

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG 2015:

Titel der Tagung: Unsere Böden- Unser Leben

Veranstalter: DBG 5.9. - 10.9.2015 in München

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation) <http://www.dbges.de>

Knickmarsch – Was ist das?

Donnerhack, O. (LUH)¹, Gehrt, E. (LBEG)²

Zusammenfassung

Im Zuge der Neukartierung der niedersächsischen Marschen (GEHRT et al. 2013) wurden die Knickmarschen genauer untersucht. Auf Grundlage der Verbreitung und der Profilmorphologie kann belegt werden, dass die Knickmarschbildung durch intensive Schwefeldynamik mit Jarosit- und Eisenhydroxidbildung und Phasen starker Versauerung begleitet wird. Es ist eine der Grundwasserabsenkung folgende Schwefeldynamik zu erkennen, die im ganzen Profil durch das Vorkommen stabiler Eisenhydroxid ausfällungen belegt wird. Dies legt eine Erklärung des Sq-Horizontes als sekundäre Dichtlagerung im Zuge der Versauerung nahe. Knickmarschen mit diesem Hintergrund treten bevorzugt im Übergangsbereich von den epilitoralen zu den lagunären Sedimenten im Sietland auf. Es werden Hinweise zur Profil- und Horizontansprache und zur Definition der Knickmarsch gegeben.

Einleitung

Der volkstümliche Begriff des Knick oder assoziierter Varianten (blauer Strahl etc.) wurde von der wissenschaftlichen Bodenkunde für diese staunassen Böden übernommen. Es wurde versucht den Knickhorizont (Sq) oder den Bodentyp Knickmarsch (MK) über deren Eigenschaften (kalkfrei, tonreich, hohe Natrium- und Magnesiumsättigung, Sedimentationsmilieu, Dichtlagerung) zu definieren (MÜLLER 1954; VEENENBOS 1955). Ein eindeutiger bodenkundlicher Prozess (vergleichbar der Tonverlagerung beim Bt- Horizont) wird in der

1 Callinstr. 4, 30167 Hannover

2 LBEG Stilleweg 2, 30655 Hannover

einschlägigen Literatur jedoch nicht beschrieben.

Mit der Neukartierung der mittelmaßstäbigen Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 (BK50) wurde in Niedersachsen die Schwefeldynamik als der verbindende bodenbildende Faktor in den Sedimenten der Marsch angewendet (z. B. BRÜMMER 1964, GRUNWALD 1969, GIANI 1983, GEHRT et al. 2013). Mit dieser Arbeit wird die Bedeutung der Schwefeldynamik für die Bildung des dichtgelagerten und stauenden Sq- Horizontes untersucht.

Rahmenbedingungen der Bodenentwicklung in der Marsch

Die Rahmenbedingungen für die Bodenbildung der Marsch lassen sich wie folgt in zwei Bereichen unterscheiden:

- Die Sedimente der hohen Marsch (Uferwälle und Grodensedimente) werden bei Sturmfluten oberhalb des MThw und damit im oxischen Milieu abgesetzt. Sie enthalten im Regelfall 1-2 % Pyrit oder Eisensulfat. Diese Schwefeleisenverbindungen werden unter Freisetzung von Schwefelsäure sehr schnell oxidiert (*Initiale Bodenbildung* der Marsch mit moderater Schwefeldynamik (Abb. 1): Das in der Matrix feinverteilte Pyrit (●) oxidiert beim Übergang ins aerobe Milieu und setzt dabei Schwefelsäure frei (→). Der pH- Wert sinkt und soweit vorhanden wird Kalk (●) gelöst. Dies führt zu den Bodentypen der Roh- bis Kleimarsch und wird dann von der niederschlagsgesteuerten Bodenbildung abgelöst (WITTE & GIANI 2015).
- Hinter der hohen Marsch im nassen Sietland finden sich epilitorale und lagunäre Sedimente mit reduzierenden Bedingungen. Das Sediment zeichnet sich durch hohe Ton-, C_{org}-, Eisen- und Schwefelgehalte aus (GEHRT ET AL. 2015). Freier Schwefel aus dem Meerwasser oder aus Pflanzenresten wird reduziert (FeS, Pyrit) und angereichert. Bei Belüftung durch Grundwasserabsenkung kommt es zur intensiven Schwefeldynamik (s. Abb. 1): Sinkt infolge der Schwefelsäurefreisetzung der pH- Wert unter 3,7 bildet sich als Zwischenprodukt Jarosit (●) (regional Maibolt), der sich in

den Grobporen abgelagert. Oxidiert dieser weiter erfolgt bei abnehmender Säurefreisetzung die Umwandlung des Jarosits zu Eisenhydroxid (●).

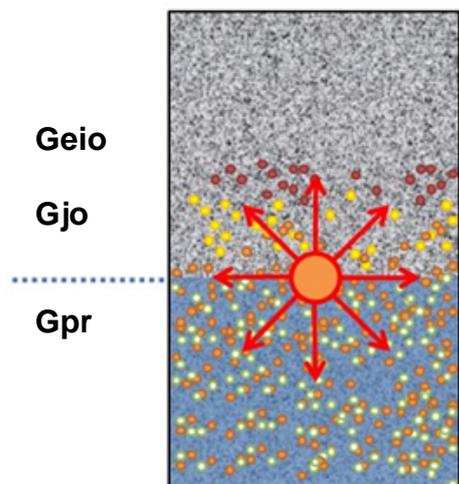


Abbildung 1: Schema der moderaten und intensiven Schwefeldynamik. Für die Schwefelmerkmale wurden die Horizontsymbole Gpr (=reduzierter G- mit Pyrit), Gjo (=oxidiertes G mit Jarosit) und Geio (=oxidiertes G- mit Eisenhydroxid- Ausfällungen) eingeführt (Krüger et al. 2013)

Die *intensive* Schwefeldynamik ist für die schwefelreiche oder eisenreiche Organomarsch und flache Kleimarsch über Moor (umgangssprachlich Moormarsch) beschrieben.

Ergebnis

Im Rahmen der Kartierung der BK50 von Niedersachsen wurde die Verbreitung der

Knickmarschen neu aufgenommen. Nach einer umfangreichen Geländekampagne in 2010 wurden viele ehemals ausgewiesene Knickmarschen nicht bestätigt. Die Neukartierung beruht im Wesentlichen auf der Auswertung der Daten der Bodenschätzung. Vereinfacht wurden kalkfreie Böden mit den Klassenzeichen TIII berücksichtigt. Die ausgewiesenen Areale befinden sich bevorzugt unter Grünlandnutzung und in einer Höhenlage von -0,3 bis -0,7 m über NN im Übergangsbereich des epilitoralen zum lagunären Sedimentationsraum. Häufig sind sie mit lagunären Sedimenten (Ton mit Schilffresten) assoziiert und von Moor unterlagert. In der Nachbarschaft treten häufig Gebiete mit aktuell sulfatsauren Böden (Jarosit-Ausfällungen) auf. Aus der Historie ist bekannt, dass beim Tiefpflügen zur Melioration des Knicks Jarosit aufgefällt wurde und es häufig zu Schädigungen der Vegetation durch akute Versauerung kam.

Regional ist auffallend, dass die Knickmarschen vorwiegend zwischen Ems und Weser auftreten. In den Marschen zwischen Cuxhaven und Hamburg konnten vergleichbare Böden nicht nachgewiesen werden. Auffallend ist hier die viel größere Verbreitung lagunärer Sedimente mit aktuell sulfatsauren Böden.

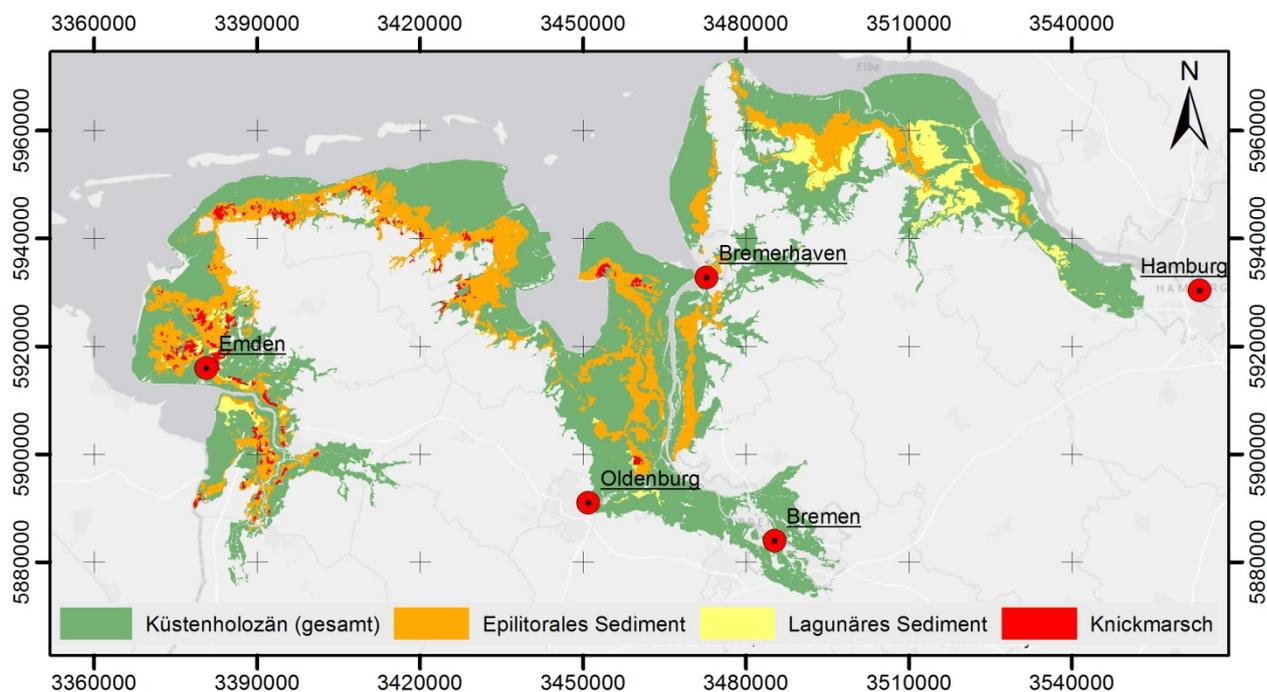


Abbildung 2: Bodenregion der niedersächsischen Marsch (Küstenholozän gesamt) mit Verbreitungsgebiet der epilitoralen und lagunären Sedimente sowie der Knickmarsch auf Grundlage der BK50 von Niedersachsen

Knickmarschprofil- Nettelburg (Rechts: 3400962; Hoch: 5899944)

Tabelle 1: Labordaten des Profil Nettelburg

Tiefe [cm]	Geol. Horizont	Farbe (Munsell)	<2µm [Gew-%]	Fed [%]	Feo [%]	Corg [Gew-%]
10	ufw Ah	10Y6/1	43.42	1.45	1.29	5.39
20	ufw Sw	10Y6/1	43.92	2.22	1.47	2.15
28	ufw rGo-Sw	5YR5/6	33.03	2.83	1.57	2.57
37	ufw rGo-Sq	10Y6/5	41.26	3.30	1.72	1.61
43	eps rGo-Go	10Y6/2	43.39	4.72	2.15	0.71
55	eps Gr-Go	10Y6/2	45.33	4.17	1.94	0.79
70 +	la Gr	5B5/1	44.93	3.29	1.82	10.44

ufw = Uferwall, eps = epilitorales la= lagunäres Sediment

Exemplarisch wurde das Profil Nettelburg genauer untersucht. Das Profil war durch eine gemeinsame Bereisung im Jahr 2006 mit Kollegen der OFD (Bodenschätzung) bekannt (Musterstück) und entspricht von der Morphologie den nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 2005) geforderten Kriterien (Abb. 3).

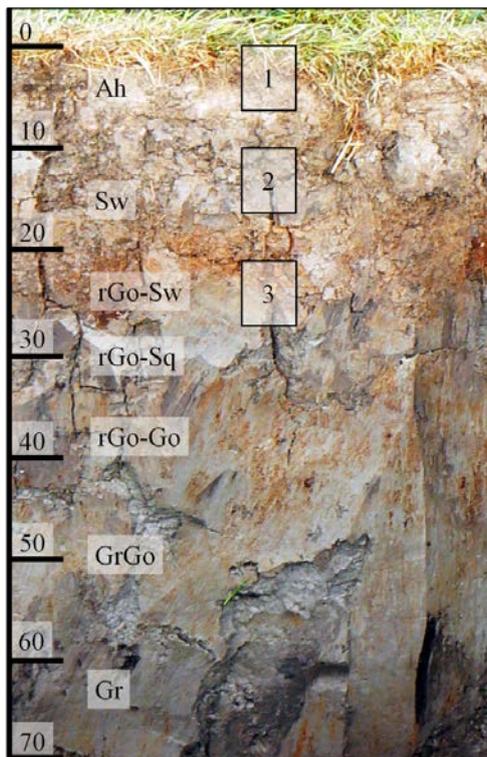


Abbildung 3: Profilaufnahme Nettelburg/Leda. Dargestellt ist das abgetrocknete Profil. Die Rechtecke 1-3 zeigen die Lage der Dünnschliffe

Die Tongehalte liegen zwischen 41 und 45 % (vgl. Tab. 1). Die geringeren Tongehalte von 33 % im rGo-Sw-Horizont lassen auf einen Sedimentationswechsel schließen. Auffallend ist die intensive rotbraune Färbung des Horizontes (5YR 5/6). Der rGo-Sq-Horizont ist ab

30 bis 35 cm auf den Gefügeflächen grau. Im Anschnitt zeigt er sich marmoriert grau und eisenfleckig. Die braunroten Farben korrelieren mit den auffallend hohen Gehalten an dithionitlöslichem Eisen (2,8 bis 4,7 %). Die Lagerungsdichte nimmt bei ähnlicher Färbung vom rGo-Sq-Horizont nach unten ab. Die C_{org} -Gehalte von über 5 % im Ah und 1,6 bis 2,5 im Sw-Horizont sind für Böden dieser Vernässung normal. Die erhöhten C_{org} -Gehalte ab 55 cm indizieren ein lagunäres Sediment im Übergang zu dem ab 85 cm auftretenden Niedermoortorf.

In den Dünnschliffen zeigen sich 3 verschiedene Merkmale der Eisenausfällung:

1. In situ gebildete, mit der Matrix verzahnte Eisenkonkretionen an Wurzelröhren (Abb. 4.1a) und umgelagerte Eisenkonkretionen an Wurzelröhren (Abb. 4.1b). Beides deutet auf Bildung unter Grundwassereinfluss.

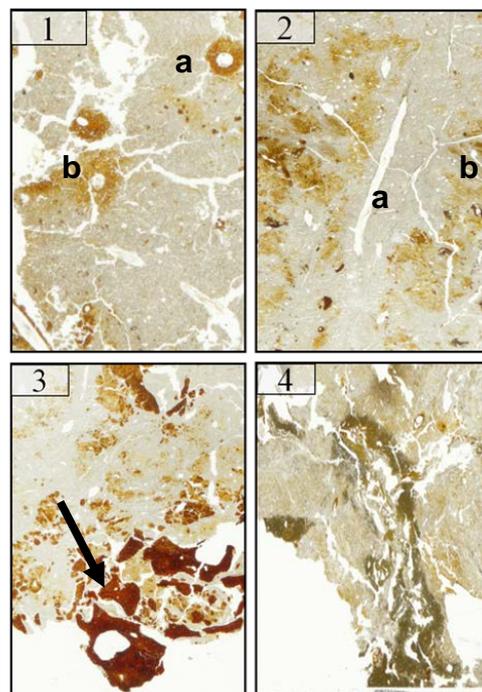


Abbildung 4: Dünnschliffe des Profil Nettelburg: 1: Ah; 2:Sw; 3:rGoSq; 4: Jarosit in lagunärem Sediment (Schwei, südl. Jadebusen)

2. Bleichung im Bereich der Grobporen (Abb. 4.2a) und diffuser Eisenumfällung in der Gefügematrix (Abb. 4.2b) im Sq-Horizont.
3. Großflächige rotbraune Eisentapeten (Abb. 4.3). Diese von der Ausdehnung gut zu unterscheidende Ausfällung wird als Eisenhydroxid-Nachfolger des Jarosits interpretiert. Als Beleg dafür ist in

Abb. 4.4 die Verteilung des Jarosit im Dünnschliff aus einer externen Probe dargestellt. Der Jarosit zeigt sich mit grüngrauer Farbe als großflächige Ablagerung an Makroporen, die von der Verteilung an die der Eisenhydroxide in Abb. 4.3 erinnert.

Diskussion

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Knickmarschentstehung im Zusammenhang mit der intensiven Schwefeldynamik zu sehen ist. Darauf deuten sowohl die räumliche Lage wie auch die Profilvermerkmale. Am Profil Nettelburg sind drei Phasen der Bodenentwicklung zu erkennen. Am Anfang dürfte eine Phase mit Grundwasserdynamik stehen (Eisenausfällungen an Wurzelröhren). Diese Phase wird von einer durch Grundwasserabsenkung ausgelöste intensive Schwefeldynamik mit Jarosit-Ausfällung und anschließender Eisenhydroxid-Umbildung abgelöst. Dabei folgt der Jarosit-Horizont im Laufe der Zeit der Grundwasserabsenkung in die Tiefe. Die nachfolgende Eisenhydroxid-Ausfällung schließt diese Phase ab.

Im oberen Bereich der epilitoralen Tonsedimente kommt es zu einer Dichtlagerung (Sq-Horizont), die in den Merkmalen der Stau-nässe erkennbar wird. Anhand der Dünnschliffe ist nicht zu erkennen, ob die Dichtlagerung im Zusammenhang mit der Schwefeldynamik zu sehen ist. Aus dem Kontext wäre es aber plausibel, dass im Zuge der Schwefelsäurefreisetzung die Gefügestabilität des Tons beeinträchtigt wird. In diesem Zusammenhang wird bei weiteren Untersuchungen die oft beobachtete erhöhte Natriumsättigung (Müller 1954, Veenenbos 1955, Gehrt et al. 2015) in den epilitoralen bis lagunären Sedimenten zu betrachten sein. Ebenfalls ist eine genauere Betrachtung der Porenraumverteilung im Vergleich von der tonigen Kleimarsch und Organomarsch zur Knickmarsch sinnvoll.

Für die Feldansprache der Knickmarsch ergeben sich hieraus konkrete Hinweise.

- Die Knickmarsch muss oberhalb des Sq-Horizonts einen Horizont mit flächigen braunroten Eisenhydroxid-Ausfällungen aufweisen (Farbe: 5-7.5YR5/6). Hier wäre eine konkretere Bezeichnung mit Hinweis

auf die Eisenhydroxide als z.B. „Seiw“ hilfreich.

- Der diagnostische Horizont der Knickmarsch (Sq) wäre damit durch die sekundäre Dichtlagerung infolge sulfatgesteuerter Versauerung zu definieren.
- Analytisch sind diese Horizonte u.a. durch hohe Anteile (>1-5 %) an dithionitlöslichem Eisen zu belegen.

Quellen

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage, Stuttgart

BRÜMMER, G., (1968): Untersuchungen zur Genese der Marschen, Dissertation Univ. Kiel

GEHRT, E., BENNE, I., EILERS, R., HENSCHER, M., KRÜGER, K., LANGER, S. (2013): Das Landschafts- und Bodenentwicklungsmodell der niedersächsischen Marsch für die Geologische Karte und Bodenkarte 1:50.000, Siedlungs- und Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet (SKN), 36: S. 31–47.

GEHRT, E., GIANI, L., EILERS, R., DONNERHACK, O. (2015): Prinzipien der Landschafts- und Bodengenese der nds. Marsch - Jahrestagung der DBG, Kommission V, 3.-9. September 2015, Berlin

GIANI, L. (1983): Pedogenese und Klassifizierung von Marschböden des Unterweserraums. Dissertation Universität Oldenburg

GRUNWALDT, H.-S. (1969): Untersuchungen zum Schwefelhaushalt Schleswig-Holsteinischer Böden. Dissertation Univ. Kiel

KRÜGER, K., GEHRT, E., BENNE, I., EILERS, R., HENSCHER, M., LANGNER, S. (2013): Die Neukartierung der niedersächsischen Marschen – Typische Böden und ihre Horizonte, In: Böden nutzen - Böden fit machen - Jahrestagung der DBG, Kommission V, 3.-9. September 2011, Berlin

MÜLLER, W. (1954): Untersuchungen über die Bildung und die Eigenschaften von Knickschichten in Marschböden, Dissertation Justus Liebig- Hochschule, Gießen

VEENENBOS, J. S. (1955): Gedanken zum Knickproblem, In: Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 68. Ausgabe Seiten: 141-158,