

50 Jahre Grundwasserlysimeteranlage Paulinenaue - ausgewählte Ergebnisse

Axel Behrendt¹*, Jürgen Pickert¹ und Frank Eulenstein¹

Zusammenfassung

Ausgewählte Ergebnisse aus 50jähriger Forschung an Grundwasserlysimetern werden mitgeteilt. Untersuchungen zur Evapotranspiration und Nährstoffdynamik hydromorpher Böden mit Gras- und Feldfutterpflanzenbewuchs nahmen den größten Umfang ein. Die Torfmineralisation in entwässerten Niedermooren wurde durch sehr aufwendige kontinuierliche Kohlendioxidmessungen analysiert.

Ursachen und Mengen von N-, P-, K-Einträgen in das Grundwasser konnten durch langjährige Lysimeteruntersuchungen ermittelt werden. Versuchsfragen der letzten Jahre waren auch die Wasser- und Nährstoffbilanzierung von nachwachsenden Rohstoffpflanzen (NAWAROs) bis hin zu Heil- und Gewürzpflanzen bei unterschiedlichen Bodenbedingungen.

Die Stickstoffverlagerung bzw. die Sickerwassergeschwindigkeit konnte mit dem Einsatz von Tracern (15 N) ermittelt werden. Weitere Themen waren die punktuelle Nährstoffbelastung bei Weidenutzung, Möglichkeiten der Einschränkung der Moormineralisation unter anderem durch Bodenverdichtung, die Renaturierung von Niedermooren mit kommunalen Abwässern und die Auswirkung auf klimarelevante Gasbildung bzw. P-Auswaschung. Auch Möglichkeiten der gezielten Vertorfung überschüssiger Biomasse und die Wirkung von Mykorrhiza auf unterschiedliche Pflanzenarten wurden untersucht.

Summary

Selected results from 50 years of research on groundwater lysimeters are reported. Investigations on evapotranspiration and nutrient dynamics of hydromorphic soils with grass and field forage vegetation were the most extensive. Peat mineralisation in drained fens was analysed by very complex continuous carbon dioxide measurements.

Causes and quantities of N, P, K inputs into the groundwater could be determined by long-term lysimeter investigations. Experimental questions of the last years were also the water and nutrient balance of renewable raw material plants (NAWAROs) up to medicinal and spice plants under different soil conditions.

The nitrogen displacement and the leachate velocity could be determined using tracers (15 N). Further topics were the punctual nutrient load during pasture use, possibilities of limiting peat mineralisation by soil compaction, the renaturation of fens with municipal waste water and the effect on climate-relevant gas formation and P leaching. Possibilities for the targeted peatification of excess biomass and the effect of mycorrhiza on different plant species were also investigated.

Einleitung

Lysimeteruntersuchungen sind unentbehrliche Bestandteile in der ganzheitlichen Betrachtungsweise von Agrarlandschaften (Schalitz 1996), die Prozesse die hier mit dem Raum-Zeit-Bezug erforscht werden, sind zwischen der Laborebene und dem landschaftsökologischen Experimentalgebiet einzuordnen. Wenn nur Laborergebnisse oder punktuelle Felduntersuchungen auf große Flächen umgerechnet werden, ergeben sich häufig unkorrekte Bilder, weil wesentliche Zusammenhänge unbeachtet bleiben. Ohne Lysimeterdaten wären Validierungen von Modellen, die zum Beispiel die Nährstoffauswaschung, Evapotranspiration oder Grundwasserneubildung von Landschaften errechnen, nicht denkbar.

Unsere Untersuchungen lassen erkennen, dass die Evapotranspiration bei der Betrachtung grundwasserbeeinflusster Standorte eine besondere Rolle spielt. Hohe Verdunstungs-

werte bedingen einen erhöhten Verbrauch an Grundwasser und damit auch einen stärkeren Nährstoffentzug aus den Agrarlandschaften. Da Gebiete mit hohem Grundwasser meist Zuflussgebiete sind (zum Beispiel die großen Urstromtäler) kommt ihnen eine bedeutende Entsorgungsfunktion zu.

Material und Methoden

Die 103 Lysimetergefäße der Lysimeterstation Paulinenaue sind Grundwasserlysimeter. Sie sind durch kreisrunde Oberflächen von 1 m² Größe gekennzeichnet und haben eine Tiefe von 1,5 m. Die verwendeten Böden umfassen Niedermoore verschiedener Mächtigkeit und Herkunft, Sand-Gleye sowie lehmige und tonige Substrate aus Flussauen. In den Lysimetern ist die Einstellung vorgegebener Grundwasserstände möglich. In Verbindung mit der Wetterstation sind der Wasserverbrauch, die chemische und biologische Zusammensetzung des abfließenden Wassers

¹ Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) - Forschungsstation Paulinenaue, Gutshof 7, D-14641 PAULINENAUE

* Ansprechpartner: Dr. Axel Behrendt, abehrendt@zalf.de



sowie anderer Parameter messbar. Weitere methodische Einzelheiten sind früheren Veröffentlichungen zu entnehmen (Behrendt et al. 1996).

Ergebnisse

Ein Schwerpunkt der Paulinenaue Lysimeteruntersuchungen war und ist die Erforschung des Evapotranspirationsverhaltens und der Nährstoffdynamik hydromorpher Böden, insbesondere der Niedermoore. Es wurde u.a. untersucht, welche Grundwasserstände einen maximalen Futterertrag ermöglichen und wie viel Wasser dazu benötigt wird (Mundel 1982). Bei Grundwasserständen um 50 cm wurden die höchsten Graserträge erzielt, dabei wurden etwa 500 mm Wasser pro Jahr verbraucht. In langjährigen Untersuchungen zur Moorrenaturierung wurden mit höheren Grundwasserständen bis Überstau und sehr massenwüchsigen, transpirationsintensiven Arten wie Schilf, Seggen oder Rohrglanzgras sogar Verdunstungswerte von über 1500 mm ermittelt (Behrendt et al. 2009).

Bei Auswertungen zur Nährstoffverlagerung im Boden bzw. zur Nährstoffauswaschung stellte sich die Evapotranspiration als ein wesentlicher Einflussfaktor dar.

Seit Anfang der 80er Jahre wurde dem Eintrag von Nitrat in das Grundwasser besondere Beachtung gewidmet (Mundel 1987).

Die praxisübliche Mineraldüngung von 20 g/m² (200 kg/ha) spielte in der Beziehung zwischen Stickstoffzug und Nitrataustrag eine untergeordnete Rolle, da in Niedermoorböden sehr große Stickstoffmengen aus der organischen Substanz freigesetzt werden.

Hohe Evapotranspirationsraten führten zu einer geringeren Nährstoffverlagerung bzw. zu einem stärkeren kapillaren Aufstieg und damit zu einem verringerten Nitrataustrag. Auch trägt die mit gesteigerter Evapotranspiration verbundene höhere Ertragsbildung durch mehr Stickstoffaufnahme zu geringeren Nitratreinträgen in das Grundwasser bei.

Auf Niedermoorböden wurde mit sinkendem Grundwasserstand ein Anstieg des Nitratreintrages in das Grundwasser gemessen. Besonders zwischen 70 und 100 cm kam es mit abnehmendem Grundwasserstand zu einem steilen Anstieg des Nitratreintrages. Ursache hierfür ist die verstärkte Mineralisation der organischen Substanz und damit der N-Freisetzung aus dem Torf mit zunehmender Entwässerung. Moorböden mit höheren Grundwasserständen (um 30 cm) ließen bei Grünlandnutzung kaum Nitratauswaschung erkennen. Hier lagen die durchschnittlichen NO₃-N Mengen, die jährlich ausgewaschen wurden, meist unter 1 g/m² (Behrendt 1995). Erst bei lang anhaltend tiefer Entwässerung eines Niedermoors unter 100 cm wurden unter einem lückigen Rohrschwengelbestand 11,7 g/m² in das Grundwasser verlagert.

Ende der 80er Jahre traten dann Untersuchungen zum Kaliumhaushalt der Niedermoorböden stärker in den Vordergrund. Kalium unterliegt in Niedermoorböden, soweit es nicht von den Pflanzen aufgenommen wird, einer raschen Auswaschung, weil es von der organischen Bodensubstanz wegen fehlender Tonkomponenten kaum sorbiert wird. Niedermoorgrasland bindet meist in der Erntemasse fast die gesamte Jahresdüngermenge an Kalium. In hydromorphen Böden lehmig-toniger Textur treten geringere K-Verluste

auf. Der Kaliumaustrag aus Niedermoorböden erhöhte sich mit steigender Sickerwasserrate beträchtlich. Dabei nahm mit höherem Kaliumvorrat des Bodens die Kaliumkonzentration im Sickerwasser in der Tendenz zu.

Kaliumdüngungsversuche mit Niedermoorböden ergaben, dass mit höheren K-Gaben bis 300 kg K/ha die aus der Torfmineralisation freigesetzten Stickstoffmengen besser in der Graserntesubstanz gespeichert wurden und somit kaum noch Nitrat ins Grundwasser gelangte (Behrendt et al. 2017).

Die in den siebziger Jahren von Mundel (1976) durchgeführten, aufwendigen kontinuierlichen Gashaubenmessungen zur Kohlendioxidfreisetzung der Moore, gelten auch heute noch als besonders aussagekräftig für die Beschreibung der Torfmineralisation nordostdeutscher Niedermoore. Es wurden in Abhängigkeit vom Grundwasserstand 286-669 g/m² Kohlenstoff pro Jahr freigesetzt.

Mit anderen Untersuchungsmethoden zur Torfmineralisation bzw. zum Zelluloseabbau aus den 90er Jahren konnten Mundels Ergebnisse bestätigt werden. So wurde u.a. auch mit Zellulosetests bei Grundwasserständen von 80-90 cm die höchste torfzehrende biologische Aktivität nachgewiesen (Behrendt 1995).

In den letzten Jahren wurden Experimente zur technischen Vertorfung überschüssiger Biomasse in Lysimetern mit hohen Grundwasserständen durchgeführt, die zeigten, dass mit dieser Methode Kohlenstoffspeicherung bei geringen Nährstoffverlusten möglich ist (Behrendt et al. 2008).

Nachwachsende Rohstoffpflanzen wie Sudangras, Zuckerhirse, Sonnenblumen, Silphie u.a. sogenannte NAWAROs als Alternativen zu Mais wurden langjährig auch in Verbindung mit Mykorrhiza auf Ertrag und Wasserverbrauch getestet (Eulenstein et al. 2017). Es konnten insbesondere unter Wasserstressbedingungen positive Mykorrhizaeffekte nachgewiesen werden (Tauschke et al. 2015). Der Mais war in Wassereffizienz und Ertragsfähigkeit den anderen NAVARO Pflanzen überlegen (Scharschmidt 2016).

Literatur

- Behrendt A., Richter D., Eulenstein F., Pickert J. (2017) Wie beeinflusst K-Düngung von Niedermoor die Effizienz des Stickstoffs aus der Torfmineralisation - Lysimeterversuch. In: Bericht / 17. Lysimetertagung: am 9. und 10.4.2017 am LFZ Raumberg-Gumpenstein.
- Behrendt A., Mundel G., Schalitz G., Hölzel D. (2009) Die Paulinenaue Grundwasserlysimeteranlage: Entstehung, Funktion und Ergebnisse. In: 60 Jahre Wissenschaftsstandort Paulinenaue: Symposium am 27. Juni 2009 in Paulinenaue. LVL, Fachgebiet Grünland- und Futterwirtschaft, Paulinenaue, pp. 61-87.
- Behrendt A., Müller L., Schalitz G. (2008) Experiment of peat formation from grass cutting material. In: After wise use - the future of peatlands: proceedings of the 13th International Peat Congress; Tullamore, Ireland 8-13 June 2008 International Peat Society, Jyväskylä, pp. Vol. 2, 195.
- Behrendt A. (1995) Moorkundliche Untersuchungen an nordostdeutschen Niedermooren unter Berücksichtigung des Torfschwundes, ein Beitrag zur Moorerhaltung. Diss., Humboldt-Uni. zu Berlin, 170 S.
- Behrendt A., Mundel G., Schalitz G., Hölzel D. (1996) 25 Jahre Lysimeterforschung in Paulinenaue und Neukonzipierung der Untersuchungen 1992. ZALF-Bericht Nr. 26, 1996, S. 6-27.
- Eulenstein F., Tauschke M., Behrendt A., Monk J., Schindler U., Lana M., Monk S. (2017) The application of mycorrhizal fungi and organic

- fertilisers in horticultural potting soils to improve water use efficiency of crops. *Horticulturae* 3, 1, Article 8.
- Mundel G. (1976) Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren. - *Archiv Acker-Pflanzenbau und Bodenkunde*. H. 10, 20: 669-679.
- Mundel G. (1982) Untersuchungen über die Evapotranspiration von Grasland auf Grundwasserstandorten. 1. Mitteilung: Beziehungen zwischen meteorologischen Faktoren und Evapotranspiration. - *Archiv Acker-, Pflanzenbau und Bodenkde*. H. 8, 26: 507-513.
- Mundel G. (1987) Beziehungen zwischen dem Stickstoffentzug durch das Erntegut und dem Nitrateintrag ins Grundwasser verschiedener entwässerter Niederungsböden (Lysimeterversuche). - *Archiv Acker-, Pflanzenbau und Bodenkde*. H. 3, 31: 175-174.
- Mundel G. (1990) Kaliumvorrat und Kaliumhaushalt intensiv genutzter Niedermoorböden - Lysimeterergebnisse. - *Archiv Acker-, Pflanzenbau und Bodenkde*. H. 9, 34: 599-607.
- Schalitz G. (1996) Zum Stellenwert der Lysimeteruntersuchungen in der Agrarlandschaftsforschung. ZALF-Bericht Nr. 26, S. 3-5.
- Scharschmidt P. (2016) Einfluss unterschiedlicher Grundwasserstände auf den Nährstoffverbrauch von NAWARO-Pflanzen im Lysimeterversuch Paulinenaue. Masterarbeit, Hochschule Neubrandenburg, 98 S.
- Tauschke M., Behrendt A., Monk J., Lentzsch P., Eulenstein F., Monk S. (2015) Improving the water use efficiency of crop plants by application of mycorrhizal fungi. In: Currie, L. D., Burkitt, L. L. (eds), *Moving farm systems to improved nutrient attenuation*. Fertilizer and Lime Research Centre, Massey University, [<http://flrc.massey.ac.nz/publications.html>], pp. 1-8.

