



**Hintergrunddokument zur
wichtigen Wasserbewirtschaftungsfrage**

**Reduktion der signifikanten stofflichen
Belastungen aus Nähr- und Schadstoffen**

Teilaspekt Nährstoffe

Herausgeber:
Flussgebietsgemeinschaft Elbe



Impressum

Gemeinsamer Bericht der Bundesländer der Flussgebietsgemeinschaft Elbe:

Freistaat Bayern
Land Berlin
Land Brandenburg
Freie und Hansestadt Hamburg
Land Mecklenburg-Vorpommern
Land Niedersachsen
Freistaat Sachsen
Land Sachsen-Anhalt
Land Schleswig-Holstein
Freistaat Thüringen

und der Bundesrepublik Deutschland

Koordinierung: Geschäftsstelle der Flussgebietsgemeinschaft Elbe

Redaktion: Arbeitsgruppe Oberflächengewässer (AG OW) der FGG Elbe

Stand: 19.11.2015

Bearbeitung: ad-hoc AG Nährstoffe der FGG Elbe

Dr. Michael Trepel (Schleswig-Holstein; Leitung)
Andreas Cott (Thüringen)
Mareike Fischer (Niedersachsen)
Holm Friese (Sachsen)
Michael Haug (Bayern)
Gabriela Kluge (Sachsen-Anhalt)
Franka Koch (Mecklenburg-Vorpommern)
Astrid Krüger (Niedersachsen)
Dr. Nicole Lutsch (Hamburg)
Dr. Gregor Ollesch (Geschäftsstelle der FGG Elbe, Magdeburg)
Dr. Jens Pätzolt (Brandenburg)
Matthias Rehfeld-Klein (Berlin)



Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
1 Veranlassung	4
2 Bewirtschaftungsziele im Hinblick auf Nährstoffe.....	5
3 Zustand und Handlungsbedarf	9
4 Frachtenwicklung am Pegel Seemannshöft.....	11
5 Sauerstofftal in der Tideelbe als Folge hoher Nährstoffgehalte.....	13
6 Modellierung der Nährstoffeinträge.....	14
6.1 Modellkonzept.....	14
6.2 Ergebnisse	14
6.3 Modellgestützte Handlungsempfehlungen.....	15
7 Maßnahmen zur Senkung der Nährstoffeinträge	19
7.1 Maßnahmenumsetzung im ersten Bewirtschaftungszeitraum.....	19
7.2 Ausgewählte umgesetzte Maßnahmen in den Bundesländern	21
7.3 Maßnahmen im zweiten Bewirtschaftungszeitraum.....	24
7.4 Maßnahmenumsetzung im zweiten Bewirtschaftungszeitraum.....	26
8 Fazit	28
9 Literatur.....	29
Anlagen.....	30



1 Veranlassung

Die Belastung des Grundwassers und der Oberflächengewässer einschließlich der Meere mit Nährstoffeinträgen gehört trotz der bereits realisierten Maßnahmen in der Vergangenheit nach wie vor zu den wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (FGG Elbe 2013). Gemäß des 1992 unterzeichneten Übereinkommens zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks (OSPAR-Übereinkommen) sollte im Jahr 2010 eine gesunde Meeresumwelt hergestellt sein, in der Eutrophierung nicht mehr auftritt. Die Umsetzung dieser Strategie erfolgte in Deutschland insbesondere über die Kommunalabwasserrichtlinie (91/271/EWG), die Nitratrichtlinie (91/676/EWG) sowie die IVU-Richtlinie (96/61/EG). Die OSPAR-Strategie ist in der WRRL (2000/60/EG) und in der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (2008/56/EG) (MSRL) für die EU-Mitgliedstaaten rechtlich verbindlich umgesetzt.

Die Höhe der aktuellen Nährstoffeinträge sowie teilweise noch sehr hohen „Altbelastungen“ der Gewässer verhindern die Erreichung der Umweltziele der WRRL sowohl in vielen Grundwasserkörpern, als auch in zahlreichen Fließgewässern und Seen sowie dem Übergangsgewässer Tideelbe und den Küstengewässern der Nordsee.

Vor diesem Hintergrund ist es notwendig, eine langfristig angelegte Nährstoffminderungsstrategie für die Flussgebietseinheit Elbe sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene umzusetzen, um spätestens bis 2027 die Umweltziele der WRRL zu erreichen und zur Zielerreichung der MSRL und der NATURA 2000-Richtlinien beizutragen.

Die Europäische Kommission hat dazu bei der Evaluierung der von Deutschland vorgelegten ersten Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme kritisch festgestellt, dass eine Nährstoffminderungsstrategie, die vorrangig auf freiwillige Maßnahmen setzt, nicht ausreichen wird, um die Ziele der WRRL mittel- bis langfristig zu erreichen. Sie empfiehlt insbesondere für den Bereich Landwirtschaft eine ausgewogene Balance zwischen freiwilligen und verpflichtenden Maßnahmen, wobei ihrer Ansicht nach die verpflichtenden Maßnahmen mit klaren Vorgaben seitens der zuständigen Behörden umgesetzt werden sollten.

In diesem Hintergrunddokument zum zweiten Bewirtschaftungsplan wird die Herleitung der Bewirtschaftungsziele dokumentiert, der überregionale Handlungsbedarf aufgezeigt, die Entwicklung der Nährstofffrachten, -konzentrationen und -einträge dargelegt sowie die im ersten Bewirtschaftungszeitraum durchgeführten Maßnahmen exemplarisch beschrieben. Basierend auf den in den Bundesländern geplanten Maßnahmen wird abgeschätzt, welche Wirkung mit diesen Maßnahmen im Hinblick auf die Eintrags- und Frachtminderung am Bilanzpegel Seemannshöft erzielt wird. Darüber hinaus werden Maßnahmenoptionen zur Senkung der Nährstoffkonzentrationen und -frachten genannt, um langfristig die Ziele der WRRL in Fließgewässern, Seen, Übergangs- und Küstengewässern sowie dem Grundwasser zu erreichen.



2 Bewirtschaftungsziele im Hinblick auf Nährstoffe

Die Ziele der WRRL sind es, bis 2015 in allen natürlichen Wasserkörpern der Oberflächengewässer den guten ökologischen und chemischen Zustand, in als erheblich verändert oder künstlich eingestuftem Wasserkörpern ein gutes ökologisches Potenzial und einen guten chemischen Zustand, sowie in den Grundwasserkörpern einen guten chemischen und mengenmäßigen Zustand zu erreichen. Die Lebensgemeinschaften der Oberflächengewässer werden durch hohe Nährstoffeinträge belastet, so dass sich die Häufigkeit und das Vorkommen gewässertypspezifischer Tier- und Pflanzenarten verändert und der gute ökologische Zustand nicht erreicht werden kann. Dieser Prozess wird allgemein als Eutrophierung bezeichnet.

Im Zuge der Umsetzung der WRRL gelten in Deutschland nach den Gewässerkategorien unterschiedene Immissions-Anforderungen für Nährstoffkonzentrationen, aus denen in Verbindung mit aktuellen Monitoringergebnissen der wasserkörperspezifische Reduzierungsbedarf abgeleitet werden kann (Tab. 1). Als Anforderungen werden in diesem Zusammenhang sowohl Qualitätsnormen, verbindliche Schwellenwerte als auch Metric-Werte an der Klassengrenze gut zu mäßig der biologischen Bewertungsverfahren sowie diesbezügliche gewässertypspezifische Orientierungswerte bzw. hieraus abgeleitete Reduzierungsziele bezeichnet.

Tab. 1: Überblick über die Anforderungen zu den Nährstoffkonzentrationen in den Gewässern in Deutschland.

Kategorie	Anforderung	Konzentration	Statistik
EG-WRRL vom 22.12.2000			
	Anforderung für den guten Zustand / das gute Potenzial von Oberflächengewässern gemäß Anhang V. Artikel 10 fordert den kombinierten Ansatz für Punktquellen und diffuse Quellen.	Die Nährstoffkonzentrationen liegen nicht über den Werten, bei denen die Funktionsfähigkeit des Ökosystems und die Einhaltung der Werte für die biologischen Qualitätskomponenten gewährleistet sind.	
Richtlinie 91/676/EWG des Rates zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (ABL. L vom 31.12.1991, S. 1).			
	Überwachungswert Qualitätsanforderungen für die Trinkwassergewinnung in den Mitgliedstaaten	Grundwasser 50 mg/l NO_3^- Oberflächengewässer 50 mg/l NO_3^-	



Richtlinie 2006/118/EG vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung			
Grundwasser	Qualitätsnorm	50 mg/l NO ₃ ⁻	Jahresmittelwert
Grundwasserverordnung (GrwV) vom 09.11.2010 (BGBl. I S. 1513)			
Grundwasser	Schwellenwert	50 mg/l NO ₃ ⁻ (entspricht 11,3 mg/l NO ₃ -N)	Jahresmittelwert
Oberflächengewässerverordnung (OgewV) vom 20.07.2009 (BGBl. I. S. 1429)			
Oberirdische Gewässer ohne Übergangs- und Küstengewässer	Umweltqualitätsnorm	50 mg/l NO ₃ ⁻	JD-UQN in mg/l
Biologische Bewertungsverfahren Küstengewässer (Schwellenwert für die Grenze gut/mäßig) (BESCHLUSS DER KOMMISSION vom 20. September 2013 zur Festlegung der Werte für die Einstufungen des Überwachungssystems des jeweiligen Mitgliedstaats als Ergebnis der Interkalibrierung gemäß WRRL und des Rates und zur Aufhebung der Entscheidung 2008/915/EG)			
Küstengewässer Typen N3/4 bzw. NEA 3/4	Schwellenwert für die Grenze gut/mäßig biologische Qualitätskomponente Phytoplankton	10,8 µg l ⁻¹ Chlorophyll a	90-Perzentil der Sommerwerte
BLMP-Papier 2011			
Küstengewässer Typen N3 / N4 bzw. NEA 3/4	einheitliches Reduzierungsziel Gesamtstickstoff für alle in die Nordsee mündenden Flüsse	2,8 mg/l TN	Jahresmittelwert am Übergabepunkt limnisch-marin
LAWA- Empfehlung zur Übertragung flussbürtiger, meeresökologischer Reduzierungsziele ins Binnenland (LAWA 2014b)			
Binnengewässer	meeresökologisch maximale mittlere jährliche Stickstoffkonzentrationen im Binnenland	2,8 mg/l TN bis 5,0 mg/l TN	Bewirtschaftungsempfehlung, diesen Jahresmittelwert in Planungseinheit einzuhalten
LAWA-RAKON-Papier 2014 (LAWA 2014a)			
Fließgewässer	Orientierungswert	0,1 - 0,3 mg/l NH ₄ ⁺ -N	Jahresmittelwert
Fließgewässer	Orientierungswert	0,07 - 0,2 mg/l PO ₄ ³⁻ -P	Jahresmittelwert
Fließgewässer	Orientierungswert	0,1 - 0,3 mg/l TP	Jahresmittelwert
Seen	Orientierungswert	0,03 - 0,09 mg/l TP ¹	Jahresmittelwert

Für die Küstengewässer der deutschen Nordsee wurde von einer Arbeitsgruppe für das Bund-Länder-Messprogramm (BLMP) eine mittlere jährliche Zielkonzentration von 2,8 mg/l Gesamt-Stickstoff am Übergabepunkt limnisch-marin vorgeschlagen. Dieser Zielwert wurde von den LAWA-Gremien bestätigt und wird für die Ableitung des Handlungsbedarfs zur Verringerung der Stickstoffausträge aus der Elbe in die Nordsee am Mündungsprofil Seemannshöft verwendet. Dieser meeresökologisch abgeleitete Zielwert berücksichtigt, dass der trophische Zustand eines Küstengewässers nicht nur von den unmittelbaren Stoffeinträgen des zugehörigen Binneneinzugsgebiets, sondern auch maßgeblich von den Stoffverfrachtungen über den küstenparallelen Zustrom geprägt wird.

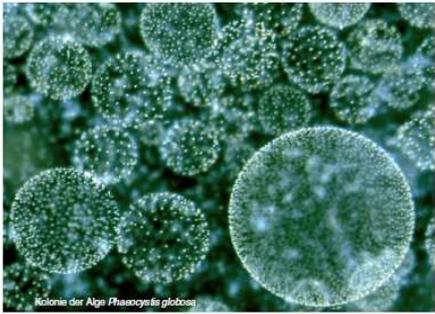
Diese gegenüber dem ersten Bewirtschaftungsplan veränderte Zielableitung wurde im Auftrag der LAWA entwickelt, um für alle in die Nordsee mündenden Gewässer die gleiche Methode anzuwenden. Dieser Methodenwechsel hat zur Folge, dass nicht mehr die Differenz zwischen IST- und SOLL der Chlorophyll-Konzentration in den der Elbe vorgelagerten Küstenwasserkörpern, sondern jetzt die Differenz zwischen der aktuellen mittleren, jährlichen Gesamt-Stickstoffkonzentration und der Zielkonzentration von 2,8 mg/l Gesamt-Stickstoff den Handlungsbedarf bestimmt. Bei beiden Verfahren schwankt der Handlungsbedarf aufgrund abfluss- und witterungsbedingter Faktoren und ist daher keine dauerhaft konstante Größe.

Die LAWA-Empfehlung zur Übertragung meeresökologischer Reduzierungsziele ins Binnenland unter Beachtung der Retention ist eine Bewirtschaftungsempfehlung an die Binneneinzugsgebiete, um die meeresökologischen Zielwerte für die mittlere jährliche Gesamtstickstoffkonzentration erreichen zu können. Werden diese Empfehlungen für die mittleren jährlichen Stickstoff-Konzentrationen in Fließgewässern in den Planungseinheiten eingehalten, können die für die Nordsee notwendigen Stickstoffreduzierungsvorgaben erfüllt werden (LAWA 2014b).

Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

MEERESUMWELT
ZWEITJÄHRIGES
MESSPROGRAMM

Konzept zur Ableitung von Nährstoffreduzierungszielen in den Flussgebieten Ems, Weser, Elbe und Eider aufgrund von Anforderungen an den ökologischen Zustand der Küstengewässer gemäß Wasserrahmenrichtlinie



Kolonie der Alge *Phaeocystis globosa*

Werden in einer Planungseinheit die empfohlenen Mittelwerte überschritten, sollten evtl. weitere Maßnahmen zur Minderung der Stickstoffeinträge unter den jeweiligen naturräumlichen sowie nutzungsstrukturellen regionalen Gegebenheiten auf praktische Realisierbarkeit geprüft, geplant und umgesetzt werden.

Die Orientierungswerte für Fließgewässer und Seen wurden von der LAWA in einem RAKON-Papier 2007 verabschiedet; die Werte wurden für den zweiten Bewirtschaftungsplan aktualisiert (LAWA 2014a). Es ist beabsichtigt, die überarbeiteten Orientierungswerte in die zu novellierende Oberflächengewässerverordnung zu übernehmen.

Für das Grundwasser ist in Anlage 2 der Grundwasserverordnung ein Schwellenwert von 50 mg/l Nitrat festgelegt; dies entspricht 11,3 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$.



Für die Verringerung der Phosphoreinträge aus dem Elbe-Einzugsgebiet in die Nordsee wurden bislang keine Vorgaben verabschiedet, weil davon ausgegangen wird, dass durch die Einhaltung der Orientierungswerte in den Binnengewässern ein ausreichend großer Handlungsbedarf besteht (LAWA 2014 a), die Phosphor-Einträge in die Meere zu verringern und somit darüber hinaus kein weiterer meeresökologischer Minderungsbedarf besteht. Im Elbe-Strom (Typ 20) wird der aktuell diskutierte Orientierungswert für Phosphor von 0,1 mg/l TP häufig um mehr als die Hälfte überschritten.

3 Zustand und Handlungsbedarf

Im Einzugsgebiet der Elbe besteht ein erheblicher lokaler, regionaler und überregionaler Handlungsbedarf, die Nährstoffeinträge zu reduzieren. Bei Fließgewässern und Seen im Einzugsgebiet der Elbe sind mehr als 80 % der Wasserkörper durch Nährstoffeinträge belastet, sodass flächenhaft ein Handlungsbedarf besteht, die Nährstoffeinträge zu senken.

Belastungen einzelner Wasserkörper oder kleinerer Gewässersysteme sind auf lokaler bzw. regionaler Ebene gezielt durch Maßnahmen in Abhängigkeit von den örtlichen Erfordernissen reduzierbar. Dagegen können für größere Gewässersysteme wie den Elbestrom, das Übergangsgewässer Tideelbe oder die Küstengewässer der Nordsee stoffliche Belastungen nur dann wirkungseffizient verringert werden, wenn alle Oberlieger Maßnahmen zur Verminderung der Einträge und Verbesserung des Rückhalts planen und durchführen.

In den der Elbe vorgelagerten Küstengewässern wird der Zielwert für das 90-Perzentil der Chlorophyll a-Konzentration der Vegetationsperiode (März – September) in den Jahren 2009 – 2012 um 38% bis mehr als 400% überschritten. Die Verhältnisse in der Nordsee werden neben dem Eintrag aus der Elbe zu einem großen Teil über den Nährstoffzustrom mit dem küstenparallelen Strom beeinflusst. Im Übergangsbereich zwischen dem limnischen und marinen System am Pegel Seemannshöft in Hamburg wird der meeresökologisch abgeleitete Zielwert von 2,8 mg Gesamtstickstoff als Jahresmittelwert in den Jahren 2009 – 2012 um 1 – 25 % und im Mittel um 22% überschritten. Die Nährstoffkonzentrationen und -frachten und damit auch der Reduzierungsbedarf schwanken witterungsbedingt sehr stark (Abb. 1 - 3). Die ökologischen Ziele in der Nordsee können nur erreicht werden, wenn auch die Stoffausträge der übrigen Nordseeanrainer bzw. Flussgebietseinheiten verringert werden.

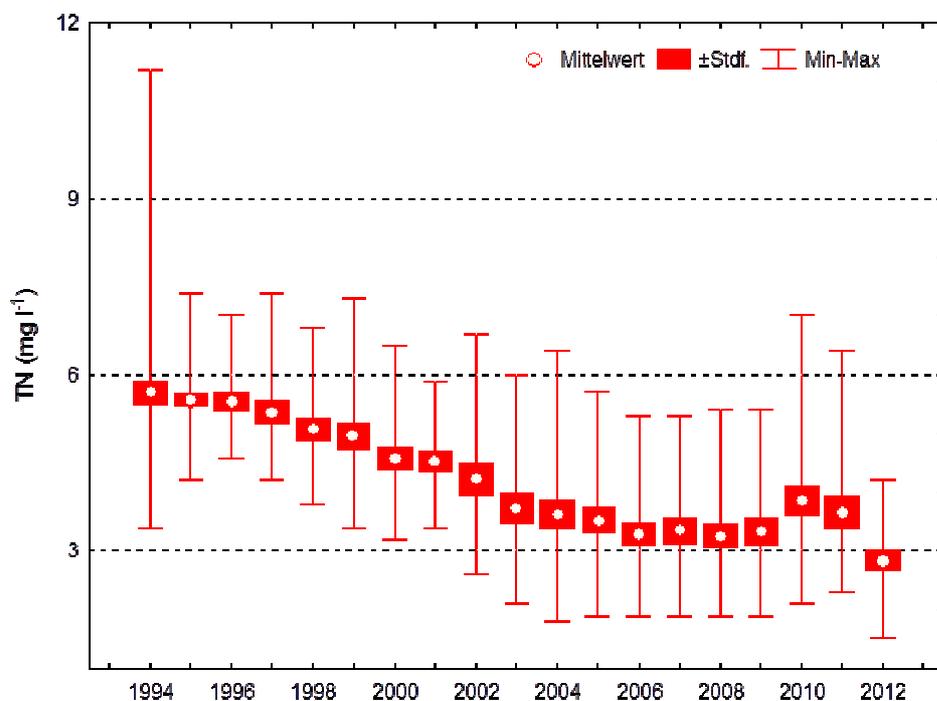


Abb. 1: Entwicklung der Stickstoffgesamt-Konzentration am Übergabepunkt zwischen limnischem und marinem System an der Messstelle Seemannshöft in Hamburg.



Besonders kritisch ist die Entwicklung der Nährstofffrachten und -konzentrationen an den Messstationen der Elbe und ihren wichtigen Nebengewässern zu sehen. Während der langfristige Trend an allen Messstellen im Elbestrom und den wichtigen Nebengewässern für Stickstoff und Phosphor negativ ist, zeigt eine Analyse der kurzfristigen Trendentwicklung für den Zeitraum 2007 bis 2011, dass die Trends entweder konstant oder positiv sind. Neben klimatischen Effekten bzw. witterungsbedingten Ursachen¹ werden auch Nutzungsintensivierungen in der Landwirtschaft, zum Beispiel für den vermehrten Anbau von nachwachsenden Rohstoffen, als Ursache für diese Entwicklung diskutiert.

Von den 220 Grundwasserkörpern in Hauptgrundwasserleitern im deutschen Teil des Elbe-Einzugsgebiets wiesen im Jahr 2009 rund 28 % einen schlechten chemischen Zustand aufgrund von Überschreitungen der Nitratkonzentration von 50 mg/l auf. Dies entspricht 28,9 % der Landfläche des deutschen Teils der Flussgebietseinheit Elbe. Hierdurch wird die als Lebensgrundlage des Menschen sowie als nutzbares Gut besonders schützenswerte Ressource Grundwasser stark gefährdet. Angesichts der vorgenannten kritischen Trendentwicklung ist aufgrund des zeitlich verzögerten Zustroms stickstoffbelasteten Grundwassers in die Elbgewässer die weitere Entwicklung unsicher, ggf. sind weitere Verschlechterungen zu erwarten.

Im deutschen Einzugsgebiet der Elbe besteht daher auf knapp einem Drittel der Einzugsgebietsfläche ein Handlungsbedarf, die Stickstoffeinträge zu senken, um die Grundwasserkörper in einen guten chemischen Zustand zu bringen. In den der Elbe vorgelagerten Küstengewässern müssen die Stickstoffausträge bezogen auf den Pegel Seemannshöft um etwa ein Viertel gemindert werden. Darüber hinaus sind mehr als 80 % der Fließgewässer und See-Wasserkörper vor allem durch erhöhte Phosphoreinträge belastet. Zusammenfassend ist es daher notwendig, um die Ziele der WRRL zu erreichen, sowohl die Stickstoff- als auch die Phosphoreinträge deutlich abzusenken.

¹ Für die statistischen Analysen wurden die Werte abflusskorrigiert, so dass witterungsbedingte Verdünnungseffekte herausgerechnet sein sollten.

4 Frachtenwicklung am Pegel Seemannshöft

Der Pegel Seemannshöft liegt in Hamburg an der Elbe und gehört zu den nationalen Bilanzpegeln in Deutschland, an denen der Stoffaustrag aus dem Binnenland in die Nordsee gemessen wird. Abnehmende Stickstoffkonzentrationen bewirken für den Zeitraum von 1997 bis 2012 eine signifikante Abnahme der normierten Gesamtstickstofffrachten an der „Wächtermessstelle“ Seemannshöft um ca. 3.500 t a⁻¹. Abbildung 2 zeigt jedoch deutlich, dass entgegen dem allgemeinen Trend für die Jahresfrachten 2010 und 2011 eine Erhöhung auf 100.000 bzw. 105.000 t zu verzeichnen ist. Die Ursachen für diese Trendabschwächung sind noch unklar; wobei die Ergebnisse von nur zwei Jahren nicht überinterpretiert werden sollten, zumal 2012 wieder ein deutlicher N-Frachtrückgang festzustellen ist. Neben hydrometeorologischen Rahmenbedingungen, wie z.B. Niederschlags- und Abflussentwicklung oder Temperaturabweichungen, können auch Änderungen der Landnutzung eine Rolle spielen.

Für den ersten Bewirtschaftungszeitraum wurde eine Minderung der Stickstofffrachten gegenüber dem Jahr 2006 von 6,6% prognostiziert. Diese Minderung wurde für das Jahr 2012 erreicht, ist aber zu einem großen Teil auf die hydrologische Variabilität zurückzuführen.

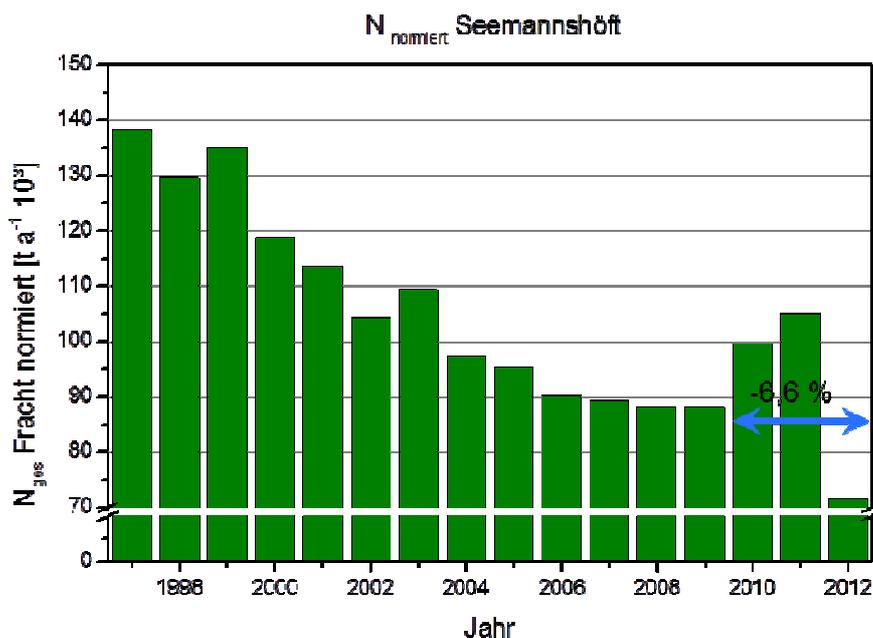


Abb. 2: Zeitreihe der normierten Gesamtstickstoffjahresfrachten für die Messstelle Seemannshöft, die blaue Linie zeigt das Bewirtschaftungsziel des 1. Bewirtschaftungsplans an.

Im Unterschied zur Entwicklung bei Stickstoff ist die Verminderung der Phosphorfrachten an der Bezugsmessstelle Seemannshöft durch eine stetige, aber sich abschwächende Abnahme der Frachten in den letzten Jahren gekennzeichnet. Gleichzeitig ist eine hohe Variabilität erkennbar, die eine Bewertung der Zielerreichung unsicher macht (Abb. 3). Im Zeitraum 2009 bis 2012 wurde gegenüber der prognostizierten Minderung von 9,1 % eine deutlich stärkere Reduzierung erreicht.

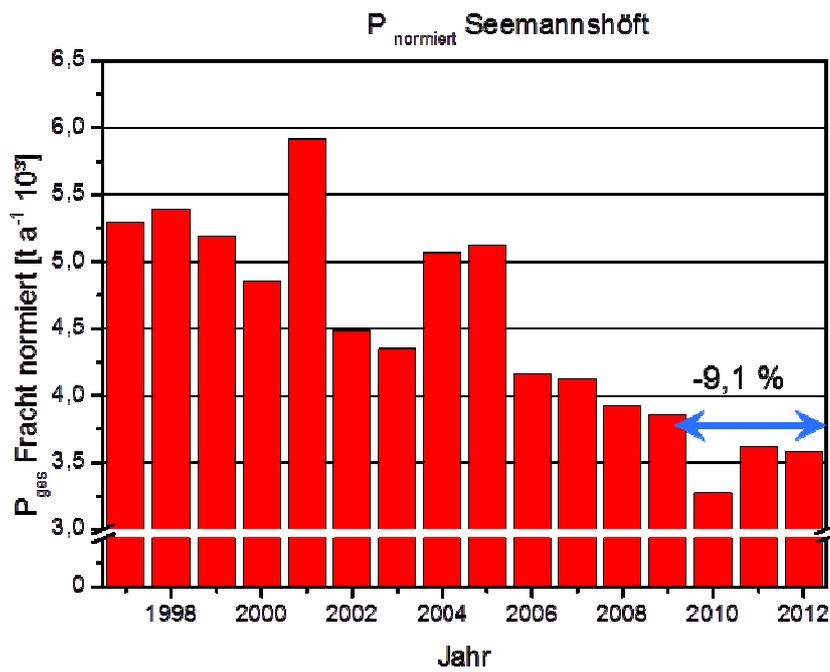


Abb. 3: Zeitreihe der normierten Gesamphosphorjahresfrachten für die Messstelle Seemannshöft, die blaue Linie zeigt das Bewirtschaftungsziel des 1. Bewirtschaftungsplans an.

5 Sauerstofftal in der Tideelbe als Folge hoher Nährstoffgehalte

Ein Nährstoffminderungsbedarf in der Tideelbe besteht auch hinsichtlich der Zielerreichung der Durchgängigkeit für Fische in der Tideelbe. Eine besondere Form der Beeinträchtigung der ökologischen Durchgängigkeit stellt das jährlich saisonal auftretende „Sauerstofftal“ der Tideelbe unterhalb Hamburgs dar. Geringe Sauerstoffgehalte in diesem Bereich können das Wanderverhalten insbesondere der störungsempfindlichen Langdistanzwanderfischarten beeinträchtigen, unter Umständen mit der Folge, dass das rechtzeitige Erreichen der Laichgebiete im oberen Einzugsgebiet der Elbe von den aufstiegswilligen Arten verfehlt wird. Neben hydromorphologischen Veränderungen durch wasserbauliche Eingriffe, wie Vertiefung der Schifffahrtsstraße, Ufersicherungen, Hafenausbau und Hochwasserschutzmaßnahmen ist die Sekundärverschmutzung durch abgestorbene Algen, die sich aufgrund einer übermäßigen Nährstoffbelastung aus dem Einzugsgebiet oberhalb des Wehres Geesthacht massenhaft in der Oberen und Mittleren Elbe entwickeln können, eine weitere wichtige Einflussgröße bei der Ausprägung des Sauerstofftals.

Als Handlungsziele für den ersten Bewirtschaftungszeitraum wurden Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffbelastung, die Einrichtung einer öffentlich-rechtlichen „Stiftung Lebensraum Elbe“ der Freien und Hansestadt Hamburg sowie die Berücksichtigung des „Konzeptes für eine nachhaltige Entwicklung der Tideelbe“ der Hamburg Port Authority und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (Hamburg Port Authority & WSV 2006) benannt. Außerdem war ein Expertenworkshop der FGG Elbe/ARGE ELBE im Jahr 2008 anberaumt worden, der Anregungen, Vorschläge und Visionen zur Verbesserung des Sauerstoffhaushaltes der Tideelbe lieferte. Alle diese Maßnahmen konnten inzwischen umgesetzt oder zumindest begonnen werden.

Darüber hinaus wurde aufgrund der nach wie vor in Teilbereichen zu hohen Belastung der Elbsedimente mit anorganischen und organischen Schadstoffen im April 2010 das behördenübergreifende Projekt „Schadstoffsanierung Elbsedimente - ELSA“ - insbesondere zur Optimierung des Sedimentmanagements unter Berücksichtigung des Gesamtsystems Elbe - eingerichtet.

Des Weiteren beauftragte der Koordinierungsraum Tideelbe der FGG Elbe zusätzlich Experten aus Bund und Ländern mit der Klärung offener Fragen im Zusammenhang mit dem Sauerstoffhaushalt der Tideelbe. In 2011 konnte eine nicht-erschöpfende Vorschlagsliste zur Verbesserung der Sauerstoffsituation aufgestellt werden, die die Vorschläge, Visionen und Anregungen des FGG Elbe/ARGE ELBE Workshops „Sauerstoffhaushalt der Tideelbe“ von 2008 untersetzt. Im Ergebnis stellten die Experten fest, dass signifikante positive Effekte auf den Sauerstoffhaushalt der Tideelbe nur dann zu erwarten sind, wenn es gelingt, die Nährstoffe (Stickstoff, Phosphor) und die daraus resultierende Algenbiomasse (organischer Kohlenstoff) in der Flussgebietseinheit Elbe nachhaltig zu reduzieren. Eine tiefergehende Betrachtung zum Thema „Sauerstofftal“ der Tideelbe findet sich in dem Hintergrunddokument zur Wichtigen Wasserbewirtschaftungsfrage „Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit“.

6 Modellierung der Nährstoffeinträge

6.1 Modellkonzept

Die Nährstoffeinträge im Elbe-Einzugsgebiet werden mit einem kombinierten Ansatz modelliert. Dabei werden bei bundesweiten, überregionalen Fragestellungen das Modellsystem MoRe, bei Elbe-spezifischen Fragestellungen das Modell MONERIS 3.0 und bei lokalen oder länderspezifischen Fragestellungen die jeweiligen Modellsysteme der Länder verwendet.

Für die Modellierung der Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer im Einzugsgebiet der Elbe und die Frachten in die Nordsee wurden zunächst maßgebliche, sich zeitlich ändernde Eingangsdaten aktualisiert. Hierzu gehörten unter anderem die Aktualisierung der Verteilung der potenziell dränierten Flächen und die Vorbelegung der Analysegebietseinheiten mit Angaben zu Methoden der konservierenden Bodenbearbeitung aus Angaben des Bundes. Die verwendeten Eingangsdaten sind im Abschlussbericht dokumentiert (Becker & Venohr 2014).

6.2 Ergebnisse

Nach den vorliegenden Modellrechnungen werden im Zeitraum 2006 bis 2010 im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebiets jährlich etwa 110.000 t Stickstoff und etwa 4.200 t Phosphor in die Oberflächengewässer eingetragen (MONERIS 3.0 / Becker & Venohr 2014).

Stickstoff wird zu 40% über das Grundwasser und den Zwischenabfluss (Interflow), 25% über Dränagen und weniger als 20% über Kläranlagen eingetragen. Einträge über Oberflächenabfluss, Erosion, atmosphärische Deposition auf Gewässerflächen und von urbanen Flächen spielen insgesamt zumeist eine untergeordnete Rolle (Abb. 4). Stickstoffeinträge aus Kläranlagen prägen die urbanen Ballungsräume der Bundesländer Berlin und Hamburg. Im norddeutschen Tiefland sind die Anteile der Einträge über Grundwasser und Dränagen etwa gleich groß; in den übrigen Naturräumen bis auf den Harz erfolgen Stickstoffeinträge vorwiegend über das Grundwasser bzw. den Zwischenabfluss (Interflow).

Im Naturraum Harz erfolgen Stickstoffeinträge relief- und geologiebedingt zu etwa gleichen Anteilen über Abschwemmung, Erosion, Grundwasser/Interflow und Dränagen.

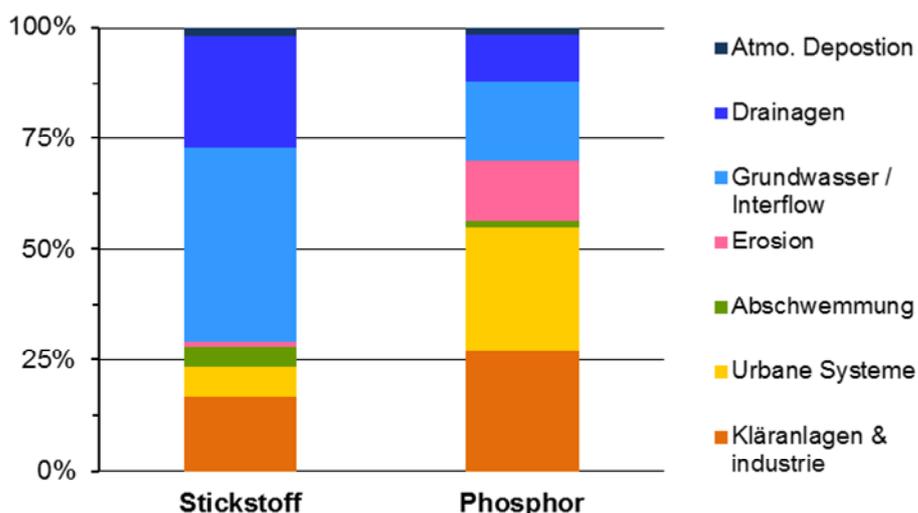


Abb. 4: Anteile modellierter Eintragspfade für Stickstoff- und Phosphoreinträge im deutschen Teil des Elbe-Einzugsgebiets im Zeitraum 2006 bis 2010 (Daten: Becker & Venohr 2014).



Phosphor wird zu jeweils mehr als einem Viertel über Kläranlagen und von urbanen Flächen und knapp einem Fünftel über das Grundwasser bzw. den Zwischenabfluss (Interflow) in Oberflächengewässer eingetragen. Die Einträge über Erosion betragen 13% und über Dränagen 10%. Phosphoreinträge über Kläranlagen und urbane Systeme prägen neben Berlin und Hamburg auch die Einträge aus Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Reliefbedingt ist der Anteil der Phosphoreinträge über Erosion in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen mit mehr als einem Fünftel bedeutsam. In Schleswig-Holstein erfolgen Phosphoreinträge zu mehr als der Hälfte über Dränagen. In den übrigen Bundesländern ist der Eintrag über das Grundwasser bzw. den Zwischenabfluss (Interflow) bedeutsam.

6.3 Modellgestützte Handlungsempfehlungen

Aus den Modellergebnissen zu den Anteilen der Nährstoffeinträge für die einzelnen Bundesländer lassen sich Handlungsempfehlungen zur Senkung der Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer ableiten. Dabei wird nach dem Anteil eines Eintragspfads an den Gesamtemissionen klassifiziert. Maßnahmen sollten vorrangig an Eintragspfaden ansetzen, die einen hohen Anteil an den Einträgen haben, um auch quantitativ eine Wirkung zu erzielen.



Tab. 2: Überregional bedeutsame Eintragspfade in den Bundesländern der FGG Elbe für Stickstoff (gelb: Pfadanteil 1 – 5%; rot: Pfadanteil > 5%) (Stand: 28.05.2014 / Becker & Venohr 2014)

Bundesland	Atmosphärische Deposition	Abschwemmung	Erosion	Drainagen	Grundwasser / Interflow	Urbane Systeme	Kläranlagen & Industrie
Brandenburg	0,6%	0,9%	0,0%	0,7%	4,9%	0,2%	3,2%
Berlin	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	2,8%
Bayern	0,0%	0,2%	0,1%	0,3%	1,6%	0,1%	0,7%
Hamburg	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	0,1%	2,1%
Mecklenburg-Vorpommern	0,5%	0,1%	0,0%	1,2%	0,4%	0,0%	0,1%
Niedersachsen	0,1%	0,5%	0,0%	5,2%	1,6%	0,1%	0,4%
Schleswig-Holstein	0,1%	0,3%	0,0%	8,0%	0,3%	0,1%	0,9%
Sachsen	0,3%	1,0%	0,4%	5,0%	13,8%	2,6%	3,8%
Sachsen-Anhalt	0,2%	1,3%	0,2%	2,6%	14,2%	0,8%	2,3%
Thüringen	0,1%	0,3%	0,3%	2,0%	6,4%	2,1%	0,8%

Zur Prognose der Maßnahmenwirksamkeit für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum wurde folgende Vorgehensweise vereinbart:

- Um wirkungsvoll Nährstoffeinträge zu vermindern, müssen Maßnahmen an überregional bedeutsamen Eintragspfaden ansetzen.
- Überregional bedeutsame Eintragspfade haben einen Anteil an den Gesamteinträgen in einem Bundesland > 1%.
- Für die FGG Elbe werden modellbasiert bei Stickstoff 21 und bei Phosphor 23 Ansatzpunkte identifiziert.
- Für diese Ansatzpunkte geben die Bundesländer an, mit welchen Maßnahmen sie die Einträge mindern wollen und schätzen prozentual die Maßnahmenwirkung.

Überregional bedeutsame Pfade werden in zwei Klassen unterteilt. Pfade mit einem Anteil zwischen 1 – 5% haben eine überregionale Bedeutung und Pfade mit einem Anteil > 5% haben eine hohe überregionale Bedeutung. Diese Knotenpunkte zwischen Ländern und Eintragspfaden sind in den Tabellen 2 und 3 farbig hervorgehoben. Die so definierten überregional bedeutsamen Eintragspfade decken bei Stickstoff 88% und bei Phosphor 85% der Einträge ab.



Tab. 3: Überregional bedeutsame Eintragspfade in den Bundesländern der FGG Elbe für Phosphor (gelb: Pfadanteil 1 – 5%; rot: Pfadanteil > 5%) (Stand: 28.05.2014 / Becker & Venohr 2014)

Bundesland	Atmosphärische Deposition	Abschwemmung	Erosion	Drainagen	Grundwasser / Interflow	Urbane Systeme	Kläranlagen & Industrie
Brandenburg	0,5%	0,3%	0,5%	0,6%	4,9%	2,0%	2,7%
Berlin	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,2%	2,3%
Bayern	0,0%	0,1%	0,8%	0,1%	0,3%	0,3%	0,7%
Hamburg	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,7%	2,6%
Mecklenburg-Vorpommern	0,4%	0,0%	0,2%	0,5%	1,0%	0,3%	0,4%
Niedersachsen	0,1%	0,1%	0,7%	4,0%	2,1%	0,7%	1,7%
Schleswig-Holstein	0,1%	0,1%	0,4%	3,7%	0,9%	0,8%	1,3%
Sachsen	0,2%	0,3%	5,1%	0,8%	3,6%	10,0%	8,0%
Sachsen-Anhalt	0,2%	0,3%	2,6%	0,5%	4,0%	3,7%	4,1%
Thüringen	0,1%	0,1%	3,2%	0,3%	0,8%	8,0%	3,5%

Um die Wirkung der für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum geplanten Maßnahmen abzuschätzen, wurde vereinbart, dass die Länder für die in ihrem Bereich liegenden überregionalen Eintragspfade für Stickstoff und Phosphor die Maßnahmenoptionen benennen und deren Wirkung in % bezogen auf die Einträge abschätzen. Diese Angaben werden in den beigefügten Tabellen im Anhang dokumentiert. Nicht in vollem Umfang berücksichtigt sind dabei in einzelnen Ländern die Minderungseffekte aufgrund der anstehenden Novellierung der Düngerverordnung.

Zur Ermittlung der Wirkungsabschätzung werden die Angaben zusammengeführt und als bis Ende des zweiten Bewirtschaftungszeitraumes (2021) erwartete bzw. geschätzte Eintragsminderung dokumentiert. Als Ergebnis wurde ermittelt, dass bis zum Ende des zweiten Bewirtschaftungszeitraumes (2021) in den deutschen Bundesländern der FGG Elbe die Stickstoffeinträge voraussichtlich um insgesamt 7,3 % und die Phosphoreinträge um insgesamt 6,1 % in Bezug auf das mittlere jährliche modellierte Eintragsniveau des Zeitraumes 2006 bis 2010 vermindert werden können. Unter der Annahme, dass sich die Stickstoff- und Phosphorfrachten um die gleiche Größenordnung verringern, wird geschätzt, dass bis 2021 voraussichtlich die mittlere abflussnormierte Stickstofffracht um 7.860 t/a und die mittlere Phosphorfracht um 250 t/a bezogen auf das mittlere Eintragsniveau des Zeitraumes 2006 bis 2010 abnehmen werden. Diese Annahme erscheint gerechtfertigt, weil modellierte Einträge und gemessene Frachten linear miteinander korrelieren (Becker & Venohr 2014). Es wird



angestrebt, die Wirkung dieser Maßnahmen in einem Folgeprojekt modellbasiert abzuschätzen.

Zur Minderung der Nährstoffeinträge bestehen grundsätzlich folgende Handlungsoptionen:

- Punktquellen
 - Verbesserung der Reinigungsleistung großer kommunaler Kläranlagen
 - Verbesserung der Regenwasserbehandlung im urbanen und ländlichen Raum
 - Erhöhung der Abwasseranschlussgrade bzw. regionalspezifisch angepasste weitere Verbesserung der abwasserstrukturellen Situation im ländlichen Raum
- Diffuse Quellen
 - Regionalspezifisch angepasste Absenkung der Nährstoffüberschüsse auf das Niveau der Düngeverordnung und ggf. zum Teil auch darunter liegend
 - Standortgerechte Bewirtschaftung und Düngung unter Berücksichtigung der Düngewirkung von Wirtschaftsdüngemitteln
 - Verringerung erosiver Nährstoffverluste durch konservierende Bodenbearbeitung (z.B. Mulch-, Direkt- und Streifensaat) sowie durch Zwischenfruchtanbau bzw. Erhöhung der Dauer der Bodenbedeckung
- Stoffrückhaltung
 - Verbesserung der Stickstoffrückhaltung in dränierten Gebieten
 - Vermeidung von Stoffeinträgen durch Anlage nach Möglichkeit dauerhaft breiter sowie rückhaltewirksam strukturierter Gewässerrandstreifen

7 Maßnahmen zur Senkung der Nährstoffeinträge

7.1 Maßnahmenumsetzung im ersten Bewirtschaftungszeitraum

Mit Veröffentlichung des Maßnahmenprogramms haben die Mitglieder der Flussgebietsgemeinschaft Elbe begonnen, die dort aufgeführten Maßnahmen umzusetzen. Im Rahmen der Berichterstattung zur Umsetzung des Maßnahmenprogramms werden von den Bundesländern Angaben zum Stand der Umsetzung der Maßnahmen über die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) an die Europäische Kommission gemeldet. Für diese Berichterstattung werden die Einträge des LAWA-Maßnahmenkatalogs zu Schlüsselmaßnahmen zusammengefasst.

Die Wirkung der bisher begonnenen oder abgeschlossenen Maßnahmen kann zurzeit nur bedingt aus den Ergebnisdaten der Monitoringprogramme der Länder zur WRRL-Gewässerüberwachung erfasst werden. Hierfür ist zum einen der Umfang an Maßnahmenrealisierungen oftmals zu gering, als dass ein signifikant flächenwirksamer Maßnahmeneffekt an einer Beschaffenheitsmessstelle am Auslass eines (großen) Einzugsgebiets festgestellt werden kann. Zum anderen können auch die Reaktionszeiten zwischen Maßnahmendurchführung und Feststellung ihrer Wirkungen im Grundwasser oder Oberflächengewässer aufgrund der langen Fließzeiten oft sehr lang sein. Dies betrifft vor allem Maßnahmen zur Verringerung der diffusen Stoffeinträge aus der landwirtschaftlichen Nutzung. Maßnahmen an punktuellen Quellen haben dagegen häufig eine schnelle Reaktionszeit. In vielen Fällen wirken auch Maßnahmen in den unterschiedlichen Bereichen **mit Synergie- bzw. Überlagerungseffekten** (z.B. Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur), deren Wirkungen auf den Stoffhaushalt sich nicht immer kurzfristig und eindeutig ermitteln bzw. zuordnen lassen.

In Vorbereitung auf den zweiten Bewirtschaftungsplan wurde die folgende Liste an **wirkungseffizienten** Maßnahmenoptionen zur Verringerung der Nährstoffeinträge und zur Verbesserung des Nährstoffrückhalts erstellt (Tab. 4).

Tab. 4: Übersicht der Maßnahmenoptionen zur Minderung der Nährstoffeinträge und Verbesserung der Nährstoffrückhaltung.

Maßnahmenoptionen Minderung Nährstoffeinträge im Bereich Landwirtschaft	
Düngeverordnung	Umsetzung der Düngeverordnung (grundlegende Maßnahme)
Begrünung	Anbau von Zwischenfrüchten / Winterbegrünung
	Anbau von Untersaaten
Fruchtfolge	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung
Aussaatverfahren	Engsaat von Mais
Bodenbearbeitung	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais
	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Raps
	konservierende Bodenbearbeitung (nach Möglichkeit langfristig oder dauerhaft)



Grünland	Extensive Grünlandnutzung
	Umbruchlose Grünlandnutzung
Wirtschaftsdüngeranwendung	Gewässerschonende Aufbringung Wirtschaftsdünger
	Ausbringzeiten für Wirtschaftsdünger
	Erhöhung Lagerkapazitäten für Wirtschaftsdünger
Änderung der Landnutzung	Schonstreifen / Pufferstreifen / Gewässerrandstreifen
	Neuwaldbildung / Ökologischer Waldumbau
	Anlage von Brachflächen bzw. -streifen auf Ackerland
	Anlage von Landschaftselementen (Hecken, Wegraine, Erdwälle etc.) am Ausgangsort erosiver Prozesse
Betriebs- bzw. Produktionssystem	Ökolandbau / Ökologische Anbauverfahren
Düngemanagement	Reduzierte Stickstoff-Düngung
	Schlagbezogene Düngeplanung
	Absenkung N-Salden
Beratung / Wissenstransfer	Verbesserung der Düngungseffizienz
	Beratung für Stickstoff
	Beratung für Phosphor
Maßnahmenoptionen Minderung Nährstoffeinträge aus Siedlungswasserwirtschaft	
Kommunale Kläranlagen	Neubau / Anpassung kommunaler Kläranlagen
	Ausbau von kommunalen Kläranlagen mit weitergehender N- bzw. P-Elimination
	Optimierung Betriebsweise von Kläranlagen
	Zusammenschluss / Stilllegung Kläranlagen
Industrielle / gewerbliche Kläranlagen	Anpassung / Erweiterung / Optimierung industrieller / gewerblicher Kläranlagen
Ableitung / Behandlung Misch- und Regenwasser	Neubau und Anpassung von Misch- und Niederschlagsabwasseranlagen
Diffuse Abwassereinträge aus Siedlungsgebieten	Neubau / Sanierung sowie Wartung und Instandhaltung von Kleinkläranlagen
	Neuanschluss von Siedlungsgebieten an bereits bestehende Kläranlagen
	Fortbildung bezüglich Kleinkläranlagen



Maßnahmenoptionen Verbesserung der Nährstoffrückhaltung	
Pufferstreifen	Anlegen von Gewässerrandstreifen
Feuchtgebiete	Wiederherstellung von Feuchtgebieten
Dränsysteme	Dränteiche
	Dränmanagement
	Dränfilter
Fließgewässer- und Auenentwicklung	Gewässerentwicklung
	Reaktivierung der Primäraue / Anlegen einer Sekundäraue
	Gewässerunterhaltung
Sonstige Maßnahmenoptionen Nährstoffe	
Sedimentmanagement	Sandfänge

7.2 Ausgewählte umgesetzte Maßnahmen in den Bundesländern

Im folgenden Abschnitt werden einige beispielhafte Maßnahmen zur Minderung der diffusen und punktuellen Belastungen mit Nährstoffen vorgestellt. Teilweise werden auch konzeptionelle Maßnahmen aufgeführt. Detaillierte Informationen zu diesen und weiteren Maßnahmen werden von den Bundesländern bereitgestellt.

In **Schleswig-Holstein** wird seit 2010 in Gebieten mit gefährdeten Grundwasserkörpern eine Beratung angeboten. Neben einer allgemeinen landwirtschaftlichen Beratung zur Minderung der Stickstoffeinträge werden auch Fördermittel für Pilotmaßnahmen auf einzelnen landwirtschaftlichen Flächen bereitgestellt. Die Beratung wird mit einem Monitoringprogramm, welches unter anderem die Messung von Herbst N_{\min} -Werten vor und nach Durchführung der Maßnahme sowie die Erstellung von Nährstoffbilanzen beinhaltet, begleitet. Im Bereich der Fließgewässerentwicklung werden Flächensicherungen im Talraum oder als Gewässerrandstreifen umgesetzt sowie naturnahe Sandfänge errichtet. In 2013 wurde das Landeswassergesetz dahingehend geändert, dass an allen übergeordneten Gewässern ein gesetzlicher Randstreifen anzulegen ist. Die Kläranlagen >2.000 EW weisen in SH einen guten technischen Stand auf, so dass diese keine signifikanten Belastungen darstellen. Für kleine kommunale Kläranlagen wird derzeit ein Untersuchungsprogramm durchgeführt, um signifikante Belastungen festzustellen.

In **Hamburg** wurde im Rahmen des kurz vor dem Abschluss stehenden RISA-Projektes (www.risa-hamburg.de) ein stadtweites Konzept zum Regenwassermanagement erarbeitet. Dieses schließt die Rückhaltung von Niederschlagswasser ebenso wie den Bau von Behandlungsanlagen ein und trägt somit maßgeblich zu einer Reduktion von Nährstoffen in die Gewässer bei. Des Weiteren wurden Maßnahmen zur Reduktion von Mischwasserüberläufen z.B. durch den Bau von Rückhaltebecken sowie durch Umbau und Optimierung des Kanalnetzes umgesetzt.



Im Zuge des Sedimentmanagements im Tideelbestrom selbst werden in Hamburg jährlich etwa 1 Mio. t Hafenschlick an Land behandelt und damit mehrere 100 t Nährstoffe pro Jahr dem System entzogen, die als Altsedimente ein erhebliches Nährstoffdepot darstellen (2006: etwa 420 t Gesamt-P und etwa 1.800 t Gesamt-N).

Bezüglich des Hamburger Klärwerksverbunds Dradenau/ Köhlbrandhöft wird derzeit kein Optimierungsbedarf gesehen, da die Reinigungsleistung bereits dem Stand der Technik entspricht.

In **Niedersachsen** wird seit 2010, aufbauend auf den Erfahrungen aus den Trinkwasserkooperationen, eine Kombination aus Beratung zur Gewässer schonenden Landbewirtschaftung und freiwilligen Maßnahmen aus dem Agrarumweltprogramm (des Europäischen Landwirtschaftsfonds ELER) angeboten. Die Maßnahmenkulisse umfasst die belasteten Gebiete innerhalb der gefährdeten Grundwasserkörper und ab 2014 Teilbereiche zum Schutz von Oberflächengewässern. Die Beratung nutzt neben dem klassischen Instrument der einzelbetrieblichen Beratung verstärkt die Multiplikatoren-Funktion über Modellbetriebe, landwirtschaftliche Beratungsträger, Berufsbildende Schulen und das Landvolk. Die freiwilligen Maßnahmen umfassen in erster Linie Begrünungsmaßnahmen, den Verzicht auf Bodenbearbeitung nach ausgewählten Kulturen, ökologische Anbauverfahren und Maßnahmen im Bereich „Grünland“ und „Wirtschaftsdünger“.

In **Berlin** werden verschiedene Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffeinträgen in die Oberflächengewässer umgesetzt bzw. Forschungsvorhaben oder Konzepte für weitergehende Maßnahmen (v.a. auf Klärwerken) in der Zukunft erarbeitet. Zur Reduzierung von Nährstoffeinträgen durch Mischwasserüberläufe wurde ein Bauprogramm aufgelegt. Durch die Schaffung von Stauraum im bestehenden Kanalnetz, werden die Überlaufhäufigkeiten und –mengen von Mischwasser in das Berliner Gewässernetz verringert. Zum Rückhalt von Nährstoffen werden neben dezentralen Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung auch zunehmend zentrale Regenwasserbehandlungsanlagen im Trennsystem errichtet. Den konzeptionellen und strategischen Rahmen für die Reduzierung der Nährstoffeinträge im Raum Berlin und in die Untere Havel (Brandenburg) bildet das Nährstoffkonzept Berlin-Brandenburg (SenGUV/MUGV 2011; SenStadtUm/MUGV 2012)

Neben dieser gemeinsam mit Berlin erarbeiteten länderübergreifenden Strategie wird in **Brandenburg** mit regionalen Nährstoffreduzierungskonzepten die Umsetzung von Maßnahmen zur Nährstoffreduzierung an belasteten Oberflächenwasserkörpern vorbereitet (s. Bsp. [„Regionales Nährstoffreduzierungskonzept Schwielochsee“](#)).

Im Land bereits umgesetzte Maßnahmen sind neben diversen kleinräumig wirksamen Einzelmaßnahmen der Abschluss einer landesweiten Studie zur Ermittlung von Optimierungspotentialen an über 100 Kläranlagen mit Abläufen in nährstoffbelasteten Wasserkörpern und deren fördertechnische Untersetzung bei der Maßnahmenumsetzung. Landwirtschaftliche Maßnahmen zur Reduzierung des N-Saldos und zur Reduzierung erosionsbedingter Stoffeinträge aus Einzugsgebieten nährstoffbelasteter Grund- und Oberflächenwasserkörper werden ebenfalls landesweit umgesetzt.

In **Mecklenburg-Vorpommern** wird das gemeinsame Konzept der Land- und Wasserwirtschaftsverwaltung zur Minderung der diffusen Nährstoffeinträge umgesetzt (LU M-V 2011). Die Schwerpunkte liegen weiterhin parallel auf der Grundlagenermittlung zu Zusammenhängen zwischen Landbewirtschaftung und Gewässerbelastung, Landwirtschaftsforschung mit



Praxisüberleitung sowie Landwirtschaftsberatung. Für den Schwerpunktbereich Landwirtschaftsberatung wurde das Konzept weiterentwickelt, die weiteren Aufgaben werden gegenwärtig fortgeschrieben. Die seit 2009 sukzessive aufgebaute und bewährte WRRL-Beratung arbeitet als grundlegende Beratung weiter und wird durch eine Förderung zur landwirtschaftlichen Betriebsberatung ergänzt. Die Modellierung quantifizierte als herausragenden Haupteintragspfad für Stickstoff in Oberflächengewässer die Dränung, so dass hier den ergänzenden Beratungen zum Stoffrückhalt besonderes Augenmerk zuteil kommt. Neben einem Messprogramm zu Dränabläufen werden Demonstrationsvorhaben wie Retentionsbecken, reaktive Gräben und Dränsteuerung durchgeführt. Mit Beginn der neuen Förderperiode werden ab 2015 investive wasserseitige Maßnahmen zum Abbau von Nährstoffen (z. B. Dränenteiche) in die Programme aufgenommen. Eine neue Agrarumweltmaßnahme „Gewässer- und Erosionsschutzstreifen“ wird schwerpunktmäßig in besonders mit Nährstoffen belasteten oder erosionsgefährdeten Gebieten gefördert. Entsprechende Kulissen hierfür liegen vor. Zum Schutz des Grundwassers werden im neuen Landesraumentwicklungsprogramm (LEP) Vorbehalts- und Vorranggebiete zum Schutz des Trinkwassers aufgenommen. In den regionalen Raumordnungsprogrammen werden darüber hinaus zukünftig Vorbehaltsgebiete zur Gewässerentwicklung auf Basis einer Kulisse typkonformer Entwicklungsräume ausgewiesen.

Im Rahmen des ersten Bewirtschaftungsplans zur Umsetzung der WRRL wurden zur Reduzierung der erosiven Phosphor- und Sedimenteinträge in **Thüringen** Maßnahmen wie Zwischenfruchtanbau/Untersaaten oder Maßnahmen zur reduzierten Bodenbearbeitung für Einzelflächen angeboten. Dies hat bei den Landwirtschaftsbetrieben nicht zu der erforderlichen Akzeptanz geführt.

Ab 2014 wurde deshalb die neue AUM "Betrieblicher Erosionsschutz" angeboten. Bei der zielorientierten Maßnahme geht es darum, das jährliche Bodenabtragsrisiko auf erosionsgefährdetem Ackerland mit Gewässeranschluss ausgehend von einem Basiswert um mindestens 20 % zu senken. Dabei können unterschiedliche Maßnahmen des Erosionsschutzes wie

- optimierte Fruchtfolgen, Anbauverlagerung
- Zwischenfruchtanbau, Untersaaten
- Verfahren mit reduzierter Bodenbearbeitung
- Maisengsaat
- Hanglängenverkürzung
- Gewässerrandstreifen, Begrünung von Abflussbahnen

angewandt werden.

Ziel ist es die landwirtschaftlich bedingten erosiven Einträge von Phosphor und Sediment nachhaltig zu reduzieren.

In **Sachsen-Anhalt** befindet sich seit 2009 die Agrarumweltmaßnahme „Freiwillige Gewässerschutzleistungen“ in der Umsetzung. Gegenstand dieser Maßnahme ist eine spezielle Düngeplanung und ein Düngemanagement zum Erreichen, Einhalten oder Unterschreiten eines Zielsaldos von max. 40 kg N / ha und Jahr.

In **Sachsen** wurde im Bereich Landwirtschaft neben den Förderangeboten für stoffeintragsmindernde Agrarumweltmaßnahmen (z.B. *dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung, Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten, bodenschonender Ackerfutter- und Leguminosen*



senanbau, Anlage von Grünstreifen auf Ackerland, Förderung des Ökolandbau, ...) ergänzend ein Netzwerk für Wissens- und Erfahrungstransfer sowie Schulung und Fortbildung eingerichtet. Im Mittelpunkt dieses Netzwerkes stehen zehn durch das LfULG fachbehördlich betreute Arbeitskreise in prioritären, nährstoffbelasteten Gebieten mit vorrangig landwirtschaftlichen Nutzungen, deren Ergebnisse und Erfahrungen bei der Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Gewässerschutz, so z. B. durch Schulungen und Feldtage sowie über Internet-Veröffentlichungen im Sinne eines „Strahlwirkungsprinzips“ landesweit weiter vermittelt werden. Im Fokus der Ziele bzw. Aufgaben stehen hierbei insbesondere die Unterstützung der Landwirte bei der Auswahl standortangepasster Maßnahmen, der Erfahrungsaustausch von Landwirten zur Maßnahmenumsetzung im Arbeitskreisgebiet, die Ausschöpfung betrieblicher Optimierungspotenziale (z.B. N- Effizienz und Erosionsschutz) in den jeweiligen Landwirtschaftsbetrieben.

In **Bayern** wurden durch das Landesamt für Umwelt die Grundwasserkörper und Einzugsgebiete von Oberflächenwasserkörpern ermittelt, in denen vorrangig Handlungsbedarf in Bezug auf die Verminderung von Stoffeinträgen aus der Landwirtschaft besteht. Die Landwirtschaftsverwaltung hat seit der Veröffentlichung des ersten Maßnahmenprogramms „Wasserberater“ eingestellt, die die Landwirte insbesondere in diesen Gebieten in Bezug auf eine angepasste Flächenbewirtschaftung und Möglichkeiten der Inanspruchnahme einer Förderung aus dem Agrarumweltprogramm (KULAP) beraten. Es haben sowohl Einzel- als auch Gruppenberatungen stattgefunden.

Der **Bund** hat einen Arbeitskreis Harmonisierung der Stoffeintragsmodellierung in Deutschland gegründet, um die bisher von den jeweiligen Bundesländern bzw. Flussgebietseinheiten nebeneinander verwendeten Modellsysteme vorrangig unter überregionalen Betrachtungsaspekten besser als bisher untereinander abzustimmen bzw. im Sinne „genesteter Modellansatzbetrachtungen“ konzeptionell zu integrieren sowie im Rahmen einer bundesweiten gesamtkonzeptionellen Modellausrichtung für den überregionalen Anwendungsbereich weiter zu vereinheitlichen. Weiter wurde ein Forschungsvorhaben zur Ableitung und Bewertung der Wirksamkeit effizienter überregionaler Maßnahmen zur Reduktion von Stoffeinträgen in die Gewässer initiiert. Das hierbei für eine bundesweite Anwendung auf der Makro- bis Mesoskala in der Entwicklung bzw. Anpassung befindliche Modellsystem für einen überregionalen Betrachtungsansatz soll auch mit einem Szenario-Manager ausgestattet werden, um zukünftig die Wirkung von überregional bedeutsamen Maßnahmen zur Minderung der Nähr- und Schadstoffeinträge in Oberflächengewässer abzuschätzen und damit insbesondere die Flussgebietsgemeinschaften bei der Erstellung des zweiten Bewirtschaftungsplans und Maßnahmenprogramms sowie die Bundesländer bei der Umsetzung der MSRL unterstützen zu können.

7.3 Maßnahmen im zweiten Bewirtschaftungszeitraum

Um die WRRL-Ziele zu erreichen, ist es notwendig, Maßnahmen in den Bereichen Landwirtschaft und Siedlungswasserwirtschaft sowie zur Verbesserung der Stoffrückhaltung verstärkt zu planen und umzusetzen (Trepel et al. 2013). In der FGG Elbe werden Maßnahmen zur Minderung der Nährstoffeinträge an die regionalen und örtlichen Verhältnisse angepasst. Weiterhin wird zwischen Maßnahmen zur Senkung der Stickstoff- und Phosphoreinträge differenziert. Dabei wird auch die Variabilität von Witterungsverhältnissen und der Landnutzung berücksichtigt. Grundsätzlich werden daher Maßnahmen vorrangig dauerhaft ausgestaltet.



Als konkrete weitere Maßnahmen zur Senkung der Nährstoffeinträge und zur Verbesserung der Nährstoffrückhaltung werden derzeit insbesondere die nachfolgend genannten Möglichkeiten geprüft oder geplant. Für einige Maßnahmen werden zurzeit vom Bund **noch** die gesetzlichen Rahmenbedingungen angepasst (vor allem Anpassung der Düngeverordnung), bevor die Länder darauf aufbauende Regelungen umsetzen können. Zur Novellierung der Düngeverordnung hat die FGG Elbe ein Positionspapier beschlossen (FGG Elbe 2014).

- Landwirtschaft
 - Novellierung der Düngeverordnung mit verbesserten Regeln und Auflagen für die Düngeplanung, Düngemanagement und Landbewirtschaftung
 - Verbesserung des Vollzugs der Düngeverordnung u. a. Einführung von Dokumentationspflichten und durch Erhöhung der Kontrolldichte in Belastungsgebieten
 - Einführung einer Beratungspflicht bei Überschreiten der gesetzlichen Nährstoffsalden
 - Fortsetzung der bestehenden Beratungen, überbetrieblichen Kooperationen und Zusammenarbeit, um über standortgerechte Düngeplanung und -management zu informieren und die Düngungseffizienz sowie den Erosionsschutz der Landwirtschaftsbetrieben weiter zu verbessern
 - Fortführung / Weiterentwicklung / Ausweitung gezielt an die regionalen Nährstoffprobleme angepasster Agrarumweltmaßnahmen
- Siedlungswasserwirtschaft
 - Identifikation und Umsetzung aller Optimierungsmöglichkeiten (betrieblich wie investiv) für Kläranlagen der Größenklasse 4 und 5
 - Bei lokalen immissionsseitigen Anforderungen Optimierung der Anlagen GK 3 und 2
 - Erweiterung bzw. Ausbau der Regenwasserbehandlung im **Trennsystem** unter Berücksichtigung der regionalen bzw. standörtlichen Gegebenheiten
 - Landesweite Größenklassen differenzierte Potenzialermittlung und Entwicklung von Umsetzungsstrategien für Kläranlagen
 - Betriebliche Maßnahmen
 - Investive Maßnahmen wie Flockungsfilter oder Mikrosiebe
- Verbesserung der Stoffrückhaltung
 - Vereinheitlichung des Fachrechts für Abstandsauflagen bei Gewässerrandstreifen durch Bund und Länder (materielle Untersetzung des § 38 WHG) im Sinne der funktionalen Anforderungen des Gewässerschutzes
 - Aufstellen von Kulissen, in denen breitere Gewässerrandstreifen zur Minderung von Stoffeinträgen und zur Gewässerentwicklung besonders benötigt werden und sukzessive Etablierung der Gewässerrandstreifen



- Aufstellen von Kulissen, in denen potenziell Überflutungsräume, Feuchtgebiete und Auen wiederhergestellt werden können, Priorisierung anhand ihrer Umsetzbarkeit durch die Länder und sukzessive Umsetzung der Wiederherstellung
- Berücksichtigung von Gewässerschutzzielen bei der Raumplanung, zum Beispiel Einführung eines Bebauungsverbots in Überflutungsräumen oder Vorranggebieten für die Gewässerentwicklung
- Fortführung von Gewässerentwicklungsmaßnahmen als Beitrag zur Verbesserung des Stoffrückhalts
- Initiieren von Pilotprojekten wie Retentionsbecken, Dränsteuerung oder Filtersysteme mit Erfolgskontrollen

7.4 Maßnahmenumsetzung im zweiten Bewirtschaftungszeitraum

Für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum sind in den Bundesländern der FGG Elbe neben der Umsetzung der grundlegenden Maßnahmen auch zahlreiche ergänzende Maßnahmen geplant. Von überregionaler Bedeutung für den Nährstoffeintrag in die Elbe ist die für 2014 vorgesehene Novellierung der Düngeverordnung. Diese wird ihre Wirkung auf die Minderung der Nährstoffeinträge entfalten, wenn die dort formulierten Regeln konsequent in die landwirtschaftliche Praxis umgesetzt werden und wirksam von den in den Ländern dafür zuständigen Behörden kontrolliert werden.

Auf Grundlage von vorläufigen Wirkungsabschätzungen der Bundesländer für die im zweiten Bewirtschaftungszeitraum geplanten Maßnahmen wurde ermittelt, dass durch diese Maßnahmen im deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe bis zum Ende des zweiten Bewirtschaftungszeitraums 2021 voraussichtlich eine Verminderung der Stickstoffeinträge um ~ 7,3 % und der Phosphoreinträge um ~ 6,1 % in Bezug auf die Frachten des mittleren jährlichen Eintrags im Zeitraum 2006-2010 erwartet wird. Die Auswirkungen der anstehenden Novellierung der Düngeverordnung konnten hierbei noch nicht in vollem Umfang berücksichtigt werden. Unter der Annahme, dass sich die Stickstoff- und Phosphorfrachten im betreffenden Zeitraum ebenfalls um diese Größenordnung verringern, wird erwartet, dass 2021 die mittlere jährliche Gesamt-Stickstoff-Konzentration 3,2 mg / l und die mittlere jährliche Gesamt-Phosphor-Konzentration 0,15 mg / l betragen wird (Tab. 5).

Tab. 5: Nährstoffkonzentrationen und Reduzierungsanforderungen an der Bilanzmessstelle Seemannshöft am Übergang zwischen dem limnischen und marinen Bereich.

Kenngroße	Stickstoff	Phosphor
Zielkonzentration (Jahresmittelwert) ^o	2,8 mg/l	0,1 mg/l
Mittlere Konzentration im Zeitraum 2009 - 2012	3,4 mg/l	0,16 mg/l
Meeresökologisch notwendige Konzentrationsminderung	0,6 mg/l (22 %)	0,06 mg/l (60 %)
Durch das deutsche Maßnahmenprogramm bis 2021 erwartete Reduzierung	7,3 %	6,1 %
Bis 2021 erwartete Jahresmittelkonzentration	3,2 mg/l	0,15 mg/l
^o Stickstoff: BLMP 2011; Phosphor: Rakon Typ 20; L AWA 2014a		



Die Annahme, dass sich die Einträge und die Frachten in gleicher Größenordnung verringern, ist gerechtfertigt, da sich beide Größen in der Vergangenheit parallel entwickelt haben. Es ist geplant, diese Annahme durch Modellrechnungen zu überprüfen.

Mit dem Monitoringprogramm wird an den Bilanzmessstellen im Elbestrom und den Hauptzuflüssen überprüft, ob die Ziele erreicht werden (s. Abb. 1).

Die bisher geplanten Maßnahmen leisten einen wichtigen Beitrag, um die Stickstoff- und Phosphoreinträge aus der Elbe in die Nordsee zu verringern. Sie sind aber bei weitem nicht ausreichend, um die vereinbarten Minderungen zu erreichen. Grundsätzlich können die meeresökologisch notwendigen Reduzierungen bis 2027 erreicht werden, wenn im internationalen Elbeeinzugsgebiet Maßnahmen zur Verringerung der punktuellen und diffusen Nährstoffeinträge sowie zur Verbesserung des Nährstoffrückhalts umgesetzt werden. Diese Anforderungen sind auch im internationalen Bewirtschaftungsplan aufzugreifen.

Weiterhin wird erwartet, dass durch den Vollzug der verschärften Düngeverordnung deutschlandweit mittelfristig die Stickstoffeinträge um 10 – 15 % zurückgehen werden (LAWA 2014c). Die Bundesregierung selber schätzt in ihrer Antwort an die Kommission zum Vertragsverletzungsverfahren ein, dass durch eine verschärfte Düngeverordnung die Stickstoffeinträge um 15 – 20 % verringert werden. Sie betont aber, dass diese Minderung erst nach 10 – 15 Jahren aufgrund langer Verweilzeiten an den Bilanzpegeln messbar sein wird. Um diese Wirkung zu erreichen, ist es notwendig, die Einhaltung der Regelungen der verschärften Düngeverordnung in den Bundesländern zu kontrollieren. Insbesondere ist die Einhaltung des ermittelten Düngebedarfs und des Stickstoff-Bilanzüberschusses zu prüfen.

Um die aus meeresökologischer Sicht notwendige Frachtminderung zu erreichen, sind weitere Maßnahmen notwendig (LAWA 2014c). Hierzu gehören unter anderem:

- Berücksichtigung aller organischen Düngemittel bei der N-Obergrenze (für Wirtschaftsdünger).
- Für besonders austragsgefährdete Gebiete, wie zum Beispiel Grundwasserkörper in schlechtem Zustand sind die Nährstoffüberschussgrenzen von 60 auf 40 kg / N ha und Jahr abzusenken.
- Der Absatz von Mineraldünger ist in den Bundesländern über den Landhandel zu erfassen.
- Einführung einer überbetrieblichen Wirtschaftsdüngerverwertung gemäß Wirtschaftsdünger-Verbringungsverordnung nach dem Vorbild von Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen in allen Bundesländern.
- In Regionen, in denen die Stickstoffüberschüsse aktuell nur geringfügig überschritten werden, können Stickstoffeinträge durch eine Verbesserung des Stoffrückhalts erreicht werden (Holsten et al. 2012). Hier sind Maßnahmen zur Verbesserung des natürlichen Stoffrückhalts in der Landschaft zu fördern. Dies kann zum Beispiel durch die Wiederherstellung von Feuchtgebieten oder der Schaffung von Überflutungsräumen erfolgen. Diese Maßnahmen besitzen häufig hohe Synergien mit der Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement und dem Naturschutz.
- Sollten die oben genannten Maßnahmen nicht wirksam werden, wird bundesweit empfohlen, die Einführung marktwirtschaftlicher Instrumente wie zum Beispiel Abga-



ben auf Nährstoffüberschüsse, Mineraldünger oder eiweißhaltige Futtermittel zu überprüfen.

8 Fazit

Die im Rahmen der Monitoringprogramme gemessenen Nährstoffkonzentrationen im Grundwasser sowie in Seen, Fließgewässern, Übergangsgewässern und Küstengewässern überschreiten vielfach Schwellen- und Zielwerte. Dadurch ist die Erreichung des durch die WRRL geforderten guten ökologischen Zustands in den Gewässern weitgehend gefährdet.

Das Thema Nährstoffe gehört daher nach wie vor zu den wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen. Um die Ziele der WRRL zu erreichen, wurde abgeschätzt, welche Wirkung die für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum in den Bundesländern geplanten Maßnahmen haben. Die geplanten Maßnahmen umfassen neben flächenhaft wirksamen, grundlegenden und ergänzenden Maßnahmen auch konkrete Einzelmaßnahmen an Wasserkörpern. Ziel ist es, vor allem die diffusen Nährstoffeinträge aus der Fläche in das Grundwasser und in die Oberflächengewässer wirkungsvoll zu senken. Dabei wurde das Thema Punktquellen von einzelnen Bundesländern verstärkt bei der Maßnahmenplanung berücksichtigt, um lokalen Wasserkörper-Belastungen entgegenzuwirken. Insgesamt wird durch Nutzung von Synergieeffekten mit dem vorsorgenden Hochwasserschutz und dem Naturschutz der Stoffrückhalt in der Landschaft verbessert.

Für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum wird geschätzt, dass durch Maßnahmen in den deutschen Bundesländern die Stickstoffeinträge und -frachten um 7,3 % und die Phosphoreinträge und -frachten um 6,1 % gegenüber den modellierten Einträgen zurückgehen werden. Dies entspricht bei Stickstoff etwa einem Drittel der meeresökologisch notwendigen Reduzierungen. Nicht abgeschätzt sind bislang die Wirkungen der im tschechischen Teil des Elbe-Einzugsgebiets geplanten Maßnahmen. Außerdem kann die Wirkung der novellierten Düngeverordnung bislang nicht im vollen Umfang prognostiziert werden. Hier wird von der LAWA erwartet, dass die Stickstoffeinträge durch Vollzug der verschärften Düngeverordnung mittelfristig um 10 – 15 % zurückgehen werden. Einige Länder haben den Abbau von Umsetzungsdefiziten bei der geltenden Düngeverordnung bereits bei ihren Wirkungsprognosen für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum berücksichtigt. Insgesamt ist aber festzustellen, dass mit den bisher geplanten Maßnahmen die Nährstoffminderungsziele in den Küstengewässern und im Elbestrom nicht erreicht werden können. Hier sind daher weitergehende Maßnahmen zu planen. Hierzu gehören die Absenkung der Stickstoff-Überschüsse auf 40 kg N/ha und Jahr in Belastungsgebieten, eine weitere Verschärfung der Düngeverordnung, ein verbesserter Vollzug der bestehenden und novellierten Düngeverordnung, eine verbesserte Abwasserbehandlung im gesamten Elbeeinzugsgebiet sowie im norddeutschen Tiefland Maßnahmen zur Verbesserung des Stickstoffrückhalts zum Beispiel durch Dränteiche. Sollten diese Maßnahmen mittelfristig nicht zu einer messbaren Verringerung der Stickstoffeinträge um mindestens weitere 10 % führen, ist die Einführung marktwirtschaftlicher Instrumente zu prüfen.



9 Literatur

- Becker, A. & Venohr, M. (2014): Anwendung des Nährstoffbilanzierungsmodells MONERIS - Gesamtbericht zum Projekt. DHI WASY & IGB im Auftrag der FGG Elbe.
- BLMP [Ad hoc-AG Nährstoffreduzierung des Bund-Länder-Messprogramms] (2011): [Konzept zur Ableitung von Nährstoffreduzierungszielen in den Flussgebieten Ems, Weser, Elbe und Eider aufgrund von Anforderungen an den ökologischen Zustand der Küstengewässer gemäß Wasserrahmenrichtlinie](#). Bund-Länder-Messprogramm / Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, 50 S.
- FGG Elbe (2013): Erläuterungsdokument Nährstoffe zur Anhörung zu den wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen.
- FGG Elbe (2014): [Positionspapier zur Düngeverordnung \(DüV\)](#).
- Hamburg Port Authority und Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (2006): Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg, 18 S.
- Holsten et al. (2012): Potentiale für den Einsatz von Nährstoff-Filtersystemen in Deutschland zur Verringerung der Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 56 (1), 4-15.
- LAWA (2007): Rahmenkonzeption (RAKON) Monitoring Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen, Arbeitspapier II, Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten.
- LAWA (2014a): Rahmenkonzeption (RAKON) Monitoring Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen, Arbeitspapier II, Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten. Aktualisierte Fassung.
- LAWA (2014b): WRRL-Produktdatenblatt 2.4.7.: Empfehlung zur Übertragung flussbürtiger, meeresökologischer Reduzierungsziele ins Binnenland. 17 S.
- LAWA (2014c): Prognose der Auswirkungen einer nach Gewässerschutzaspekten novellierten Düngeverordnung auf die Qualität der Oberflächengewässer in Deutschland. 30 S.
- LUM-V (2011): Konzept zur Minderung der diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer und in das Grundwasser in Mecklenburg-Vorpommern. Herausgeber: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin im November 2011.
- SenGUV / MUGV (2011) – Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz / Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz: Reduzierung der Nährstoffbelastungen von Dahme, Spree und Havel in Berlin sowie der Unteren Havel in Brandenburg. Gemeinsames Handlungskonzept der Wasserwirtschaftsverwaltungen der Bundesländer Berlin und Brandenburg. Teil 1: Ableitung der länderübergreifenden Bewirtschaftungsziele. Berlin/Potsdam.
- SenStadtUm / MUGV (2012) – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt / Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz: Reduzierung der Nährstoffbelastungen von Dahme, Spree und Havel in Berlin sowie der Unteren Havel in Brandenburg. Gemeinsames Handlungskonzept der Wasserwirtschaftsverwaltungen der Bun-



desländer Berlin und Brandenburg. Teil 2: Quantifizierung und Dokumentation der pfadspezifischen Eintragsquellen. Berlin/Potsdam.

Trepel, M., Ollesch, G. & Rehfeld-Klein, M. (2013): Tagungsbericht: Ergebnisse eines Workshops zum Nährstoffmanagement der Flussgebietsgemeinschaft Elbe. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 57 (6), 297-302.

Anlagen

- Anhang 1: Maßnahmenplanung Stickstoff für zweiten Bewirtschaftungsplan (Stand: 15.10.2014)
- Anhang 2: Maßnahmenplanung Phosphor für zweiten Bewirtschaftungsplan (Stand: 15.10.2014)

Anhang 1: Maßnahmenplanung Stickstoff für zweiten Bewirtschaftungsplan (Stand: 01.09.2014)

Nr.	Land	Eintragspfad	Menge (t/a)	Anteil	Maßnahmenoptionen	Wirkung 2. BWZ (%)
1	ST	Grundwasser / Interflow	15471	14,2%	DüV, Beratung, AUKM, Greening	7 % (ca. 780 t/a)
2	SN	Grundwasser / Interflow	15015	13,8%	- Wissenstransfer / Beratung; - Düngeverordnung; - Agrarumweltmaßnahmen;	ca. 10 % (ca.1533 t/a) Schätzung Basis STOFFBILANZ
3	SH	Dränagen	8753	8,0%	DüV, Beratung, AUM	14 % (~ 1225 t/a)
4	TH	Grundwasser / Interflow	6979	6,4%	AUM Verbesserung Stickstoffdüngungsmanagement	10,3 % (720 t/a)
5	NI	Dränagen	5683	5,2%	DüV, Beratung, AUM	< 1%
6	SN	Dränagen	5422	5,0%	- Wissenstransfer / Beratung; - Düngeverordnung; - Agrarumweltmaßnahmen;	ca. 10 % (ca.576 t/a) Schätzung Basis STOFFBILANZ
7	BB	Grundwasser / Interflow	5285	4,9%	DüV, AUKM, Beratung	ca. 5 % (260 t/a)
8	SN	Punktquellen	4096	3,8%	- Ertüchtigung / Erweiterung von KA ; - Optimierung Betriebsweise von KA; - Stilllegung / Ablösung einzelner KA;	ca. 14 % (ca.558 t/a) Schätzung Basis STOFFBILANZ
9	BB	Punktquellen	3436	3,2%	Ausbau KA; Optimierung KA-Betrieb	ca. 5 % (170 t/a)
10	BE	Punktquellen	3026	2,8%	Ausbau Kläranlage	5 % (~150 t/a)
11	ST	Dränagen	2872	2,6%	DüV, Beratung, AUKM	10 % (ca. 257 t/a)
12	SN	Urbane Systeme	2785	2,6%	- Verbesserung Misch- und Niederschlagswasserbehandlung; - Anpassung Kleinkläranlagen SdT; - Anschlussgraderhöhung an ZKA;	ca. 20% (ca.558 t/a) Schätzung Basis STOFFBILANZ
13	ST	Punktquellen	2463	2,3%	Stand der Technik erreicht (ggf. Optimierung Betrieb)	0%



Nr.	Land	Eintragspfad	Menge (t/a)	Anteil	Maßnahmenoptionen	Wirkung 2. BWZ (%)
14	TH	Urbane Systeme	2300	2,1%	Umschluss von KA, Neuanschlüsse	2,5 % (57 t/a)
15	HH	Punktquellen	2299	2,1%	Stand der Technik erreicht	0%
16	TH	Dränagen	2229	2,0%	AUM Verbesserung Stickstoffdüngungsmanagement	5,4 % (120 t/a)
17	NI	Grundwasser / Interflow	1766	1,6%	DüV, Beratung, AUM	7 % (Analog zu AGRUM Weser, Teilraum Aller)
18	BY	Grundwasser / Interflow	1730	1,6%	Bewirtschaftung nach Kriterien des ökologischen Landbaus, Umwandlung von Ackerland in Grünland, Zwischenfruchtanbau, Einarbeitung Frühjahr, Mulchsaat bei Reihenkulturen, Verzicht auf organische und mineralische Düngung	11,7 %
19	ST	Abschwemmung	1466	1,3%	AUKM, FlurBV	k.A.
20	MV	Dränagen	1259	1,2%	DüV, Beratung, AUM, Forschung, Förderung v. Retentionsmaßnahmen	10%
21	SN	Abschwemmung	1114	1,0%	- Wissenstransfer / Beratung; - Düngeverordnung; - Agrarumweltmaßnahmen;	ca. 14% (ca.157 t/a) Schätzung Basis STOFFBILANZ

**Anhang 2: Maßnahmenplanung Phosphor für zweiten Bewirtschaftungsplan (Stand: 01.09.2014)**

Nr.	Land	Eintragspfad	Menge (t/a)	Anteil	Maßnahmenoptionen	Wirkung 2. BWZ (%)
1	SN	Urbane Systeme	413	10,0%	- Verbesserung Misch- und Niederschlagswasserbehandlung; - Anpassung Kleinkläranlagen SdT; - Anschlussgraderhöhung an ZKA;	ca. 13 % (ca. 54 t/a) Schätzung Basis STOFFBILANZ
2	TH	Urbane Systeme	333	8,0%	Umschlüsse von KA, Neuanschlüsse	6,3 % (20,8 t/a)
3	SN	Punktquellen	330	8,0%	- Ertüchtigung / Erweiterung von KA ; - Optimierung Betriebsweise von KA; - Stilllegung / Ablösung einzelner KA;	ca. 20 % (ca. 68 t/a) Schätzung Basis STOFFBILANZ
4	SN	Erosion	211	5,1%	- Wissenstransfer / Beratung; - Düngeverordnung; - Agrarumweltmaßnahmen;	ca. 6 % (ca. 13 t/a) Schätzung Basis STOFFBILANZ
5	BB	Grundwasser	203	4,9%	DüV, AUKM, Beratung	ca. 5 % (10 t/a)
6	ST	Punktquellen	169	4,1%	Stand der Technik erreicht (ggf. Optimierung Betrieb)	< 1%
7	ST	Grundwasser	164	4,0%	DüV, Beratung, AUKM	k.A.
8	NI	Dränagen	164	4,0%	DüV, Beratung, AUM	< 1%
9	ST	Urbane Systeme	153	3,7%	Optimierung Betrieb (Kanalsnetz)	< 1%
10	SH	Dränagen	152	3,7%	Beratung P-Düngung	3% (~ 5 t/a)
11	SN	Grundwasser	148	3,6%	- Wissenstransfer / Beratung; - Düngeverordnung; - Agrarumweltmaßnahmen;	ca. 3 % (ca. 4 t/a) Schätzung Basis STOFFBILANZ
12	TH	Punktquellen	144	3,5%	Optimierung P-Fällung	10,8 % (15,6 t/a)
13	TH	Erosion	133	3,2%	AUM Betrieblicher Erosionsschutz (A3) Uferrand-	2,6 % (3,5 t) 3,38 % (4,5 t)



Nr.	Land	Eintragspfad	Menge (t/a)	Anteil	Maßnahmenoptionen und Erosionsschutzstreifen (A425)	Wirkung 2. BWZ (%)
14	BB	Punktquellen	110	2,7%	Ausbau Kläranlagen, Optimierung Betrieb	10% (~11t/a)
15	ST	Erosion	110	2,6%	AUKM, FlurBV, Beratung, Greening	k.A.
16	HH	Punktquellen	108	2,6%	Stand der Technik erreicht	0%
17	BE	Punktquellen	96	2,3%	Ausbau Kläranlagen	25% (~24 t/a)
18	NI	Grundwasser	85	2,1%	DüV, Beratung, AUM	< 1%
19	BB	Urbane Systeme	84	2,0%	Misch- und Regenwasserbehandlung	10% (~ 5 t/a)
20	NI	Punktquellen	69	1,7%	Optimierung Betrieb	< 1%
21	SH	Punktquellen	54	1,3%	Optimierung Betrieb	1 % (~ 0,5 t/a)
22	BE	Urbane Systeme	50	1,2%	Misch- und Regenwasserbehandlung	10% (~ 5 t/a)
23	MV	Grundwasser	43	1,0%	Forschung	0 % vermutlich geogene Ursache