

Nährstoffaustrag aus landwirtschaftlich genutzten Flächen - Kopplung von Feld- und Lysimeterversuchen

Juliane Seeger^{1*}, Ralph Meißner¹, Holger Rupp¹, Michael Steininger², Joachim Bischoff³,
Matthias Schrödter³ und Frank Wiese⁴

Zusammenfassung

In Kooperation zwischen dem Mitteldeutschen Institut für angewandte Standortkunde und Bodenschutz in Halle, der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau in Bernburg, einem landwirtschaftlichen Praxisbetrieb in der Altmark (nördliches Sachsen-Anhalt) und der Helmholtz-Lysimeterstation in Falkenberg wurde ein kombinierter Feld-Lysimeterversuch zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) unter besonderer Berücksichtigung des sich gegenwärtig vollziehenden Klimawandels durchgeführt. Im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogrammes im Untersuchungsgebiet „Altmark“ konzentrierten sich die Auswertungen zunächst auf die über Dränungen (mehrere Schlägeinheiten mit einer Größe von insgesamt ca. 320 ha) ausgetragenen Stickstoff (N) - und Phosphor (P)- Frachten. Dabei wurde festgestellt, dass trotz der Einhaltung des in der deutschen Düngeverordnung (DüV) tolerierten N-Bilanzüberschusses von 60 kg/ha im Dränwasser mittlere Nitrat(NO₃)-konzentrationen von > 50 mg/l auftraten. Demgegenüber waren die P-Austräge gering. Die Feldversuchsergebnisse wurden mit Messreihen von Lysimetern verglichen. Hierbei zeigte sich eine gute Übereinstimmung.

Schlagwörter: EU-Wasserrahmenrichtlinie, Dränage, Lysimeter, Nährstoffaustrag

Summary

In co-operation between the Central German Institute for Applied Site Evaluation and Soil Conservation in Halle, the State Institute of Agriculture, Forestry and Horticulture in Bernburg, an agricultural co-operative farm in the “Altmark”-region (northern Saxony-Anhalt) and the Helmholtz lysimeter station in Falkenberg, a combined field-lysimeter trial was established with the aim to implement the EU Water Framework Directive with special emphasis on climate change. The investigation program in the study area Altmark, focused on tile drainage fields (units with a size of approximately 320 ha). Drainage run off, nitrogen (N) and phosphorus (P) concentrations respectively loads have been measured bi-weekly. It was found that the N-balance surpluses correspond with the expected results of the German Fertilizer Ordinance (DüV) but in drainage water the nitrate concentration was mostly > 50 mg. In contrast, the P-concentration was low. The field test results were compared with measurements from lysimeters. Results revealed a good agreement.

Keywords: EU- Water Framework Directive, tile drainage, lysimeter, nutrient leaching

Einleitung

Da an Messstellen des Gewässerkundlichen Landesdienstes regelmäßig Überschreitungen der NO₃-Qualitätsnorm und der gewässerspezifischen Orientierungswerte für Phosphat (P) festgestellt wurden, ist vom Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt ein einjähriges Sonderuntersuchungsprogramm zur Abschätzung des Stoffeintrags aus Dränungen in Oberflächengewässer an zwei repräsentativen Standorten initiiert worden. Eines der Untersuchungsgebiete befand sich in der landwirtschaftlich intensiv genutzten Altmark. Hierbei war von Vorteil, dass auf der in der Nähe befindlichen Lysimeterstation Falkenberg seit vielen Jahren Untersuchungen zum Nährstoffaustrag bei unterschiedlicher landwirtschaftlicher Bewirtschaftung durchgeführt werden. Deshalb bestand eine wesentliche Zielstellung

der Arbeiten im direkten Vergleich zwischen Stoffausträgen auf den Skalenebenen Dränfläche und Lysimeter. Aus bereits vorliegenden Arbeiten ist bekannt, dass es auch mit bautechnisch einfachen Lysimetern möglich ist, plausible Abschätzungen über die Höhe der sickerwassergebundenen Stoffausträge auf Feld- und Kleineinzugsgebietsebene vorzunehmen (MEISSNER et al. 2002). Demgegenüber liegen für das genannte Untersuchungsgebiet keine Ergebnisse über die Vergleichbarkeit von Lysimeter- und Dränfeldversuchen vor.

Material und Methoden

Dränuntersuchungsgebiet - AG Lückstedt

In der Altmark, etwa 15 km südwestlich von der Lysimeterstation entfernt, liegen die Untersuchungsflächen

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Department Bodenphysik, Lysimeterstation, Dorfstraße 55, D-39615 FALKENBERG

² Mitteldeutsches Institut für angewandte Standortkunde und Bodenschutz, Ellen-Weber-Straße 98, D-06120 HALLE

³ Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Strenzfelder Allee 22, D-06406 BERNBURG

⁴ Agrargenossenschaft „Altmärkische Höhe“ Lückstedt e.G., D-39606 LÜCKSTEDT

* Ansprechpartner: Dipl.Chem. Juliane Seeger, juliane.seeger@ufz.de

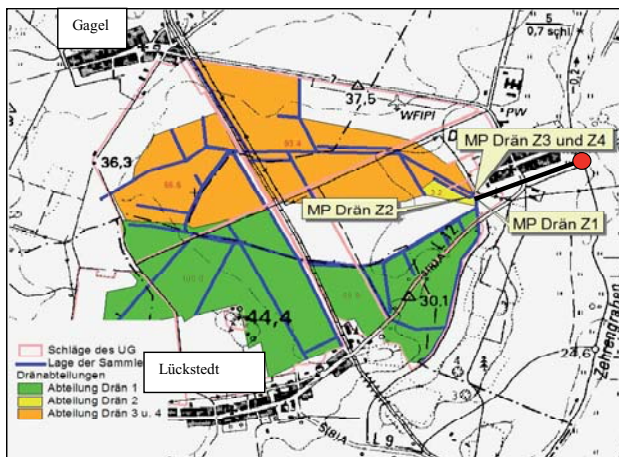


Abbildung 1: Übersicht der Dränabteilungen und Lage der Messstellen im Untersuchungsgebiet Lückstedt

der Agrargenossenschaft Lückstedt (AG Lückstedt). Entsprechend der dokumentierten Bodenverhältnisse ist davon auszugehen, dass ca. 84 % der im gesamten Untersuchungsgebiet befindlichen ackerbaulich genutzten Flächen (ca. 21.860 ha von 26.080 ha Ackerfläche) eine potenzielle Entwässerungsbedürftigkeit aufweisen. Die hier betrachteten Untersuchungsflächen umfassen eine Größe von 508,6 ha (ca. 320 ha gedränte Gesamtfläche). Sie untergliedern sich in 3 große Dränabteilungen – Drän Z1 mit 166,7 ha, Drän Z2 mit 3,2 ha, Drän Z3 und Z4 mit 149,0 ha (da die Dränausmündungen der Dräne Z3 mit 93,4 ha sowie Z4 mit 55,6 ha den Dränabteilungen nicht eindeutig zugeordnet werden können, wurden sie in der Auswertung gemeinsam behandelt), deren Sammler über einen gemeinsamen Vorfluter in den Zehrengraben (Einzugsgebiet der Elbe) ausmünden (Abbildung 1).

Neben Bodenkennwerten lagen Bewirtschaftungsdaten der Flächennutzer über die Fruchtart, das mineralische und organische Düngungsniveau und die Höhe der Erträge vor, die die Grundlage für die als Mittel über drei Jahre (von 2007 bis 2009) erstellten und in die Auswertung einbezogenen N-Schlagbilanzen bildeten. Im Rahmen des Sonderuntersuchungsprogrammes wurden aus den 14-tägig ermittelten Abflussmengen und den jeweiligen N-(anorganisch)- und P- Konzentrationen die N- und P-Frachten sowohl aus den untersuchten Einzeldränen als auch aus dem Zehrengraben bestimmt.

Tabelle 1: Vergleich von mit Lysimetern gemessenen mittleren jährlichen Sickerwassermengen und modellgestützt für das Untersuchungsgebiet berechnetem Dränageabfluss zwischen 1991 und 2008

Nutzungsform	Sickerwassermenge (mm)	Dränabflussmenge (mm)
Normale Grünlandnutzung	120	
Extensives Grünland	105	
Integrierter Landbau (5gliedrige Fruchtfolge, moderat bewässert)	100	
Extensivierung (5gliedrige Fruchtfolge, unbewässert)	100	
Ökologischer Landbau (6gliedrige Fruchtfolge, unbewässert)	112	
Stilllegung	84	
Modellergebnisse (PFÜTZNER, 2007)		95

UFZ-Lysimeterstation Falkenberg

Als Referenzlysimeter wurden nicht wägbare, 1982 manuell mit Boden befüllte kastenförmige Gravitationslysimeter in die Auswertung integriert. Sie haben eine quadratische Oberfläche von 1 m² und weisen eine nutzbare Tiefe von 1,25 m auf. Die Lysimeterfüllböden (Ober- und Unterboden entsprechen der Bodenart sL) wurden damals von Flächen (teilweise auch gedränt) aus der heutigen AG Lückstedt entnommen (MEISSNER et al. 2010). Die untersuchten Lysimeter wurden weitgehend praxisnah bewirtschaftet. Für den im Zeitraum zwischen 09/08 und 09/09 durchgeführten aktuellen Ergebnisvergleich zwischen den beiden Versuchsebenen wurden für die ausgewählten Lysimeter (Anbaufrüchte W.-Raps bzw. W.-Gerste) aus den gemessenen Sickerwassermengen und den analysierten N- und P-Konzentrationen Monatsfrachten bestimmt und diese als aktuelle Daten neben Jahressummenwerten aus Langzeitlysimeterversuchen (unterschiedliche Nutzung sowie Nutzungsintensität) in die Auswertung einbezogen.

Ergebnisse

Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung über langjährig mit Lysimetern bei unterschiedlichen Nutzungsformen ermittelten jährlichen Sickerwassermengen. Diese weisen in ihrer Gesamtheit eine gute Korrespondenz zu den von PFÜTZNER (2007) mit Hilfe des Modells ArcEgmo errechneten Werten für den gesamten Dränabfluss aus dem Untersuchungsgebiet Lückstedt aus.

Der Untersuchungszeitraum 09/08 bis 09/09 wies sowohl bei der Niederschlagsmenge als auch der Temperatur keine signifikanten Anomalien zum langjährigen Verlauf auf, so dass eine gute Vergleichbarkeit zwischen Lysimeter- und Dränfelderergebnissen gewährleistet war. Davon zeugen die in Tabelle 2 zusammengestellten Ergebnisse. Während bei

Tabelle 2: Vergleich von mittleren Sickerwassermengen sowie N- und P-Austrägen aus Messungen im Untersuchungsgebiet und in Lysimeterversuchen im Zeitraum von 09/08 bis 09/09

	Lysimeterversuch	Untersuchungsgebiet
Sickerwassermenge	90 mm	98 mm
N-Austrag	50 kg/ha	26 kg/ha
P-Austrag	30 g/ha	30 g/ha

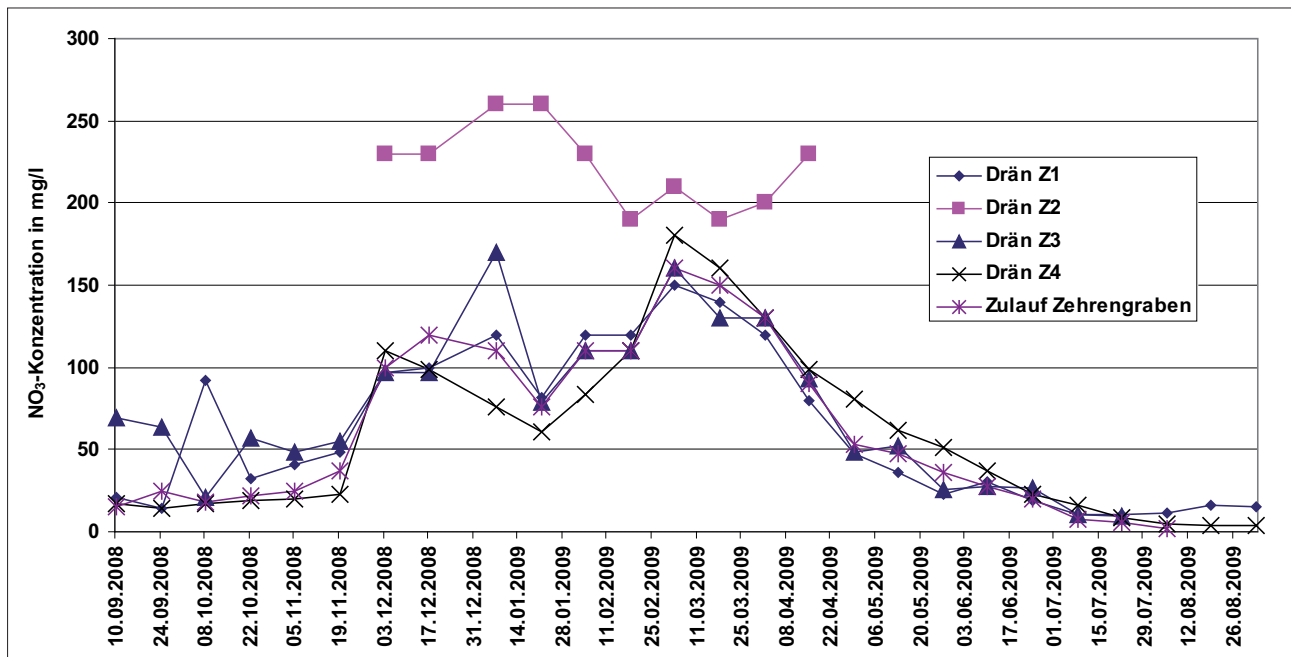


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der NO_3^- -Konzentrationen in den Dräns und im Zehrengaben im Zeitraum von 09/08 bis 09/09

der Sickerwassermenge der Unterschied lediglich 8 mm betrug und bei den P-Austrägen sogar gleiche Frachtraten ermittelt wurden, differierten erwartungsgemäß die N-Austräge erheblich. Dies ist vor allem auf unterschiedliche Vorfruchtwirkungen zwischen den Dränflächen und den Lysimetern (W.-Getreide im Vergleich zu Kartoffeln) zurückzuführen.

Bei der Einschätzung des N-Austragspotenzials über die Dränabflüsse konnte basierend auf der Auswertung von aufgestellten 3-jährigen N-Schlagbilanzen festgestellt werden, dass mit einer Ausnahme (21 ha der Dränabteilung Z1 mit 73,2 kg N/ha) alle Flächen unter den Werten der DüV (60 kg N/ha) lagen und mit einem mittleren Wert von 21,6 kg N/ha sogar der Zielwert vom N-Salden-Reduzierungsprogramm mit 40 kg N/ha deutlich unterschritten wurde. Beachtenswert ist aber der in *Abbildung 2* dargestellte zeitliche Verlauf der NO_3^- -Konzentrationen in den Drägen und im Zehrengaben. Die mittlere NO_3^- -Konzentration aus den Dränflächen lag bereits bei 118 mg/l und damit deutlich über dem Zielwert der EU-WRRL von 50 mg/l. Daraus errechnete sich eine mittlere N-Fracht von 26 kg/ha im Untersuchungsgebiet. Es wird eingeschätzt, dass eine weitere N-Saldenreduzierung sowohl aus der Sicht des Bodenschutzes als auch der ackerbaulichen Produktion nicht oder kaum umsetzbar erscheint. Die Einhaltung des Zielwertes würde unter den vorliegenden Bedingungen einem N-Austrag von nur 11 kg/ha N gleich kommen. Bestätigt

wird diese Feststellung durch Versuche mit Lysimetern, die bereits seit 17 Jahren stillgelegt sind. Der mittlere jährliche N-Austrag liegt hier immer noch bei 12,4 kg/ha.

Die hier gefundenen niedrigen P-Austräge korrespondieren gut mit früheren speziell zu diesem Sachverhalt durchgeführten Lysimeteruntersuchungen (GODLINSKI 2005). Die P-Auswaschungsgefährdung wird für diese Standorte als gering eingeschätzt.

Schlussfolgerungen

- Langjährige Lysimeter Versuchsergebnisse sind geeignet, um direkte Vergleiche mit Nährstoffaustragsuntersuchungen aus Dränflächen vorzunehmen.
- Das P-Austragsrisiko über den Dränpfad wird als relativ gering eingeschätzt.
- Obgleich die N-Salden unter den Zielwerten der DüV und den Vorgaben des N-Saldenreduzierungsprogrammes liegen, übersteigen die mittleren NO_3^- -Konzentrationen deutlich den Zielwert der EU-WRRL.
- Eine weitere Reduzierung der N-Salden würde eine Deckung des Nährstoffbedarfes aus der Humussubstanz der Böden und somit auf längere Sicht einen Verlust der Bodenfruchtbarkeit nach sich ziehen.

Die angegebene Literatur kann beim Verfasser eingesehen werden.