

## Ökohydrologisches Monitoring von Landnutzungsänderungen

### Ecohydrological monitoring of land use changes

K. Schlange<sup>1</sup> und J. Schratzter<sup>1</sup>

**Keywords:** nature protection and environmental compatibility, nutrient management, biodiversity, grassland

**Schlagwörter:** Naturschutz und Umweltverträglichkeit, Nährstoffmanagement, Biodiversität, Grünland

#### Abstract:

*Due to agricultural intensification during the past decades, the hydrology of peat lands of the northern German lowlands has been altered heavily. Drainage and fertilization resulted in high nutrient losses to aquatic ecosystems and a decline in biodiversity. Within an intensive monitoring programme in Ritzerau, northern Germany, the effects of conversion to organic farming and rewetting on hydrology, nutrient transformations, floristic diversity and the eligibility for extensive cattle grazing are studied in a formerly degraded stream valley wetland. Results indicate that the nutrient transformation and retention performance of this complex is driven by the mutual hydrological exchange rates between the wetland and the stream. Due to the degraded state of the system exchange processes are still short-term. Despite effective short-term retention of up to 99% of  $\text{NO}_3\text{-N}$  and 65% of SRP a net export occurred from the stream wetland complex. A shifting dominance of wetland and in-stream nutrient retention could be identified. High exports were found for SRP with the falling limb of the hydrograph, when the stream received elevated groundwater discharge from the wetland. The water levels in the wetland were raised by the rewetting measures and grazing is limited. It is shown by the grazing intensity though that during a transition phase, the formerly more intensively used part of the wetland is preferred by the cattle despite higher water levels. Plant species numbers have not increased yet, but the less grazed parts of the wetland show higher abundances of abandonment species, e.g. *Phalaris arundinacea*. Our ongoing monitoring serves to improve land use and restoration measures for biodiversity and nutrient retention.*

#### Einleitung und Zielsetzung:

Auf Hof Ritzerau werden Landnutzungsänderungen eines insgesamt etwa 240 ha großen Betriebes in einem umfassenden wissenschaftlichen Untersuchungsprogramm begleitet. Die Umstellung des Betriebes auf ökologischen Landbau schließt ein Fluss-talnieder-moor, die Duvenseebachniederung, ein.

Dieses wurde vorher teils intensiv genutzt oder lag in großen Teilen brach, war stark entwässert und floristisch verarmt. Wiedervernässungs-Maßnahmen wurden im Jahr 2003 mit der Aufhebung der Binnenentwässerung durch Gräben und Drainagen durchgeführt. Eine Sohl-anhebung des durch die Niederung fließenden Duvenseebaches soll in Zukunft den hydrologischen Austausch zwischen Niederung und Bach und damit die Nährstoffretention fördern. Gleichzeitig soll eine extensive Beweidung die Biodiversität erhöhen.

Im Rahmen eines Monitorings wird an der Beantwortung folgender Fragen gearbeitet:

- Wird in der Niederung ein höherer Nährstoffrückhalt stattfinden?

---

<sup>1</sup>Ökologie-Zentrum, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 24098 Kiel, Deutschland, [kschlange@ecology.uni-kiel.de](mailto:kschlange@ecology.uni-kiel.de)

- Besteht die Gefahr kurzzeitig erhöhter Austräge, insbesondere des redoxsensitiven Phosphors, in das Fließgewässer?
- Wird die Beweidung durch hohe Wasserstände saisonal stark eingeschränkt?
- Verändert sich die floristische Artenzusammensetzung und damit die Futterqualität?

Niederungen gelten im naturnahen Zustand als Nährstoffsinken. Gesteuert wird die Funktion eines Niedermoors im Landschafts-Stoffhaushalt hauptsächlich durch den Wasserstand. Bei wechselfeuchten Verhältnissen kann es daher je nach Wasserstand und hydrochemischem Milieu alternativ zum Austrag von Nitrat oder redoxsensitiven Stoffe wie Phosphat und Ammonium kommen (KIECKBUSCH & SCHRAUTZER in press, KIECKBUSCH et al. 2006, ZAK & GELBRECHT 2004). Das Niedermoor wird damit zur Stoffquelle. Abhängig von den wechselseitigen Transportraten hat die Niederung einen unterschiedlich starken Einfluss auf die Beschaffenheit des Bachwassers. Die regulative Funktion kleiner Fließgewässer im Nährstoffhaushalt von Einzugsgebieten ist in den letzten Jahren in den Fokus vieler wissenschaftlicher Arbeiten gerückt (PETERSON et al. 2001, ALEXANDER et al. 2000). Nährstoff-Retention ist in Flusstälern damit von einer Vielzahl variabler physikalischer, chemischer und biologischer Rahmenbedingungen abhängig.

Besonders in agrarisch genutzten Einzugsgebieten mit begründeten und vertieften Gewässern und entwässerten Niederungen wie im vorliegenden Fall ist die zeitliche Variabilität hydrologischer Bedingungen und des Einflusses unterschiedlicher Nährstoff-Eintragspfade und -raten hoch. Bisher liegen kaum Untersuchungen zur Dynamik der Nährstoffretention eines Flusstales vor, die diese Variabilität berücksichtigen (HARRIS & HEATHWAITE 2005).

#### **Methoden:**

Neben vegetationskundlichen Untersuchungen in Dauerflächen und flächendeckenden Verbisskartierungen wird der Wasser- und Stoffhaushalt der Niederung und des Baches intensiv untersucht. Dazu zählen Wasserstände, Abflüsse des Baches, Quantifizierung des hydrologischen Austausches, Probenahmen zur Bestimmung von Stickstoff- und Phosphor-Spezies und -Fraktionen in Piezometern der Bodenlösung und im Bachwasser. Am Gebietsein- und -auslass der Niederung wurde im Jahr 2003 jeweils eine automatische Messstation installiert. Dort werden seitdem Tagesmischproben zur Bestimmung der Stoffkonzentrationen im Labor entnommen. Außerdem werden stündliche Daten von Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Redoxpotential und elektrischer Leitfähigkeit erhoben, um diurnale und andere kurzfristige Schwankungen der Wasserqualität zu erfassen.

Über Massenbilanzen wird die tägliche Retention von Stickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $N_{\text{ges.}}$ ) und Phosphor (lösliches reaktives Phosphat (SRP),  $P_{\text{ges.}}$ ) sowie Eisen und Calcium berechnet.

#### **Ergebnisse und Diskussion:**

Die Ergebnisse zeigen, dass das Retentionsverhalten des Niederungs-Bach-Komplexes durch den gegenseitigen hydrologischen Austausch und saisonale biotische Prozesse gesteuert wird. Bisher sind die Austauschphasen noch kurzfristig. Etwa bis zu 99%  $\text{NO}_3\text{-N}$  ( $30 \text{ kg d}^{-1}$ ) und 65% SRP ( $1,5 \text{ kg d}^{-1}$ ) wurden bei niedrigen Abflüssen im Jahr 2003 zurückgehalten, ein Maximum von 45%  $\text{NO}_3\text{-N}$  ( $200 \text{ kg d}^{-1}$ ) und 55% SRP ( $3 \text{ kg d}^{-1}$ ) während Hochwasserereignissen im Sommer 2004 (Abb. 1). Dieses zeigt eine wechselnde Dominanz zwischen Niederungs- und Bachretention. Hohe Austräge von Phosphor treten mit dem fallenden Ast von Hochwasserganglinien auf, wenn der Bach erhöhten Zufluss aus der Niederung erhält.

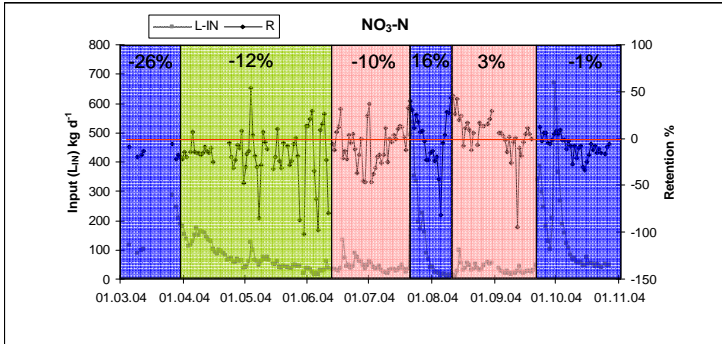


Abb. 1: Nitrat-Stickstoff-Retention in der Vegetationsperiode 2004 (L-IN= Eintragsfracht, R=Retention als % der Eintragsfracht).

Trotz effektiver kurzzeitiger Retentionsphasen erweist sich das System aus Fließgewässer und Niedermoor in der Gesamtbilanz derzeit noch als Stoffquelle. Die Austräge übertrafen die Einträge bisher um den Faktor 1.4 für SRP, 1.2 für TP, 1.1 für NO<sub>3</sub>-N and TN und 2 für NH<sub>4</sub>-N.

Der Rückbau der Binnenentwässerung hat die Grundwasserdynamik in der Niederung tiefgreifend verändert (Abb. 2). Der Zeitraum mit Wasserständen unter 30 cm unter Flur hat sich in der Vegetationsperiode um etwa zwei Monate verkürzt, im Sommer kommt es bei starken Niederschlägen zu kurzfristigen Wasserständen über Flur. Die Beweidbarkeit ist damit eingeschränkt. Die Wiedervernässungsmaßnahmen setzten mit Grabeneinstau und Aufnahme der Drainagen einen Schwerpunkt im Südteil der Niederung. Während vor der Wiedervernässung der Südteil der Flächen infolge der Entwässerung und Nutzung im Sommer trockener war als der brachliegende Norden, hat sich diese Situation jetzt nahezu umgekehrt. Der Süden weist seit 2004 vergleichsweise ausgeglichene Ganglinien und höhere Sommerwasserstände auf.

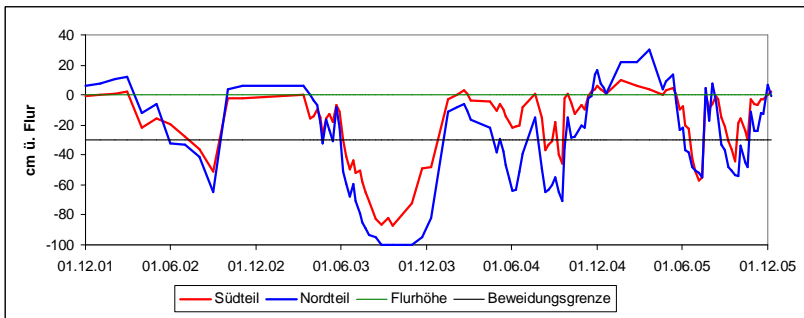


Abb. 2: Wasserstände im Nordteil und Südteil der Niederung 2001-2005, eingetragen sind auch die Flurhöhe und die Grenze zur Beweidbarkeit mit einem Wasserstand von 30 cm unter Flur.

Tab. 1: Deckungsgrade einzelner Artengruppen in % (D1=Süden, D2=Norden).				
Flächennr.	D1	D1	D2	D2
Datum (I=2002, II=2005)	I	II	I	II
Gesamtartenzahl	6	6	21	16
Anzahl Feuchtgrünland-Arten	0	0	3	1
Grünlandarten	5	5	10	7
Röhrichtarten	1	1	3	4
Auffällige Veränderungen:				
<i>Phalaris arundinacea</i>	20	20	12,5	9
<i>Glyceria fluitans</i>	50	60	7,5	90

Nach der Vernässung haben sich zwar die Deckungsgrade einzelner Pflanzen verändert, die Etablierung neuer Arten wurde aber noch nicht beobachtet. Im südlichen Teil der Niederung haben sich die Artenzahlen nicht verändert (Tab. 1). Der größere Beweidungsdruck kommt in erhöhten Deckungsgraden des Flutenden Schwadens (*Glyceria fluitans*) zum Ausdruck. Auffällig ist allerdings, dass die Gesamtartenzahlen abnehmen. Dies lässt sich auf eine Unterbeweidung dieses Bereiches zurückführen.

Die Rinder hielten sich in den Jahren 2004-2005 vornehmlich auf den südlichen, hofnahen Niederungsflächen auf. Das zeigt auch die Verbisskartierung. So wurde die Vegetation im nördlichen Teil der Niederung nur gering verbissen (1-20%).

### Schlussfolgerungen:

Die hier vorgestellte hoch aufgelöste Untersuchung des Retentions- und Austragsverhaltens des gesamten Systems unter unterschiedlichen Bedingungen ermöglicht nicht nur die genauere Quantifizierung und Bilanzierung der tatsächlichen Raten, sondern auch die Bestimmung des Zeitpunkts und der Dauer von Nährstoffausträgern. Das Monitoring legt außerdem offen, wann Bach oder Niederung einen größeren Anteil an der Gesamt-Retention haben und wann sie zu Stoffquellen werden.

Durch die geplante Sohlhebung im Bach wird der Austausch zwischen Niederung und Bach verlängert und kontinuierlicher und ausgeglichener ausgeprägt sein. Ob und wann der Komplex aus beiden Systemen eine permanente Nährstoffsinkenfunktion ausbildet, wird sich im Laufe der Untersuchungen zeigen. Vermutlich wird die Beweidungsmöglichkeit weiter begrenzt.

### Danksagung:

Das Projekt wird vom Hofeigentümer G. Fielmann finanziert.

### Literatur:

Alexander B. A., Smith R. A., Schwarz G. E. (2000): Effect of stream channel size on the delivery of nitrogen to the Gulf of Mexico. *Nature* 403:758-761.

Harris G., Heathwaite A. L. (2005): Inadmissible evidence: knowledge and prediction in land and riverscapes. *Journal of Hydrology* 304:3-19.

Kieckbusch J., Schrautzer J. (in press): Nitrogen and phosphorus dynamics of shallow flooded peatlands. *Sci Tot Environ*.

Kieckbusch J., Schrautzer J., Trepel M. (2006): Spatial heterogeneity of water pathways in degenerated riverine peat lands. *Basic and Applied Ecology* 7:388-397.

Peterson B. J., Wollheim W. M., Mullholland P. J., Webster J. R., Meyer J. L., Tank J. L., Marti E., Bowden B. W., Valett H. M., Hershey A. E., McDowell W. H., Dodds W. K., Hamilton S. K., Gregory, S. & M. D. D. (2001): Control of nitrogen export from watersheds by headwater streams. *Science* 292:86-90.

Zak D., Gelbrecht J., Steinberg W. (2004): Phosphorus retention at the redox interface of peatlands adjacent to surface waters in Northeast Germany. *Biogeochemistry* 70:357-368.