

# Alternative Wiedervernässung von Niedermooren als umwelt(un)verträgliche Maßnahme

S. VELTY, A. BEHRENDT und J. ZEITZ

## Zusammenfassung

Die alternative Nutzung von gereinigten kommunalen Abwässern zur Wiedervernässung von Niedermooren wird in Lysimetern auf ihre Ökobilanz getestet. Während der Vegetationsperiode wurden vier Niedermoorprofile mit Abwasser wieder vernässt. Stoffbilanzen wurden erstellt. Nach dreijährigem Einsatz von Abwasser zeigte sich keine Phosphorsättigung des Torfes. 2003 wurden erstmalig gasförmige Emissionen erfasst. Die Wiedervernässung leistete auch durch Nutzung von Wasser mit einer hohen Nährstofffracht einen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgase.

## Abstract

Four fen soil profiles in lysimeters have been rewetted for restoration by use of purified municipal waste water as an alternative approach. Nutrient balances have not shown any additional risk by higher nutrient loads due to waste water use in the discharge yet. Peat soil has not saturated with phosphorus to such an extent, that phosphorus concentration had increased in the discharge after application of waste water over the growing period for 3 years. In terms of global climate change, the overall emissions of greenhouse gases have decreased after application of waste water though containing high nutrient loads.

## Einleitung

Niedermoore gehören zu den wichtigsten Feuchtgebieten der Erde. In Deutschland gibt es ca. 1 Mio. ha Niedermoore, wobei fast die Hälfte dieser Flächen in Nordostdeutschland liegt. Im natürlichen Zustand fungieren Moore als Senke. Ökologisch intakte Moore bedecken gegenwärtig in Deutschland nur noch wenige Quadratkilometer. Ursache dafür ist die intensive Kultivierung, die mit

einer tiefgreifenden Entwässerung und Durchlüftung der Moorkörper einhergehend. Aus den ursprünglichen Stoffsenken sind Belastungsquellen geworden: klimarelevante Gase werden emittiert, Nähr- und Schadstoffe freigesetzt und ausgewaschen. Entwässerte Niedermoo-re tragen damit zum Treibhauseffekt und zur Eutrophierung angrenzender Ökosysteme bei.

Eine Renaturierung ist nur durch Wiedervernässung möglich. Der Wiedervernässung steht besonders in Nordostdeutschland ein kritisches Wasserdargebot gegenüber. Obwohl eine EU-Richtlinie die Wiederverwendung von gereinigtem kommunalen Abwasser seit 1991 gebietet, ist dessen Verwendung zur Wiedervernässung von Niedermooren bisher nicht berücksichtigt worden (außer BAL-LA et al., 2004; VELTY et al., 2004).

Zur Überprüfung, ob Niedermoore nach Wiedervernässung mit gereinigtem kommunalen Abwasser als Nährstoffsenken sowie als zusätzliche Reinigungsstufe für Abwässer fungieren und zusätzlich einen Beitrag zur Reduzierung des Treibhauseffektes liefern, wurden Stoffumsätze eines ostdeutschen Niedermoores in Lysimetern bilanziert.

## Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an Lysimetern eines pedogenetisch entwickelten Niedermoorprofils (Erdniedermoor aus sandunterlagertem Torf nach AG Boden 1994) des Havelländischen Luches durchgeführt. Die Lysimeter haben eine Oberfläche von 1 m<sup>2</sup> und sind 1,50 m tief. Bereits seit 1992 wurden die ausgewählten Lysimeter durch Grundwasserregulierung unter Verwendung von Leitungswasser wieder vernässt (BEHRENDT et al., 1996).

Fünf mit Schilf (*Phragmites australis*) bestandene Lysimeter wurden seit 2001 von Mai bis Oktober (außer 2001: ab

Juli) mit unterschiedlichen Mengen gereinigtem Abwasser einer kommunalen zweistufigen Abwasserbehandlungsanlage und Leitungswasser vernässt, wobei für Lysimeter 16 100 %, Lysimeter 11 und 14 50 % und Lysimeter 15 25 % Abwasser verwendet wurde. Lysimeter 13 diente als Kontrolle (nur Einsatz von Leitungswasser).

Neben der quantitativen und qualitativen Analyse des Zusatzwassers wurden die Niederschläge, der Abfluss und im Herbst die oberirdische pflanzliche Biomasse erfasst. 2003 wurden zudem gasförmige Emissionen mit der "closed chamber"-Methode berücksichtigt.

Durch Gegenüberstellung der Ein- und Austräge konnten Stoffflüsse bilanziert werden.

## Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 1 stellt neben den Stoffeinträgen über Abwasser, Niederschlag und Leitungswasser für den simulierten Grundwasserstand, den Austrägen durch die Ernte der oberirdischen Biomasse, den Abfluss und den gasförmigen Austrag der N-Verbindungen das bilanzierte Restglied für Phosphor bzw. mineralischen Stickstoff beispielhaft für Lysimeter 16 dar.

Es zeigte sich, dass trotz hoher Nährstoff-Eintragsfrachten über das Abwasser (Lysimeter 16 mit 100 % Abwasser) keine erhöhten Stoffausträge im Abfluss für Phosphor bzw. mineralischen Stickstoff (d.h. NH<sub>4</sub> und NO<sub>3</sub>) nachzuweisen waren.

Die Stoffbilanzen wurden hauptsächlich durch die Eintragsfracht über das Abwasser und den Nährstoffentzug über die Entnahme der oberirdischen pflanzlichen Biomasse bestimmt.

Trotz hoher Eintragsfracht von gelöstem reaktiven Phosphor (SRP) von 18,2 g m<sup>-2</sup>, was einer mittleren Konzentration von

**Autoren:** Dipl.-Geol. Silke VELTY und Jutta ZEITZ, Humboldt-Universität zu Berlin, FG Bodenkunde und Standortlehre, Invalidenstr. 42, D-10115 Berlin; Dr. Axel BEHRENDT, ZALF-Forschungsstation für Landwirtschaft Paulinenaue, Gutshof 7, D-14641 PAULINENAUE

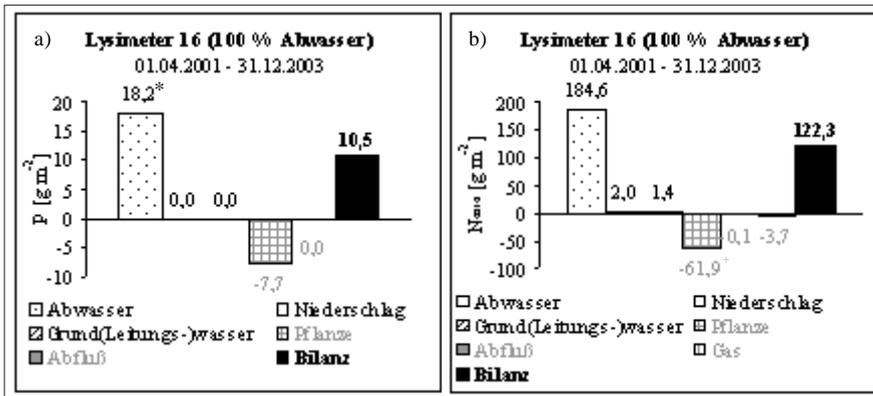


Abbildung 1: Nährstoffbilanz eines Niedermoorlysimeters für Phosphor (a) und mineralischen Stickstoff (b) (\* als SRP, + als Total-N).

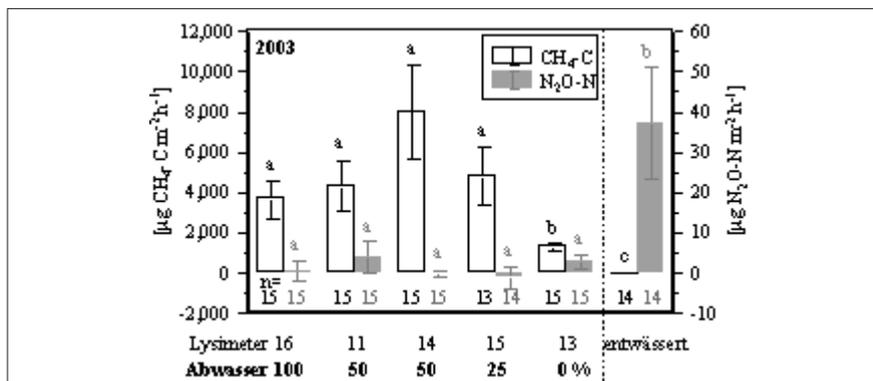


Abbildung 2: Mittlere  $\text{CH}_4\text{-C}$ - und  $\text{N}_2\text{O-N}$ -Emissionen und Standardfehler ( $\pm$ ) in Niedermoorlysimetern mit differenziertem Wassermanagement im Jahr 2003 (Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede,  $P \leq 0,05$ ).

ca.  $4,5 \text{ mg l}^{-1}$  im Abwasser entsprach, wurde nur im Mai, Juni, August und September 2003 im Abfluss des Lysimeters 16 Phosphor analytisch nachgewiesen, wodurch eine Stofffracht von  $1 \cdot 10^{-3} \text{ g P m}^{-2}$  (mittlere Konzentration von ca.  $10 \mu\text{g l}^{-1}$ ) ausgetragen wurde. Sollten die Stofffrachten im Abfluss des Lysimeters 16 ansteigen, ist mit der Phosphorsättigung des Torfes zu rechnen. Allerdings wird die aktuelle Verfügbarkeit von Phosphor von mehreren Faktoren bestimmt. "Constructed wetlands" können auch mit geringer Phosphorsorptionskapazität als Phosphor-Senke fungieren, wenn das Abwasser selbst die Sorbenten enthält (KARJALAINEN et al., 2003).

Für eine exakte Stickstoff-Bilanzierung müssen die gasförmigen Austräge berücksichtigt werden, denn unter anaeroben Bedingungen wird Stickstoff denitrifiziert und es entstehen gasförmige Stickoxide und  $\text{N}_2$ . Entsprechend Abbildung 2 waren die  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen gering. Es wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Abwasser-

varianten und der Kontrolle (Lysimeter 13 mit 0 % Abwasser), wie das für  $\text{CH}_4$  möglich war, nicht nachgewiesen. Zusätzliche Laborexperimente zeigten, dass der größte Teil der gasförmigen N-Verluste weniger auf  $\text{N}_2\text{O}$  sondern auf  $\text{N}_2$ , ein Gas ohne Klimarelevanz, zurückzuführen ist. Das 300- bis 400-fache der  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen wird an  $\text{N}_2$  emittiert (vgl. AUGUSTIN, 2003). Für die gasförmigen N-Austräge in Abbildung 1b wurde vereinfacht der Faktor 300 über den gesamten Untersuchungszeitraum zu Grunde gelegt.

Während entwässerte Moore eine  $\text{CO}_2$ - und  $\text{N}_2\text{O}$ -Quelle darstellen, wurde von den wieder vernässten Lysimetern vor allem  $\text{CH}_4$  emittiert (Abbildung 2). Ohne Berücksichtigung der  $\text{CO}_2$ -Emissionen der wieder vernässten Lysimeter war die summarische Klimawirkung nach der Wiedervernässung im Vergleich zu einem entwässerten Niedermoorlysimeter geringer. Würde die summarische Klimawirkung des entwässerten Lysimeters und der wieder vernässten Lysimeter identisch sein, müssten mehr als 1.500

bis  $7.000 \text{ kg CO}_2\text{-C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  aus den wieder vernässten Lysimetern emittiert werden.  $\text{CO}_2$ -Emissionen in solcher Höhe werden bei Wiedervernässungen nicht erreicht.

## Schlussfolgerung

Für die vorgestellten Nährstoffe bestand im Betrachtungszeitraum kein Austrags- und damit Gefährdungsrisiko für Boden und Wasser bei der Wiedervernässung durch gereinigtes kommunales Abwasser. Bedingung für eine längerfristige Bewässerung von Niedermooeren mit gereinigtem kommunalen Abwasser ist die Entnahme der Pflanzensubstanz.

Die Wiedervernässung leistet auch durch Nutzung von Wasser mit einer hohen Nährstofffracht einen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgase.

## Danksagung

Diese Arbeit wird durch ein Promotionsstipendium der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert.

## Literatur

- AG BODEN, 1994: Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Aufl., Hannover, 392 S.
- AUGUSTIN, J., 2003: Einfluß des Grundwasserstandes auf die Emission von klimarelevanten Spurengasen und die C- und N-Umsetzungsprozesse bei nordostdeutschen Niedermooeren. 38-54. In LUNG [Hrsg.]: Stoffausträge aus wieder vernässten Niedermooeren. Wissenschaftliches Kolloquium in Güstrow, Schriftenreihe des LUNG 2, 107 S.
- BALLA, D., S. VELTY und R. DANNOWSKI, 2004: Wirkung einer Wiedervernässungsmaßnahme auf das Grund- und Oberflächenwasser - Pilotanlage Biesenbrow. Arch. für Nat. Lands. 43: 41-48.
- BEHRENDT, A., G. MUNDEL, D. SCHALITZ und D. HÖLZEL, 1996: 25 Jahre Lysimeterforschung in Paulinenaue und Neukonzipierung der Untersuchungen 1992. 6-27. In: Schalitz, G., Behrendt, A., Merbach, W. & Fechner, M. [Hrsg.]: Stoffhaushalt von Niedermooeren und hydromorphen Mineralböden des nordostdeutschen Tieflandes. ZALF-Bericht 26, 86 S.
- KARJALAINEN, S.M., B. KLÖVE, K. HEIKKINEN, A. KETTUNEN und C.-E. AMUNDSON, 2003: Phosphate sorption properties of northern wetland soils. 111-115. In: Mander, Ü., Vohla, C. & Poom, A. [eds.]: Constructed and riverine wetlands for optimal control of wastewater at catchment scale. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuens 94, Tartu, 342 p.
- VELTY, S., D. BALLA und J. ZEITZ, 2004: Einfluss von Wiedervernässung auf den Stoffhaushalt eines degradierten Niedermooeres. Arch. für Nat. Lands. 43: 59-86.