

Reduktion der Stoffeinträge durch Maßnahmen im Drän- und Gewässer- system sowie durch Feuchtgebiete

August 2012



Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland

Tel.: +49 2242 872-333

Fax: +49 2242 872-100

E-Mail: info@dwa.de

Internet: www.dwa.de

Satz:

DWA

Druck:

Druckhaus Köthen

ISBN:

978-3-942964-56-2

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2012

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Die Verbesserung der Oberflächengewässerqualität ist ein gemeinsames Anliegen der deutschen Land- und Wasserwirtschaft. Trotz zahlreicher Anstrengungen ist die Belastung der Oberflächengewässer durch Nährstoffe und Pflanzenschutzmittel in Deutschland nach wie vor hoch. Um einen guten Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen, wie von der EG-Wasserrahmenrichtlinie gefordert, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die Einträge zu mindern. Zahlreiche Maßnahmen mit flächendeckender Wirkung, wie die Neufassung der Düngeverordnung (2009) oder die Umsetzung von Agrarumweltprogrammen der Bundesländer haben keine durchschlagende Wirkung erzielt. Das betrifft insbesondere landwirtschaftliche Flächen mit Dränsystemen, denen bei gleicher Nutzung eine durchaus höhere Stoffaustragsgefährdung als vergleichbaren Flächen ohne Dränsystemen zugesprochen werden muss (z. B. KREINS et al. 2010). Maßnahmen zur Reduktion der Stoffeinträge in die Gewässer können bereits im Dränsystem, in der Vorflut oder schließlich im Gewässer selbst durchgeführt werden. In der Bundesrepublik Deutschland liegen jedoch bisher nur wenige Informationen zur Eignung und Wirksamkeit solcher Maßnahmen sowie deren praktischen Umsetzung vor. Dieses Defizit soll im Rahmen dieses Themenbandes aufgegriffen werden, um den derzeitigen Kenntnisstand zu diesen Maßnahmen zusammenfassen.

Der Themenband wurde von einem Arbeitskreis erstellt, der vom Fachausschuss GB-6 „Bodennutzung und Stoffeinträge in Gewässer“ und Fachausschuss GB-7 „Bodenschutz, Boden- und Grundwasserunreinigungen“ eingesetzt wurde.

Verfasser

Der Themenband wurde von der DWA-Arbeitsgruppe GB-7.1 „Abfluss- und Nährstoffmanagement entwässerter Gebiete“ im DWA-Fachausschuss GB-7 „Bodenschutz, Boden- und Grundwasserunreinigungen“ erarbeitet. Dieser DWA-Arbeitsgruppe gehören folgende Mitglieder an:

FIER, Annegret	Dipl.-Ing. (FH), Hannover
HIRT, Ulrike	Dr., Berlin (Sprecherin)
HOLSTEN, Bettina	Dr., Kiel
KAHLE, Petra	Dr. agr., Rostock
KALETTKA, Thomas	Dr., Müncheberg
KOCH, Franka	Dipl.-Ing., Güstrow
KRÄMER, Inga	Dr., Warnemünde
LENNARTZ, Bernd	Prof. Dr., Rostock
LITZ, Norbert	Dr., Berlin
MAHNKOPF, Judith	Dipl. Geogr., Berlin
MATZINGER, Andreas	Dr., Berlin
RUPP, Holger	Dr., Halle
STEIDL, Jörg	Dr.-Ing., Müncheberg
TREPEL, Michael	Dr. habil., Flintbek

Als Gäste haben mitgewirkt:

PÉRILLON, Cécile	Dipl.-Ing., Berlin
SCHMIDT, Sylke	Dr., Leipzig

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------	--

Inhalt

Vorwort	.....	3
Verfasser	.....	3
Bilderverzeichnis	.....	6
Tabellenverzeichnis	.....	7
1	Reduktion der Stoffeinträge durch Maßnahmen im Drän- und Gewässersystem sowie durch Feuchtgebiete	8
1.1	Einführung	8
1.2	Ziel und Umfang von Dränmaßnahmen in Deutschland	9
1.3	Nähr- und Schadstoffe und ihre Eintragspfade	13
1.4	Prozesse zur Stoffretention	14
1.4.1	Denitrifikation	14
1.4.2	Sedimentation	15
1.4.3	Phosphor-Adsorption	15
1.4.4	Abbau von Pflanzenschutzmitteln	15
1.4.5	Sorption von Pflanzenschutzmitteln	16
1.4.6	Biomasseproduktion	16
1.4.7	Torfakkumulation	16
1.5	Maßnahmen zur Stoffretention	16
2	Maßnahmen im Dränsystem	18
2.1	Kontrollierte Dränung (controlled drainage)	18
2.1.1	Vorstellung der Maßnahme mit Konstruktions- und Funktionsprinzip	18
2.1.2	Beispielstudien mit Angaben zur Reduktionsleistung der Maßnahme	20
2.1.3	Standorteignung	21
2.1.4	Kosten und Aufwand der Maßnahme	21
2.1.5	Kosten-Nutzen-Gegenüberstellung	21
2.1.6	Zusammenfassende Bewertungen	22
2.2	Organische Dränfilter zum Nitratabbau	22
2.2.1	Einleitung	22
2.2.2	Vorstellung der Maßnahme mit Konstruktions- und Funktionsprinzip	23
2.2.3	Ergebnisse	24
2.2.4	Diskussion	26
2.2.5	Wirkung der Maßnahme anhand von Literaturangaben	26
2.2.6	Standorteignung	26
2.2.7	Angaben zur Reduktionsleistung der Maßnahme	26
2.2.8	Kosten der Maßnahme	27
2.2.9	Kosten-Nutzen	27
2.2.10	Zusammenfassende Bewertung	27
2.3	Filter und reaktive Gräben zur Phosphor-Retention	27
2.3.1	Einleitung	27
2.3.2	Vorstellung der Maßnahme mit Konstruktions- und Funktionsprinzip	27
2.3.3	Standorteignung	28
2.3.4	Bezug zu Beispielstudien	29
2.3.5	Angaben zur Reduktionsleistung der Maßnahme	29
2.3.6	Kosten der Maßnahme	29

2.3.7	Kosten-Nutzen-Gegenüberstellung	29
2.3.8	Zusammenfassende Bewertung	29
3	Feuchtgebiete	30
3.1	Allgemeine Vorstellung der Maßnahme	30
3.1.1	Definitionen, Funktionen und Gestaltungsprinzipien	30
3.1.2	Stoffumsetzungen in Feuchtgebieten	31
3.1.3	Reduktionsleistung.....	32
3.2	Maßnahmebeispiele	34
3.2.1	Natürliche Feuchtgebiete	34
3.2.1.1	Beschreibung der Maßnahme.....	34
3.2.1.2	Standorteignung und Bewirtschaftung	35
3.2.1.3	Erwartete Reduktionsleistung	36
3.2.1.4	Kosten der Maßnahme	38
3.2.2	Retentions-Feuchtgebiete.....	38
3.2.2.1	Beschreibung der Maßnahme.....	38
3.2.2.2	Standorteignung und Bewirtschaftung	39
3.2.2.3	Erwartete Reduktionsleistung	40
3.2.2.4	Kosten der Maßnahme	47
3.2.3	Hufeisenförmige Feuchtgebiete an Dränauslässen („horseshoe wetlands“)	48
3.2.3.1	Beschreibung der Maßnahme.....	48
3.2.3.2	Standorteignung und Bewirtschaftung	50
3.2.3.3	Erwartete Reduktionsleistung	50
3.2.3.4	Kosten der Maßnahme	50
3.2.4	Infiltrationsfeuchtgebiete	50
3.2.4.1	Beschreibung der Maßnahme.....	50
3.2.4.2	Standorteignung und Bewirtschaftung	51
3.2.4.3	Erwartete Reduktionsleistung	51
3.2.4.4	Kosten der Maßnahme	52
3.3	Zusammenfassende Bewertung	52
4	Maßnahmen der Gewässerunterhaltung und -gestaltung.....	54
4.1	Einleitung	54
4.1.1	Morphologische, hydrologische und biologische Einflussgrößen, die die Maßnahmen in Fließgewässern beeinflussen	54
4.1.1.1	Einfluss des Gewässerprofils	54
4.1.1.2	Hydraulische Einflussgrößen.....	54
4.1.1.3	Biogene Einflüsse	54
4.1.1.4	Einflüsse des Sediments	55
4.1.2	Maßnahmen zur Förderung der Reduzierung von Nährstoffen und Pestiziden in Fließgewässern	55
4.1.2.1	Gestaltung des Gewässerprofils.....	55
4.1.2.2	Mahd	56
4.1.2.3	Entnahme von Sedimenten	56
4.1.3	Reduktionsleistung und Bewertung von Maßnahmen	56
4.1.3.1	Gestaltung des Gewässerprofils.....	56
4.1.3.2	Mahd	59
4.1.3.3	Entnahme von Sedimenten	60
4.1.4	Kosten der Maßnahme	60
4.1.4.1	Gestaltung des Gewässerprofils.....	60

Reduktion der Stoffeinträge

4.1.4.2	Mahd	61
4.1.4.3	Entnahme von Sedimenten	61
4.1.5	Zusammenfassende Bewertungen	61
4.2	Offenlegung von verrohrten Fließgewässern	63
4.2.1	Vorstellung der Maßnahme mit Konstruktions- und Funktionsprinzip	63
4.2.2	Standorteignung	64
4.2.3	Bezug zu Beispielstudien	64
4.2.4	Angaben zur Reduktionsleistung der Maßnahme	64
4.2.5	Kosten der Maßnahme	64
4.2.6	Kosten-Nutzen-Gegenüberstellung	65
4.2.7	Zusammenfassende Bewertung	66
5	Zuständigkeiten	66
6	Finanzierungsmöglichkeiten	68
7	Fazit	73
Glossar	.....	74
Literatur	.....	77

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Anteil der Dränfläche an der landwirtschaftlichen Nutzfläche in den Einzugsgebieten Deutschlands.....	11
Bild 2:	Auftrittswahrscheinlichkeit von Dränflächen in den Neuen Bundesländern	12
Bild 3:	Pfade des Stickstoffeintrags in die Vorfluter der BRD.....	14
Bild 4:	Schnitt und Draufsicht einer Regelungseinheit für Einzel-Sauger an Dränflächen.....	18
Bild 5:	Wirkprinzip der Regelungseinheit zur Einstellung des Wasserstandes.....	19
Bild 6:	Durchflussregelungseinheit ‚Typ Rostock‘ (controlled drainage)	20
Bild 7:	Dränfilter aus Xylit	23
Bild 8:	Aufbau Dränkasten	23
Bild 9:	NO ₃ -N-Konzentration im zugeführten künstlichen Beregnungswasser und im abgeführten Sickerwasser, zusätzlich: Temperaturverlauf im Dränkasten.....	25
Bild 10:	Abgebauter NO ₃ -N-Anteil an der insgesamt zugeführten NO ₃ -N-Menge innerhalb eines Jahres	25
Bild 11:	Fünf mögliche Varianten um Materialien zur Phosphorsorption in ein Dränsystem einzubringen	28
Bild 12:	Publizierte Stoffrückhalteleistungen für abfiltrierbare Stoffe, Gesamtphosphor und Gesamtstickstoff in natürlichen und künstlichen Feuchtgebieten mit landwirtschaftlich belasteten Quellen.....	32
Bild 13:	Publizierte Stoffrückhalteleistungen in natürlichen und künstlichen Feuchtgebieten für Nitrat in Abhängigkeit a) der mittleren Wasseraufenthaltszeit sowie b) der Nitrat-Zulaufkonzentration	33
Bild 14:	Blick in den Mittelpolder der Pohnsdorfer Stauung bei Preetz nach Wiederherstellung eines Überflutungsregimes durch Aufgabe des Schöpfwerkbetriebs und Wiederherstellung der hydraulischen Durchgängigkeit zwischen Fließgewässer und Niederung durch Anlage von Überlaufschwellen.....	34
Bild 15:	Schema eines Retentions-Feuchtgebietes mit Abfolge der Wirkelemente	39
Bild 16:	Retentionsanlage I mit Dränsystem, Fotos beim Bau, im Winter sowie im Frühjahr und Sommer danach	42
Bild 17:	Retentionsanlage II, links vor und rechts nach der Sedimententnahme.....	42
Bild 18:	Retentionsanlage III, links nach Reaktivierung der Senke und rechts im Sommer danach	42
Bild 19:	Schematische Darstellung eines sogenannten horseshoe wetland im Gewässerrandstreifen, welches den Abfluss aus einem Dränsystem auffängt und als Nährstoffretentionszone fungiert.....	49
Bild 20:	Horseshoe wetland, angelegt in der Nähe von Helsingborg.....	49

Bild 21:	Bau eines Infiltrationsfeuchtgebietes mit Kiesfilter und Dränrohren in der Bretagne, Frankreich.....	51
Bild 22:	Stickstoffrückhalteleistungen von künstlichen Feuchtgebieten.....	52
Bild 23:	Verrohrte Fließgewässer in Mecklenburg-Vorpommern	63
Bild 24:	Schematischer Unterschied zwischen einem verrohrten Fließgewässer, einem grabenähnlichen und einem naturnahen Fließgewässer als Grundlage eines ökologischen und ökonomischen Alternativenvergleichs.....	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	In Dränkästen geprüfte Filtervarianten.....	24
Tabelle 2:	Publizierte flächenbasierte Rückhalteraten in konstruierten Feuchtgebieten.....	33
Tabelle 3:	Mittlerer jährlicher Nährstoffaustrag aus nordwestdeutschen Böden.....	37
Tabelle 4:	Stickstoffrückhaltung in überflutungsgeprägten Feuchtgebieten.	37
Tabelle 5:	Detaillierte Charakteristika der untersuchten Pilotanlagen.....	41
Tabelle 6:	Durchfluss und Wasserrückhalt der Retentionsanlagen in den Bilanzjahren.....	43
Tabelle 7:	Stickstoffreduktion der Retentionsanlagen für Bilanzjahre.....	43
Tabelle 8:	Phosphorreduktion der Retentionsanlagen für Bilanzjahre.....	44
Tabelle 9:	Prozentualer Anteil der Prozesse am flächennormierten Stickstoff-Umsatz der Vegetationszonen....	45
Tabelle 10:	Prozentualer Anteil der Prozesse am flächennormierten Phosphor-Umsatz der Vegetationszonen	46
Tabelle 11:	Jährliche Kosten für die Pilotanlagen der Retentionsanlagen	47
Tabelle 12:	Kosten des Rückhaltes von Stickstoff und Phosphor in den Pilotanlagen.....	48
Tabelle 13:	Geschätzte mittlere jährliche Retentionsraten in unterschiedlichen Gewässern.....	57
Tabelle 14:	Einfluss der Sohlbreite auf die Retentionsleistung von Stickstoff und Phosphor in Fließgewässern.....	57
Tabelle 15:	Stickstoffrückhalt in $\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ in 1 km langem Graben bei Verwendung des Flächenansatzes und verschiedenen Mittelwerten des Stoffrückhaltes pro Hektar und Jahr sowie unter Verwendung bei Aufenthaltszeiten von 4,2 Tagen (60 % Rückhalt) und 0,8 Tagen (25 % Rückhalt) und unterschiedlichen Nährstoffeinträgen aus einem 3 ha Einzugsgebiet.....	58
Tabelle 16:	Phosphorrückhalt in $\text{kg P ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ in 1 km langem Graben bei Verwendung des Flächenansatzes und verschiedenen Mittelwerten des Stoffrückhaltes pro $\text{ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ sowie unter Verwendung bei Aufenthaltszeiten von 4,2 Tagen (50 % Rückhalt) und 0,8 Tagen (28 % Rückhalt) und unterschiedlichen Nährstoffeinträgen aus einem 3 ha Einzugsgebiet.....	58
Tabelle 17:	Stickstoffrückhalt nach Einbau einer Sohlschwelle in 60 cm breiten und 1 km langem Graben bei einem 3 ha großen Einzugsgebiet bei unterschiedlich stark belastetem Dränwasser von 20, 40 und 70 $\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$	59
Tabelle 18:	Phosphorrückhalt nach Einbau einer Sohlschwelle in 60 cm breiten und 1 km langem Graben bei einem 3 ha großen Einzugsgebiet bei unterschiedlich stark belastetem Dränwasser von 0,4, 0,9 und 7 $\text{kg P ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$	59
Tabelle 19:	Zusätzlicher jährlicher Rückhalt von N (4,5 %) und P (1,7 %) in kg a^{-1} durch einen Verzicht auf Mahd alle 2 Jahre für ein 5 m breites Gewässer von 1 km Länge	60
Tabelle 20:	Halbqualitative Bewertung einzelner positiv/negativ wirkender Maßnahmen und Einflussgrößen auf die Retardation von Nähr- und Schadstoffen in Fließgewässern.....	62
Tabelle 21:	Projektkostenbarwert (€ m^{-1}) bei Umsetzung der Szenarien Neuverrohrung, grabenähnliches und naturnahes Fließgewässer im untersuchten Einzugsgebiet Untere Peene in Mecklenburg-Vorpommern.....	65
Tabelle 22:	Mögliche Zuständigkeiten für die Maßnahmen.	67
Tabelle 23:	Förderrichtlinien und Förderschwerpunkte für Projekte zur Reduktion von Nährstoffeinträgen über Dränsysteme in den Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland.....	69

1 Reduktion der Stoffeinträge durch Maßnahmen im Drän- und Gewässersystem sowie durch Feuchtgebiete

1.1 Einführung

Mit der Intensivierung der Landwirtschaft wuchs in den vergangenen Jahrzehnten das Risiko der Austräge von Nähr- und Schadstoffen aus landwirtschaftlichen Flächen und der resultierenden Belastungen von Gewässern. Die gemessenen Nitratkonzentrationen im Sicker- und auch Dränwasser liegen häufig oberhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 50 mg NO₃/l (TrinkwV 2001) (BLANKENBURG & SCHEFFER 2008). Inzwischen gibt es zahlreiche rechtliche Vorgaben und administrative Maßnahmen zur Reduktion der Stoffausträge aus landwirtschaftlichen Flächen (z. B. DÜV 2006), Agrarumweltprogramme der Bundesländer). Solche Vorgaben entwickeln die gute landwirtschaftliche Praxis weiter und gehen teilweise aber auch darüber hinaus. Sie zielen vor allem auf die Reduktion des Düngemitelesinsatzes mit einem effektiven Düngemanagement und Mitteln der Fruchtfolgegestaltung. Untersuchungen vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie in Niedersachsen (LBEG) und der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zeigen allerdings: Selbst wenn ein Landwirt auf auswaschungsgefährdeten Ackerböden standortangepasst düngt (nach guter fachlicher Praxis z. B. nach Düngeempfehlung der Landwirtschaftskammer) und Maßnahmen wie den Anbau von Zwischenfrüchten einhält, sind mittlere jährliche Nitratkonzentrationen unter 50 mg NO₃/l im Sickerwasser häufig nicht zu erreichen (HENNING & SCHEFFER 2000, PAMPERIN et al. 2003). Mehrere Faktoren sind hierfür verantwortlich und nicht alle können vom Landwirt beeinflusst werden (vgl. HÖPER & MEESENBURG 2012):

Hauptfrüchte wie z. B. Getreide und Raps werden bereits im Juli/August geerntet. Tritt danach eine feuchtwarme Witterung ein, kommt es zu Mineralisationsschüben. Intensive Bodenbearbeitung verstärkt die Mineralisation. Eine Zwischen- oder Nachfrucht könnte dieses Nitrat nur dann aufnehmen, wenn die Bestands- bzw. Wurzelentwicklung vor Eintritt des Winters weit genug vorangeschritten ist. Zudem besteht häufig die Gefahr, dass der Bedarf der Pflanzen durch die freigesetzte Stickstoffmenge und die ggfs. im Herbst erfolgte Düngung überschritten wird.

Von der Hauptfrucht nicht ausgeschöpfte Düngergaben, insbesondere in Jahren mit trockenheitsbedingten Ertragsdepressionen, können zu einem erheblichen Nitratüberschuss im Boden führen.

Im Spätsommer/Herbst setzt in der Regel die Sickerwasserbildung ein. Von ihrer Intensität hängt ab, wie schnell Nitrat in für Pflanzenwurzeln nicht mehr zu erreichende Tiefen verlagert wird.

Verlauf und Höhe der Nitratkonzentration im Sickerwasser ergeben sich aus dem Stickstoffvorrat des Bodens bzw. dessen Mineralisationsleistung, aus Düngungsüberschuss und -zeitpunkt und dem Stickstoffaneignungsvermögen der Kultur. Letztlich wird sie auch durch die Sickerwassermenge selbst bestimmt. In unseren Ackerböden haben sich über die letzten Jahrzehnte erhebliche Stickstoffvorräte aufgebaut. Selbst bei totalem Verzicht auf eine Stickstoffdüngung zu Ackerkulturen liefern diese Böden noch jahrelang Stickstoff nach bzw. ist der Stickstoffaustrag mit dem Sickerwasser deutlich erhöht, auch bei ökologischem Ackerbau. Gleichzeitig führt der Düngungsverzicht zu einem starken Ertragsrückgang insbesondere bei Getreide (PAMPERIN et al. 2003).

Extensivierung und Umwandlung von Acker in Dauergrünland sind langfristig eine Möglichkeit insbesondere die Nitrat- bzw. Nährstoffausträge zu senken, global betrachtet jedoch zu hinterfragen: Deutschland und große Teile der EU verfügen über fruchtbare Böden und für Landwirtschaft günstige Witterungsbedingungen. Trotzdem ist die EU der weltgrößte Importeur für Nahrungsmittel und ein hoher Anteil der Importe stammt aus Entwicklungsländern (MARTINEZ PALOU & ROHNER-THIELEN 2011). Um die gleiche Menge an Ertrag zu erwirtschaften, ist dort aufgrund der schlechteren Produktionsbedingungen jedoch oft mehr Fläche erforderlich. Zudem sind Umweltstandards wesentlich schwerer zu kontrollieren bzw. etablieren. Hinzu kommt der energieaufwendige Transport. Es besteht somit eine große Gefahr, dass die Nitrat- bzw. Nährstoffproblematik lediglich auf Flächen außerhalb der EU verlagert wird.

Aus den genannten Gründen sehen die Autoren wasserseitige Maßnahmen als notwendige und sinnvolle Ergänzung zu den landwirtschaftlichen Maßnahmen zur Erreichung von Reduktionszielen wie sie z. B. die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vorsieht. Das betrifft insbesondere landwirtschaftliche Flächen mit Dränsystemen, denen bei gleicher Nutzung eine durchaus höhere Stoffaustragsgefährdung als vergleichbaren Flächen ohne Dränsystemen zugesprochen werden muss (z. B. KREINS et al. 2010). Maßnahmen zur Reduktion der Stoffeinträge in die Gewässer sind bereits im Dränsystem, in der Vorflut oder schließlich im Gewässer selbst möglich. In der Bundesrepublik Deutschland liegen jedoch bisher nur wenige Informationen zur Eignung und Wirksamkeit solcher Maßnahmen sowie deren praktischen Umsetzung vor. Das vorliegende Themenheft greift dieses Defizit auf und gibt zunächst einen Überblick über den derzeitigen internationalen Wissenstand zu