

Nadine Tauchnitz, Joachim Bischoff, Matthias Schrödter, Holger Rupp und Ralph Meissner

Nährstoffausträge aus landwirtschaftlichen Nutzflächen über den Drainagepfad

Dränagen zählen zu den Hauptquellen diffuser Nährstoffeinträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen und tragen damit erheblich zur diffusen Belastung von Grund- und Oberflächengewässern bei. Ziel des Projektes war die zeitlich hochauflösende Messung von Nährstoffausträgen über den Drainagepfad und deren Bilanzierung. Im vorliegenden Beitrag werden Ergebnisse zur Methodik der Untersuchungen, zur Höhe der Stoffausträge und daraus abgeleitete praxiswirksame Maßnahmen zur Reduktion vorgestellt.

1 Einleitung

In der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird für die Gewässer der europäischen Gemeinschaft das Ziel gefordert, einen guten ökologischen und chemischen Zustand bis 2015 zu erreichen. Im Ergebnis der aktuellen Zustandsbewertung der Gewässer Deutschlands wurden für die meisten Bundesländer die Defizite der Gewässerbeschaffenheit insbesondere anhand eines schlechten chemischen Zustandes deutlich [1]. Für die Zielverfehlung werden als Hauptursache diffuse Nährstoffeinträge aus der Fläche angesehen. In diesem Zusammenhang stehen insbesondere die Dränagen im Fokus der Diskussion. Es wurde bereits in mehreren Erhebungen herausgestellt, dass dränierte landwirtschaftliche Flächen ein hohes Risiko für diffuse Nährstoffausträge in die Gewässer bergen, welches auch bei guter landwirtschaftlicher Praxis nicht gänzlich vermieden werden kann [2]. Die Ursache hierfür ist die durch den beschleunigten Abfluss des Niederschlagswassers bedingte kurze Verweilzeit des Wassers im Boden. Dadurch gelangt Sickerwasser auf kurzem Weg direkt in die Oberflächengewässer, ohne dass Abbauprozesse im Boden in größerem Maße zu einem Nährstoffrückhalt beitragen können [2]. In Sachsen-Anhalt stellen Dränagen mit einem Anteil von 23 % neben Grundwasser (32 %) und dem natürlichen Zwischenabfluss (26 %) die Hauptquellen diffuser Stickstoffeinträge in die Vorfluter dar [3].

Das Ziel des vorliegenden Projektes bestand in der beispielhaften Erfassung der Nährstoffausträge über den Drainagepfad aus ackerbaulich intensiv genutzten Flächen als Grundlage für die Ableitung von Reduzierungsmaßnahmen. Dabei wurden folgende Schwerpunkte bearbeitet:

- i. Zeitlich hoch aufgelöste Erfassung der Nährstoffausträge bei aktueller Bewirtschaftung.
- ii. Interpretation der zeitlichen Dynamik der Nährstoffausträge anhand relevanter Parameter, wie Klima- und Standortfaktoren sowie Bewirtschaftungsdaten (Bodenbearbeitung, Düngung u. a.).
- iii. Ableitung geeigneter Maßnahmen zur Reduktion der Nährstoffausträge über den Drainagepfad.

2 Methode

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (Lückstedt) liegt in der nördlichen Altmark in Sachsen-Anhalt im Landkreis Stendal. Die klimatischen Verhältnisse sind geprägt durch mittlere langjährige Niederschläge von 541 mm und Jahresdurchschnittstemperaturen von 8,5 °C. Im Untersuchungsgebiet sind großflächig Pseudogley-Braunerden aus lehmigem Geschiebedecksand (schwach bis mittel lehmiger Sand) über Geschiebelehm vorhanden. Aufgrund der Eigenschaften der Bodengesellschaft mit ausgeprägten Stauhorizonten weisen die Flächen eine potenzielle Entwässerungsbedürftigkeit auf.

Tab. 1: Bewirtschaftung der beiden Schläge im Dränmessfeld

| | Schlag 1 | | | Schlag 2 | | |
|------------------|---------------------|---------------------|---|--|-----------------------------------|---|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Fruchtart | Silomais | Silomais | WW ZWF ¹ | WR | WW ZWF ¹ | Silomais ZWF ² |
| Aussaat | 18.04. | 20.04. | 25.09. 15.08. ^{ZWF} | 02.09. | 29.09. 16.08. ^{ZWF} | 30.04. 25.09. ^{ZWF} |
| Ernte | 12.09. | 17.09. | 02.08. | 14.07. | 05.08. | 20.09. |
| Bodenbearbeitung | Pflug (07.04.) | Pflug (30.03.) | Pflug (25.09.) | Pflug (24.08.) | Pflug (29.09.) | Grubber (20.04.) |
| Düngung | 18.04. Harnstoff | 19.04. Harnstoff | 05.04. 29.04. 17.05. 07.06. KAS | 21.02. Kornkali 23.02. ASS 31.03. KAS | 12.03. 11.04. 09.05. KAS | 20.04. Rindergülle 26.04. N/P12/25 |

Legende: WW: Winterweizen, ZWF: Zwischenfrüchte, 1 abfrierende Sommerzwischenfrüchte im Gemenge (u. a. Ölettrich, Leindotter, Sommerwicke, Phacelia, Buchweizen), 2 Landsberger Gemenge + Winterroggen, WR: Winterraps, KAS: Kalkammonsalpeter, ASS: Ammonsulfatsalpeter

2.2 Bewirtschaftung

Für die Untersuchungen wurden zwei dränierte landwirtschaftliche Nutzflächen mit 24 ha (Schlag 1) und 26 ha (Schlag 2) Fläche ausgewählt. Die Bewirtschaftungsdaten der Schläge sind aus **Tabelle 1** ersichtlich.

Die für beide Schläge als einfache Flächenbilanz nach Düngeverordnung (DüV) – unter Berücksichtigung der Nährstoffzufuhr mit der Düngung (mineralisch und organisch) und der Nährstoffentzüge über die Pflanzen für die drei letzten Düngejahre (2011 bis 2013) – berechneten Nährstoffsalden wurden in **Tabelle 2** zusammengefasst.

2.3 Messtechnik und Untersuchungsparameter

Der Abfluss der beiden dränierten Flächen (Schlag 1 und 2) wurde kontinuierlich durch Registrierung der Wasserstandshöhen im offenen Wassergerinne bzw. im Dränschacht mittels Ultraschallsensoren bei einem jeweils definierten durchflossenen Profil bestimmt. Die Lage der Messstellen im Dränmessfeld ist aus **Bild 1** ersichtlich.

Der Dränabfluss wurde automatisch mittels ISCO-Probennehmern in täglichen Intervallen beprobt und auf die Parameter Nitrat (NO_3), Nitrit (NO_2), Ammonium (NH_4), Gesamtphosphor (P_{ges}), Calcium (Ca), Sulfat (SO_4) (ionenchromatographisch), Gesamt-Stickstoff (TN) und pH (potentiometrisch) untersucht.

Der an den Messpunkten erfasste Abfluss wurde für die Frachtberechnung den entsprechenden dränierten Flächen beider Schläge zugeordnet. Auf den untersuchten Schlägen wurden an mehreren Terminen Bodenproben in drei Tiefen (0 bis 30, 30 bis 60, 60 bis 90 cm) entnommen und die N_{min} -Gehalte (mineralischer Stickstoff: $\text{NO}_3 + \text{NH}_4$)- und S_{min} -Gehalte (mineralischer Schwefel: SO_4) analytisch bestimmt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Hydrologische/klimatische Parameter

Im Untersuchungszeitraum wurden 517 (2012) und 559 mm (2013) Niederschlag gemessen. Die durchschnittlichen Temperaturen lagen bei 9,6 °C (2012) und 9,0 °C (2013). Es wurden durchschnittliche Dränabflüsse von 0,6 (Schlag 1) und 1,5 l/s (Schlag 2) und maximal von bis zu 17 l/s (Schlag 1) registriert.

Tab. 2: Nährstoffsalden der auf den Dränflächen bewirtschafteten Schläge

| Bilanzjahr | Schlag 1 | | | | Schlag 2 | | | |
|------------------------|----------|----------|------|--------|----------|------|----------|--------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | Mittel | 2011 | 2012 | 2013 | Mittel |
| Fruchtart | Silomais | Silomais | WW | | WR | WW | Silomais | |
| [kg N/ha] | | | | | | | | |
| N-Zufuhr | 93 | 118 | 227 | | 189 | 202 | 125 | |
| N-Abfuhr | 164 | 136 | 166 | | 142 | 182 | 149 | |
| N-Saldo _{DüV} | -70 | -18 | 61 | -9 | 47 | 20 | -24 | 14 |
| [kg P/ha] | | | | | | | | |
| P-Zufuhr | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 21 | |
| P-Abfuhr | 47 | 28 | 33 | | 40 | 36 | 31 | |
| P-Saldo | -47 | -28 | -33 | -36 | -40 | -36 | -9 | -28 |
| [kg Ca/ha] | | | | | | | | |
| Ca-Zufuhr | 0 | 0 | 89 | | 28 | 80 | 0 | |
| Ca-Abfuhr | 42 | 40 | 5 | | 13 | 6 | 44 | |
| Ca-Saldo | -42 | -40 | 84 | 1 | 15 | 74 | -44 | 15 |
| [kg S/ha] | | | | | | | | |
| S-Zufuhr | 0 | 0 | 0 | | 74 | 0 | 15 | |
| S-Abfuhr | 47 | 20 | 23 | | 23 | 25 | 22 | |
| S-Saldo | -47 | -20 | -23 | -30 | 51 | -25 | -7 | 6 |

Legende: WW: Winterweizen, WR: Winterraps

Eine vollständige Bilanzierung der Abflüsse war aufgrund längerer Datenlücken (Datenloggerausfall etc.) nur für eine Dränfläche (Schlag 1) möglich. Hier wurden 91 mm Dränabfluss für das hydrologische Jahr 2012 erfasst. Der Anteil der Dränung betrug 18 % vom Niederschlag. Demgegenüber wurden im Jahr 2013 mit

insgesamt 57 mm deutlich geringere Abflüsse registriert. Als Ursache hierfür sind vermutlich die unterschiedlichen Pflanzenbestände in beiden Jahren zu sehen (Tabelle 1). Im Anbaujahr 2012 war über die Wintermonate bis zur Entwicklung des Maisbestandes keine Pflanzenbedeckung und folglich fehlende Wasserauf-

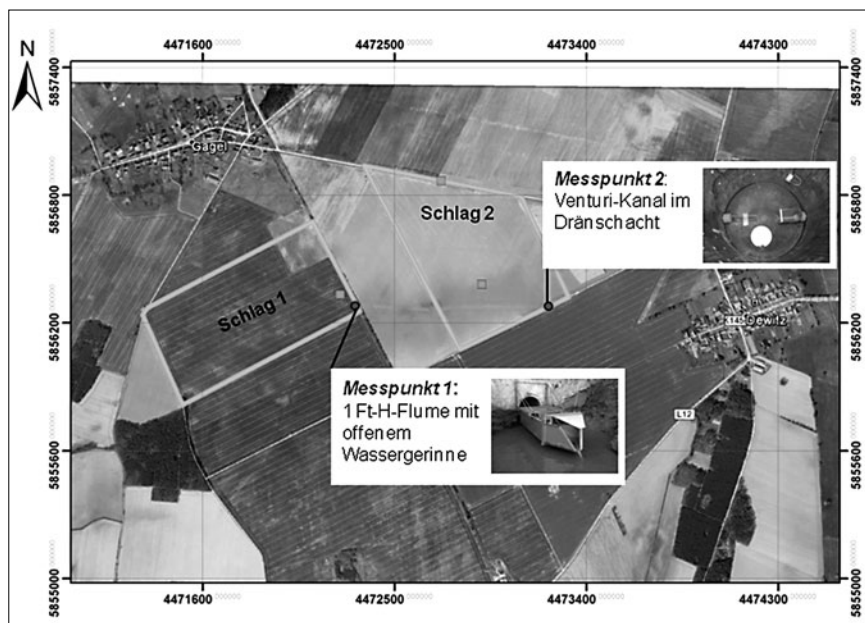


Bild 1: Lage der Messstellen im Dränmessfeld (Quelle: N. Tauchnitz et al.)

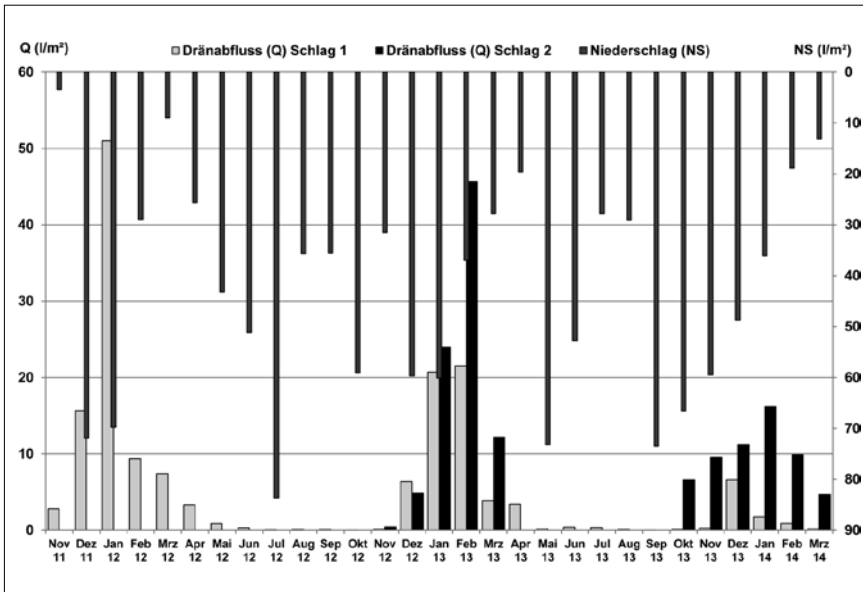


Bild 2: Dränabflussmengen beider Schläge und Niederschläge (Quelle: N. Tauchnitz et. al.)

nahme vorhanden. Im Anbaujahr 2013 wurde auf dem Schlag Winterweizen angebaut. Nach der Ernte der Winterweizens wurde ein Zwischenfruchtbestand etabliert. Demzufolge war eine nahezu durchgehende Pflanzenbedeckung und entsprechend höhere Wasseraufnahme durch die Pflanzen in diesem Jahr zu verzeichnen.

Im Jahresverlauf beider hydrologischer Jahre wurden die höchsten Dränabflüsse in den Wintermonaten beobachtet (Bild 2). Demgegenüber wurden deutlich geringere Abflüsse in der Vegetationsperiode aufgrund der Pflanzenaufnahme registriert. Diese Ergebnisse korrespondieren gut mit den in der Literatur angegebenen zeitlichen Verläufen der Abflüsse aus drainierten landwirtschaftlichen Flächen [4].

3.2 Nährstoffkonzentrationen im Dränabfluss

Obwohl die ermittelten 3-jährigen N-Salden beider Schläge mit -9 und 14 kg N/(ha · a) deutlich unter dem in der DüV geforderten Wert von 60 kg N/(ha · a) lagen (Tabelle 2), wurden zum Teil sehr hohe NO₃-Konzentrationen im Dränabfluss erfasst (Tabelle 3). Dabei zeigte Schlag 2 aufgrund von Unterschieden in der Bewirtschaftung (Fruchtarten, Düngung etc.) im Vergleich zu Schlag 1 höhere durchschnittliche NO₃-Konzentrationen. Anhand der zeitlichen Verläufe wird deutlich, dass in den Wintermonaten bei fehlender Pflanzenaufnahme die höchsten Konzentrationen auftraten (Bild 3), die den für das Grundwasser in der WRRL festgeleg-

ten Grenzwert von 50 mg/l überschritten. Demgegenüber wurde während der Vegetationsperiode eine deutliche Abnahme der NO₃-Konzentrationen bedingt durch die Pflanzenaufnahme beobachtet. Die NO₃-Konzentrationen und die Dränabflusshöhen korrespondierten zumeist miteinander, d. h. hohe Konzentrationen waren mit hohen Abflüssen verbunden (Schlag 1 : r² = 0,6).

Die durchgeführte Bodenbearbeitung zeigte einen nachweisbaren Effekt anhand der Erhöhung der NO₃-Konzentrationen im Dränabfluss (Bild 3).

Eine infolge der Durchlüftung des Bodens bedingte Begünstigung der N-Mineralisation aufgrund der Bodenbearbeitung wurde auch in anderen Untersuchungen nachgewiesen [5]. Während im Anbaujahr 2012 bei vorhandener Pflanzenaufnahme kein Effekt der Düngung sichtbar war, wurde im Anbaujahr 2013 auf beiden Schlägen ein Anstieg der NO₃-Konzentrationen im Dränabfluss infolge der Düngung beobachtet.

Auffallend zeigten sich die ermittelten hohen Ca-Gehalte von bis zu 273 mg/l im Dränabfluss, die auf erhöhte Auswaschungen hindeuten und die ebenfalls gemessenen hohen pH-Werte der Abflüsse begründen (Tabelle 3). Die SO₄-Gehalte im Dränabfluss sind mit maximalen Konzentrationen bis zu 324 mg/l ebenfalls als hoch einzuschätzen. Sulfat zählt nicht zu den bewertungsrelevanten Parametern der WRRL, aber es kann bei zu hohen Konzentrationen zu Störungen bei der Trinkwasseraufbereitung führen (Grenzwert TrinkwV 250 mg/l). In der Literatur wird darauf verwiesen, dass zwischen NO₃ und SO₄ ein enger Zusammenhang bestehen kann, wenn in tieferen Bodenschich-

Tab. 3: Nährstoffkonzentrationen im Dränabfluss

| Parameter | Schlag | MW | Median | Min | Max |
|-------------------------|--------|-------|--------|------|-------|
| NO ₃ [mg/l] | 1 | 51,0 | 27,2 | 0,0 | 203,7 |
| | 2 | 107,5 | 114,9 | 20,8 | 222,2 |
| NO ₂ [mg/l] | 1 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 13,5 |
| | 2 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 21,2 |
| NH ₄ [mg/l] | 1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 3,7 |
| | 2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 4,0 |
| Ca [mg/l] | 1 | 138,6 | 138,4 | 62,3 | 180,1 |
| | 2 | 157,7 | 161,4 | 44,7 | 272,6 |
| pH | 1 | 8,3 | 8,3 | 7,5 | 8,8 |
| | 2 | 8,4 | 8,3 | 8,0 | 8,8 |
| SO ₄ [mg/l] | 1 | 138,3 | 139,4 | 34,8 | 222,5 |
| | 2 | 132,9 | 112,4 | 55,1 | 324,2 |
| P _{ges} [mg/l] | 1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 2,6 |
| | 2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 3,3 |
| TN [mg/l] | 1 | 12,4 | 7,3 | 0,2 | 46,4 |
| | 2 | 26,0 | 27,3 | 6,6 | 54,8 |

Legende: MW: Mittelwert, TN: Total Nitrogen

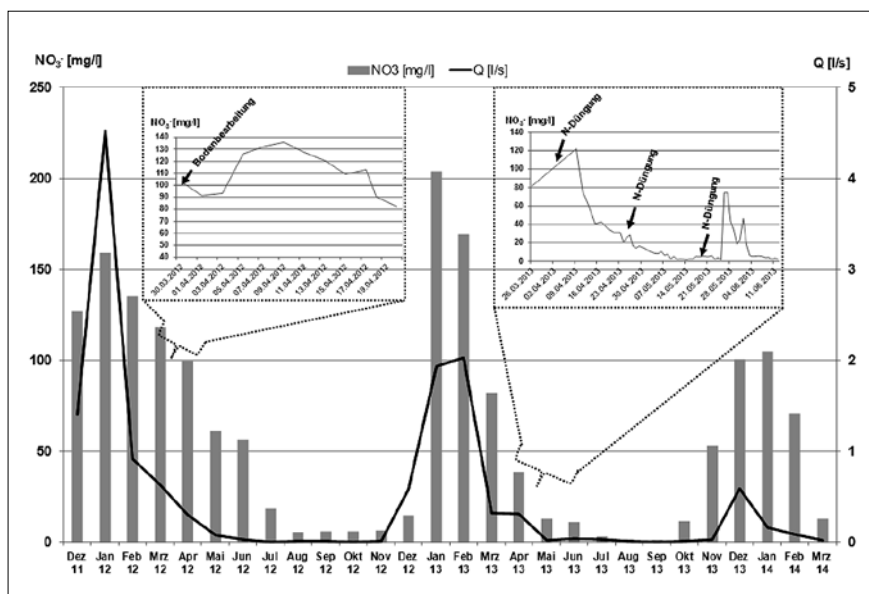


Bild 3: Zeitlicher Verlauf der monatlichen NO₃-Konzentrationen im Dränabfluss von Schlag 1 und Abflüsse (Quelle: N. Tauchnitz et. al.)

ten unter anaeroben Bedingungen S in reduzierter Form als Pyrit (FeS₂) vorliegt. Dann kann verlagertes NO₃ bei gleichzeitiger Oxidation des Pyrits unter Bildung von SO₄ denitrifiziert werden [6]. Die in den Untersuchungen nachgewiesene negative Korrelation zwischen NO₃ und SO₄ (r = -0,6) deutet ebenfalls auf diesen Zusammenhang hin.

3.3 Nährstoff-Frachten im Dränabfluss

Die im Untersuchungszeitraum in den Jahren 2012 und 2013 erfassten N-Austräge lagen mit jeweils 26 und 18 kg NO₃-N/ha (Tabelle 4) in einer mit der Literatur vergleichbaren Größenordnung [4].

Anhand des zeitlichen Verlaufes der NO₃-N-Austräge wird deutlich, dass die höchsten Auswaschungen in den Wintermonaten zu verzeichnen waren, während

der Einfluss der Vegetationsperiode auf den Austrag insgesamt sehr gering war (Bild 4).

Auf die prägende Rolle des Winterhalbjahres für den Stoffaustrag aus Dränflächen wird auch in anderen Untersuchungen verwiesen [4], [7]. Die hohen NO₃-N-Auswaschungen in den Wintermonaten 2012/2013 korrespondieren sehr gut mit den auf diesem Schlag vom Herbst 2012 bis zum Frühjahr 2013 stark abnehmenden N_{min}-Gehalten im Boden von 114 auf 29 kg N/ha (Bild 4). Hohe Rest-N_{min}-Gehalte im Boden nach Mais werden auch in anderen Untersuchungen bestätigt und auf eine intensive organische Düngung bzw. auf eine verstärkte Mobilisierung des im Bodenumus gebundenen N zurückgeführt [8]. Auch in diesen Untersuchungen bei niedrigen bzw. negativen N-Salden

zeigte sich der Einfluss der N-Nachlieferung aus dem Bodenumus anhand der hohen N_{min}-Gehalte nach der Ernte. Da im Anbaujahr 2011 vor Versuchsbeginn ebenfalls Mais auf dem Schlag angebaut wurde, lässt sich die hohe N-Auswaschung im Januar 2012 vermutlich auch auf hohe Rest-N_{min}-Gehalte im Boden zurückführen. Die über einen langen Zeitraum von der Ernte des Silomaises im September bis zur neuen Aussaat im Mai des Folgejahres fehlende Pflanzenbedeckung wirkt sich zudem aufgrund der fehlenden Pflanzenaufnahme begünstigend auf die NO₃-Auswaschung aus. Im Anbaujahr 2013 erfolgte mit der N-Düngung von insgesamt 227 kg N/ha zum Winterweizen ein merklicher Anstieg der N_{min}-Gehalte im Boden auf 106 kg N/ha. Eine deutliche Abnahme der N_{min}-Gehalte bis zum November 2013 auf 53 kg N/ha, die nicht in Verbindung mit einer erhöhten N-Auswaschung im Dränabfluss stand, ist vermutlich auf die Speicherung von NO₃ in den angebauten Zwischenfrüchten zurückzuführen. Eine nennenswerte NO₃-Auswaschung wurde erst wieder im Dezember 2013 beobachtet. Im Vergleich zu den Vorjahren ist diese mit einer Fracht von 2 kg N/ha im Zeitraum Dezember 2013 bis März 2014 als gering einzuschätzen.

Mit einem Anteil von 99 % war NO₃ dominierend am gesamten anorganischen N-Austrag (Tabelle 4). Demgegenüber waren die NH₄- und NO₂-N-Frachten mit weniger als 0,5 kg/(ha · a) verhältnismäßig gering. Der Gesamt-P-Austrag ist mit Frachten von <0,1 kg/(ha · a) als gering einzuschätzen und bestätigt bisherige Ergebnisse aus Dränabfluss- und Lysimeteruntersuchungen mit vergleichbaren Böden, die auf eine geringe P-Auswaschungsgefährdung der Standorte verweisen [9].

Tab. 4: Nährstoff-Frachten im Dränabfluss von Schlag 1

| | Fracht | | Mittlere monatliche | Monatliche Fracht | | | |
|--------------------|---------------|------|---------------------|-------------------|---------|----------|---------------------|
| | [kg/(ha · a)] | | | Fracht [kg/ha] | Max | | Min |
| | 2012 | 2013 | [kg/ha] | | [kg/ha] | Zeitraum | [kg/ha] |
| NO ₃ -N | 25,8 | 18,4 | 1,7 | 18,1 | Jan. 12 | <0,001 | Mrz. 14 |
| NH ₄ -N | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | Jan. 12 | 0,0 | Aug., Sep., Okt. 13 |
| NO ₂ -N | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | Jan. 12 | 0,0 | Aug., Sep. 13 |
| P _{ges} | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | Jan. 12 | 0,0 | Okt. 12, Sep. 13 |
| SO ₄ -S | 27,7 | 23,9 | 1,9 | 16,9 | Jan. 12 | <0,001 | Okt. 12 |
| Ca | 107,3 | 86,2 | 7,3 | 63,0 | Jan. 12 | <0,01 | Okt. 12 |

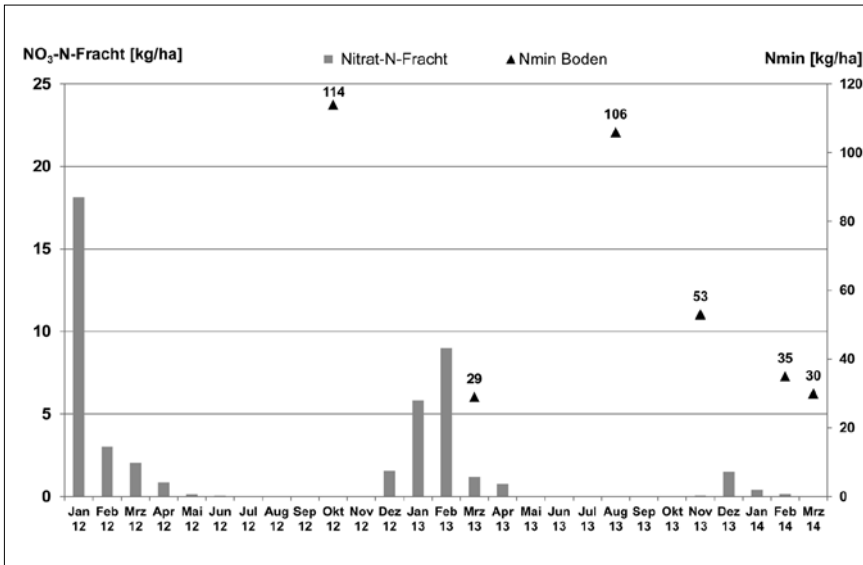


Bild 4: Monatliche $\text{NO}_3\text{-N}$ -Auswaschung im Dränabfluss und N_{min} -Gehalte im Boden von Schlag 1 (Quelle: N. Tauchnitz et. al.)

Die im Untersuchungszeitraum erfassten Ca-Austräge über den Dränagepfad sind mit jährlichen Frachten von 107 (2012) und 86 $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ (2013) als hoch einzuschätzen (Tabelle 4). Es ist bekannt, dass Ca zu den am stärksten auswaschungsgefährdeten Nährstoffen zählt. In der Literatur werden für mitteleuropäische Klimabedingungen in Abhängigkeit von Niederschlag, Bodenart und -gefüge, Vegetation, Düngung und Kalkung jährliche Auswaschungsverluste von 30 bis 350 $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ angegeben [10], [11]. Daher sind regelmäßige Düngungen erforderlich, um einer Ca-Verarmung und der daraus resultierenden Versauerung der Böden entgegenzuwirken. Vergleichbar zum

NO_3 waren die höchsten Ca-Auswaschungen in den Wintermonaten nachweisbar.

Der jährliche Austrag von $\text{SO}_4\text{-S}$ betrug 28 (2012) und 24 kg/ha (2013) und fällt damit in die auf Grundlage langjähriger Lysimeterversuche am Standort Falkenberg (Altmark) in Abhängigkeit vom jeweiligen Bewirtschaftungsregime angegebenen Spannweite der $\text{SO}_4\text{-S}$ -Austräge im Sickerwasser von etwa 10 bis 63 $\text{kg S}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ [12]. Aufgrund der geringen Anionensorption der meisten landwirtschaftlich genutzten Böden unterliegt pflanzenverfügbares SO_4 einer schnellen Verlagerung in tiefere Bodenschichten. Dadurch geht das bei Vegetationsende im Herbst noch vorhandene SO_4 während des Winters

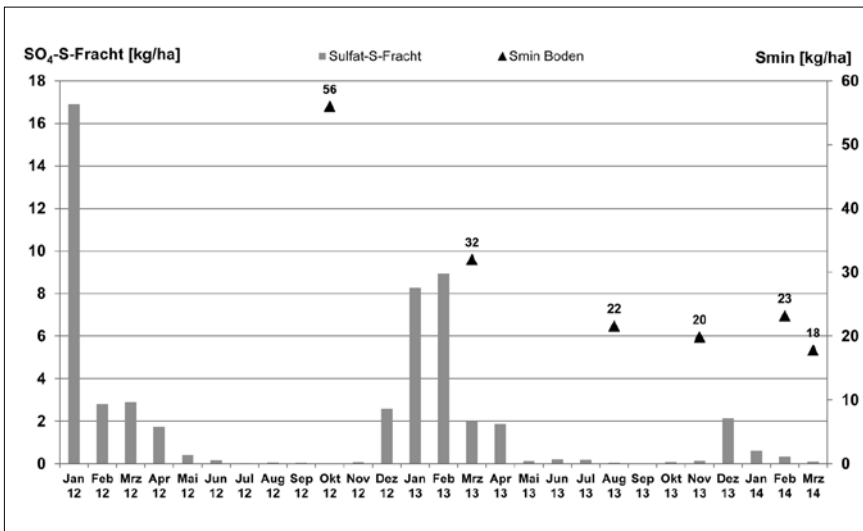


Bild 5: Monatliche $\text{SO}_4\text{-S}$ -Auswaschung im Dränabfluss und S_{min} -Gehalte im Boden von Schlag 1 (Quelle: N. Tauchnitz et. al.)

meistens vollständig verloren [12]. Das Auftreten der höchsten S-Austräge in den abflusswirksamen Wintermonaten wurde ebenfalls anhand unserer Ergebnisse bestätigt (**Bild 5**).

Die hohen S-Auswaschungen korrespondieren sehr gut mit den im betrachteten Zeitraum abnehmenden S_{min} -Gehalten im Boden. Eine S-Düngung wurde auf dem Schlag im Untersuchungszeitraum nicht vorgenommen (Tabelle 2). In der Literatur wird darauf verwiesen, dass es in Jahren mit einem geringen Sickerwasserankommen zu einer Anreicherung des eingetragenen S im Boden kommen kann, der dann in Jahren mit erhöhtem Sickerwasserabfluss zeitlich verzögert zu sehr hohen Austrägen führt [12].

4 Reduzierungsmaßnahmen der Nährstoffausträge

Anhand der bisherigen Untersuchungen wird deutlich, dass die höchsten Nährstoffauswaschungen in den Wintermonaten bei fehlender Pflanzenaufnahme auftraten. Im Hinblick auf die NO_3 -Auswaschung zeigte sich, dass eine ganzjährige Pflanzenbedeckung erheblich zu einer Minimierung der Austräge beitragen kann. Des Weiteren stellten die intensive Bodenbearbeitung aufgrund einer erhöhten Mineralisation sowie die N-Düngung weitere Einflussgrößen auf die NO_3 -Auswaschung dar.

Auf der Grundlage der bisherigen Untersuchungen sollen zur Optimierung des Maisanbauverfahrens im Hinblick auf eine Reduktion von NO_3 -Auswaschungen folgende Maßnahmen in ihrem Zusammenwirken geprüft werden:

- Reduzierte Bodenbearbeitung kombiniert mit Anbau von Zwischenfrüchten zur Verbesserung der Bodenstruktur und Zwischenspeicherung von NO_3 .
 - Verlustarme Ausbringung organischer Dünger zur Steigerung der N-Effizienz und Einsparung von Mineraldünger.
 - Stärker an den Pflanzenbedarf angepasste Düngung.
 - Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren zur Stabilisierung des N in der weniger auswaschungsgefährdeten NH_4 -Form.
- Neben NO_3 wurden erhebliche Auswaschungen von Ca über den Dränagepfad nachgewiesen. Diese sollten bei der Düngung im Hinblick auf eine Erhaltung von Bodenstruktur und Bodenfruchtbarkeit unbedingt ausgeglichen werden. Ebenso wurden im Dränabfluss hohe S-Auswa-

schungen erfasst. Die S-Dynamik landwirtschaftlich genutzter Böden sollte in fortsetzenden Untersuchungen weitere Berücksichtigung finden. Dabei sind insbesondere die komplexen Einflussfaktoren (S-Form, Bindung im Boden, S-Düngung, Mineralisation u. a.) auf die Auswaschung sowie die Bedeutung reduzierter S-Verbindungen für die Denitrifikation von NO_3 zu betrachten.

Danksagung

Das diesem Beitrag zugrunde liegende Projekt wird mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) mit dem Förderkennzeichen 31086 gefördert. Wir danken Herrn F. Wiese, dem Vorstandsvorsitzenden der Agrarwissenschaft „Altmärkische Höhe Lückstedt e. G.“, für die Unterstützung des Projektes. Weiterer Dank gilt der Arbeitsgruppe des UFZ in Falkenberg für die Betreuung des Messfeldes und Analytik sowie dem Labor der Abteilung Landwirtschaftliches Untersuchungswesen der LLFG für die Bodenuntersuchungen.

Autoren

Dr. Nadine Tauchnitz

Dr. Joachim Bischoff

Dr. Matthias Schrödter

Landesanstalt für Landwirtschaft,
Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLFG)
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg
nadine.tauchnitz@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de
joachim.bischoff@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de
matthias.schroedter@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de

Prof. Dr. Ralph Meißner

Dr. Holger Rupp

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ
Dep. Bodenphysik, Lysimeterstation Falkenberg
Dorfstrasse 55
39615 Falkenberg
ralph.meissner@ufz.de
holger.rupp@ufz.de

Literatur

- [1] Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg): WasserBLICK (/www.wasserblick.net/servlet/is/1/; Aufruf: 25.08.2014).
- [2] Holsten, B.; Ochsner, S.; Schäfer, A.; Trepel, M.: Praxisleitfaden für Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffausträgen aus dränierten

landwirtschaftlichen Flächen mit einer Regionalisierung für Schleswig-Holstein. CAU Kiel, 2012.

- [3] Kuhr, P.; Kunkel, R.; Tetzlaff, B.; Wendland, F.: Räumlich differenzierte Quantifizierung der Nährstoffeinträge in Grundwasser und Oberflächengewässer in Sachsen-Anhalt unter Anwendung der Modellkombination GROWA-WEKU-MEPHOS. Endbericht, 25.04.2014 (unveröffentlicht).
- [4] Kahle, P.; Tiemeyer, B.; Lennartz, B.: Einfluss von Skalenebenen auf Stoffausträge gedränter Flächen. In: Dränung – Nährstoffausträge, Flächenerfassung und Management. In: DWA (Hrsg.): Dränung – Nährstoffausträge, Flächenerfassung und Management. DWA-Themen (2008), S. 39-46.
- [5] Fohrer, N.; Deunert, F.; Schmalz, B.: Ansätze zur Integration von Dränageausträgen in die Abbildung des Landschaftswasser- und stoffhaushaltes von Tieflandinzugsgebieten. In: DWA (Hrsg.): Dränung – Nährstoffausträge, Flächenerfassung und Management. DWA-Themen (2008), S. 32-38.
- [6] Eulenstein, F.; Drechsler, H.: Ursachen, Differenzierung und Steuerung der Nitratkonzentration im Grundwasser überwiegend agrarisch genutzter Wassereinzugsgebiete. Dissertation im Fachbereich Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, 1992.
- [7] Meißner, R.; Neef, T.; Seeger, J.: Stickstofftransport und -umsatz in einem Kleineinzugsgebiet des norddeutschen Tieflandes. In: DWA (Hrsg.): Dränung – Nährstoffausträge, Flächenerfassung und Management. DWA-Themen (2008), S. 59-69.
- [8] Aue, C.: Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf das Grundwasser. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft (2014), Heft 2, S. 113-116.
- [9] Godlinski, F.: Abschätzung der Phosphoraussträge aus der ungesättigten Bodenzone anhand numerischer Interpretationen von Lysimeterversuchen. UFZ-Bericht 16, 2005.
- [10] Mengel, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 7. A. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991.
- [11] Dersch, G., Hösch, J.: Optimaler pH-Wert der Ackerböden durch Kalkung. In: Der Fortschrittliche Landwirt (2003), Heft 15, S. 14-16.
- [12] Richter, G., Borg, H., Meißner, R.: Feld- und Lysimeterversuche zur Retardation von Sulfat in Böden. In: Grundwasser 10 (2005), Heft 2, S. 67-73.

Nadine Tauchnitz, Joachim Bischoff, Matthias Schrödter, Holger Rupp and Ralph Meissner

Nutrient Emissions from Agricultural Land by Drainage Systems

Drainage systems are one of the main diffuse sources for nutrient emissions from agricultural areas contributing considerably to eutrophication of ground and surface waters. The aim of the study was the measurement of nutrient output by drainage systems from fields in high temporal resolution and their quantification. The present paper shows results of the measurement methods, the amount of nutrient outputs and deriving from this suggests practice effective measures for their reduction.

Надин Таухнитц, Йоахим Бишофф, Маттиас Шрэдтер, Хольгер Рупп и Ральф Майсснер

Вынесение питательных веществ с полезных сельскохозяйственных площадей через дренажные пути

Дренажные системы представляют собой основной источник диффузного вынесения питательных веществ с используемых сельскохозяйственных площадей. Таким образом, дренажи оказывают значительное воздействие на уровень диффузной нагрузки грунтовых и поверхностных вод. Целью проекта являлось проводимое с высоким временным разрешением измерение уровня выноса питательных веществ через дренажные пути и соответствующий учет. В статье представлены полученные данные, касающиеся методологии исследований, значений уровня выноса питательных веществ и практических мероприятий по сокращению их вынесения; основой данных послужили проведенные исследования.

Wasserwirtschaft-Abo mit Pämie!



www.mein-fachwissen.de/wawi/lwl