

TELMA	Band 43	Seite 107 - 122	6 Abb., 5 Tab.	Hannover, November 2013
-------	---------	-----------------	----------------	-------------------------

Moorbodenveränderungen von Versumpfungsmooren – untersucht für die Lewitz in Mecklenburg-Vorpommern

Changes of peat-soil in water-rise mires – investigated in the Lewitz
in Mecklenburg-Vorpommern

VEIKKO JUNGHANS, DIANA MÖLLER und JUTTA ZEITZ

Zusammenfassung

Meliorationen der letzten Jahrhunderte führten zu erheblichen Veränderungen der Moorböden, wie z. B. starke Degradierungen und Moorschwind. Anhand der Moorlandschaft der Lewitz im südwestlichen Mecklenburg-Vorpommern wird gezeigt, inwieweit historische Bewirtschaftungen aktuelle Eigenschaften der Moorkörper beeinflussen. Außerdem wurde eine Bewertung des Standortes hinsichtlich seiner Mineralisierungsrate, des C-Vorrates und des C-Freisetzungspotentials vorgenommen.

Der Moorschwind betrug durchschnittlich 2,9 dm von 1974 bis 2011. An zwei Standorten verringerte sich gleichzeitig der Anteil der mineralischen Komponenten in den oberen Bodenschichten. Begründet wird dies mit der unsicheren Wiederfindung der alten Standorte und der am Standort durchgeführten Bodenbearbeitung in Folge von Umbruch sowie durch Baumaßnahmen.

Die derzeit gespeicherte Kohlenstoffmenge im Polder Schwarzer Graben II beträgt bei einer durchschnittlichen Moormächtigkeit von 6 dm etwa 678 t C ha⁻¹. Zwischen 1974 und 2011 wurden 134 t C ha⁻¹ freigesetzt. Dies entspricht einer Emissionsrate von etwa 3,6 t C ha⁻¹ a⁻¹.

Abstract

Last centuries' meliorations caused tremendous changes of peat-soils, like peat degradations and peat loss. By an example in the landscape of the Lewitz in the south-western part of Mecklenburg-Western Pomerania it is shown, how actual properties of peat-soils are influenced by historical land-use. Beside that the site is validated according its mineralisation rate, C-stock and C-release potential.

An average loss in peat thickness of 2,9 dm between 1974 and 2011 could be stated. At two specific sites digging stated a decrease of mineralic components in the upper layer in the same period. One background for this is seen in the uncertainty in finding the exact former digging sites, whereas other reasons are physical changes due to agricultural and constructional activities in former times.

The actual average carbon stock of the Polder Schwarzer Graben II area is 678 t C ha⁻¹ with an average peat thickness of 6 dm. Between 1974 and 2011 a carbon amount of 134 t C ha⁻¹ was released. This equals an emission rate of approximately 3,6 t C ha⁻¹ a⁻¹.

1. Einleitung

In Mecklenburg-Vorpommern sind Moore häufig entlang der postglazialen Entwässerungsrinnen entstanden. Ein besonderer Typus sind hier Versumpfungsmoore, gekennzeichnet durch großflächige Ausdehnung, geringe Mächtigkeit und stratigrafisch homogene Ausprägung (DIERSSEN 2001). Sie entstanden im Zuge des allgemeinen Grundwasseranstieges des Subatlantikums (z. B. SUCCOW 1988). Durch die enge Koppelung des Wasserhaushaltes an den Grundwasserspiegel bzw. an Stauwasser schwankt die Torfbildung so stark, dass ein Wechsel von Torfbildung und Torfzehrung charakteristisch ist. Sie sind meist eutroph und bestehen hauptsächlich aus Schilf-Seggen-Mischtorfen (SUCCOW 2001).

ZAUFT et al. (2010) geben für Versumpfungsmoore in Mecklenburg-Vorpommern einen typischen C-Vorrat von 437 bis 658 t C ha⁻¹ an. Versumpfungsmoore wurden im Vergleich zu anderen Moortypen sehr früh und intensiv landwirtschaftlich genutzt (ROSSKOPF 2008). Großräumige und systematische Meliorationen, Grundwasserabsenkung und Umbruch führten z. T. zu erheblichen pedogenetischen Veränderungen in den Mooren (SUCCOW & JOOSTEN 2001). Hierbei verursachen Mineralisation und Sackung einen Höhenverlust. Sackung tritt durch Absenkung des Grundwasserspiegels auf, wobei ein Auftriebsverlust des Substrates eintritt. Mineralisation ist die oxidative Zersetzung des Torfes und die resultierende Freisetzung von CO₂ bei wasserungesättigten Bedingungen. Die Schwierigkeit besteht darin, den Anteil der Mineralisation am Höhenverlust und die daraus resultierende CO₂-Freisetzung durch Oxidation zu beziffern.

Für die Auswertung des beobachteten Höhenverlustes werden meist experimentelle Datengrundlagen verwendet (z. B. MUNDEL 1976), bei denen der durchschnittliche sommerliche Grundwasserflurabstand die Basis für die Berechnung der C-Mineralisation bildet. Die unter Lysimeterbedingungen erhaltenen Werte von MUNDEL (1976) weichen oftmals von den Zuständen der Landschaftsebene ab, wie bereits durch JANSEN (1997) und KLUGE (2003) dargestellt.

Die Übertragbarkeit von in-vitro Daten zur Mineralisation auf Torfe/Moore im Gelände bildet standort eigene Dynamiken und Spezifika (z. B. Substratarten, Klima, Vegetation, Bewirtschaftung) nicht hinreichend ab. So bleibt das tatsächliche Ausmaß der Mineralisation unbekannt. Der Mineralisationsanteil am beobachteten Höhenverlust eines landwirtschaftlich genutzten Moores beträgt nach LEIFELD et al. (2011) zwischen 28 und 64 %, nach ARMENTANO & MENGES (1986) und VAN DEN AKKER et al. (2008) 50 %.

Landwirtschaftlich genutzte Versumpfungsmoore setzen bei intensiver bis semi-extensiver Grünlandbewirtschaftung mit Sommerwasserständen von etwa 6 dm unter Flur nach RENGER et al. (2002) 2,8 bis 7,0 t C ha⁻¹ a⁻¹ und nach LEIFELD et al. (2011) Raten zwischen 2,5 bis 5,5 t C ha⁻¹ a⁻¹ frei. Zu geringeren Werten kommt HÖPER (2007), mit Freisetzungsraten aus Niedermooeren unter Grünlandnutzung von etwa 1,52 t C ha⁻¹ a⁻¹ und auf naturnahen Niedermoorstandorten von etwa 0,02 t C ha⁻¹ a⁻¹. In wiedervernässten Moorstandorten (Peenetal, Mecklenburg-Vorpommern) reduzierten sich die Gasemissionen um 30 % bzw. 1,06 t C ha⁻¹ a⁻¹ (DRÖSLER et al. 2012).

Im Folgenden werden Moorbodenveränderungen wie Mineralisationsraten, Höhenverlust, der aktuelle C-Vorrat und das C-Freisetzungspotential eines landwirtschaftlich genutzten Versumpfungsmoores am Beispiel der Lewitz vorgestellt. Die Untersuchungen hierfür fanden auf einem ausgewählten Polder im Sommer 2011 statt. Zusätzlich wurde der historische Wandel in der Kulturlandschaft Lewitz untersucht sowie Ergebnisse früherer Standorterkundungen hinzugezogen und als Grundlage für die Interpretation der Ergebnisse benutzt.

2. Das Untersuchungsgebiet

Die Lewitz ist eine Landschaft im Südwesten Mecklenburg-Vorpommerns und umfasst eine Fläche von etwa 180 km². Es handelt sich um ein großräumiges Becken, welches wahrscheinlich durch Schmelzwasser der Weichseleiszeit ausgeräumt wurde (Frankfurter Staffel und Pommersches Stadium). In den letzten Jahrhunderten wurden weite Teile der Lewitz sukzessive entwässert, landwirtschaftlich genutzt und ab Mitte der 1970er Jahre intensiv bewirtschaftet.

3. Material und Methoden

Durch Recherchen wurde festgestellt, dass mehr oder weniger umfangreiche Datensätze existieren. Teilweise datieren einzelne Daten, v.a. Karten, bis in die 1930er Jahre zurück. Nach einer Auswertung vorhandener Altdaten aus den 1970er, 1980er und 1990er Jahren wurde das Gebiet Polder Schwarzer Graben II ausgewählt, welches bis heute unter ausschließlicher Grünlandnutzung steht.



Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet – Die Lewitz (Kartengrundlage GeoBasis-DE/M-V 2013)
The study area -The Lewitz (map basis GeoBasis-DE/M-V 2013)

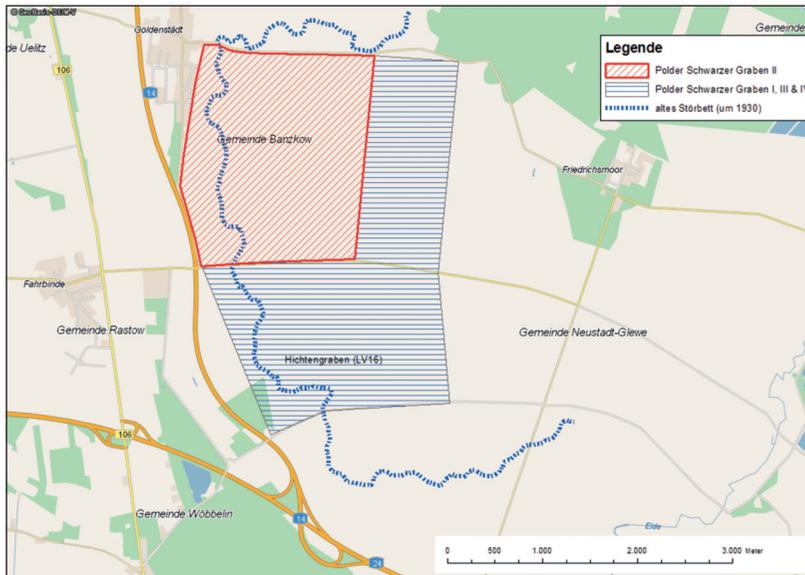


Abb. 2: Das Untersuchungsgebiet Polder Schwarzer Graben II mit angrenzenden Polderflächen (Kartengrundlage GeoBasis-DE/M-V 2013)
The study area Polder Schwarzer Graben II with surrounding polders (map basis GeoBasis-DE/M-V 2013)

Ausführliche Datensätze der Jahre 1974 bis 1975 umfassen Aufnahmen der Moormächtigkeiten, einfache Substratabfolgen, Zersetzungsgrade, Grundwasserstufen und Höhenangaben. In Einzelfällen existieren Analysen zu Glühverlust und Trockensubstanz-(TS) Gehalt. Für Teilflächen wurden anhand dieser Daten durch den VEB Meliorationsbau Schwerin Sackungsberechnungen nach TGL 29834 (1974) durchgeführt. Die von Succow (1988) vorgestellte Entwicklung des Untersuchungsgebietes beruht auf diesen Erhebungen und gibt die Entwicklung des Standortes zwischen 1974 und 1980/82 wieder. Anfang der 1990er Jahre wurde im Rahmen von Neukartierungen für den Moorstandortkatalog von Mecklenburg-Vorpommern die Pedogenese des Gebietes untersucht. Ende der 1990er bis Anfang der 2000er erfolgte hier eine erneute Standortbegutachtung durch das Geologische Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (GLA-MVP) – dabei wurden Mächtigkeiten, Substratarten, Zersetzungsgrade und physikalisch-chemische Parameter wie pH-Wert, Trockenrohddichte, C-, N- und Fe-Gehalt bestimmt.

Für unsere Untersuchungen im Sommer wurde 2011 der Polder Schwarzer Graben II (Succow 1988) aufgesucht. Dabei wurden in Anlehnung an die Untersuchungspunkte der Standortkartierung von 1974 erneut die Moortiefen erhoben, Substratarten und Zersetzungsgrade nach von Post (1924) ermittelt und die Höhen eingemessen. Die Moormächtigkeit wurde mittels eines Pürckhauers (120 cm) bestimmt. Um den eigentlichen Gelän-

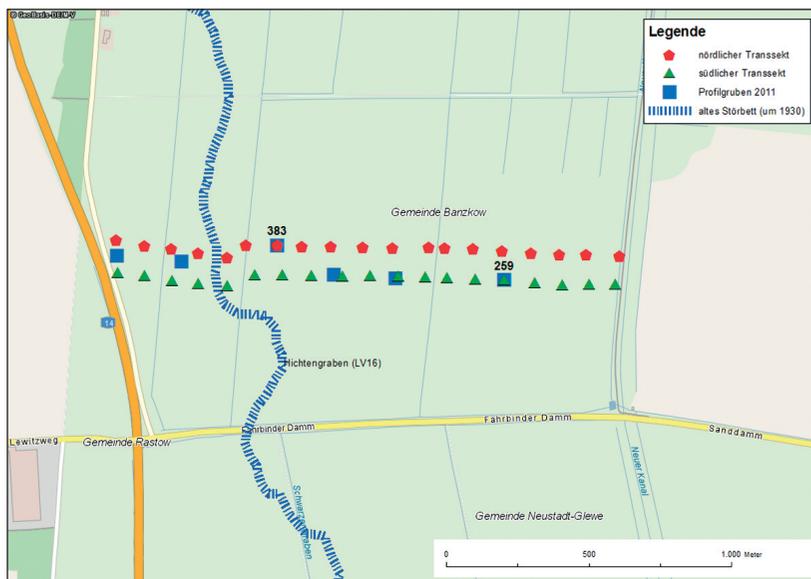


Abb. 3: Lage der Untersuchungspunkte im südlichen Bereich Polder Schwarzer Graben II (Kartengrundlage GeoBasis-DE/M-V 2013)
 Sites' location in the southern part of Polder Schwarzer Graben II (map basis GeoBasis-DE/M-V 2013)

depunkt wurden noch mindestens 3 weitere Bohrungen im Abstand von 5 m niedergebracht. Aus den gemessenen Tiefen wurde der häufigste Wert verwendet. Zusätzlich wurden einzelne Punkte, an denen bereits 1974 Bodenproben auf Glühverlust und TS untersucht wurden, neu beprobt. Die in den 1990er Jahren untersuchten Profilpunkte (durch GLA-MVP) wurden ebenfalls neu untersucht. Es wurden im Sommer 2011 insgesamt an 6 Standorten im Polder Schwarzer Graben II Profilgruben angelegt.

Tab. 1: Methodik der Laboruntersuchungen
Methodology of laboratory investigations

Analytik	Methode/Referenz	Geräte	Kommentar
Trockenrohddichte	DIN ISO 11272	Trockenschrank Waage $\pm 0,1$ mg	
Homogenisierung		Achat-Schwingscheibenmühle	$\leq 0,5$ mm Durchmesser
pH-Wert	DIN 19684 Teil 1	Metrohm 827 pH lab & Flachmembran-Elektrode	
Glührückstand	DIN 19684 Teil 3 & LUFA BD. III 8.1	Muffelofen, Waage $\pm 0,1$ mg	Veraschung bei 550 °C
Gesamtgehalt Kohlenstoff, Stickstoff (C_t, N_t)	DIN EN 15900	Elementar vario MAX CNS Analyzer	Dumas-Methode bei 900 °C
organischer Kohlenstoff (C_{org})	DIN EN 15900	Elementar vario MAX C Analyzer	Dumas-Methode bei 600 °C
Karbonatgehalt	DIN 18129	Scheibler-Apparatur	
Trockensubstanzgehalt (TS)	DIN EN 12880 & LUFA BD. III 3.1	Trockenschrank Exsikkator Waage $\pm 0,01$ mg	

Die **Mineralisationsberechnungen** basieren auf der Auswertung der Höhenveränderungen zwischen 1974 und 2011. Negative Höhenveränderungen wurden dabei um den Wert der 1974 berechneten Sackungen (nach TGL 29834, 1974) reduziert und die Differenz als Mineralisation gewertet.

Aus allen Aufnahmen wurden die C_{org} -Gehalte und die Torfmächtigkeiten gemittelt und daraus der **C-Vorrat** errechnet, nach folgender Formel:

$$C\text{-Vorrat} = C_{org}\text{-Gehalt} * \text{durchschnittliche Horizontmächtigkeit} * \text{Fläche.}$$

Für die **C-Freisetzung** von 1974 bis 2011 wurde der C-Vorrat von 1974 um den C-Vorrat von 2011 reduziert:

$$C\text{-Freisetzung} = C\text{-Vorrat (1974)} - C\text{-Vorrat (2011)}.$$

Für die Berechnung des C-Vorrates von 1974 wurde der C_{org} -Gehalt von 2011 verwendet, da in den Altdaten keine methodisch vergleichbaren Werte vorhanden waren.

3. Ergebnisse

Es wurden im Sommer 2011 typische Mikroreliefierungen des Gebietes vorgefunden, wie sie auch auf anderen entwässerten und landwirtschaftlich genutzten Moorstandorten anzutreffen sind – sie folgen weitgehend dem Verlauf des mineralischen Untergrundes (Abb. 4).

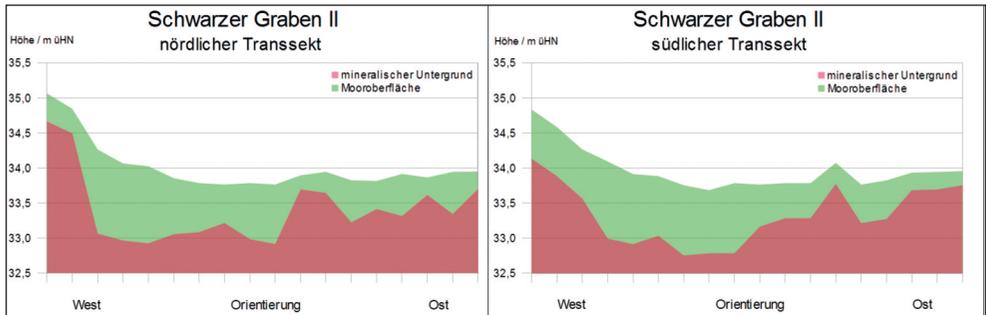


Abb. 4: Höhenprofil und Moortiefen entlang von zwei Catenen durch das Untersuchungsgebiet Polder Schwarzer Graben II
Profile and mire depth along two catenas through the study area Polder Schwarzer Graben II

Die Torfmächtigkeiten lagen zwischen 2 und 12 dm, mit den mächtigsten Auflagen im Bereich des ehemaligen Verlaufes des alten Störbettes (Abb. 3). Im Mittel betrug die Torfmächtigkeit etwa 6 dm.

Nach Auswertung des Höhennivellements des nördlichen Transsektes wurden die aktuell erhobenen Daten denen des Jahres 1974 gegenübergestellt (Abb. 5). Hierbei ist eine tendenzielle Moormächtigkeitsabnahme zu erkennen. Für den südlichen Transsekt lagen keine älteren Höhenvermessungen vor.

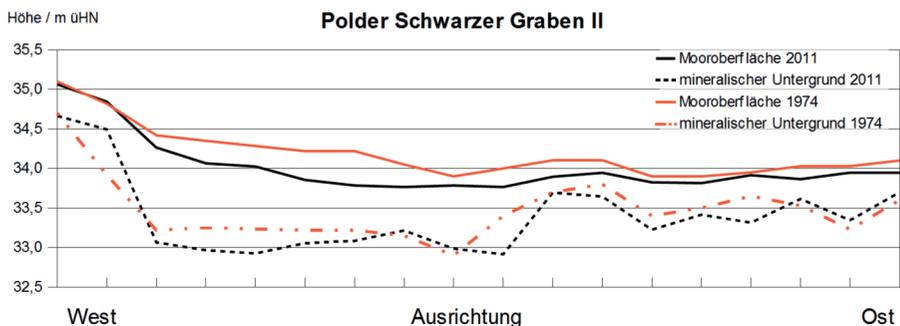


Abb. 5: Vergleich des Höhenverlaufes der Mooroberfläche des nördlichen Transsektes und des mineralischen Untergrundes 2011 gegenüber dem Zustand 1974 im Polder Schwarzer Graben II
Comparison of the mire surface level on northern catena and the corresponding mineralic subsoil in 1974 and 2011 at Polder Schwarzer Graben II

Da die Geländepunkte des nördlichen Transsektes seit 1974 mehrmals vermessen wurden, konnten die relativen Veränderungen zu 1974 dargestellt werden (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Zeitreihe der Höhenveränderungen zum Bezugsjahr 1974 im *Polder Schwarzer Graben II* auf dem nördlichen Transsekt nach Vermessung mittels Theodolit
Time series of changes in heights on the *Polder Schwarzer Graben II* on the northern catena relative to the year 1974 – measured by theodolite

Zeitraum	Abnahme [dm] (Spannweite)	Quelle	Kommentar
1974-1983	ø 1,2 (0,5 - 2,0)	Succow 1988	unsichere Koordinatenlage
1974-1983	ø 0,5 - 1,5	LAUN 1997 ¹	neue Auswertung von 1983
1974-1997	ø 1,4 (bis 3,9)	GLA-MVP 1997 ¹	unklare Koordinatenlage
1974-2011	ø 1,9 (0 - 4,4)	eigene Daten	Einmessung auf 1974er Lage

¹ LAUN = Landesamt für Umwelt und Natur in Mecklenburg – Daten verwendet in IBS Schwerin 2003

Der Grundwasserflurabstand variierte vor Ort im August 2011 je nach Witterung und Relief zwischen 1 dm Überstau und 7 dm uGOK (im Mittel zwischen 1 bis 3 dm uGOK). Während der Wintermonate sind die tieferen Areale im Polder häufig dauerhaft überflutet (ca. 1 - 2 dm). Das Stauziel der Wintermonate (33,45 - 33,65 m üHN bzw. 2 - 4 dm uGOK) wurde nur bei gänzlich fehlenden Niederschlägen erreicht.

Tab. 3: Übersicht über die Entwicklung der durchschnittlichen Moormächtigkeiten an den zwei untersuchten Catenen zwischen 1974 und 2011 im *Polder Schwarzer Graben II*
Overview over changes of average peat thickness on the 2 investigated catenas between 1974 and 2011 at *Polder Schwarzer Graben II*

Unterschied zu 1974	Anzahl der Messpunkte	Durchschnittliche [dm]	Änderung Spannweite
Zunahme	6	+1,9	(+1,0 bis +4,0)
keine Veränderung	9	±0	
Abnahme	21	-2,9	(-0,5 bis -8,0)
unter Beachtung der Einzelwerte			
Gesamtveränderung	36	-1,4	(-8,0 bis +4,0)

Die Moormächtigkeiten auf beiden Transsekten (Catenen) zeigte an 21 von 36 aufgenommenen Punkten Abnahmen der Moormächtigkeiten im Vergleich zu 1974. Die durchschnittliche Abnahme betrug etwa 2,9 dm. An 9 Punkten wurden keine Veränderungen registriert, an 6 Punkten wurde eine Zunahme festgestellt (ø 1,9 dm). Unter der Beachtung aller Einzelwerte ergibt sich eine Gesamtveränderung an den 36 Standorten von durchschnittlich -1,4 dm im Zeitraum 1974 bis 2011 (Tab. 3).

Für die 21 Untersuchungspunkte, bei denen ein Höhenverlust zwischen 1974 und 2011 gemessen wurde, wurden 1974 Sackungen von 0 bis 2 dm, im Mittel etwa 1,2 dm (Median 1,3 dm) berechnet. In 2 von 21 Fällen war die prognostizierte Sackung größer als die registrierte Höhenabnahme zwischen 1974 und 2011 (Differenz 0,4 und 0,8 dm). Die Differenz zwischen Höhenabnahme im Zeitraum 1974 bis 2011 sowie berechneter Sackung beträgt bei 19 von 21 Geländepunkten 0 bis 6 dm, durchschnittlich etwa 1,9 dm (Median 1,5 dm). Dies entspricht einer Mineralisationsrate von etwa $0,5 \text{ cm a}^{-1}$ (1,9 dm Abnahme / 37 Jahre). Die Einzelauswertung ergab, dass der Höhenverlust im Mittel zu 50 % aus Mineralisation besteht (Median 47 %). Die Spannweite der angenommenen Mineralisation reicht von 0 bis 100 %.

Durch die Analyse vorhandener älterer Standortkarten (Karte Lewitzwiesenverwaltung - LWV um 1930 in ALTERMANN (1959) und Karten Mooratlas von Mecklenburg-Vorpommern um 1950 in BENTHIEN (1956)) konnten angrenzende Polder (Abb. 2) mit in eine Betrachtung der Moormächtigkeitsentwicklung einbezogen werden. Hierbei wurden durchschnittliche Abnahmen zwischen 1930 und 2011 von etwa 7 dm registriert. Die größte Veränderung von durchschnittlich 5 dm wurde zwischen 1930 und 1974 festgestellt und ist höchstwahrscheinlich durch Sackungsprozesse dominiert (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: durchschnittliche Verringerung der Moormächtigkeiten in den heutigen Poldern Schwarzer Graben I, II, III & IV (Lage s. Abb. 2)
Average reduction of peat thickness in the today polders Schwarzer Graben I, II, III & IV (localisation see Pict. 2)

Zeitraum	ØVerlust / dm	Datenherkunft
ca. 1930-1974	4,4 - 5,0	Moorkarte LWV (ca. 1930) vs. Meliorationsbau (1974)
ca. 1950-1974	1,6 - 2,0	Karte Mooratlas von MVP (ca. 1950) vs. Meliorationserkundung (1974)
1974-1997	1,0 - 2,0	Meliorationserkundung (1974) vs. IBS Schwerin (2003)
1974-2011	1,4	Meliorationserkundung (1974) vs. eigene Daten

Zwei der im Sommer 2011 beprobten Profile (259 und 383, Abb. 3) wurden bereits 1974 erfasst. Der Vergleich ergab eine durchschnittliche Verringerung der Mächtigkeit um etwa 3 dm und entspricht damit der an 21 von 36 Punkten im Untersuchungsgebiet registrierten Mächtigkeitsabnahme von durchschnittlich 2,9 dm. Zusätzlich konnte nach Auswertung der Meliorationsdaten von 1974 eine Zunahme der Zersetzungsgrade in den mittleren und unteren Horizonten festgestellt werden. Wurden 1974 häufig ab einer Tiefe von 6 dm noch Zersetzungsgrade von H 2-3 vorgefunden, waren diese 2011 erst ab einer Tiefe von etwa 10 dm zu finden (vgl. Tab. 5).

Tab. 5: Vergleich von Zersetzungsgrad (ZG) und Glührückstand (GR) an 2 Geländepunkten im Polder Schwarzer Graben II zwischen 1974 nach TGL 24-301 (1970) und 2011 nach KA5 (AD-HOC-BODEN-AG 2005) (Lage Abb. 4)

Comparison of peat degradation (ZG) and anorganic residue (GR) on 2 sites at Polder Schwarzer Graben II between 1974 according TGL 24-301 (1970) and 2011 according KA5 (AD-HOC-BODEN-AG 2005) (localisation see Pict. 4)

Tiefe dm	Horizont nach TGL ¹	ZG v. Post (1924)	GR %	Tiefe dm	Horizont nach KA5 ²	ZG v. Post (1924)	GR %
1974				2011			
Punkt 383							
3	Nto	ver.	36,61	2,5	Hm	verm.	18,1
7	Nto Sch	H3	15,84	5	Hnr	H5-7	5,5
10	Nto Sch	H3-4	11,19	7,2	Hnr	H4-5	17,8
	fmS				fSms		
Punkt 259							
2	Nto	ver.	23,19	2,5	Ha	aggr.	19,9
8	Nto	H4-5	15,27	5,2	Hnr	H5-6	15,0
	fmS				fSgs		

¹ (Nto= Niedermoortorf; Sch= Schilf, fmS= feiner bis mittlerer Sand)

² (Hm= vermulmter Torf, Ha= amorpher Torf, Hnr- Radzellentorf, fSms= mittelsandiger Feinsand, fSgs= grobsandiger Feinsand)

Die Beschreibungen des Zustandes von 1980/82 des Standortes Schwarzer Graben II durch SUCCOW (1988) wurden mit den Zuständen von 2011 verglichen. Hierbei wurde eine Zunahme der Aggregierungshorizonte (nHa) um etwa 1 dm und eine gleichbleibende Ausprägungstendenz der Vererdungshorizonte (nHv) registriert. Der gesamte Oberboden (nHv, nHm, nHa) befand sich 2011 mit etwa 2,5 dm auf dem Niveau von 1980/82. Im Vergleich zu den 1997 erhobenen Daten scheint es zu keiner Zunahme der Tiefenwirkung sekundärer pedogener Prozesse gekommen zu sein. Nur im höher gelegenen Randbereich konnten oxidative Merkmale von Eisenverbindungen im mineralischen Untergrund, welche mit einer Mächtigkeitsabnahme und Reduktion von 43 % C_{org} auf unter 25 % der organischen Auflagen einhergehen, festgestellt werden.

Die im Polder Schwarzer Graben II bestimmten Trockenrohdichten der Substrate ergaben Werte von 0,1 bis 0,4 g cm⁻³ in tieferen Arealen bzw. 0,4 bis 0,8 g cm⁻³ in den flacheren und höher gelegenen Randbereichen. Die C_{org}-Gehalte der Substrate lagen äquivalent obiger Lokalisierung zwischen 45 und 54 % bzw. 17 bis 25 %.

Anhand der Profilaufnahmen wurde ein C-Vorrat von etwa 678 t C ha⁻¹ (Median) ermittelt. Für die 36 ermittelten Punktdaten der Pürckhauersondierung ergibt sich aufgrund hoher Korrelationen zwischen C-Menge und Substratmächtigkeit (Abb. 6) ein C-Vorrat von etwa 697 t C ha⁻¹. Für das gesamte Gebiet der Lewitz werden aktuelle C-Vorräte von 600 bis 834 t C ha⁻¹ geschätzt.

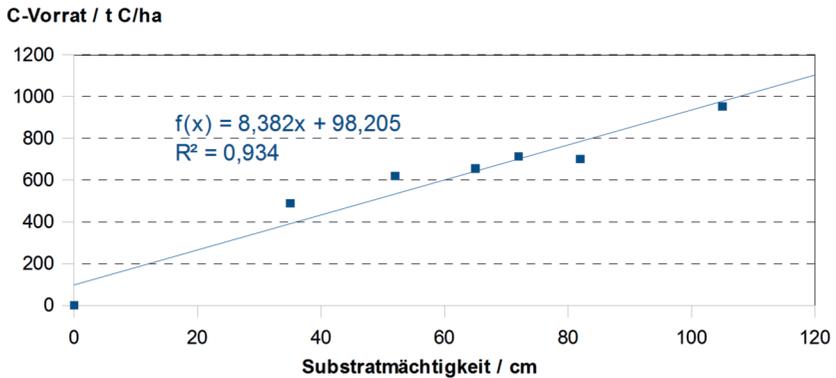


Abb. 6: Zusammenhang zwischen C-Vorräten und Substratmächtigkeiten im Untersuchungsgebiet Polder Schwarzer Graben II

Relation between C-stock and peat thicknesses at Polder Schwarzer Graben II

Basierend auf dem ermittelten Mineralisationsanteil von 50 % ergibt sich zwischen 1974 und 2011 für den Standort Polder Schwarzer Graben II eine Netto-Kohlenstoffemission von 134 t C ha^{-1} . Dies entspricht einer Emissionsrate von etwa $3,6 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ für den Zeitraum 1974 bis 2011.

4. Diskussion

Die zwischen 1974 und 2011 beobachtete Abnahme der Moormächtigkeiten hat sich nach Auswertung eigens erhobener und bereits existenter Daten offensichtlich verlangsamt. Da die im Jahr 2011 getätigten Untersuchungen keine eindeutigen Resultate lieferten, sollte das genaue Ausmaß des Moormächtigkeitsverlustes nochmals überprüft werden. Hierbei ist u.a. notwendig, die Angleichung der Mooroberfläche durch Ausbringung von Grabenaushub, ca. 40.000 m^3 , im Polder Schwarzer Graben II (VEB MELIORATIONSBAU SCHWERIN 1976) während der Baumaßnahmen nach 1974 zu berücksichtigen.

Der errechnete Anteil der oxidativen Mineralisation des Torfes von durchschnittlich 50 % bestätigt die Angaben durch ARMENTANO & MENGES (1986) und VAN DEN AKKER et al. (2008). Die ermittelte Mineralisationsrate von durchschnittlich $0,5 \text{ cm a}^{-1}$ an 21 von 36 Punkten liegt deutlich über dem durch MUNDEL (1976) angeführten Wert von $0,25 \text{ cm a}^{-1}$ unter ähnlichen hydraulischen und pedogenetischen Bedingungen und bestätigt dagegen die durch JANSEN (1997) und KLUGE (2003) beobachteten Langzeitwerte. Hierbei kommen u.a. Faktoren wie Verdichtung durch Befahrung nach Umbruch (PROCHNOW & ZEITZ 1999), aber auch erhöhte Mineralisation aufgrund von Nutzungsintensivierung als denkbare Einflüsse in Frage. Nach Auswertung des Datenmaterials sind Unsicherheiten

der Höhenveränderungen nicht auf Quellung des Substrates zurückzuführen, da dieses als Radizellen-Mischtorf prinzipiell geringe Aufschwimmeigenschaften hat und im beobachteten Fall mit dem mineralischen Untergrund verflochten war. Unabhängig davon sind bestehende Daten hinsichtlich der unsicheren Höhenveränderungen im Untersuchungsgebiet auch über die potentielle Fehlerquelle „Lokalisierung und Verortung der Geländepunkte“ einer kritischen Betrachtung zu unterziehen.

Der dokumentierte C-Vorrat von 678 t C ha^{-1} des Untersuchungsgebietes Polder Schwarzer Graben II liegt zwischen den Angaben für Versumpfungsmoore im Moorstandortkatalog von Mecklenburg-Vorpommern von 548 t C ha^{-1} (ZAUFT et al. 2010) und den für das Rhinluch (Brandenburg) angeführten C-Vorräten von 793 t C ha^{-1} (ROSSKOPF & ZEITZ 2009). Die beobachteten Zustände des Jahres 2011 sind bei einer Einzelbetrachtung weitaus differenzierter. Die Degradationszustände und auch die C-Vorräte unterliegen dem dominierenden Einfluss der Relieferung im Untersuchungsgebiet. So konnten bei den am stärksten degradierten Bereichen geringe C_{org} -Gehalte sowie Trockenrohdichten bis $0,8 \text{ g cm}^{-3}$ ermittelt und damit die geringsten C-Vorräte in den höheren Lagen im Untersuchungsgebiet beobachtet werden. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass die nominalen C-Vorräte und die Moortiefe weitgehend dem Verlauf des mineralischen Untergrundes folgen.

Die errechnete C-Emissionsrate von etwa $3,6 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ deckt sich überwiegend mit den Ergebnissen auf anderen Standorten. WESSOLEK et al. (1999) geben für das Rhinluch (Brandenburg) unter ähnlichen Bedingungen Emissionsraten von $4 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ an, während RENGER et al. (2002) für den Standort Rhinluch Raten zwischen $2,8\text{-}7,0 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ beschreibt. Der von MUNDEL (1976) angegebene allgemeine Wert für flachgründige Standorte mit Grundwasserständen zwischen 3 und 9 dm unter Flur beträgt $2,86$ bzw. $3,74 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Die berechnete Emissionsrate von $3,6 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ deckt den gesamten Zeitraum von 1974 bis 2011 ab. Da nach der Einrichtung des Moorschutzpolders 2008 die Entwässerung des Standortes reduziert sowie eine Extensivierung eingeleitet wurde, sind aktuelle Emissionsraten höchstwahrscheinlich geringer. HÖPER (2007) gibt als typische Emissionsrate solcher Standorte einen Wert von $1,2 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ an, was $1/3$ des langjährigen Mittels im Polder Schwarzer Graben II entspricht.

Hingegen geben DRÖSLER et al. (2012) für das Peenetal nach erfolgter Renaturierung eine Emissionsrate von $8,8 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ an. Diese beruht allerdings auf Auswertungen satellitengestützter Fernerkundung und bezieht sich vor allem auf den regionalen d.h. nicht standortspezifischen Kontext.

Die längere intensive Nutzung hat auf dem Anfang der 1950er Jahre noch wenig veränderten Standort (SCHULTZ 1961) deutliche Spuren hinterlassen. So konnte neben der Abnahme der Moormächtigkeiten seit 1930 eine deutliche Veränderung der pedogenen Merkmale wie Bodentypwandel, Zunahme sekundärer pedogener Horizonte, Verring-

erung der Moormächtigkeit sowie in den letzten 2 Jahrzehnten die Verlangsamung der Degradierungen v.a. seit Mitte der 1980er Jahre (KRUSE et al. 2011) beobachtet werden und korrespondieren mit den durch SUCCOW (1988) beschriebenen Veränderungen im Untersuchungsgebiet.

Die angeführten Emissionsraten aus Niedermooren von HÖPER (2007) und DRÖSLER et al. (2012) bzw. das Einsparpotential durch Extensivierung sind bezüglich ihrer Methodik auf den vorliegenden Fall schwer zu übertragen, können aber für Vergleiche herangezogen werden.

Das seit 2008 vor Ort realisierte Moorschutzkonzept einer moorschonenden Bewirtschaftung (vgl. BERG et al. 2000) wirkt allerdings hinsichtlich des angedachten Moorschutzes nicht konservierend genug, da u.a. die Wasserretention im Polder stark von Niederschlägen beeinflusst wird.

5. Danksagung

Besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Zeitz und Herrn PD Dr. Riesbeck für die Ermunterung zu dieser Publikation. Zusätzlicher Dank geht an die Mitarbeiter des Fachgebietes Bodenkunde und Standortlehre der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt Universität zu Berlin und an alle anderen Personen und Institutionen, die Unterstützung geleistet haben.

6. Literaturverzeichnis

- AD-HOC-AG BODEN (2005), Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl., 438 S.; Hannover.
- ALTERMANN, M. (1959): Untersuchungen an einigen Bodentypen der Wiesenlewitz. – Unveröff. Diplomarbeit. Universität Rostock, Landwirtschaftliche Fakultät. – 172 S.; Rostock.
- ARMENTANO, T.V. & MENGES, E.S. (1986): Patterns of change in the carbon balance or organic soil-wetlands of the temperate zone. – *Journal of Ecology* **74**: 755 - 774; London.
- BENTHIEN, B. (1956): Die Lewitz – physische Geographie einer mecklenburgischen Einzellandschaft. – Unveröff. Dissertation, Ernst-Moritz-Arndt Universität zu Greifswald, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät. Geographisches Institut. – 197 S.; Greifswald.
- BERG, E., JESCHKE, L., LENSCHOW, U., RATZKE, U. & THIEL, W. (2000): Das Moorschutzkonzept Mecklenburg-Vorpommern. – *Telma* **30**: 173 - 220; 8 Abb.; 18 Tab.; Hannover.
- DIERSSEN, K. B. (2001): Moore – (Hrsg.: POTT, R.). – 230 S.; Stuttgart (Ulmer).

- DRÖSLER, M., AUGUSTIN, J., BERGMANN, L., FÖRSTER, C., FUCHS, D., HERMANN, J.-M., KANTELHARDT, J., KAPFER, A., KRÜGER, G., SCHALLER, L., SOMMER, M., SCHWEIGER, M., STEFFENHAGEN, P., TIEMEYER, B. & WEHRHAN, M. (2012): Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung. – BfN-Scripten **328**: 65-81.; Bonn (Eigenverlag).
- HÖPER, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. – *Telma* **37**: 85-105; Hannover.
- IBS SCHWERIN (2003): Vorplanung Moorschutzprojekt „Westliche Moorschutzpolder“. Unveröff. – 35 S.; Schwerin.
- JANSEN, F. (1997): Standort und Vegetation der Zieseniederung – Ein Vergleich 1964 - 1996. – Unveröff. Diplomarbeit. Ernst - Moritz - Arndt Universität Greifswald, Botanisches Institut. – 123 S.; Greifswald.
- KLUGE, B. (2003): Moorschwund und C-Verlust von entwässerten Niedermoorböden dargestellt am Beispiel Randow-Welse-Bruch. – Unveröff. Diplomarbeit. TU-Berlin, Fakultät Architektur Umwelt Gesellschaft, Institut für Ökologie, Fachgebiet Standortkunde und Bodenschutz. – 106 S.; Berlin.
- KRUSE, J., ALTERMANN, M., SCHLICHTING, A., KRETSCHMNER, H., & LEINWEBER, P. (2011): Bewirtschaftungsbedingte Veränderungen von Niedermoorböden in der Lewitz-Niederung. – *Telma* **41**: 15-28; Hannover.
- LEIFELD, J., MÜLLER, M. & FUHRER, J. (2011): Peatland subsidence and carbon loss from drained temperate fens. – *Soil Use and Management* **27**: 170 - 176.; (Wiley).
- MUNDEL, G. (1976): Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooeren. – *Archiv für Acker-Pflanzenbau Bodenkunde* **20**: 669 - 679.; Berlin.
- PROCHNOW, A. & ZEITZ, J. (1999): Die Befahrbarkeit – ein zentrales Problem der Niedermoornutzung. – Schriftenreihe Landschaftspflege in der Nuthe-Nieplitz-Niederung **3** Angepasstes Befahren von Niedermoorgrünland: 5 - 8.; Berlin (Fachgebiet Technik in der Pflanzenproduktion der Humboldt-Universität zu Berlin).
- RENGER, M., WESSOLOEK, G., SCHWÄRZEL, K., SAUERBREY, R. & SIEWERT, C. (2002): Aspects of peat conservation and water management. – *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **165**: 487 - 493; (Wiley).
- ROSSKOPF, N. (2008): Kohlenstofffreisetzungspotentiale der hydrologisch-genetischen Moortypen „Durchströmungsmoor“ und „Versumpfungsmoor“. – Unveröff. Diplomarbeit Humboldt-Universität zu Berlin. – 133 S.; Berlin.
- ROSSKOPF, N. & ZEITZ, J. (2009): C-Speicherung und C-Freisetzungspotential der hydrologisch-genetischen Moortypen „Durchströmungsmoor“ und „Versumpfungsmoor“. – Tagungsbeitrag zur Jahrestagung der DBG, Kommission V: Böden – Eine endliche Ressource. Berichte der DBG. Bonn.
- SCHULTZ, K. R. (1961): Die Lewitz – Entstehung und Entwicklung zu einem Wirtschaftsgebiet. – 147 S.; Schwerin (Rat des Bezirkes Schwerin, Abteilung Landwirtschaft, Erfassung und Forstwirtschaft, Agrarpropaganda).

- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. – 340 S.; Jena (Fischer).
- SUCCOW, M. (2001): Ökologisch (-phytozoologische) Moortypen. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. – S. 229 - 235.; Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – S. 229 - 235; Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
- TGL 24-301 (1970): Aufnahme von Moorbodenstandorten.
- TGL 29834 (1974): Melioration – Berechnung der Moorsackung.
- VAN DEN AKKER, J. J. H., KUIKMAN, P. J., DE VRIES, F., HOVING, I., PLEIJTER, M., HENDRIKS, R. F. A., WOLLESWINKEL, R. J., SIMOES, R. T. L. & KWAKERNAAK, C. (2008): Emission of CO₂ from agricultural peat soils in The Netherlands and ways to limit this emission. – In: FARRELL, C. & FEEHAN, J. (2008): Proceedings of the 13th International Peat Congress After Wise Use – The Future of Peatlands Volume 1: 645 - 648; Finland (International Peat Society).
- VEB MELIORATIONSBAU SCHWERIN (1976): Vorbereitungs- und Ausführungsunterlagen Vorflutausbau Schwarzer Graben Teil 2a, Reg Nr.: 703/75. Unveröff. – 90 S. Schwerin.
- VON POST, L. (1924): Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. – Comité international de Pédologie. IVième Comm. pour l'Europe 22: 287 - 304.
- WESSOLEK G., ESCHNER, D., FACKLAM, M., RENGER, M., SAUERBREY, R., SCHWÄRZEL, K. & SIEWERT, V. (1999): Kennzeichnung der Bodenentwicklungsprozesse von Niedermooren. – Ökologische Hefte der Humboldt-Universität zu Berlin 11: 96 - 125.; Berlin (Eigenverlag).
- ZAUFT, M., FELL, H., GLASSER, F., ROSSKOPF, N. & ZEITZ, J. (2010): Carbon storage in the peatlands of Mecklenburg-Western-Pomerania, north east Germany. – Mires & Peat 6: article 4.; (Eigenverlag).

Anschriften der Verfasser:

M.Sc. agr. Veikko Junghans
Humboldt Universität zu Berlin,
Landwirtschaftlich Gärtnerische Fakultät
AG Ökologie der Ressourcennutzung
Invalidenstraße 42
D-10115 Berlin
E-Mail: junghanv@cms.hu-berlin.de

Dipl.-Geogr. Diana Möller,
Prof. Dr. agr. Jutta Zeitz
Humboldt Universität zu Berlin
Landwirtschaftlich Gärtnerische Fakultät
Fachgebiet Bodenkunde und Standortlehre
Albrecht-Thaer Weg 2
D-14195 Berlin
E-Mail: diana.moeller.1@agrar.hu-berlin.de
jutta.zeitz@agrar.hu-berlin.de

Manuskript eingegangen am 12. Juli 2013