

Auswirkungen von Grünlandextensivierungsmaßnahmen auf den Phosphorhaushalt eines degradierten Niedermoorstandortes

Heller, S.¹, Kayser, M.² und Müller, J.¹

¹ Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Grünland und Futterbauwissenschaften
Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

² Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Abteilung Graslandwissenschaften
Driverstrasse 22, 49377 Vechta
sebastian.heller@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

Die Nährstoffversorgung und die hydrologischen Verhältnisse von landwirtschaftlich genutzten Niedermoorstandorten beeinflussen die Entwicklung der Grünlandvegetation in einem hohen Maß (van Duren und Pegtel 2000). Insbesondere das limitierte Nährelement Phosphor (P) bestimmt die Produktivität von Pflanzengemeinschaften (Elser *et al.* 2007, Deubel und Merbach 2005) sowie deren Artenreichtum (Bünemann *et al.* 2011, George *et al.* 2011). Daher erfordert ein nachhaltiges Ökosystemmanagement von Niedermoor-Grünland, die P-Verfügbarkeit im Boden gebührend zu berücksichtigen (Jouany *et al.* 2011, van Duren und Pegtel 2000, Boeye *et al.* 1997). Insbesondere bei torfschonenden Restitutionsmaßnahmen von Feuchtgrünland fällt der P-Umsetzung eine Schlüsselrolle zu. Über die langfristige Aushagerung und den Austrag von P in wiedervernässten Moorfolgeböden liegen jedoch nur wenige belastbare Daten vor, und es bestehen weiterhin erhebliche Wissensdefizite über die zeitlichen Veränderung von Bodennährstoffen (Gelbrecht und Koppisch 2001, Zeitz und Velty 2002, Eschner und Liste 1995, Koppisch *et al.* 2001).

Im Rahmen von vorangegangenen Moorforschungsprojekten wurde bisher die Fraktion von pflanzenverfügbaren Nährstoffen vornehmlich auf ein- bis mehrschürigen Wiesen untersucht und meist über eine kurze Zeitreihe von drei bis maximal acht Jahren beschrieben (Eschner und Liste 1995, Koppisch *et al.* 2001, Müller *et al.* 2010, Kapfer 1988, Blankenburg 2005, Schlichting 2004). Diese Studie zeigt die langfristige Entwicklung von pflanzenverfügbarem P (P_{DL}) in einem teilvernässten Mulmniedermoor. Dabei wird die P_{DL} -Fraktion im Oberboden betrachtet und in Abhängigkeit von der Grünlandnutzung dargestellt.

Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet Osterfeiner Moor umfasst eine Fläche von 180 ha Feuchtgrünland und ist integriert in das Naturschutzgebiet Westliche Dümmerniederung (Niedersachsen). Im Jahr 1999 wurde die Gebietsnutzung von intensiver Landwirtschaft auf extensive Grünlandnutzung umgestellt. Das Osterfeiner Moor ist unterteilt in 52 Parzellen mit differenzierter Grünlandnutzung (Wiese, Weide, Mähweide). Aus naturschutzfachlichen Gründen wird auf Düngung in diesem Gebiet verzichtet und eine Bewirtschaftung der Flächen ist zwischen April und November zugelassen. Die Grünlandextensivierung wird begleitet von einer saisonalen Wiedervernässung. In den Wintermonaten erfolgt ein Wasserüberstau auf den Flächen, über die Sommermonate erreichen die Grundwasserstände bis zu 0,9 m u. GOF.

Aufgrund der intensiven Entwässerung und Bodenbearbeitung in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts ist der Oberboden stark vermulmt. Die bodenchemischen Daten wurden im Verlauf der Restitutionsmaßnahmen in einem Zeitraum von 17 Jahren erhoben. Dabei wurden von allen Parzellen repräsentative Bodenproben aus dem Oberboden (0–10 cm) entnommen. Die Analyse der P_{DL} -Fraktion erfolgte mittels Doppel-Lactat-Methode (Thun *et al.* 2012).

Nach Prüfung auf Normalverteilung und Varianzhomogenität wurde für das Prüfmerkmal P_{DL}-Gehalt eine zweifaktorielle ANOVA mit den Faktoren Nutzungsart und Dauer der Restitutionsmaßnahme mit anschließendem post-hoc-Test (Tukey HSD) durchgeführt.

Die Originaldaten sind als Norm-Boxplot dargestellt. Alle statistischen Prozeduren und Abbildungen wurden mit der Entwicklungsumgebung R programmiert.

Ergebnisse und Diskussion

Die P_{DL}-Gehalte im Oberboden (0–10 cm) nehmen im Laufe des Untersuchungszeitraums signifikant ab ($p = 0,004$). Diese Aussage hätte bei einem lediglich vierjährigen Monitoring nicht getroffen werden können, was für den besonderen Wert derartig langfristiger Erhebungen spricht. Wie der Abbildung 1 zu entnehmen ist, gilt diese Tendenz unabhängig von der Art der Flächennutzung. Allerdings bestimmt letztere das jeweilige absolute P_{DL}-Niveau signifikant (ANOVA, $p < 0,001^{***}$), mit deutlich höheren P_{DL}-Gehalten bei einer Weidenutzung.

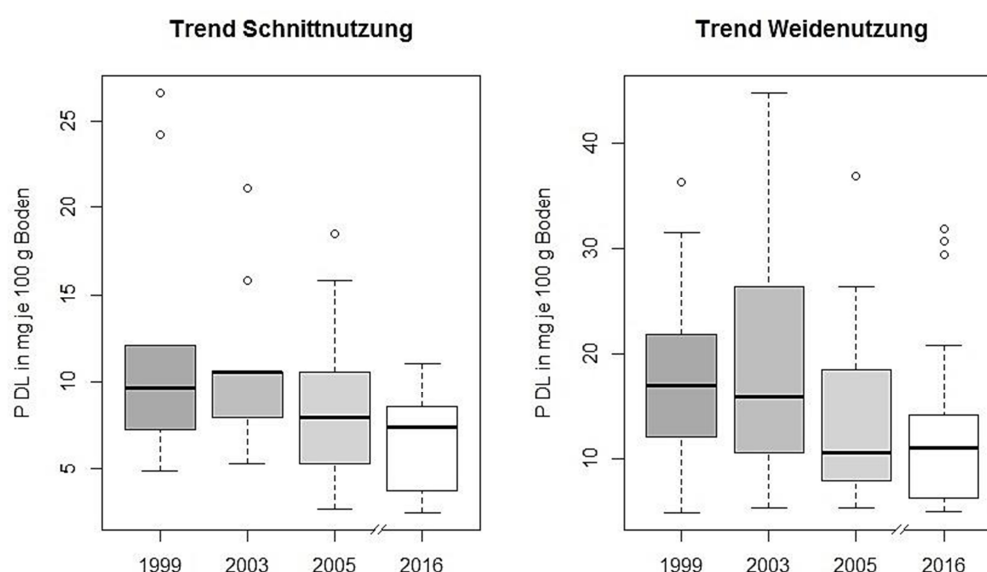


Abbildung 1: Entwicklung des Gehaltes an DL-Phosphor im Oberboden (0–10 cm) im zeitlichen Verlauf der Restitutionsmaßnahme (unterschiedliche Skalierungsniveaus der Nutzungsart beachten)

Auch Kruse *et al.* (2011) fanden entgegen ihren Erwartungen keine relative Anreicherung von Phosphor (P_t) im Zuge fortschreitenden Torfschwunds. Offensichtlich ist die Verfügbarkeit des Phosphors im Torfsubstrat recht hoch, was für labile Bindungsverhältnisse trotz der Präsenz von Eisen als potenziellem Sorbenten in vielen Niedermooren spricht. Die unter Grünlandnutzung mit der Abfuhr des gewonnenen Futters (Schnittwiese und Mähweide) recht hohen P-Entzüge vermögen die Befunde abnehmender P_{DL}-Gehalte größtenteils zu erklären (siehe auch Tabelle 1).

Tabelle 1: Entwicklung der Gehalte an Doppellaktat-löslichem Phosphor in mg je 100g Boden in Abhängigkeit von der Dauer der Wiedervernässung und der dominierenden Art der Flächennutzung

Art der Flächennutzung	Dauer der Wiedervernässung in Jahren			
	1 (1999)	4 (2003)	6 (2005)	17 (2016)
Wiese	11,84 (8,07) ^{bcd}	10,85 (4,83) ^{bcde}	8,50 (5,56) ^{ab}	6,40 (2,99) ^a
Mähweide	16,58 (7,65) ^{def}	18,27 (9,42) ^{def}	13,80 (7,40) ^{bcdef}	10,04 (6,29) ^{abc}
Weide	17,78 (8,97) ^{ef}	19,56 (10,50) ^f	14,83 (8,17) ^{cdef}	12,40 (7,82) ^{bcd}

(Mittelwerte und Standardabweichungen, unterschiedliche Buchstaben signalisieren signifikante Mittelwertdifferenzen, two way anova post hoc Tukey-Test, $\alpha=0,05$)

Da aber selbst bei Weidenutzung mit weitgehend recyceltem P eine Abnahme festzustellen ist, verbleibt eine Erklärungslücke. Entweder sind die Prozessgeschwindigkeiten der P-Mineralisation im Hauptwurzelraum und des P-Entzuges durch den Grünlandbestand unterschiedlich, was sich dann aber im P_T -Depot zeigen sollte, oder es kommt mit zunehmender Nutzungsdauer und Degradation zu einer Zunahme von P-Verlusten aus dem Oberboden durch andere Prozesse, wie der Auswaschung.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sehr lange Zeiträume zu betrachten und bei Restitutionsmaßnahmen dementsprechend zu planen sind, um im Falle des Phosphors zu einer Deeutrophierung ehemals intensiv genutzter Niedermoorstandorte zu gelangen.

Mit der Wahl der Nutzungsart besteht ein wirksames Instrument zur Steuerung der Trophieverhältnisse. Die Langzeitergebnisse zur P-Dynamik sind sowohl aus naturschutzfachlicher Sicht von hohem Stellenwert als auch für die ökonomische Grünlandnutzung organischer Böden von Interesse. So entsprechen die hier für 2016 aufgeführten P_{DL} -Konzentrationen des Oberbodens unter Berücksichtigung der korrespondierenden Trockenrohdichten ungeachtet der kontinuierlichen Abnahmetendenzen im Beobachtungszeitraum noch den Bodengehaltsklassen C (Weide und Mähweide) bzw. B (Schnittnutzung). Damit wirkt Phosphor nur in einzelnen Ausnahmefällen der ausschließlichen Wiesennutzung limitierend auf den Grünlandertrag. Die Begrenzungen durch die gewollt späte Abtrocknung der Flächen im Primäraufwuchs und ferner die durch einen Mangel an Kalium dürften schwerer wiegen. Weitere Untersuchungen unter Einbeziehung des P-Depots (P_T) sind geplant und nötig, um die Prozesse und Flüsse des Phosphors in degradierten, wiedervernässten Moorböden noch besser zu verstehen.

Literatur

- Blankenburg, J. (2005): Möglichkeiten zur Wiedervernässung von Niedermooren und deren Auswirkungen auf Bodenwasser, Nährstoffe und Bewirtschaftung. (unveröffentlicht).
- Boeye, D., Verhagen, B., van Haesebroeck, V. und Verheyen, R.F. (1997): Nutrient limitation in species-rich lowland fens. In: *Journal of Vegetation Science* 8 (3), S. 415–424.
- Bünemann, E., Oberson, A. und Frossard, E. (2011): Phosphorus in Action. Biological Processes in Soil Phosphorus Cycling. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Deubel, A. und Merbach, W. (2005): Influence of Microorganisms on Phosphorus Bioavailability in Soils. In: Buscot, F. [Hrsg.]: *Microorganisms in soils. Roles in genesis and functions*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, S. 177–191.
- Elser, J.J., Bracken, M.E.S., Cleland, E.E., Gruner, D.S., Harpole, W.S., Hillebrand, H. *et al.* (2007): Global analysis of nitrogen and phosphorus limitation of primary producers in freshwater, marine and terrestrial ecosystems. In: *Ecology letters* 10 (12), S. 1135–1142.
- Eschner, D. und Liste, H.-H. (1995): Stoffdynamik wieder zu vernässender Niedermoore. In: *Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung* (36), S. 113–116.
- Gelbrecht, J. und Koppisch, D. (2001): Phosphor-Umsetzungsprozesse. In: Succow, M. und Joosten, H. [Hrsg.]: *Landschaftsökologische Moorkunde*. 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 24–26.
- George, T.S., Fransson, A.-M., Hammond, J.P. und White, P.J. (2011): Phosphorus Nutrition: Rhizosphere Processes, Plant Response and Adaptations. In: Bünemann, E., Oberson, A. und Frossard, E. [Hrsg.]: *Phosphorus in Action. Biological Processes in Soil Phosphorus Cycling*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, S. 245–271.
- Jouany, C., Cruz, P., Daufresne, T. und Duru, M. (2011): Biological Phosphorus Cycling in Grasslands: Interactions with Nitrogen. In: Bünemann, E., Oberson, A. und Frossard, E. [Hrsg.]: *Phosphorus in Action. Biological Processes in Soil Phosphorus Cycling*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, S. 275–294.
- Kapfer, A. (1988): *Versuche zur Renaturierung gedüngten Feuchtgrünlandes. Aushagerung und Vegetationsentwicklung*. Berlin: Cramer in der Gebr. Borntraeger Verl.-Buchh.
- Koppisch, D., Roth, S., Knapp, M., Blankenburg, J. und Eschner, D. (2001): Einfluss von Vernässung und Bewirtschaftung auf pflanzliche Nährstoffe. In: Kratz, R. [Hrsg.]: *Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung*. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, S. 92–104.

- Kruse, J., Altermann, M., Schlichting, A., Kretschmner, H. und Leinweber, P. (2011): Bewirtschaftungsbedingte Veränderungen von Niedermoorböden in der Lewitz-Niederung – The effects of land use on fenlands soils in the Lewitz lowland. In: TELMA (41), S. 15–28.
- Müller, J., Kayser, M. und Belting, H. (2010): Concepts for nutrient management in nature conservation areas on organic soils. In: Schnyder, H., Isselstein, J., Taube, F., Auerswald, K., Schellberg, J., Wachendorf, M. *et al.* [Hrsg.]: Grassland Science in Europe. Grassland in a changing world. Proceedings of the 23rd General Meeting of the European Grassland Federation Kiel, Germany, August 29th–September 2nd 2010. Duderstadt: Mecke (Grassland science in Europe, 15), S. 1075–1077.
- Schlichting, A. (2004): Phosphorstatus und -umsetzungen in degradierten und wiedervernässten Niedermoo- ren. Dissertation. Universität Rostock.
- Thun, R., Hoffmann, G. und Bassler, R. (2012): Die Untersuchung von Böden – Methodenbuch. 4. Aufl. Darmstadt: VDLUFA-Verl.
- van Duren, I.C. und Pegtel, D.M. (2000): Nutrient limitations in wet, drained and rewetted fen meadows: evaluation of methods and results. In: Plant and Soil 220 (1/2), S. 35–47.
- Zeitz, J. und Velty, S. (2002): Soil properties of drained and rewetted fen soils. In: J. Plant Nutr. Soil Sci. 165 (5), S. 618–626.