx) vorgeschlagen. Bei hohem Wasserstand und noch ungünstigem Gefüge wäre dann die unreife Kalkmarsch (MCu) zu verwenden.

### Kleimarsch

Bei einer Carbonatführung bzw. Entkalkungstiefe > 4 dm unter GOF ist der Bodentyp als Kleimarsch anzusprechen. In diesen Böden ist – wohl im Wesentlichen durch die Schwefeldynamik - der Kalk im oberen Profilabschnitt herausgelöst. Wie bei den Kalkmarschen wurde der Schwefel in die tieferen Profilabschnitte verlagert. Die Ausfällung der Schwefelverbindungen ist im Gr-Horizont, häufig einige Dezimeter unter dem MNGW, zu finden. Bemerkenswert sind z.T. die relativ tiefen Grundwassertiefstände von über 130 cm.

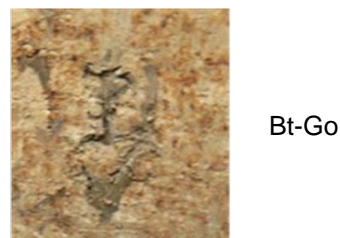
Bei den Kalk- und insbesondere bei den Kleimarschen finden sich im Untergrund z.T. sehr deutlich Anreicherungen von sekundären Karbonaten (eCco-Horizonte) mit bis zu mehreren cm großen Konkretionen (GIANI ET AL. 2008). Wie bei den Kalkmarschen sind bei den Kleimarschen Varianten nach den Wasserständen auszuweisen. Die Frage der Gefügeausbildung wurde noch nicht hinreichend untersucht.

Horizontfolge: Ah/G(r)o/((z)(e)Gpr)(e)(z)Gpsr



**Abbildung 6: exemplarische Darstellung und Horizontierung einer Kleimarsch**

Insbesondere bei den Kleimarschen treten Übergangsbodentypen zu terrestrischen Böden mit spezifischen Merkmalen auf. So wurden auf schluffig-sandigen Substraten Bt-Go Horizonte und folglich Parabraunerde-Kleimarschen festgestellt. Die Toneinlagerung erfolgt dabei vor allem in bis zu 1 cm großen Makroporen (Abb. 8) und unterscheidet sich deutlich von Bt-Horizonten in Löss-Parabraunerden.



**Abbildung 7: exemplarische Darstellung und Horizontierung einer Toneinlagerung**

Diese Tonverlagerung ist wahrscheinlich durch den spontanen Abfall des pH-Wertes bei der Oxidation des Schwefels zu erklären. Denkbar sind auch Bv-Go Horizonte und Braunerde-Kleimarschen (mündl. Mitt. BRÜMMER 2011).

### Organomarsch

Der Boden mit den deutlichsten Merkmalen der Schwefeldynamik ist die Organomarsch.

Bei geringem Kalkgehalt und hohen Gehalten an Ton und organischem Kohlenstoff ( $\geq 8$  Masse-%) sowie Sulfatüberschuss versauert der Boden bei Oxidation. Deutliches Merkmal ist die Ausfällung des gelben Jarosits oder Maibolts (Varietät: Schwefelreiche Organomarsch).

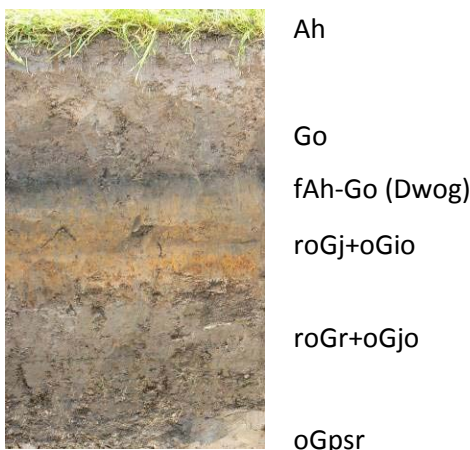
Horizontfolge: oAh/oGjo/oGpsr(/eGsr)



**Abbildung 8: exemplarische Darstellung und Horizontierung einer schwefelreichen Organomarsch**

Nur bei extrem hohen Grundwasserständen bildet sich kein Oxidationshorizont aus. Der Gpsr reicht dann bis in den Ah-Horizont (Varietät: Norm-Organomarsch). Bei weiterer Grundwasserabsenkung entsteht die Eisenreiche Organomarsch durch den abschließenden Prozess der Oxidation des Jarosits zum Eisenhydroxid.

Horizontfolge: oAh/oGio/oGpsr(/eGsr)



**Abbildung 9: exemplarische Darstellung und Horizontierung einer eisenreichen Organomarsch**

Die bodensystematische Stellung der genannten Varietäten ist zu überdenken und sollte aufgrund der Kenntnis über die jeweils typischen Bodenprozesse besser auf der Ebene der Subtypen geführt werden.

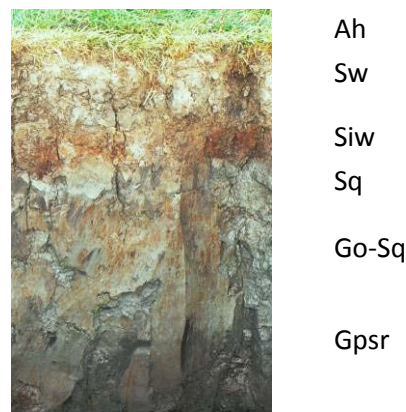
### Weitere Böden der Marsch

Neben den genannten, durch die Schwefeldynamik geprägten Böden, sind in der KA5

die Knick-, Dwog-, und Haftnässemarsch angeführt. Aus jetziger Sicht ist die *Dwogmarsch* kein eigenständiger Bodentyp, sondern eine Übereinanderlagerung von zwei Bodenbildungen. Die *Haftnässemarsch* ist in den besonderen Eigenschaften der Porenverteilung begründet und wird hier nicht weiter thematisiert.

Bei stark tonigen Substraten führen Entkalkung und Versauerung zu Dichtlagerung und Staunässe und somit zur Entwicklung von *Pseudogleyen*. Diese werden in der Marsch als *Knickmarsch* angesprochen. Hier stellt sich die Frage, ob ein spezifischer Prozess die Ausweisung eines eigenen Bodentyps rechtfertigt.

Horizontfolge: Ah/Siw/(Go-)Sq/Gpsr-Profil



**Abbildung 10: exemplarische Darstellung und Horizontierung einer Knickmarsch**

Es ist z.Z. noch unklar, ob die Schwefeldynamik bei der Dichtlagerung eine Rolle spielt. Profile mit Maibolt unter dem Knick deuten daraufhin, dass die schnelle Entkalkung durch die Schwefeldynamik die Knickentstehung begleitet. Auch der eisenreiche Siw Horizont (Abb. 10) könnte Eisenhydroxide in der Nachfolge des Maibolt enthalten. Hier besteht noch Klärungsbedarf.

### Literatur

Die gesammelten Literaturhinweise finden in:

Eilers, R., Benne, I., Gehrt, E., Henschler, M., Krüger, K. Langner, S. (2011): Die Neukartierung der niedersächsischen Marschen - von der Konzept- zur Bodenkarte Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, Kommission V, Titel der Tagung: Böden verstehen-Böden nutzen-Böden fit machen Berichte der DBG (nicht begutachtete online – Publikation)