

# Nitratausträge über Dränung landwirtschaftlich genutzter Böden in Mecklenburg-Vorpommern – Fallstudien

Petra Kahle (Rostock) und Dietmar Mehl (Bützow)

## Zusammenfassung

Anhand einer Detailuntersuchung am Dränauslass einer Ackerfläche (Repräsentativgebiet) und einer (stichprobenartigen) Einzugsgebietsuntersuchung mit mehreren Dränauslässen an verschiedenen Ackerflächen wurde der Nitrataustrag über Dränung im agrarisch geprägten nordostdeutschen Tiefland im hydrologischen Winterhalbjahr 2011/12 untersucht. Die Nitratkonzentration der Detailuntersuchung variiert von 9,5 bis 38,9 mg/l. Der mittlere Austrag beläuft sich auf 55 kg/ha Nitrat. In der Einzugsgebietsuntersuchung ergibt sich aufgrund der Breite der geprüften Bedingungen hinsichtlich Boden, Bewirtschaftung und Hydrologie eine Variationsbreite von 3 kg/ha bis zu 87 kg/ha Nitrat. Der mittlere halbjährige Nitrataustrag beträgt 26 kg/ha. Langfristig angelegte (kontinuierliche) und zeitlich hoch aufgelöste Untersuchungen in Repräsentativgebieten sind ein wichtiges Element einer Strategie zur Verbesserung des Kenntnisstandes zum Dräneintrag. Wie erwartet zeigt sich aber auch, dass die Heterogenität der maßgeblichen Bedingungen auch dringend Ansätze hydrologischer Regionalisierung bedarf. Systematische Untersuchungen im Hinblick auf Belastungsdaten und -faktoren bilden dafür die entscheidende Grundlage.

Schlagwörter: Nitrat, Dränung, Landwirtschaft, Hydrologie, Sickerwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser

DOI: 10.3243/kwe2014.04.001

## Abstract

### Nitrate Carry-off via the Drainage of Agriculturally used Soils in Mecklenburg-Vorpommern – Case Studies

The nitrate carry-off via drainage in the agrarian characterised North-East German lowlands was investigated in the hydrological winter half year 2011/2012 on the basis of a detailed investigation at the drain outlet of an area of arable land (representative area) and on a (random) catchment area investigation with several drain outlets at various areas of arable land. The nitrate concentration of the detailed investigation varied from 9.5 to 38.9 mg/l. The average discharge amounted to 55 kg nitrate per ha. In the catchment area investigation, due to the breadth of conditions checked with regard to soil, husbandry and hydrology, there resulted a variation range of 3 kg/ha up to 87 kg/ha of nitrate. The average half-yearly nitrate carry-off is 26 kg/ha applied long-term (continuous) and temporally highly dispersed investigations in representative areas are an important element of a strategy for the improvement of the level of awareness on the drain input. As expected, it also appeared, however, that the heterogeneity of the relevant conditions also urgently requires approaches for hydrological regionalisation. Systematic investigations with regard to loading data and factors form the crucial basis for this.

Key words: nitrate, drainage, agriculture, hydrology, percolation water, groundwater, surface water

## 1 Einleitung

Dränsysteme in Böden vergrößern die belüftete Zone, verbessern die Befahrbarkeit, verlängern die Vegetationszeit und steigern letztlich die Produktivität landwirtschaftlicher Flächen [1]. Dränung bedeutet aber auch eine Veränderung der hydraulischen Verhältnisse, da die Aufenthaltsdauer des Sickerwassers in der biologisch aktiven ungesättigten Bodenzone reduziert wird und Stoffum- und -abbauvorgänge infolgedessen eingeschränkt werden [2, 3]. Darüber hinaus reduziert Dränung den Grund- und Oberflächenabfluss und trägt über die

verbesserte Belüftung des Bodens zu einer verstärkten Mineralisierung und somit zur Stofffreisetzung bei. Insgesamt stellen künstliche Entwässerungssysteme somit einen wichtigen Pfad des Stoffeintrages in Oberflächengewässer dar [4]. Nach aktuellen Berechnungen für Deutschland beläuft sich der Stickstoffeintrag in die Gewässer über den Dränpfad auf 22 Prozent [5].

Die Dränung ist in ihrer flächenhaften Dimension vor allem im Tiefland hydrologisch und als Eintragungspfad bedeutsam [6, 7]. Für Mecklenburg-Vorpommern wurde mit Hilfe des Modells

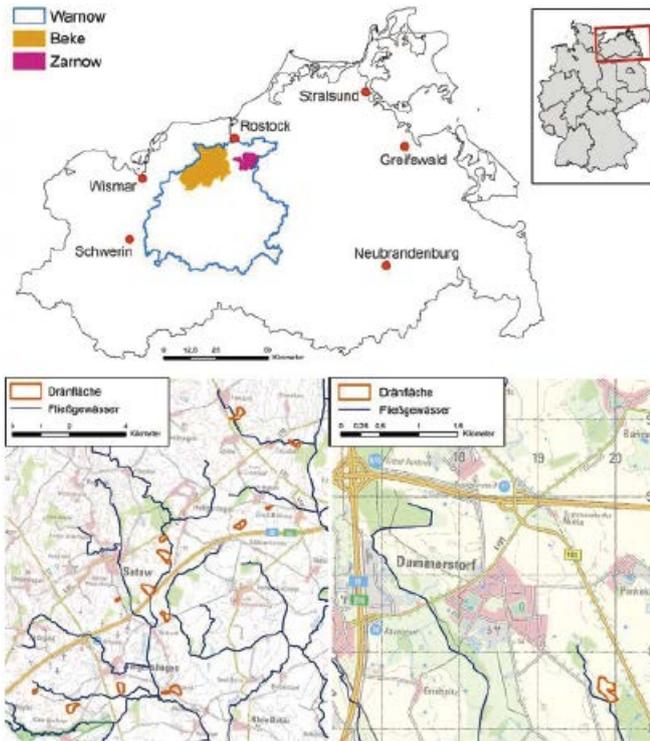


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete in Mecklenburg-Vorpommern (oben) sowie im Bekegebiet (unten links) und im Zarrowgebiet (unten rechts), topografische Grundlage: © GeoBasis-DE/M-V

MONERIS der N-Eintrag über Dränung mit 47 Prozent abgeschätzt [8], in der Flussgebietseinheit Warnow/Peene sind es danach sogar 60 Prozent [9]. Im Ergebnis einer überwiegend auf Geodaten basierenden Untersuchung zum Umfang wahrscheinlich entwässerter Flächen Mecklenburg-Vorpommerns wurde abgeschätzt, das ca. 885.000 ha des Landes künstlich entwässert sind. Dies entspricht einem Anteil von ca. 61 Prozent der gesamten Landwirtschaftsfläche. Bei Acker beträgt die Entwässerungsquote danach 53 Prozent, bei Grünland 83 Prozent [10].

Nährstoffeinträge belasten Fließ-, Stand- und Küstengewässer nach wie vor in einem Ausmaß, dass Deutschland die Anforderungen wichtiger europäischer Vereinbarungen, wie Wasserrahmenrichtlinie, Baltic Sea Action Plan, EU-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie u. a. wahrscheinlich nicht einhalten wird [11, 12]. Nationale und internationale Monitoringprogramme wurden deshalb eingerichtet, um die überproportional am Nährstoffeintrag beteiligten Eintragspfade zu prüfen und auf dieser Basis geeignete Managementmaßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffbelastung der Oberflächengewässer abzuleiten, zu Letzterem s. z. B. [1, 13, 14].

Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit den Nitratgehalten des Dränwassers und der ausgetragenen Nitratfracht während der winterlichen Abflussperiode 2011/12. Sie gliedert sich in eine zeitlich hoch aufgelöste Studie anhand einer Ackerfläche („Detailuntersuchung“ in einem Repräsentativgebiet) und stichprobenartige Untersuchungen an mehreren Ackerflächen mit unterschiedlichen Boden- und Landnutzungsbedingungen innerhalb eines Einzugsgebietes („Einzugsgebietsuntersuchung“, primäre Daten aus [15]) und soll dazu beitragen, den Dränpfad zu evaluieren, die Datenbasis für Stoffaustragsmodellierungen zu erweitern und geeignete landwirtschaftli-

che und wasserwirtschaftliche Maßnahmen zur Reduzierung des Nitrataustrages abzuleiten.

## 2 Standortcharakteristik

Die Untersuchungen wurden in der flachwelligen jungpleistozänen Moränenlandschaft im Einzugsgebiet der Warnow ( $A_E = 3.304 \text{ km}^2$ ) durchgeführt. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 689 mm, die Jahresmitteltemperatur 8,3°C (Station Groß Lüsewitz).

Für die Detailuntersuchung (Abbildung 1) wurde eine systematisch gedränte Ackerfläche am Standort Dummerstorf (15 km südöstlich von Rostock) im agrarisch geprägten Teileinzugsgebiet der Zarrow ausgewählt (48 Prozent Acker, 28 Prozent Grünland, 14 Prozent Forst). Im Winterhalbjahr 2011/12 stand Wintertraps auf der Fläche, als Vorfrucht diente Silomais. Die Stickstoffdüngung erfolgt mit mineralischen und/oder organischen Düngemitteln. Das N-Düngungsniveau variierte in den zurückliegenden Jahren zwischen 150 und 220 kg/ha a. Vorherrschende Bodentypen sind Pseudogley, Haftnässegley und Gley. Im Bereich der Oberböden dominieren sandige Substrate, in den Unterböden lehmige Substrate.

Die Einzugsgebietsuntersuchung wurde im Bereich des Warnowzuflusses Beke (16 km südöstlich von Rostock) durchgeführt (Abbildung 1). Dieses Gebiet ist agrarisch geprägt (75 Prozent Acker, 14 Prozent Grünland, 8 Prozent Forst), systematisch gedränt und weist typische Standortcharakteristika hinsichtlich Boden, Hangneigung und Bewirtschaftung auf. Als Auswahlkriteri-

LINN Gerätebau Germany

WASSERBELÜFTUNG

ABWASSERBELÜFTUNG

WASSERAUFBEREITUNG

Lösungen gegen Algen und Schlamm!

[www.linn.eu](http://www.linn.eu)

**Linn Gerätebau Germany** – An der Sauerlandkaserne 1, Gewerbegebiet Sauerlandkaserne, D-57368 Lennestadt-Oedingen, Telefon: +49 (0) 2725 22021-0, Telefax: +49 (0) 2725 22021-20 E-Mail: info@linn.eu, Internet: www.linn.eu

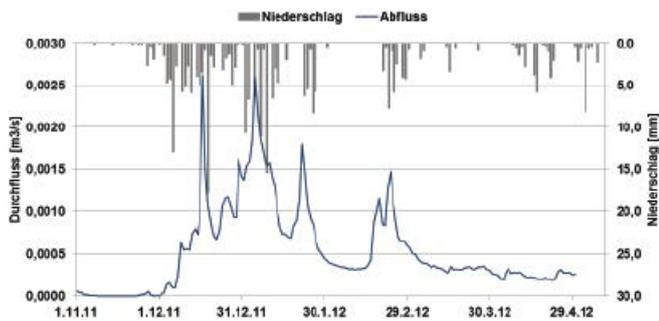


Abb. 2: Detailuntersuchung am Standort Dummerstorf: Niederschlags-Durchflussverhalten während des hydrologischen Winterhalbjahrs 2011/12

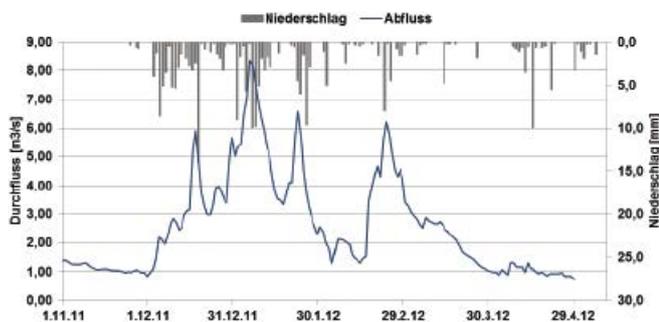


Abb. 3: Einzugsgebietsuntersuchung: Niederschlags-Durchflussverhalten während des hydrologischen Winterhalbjahrs 2011/12

en für die zu beprobenden Dränauslässe wurden eine dominierende ackerbauliche Landnutzung und ein hoher Dränflächenanteil herangezogen; Moore sollten von untergeordneter Rolle sein. Nach Verschneidung der beim Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommerns (LUNG M-V) vorliegenden Geodaten (Stand 2008) zu Landnutzung, Dränflächen, Hangneigung, Grundwasserstand, Boden- und Substrattypen wurden unter Einbeziehung der Bewirtschaftungsdaten (Düngung, angebaute Haupt- und Vorfrüchte) insgesamt 14 konventionell bewirtschaftete Ackerflächen ausgewählt. Vor allem aufgrund ihrer Größe und Struktur werden diese zum Teil durch mehrere Dränsysteme entwässert, so dass insgesamt 21 Dränauslässe mit verschiedenen großen Dräneinzugsgebieten beprobt wurden. Die Größe der Dräneinzugsgebiete ist dabei nicht immer sicher ermittelbar, so dass nur teilweise relative Flächenbezüge aufgebaut werden können.

Generell wurden standörtliche und auch logistische Aspekte berücksichtigt, um die Beprobung abzusichern. In 2011 waren die Anbauverhältnisse durch Winterweizen, Wintergerste, Winterroggen und Wintererbsen bestimmt bzw. herrschte Brache. Als Vorfrüchte dienten Wintergerste, Mais, Winterroggen, Winterweizen und Wintererbsen. Das N-Düngungsniveau variierte zwischen 80 bis 190 kg N/ha, verteilt auf anorganische und organische Dünger. Bei den Böden handelt es sich vorrangig um Stauwasserböden (Braunstaugleye, Staugleye) sowie Parabraunerden und Fahlerden, entwickelt auf sandigen und/oder lehmigen Substraten (Tabelle 1).

### 3 Untersuchungsprogramm

Beide Teilstudien betreffen das hydrologische Winterhalbjahr 2011/12 (November bis April), da sich in Norddeutschland im

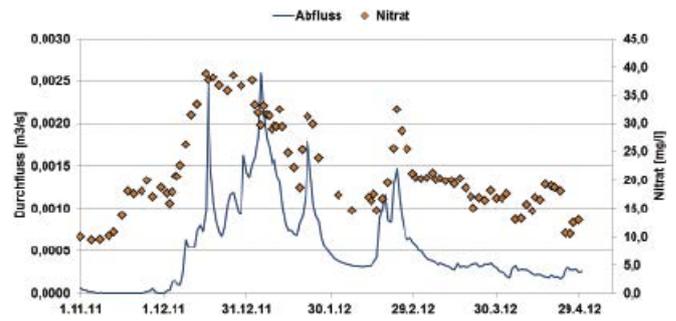


Abb. 4: Detailuntersuchung: Dynamik der Nitratkonzentrationen des Dränwassers in Abhängigkeit vom Durchfluss während des hydrologischen Winterhalbjahrs 2011/12

hydrologischen Winterhalbjahr der Hauptabfluss vollzieht. Die Sommermonate tragen für gewöhnlich nur in geringem Maße zum jährlichen Abfluss und zur jährlichen Nitratfracht gedränter Flächen bei [2].

In der Detailuntersuchung wurde der Dränauslass einer Ackerteilfläche (4,2 ha) mittels automatischer Beprobungseinrichtung (Isco-Sampler, 3 h-Probenahmeintervall) regelmäßig beprobt. Die täglichen Dränwasserproben wurden bis zur Analyse der Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )-Konzentration mittels Ionenchromatographie bei  $-20^\circ\text{C}$  tiefgefroren. Die Niederschläge (Hellmann-Regenmesser) und die Durchflüsse (Venturigerinne mit Drucksensor) wurden am Standort zeitlich hoch aufgelöst erfasst.

In der Einzugsgebietsuntersuchung wurden die Dränauslässe in wöchentlichen Abständen manuell beprobt und die Proben bis zur Analyse mittels Ionenchromatographie tiefgefroren ( $-20^\circ\text{C}$ ). Die Erfassung des Dränwasseranfalls erfolgte durch Auslitern von Hand in jeweils dreifacher Wiederholung. Die Beprobung war mitunter durch Trockenfallen bzw. Überfluten der Dränauslässe sowie Frost eingeschränkt. Insgesamt wurden 438 Wasserproben entnommen, verteilt auf 12 bis 28 Wasserproben je Dränauslass. Zur Kennzeichnung der meteorologischen und hydrologischen Verhältnisse wurden die Niederschlagswerte der benachbarten DWD-Station Bernitt und die Durchflüsse vom repräsentativen Beke-Pegel Bröbberow ( $A_E = 312 \text{ km}^2$ ) herangezogen.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Niederschlag und Durchfluss

Die Niederschlagssummen des hydrologischen Winterhalbjahrs 2011/12 betragen 272 mm (Detailuntersuchung) bzw. 222 mm (Einzugsgebietsuntersuchung). Verglichen mit dem langjährigen Mittel an der Station Groß Lüsewitz (295 mm) erwies sich das Untersuchungshalbjahr als geringfügig unterdurchschnittlich.

In beiden Untersuchungsgebieten war der November 2011 niederschlagsarm (5,9 bzw. 1,6 mm). Das Durchflussgeschehen kam erst nach vergleichsweise hohen Niederschlägen im Dezember 2011 und im Januar 2012 in Gang und schlug sich in Form mehrerer Durchflussspitzen nieder (Abbildungen 2 und 3). Beide Durchflusskurven flachen ab Ende Februar aufgrund zunehmender Temperatur und ansteigender Evapotranspiration ab. Der Gesamtabfluss der Detailuntersuchung belief sich auf 202 mm. Diese Abflusshöhe bestätigt den Größenbereich früherer Untersuchungen an diesem Standort [6].

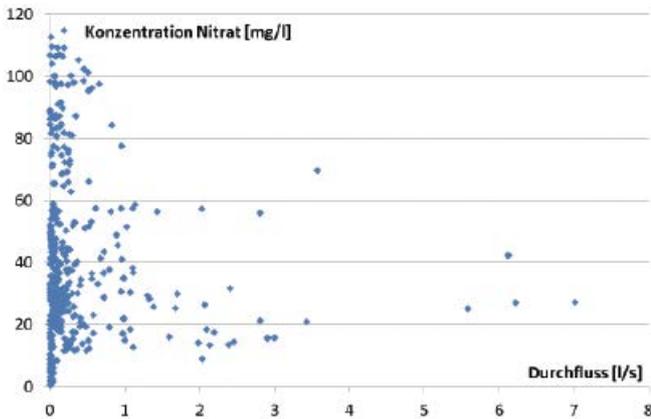


Abb. 5: Alle im hydrologischen Winterhalbjahr 2011/12 an den 21 Dränauslässen ermittelten Nitratkonzentrationen und Durchflüsse in der Übersicht (ca. 400 Wertepaare)

Bemerkenswert sind der weitgehende Gleichlauf der Durchflusskurven und die zeitliche Übereinstimmung der Peaks (17./18.12, 5./6.1., 22./23.1. und am 23.2.12) von Beke- und Zarnowgebiet (Abbildungen 2 und 3). Damit ist eine wesentliche Voraussetzung für vergleichende Betrachtungen beider Studien erfüllt.

#### 4.2 Nitratkonzentrationen

Die Detailuntersuchung lässt eine deutliche zeitliche Dynamik der Nitratkonzentration im Dränwasser erkennen (Abbildung 4). Die mittlere Nitratkonzentration betrug 21,8 mg/l, die Variati-

onsbreite reichte von 9,5 bis 38,9 mg/l. Das 90-Prozent-Perzentil lag bei 33,4 mg/l Nitrat. Damit wird der Zielwert für den guten chemischen Zustand ( $\leq 11,1$  mg/l Nitrat) übertroffen und eine erhöhte Belastung ( $\leq 44,3$  mg/l Nitrat) angezeigt [16]. Vergleichsweise hohe Nitratkonzentrationen wurden insbesondere nach Niederschlagsereignissen und/oder der Schneeschmelze festgestellt. Das belegen beispielsweise die Nitratkonzentrationswerte von 38,9 mg/l (16.12.2011) bzw. 37,6 mg/l (02.01.2012), die nach Niederschlagsmengen von 51 mm bzw. 32,6 mm innerhalb der vorangegangenen zehn Tage ermittelt wurden. Die Ende Februar 2012 einsetzende Schneeschmelze lieferte maximale Nitratkonzentrationen von 32,5 mg/l im Dränwasser. Verdünnungseffekte waren nicht erkennbar. Insgesamt erwies sich die Nitratkonzentration als weitgehend abflussgesteuert, während die N-Düngung im Zeitraum Ende Februar bis Ende März kaum differenzierend wirksam wurde.

Obwohl die Einzugsgebietsuntersuchung in geringerer zeitlicher Auflösung vorgenommen wurde, zeigte sich auch hier eine erhebliche Variationsbreite der Nitratkonzentrationen. Über alle Dränauslässe erreichte diese 0,5 bis 114,9 mg/l Nitrat. Damit wird der Gütebereich unbelasteter bis sehr hoch belasteter Wässer abgedeckt [16]. Die mittlere Nitrat-Konzentration betrug 41,5 mg/l, das 90-Prozent-Perzentil lag bei 51,6 mg/l Nitrat und belegt eine hohe Belastung. Die höchsten mittleren Nitratkonzentrationen wurden an den Dränauslässen D9 (60 mg/l), D11 (78,1 mg/l), D15 (77,6 mg/l), D16 (99,6 mg/l) und D19 (93,0 mg/l) gemessen (Abbildung 5). Diese Dränwässer gelten als hoch ( $\leq 88,6$  mg/l Nitrat) bzw. sehr hoch ( $> 88,6$  mg/l Nitrat) belastet. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die hohen Nitratkonzentrationen nicht auf Einzeltermine

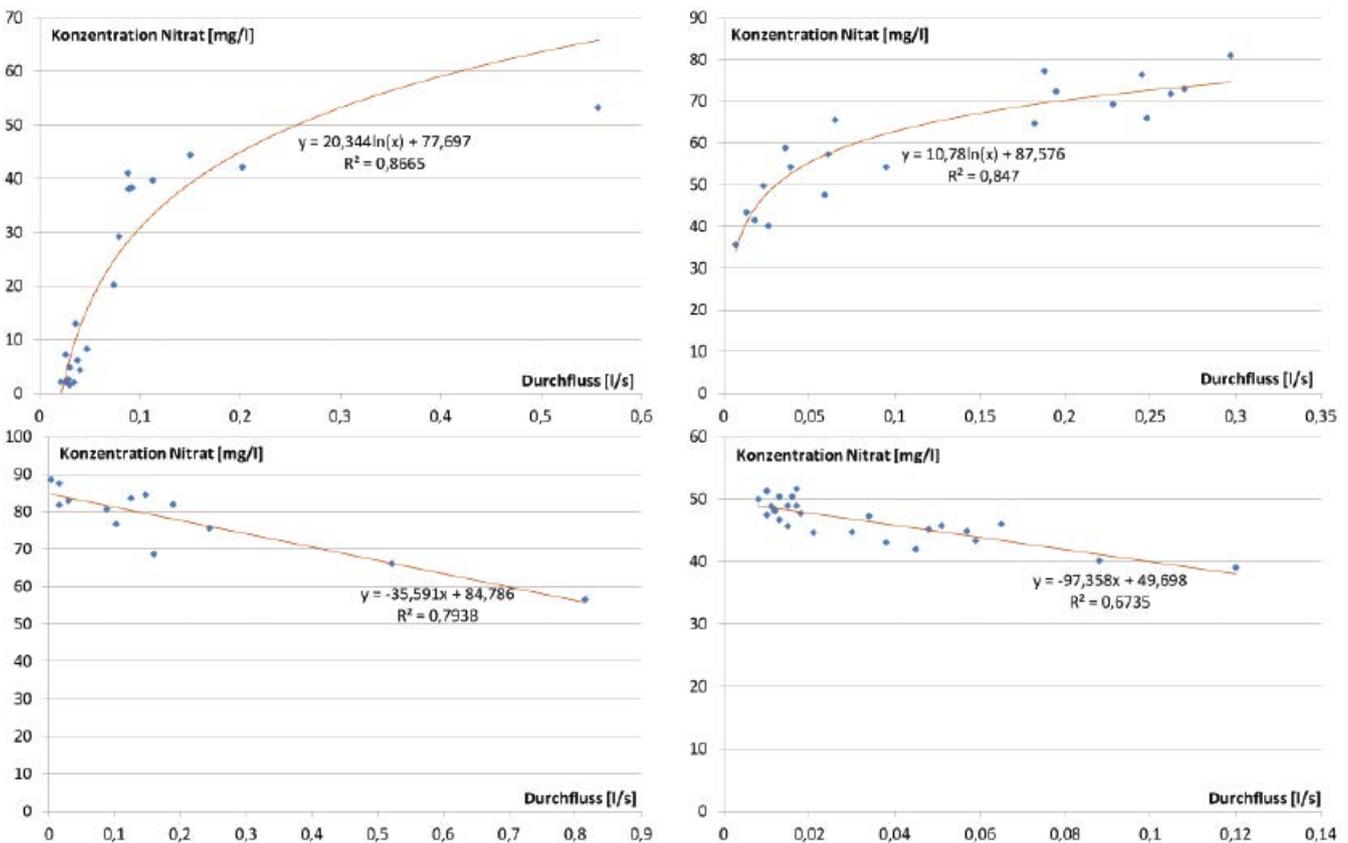


Abb. 6: Im hydrologischen Winterhalbjahr 2011/12 ermittelte Nitratkonzentrationen und Durchflüsse an ausgewählten Dränauslässen; oben links: Dränauslass D08, oben rechts: D09, unten links: D11, unten rechts: D13

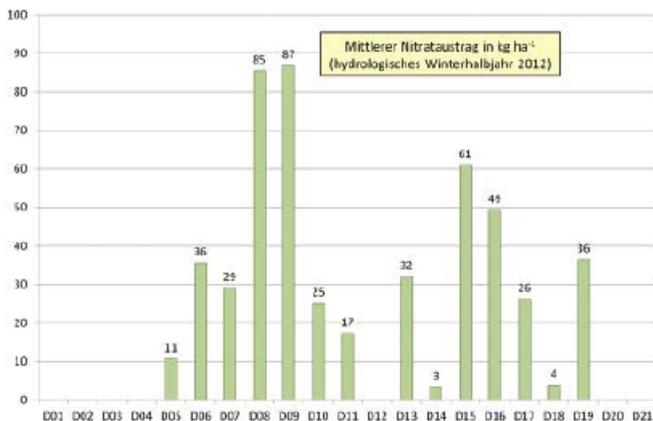


Abb. 7: Mittlere Nitratausträge der Dränabläufe im hydrologischen Winterhalbjahr 2011/12 (soweit auswertbar)

beschränkt sind, sondern über die gesamte Abflussperiode anhalten. Das quasi gleichbleibend hohe Nitratkonzentrationsniveau unterstreicht das Gefährdungspotenzial dieser Dränwässer für die Oberflächengewässerqualität. Die relevanten Dränabflüsse stammen von mit Winterweizen bestellten Ackerflächen bzw. von Brachflächen, auf denen die Vorfrüchte Silomais (D9, D11, D19) bzw. Wintererbsen (D15, D16) angebaut waren. Verbreitete Bodentypen auf diesen Flächen sind Braunerden und Parabraunerden aus sandig-lehmigen Substraten, die als typisch für die Grundmoränenlandschaft Mecklenburg-Vorpommerns gelten.

Andererseits gibt es im Untersuchungsgebiet Dränwässer (D1, D2, D4, D8, D10, D14 und D17) mit vergleichsweise geringeren mittleren Nitratkonzentrationen (6,1 mg/l bis 21,0 mg/l Nitrat). Damit wird dem Konzentrationsbereich von unbelastet bis deutlich belastet entsprochen [16]. Auf den dazugehörigen Ackerflächen standen 2011/12 Wintergerste, Winterweizen, Winterroggen bzw. Wintererbsen. Als Vorfrüchte dienten verschiedene Wintergetreidearten. Bodentypologisch handelt es sich um Fehlerden und Pseudogleye, die sich verbreitet auf lehmigen Substraten entwickelt haben. Böden dieser Pedogenese lassen aufgrund der charakteristischen Porengrößenverteilung zumindest zeitweilig Denitrifikation als Möglichkeit des Nitratabbaus erwarten.

Die Dränwässer der Auslässe D3, D5, D6, D7, D12, D13, D18, D20 und D21 nehmen hinsichtlich der Nitratkonzentration eine Mittelstellung ein (26,6 bis 47,9 mg/l). Sie decken den Größenbereich von erhöhter bis hoher Nitratbelastung ab. Die Anbauverhältnisse der Ackerschläge waren durch Wintergetreide bzw. Brache gekennzeichnet. Als Vorfrüchte dienten verschiedene Wintergetreidearten. Ausnahmen bildeten die Ackerschläge an D12 und D13 mit Silomaisanbau in 2011. Hier wurden nach Silomaisanbau im Vergleich zu anderen Ackerschlägen vergleichsweise geringe mittlere Nitratkonzentrationen (27,8 mg/l bzw. 46,2 mg/l) festgestellt. Bei ähnlichen Standortbedingungen wird damit die Rolle der Bewirtschaftungspraxis hervorgehoben.

Bei vergleichender Betrachtung der Detailuntersuchung und der Einzugsgebietsstudie zeigt sich, dass letztere höhere (mittlere Nitratkonzentration 41,5 mg/l) und vor allem viel stärker variierende Nitratkonzentrationen (0,5-114,9 mg/l) aufwies als die Detailuntersuchung (mittlere Nitratkonzentration 21,8 mg/l, Variationsbreite 9,5-38,9 mg/l). Vor allem im Bereich geringer Dränabflüsse < 0,5 l/s ist die Streuung der Konzentrationswerte enorm (Abbildung 5).

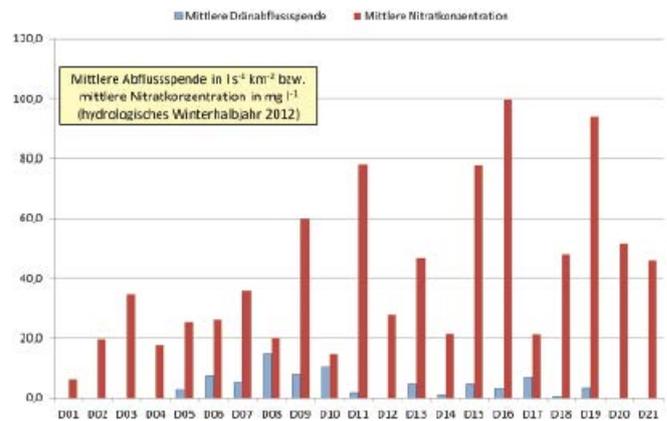


Abb. 8: Mittlere Nitratkonzentrationen und Abflüsse (soweit auswertbar) der 21 Dränabläufe im hydrologischen Winterhalbjahr 2011/12

Interessant ist das sehr unterschiedliche Konzentrations-Durchfluss-Verhalten der Dränabflüsse der Einzugsgebietsuntersuchung, das in Abbildung 6 anhand von vier Fallbeispielen verdeutlicht wird. So gibt es „erwartete“ Reaktionen, bei denen mit steigendem Durchfluss auch die Konzentration zulegt (dargestellt: D08 und D09, ähnlich: D01, D02, D03, D04, D15, D17, D21) – ein häufig feststellbarer Zusammenhang, der vor allem für solche Fälle zu gelten scheint, wo bei geringerem Durchfluss noch geringe oder nur mittlere Nitratkonzentrationen vorherrschen [2]; Nitrat wird hier im Zuge des Abflussprozesses offenbar immer stärker aus dem Boden ausgetragen. Bei anfänglich sehr hohen Konzentrationen kann die weitere Durchflusszunahme dagegen auch zur Verdünnung führen (dargestellt: D11 und D13, ähnlich: D07, D08, D09, D12, D14, D16, D19, D20). Beide Phänomene bedürfen der weiteren Analyse. An den Dränauslässen D05, D06, D10, D18 variieren die Konzentrationen bei ungefähr gleichen Durchflüssen über einen weiten Bereich, so dass eine Zusammenhangsanalyse ins Leere läuft.

Die Ergebnisse bilden einerseits den erwarteten Effekt der breiteren hydrologischen, pedologischen und Nutzungsbedingungen in der Einzugsgebietsanalyse ab und verdeutlichen andererseits, dass mit der Detailuntersuchung typische Verhältnisse der landwirtschaftlichen Praxis im Untersuchungsraum repräsentiert werden. Dabei wird das hohe Nitratkonzentrationsniveau anderer Dränwasseruntersuchungen bestätigt und die Rolle des Dränpfades für das Stoffaustragsgeschehen unterstrichen [17, 18].

Am Standort Dummerstorf bietet sich zudem die Möglichkeit zu prüfen, ob sich die Höhe der Nitratkonzentration im Dränwasser längerfristig verändert. Trotz vielfältiger wirksamer Einflussfaktoren deutet sich eine Tendenz abnehmender Nitratkonzentrationen seit 2001 an. Ausdruck dessen sind die mittleren Nitratkonzentrationen am Dränauslass von 63,1 mg/l Nitrat in der Abflussperiode 2001/02 [6] gegenüber 21,8 mg/l Nitrat in der Abflussperiode 2011/12. Diesem Entwicklungstrend gebührt Beachtung, er sollte im Zuge fortführender Untersuchungen weiter verfolgt werden.

### 4.3 Nitratausträge

Der in der Detailuntersuchung ermittelte Austrag beläuft sich im hydrologischen Winterhalbjahr 2011/12 auf 55 kg/ha Nitrat, entsprechend 12,4 kg/ha Nitrat-N. Damit wird die Grö-

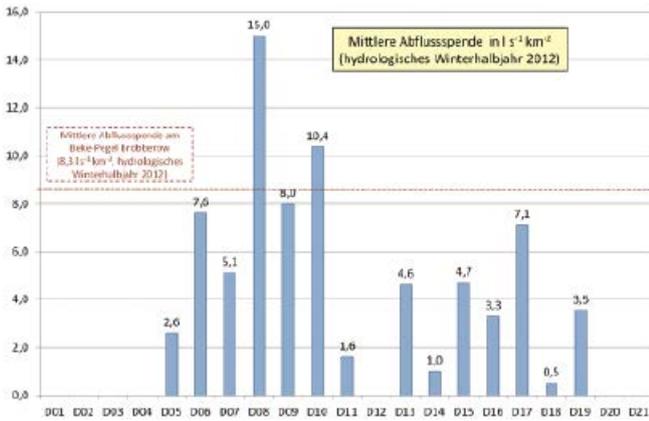


Abb. 9: Mittlere Abflussspenden der Dränabläufe (soweit auswertbar) im hydrologischen Winterhalbjahr 2011/12

ßenordnung des Stickstoffaustrages aus früheren Untersuchungen an diesem Standort prinzipiell bestätigt (15,7 kg/ha in 2003/04, 16,9 kg/ha in 2004/05) [2]. Da es sich bei den genannten Abflussperioden um vergleichsweise niederschlagsarme Zeiträume handelte und Abfluss und Nitratkonzentration häufig direkt miteinander verknüpft sind [2], muss in feuchten Abflussperioden mit höheren N-Austrägen gerechnet werden.

Der Mittelwert des Nitrataustrages im hydrologischen Winterhalbjahr 2011/12 aus der Einzugsgebietsuntersuchung (über alle nach der Einzugsgebietsgröße interpretierbaren Dränabläufe D01 bis D21) ist mit 26 kg/ha (5,9 kg/ha Nitrat-N) deutlich geringer. Zu berücksichtigen sind hierbei die hohe Varianz über die Flächen (Abbildung 8) und das Vorkommen einiger Datenfehlstellen (fehlende Flächengrößen). Die Spanne des Nitrataustrages reicht von 3 kg/ha Nitrat bis zu 87 kg/ha Nitrat. Die Nitrataustragsmuster lassen zwar Bezüge zur Anbaukultur bzw. zur Fruchtfolge und/oder dem Düngeregime erkennen, aber keine eindeutigen.

Es variieren einerseits die Nitratausträge für die verschiedenen Kulturen und Düngegaben, andererseits wird mit Blick auf die Nitratkonzentrationen und Durchflüsse klar, dass kein eindeutiger Zusammenhang zu finden ist (Abbildung 8, vgl. auch Abbildung 5).

Insofern wurde analysiert, wie sich die verschiedenen Dränabflüsse als Abflussspenden, d.h. als mittlere Winterhalbjahresabflüsse, bezogen auf die Dränflächen entsprechend der Projektierungsunterlagen bzw. orographischen Situation, darstellen. Daneben erfolgte der Vergleich mit dem mittleren Winterhalbjahresabfluss 2011/12 des Flussgebietes der Beke. Letzteres ist besonders interessant, da der Dränabfluss nur eine Abflusskomponente des Gesamtabflusses darstellt. Es zeigt sich (Abbildung 9), dass auch die Abflussspenden der verschiedenen Dränabläufe erheblich differieren. Die Spanne reicht von 0,5 l/(s km²) bis zu 15 l/(s km²). Der Vergleichswert des mittleren Abflusses für das Winterhalbjahr 2011/12 des Bekegebietes liegt bei 8,3 l/(s km²), der langjährige Mittelwert des Winterhalbjahresabflusses der Beke (Zeitreihe 1975-2011) bei leicht höheren 9,3 l/(s km²).

Insbesondere die mittleren Dränabflussspenden, die nahe bei oder über der mittleren Spende des Bekegebietes liegen, zeigen, dass die Kenntnisse über die hydrologisch relevanten Einzugsgebietsstrukturen unzureichend sind. Entweder führen die Dräne dieser Gebiete in erheblichem Umfang Grundwasser ab, was auf ein größeres unterirdisches Einzugsgebiet schlie-

ßen lässt, als es die Meliorationsunterlagen zunächst vermuten lassen, und/oder die Dränflächen haben in Realität ein insgesamt größeres Einzugsgebiet, als bislang erkennbar ist. Die Klärung dieses Sachverhalts erfordert aber spezifische und regelmäßig aufwändige Analysen.

## 5 Fazit

Sowohl die in hoher zeitlicher Auflösung durchgeführte Detailuntersuchung als auch die an mehreren gedränten Ackerflächen des Mecklenburger Tieflandes durchgeführte Einzugsgebietsuntersuchung belegen die Rolle der Dränung als Belastungsfaktor für die Fließgewässerqualität und die Variabilität der Nitratausträge. Landwirte, die gedränte Flächen bewirtschaften, tragen daher eine besondere Verantwortung, durch ihre Bewirtschaftungsweise die Stoffausträge zu minimieren und zum Schutz der Oberflächenwässer beizutragen. Aus der Dränwasseruntersuchung geht erwartungsgemäß hervor, dass der Abfluss eng an das Niederschlagsgeschehen angekoppelt ist.

An einzelnen Dränablässen gefundene durchgängig hohe Nitratkonzentrationen unterstreichen die Rolle der Bewirtschaftungspraxis für das N-Austragsgeschehen. Die gemessenen Abflüsse zeigen aber auch, dass die Abflussbedingungen offenbar stark differieren. Hohe gebietspezifische Nitratfrachten sind damit nicht nur Folge der Bewirtschaftung, sondern hängen in erheblichem Maße von den Abflussbedingungen ab.

Langfristig angelegte (kontinuierliche) und zeitlich hoch aufgelöste Untersuchungen in Repräsentativgebieten können die Basis zur Klärung vieler Zusammenhänge bilden. Die reale Heterogenität der hydrologischen, pedologischen und bewirtschaftungsrelevanten Bedingungen im Tiefland erfordert aber Regionalisierungsansätze, die sich stark an hydrologischen Konzepten orientieren sollten. Das Problem der Übertragung von Messdaten von wenigen Untersuchungen auf größere Räume ist dabei u. a. im Hinblick auf Fragen der Repräsentativität und der Skaleneffektivität zu betrachten. Systematische Untersuchungen im Hinblick auf Belastungsdaten und -faktoren bilden aber zunächst eine entscheidende Grundlage. Besondere Sorgfalt erfordert die hydrologische Analyse der Einzugsgebietsstrukturen, da diese sehr kleinräumig sind und sich gerade bei fehlenden Projektierungsunterlagen der Meliorationsanlagen herkömmlich nur mit sehr hohem Aufwand analysieren lassen.

## Unser Expertentipp



Seminar  
**Grundlagen morphodynamischer Phänomene in Fließgewässern**  
24.06.2014 in Fulda  
€ 310,00/€ 260,00

Merkblatt  
ATV-DVWK-M 901  
**Gefügestabilität ackerbaulich genutzter Mineralböden – Teil III: Methoden für eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung**  
März 2002, 27 Seiten, DIN A4  
€ 15,00/€ 12,00\*

Arbeitsblatt  
DWA-A 920-1 (Entwurf)  
**Bodenfunktionsansprüche – Teil 1: Ableitung von Kennwerten des Bodenwasserhaushaltes**  
Dezember 2013, 46 Seiten, DIN A4,  
€ 49,00/€ 39,20\*

für DWA-Mitglieder

\*) für fördernde DWA-Mitglieder

Drän- auslass Nr.	Fläche Nr.	Größe Dränein- zugsgebiet [ha] * unsicher	Vorfrucht	mineralische N-Düngung zur Vorfrucht [kg N/ha]	organische N-Düngung zur Vorfrucht [kg N/ha]	Hauptfrucht	mineralische N-Düngung zur Hauptfrucht [kg N/ha]	organische N-Düngung zur Hauptfrucht [kg N/ha]	Hangnei- gung [°]	Mittlerer Grundwas- serflurab- stand [m]	Bodentyp nach MMK	Substrattyp nach MMK
D01	F01	*	Wintergerste	198	0	Winterweizen	192	0	1,7	1,0	Braunstaugley	lehmig
D02	F01	*	Wintergerste	198	0	Winterweizen	192	0	1,0	1,0	Braunstaugley	lehmig
D03	F02	*	Winterroggen	149	288	Wintergerste	116	0	1,0	2,1	Fahlerde	lehmig
D04	F02	*	Winterroggen	149	288	Wintergerste	116	0	0,8	2,5	Braunstaugley	lehmig
D05	F03	8,1	Winterweizen	210	0	Brache	152	0	1,0	1,1	Parabraunerde	sandig
D06	F04	6,6	Winterweizen	210	0	Winterweizen	162	0	0,9	1,0	Staugley	sandig
D07	F05	9,1	Winterroggen	80	105	Winterroggen	160	105	2,1	7,5	Staugley	sandig
D08	F06	0,6	Mais	160	0	Winterweizen	149	0	2,7	4,0	Fahlerde	lehmig
D09	F06	1,6	Mais	160	0	Winterweizen	149	0	1,7	4,4	Fahlerde	lehmig
D10	F07	11,1	Wintergerste	160	0	Winterroggen	100	0	0,3	1,0	Parabraunerde	sandig
D11	F08	11,8	Mais	161	0	Brache	152	0	1,2	8,8	Staugley	sandig
D12	F09	*	Mais	161	0	Brache	152	0	1,2	4,1	Braunstaugley	lehmig
D13	F10	0,7	Mais	95	30	Winterweizen	112	0	4,6	1,1	Fahlerde	lehmig
D14	F11	3,3	Winterraps	182	18	Winterweizen	122	30	1,8	1,3	Parabraunerde	sandig
D15	F11	1,8	Winterraps	182	18	Winterweizen	122	30	1,1	1,0	Braunerde	sandig
D16	F11	11,0	Winterraps	182	18	Winterweizen	122	30	1,0	1,2	Parabraunerde	sandig
D17	F12	28,5	Wintergerste	188	55	Winterraps	239	0	2,1	23,5	Braunstaugley	lehmig
D18	F12	14,8	Wintergerste	188	55	Winterraps	239	0	2,9	16,8	Braunstaugley	lehmig
D19	F13	3,2	Mais	210	0	Brache	81	0	1,8	5,9	Braunstaugley	lehmig
D20	F14	*	Winterweizen	247	0	Wintergerste	135	0	2,0	3,6	Braunstaugley	lehmig
D21	F14	*	Winterweizen	247	0	Wintergerste	135	0	1,4	1,5	Braunstaugley	lehmig

Tabelle 1: Kennzeichen der 21 Dränauslässe bzw. 14 konventionell bewirtschafteten Flächen, verändert nach [15]

Weitergehende Untersuchungen sollten mehrjährige Zeiträume umfassen, unbedingt Hotspots der Gewässerbelastung identifizieren und geeignete standortangepasste landwirtschaftliche Bewirtschaftungspraktiken auszuwählen helfen sowie auch Effekte von wasserwirtschaftlichen Managementmaßnahmen prüfen.

**Dank**

Wir danken Herrn Dipl.-Ing. Rüdiger Barz, Geschäftsführer des Wasser und Bodenverbandes Warnow-Beke, für die freundliche Unterstützung bei der Analyse der Dräneinzugsgebiete.

**Literatur**

[1] DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) (Hrsg.) (2012): *Reduktion der Stoffeinträge durch Maßnahmen im Drän- und Gewässersystem sowie durch Feuchtgebiete*. Hennef, 86 S.

[2] Tiemeyer, B., Kahle, P., Lennartz, B. (2006): *Nutrient losses from artificially drained catchments in North-Eastern Germany at different scales*. *Agricultural Water Management* 85, 47-57.

[3] Tomer, M. D., Meek, D.W., Jaynes, D. B., Hatfield, J. L. (2003): *Evaluation of Nitrate Nitrogen Fluxes from a Tile-Drained Watershed in Central Iowa*. *Journal of Environmental Quality* 32, 642-653.

[4] David, M. B., Gentry, L. E., Kovacic, D. A., Smith, K. M. (1997): *Nitrogen balance in and export from agricultural watershed*. *J. Environm. Qual.* 26, 1038-1048.

[5] Fuchs, S., Scherer, U., Wander, R., Behrendt, H., Venohr, M., Opitz, D., Hillenbrand, TH., Marscheider-Weidemann, F., Götz, TH. (2010): *Berechnung von Stoffeinträgen in die Fließgewässer Deutschlands mit dem Modell MONERIS – Nährstoffe, Schwermetalle und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe*. UBA-Texte 45/2010.

[6] Kahle, P., Tiemeyer, B., Lennartz, B. (2005): *Stoffausträge aus landwirtschaftlichen Nutzflächen über Dränung*. *Wasserwirtschaft* 95 (2005)12, 12-16.

[7] Mehl, D., Steinhäuser, A., Koch, F. & Küchler, A. (2009): *Regionalisierung der Nährstoffbelastung in Oberflächengewässern in Mecklenburg-Vorpommern*. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 53 (5), 336-341.

[8] Behrendt, H., Bachor, A. (1998): *Point and diffuse load of nutrients to the Baltic Sea by river basins of North East Germany (Mecklenburg-Vorpommern)*. *Water Science and Technology* 38 (10), 147-155.

[9] UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.) (2009): *Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer Deutschlands*. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

[10] BIOTA (2010): *Ermittlung von Art und Intensität künstlicher Entwässerung von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern*. biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 102 S.

[11] BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (2005): *Die Wasserrahmenrichtlinie – Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 in Deutschland*. Berlin, 67 S.

[12] Kuhr, P., Kunkel, R., Wendland, F., Baron, U., Voigt, H.-J. (2011): *Bewertung und Optimierung von Grundwasserschutz-Maßnahmenprogrammen nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie*. UBA Texte Nr. 14/2011 (Nr. 16)

[13] Holsten, B., Bednarek, A., Fier, A., Fohrer, N., Heckrath, G., Höper, H., Hugenschmidt, C., Kjærgaard, C., Krause, B., Litz, N., Matzinger, A., Orlikowski, D., Périllon, C., Pfannerstill, M., Rouault, P., Schäfer, W., Trepel, M., Ubraniak, M., Zalewski, M. (2012): *Potenziale für den Einsatz von Nährstoff-Filterssystemen in Deutschland zur Verringerung der Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer*. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 56, 4-15.

[14] Mehl, D. & Kästner, U. (2012): *Anlage eines Feuchtgebietes zum Nährstoffrückhalt als Kombinationslösung Dränwasser/gereinigtes Abwasser am Neuklostersee (Mecklenburg-Vorpommern)*. *KW Korrespondenz Wasserwirtschaft* 5 (12), 660-666.

[15] Sandmann, I. (2012): *Nitratbelastung von Dränwässern in Abhängigkeit von Bodenbedingungen und Nutzung*. Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät., Masterarbeit, 43 S.

[16] LAWA (1998): *Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland. Chemische Gewässergüteklassifikation*. Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 1-35.

[17] Jaynes, D. B., Colvin, T. S., Karlen, D. L., Cambardella, C. A., Meek, D. W. (2001): *Surface water quality. Nitrate loss in subsurface drainage as affected by nitrogen fertilizer rate*. *J. Environm. Qual.* 30, 1305-1314.

[18] Dolezal, F., Kvítek, T. (2004): *The role of recharge zones, discharge zones, springs and tile drainage systems in peneplains of Central European highlands with regard to water quality generation processes*. *Phys. Chem. Earth* 29, 775-785.

**Autoren**

Dr. agr. Petra Kahle  
 Universität Rostock, Agrar- und  
 Umweltwissenschaftliche Fakultät  
 Justus-von-Liebig-Weg 6, 18051 Rostock

E-Mail: [petra.kahle@uni-rostock.de](mailto:petra.kahle@uni-rostock.de)

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl  
 biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH  
 Nebelring 15, 18246 Bützow

E-Mail: [dietmar.mehl@institut-biota.de](mailto:dietmar.mehl@institut-biota.de)



Schauen Sie mal rein!

Wasserwirtschaft · Abwasser · Abfall

Der DWA-Branchenfürer



**Der DWA-Branchenfürer,**  
 Ihr kompetenter Partner bei Ihrer Suche nach Produkten, Service, Dienstleistungen im Bereich Abwasser, Abfall, Hydrologie, Wasserbau, Wasserkraft und vieles mehr.

**Fordern Sie ein Probeexemplar an:**  
 Frau Rita Theus  
 Tel.: 02242 872-153  
 oder [theus@dwa.de](mailto:theus@dwa.de)

Im Internet: [www.gfa-news.de](http://www.gfa-news.de)

Rechte Seite: BRANCHENFÜHRER