

Tagungsbeitrag zu: Wasser- und Stoffflüsse in der Landschaft – Messung und Modellierung zum Schutz von Boden und Wasser, Workshop der Kommission I, VI und VIII der DBG, 29.-30. Mai 2008 in Kiel  
 Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation), <http://www.dbges.de>

## Wasserhaushalt und Schrumpfungverhalten von organischen Böden im Grundwasserabsenkbereich eines Wasserwerkes in Norddeutschland

S. Gebhardt, H. Fleige, R. Horn<sup>1</sup>

### 1 Zusammenfassung

Auenüberflutungsmoore sind geprägt durch eine heterogene Substratverteilung. Kleinstäumig wechselnd finden sich in Stillwasserbereichen der ehemals mäandrierenden Vorfluter gebildete Mudden sowie Auensande und sukzessiv aufgewachsene Niedermoortorfe. Künstliche Entwässerung mittels Drainagen, verstärkt durch die Grundwasserförderung eines Wasserwerkes, hat aufgrund unterschiedlicher Empfindlichkeiten der Substrate im Hinblick auf austrocknungsabhängige Volumenveränderungen zur Ausbildung einer die landwirtschaftliche Grünlandnutzung erschwerenden Sackungsmorphologie („Buckelwiese“) im untersuchten Niedermoor geführt. Vor diesem Hintergrund wurden an zwei Standorten Wasserhaushaltsuntersuchungen durchgeführt und zwei organische (Niedermoortorf, organo-mineralische Mudde) und ein anorganisches Substrat (Auensand) im Hinblick auf ihr Schrumpfungverhalten untersucht. Der Einfluss von Unterschieden im Wasserhaushalt auf die oberflächennahe Bodenfeuchteverteilung und damit einhergehende Schrumpfungintensitäten der verschiedenen Substrate wurde erfasst.

Schlüsselworte: Wasserhaushalt, Niedermoor, Schrumpfung

<sup>1</sup>Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Olshausenstr. 40, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 24118 Kiel

## 2 Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet befindet sich etwa 50 km nordwestlich von Hamburg im Übergangsbereich einer warthezeitlichen Stauchendmoräne und der Unterelbeniederung. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 7,8 °C, die Niederschlagssumme 998 mm a<sup>-1</sup> bei einer potentiellen Evapotranspiration von 530 mm a<sup>-1</sup>; somit liegt eine deutlich positive klimatische Wasserbilanz vor. Beide in einem Auenüberflutungsmoor nahe des Geestrandes untersuchten Böden (Standort 1: vererdet und Standort 2: vermulmt / vermurscht) sind Kultivierte Niedermoore, die eine anthropogene Mineralbodenüberdeckung aufweisen und als Grünland genutzt werden, jedoch unterschiedliche mittlere Grundwasserflurabstände zeigen (gemessen mit Datenloggern in Pegelrohren). Eine Wasserhaushaltsmodellierung ist mit HYDRUS 1-D (Šimůnek et al. 2005) durchgeführt worden. Alle hierfür benötigten horizontbezogenen Daten wurden im Labor ermittelt und die Modellgüte anhand kontinuierlich vor Ort gemessener Wasserspannungen überprüft.

Die Ermittlung der Schrumpfungseigenschaften fand an drei unterschiedlichen Substraten (Tab. 1) des Auenüberflutungsmoores mit Hilfe von ungestörten Stechzylinderproben (V=470cm<sup>3</sup>) im Labor statt. Hierfür sind die Proben definiert entwässert worden. Die vertikale Volumenänderung wurde anhand von Höhenmessungen der Proben mit Hilfe eines Tiefenmessschiebers an acht festen Punkten an der Probenoberseite gemessen. Zusätzlich wurde mittels Digitalfotographie und Bildverarbeitung die Horizontalschrumpfung und Rissbildung erfasst (Peng et al. 2006). Die ermittelten Daten wurden in Form von Schrumpfungskurven (Porenziffer-Feuchteziffer Relationen) dargestellt.

Tab. 1: Kennwerte der untersuchten Substrate

Substrat	Horizont	df	pt	C <sub>org</sub>			T
				S	U		
			[g cm <sup>-3</sup> ]	[g kg <sup>-1</sup> ]			
Torf	nHw	1.71	0.20	265.1	717	214	69
Mudde	For	2.31	0.45	160.8	184	469	347
Sand	Gor	2.58	1.20	17.1	840	130	30

## 3 Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Grundwasser

Nach Entwässerung haben sich unterschiedliche mittlere Grundwasserflurabstände

de ergeben. Der etwa 500 m von Standort 1 talaufwärts gelegene Standort 2 weist Grundwasser im Mittel bei 1,73 m unter Flur auf, während sich das Grundwasser im Fall des niedrig gelegenen Standortes 1 bereits bei 0,63 m unter Flur befindet. Die Grundwasserganglinie zeigt einen typischen Jahresgang mit niedrigsten Ständen in den Sommerhalbjahren und höchsten Ständen im Winter. (Abb. 1). Vor allem der grundwassernahe Standort 1 zeigt ausgeprägte Wasserstandsanstiege nach Niederschlagsereignissen, während sich der Verlauf aufgrund der größeren Flurabstände an Standort 2 gedämpfter darstellt.

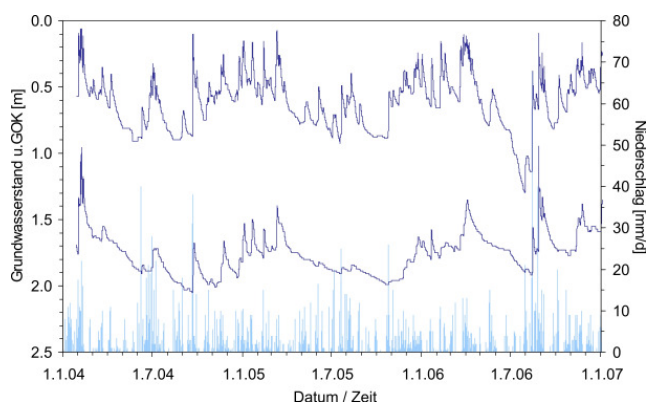


Abb. 1: Grundwasserstandsganglinien und Niederschläge für den Zeitraum 2004 bis 2006 an den Untersuchungsstandorten 1 (oben) und 2 (unten)

### 3.2 Wasserhaushalt

Die Modellgüte der mit HYDRUS 1-D berechneten Wasserhaushaltsgrößen wurde für beide Standorte anhand der vor Ort kontinuierlich gemessenen Wasserspannungen ermittelt. In 15 cm Tiefe ergibt sich für den Messzeitraum ein RMSE (root mean squared error) von 43 hPa ( $n = 96$ ; Standort 1), bzw. 97 hPa ( $n = 94$ ; Standort 2) zwischen gemessenen und modellierten Größen. Aufgrund unterschiedlicher Grundwasser- und damit kapillarer Aufstiegsbedingungen zeigen sich deutliche Unterschiede in der Wasserbilanz beider Standorte für das hydrologische Jahr 2005/2006 (Abb. 2). Im Fall des grundwassernahe Standortes 1 sind für diesen Zeitraum aufgrund des mit etwa 300 mm deutlich höheren kapillaren Aufstiegs und entsprechend feuchteren Bedingungen in oberflächennahen Profilmereichen höhere Transpirations- und auch Evaporationswerte, aber eine geringere Sickerwasserrate zu erkennen. Die Summe des kapillaren Aufstiegs beträgt dagegen an

Standort 2 nur ein Drittel dessen, was an Standort 1 pflanzenverfügbar wird, so dass geringere Bodenfeuchte vor allem im Sommerhalbjahr zu weniger Evapotranspiration und einer höheren Sickerwasserrate führt. Höhere Trockenmasseerträge an Standort 1 wurden beobachtet.

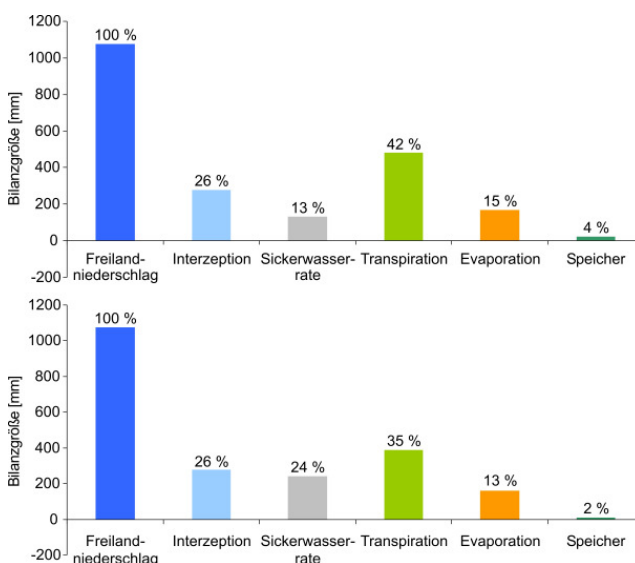


Abb. 2: Bodenwasserbilanzen (HYDRUS 1-D) an Standort 1 (oben) und Standort 2 (unten) für das hydrologische Jahr 2005/2006

### 3.2 Schrumpfung

Die Grundwassersituation, bzw. der kapillare Aufstieg beeinflussen die Bodenfeuchteverteilung und Austrocknungsintensität oberflächennaher Profilmereichen und damit auch den feuchte- und substratabhängigen Prozess der Schrumpfung (Abb. 3). Der untersuchte Auensand weist eine starre, mineralische Matrix auf; entsprechend gering fällt die Volumenabnahme bei Austrocknung aus (maximale Volumenabnahme nach 105 °C: 4.1 %). Der Niedermoortorf zeigt ausgeprägte Strukturschrumpfung und geht bei mittleren Austrocknungsgraden in die Normalschrumpfung über, ohne aufgrund der instabilen, flexiblen organischen Bestandteile Rest- oder sogar Nullschrumpfung zu erreichen (max. Volumenabnahme: 50.4 %). Fast während des gesamten Austrocknungsvorganges befindet sich dagegen die untersuchte Mudde im Normalschrumpfungsbereich und nahezu vollständiger Wassersättigung. Besonders sensibel scheint die aus Resten von abgestorbenen Wassertieren und -pflanzen aufgebaute, nahezu amorph vorliegende organomineralische Mudde auf hydraulische Spannungen zu reagieren (max. Volumenabnahme

me: 65.5 %). Erst bei sehr hohen Austrocknungsgraden ist aufgrund der Zunahme der Mineralkontaktpunkte und damit der Stabilität des Bodens Restschrumpfung erkennbar. Beide organischen Böden (Torf und Mudde) zeigen eine Tendenz zu größerer Wasservolumenabnahme als Gesamtbodenvolumenabnahme bei hohen Austrocknungen, was die besondere Instabilität dieser Substrate unterstreicht.

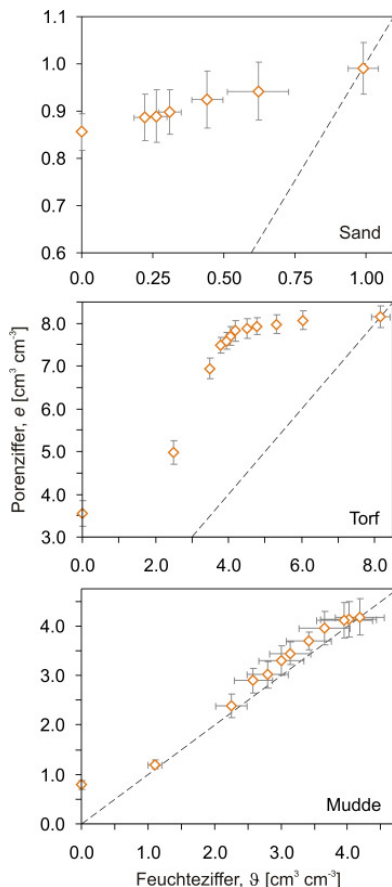


Abb. 3: Schrumpfungskurven von drei untersuchten Substraten eines Auenüberflutungsmoores (arithmetische Mittelwerte,  $n = 3$ , Fehlerbalken entsprechen der Standardabweichung; gestrichelte Linie: 1:1-Linie)

#### 4 Schlussfolgerungen

Neben Sackung und Mineralisierung der organischen Substanz ist Schrumpfung ein wesentlicher Prozess in entwässerten Niedermooren. Um negative Auswirkungen von Entwässerungen zu minimieren, sollte der Grundwasserstand vor allem während der Sommermonate, wo starke Austrocknungen oberflächennaher Profildbereiche auftreten, nahe der Bodenoberfläche gehalten werden, um Schrumpfungsprozesse, bzw. Bodenbelüftung und Mineralisation der Torfe und Mudden zu reduzieren. Die extrem hohe Schrumpfungsneigung organischer Böden

ist in Abhängigkeit von der Austrocknungsintensität nur zu einem gewissen Anteil reversibel. Neben Degradierung und Strukturbildung und damit dauerhafter Veränderung der Torfeigenschaften ist dies ein wesentlicher Faktor, der eine Wiedervernässung entwässerter Niedermoore erschwert, denn das anfängliche Bodenvolumen und damit der ursprüngliche Gefügestand sowie die natürlichen physikalischen und hydraulischen Eigenschaften der Torfe werden nicht zurückerlangt.

#### 5. Literatur

Peng, X., Horn, R., Peth, S. and Smucker, A. (2006): Quantification of soil shrinkage in 2D by digital image processing of soil surface. *Soil Till. Res.* **91**(1-2): 173-180.

Šimůnek, J., van Genuchten, M.T., Sejna, M. (2005): Code for Simulating the One-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably Saturated Porous Media. Version 3.00, Riverside, USA.