

Tagungsbeitrag zu: Kommission I der
DBG
Titel der Tagung: Böden verstehen -
Böden nutzen - Böden fit machen
Kommission I der DBG, 3.-9.9.2011,
Berlin und Potsdam
Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation)
<http://www.dbges.de>

Erste Ergebnisse zum Wasser- und Stoffhaushalt eines wiedervernässten Moores im Nationalpark Harz

Holger Rupp^B, Katja Osterloh^A, Nadine Tauchnitz^A, Sabine Bernsdorf^A, Ralph Meissner^{AB}

Zusammenfassung:

In differenzierten Moorarealen eines wiedervernässten Moores (Blumentopfmoor) im Nationalpark Harz wurden relevante Parameter des Wasser- und Stoffhaushaltes (Moorwasser, Abfluss und Torf) untersucht. Die Untersuchungen zeigten Parameterunterschiede im entwässerten und regenerierten Moorareal mit signifikant niedrigeren Wasserständen, höheren elektrischen Leitfähigkeiten und mineralischen Nährstoffgehalten im Moorwasser und Torf sowie höheren Trockenrohdichten im entwässerten Bereich, die auf den Einfluss der Entwässerung hindeuten. Weiterhin wurden ein signifikanter Anstieg der Wasserstände in den von der Wiedervernässung betroffenen Bereichen sowie abnehmende Nitrat-Gehalte im Moorwasser festgestellt. Nach den Wiedervernässungsmaßnahmen deuten ansteigende Phosphor(-P)gehalte im Moorwasser und abnehmende P-Gehalte im Torf auf eine erhöhte P-Mobilisierung hin.

Schlagerwörter: Moor, Wiedervernässung, Stickstoff, Phosphor, Torf

^AMartin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften; Julius-Kühn-Str. 23; 06112 Halle/S., katja.osterloh@landw.uni-halle.de; nadine.tauchnitz@landw.uni-halle.de; sabine.bernsdorf@landw.uni-halle.de

^BHelmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, Department Bodenphysik, Lysimeterstation, Dorfstr. 55, 39615 Falkenberg
holger.rupp@ufz.de; ralph.meissner@ufz.de

1. Einleitung

Nachdem Moore in der Vergangenheit großflächig durch intensive Nutzung und Eingriffe in den Wasserhaushalt gestört wurden, wächst seitens Wissenschaft, Politik und Bevölkerung zunehmend das Bewusstsein für die Einzigartigkeit und Bedeutung intakter Moore sowohl als Lebensraum hoch spezialisierter Tier- und Pflanzenarten als auch im Besonderen aufgrund ihrer Stoffsenkenfunktion als wichtiger Aspekt im Klimaschutz. Mittlerweile gibt es daher zahlreiche Bemühungen zur Regeneration von Mooren [8]. Unter Regeneration versteht man „die Gesamtheit der in gestörten Mooren ablaufenden, insgesamt autoregulativen, d.h. natürlichen Prozesse, die auf die Wiedereinstellung eines wachsenden Moores gerichtet sind“ [2]. Gezielte anthropogene Renaturierungs- bzw. Wiedervernässungsmaßnahmen können eine Regeneration von Mooren einleiten [4; 6; 7]. Die Wiedervernässung umfasst Maßnahmen zum Anheben der Grundwasserstände in Mooren. Ziel ist dabei die Wiedereinstellung des mooreigenen Wasserhaushaltes, charakterisiert durch einen oberflächennahen Wasserstand mit geringen Wasserstandsschwankungen als Voraussetzung für die Existenz torfbildender Pflanzengesellschaften [3].

Die Aufgabenstellung des Projektes besteht in der Realisierung der Wiedervernässung eines entwässerten Moores (Blumentopfmoor) in der Entwicklungszone des Nationalparks Harz und der Beurteilung des Erfolges dieser Maßnahmen im Hinblick auf eine langfristige Regeneration anhand relevanter Wasser- und Stoffhaushaltsparameter.

2. Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet „Blumentopfmoor“ (ca. 650-680 m ü. NN) befindet sich in der Entwicklungszone des Nationalparks Harz. Die Fläche wurde bis zur Nationalparkgründung 1990 fichtenwirtschaftlich genutzt und aufgrund damit verbundener Entwässerungsmaßnahmen stark gestört. Das Gebiet wird heute durch Fichtenforste auf feuchten bis nassen Standorten, Pfeifengrasbeständen und kleinflächigen Resten naturnaher Moorvegetation gekenn-

zeichnet. 2005 begannen die Wiedervernässungsmaßnahmen. Sie erfolgten stufenweise mit dem Einbau von Staueinrichtungen in ausgewählten Graben- und Bachabschnitten des Entwässerungsnetzes und wurden 2009 durch die gezielte Umleitung eines Bachzulaufes ergänzt [5; 9].

Für die Wasserhaushaltsuntersuchungen erfolgte eine Quantifizierung der in Tab.1 gezeigten Parameter.

Tab.1: Wasserhaushaltsparameter und deren quantitat. Messung

Parameter	Quant.	Messmethode
Niederschlag		Automat (UGT) & Manuell
Moorabfluss		Pegelsensor (UGT), Messwehr (vollkommener Überfall)
Moorwasserstände		Piezometer

Die Piezometer für die Messung der Moorwasserstände wurden in vierfacher Wiederholung in den Torfhorizont ausgewählter lokal repräsentativer Varianten eingebaut. Die Varianten charakterisieren differenzierte Moorzustände (regeneriert, entwässert) und weisen Unterschiede in der Vegetation, der Bodencharakteristik (z.B. Torfmächtigkeit) sowie dem Wasserstand auf und werden wie folgt benannt.

1 Natürlich regeneriert, 2 Wiedervernässt Mai 2005, 3 Wiedervernässt August 2009

Für die Charakterisierung des Stoffhaushaltes (Wasser und Torf) wurden die in Tab. 2 genannten Parameter untersucht.

Tab.2: Untersuchungsgegenstände und -parameter

Gegenstand	Parameter		Intervall
	Qual.	Quant.	
Niederschlag	$\text{pH}^{1*}, \sigma^{2*}, \text{N}_t^{5*}, \text{NH}_4\text{-N}^{3*}, \text{NO}_3\text{-N}^{3*4*}, \text{PO}_4\text{-P}^{3*4*}$	Niederschlagsmenge	1-2mal monatl.
Moorwasser, Abfluss, Gräben, Bäche	$\text{Eh}^{1*}, \text{O}_2^{1*}, \text{pH}^{1*}, \sigma^{2*}, \text{N}_t^{5*}, \text{NH}_4\text{-N}^{3*}, \text{NO}_3\text{-N}^{3*4*}, \text{PO}_4\text{-P}^{3*4*}$	Wasserstand, Abflussmenge	1-2mal monatl.
Torf	$\text{TRD}^{6*}, \text{pH}^{1*}, \sigma^{2*}, \text{N}_t^{5*}, \text{NH}_4\text{-N}^{3*}, \text{NO}_3\text{-N}^{3*4*}, \text{PO}_4\text{-P}^{3*4*}, \text{C}_t^{5*}$	Trockenmasse	jährlich

1*Potentiometrisch, 2*Konduktometrisch 3*Photometrisch, 4*Ionenchromatographisch, 5*Oxidativ (TOC-Analysator), 6* Gravimetrisch 105°C

3. Ergebnisse

3.1 Wasserstände (WS)

Abb.1 zeigt einen deutlichen Anstieg der Wasserstände in den wiedervernässten Varianten 2 und 3 nach dem jeweiligen Maßnahmenbeginn. Die Einleitung des Baches

in das Untersuchungsgebiet (August 2009) führte bei Variante 3 innerhalb kurzer Zeit zu einem dauerhaften Anstieg des Wasserstandes. Variante 1 besitzt natürlicherweise konstant hohe Wasserstände.

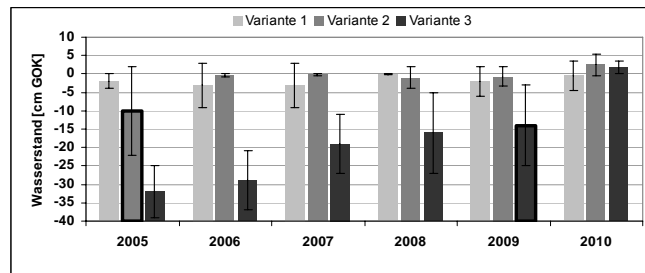


Abb.1: Wasserstände (\pm STABW) der Varianten in den hydrologischen Jahren 2005-2010, der schwarze Rahmen (2005 u. 2009) bezeichnet jeweils das Jahr der Vernässung

3.2 Nährstoffe

Moorwasser

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Nährstoffuntersuchungen für die 2005 wiedervernässte Variante 2 dargestellt (Abb.2). Dabei fällt insbesondere die abnehmende Tendenz bzgl. Menge und Streubreite der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte auf. Weiterhin wurden zunehmende $\text{PO}_4\text{-P}$ -Gehalte mit höheren Streubreiten beobachtet, was auf eine Phosphormobilisierung hindeutet. Bei Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) zeichnete sich keine Tendenz ab. Das Auftreten generell relativ hoher $\text{NH}_4\text{-N}$ -Werte ist für wiedervernässte Moore bekannt.

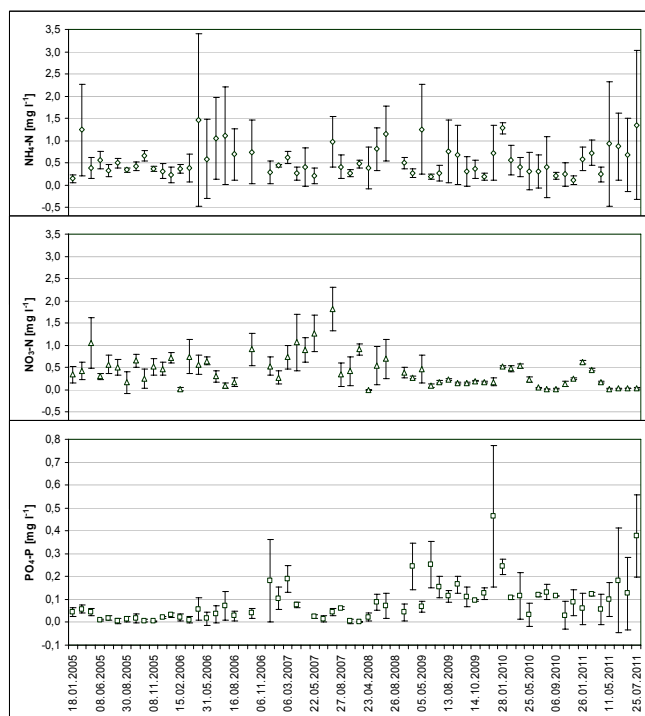


Abb.2: Nährstoffdynamik der Variante 2 im Zeitraum 2005-2011

Torf

Die Bodenanalysen in Tab.3 zeigten beim Vergleich der Varianten signifikante Unterschiede bei den Parametern Trockenrohdichte, Nitrat- und Phosphorgehalt sowie C:N-Verhältnis. Die Variante 1 besaß mit 49 g l⁻¹ die mit Abstand geringste Trockenrohdichte, welche im typischen Bereich für intakte Moore liegt. Die höheren Trockenrohdichten von im Mittel 169 bzw. 207 g l⁻¹ bei den Varianten 2 und 3 sind Folge der langen Entwässerung verbunden mit Moor-sackungsprozessen und Mineralisierung des Torfsubstrates. Variante 1 zeigte die signifikant geringsten Nitrat- und Phosphorgehalte von 0,02 bzw. 0,4 g m⁻².

Tab.3: Chemische Parameter und Trockenrohdichten des Torfes (Mittelwert ± Standardabweichung); unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede der Jahre (p < 0,05; t-Test), *20 cm Tiefe

Parameter	Variante 1	Variante 2	Variante 3
n	4	4	4
ρ_t (g l⁻¹)	49	207	169
SD	3	(a) 37	(b) 14 (b)
NH₄-N (g m^{-2*})	2,2	3,8	4,8
SD	2,0	(a) 2,8	(a) 0,9 (a)
NO₃-N (g m^{-2*})	0,02	0,4	0,2
SD	0,02	(a) 0,1	(b) 0,2 (b)
PO₄-P (g m^{-2*})	0,4	1,5	1,1
SD	0,1	(a) 0,3	(b) 0,2 (b)
N_t (%)	1,2	2,0	1,5
SD	0,6	(a) 0,2	(a) 0,3 (a)
C_t (%)	45,9	47,3	46,3
SD	3,6	(a) 2,0	(a) 1,9 (a)
C:N	54	24	32
SD	8	(a) 2	(b) 6 (b)
pH	3,7	3,5	3,6
SD	0,1	(a) 0,1	(a) 0,1 (a)
LF (μS cm⁻¹)	67	76	83
SD	6	(a) 5	(a) 16 (a)

In Tab.4 sind exemplarisch die Ergebnisse der Bodenanalysen vom Standort der Variante 2 im zeitlichen Verlauf 2005 bis 2011 dargestellt. Die Werte zeigen signifikante Änderungen der Parameter Ammonium, Nitrat, Phosphor sowie pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit. Ein Unterschied im NH₄-Ngehalt war allerdings lediglich zwischen 2007 (3,8 g m⁻²) und 2009 (2,3 g m⁻²) feststellbar. Alle weiteren Jahre wiesen keine signifikanten Unterschiede auf. Beim NO₃-N bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Jahren 2006 (0,4 g m⁻²) und 2011 (0,01 g m⁻²) mit einem allgemein abnehmenden Trend. Eine deutliche Abnahme mit signifikantem Unterschied von 2005 zu den darauffolgenden Jahren zeigte sich beim PO₄-Pgehalt. Verbunden mit dem im Moorwasser ansteigenden Phosphorgehalt verstärkt dies die bereits genannte Annah-

me einer Phosphormobilisierung in Verbindung mit den Wiedervernässungsmaßnahmen. Ein signifikanter Unterschied des pH-Wertes war von 2005 (3,4) zu 2011 (3,9) zu verzeichnen. Signifikant niedrigere Leitfähigkeiten wurden 2007 und 2011 festgestellt, was vermutlich mit erhöhten Auswaschungen aufgrund hoher Niederschläge in Verbindung steht.

Tab.4: Chemische Parameter des Torfes der Variante 2 von 2005-2011 (Mittelwerte und Standardabweichungen (SD)); unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede der Jahre (p < 0,05; t-Test), *0-40 cm Tiefe

Parameter	2005	2006	2007	2009	2011
n	4	4	4	4	4
NH₄-N (g m^{-2*})	6.7	5.9	3.8	2.3	2.7
SD	2.6	3.0	0.9	0.2	1.0
	(ab)	(ab)	(a)	(b)	(ab)
NO₃-N (g m^{-2*})	0.5	0.4	0.2	0.08	0.01
SD	0.4	0.2	0.2	0.05	0.008
	(ab)	(a)	(ab)	(ab)	(b)
PO₄-P (g m^{-2*})	4.3	2.0	1.1	1.8	0.8
SD	0.5	0.4	0.2	0.2	0.4
	(a)	(b)	(b)	(b)	(b)
N_t (%)	1.4	1.7	1.5	1.3	1.0
SD	0.4	0.1	0.3	0.1	0.5
	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
C_t (%)	38.3	55.5	46.3	42.0	30.8
SD	10.5	4.0	1.9	2.6	13.0
	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
C:N	29	33	32	31	30
SD	2	3	6	2	1
	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
pH	3.4	3.5	3.6	3.5	3.9
SD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
	(a)	(ab)	(ab)	(ab)	(b)
LF (μS cm⁻¹)	281	206	83	211	94
SD	100	53	16	9	24
	(abcd)	(acd)	(bd)	(ac)	(abd)

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die bisherigen Untersuchungen zeigten einen signifikanten Anstieg der Wasserstände und geringere Wasserstandsschwankungen in den wiedervernässten Bereichen. Damit konnte dort die Wiedereinstellung des mooreigenen Wasserhaushaltes erreicht werden. Im Stoffhaushalt zeigte sich eine Tendenz hin zu abnehmenden Nitratgehalten mit deutlich geringeren Schwankungen im Moorwasser. Ansteigende Phosphorgehalte im Moorwasser und abnehmende Phosphorgehalte im Torf deuten auf eine erhöhte Phosphormobilisierung hin. Detaillierte Betrachtungen der Nährstoffe ergaben, dass diese einer ausgeprägten jahreszeitlichen Dynamik unterliegen. Begleitende Beobachtungen der Vegetation zeigten, dass bereits im 1. Jahr nach Vernässung sichtbare Regenerationserscheinungen verbunden mit einem flächigen Absterben des Fichtenbestandes so wie dem zunehmenden Auftreten von nässegebundenen / minerotrophanten

Arten wie *Carex canescens* und *Eriophorum angustifolium* (in der Feldschicht) auf den gestörten, wiedervernässten Standorten festgestellt werden konnten. Anzunehmen ist, dass sich im weiteren zeitlichen Verlauf das Absterben der Fichten fortsetzt und der dadurch entstehende höhere Lichtgenuss für die Krautschicht zu einer Ausbreitung insbesondere des *Caricetum nigrae* sowie der *Calamagrostis villosa* –*Sphagnum recurvum*-Gesellschaft führen kann [1].

Im weiteren Projektverlauf vorgesehen:

- ist die Fortsetzung des Monitorings des Wasser- und Stoffhaushaltes
- die Dokumentation der Vegetation
- die Betrachtung weiterer stofflicher Parameter, insbesondere des DOC

mit dem Ziel der Beurteilung des Erfolges der Wiedervernäsungsmaßnahmen im Hinblick auf eine langfristige Regeneration des Moores.

Danksagung

Wir danken dem Land Sachsen-Anhalt für die im Rahmen des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum (ELER) bereitgestellten Fördermittel sowie dem Nationalpark Harz für die Unterstützung der Forschungsarbeiten und die praktische Durchführung der Wiedervernäsung.

Literatur

[1] BAUMANN, K. (2009): Entwicklung der Moorvegetation im Nationalpark Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 4: 225-229.

[2] EDOM, F. (2001): Moorlandschaften aus hydrologischer Sicht betrachtet (Kap. 5). In: Succow, M. und Joosten, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde, 2., völlig neu bearbeitete Auflage. Stuttgart. (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).

[3] EDOM, F. & WENDEL, D. (1998): Regeneration von hydrologischem Regime und Veränderungen der Vegetation im NSG Motthäuser Heide. Schriftenreihe der Sächsischen Akademie für Natur und Umwelt, Dresden, 3: Ökologie und Schutz der Hochmoore im Erzgebirge, 32-64.

[4] NICK, K.-J., LÖPMAIER, F.-J., SCHIFF, H. ET AL. (2001): Moorregeneration im Leegmoor/Emsland nach Schwarztorfabbau und Wiedervernäsung: Ergebnisse aus dem E+E Vorhaben 80901001 des Bundesamtes für Naturschutz. –Angewandte Landschaftsökologie 38. Bonn – Bad Godesberg.

[5] OSTERLOH, K., TAUCHNITZ N., BERNSDORF, S., MEISSNER, R. (2011): Wasser- und Nährstoffdynamik eines entwässerten Moores im Nationalpark Harz nach Wiedervernäsung. – 14. Gumpensteiner Lysimetertagung 2011, 241 – 244.

[6] PFADENHAUER, J. (1998): Grundsätze und Modelle der Moorrenaturierung in Süddeutschland. -Telma 28: 251-272.

[7] SCHMATZLER, E. & TÜXEN, J. (1980): Wiedervernäsung und Regeneration von niedersächsischen Hochmooren in ihrer Bedeutung für den Naturschutz. -Telma 10: 159-171.

[8] SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde, 2., völlig neu bearbeitete Auflage. -622 S.; Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).

[9] TAUCHNITZ, N., OSTERLOH, K., BERNSDORF, S., MEISSNER, R. (2010): Veränderungen der Wasser- und Nährstoffdynamik eines entwässerten Moores im Nationalpark Harz nach Wiedervernäsung. –Telma 40: 229-244.