

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, 09/2011, Berlin & Potsdam, Kommission II, AG Waldböden
Titel der Tagung: „Böden verstehen - Böden nutzen - Böden fit machen“
Berichte der DBG (nicht begutachtete Online-Publikation), <http://www.dbges.de>

Pedogenese und C_{org} -Bilanzen von Niedermoorböden unter Wald- und Grünlandnutzung im Vergleich

Christian Klingenfuß & Jutta Zeitz¹

Zusammenfassung

In einen Landnutzungs- und Zeitvergleich mit Altdaten von 1965 wurden die Pedogenese und C_{org} -Bilanzen von Niedermoorböden im Eldequellgebiet (Mecklenburg-Vorpommern) untersucht. Unterschiede zwischen Wald- und Grünlandböden sowie Einflüsse der tiefen Entwässerung, die alle Teilflächen betraf, wurden an je vier wiederholten Bodenaufnahmen beschrieben, quantifiziert und beurteilt. Die intensive Entwässerung überlagerte die Landnutzungseinflüsse bezüglich der Pedogenese und der C_{org} -Bilanzen deutlich. Das Bodengefüge war in den Waldböden jedoch anders ausgeprägt als in den Grünlandböden. Die großen Differenzen bei den C_{org} -Verlusten standen deutlich mit den unterschiedlichen, ursprünglichen Torfmächtigkeiten in Verbindung. Flach anstehende Tonmudden trugen lokal trotz des tiefen Grabensystems zur Konservierung der Torfe bei.

Schlüsselwörter: C_{org} -Bilanzen, Niedermoor, Waldboden, Landnutzungsvergleich

Einleitung und Zielstellung

Die Landnutzung hat Einfluss auf die Pedogenese und die C_{org} -Bilanzen von Niedermoorböden (SCHMIDT et al. 1981; MÜLLER et al. 1999). Um die spezifischen Einflüsse von Wald- und Grünlandnutzung zu erkennen und zu quantifizieren, wurde ein Landnutzungs- und Zeitvergleich mit Altdaten von 1965 durchgeführt, die im Vorfeld der Komplexmelioration erhoben wurden. Dazu wurden entlang eines Transektes wiederholt Bodenaufnahmen von je vier Wald- und Grünlandprofilen vorgenommen. Die Untersuchungsflächen zeichneten sich durch stabile Landnutzungsgrenzen aus (Alter mind. 100 Jahre) und wurden durch das gleiche Grabensystem entwässert. Pedogenese und Standorteigenschaften der Teilflächen waren ähnlich und wurden als vergleichbar angesehen.

Material und Methoden

Folgende Methoden wurden angewendet:

- historische Landschaftsanalyse nach SCHWINEKÖPER (1997)
- Bodenaufnahmen nach KA5
- horizontweise Entnahme ungestörter Proben nach KA5
- elementaranalytische Bestimmung der C_{org} -Gehalte (Gerät: Vario MAX C)
- Trockenrohdichten (DIN 13041)
- horizontweise C_{org} -Bilanzierung je Profil (1965 - 2009) (KLUGE 2003; RAVINDRANATH & OSTWALD 2008)
- Zeitvergleich der Pedogenese seit 1965 (s. RINKLEBE & MAKESCHIN 2003)
- Nivellement (Gerät: NAN-20) und Tiefensondierung des Transektes (Genauigkeit ± 1 dm)

Steckbrief Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet lag im Eldequellgebiet (Mecklenburg-Vorpommern/Landkreis Müritz) zwischen den Orten Wredenhagen und Kambs. Es

¹ beide Autoren: Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Fachgebiet Bodenkunde und Standortlehre

handelte sich um eine vermoorte Niederung der Jungmoränenlandschaft Nordostdeutschlands, deren Basis von Talsanden und lokal von Mudden gebildet wurde. Bei den Hydrogenetischen Moortypen im Gebiet handelte es sich um Verlandungs- und Durchströmungsmoore.

Steckbrief Landnutzungsgeschichte Grünlandnutzung:

- bis 1965 extensives Grünland
- 1969 – 2005 Intensivgrünland
- seit 2005 extensives Grünland mit Mutterkuhhaltung (nach EU Öko-Verordnung); Mähwiese und Weide; Gülle-Düngung

Waldnutzung:

- bis 1965 Erlenforst,
- nach der Entwässerung 1968/69 Eschenforst
- bis 2009: Sukzession zum Eschen-Traubenkirschen-Wald

Entwässerung:

- Ende 19. Jhd.: Anlage eines Grabensystems, Entwässerungswirkung: 2 bis 3 dm unter Flur
- Komplexmelioration 1968/69 (Grabentiefen 1 - 2 m); Entwässerungswirkung: ca. 12 dm unter Flur

Ergebnisse

Pedogenese: Bodenzustand, Horizontfolgen und -mächtigkeiten wiesen auf identische Bodenentwicklungsgänge der Niedermoores unter Wald- und Grünlandnutzung hin (Tab. 1).

Ein hoher Grad der Degradierung spiegelte sich in der großen Mächtigkeit pedogenetisch überprägter Horizonte und in tiefgreifend hoch zersetzten Torfen wider. Durch die tiefe Entwässerung des Niedermoores wurden nach 44 Jahren landnutzungsspezifische Einflüsse auf die Pedogenese deutlich von der Entwässerungswirkung überlagert. Dennoch gab es Unterschiede bei pedogenetischen Merkmalen (Tab. 1).

Der Torfschrumpfungshorizont (nHt) war im Waldboden nicht klar zu erkennen. Die typischen Schrumpfrisse, wie von LEHRKAMP (1987) am Beispiel des Niedermoorgrünlandes im Randow-Welse-Bruch beschrieben, fehlten.

Tab. 1: Vergleich pedogenetischer Merkmale von zwei tief entwässerten, vergleichbaren Bodenprofilen aus dem Eldequellgebiet nach KA5. GL = Grünland; ZG = Zersetzungsgrad; Tiefen idealisiert. Unterschiede markiert.

Tiefe [dm]	Horizont-Substrat-Kombination		Bodengefüge		ZG nach von POST
	Wald	GL	Wald	GL	Wald & GL
0 - 2	nHm :Ha	nHm :Ha	kru	kru	H 10
2 - 5	nHa :Ha	nHa :Ha	sub kru	pol	H 10
5 - 8		nHt: Ha	sub kru	pol	H 10
8 - 10	nHw :Hnr	nHw :Hnr	-	-	H 8
10+	fFr :Fmk	fFr :Fmk	-	-	-

Die Prozesse der Quellung und Schrumpfung fanden im Waldboden mit wechselnder Bodenfeuchte zwar fortlaufend statt, die typischen Bodenmerkmale des Torfschrumpfungshorizonts wurden jedoch durch intensive Bioturbation und fehlende Bodenverdichtung (Landmaschinen) sowie die von SONN (1960) beschriebene bodenlockernde Wirkung der Waldbaumwurzeln überprägt. So kam es zur Bildung eines Aggregatgefüges, das als krümeliges Subpolyedergefüge ausgeprägt war, während das Gefüge der vergleichbaren Grünlandhorizonte deutliche Polyeder mit Übergang zum Blockgefüge aufwies.

Die unterschiedliche Ausprägung des Bodengefüges steht mit der weniger dichten Lagerung der Waldböden in Verbindung.

C_{org}-Bilanzen: Die der Tiefenentwässerung folgenden Torf- und C_{org}-Verluste bewegten sich – unabhängig von der Landnutzung – auf sehr unterschiedlichem Niveau. Landnutzungs-spezifische Einflüsse konnten nach 44 Jahren Torfzehrung nicht festgestellt werden, dagegen wurde der Zusammenhang zwischen C_{org}-Verlusten und ursprünglicher Torfmächtigkeit deutlich (Tab. 2).

Tab. 2: C_{org}-Verluste von 1965 bis 2009 und Vorkommen wasserstauer Mineralmudden der acht Beispielprofile aus dem Eldequellgebiet.

Profile	Ursprüngliche Torfmächtigkeit (1965)[dm]	C _{org} -Verluste 1965 bis 2009 [t ha ⁻¹ a ⁻¹]	Vorkommen von Mineralmudden [Torfbasis 1965]
Wald 1	5	0 (±1)	Fmt [5 dm]
Wald 2	2	1,1 (±1)	Fmt [2 dm]
Wald 3	8	5,0 (±1)	–
Wald 4	13	6,6 (±1)	Fmk [13dm]
GL 1	5	4,5 (±1)	–
GL 2	11	6,5 (±1)	–
GL 3	19	7,3 (±1)	Fmk [19 dm]
GL 4	13	7,4 (±1)	–

Den Zusammenhang zwischen Torfmächtigkeit, Entwässerungstiefe und durch Torfzehrung verursachte C_{org}-Verluste in Form von CO₂-Emissionen legte MUNDEL bereits im Jahr 1976 dar. Die bodenkundliche Bilanzierung dieser Arbeit und die experimentellen CO₂-Gasmessungen an Moorbodenmonolithen von MUNDEL (1976) führten bei tief entwässerten Niedermoorböden zu Resultaten in der gleichen Größenordnung (vgl. Tab. 2 und Tab. 3). Da das Niveau der ermittelten C_{org}-Verluste der bodenkundliche Massenbilanzierung denen der CO₂-Gasmessungsmethodik von MUNDEL (1976) in etwa entspricht, werden die möglichen DOC-Austräge mit dem Bodenwasser als relativ gering eingeschätzt.

Tab. 3: C_i-Verluste aus SCHMIDT et al. (1981, basierend auf MUNDEL 1976) in Abhängigkeit von Torfmächtigkeit und Grundwasserstand.

Grundwasserstand unter Flur [dm]	Torf-mächtigkeit [dm]	C _i -Verluste [t ha ⁻¹ a ⁻¹]
12	14,5	6,58
12	5	3,74

Diese Annahme wird durch eine Literaturstudie von SCHWALM & ZEITZ (2011) gestützt, die nach verschiedenen Autoren für entwässerte und/oder degradierte Niedermoorböden DOC-Austräge zwischen 0,011 und 0,38 t C ha⁻¹ a⁻¹ angeben.

Für das Profil *Wald 1* waren keine C_{org}-Verluste nachweisbar. Eine Ursache für den vergleichsweise günstigen Torferhaltungszustand waren oberflächennahe (Tiefe: 5 dm), wasserstauenden Mineralmudden. An diesem Standort war der Entwässerungsgraben (Tiefe: 15 dm) nicht wirksam und die Entwässerung verlief verzögert oder gar nicht über den Graben.

Geringste C_{org}-Verluste oder -Gewinne können bei einem geschätzten Standardfehler der moorbodenkundlichen C_{org}-Bilanzierung von ±1 t C_{org} ha⁻¹ a⁻¹ nicht hinreichend beschrieben werden. Der genannte Fehlerbereich basiert auf der erfahrungsgestützten Annahme, dass mit ca. ±5 cm Torfmächtigkeit bei der wiederholten Bodenaufnahme gerechnet werden muss.

Schlussfolgerungen

Der Vergleich von Moorböden tief entwässert Wald- und Grünlandstandorte zeigte, dass die Entwässerung die Landnutzungseinflüsse bezüglich der Pedogenese bzw. Degradierung und der C_{org}-Verluste deutlich überlagerte. Die großen Unterschiede bei den jährlichen C_{org}-Verlusten hingen dagegen entscheidend von den ursprünglichen Torfmächtigkeiten ab; zudem trugen flach anstehende Tonmudden lo-

kal trotz tiefer Gräben zur Konservierung des Torfes bei.

Stratigraphische Merkmale, besonders die Torfmächtigkeit und Vorkommen wasserstauer Mineralmudden, haben bei tief entwässerten Niedermooeren einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der C_{org} -Verluste und sollten bei der Beurteilung und Projektion von Treibhausgasemissionen beachtet werden. Die bodenkundliche C_{org} -Bilanzierung ist für tiefgründige (> 1 m Torfmächtigkeit), tief entwässerte Moorstandorte besonders geeignet, da gegenüber flachgründigen Standorten der angenommene Standardfehler weniger ins Gewicht fällt.

Literatur

KLUGE, B. (2003): Moorschwind und C-Verlust von entwässerten Niedermoorböden – dargestellt am Beispiel Randow-Welse-Bruch. Diplomarbeit. TU Berlin.

LEHRKAMP, H. (1987): Auswirkungen der Melioration auf die Bodenentwicklung im Randow-Welse-Bruch. Dissertation, Humboldt Universität zu Berlin.

MÜLLER, L., SCHLEIER, C., BEHRENDT, A., SCHINDLER, U., SCHMIDT, W. (1999): Anthropogene Bodenentwicklung nordostdeutscher Niedermoore. In: ZALF Jahresbericht 1998/99. Müncheberg. S. 180-184.

MUNDEL, G. (1976): Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooeren. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 20: 669-679.

RAVINDRANATH, N. R., OSTWALD, M. (2008): Carbon Inventory Methods. Handbook for Greenhouse Gas Inventory, Carbon Mitigation and Roundwood Production Projects. Advances in Global Change Research 29. Berlin. S.

RINKLEBE, J., MAKESCHIN, F. (2003): Der Einfluss von Acker- und Waldnutzung auf Boden und Vegetation – ein Zeitvergleich nach 27 Jahren. In: Forstwissenschaftliches Zentralblatt. S. 81-98.

SCHMIDT, W., WAYDBRINK, W. v. d., MUNDEL, G., SCHOLZ, A. (1981): Kennzeichnung und Beurteilung der Bodenentwicklung auf Nieder-

moor unter besonderer Berücksichtigung der Degradierung. Forschungs- und Entwicklungsbericht des Institutes für Futterproduktion Paulinenaue der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. 2 Bd., Bericht und Anlage. Paulinenaue.

SCHWALM, M., ZEITZ, J. (2011): DOC-Bildung und –Austrag in Mooeren – Ein Literaturüberblick. Production and export of DOC on peatlands – A review. TELMA, Bd. 41. Hannover.

SCHWINEKÖPER, K. (1997): Historische Landschaftsanalyse in der Landschaftsökologie. Dissertation. Universität Hohenheim.

SONN, S. W. (1960): Der Einfluß des Waldes auf die Böden. Deutsche Ausgabe. Jena.