

# Nährstoffminderungsstrategie für die Flussgebietsgemeinschaft Elbe



**Nutrient reduction strategy for the Elbe River Basin Community**







## Inhaltsverzeichnis

<b>I. Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>II. Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>III. Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>1 Zusammenfassung für Entscheidungsträger</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Einleitung</b> .....	<b>14</b>
<b>3 Eutrophierung</b> .....	<b>17</b>
3.1 Wirkung von übermäßigem Nährstoffangebot auf aquatische Lebensgemeinschaften ...	17
3.2 Limitierende Nährstoffe in Seen, Fließgewässern und Küstengewässern .....	19
<b>4 Monitoring und Bewertung</b> .....	<b>21</b>
4.1 Allgemeines.....	21
4.2 Grundwasser .....	21
4.3 Seen.....	22
4.4 Fließgewässer .....	24
4.5 Küstengewässer .....	26
<b>5 Defizitanalyse</b> .....	<b>28</b>
5.1 Hintergrund.....	28
5.2 Grundwasser .....	28
5.3 Seen.....	31
5.4 Fließgewässer .....	33
5.5 Meeresschutz .....	37
5.6 Elbestrom .....	43
<b>6 Nährstoffeinträge / Trends und Frachten</b> .....	<b>46</b>
<b>7 Ansatzpunkte für Maßnahmen</b> .....	<b>53</b>
7.1 Hintergrund.....	53
7.1.1 Allgemein.....	53
7.1.2 Grundlegende Maßnahmen.....	54
7.1.3 Ergänzende und zusätzliche Maßnahmen .....	55
7.2 Zusammenfassung der Beispiele.....	60
<b>8 Empfehlungen zur Erreichung der Ziele im Grundwasser, Binnengewässern und</b>	



beim Meeresschutz in der FGG Elbe .....	68
9 Summary.....	75
IV. Literaturverzeichnis.....	LXXVIII
Anhang 1 - Karten.....	LXXXIX
Anhang 2 - Zusammenstellung – Nährstoffinformationssysteme in den Bundesländern .....	XCVIII



## I. Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Schwellenwerte im Grundwasser für Stickstoff- und Phosphorverbindungen .....	22
Tabelle 4-2: Orientierungswerte als Maß für die Menge des Nährstoffangebotes im Referenzzustand für Phosphor der Standgewässer für die Gewässertypen im deutschen Elbeeinzugsgebiet.....	23
Tabelle 4-3: Orientierungswerte der Fließgewässer für die Gewässertypen im deutschen Elbeeinzugsgebiet.....	25
Tabelle 4-4: Orientierungswerte für Stickstoff der Küstengewässer für die Gewässertypen im deutschen Elbeeinzugsgebiet.....	27
Tabelle 5-1: Anzahl und Fläche der GWK im deutschen Elbeeinzugsgebiet, die wegen Nitrat im schlechten Zustand sind (siehe Abbildung 5-1 zu KOR).....	29
Tabelle 5-2: Einhaltung der Orientierungswerte bei Seen (Standgewässer nach KOR im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes).....	31
Tabelle 5-3: Kennwerte der Nährstoffkonzentrationen an repräsentativen Messstellen der Fließgewässerwasserkörper und Vergleich mit Orientierungswertvorgaben.....	34
Tabelle 5-4: Ergebnisse des Monitorings aus dem Zeitraum 2011 bis 2015 der Messstellen im Übergangsgewässer und Küstengewässer und Vergleich zu den Orientierungswerten (vgl. auch Tabelle 4-4) .....	38
Tabelle 5-5: Trendermittlung der TN-Konzentration in Seemannshöft.....	40
Tabelle 5-6: Trendermittlung der TP-Konzentration in Seemannshöft.....	41
Tabelle 5-7: Vergleich der realen Nährstofffrachten mit den Bewirtschaftungszielen für Messstellen im Elbestrom und den Mündungsbereichen der wichtigen Nebenflüsse .....	45
Tabelle 6-1: Stickstoffeinträge über die unterschiedlichen Eintragspfade in den Naturräumen (Durchschnitt 2006 bis 2010).....	48
Tabelle 6-2: Phosphoreinträge über die unterschiedlichen Eintragspfade in den Naturräumen...49	
Tabelle 6-3: Überregional bedeutsame Eintragspfade für Stickstoff.....	50
Tabelle 6-4: Überregional bedeutsame Eintragspfade für Phosphor .....	51
Tabelle 7-1: Zuordnung Eintragspfade - Quellen.....	53
Tabelle 7-2: Handlungsbereiche für Nährstoffminderungsmaßnahmen.....	54
Tabelle 7-3: Zuordnung der Maßnahmenbeispiele zu Handlungsbereichen, Wirkungsziele und Kurzbeschreibung der Maßnahmen .....	61
Tabelle 8-1: Übersicht über Minderungsbedarfe in den Gewässerkategorien der FGG Elbe (Datengrundlage 2011-2015) .....	68



## II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Schematischer Überblick des Zehn-Punkte Plans.....	13
Abbildung 5-1: Chemischer Zustand und Trend der GWK bzgl. Nitrat.....	30
Abbildung 5-2: Verteilung der TP-Konzentration der Seen und Standgewässertypen im deutschen Elbeeinzugsgebiet.....	32
Abbildung 5-3: Anzahl Seen und Standgewässer nach Standgewässertypen, die die Orientierungswerte einhalten oder nicht einhalten.....	33
Abbildung 5-4: Darstellung der TP-Konzentrationen und Orientierungswertüberschreitungen der Fließgewässerkörper (siehe Anhang 1 für eine detaillierte Darstellung) .....	35
Abbildung 5-5: Darstellung der Nitratstickstoffkonzentrationen und Überschreitungen der UQN der Fließgewässerkörper (siehe Anhang 1 für eine detaillierte Darstellung) .....	36
Abbildung 5-6: Jahresmittelwerte der TN-Konzentrationen in Seemannshöft.....	39
Abbildung 5-7: Entwicklung der TN-Jahresfracht in Seemannshöft.....	40
Abbildung 5-8: Jahresmittelwerte der TP-Konzentrationen in Seemannshöft.....	41
Abbildung 5-9: Entwicklung der TP-Jahresfracht in Seemannshöft .....	42
Abbildung 5-10: 5-Jahresmittelwerte der TN-Konzentration an Messstellen im Elbestrom (links) und den Mündungsbereichen der wichtigen Nebenflüsse (rechts).....	43
Abbildung 5-11: 5-Jahresmittelwerte der TP-Konzentration an Messstellen im Elbestrom (links) und den Mündungsbereichen der wichtigen Nebenflüsse (rechts).....	44
Abbildung 6-1: Eintragungsmengen von Stickstoff in den Jahren 2006 bis 2010 und gemittelt nach Ländern.....	48
Abbildung 6-2: Eintragungsmengen von Phosphor in den Jahren 2006 bis 2010 und gemittelt nach Ländern.....	50
Abbildung 7-1: Ansatzpunkte für eine Verringerung der Nährstoffeinträge und zur Verbesserung der Stoffrückhaltung .....	56



### III. Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
µg	Mikrogramm
µm	Mikrometer
a	Jahr
AbwV	Abwasserverordnung
AFS	Abfiltrierbare Stoffe
AID	Aid Infodienst e. V.
AMB	Automatische Beschaffenheits-Messstation
APK	Abkopplungspotenzialkarte
AuW	Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung
Badegewässer-RL	RL 2006/7/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität von Badegewässern und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG
BB	Brandenburg
BBodSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz)
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BE	Berlin
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BLMP	Bund-Länder-Messprogramm
BSB	Biochemischer Sauerstoffbedarf
bzw.	beziehungsweise
Chl-a	Chlorophyll-a
cm	Zentimeter
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
d	Tag
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DIN	Dissolved inorganic nitrogen (gelöster anorganischer Stickstoff)
DON	Dissolved organic nitrogen (gelöster organischer Stickstoff)
dt	Dezitonne
DüV	Düngeverordnung
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.



EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
Fe	Eisen
Fe <sup>3+</sup>	Eisen(III) -Ion
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
g	Gramm
GEK	Gewässerentwicklungskonzept
ggf.	gegebenenfalls
GK	Größenklasse
GrwV	Grundwasserverordnung
GW	Grundwasser
GWK	Grundwasserkörper
GWM	Grundwassermessstellen
GWN	Grundwasserneubildung
GWOF	Grundwasseroberfläche
GWRL	RL 2006/118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschlechterung und Verschmutzung
h	Stunde
H <sup>+</sup> -Ion	Kation des Wasserstoffs
ha	Hektar
HAV	Koordinierungsraum Havel
HELCOM	Helsinki Commission (Baltic Marine Environment Protection Commission)
i. d. R.	in der Regel
IGLU	Ingenieurgesellschaft für Landwirtschaft und Umwelt
IKSE	Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
inkl.	inklusive
JD	Jahresdurchschnitt
KA	Kläranlage
KfZ	Kraftfahrzeug
km	Kilometer
km <sup>2</sup>	Quadratkilometer
Kommunale Abwasserrichtlinie	RL 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser
KOR	Koordinierungsraum





KULAP	Kulturlandschaftsprogramm
l	Liter
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LDB	Landesdatenbank
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
LNF	Landwirtschaftliche Nutzflächen
LTV	Landestalsperrenverwaltung
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MDR	Mitteldeutscher Rundfunk
MEL	Koordinierungsraum Mittlere Elbe/Elde
MELUR	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
MES	Koordinierungsraum Mulde-Elbe-Schwarze Elster
mg	Milligramm
mg/l	Milligramm pro Liter
min	Minute
Mio.	Million
ml	Milliliter
MLUL	Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg
mm	Millimeter
MONERIS	Modelling Nutrient Emissionsin in River Systems
MPN	Most Probable Number
MQ	Mittleres Abflussverhältnis
MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (2008/56/EG)
MUGV	Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg
MV	Mecklenburg-Vorpommern
N	Stickstoff
NATURA 2000	Zusammensetzung aus Vogelschutz-RL (Richtlinie 2009/147/EG) und den Schutzgebieten der Fauna-Flora-Habitat RL (Richtlinie 92/43/EWG)
NH <sub>3</sub> -N	Ammoniak-Stickstoff



NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium-Ion
NH <sub>4</sub> -N	Ammonium-Stickstoff
NI	Niedersachsen
Nitrat-RL	RL 91/676/EWG zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NO <sub>2</sub> -N	Nitrit-Stickstoff
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat-Ion
NO <sub>3</sub> -N	Nitrat-Stickstoff
NSG	Naturschutzgebiet
o. g.	oben genannte
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
o-PO <sub>4</sub> -P	Orthophosphat-Phosphor
OSPAR	Oslo-Paris-Konvention
OWA	Oberflächenwasser-Aufbereitung
OWK	Oberflächenwasserkörper
P	Phosphor
PACl	Polyaluminiumchlorid
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
P-NÜG	Phosphor-Nährstoffüberschussgebiet
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ortho-Phosphat-Ion
PolyDADMAC	Polydiallyldimethylammoniumchlorid
pP	partikulärer Phosphor
QK	Qualitätskomponente
Q <sub>krit</sub>	Kritischer Abfluss
RBF	Retentionsbodenfilter
RISA	RegenInfraStrukturAnpassung
RL	Richtlinie
SächsSchAVO	Sächsische Schutz- und Ausgleichsverordnung für die Land- und Forstwirtschaft in Wasserschutzgebieten
SAL	Koordinierungsraum Saale
SenGuV	Senatsverwaltung für Gesundheit und Verkehr, Berlin
SenStadtUm	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin
SH	Schleswig-Holstein



Si	Silizium
snrP	gelöster nicht reaktiver Phosphor
srP	gelöster reaktiver Phosphor
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
t	Tonne
TEL	Koordinierungsraum Tideelbe
TGG	Trinkwassergewinnungsgebiet
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
TN	Gesamt-Stickstoff
TP	Gesamt-Phosphor
TS	Talsperre
TSS	Gesamtmenge der gelösten Feststoffe
u. a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
UfZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UQN	Umweltqualitätsnorm
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
WD	Winterdurchschnitt
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
WRRL	Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
WSG	Wasserschutzgebiet
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZSF	Zweischichtfilter

## 1 Zusammenfassung für Entscheidungsträger

Trotz einer deutlichen Verbesserung in den letzten zwanzig Jahren ist die Belastung der Oberflächengewässer und Grundwässer im deutschen Anteil des Elbeinzugsgebietes hoch und verhindert die Zielerreichung der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (2008/56/EG). Generell ist bei den Binnengewässern Phosphor (P) und bei den Küsten- und Meereswasserkörpern Stickstoff (N) das die Eutrophierung limitierende Element, so dass die Einträge und Auswirkungen für diese beiden Nährstoffe betrachtet werden müssen. Überhöhte Nährstoffeinträge führen zu einer negativen Veränderung des Artenspektrums, einer Verminderung der Resilienz des Ökosystems gegenüber externen Stressoren, wie z. B. anthropogene Nutzung oder Klimawandel. Algenblüten können die Nutzung stark einschränken und zu Situationen mit Sauerstoffdefiziten und weitreichenden Konsequenzen für die Lebensgemeinschaft führen.

Eine Konkretisierung der Bewirtschaftungsziele für Nährstoffe erfolgt in Form von Umweltqualitätsnormen (UQN) und Schwellenwerten mit bindendem Charakter sowie Orientierungswerten, die als Anzeiger für die Funktionalität des Ökosystems angesehen werden können. Wichtige Zielvorgaben, an denen sich die Bewirtschaftung insgesamt ausrichtet, sind eine Unterschreitung einer Nitratkonzentration von 50 mg/l im Grundwasser und im Hinblick auf den Meeresschutz eine nicht über 2,8 mg/l liegende Gesamtstickstoffkonzentration am Grenzscheitel limnisch/marin der Elbe in Seemannshöft. Die Orientierungswerte für Gesamtposphor (TP) in Fließgewässern variieren gewässertypspezifisch. Für sehr viele Fließgewässertypen liegen sie bei 0,1 mg/l. Ausnahmen bilden z. B. die Marschengewässer mit einem Orientierungswert von 0,3 mg/l. Sowohl in Seen als auch Küstengewässern liegen die tolerierbaren Konzentrationen deutlich niedriger.

Eine Defizitanalyse auf der Basis eines erstmals so für die FGG Elbe zusammengestellten Datensatzes belegt, dass die Bewirtschaftungsziele für alle Gewässerkategorien z. T. flächendeckend nicht erreicht werden. Im Bereich Grundwasser sind von 228 Wasserkörpern 64 Grundwasserkörper (GWK) bzw. 29 % der Fläche im schlechten Zustand aufgrund der Überschreitung des Schwellenwertes. In der Regel ist jedoch nicht die gesamte Fläche des Grundwasserkörpers mit Nitrat belastet. Daneben treten auch bei 19 Grundwasserkörpern Ammonium-Belastungen auf. Ebenfalls bei annähernd 2/3 der Seen oder Talsperren im deutschen Elbeinzugsgebiet werden die Orientierungswerte nicht eingehalten, so dass das Erreichen eines guten ökologischen Zustands erschwert oder unmöglich ist. Mehr als 1.700 oder 60 % von insgesamt fast 2.800 Fließgewässerswasserkörpern erreichen den typspezifischen Orientierungswert für Gesamtposphor nicht. Bei orthophosphat-Phosphor ( $\text{o-PO}_4\text{-P}$ ) liegt dieser Anteil bei ca. 40 %. Obwohl ein großer Anteil der Fließgewässerswasserkörper nicht bewertet wurde, kann auch für Ammoniumstickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) festgestellt werden, dass ein erheblicher Anteil von ca. 1/4 die Vorgaben nicht einhält. Bei Nitratstickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) liegen die Fließgewässerswasserkörper mit überhöhten Stoffkonzentrationen generell in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen der Lößböden und Mittelgebirgsvorländer.

Am Grenzprofil der Elbe zwischen Tschechien und Deutschland besteht ein Minderungsbedarf der abflussnormierten Stickstofffracht von 15.011 t/a in Bezug auf Zeitraum - Niveau 2011 bis 2015, dies entspricht einem Minderungsbedarf von 33 % und der abflussnormierten Phosphorfracht von 579 t/a in Bezug auf Zeitraum - Niveau 2011 bis 2015 oder entsprechend 38 %. Im deutschen Teil des Elbeinzugsgebietes besteht ein Minderungsbedarf der

Stickstoffeinträge aus dem Boden in das Sickerwasser/Grundwasser von mindestens 31.000 t.

In der Binnenelbe besteht, ausgehend von dem Minderungsbedarf am Grenzprofil und den Minderungsbedarfen an den wichtigen Nebengewässern, insgesamt ein Minderungsbedarf der abflussnormierten Phosphorfrachten von 1.358 t/a Phosphor (P). Dieser Wert wird als Ziel angenommen, um in der Binnenelbe und den Nebengewässern einen guten Zustand zu erreichen. Am Profil Seemannshöft wurde ein Minderungsbedarf der abflussnormierten Stickstofffracht von 18.000 t/a in Bezug auf Zeitraum - Niveau 2011 bis 2015 ermittelt, dies entspricht einem Minderungsbedarf von 21 % der abflussnormierten Ist-Fracht. Der Minderungsbedarf der abflussnormierten Phosphorfrachten liegt bei 1.555 t/a in Bezug auf Zeitraum - Niveau 2011 bis 2015 oder entsprechend 40 %.

Der durch die monitoringbasierte Defizitanalyse identifizierte Handlungsbedarf kann durch Modellierung präzisiert werden und so für das deutsche Elbeinzugsgebiet sowie überregional bedeutende Eintragsquellen und -pfade bestimmt werden. Darüber hinaus können länderspezifische Modellansätze der Konkretisierung der Maßnahmenplanung dienen. Mit knapp einem Anteil von ca. 50 % an den Gesamteinträgen ist für Stickstoff Grundwasser/Interflow der wesentliche Eintragspfad, der modellseitig nicht weiter differenziert wird. Daneben hat mit im Mittel von ca. 25 % der Gesamteinträge der Eintragspfad über Dränagen Bedeutung. Punktquellen (16 %), urbane Systeme (6 %), Abschwemmung (4 %), Atmosphärische Deposition (2 %) und Erosion (1 %) haben untergeordnete Bedeutung in Bezug auf den N-Eintrag in die Gewässer. Dieses Verteilungsmuster kann jedoch in Abhängigkeit von der Naturraumausstattung abweichende Verhältnisse aufweisen. Während in den nördlichen Regionen wie z. B. den Marschen oder der nordostdeutschen Seenplatte die Einträge über Dränagen besonders dominant sind, ist es in den Mittelgebirgslagen und Beckenlandschaften der Grundwasser-/Interflowpfad. Die simulierten TP-Einträge für den Zeitraum 2006 bis 2010 liegen im Mittel bei 4.050 t/a. Während bei N mit dem Pfad Grundwasser/Interflow ein Eintragspfad dominiert, liegt bei P eine gleichmäßigere Verteilung sowohl zwischen den unterschiedlichen Pfaden als auch hinsichtlich der regionalen Dominanz einzelner Eintragspfade vor. Im mehrjährigen Mittel beträgt der Anteil der P-Einträge aus Punktquellen und urbanen Systemen jeweils 28 %. Über den Pfad Grundwasser/Interflow werden 18 %, über Erosion 12 % und die Dränagen 11 % eingetragen. Atmosphärische Deposition und Abschwemmung nehmen untergeordnete Rollen ein. Reliefbedingt nimmt der Anteil des P-Eintrags durch Erosion in den Naturräumen der Mittelgebirge aber auch der Lössböden zu und dominiert z. T. die Einträge aus diffusen landwirtschaftlichen Quellen deutlich. P-Einträge aus Dränagen sind im norddeutschen Tiefland und den Marschen überproportional bedeutend.

Auf der Basis der Defizitanalyse und der Modellergebnisse setzt die Nährstoffminderungsstrategie an drei Aspekten an: *i)* Einordnung und Planung der Maßnahmen innerhalb der Systematik der WRRL, *ii)* Betrachtung der Eintragspfade nach Quellen bzw. Verursachern und *iii)* eine Unterscheidung der Maßnahmen nach Wirkort und damit Verbesserung der Maßnahmenwirkung. Integrativ müssen die Maßnahmen bei den Punkten umweltschonende Landnutzung mit ausgeglichener Nährstoffbilanz, Technikanpassung der Niederschlags- und Abwasserbehandlung, Verbesserung des Nährstoffrückhalts in der Landschaft und Luftreinhaltung ansetzen. In einem gesonderten Teil (Teil 2) der Nährstoffminderungsstrategie werden Maßnahmen aus den Handlungsbereichen Siedlungswasserwirtschaft, Landbewirtschaftung, Nährstoffretention und Kommunikation bzw. Konzepte vorgestellt und ihre Wirkmechanismen erläutert und bewertet.



Um die notwendigen Minderungen der Stickstoff- und Phosphoreinträge und damit die Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie und Meeresstrategierahmenrichtlinie zu erreichen, wird empfohlen folgenden Zehn-Punkte Plan zu berücksichtigen.

1. Düngeverordnung konsequent umsetzen
2. Abwasserbehandlung an den Stand der Technik anpassen
3. Abwasserbehandlung im ländlichen Raum verbessern
4. Gesetzliche Emissionsvorgaben im Anhang 1 Abwasserverordnung novellieren
5. Stoffrückhaltung in der Fläche und in Gewässersystemen verbessern
6. Phosphorvorräte in den Böden einheitlich bewerten
7. Stoffliches Gewässermonitoring weiter verbessern
8. Nährstoffmodellierung langfristig weiter verbessern
9. Öffentliche Flächen gewässerschonend bewirtschaften
10. Nährstoffminderungsbedarfe öffentlich wirksam kommunizieren

Diese Maßnahmen werden in Kapitel 8 der vorliegenden Nährstoffminderungsstrategie weitergehend erläutert und wo möglich, mit den Maßnahmenbeispielen des Teils 2 in Verbindung gesetzt. Das Dokument endet mit Übersichtskarten zur Nährstoffbelastung der Oberflächengewässer im deutschen Elbeinzugsgebiet und mit einer Übersicht über die Internetangebote der Länder und der FGG Elbe zur Nährstoffproblematik.

Die vorliegende Nährstoffminderungsstrategie wurde von deutschen Expertinnen und Experten unterschiedlicher Fachrichtungen erarbeitet und ist eine Voraussetzung die Nährstoffproblematik noch mehr zu einem integralen Bestandteil der flussgebietsweiten Bewirtschaftung zu machen. Grundlage dafür ist nicht nur die konsensuale Bearbeitung und Zieldefinition, sondern auch die Diskussion als auch Bestätigung der Ergebnisse in den Gremien und den Ländern der FGG Elbe sowie parallel dazu auf internationaler Ebenen in der Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE). Auf Basis der Nährstoffminderungsstrategie müssen nun in der Folge die Maßnahmen des Zehn-Punkte Plans in den Länder konkretisiert und in ihrer Umsetzung koordiniert werden.

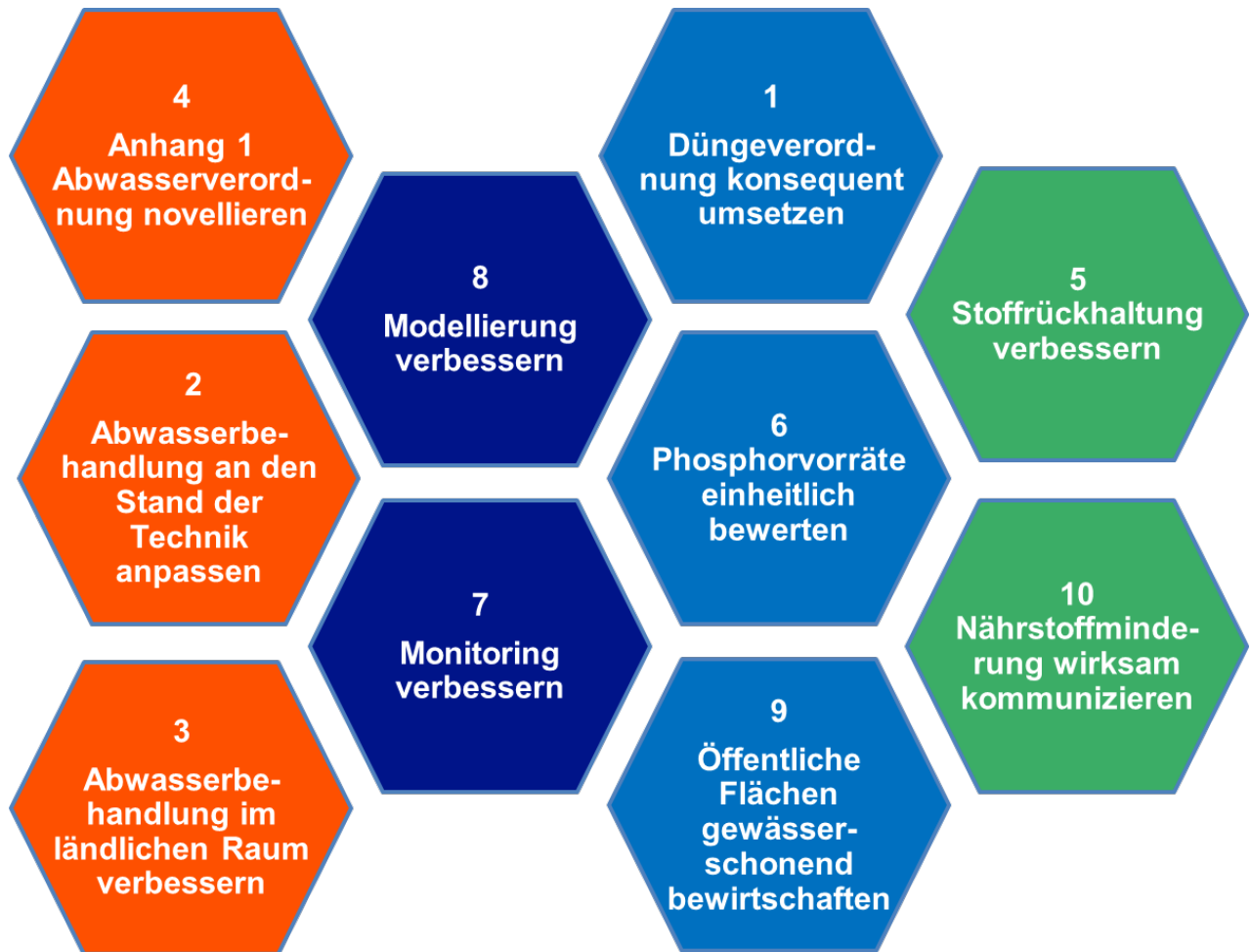


Abbildung 1-1: Schematischer Überblick des Zehn-Punkte Plans

## 2 Einleitung

Die Belastung des Grundwassers und der Oberflächengewässer einschließlich der Meere mit Nährstoffeinträgen gehört trotz der in den zurückliegenden Jahren bereits realisierten umfangreichen Eintragsminderungen in der Landwirtschaft und in der Siedlungswasserwirtschaft nach wie vor zu den wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Weil die Nährstoffkonzentrationen in vielen Wasserkörpern des Grundwassers und der Oberflächengewässer noch so hoch sind, dass sie bisher die Zielerreichung der WRRL (2000/60/EG) und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (2008/56/EG) (MSRL) verhindern, hat die FGG Elbe die vorliegende Nährstoffminderungsstrategie erarbeitet. Die Belastung der Gewässer mit den Nährstoffen Stickstoff (N) und Phosphor (P) erfolgt sowohl aus diffusen als auch punktuellen Quellen, wobei Einträge aus diffusen Quellen vorwiegend aus der Landbewirtschaftung sowie untergeordnet aus Niederschlagswasserabflüssen von Siedlungs- und Verkehrsflächen, und Einträge aus Punktquellen vorrangig aus der Abwasserbehandlung stammen (DWA 2016). Stoffeinträge aus diffusen Quellen unterliegen in der Regel einer Transformation, die z. B. auf die Bodenpassage zurückzuführen ist. Die relativen Anteile der diffusen und punktuellen Einträge hängen wesentlich vom Grad der Abwasserbehandlung sowie der Bevölkerungsdichte und -struktur ab. Diffuse Nährstoffeinträge gelangen je nach naturräumlichen Bedingungen wiederum über unterschiedliche Eintragspfade in die Oberflächengewässer des Binnenlandes und in die Nordsee.

Da somit Nährstoffeinträge vielfältige Ursachen und Quellen haben, und sie gleichzeitig wesentlich dafür verantwortlich sind, dass die Ziele der WRRL nicht erreicht werden, ist es notwendig, diese Belastung im Elbeeinzugsgebiet auf Grundlage einer wissenschaftlich fundierten Nährstoffminderungsstrategie nachhaltig zu reduzieren.

Die überregionalen Ziele für die Nährstoffeinträge im internationalen Einzugsgebiet der Elbe wurden für die Oberflächengewässer abgeleitet und abgestimmt. Da die Oberflächengewässer maßgeblich auch über Stoffeinträge aus dem Grundwasser gespeist werden, sind die GWK ebenfalls in die Strategie mit einzubeziehen. So ergab die Modellierung im deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum 2006 bis 2010 über den Pfad Grundwasser/Interflow einen Stickstoffeintrag von ca. 46 % und einen Phosphoreintrag von ca. 18 %. Deshalb muss im Grundwasser vor allem Nitrat betrachtet werden, das hier hauptsächlich aus landwirtschaftlichen Quellen stammt. Erhöhte Nitratkonzentrationen im Grundwasser wirken sich negativ auf die Erreichung des guten ökologischen und chemischen Zustands der Oberflächengewässer und des guten chemischen Zustands des Grundwassers aus und limitieren die Nutzung für Trinkwasserzwecke. Maßnahmen zur Minderung der Nitratreinträge aus der Landwirtschaft für das Grundwasser haben somit auch für Oberflächengewässer einen bedeutenden Effekt hinsichtlich der Erreichung der Umweltziele und tragen auch zur Umsetzung der Nitratrichtlinie (91/676/EWG) bei. Maßnahmen für Eintragsminderungen aus Punktquellen tragen zur Umsetzung der Kommunalen Abwasserrichtlinie (91/271/EWG) sowie vorrangig zur Minderung von Phosphor-Einträgen in die Oberflächengewässer bei. Weiterhin dient die Minderung der Nährstoffeinträge der Umsetzung der Badegewässerrichtlinie (2006/7/EG) und der Umsetzung von NATURA 2000 (92/43/EWG).

Sauberes Wasser ist eine Grundvoraussetzung für die Nutzung von Grundwasser und Oberflächenwässern als Rohwasser für die Trinkwasserversorgung für etwa 18,4 Millionen (Mio.)



Einwohner und als Brauchwasser für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft im deutschen Teileinzugsgebiet der Elbe. Ökologisch sind saubere, nicht eutrophierte Gewässer sowie nicht geschädigte grundwasserabhängige Landökosysteme bedeutsam, weil in ihnen eine vielfältige Flora und Fauna lebt (92/43/EWG). Gleichzeitig haben saubere Flüsse, Seen und Küstengewässer als Badegewässer eine wichtige Funktion für die Naherholung und den Tourismus, der an der Küste und in Seenlandschaften auch wirtschaftlich bedeutsam ist (2006/7/EG).

Die Nährstoffminderungsstrategie der nationalen FGG Elbe richtet sich sowohl an Maßnahmenplaner und Entscheidungsträger als auch an die interessierte Fachöffentlichkeit in Behörden und bei Verbänden. Sie gliedert sich in sechs Abschnitte, die in zwei Teilen dargestellt sind. Im Kapitel 3 „Eutrophierung“ wird auf die Wirkung eines übermäßigen Nährstoffangebots auf aquatische Lebensgemeinschaften näher eingegangen. Anschließend werden im Kapitel 4 die „Monitoring- und Bewertungsmethoden“ in Deutschland für die Oberflächengewässer und das Grundwasser kurz erläutert. Im Kapitel 5 „Defizitanalyse“ wird getrennt nach den Gewässerkategorien der Handlungsbedarf zur Minderung der Stickstoff- und Phosphoreinträge auf Grundlage aktueller Daten beschrieben. Im Kapitel 6 werden die „Entwicklung der Nährstoffeinträge“ mit Daten aus Monitoringprogrammen und Modellergebnissen beschrieben und räumliche Schwerpunkte für besonders bedeutsame Eintragspfade und -quellen herausgearbeitet. Darauf aufbauend werden im Kapitel 7 „Ansatzpunkte für Maßnahmen“ im Teilkapitel 7.2 Kurzfassungen von Maßnahmenbeispielen aus den Handlungsfeldern Abwasser- und Siedlungswasserwirtschaft, Landbewirtschaftung und Stoffrückhaltung aufgezeigt. In Kapitel 8 wird dann ein Zehn-Punkte Plan zur Minderung der Nährstoffeinträge vorgestellt. Im Teil 2 der Nährstoffminderungsstrategie werden die Beispiele aus Teilkapitel 7.2 für die Minderung von Nährstoffausträgen aus den Bereichen Landwirtschaft, Abwasser- und Siedlungswasserwirtschaft, Stoffrückhaltung und übergeordneter konzeptioneller Art umfassend beschrieben.

Die vorliegende Nährstoffminderungsstrategie wurde für den deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes erarbeitet. Parallel dazu wurde für das gesamte Elbeeinzugsgebiet - koordiniert von der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) - eine entsprechende Nährstoffminderungsstrategie für die gesamte Flussgebietseinheit Elbe erstellt.

Im aktualisierten Bewirtschaftungsplan der IKSE für die Flussgebietseinheit Elbe für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum 2016 bis 2021 wurde ermittelt, dass ausgehend vom Bezugsniveau des Mittelwerts 2009 bis 2012 die N-Einträge aus dem Elbeeinzugsgebiet in die Nordsee insgesamt um etwa 30.000 t bzw. um 18 % und die P-Einträge um etwa 1.000 t bzw. 38 % gemindert werden müssen, um die Meeresschutzziele zu erreichen (IKSE 2015). Für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum wird erwartet, dass die geplanten Maßnahmen die N-Einträge um 8,5 % und die P-Einträge um 6,1 % am Grenzprofil Schmilka, bzw. um 7,3 % (N-Einträge) und 6,1 % (P-Einträge) am Bilanzierungsprofil Seemannshöft gegenüber dem Bezugsniveau mindern werden.

Die aktuellen Auswertungen stützen die bisher ermittelten Minderungsbedarfe; konkret sind nach Auswertung der Zeitreihen 2011 bis 2015 für die Küstengewässer 17.800 t Stickstoff, für die Binnengewässer 1.358 t Phosphor und für das Grundwasser mindestens 31.000 t Stickstoff zu reduzieren.



Auf der Basis der hiermit vorliegenden Nährstoffminderungsstrategie werden die Maßnahmen für den dritten Bewirtschaftungszeitraum bis Ende 2027 geplant und darauf aufbauend auch die Wirkungsabschätzungen aktualisiert.



## 3 Eutrophierung

### 3.1 Wirkung von übermäßigem Nährstoffangebot auf aquatische Lebensgemeinschaften

Eutrophierung wird als Prozess der Zunahme der Produktion von organischen Stoffen im Wasser definiert, die vor allem infolge eines erhöhten Eintrags von Nährstoffen, insbesondere Phosphor und Stickstoff erfolgt (OECD 1982). Unterschieden wird dabei zwischen der natürlichen Eutrophierung (deren Hauptquellen der Abschwemmung der Nährstoffe aus dem Boden oder dem Sediment sowie dem Abbau toter Organismen) und der anthropogenen Eutrophierung, wobei die übermäßige Anreicherung des Wassers mit Nährstoffen durch Auswirkung menschlicher Tätigkeiten verursacht wird, und zwar insbesondere durch:

- Einleitungen von kommunalen und industriellen Abwässern in Gewässer (Einleitungen von ungereinigten bzw. nicht ausreichend gereinigten Abwässern, Entlastungssysteme der Kanalisationssysteme, Phosphorgehalt in Waschmitteln für industrielle Zwecke),
- Abschwemmungen, Erosion, Austrag über Dränagen und Auswaschung der Nährstoffe aus gedüngten bzw. bearbeiteten landwirtschaftlich genutzten Flächen,
- intensive wirtschaftliche Nutzungen der Gewässer (Fischfütterung und Düngung von Fischteichen, Nutzung für die Erholung, Schifffahrt).

Die Einträge von Stickstoff und Phosphor in aquatische Ökosysteme stammen sowohl aus punktuellen Quellen, die klar lokalisiert und einfacher zu überwachen sind, als auch aus flächenhaften (diffusen) Quellen, die schwieriger aufzufinden, zu quantifizieren bzw. zu regulieren sind. Das relative Verhältnis dieser zwei Quellentypen kann sich in einzelnen Einzugsgebieten voneinander wesentlich unterscheiden, und zwar in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte und weiterer sozioökonomischer Rahmenbedingungen, den geologischen Gegebenheiten sowie Land- und Bodennutzungen.

Ein messbarer Anzeiger für Eutrophierung ist das Phytoplankton. Dieses besteht hauptsächlich aus Grünalgen, Kieselalgen und Cyanobakterien.

Die Eutrophierung verändert signifikant die Struktur der aquatischen Lebensgemeinschaften. Eutrophe Gewässer sind zwar hoch produktiv, produzieren also viel Biomasse, jedoch sind die vorherrschenden Bedingungen nur für einen kleinen Teil der Organismen von Vorteil. Allgemein gilt, dass mit der Zunahme der Biomasse gleichzeitig die Biodiversität und die Widerstandsfähigkeit gegenüber externen Störungen und damit die Ökosystemstabilität insgesamt geschwächt wird (Cleland, 2011; HELCOM, 2009).

Erhöhte Nährstoffgehalte in Gewässern können von Grünalgen, Kieselalgen und Cyanobakterien (allgemein Phytoplankton) und einigen Arten höherer Pflanzen am besten genutzt werden. Eine bekannte Erscheinungsform dieses Prozesses ist die Massenentwicklung von Phytoplankton in Form von „Algenblüten“ oder Eintrübung des Gewässers durch sonstiges Phytoplankton. Eine weitere negative Folge des erhöhten Phytoplankton-Vorkommens ist die Störung des Sauerstoffhaushalts. Das resultierende Massensterben der entstandenen Biomasse verursacht eine Abnahme der Sauerstoffkonzentration, denn Sauerstoff wird in erhöhtem Maße durch Bakterien beim Abbau der Algenbiomasse verbraucht. Die Abnahme des Sauerstoffgehalts kann zum Sterben von Fischen und Wirbellosen führen. Zum Absterben höherer Organismen kann es jedoch auch bereits in den Anfangsphasen einer Algenblüte kommen, wenn die Cyanobakterien bzw. Grünalgen oder Pflanzen intensiv wachsen und dabei der pH-Wert steigt und toxische



Formen von Stickstoffverbindungen entstehen.

Durch die massive Entwicklung der Biomasse von Primärproduzenten kommt es zu Einschränkungen bei der Durchdringung des für die an der Sohle lebenden Organismen verfügbaren Sonnenlichts, was zur Störung des Sauerstoffhaushalts führt. Unterhalb der Wasseroberfläche werden sauerstoffübersättigte Bedingungen durch photosynthetische Aktivität gebildet und der pH-Wert steigt.

Während des Tages wird Sauerstoff durch autotrophe Organismen produziert, über die Nacht nimmt der gelöste Sauerstoff jedoch aufgrund ihrer Respiationsaktivität ab. Infolge dessen entsteht im Wasser, insbesondere in den frühen Morgenstunden, ein nahezu anoxischer (sauerstoffarmer) Zustand, der für andere Organismen tödlich sein kann. Beim mikrobiellen Abbau abgestorbener Biomasse kann der gesamte gelöste Sauerstoff vollkommen aufgebraucht werden, womit es zur Entstehung hypoxischer oder anoxischer „Dead Zones“ kommt. Solche Zonen finden sich im Sommer in zahlreichen Süßwasserseen oder Talsperren. In den Meeren und Ozeanen sind durch anoxische Bedingungen insbesondere sessil lebende Organismen betroffen. Absterben können dabei auch Fische und Organismen der Sohle, falls es ihnen nicht gelingt, diese Zonen zu verlassen.

Die Konzentration von Chlorophyll-a (Chl-a) ist ein Indikator für die aktive Phytoplanktonbiomasse. In der Elbe werden in Schmilka sommerliche Höchstwerte von über 150 µg/l erreicht. In Schnackenburg steigen im Sommer die Werte auf nahezu 300 µg/l an. Im Vergleich z. B. mit dem Rhein liegen die sommerlichen Werte in der Elbe in einzelnen Jahren zum Teil um den Faktor zehn höher und verdeutlichen die Problematik der Binneneutrophierung im Elbestrom. Fischer (2015) diskutiert, dass neben abiotischen Faktoren, wie der Aufenthaltszeit des Phytoplanktons im Gewässersystem oder Licht- und Nährstoffverhältnissen, in Standgewässern auch der Fraßdruck auf die Algenpopulationen eine wichtige Rolle spielt. Die Entwicklung des Phytoplanktons im Elbestrom kann durch externe Einflüsse, z. B. in den Nebenflüssen oder im Einzugsgebiet wesentlich beeinflusst werden. In Fließgewässern kann eine hohe Phytoplanktondichte die Zusammensetzung des Makrozoobenthos verändern und damit auch zu degradierten Gemeinschaften führen.

Mit zunehmender Erwärmung bildet sich im Mündungstrichter der Elbe in der Vegetationsperiode ein „Sauerstofftal“ aus, das im Hochsommer den kritischen Wert von 3 mg/l Sauerstoff teilweise unterschreitet. Wanderwillige Fische können diesen Bereich nicht mehr oder nur noch zum Teil durchschwimmen. Neben hydromorphologischen Veränderungen durch wasserbauliche Eingriffe ist die Sekundärverschmutzung durch die abgestorbene Biomasse, die sich aufgrund einer übermäßigen Nährstoffbelastung oberhalb des Wehres Geesthacht massenhaft in der Oberen und Mittleren Elbe entwickeln können, eine weitere wichtige Einflussgröße bei der Ausprägung des Sauerstofftals und damit ein weiterer deutlicher Hinweis auf die Bedeutsamkeit der Eutrophierungsproblematik (FGG Elbe 2017).

In der Nordsee kommt es mitunter bei Erschöpfung von Silikat und auch Phosphat, aber noch ausreichendem Stickstoffangebot nach einer Kieselalgenblüte, zum massenhaften Auftreten von Algen der Gattung *Phaeocystis*, die in der Lage ist, organische P-Verbindungen als Phosphorquelle zu nutzen (BLMP 2007; Admiraal & Veldhuis, 1987). Neben den negativen Auswirkungen auf das Nahrungsnetz führt die Massenblüte dieser auch als „Schaumalge“ bezeichneten Gattung, ähnlich wie bei den Cyanobakterien, zu starker Schaumentwicklung an den Stränden.

Auch in Talsperren kommt es zur Eutrophierung in der Regel in den Sommermonaten, also im Zeitraum mit genügend Wärme und Licht. Eine der Konsequenzen der Eutrophierung ist auch das verminderte Selbstreinigungsvermögen der Gewässer und Talsperren. Die Auswirkungen der Eutrophierung verursachen Schwierigkeiten bei der Trinkwasseraufbereitung, wenn es zur Verschlechterung sensorisch beurteilbarer Eigenschaften des aufbereiteten Wassers, zur sekundären mikrobiellen Belastung oder zur Freisetzung hygienisch bedenklicher Stoffe ins Wasser kommt.

Eine massive Entwicklung von Cyanobakterien kann sich negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken, wenn der Körper beim Baden mit Toxinen von Cyanobakterien (Cyanotoxinen) in Kontakt kommt oder das Wasser aufnimmt.

### **3.2 Limitierende Nährstoffe in Seen, Fließgewässern und Küstengewässern**

In aquatischen Ökosystemen wird das Algen- und Pflanzenwachstum durch unterschiedliche Nährstoffe limitiert. Nach Redfield et al. (1963) beträgt das für das Phytoplanktonwachstum optimale Verhältnis von Stickstoff zu Phosphor 16 Mol N zu 1 Mol P, bzw. 7 g N zu 1 g P (7:1 bei Masse). Entsprechend deutet ein erheblich niedrigeres N/P-Verhältnis auf eine mögliche N-Limitierung der Phytoplankton-Primärproduktion hin, während ein höheres N/P-Verhältnis für eine mögliche P-Limitierung spricht (BLMP, 2014). Allgemein gilt, dass übermäßige Nährstoffeinträge nicht nur die Binnengewässer und das Grundwasser beeinträchtigen, sondern dass sie durch Frachtkumulation auch den Zustand von Übergangs- und Küstengewässern sowie der Meere erheblich beeinflussen. In der Regel ist in Seen die Konzentration an verfügbarem Phosphor der wachstumslimitierende Faktor. In tiefen geschichteten Seen ist das Epilimnion vom nährstoffreichen Tiefenwasser getrennt, so dass die Nährstoffe im Sommer nur begrenzt wachstumswirksam werden können. Am Boden können jedoch vor allem in eutrophen Seen unter anaeroben Bedingungen Phosphat und Ammonium aus der abgesunkenen Biomasse bzw. aus den Sedimenten zurückgelöst werden (seeinterne Düngung). Untersuchungen an lebendigen Organismen haben darüber hinaus gezeigt, dass saisonale Muster der Limitation zwischen den Seen variieren können. Tiefe Seen des Norddeutschen Tieflands waren überwiegend P-limitiert, während die flachen polymiktischen Seen einen saisonalen Wechsel von P-Limitation im Frühling zu N- und Lichtlimitation im Jahresverlauf zeigten. Neben der Minimierung der Nährstoffeinträge ist die Bewirtschaftung von Seen so auszurichten, dass ein intaktes Nahrungsnetz erhalten bleibt. Naturnahe Uferstrukturen, Makrophytenvielfalt und ausreichend effektive Biofiltrierer im Zooplankton müssen durch Fischhegepläne und Lenkung der Freizeitnutzung sichergestellt werden, um eine Reeutrophierung zu verhindern (Kasprzak 2007).

In Fließgewässern wird das Wachstum des Phytoplanktons neben der Wasserströmung ebenfalls durch die P-Konzentration begrenzt. Dabei kann zeitweise auch eine sommerliche N-Limitierung auftreten, wenn durch N-Inkorporation durch Phytoplankton und andere Organismen der Vorrat an gelösten N in der Wassersäule erschöpft ist (Hecky & Kilham, 1988; Conley, 2000). Die üblicherweise auftretende P-Limitierung in Fließgewässern liegt darin begründet, dass P mit Eisen, Aluminium und Calcium sowie weiteren Kationen, aber auch mit Tonmineralen schwerlösliche Verbindungen eingeht und in strömungsarmen Bereichen, z. B. zwischen Buhnenfeldern, in Auen, Gräben oder Hafenbecken durch Sedimentationsprozesse zurückgehalten wird (Reddy et al., 1999). In sommerlichen Niedrigwasserperioden kann es im Elbestrom neben der P-Limitierung auch zur Silizium (Si)-Limitierung kommen. Durch geringe Wasserführung und eine resultierende hohe Fließzeit hat das Phytoplankton eine lange



Zeitspanne für das intensive Wachstum entlang der Fließstrecke zur Verfügung, in deren Verlauf sich das für das Phytoplankton verfügbare gelöste Si erschöpfen kann (Böhme et al., 2006).

In den Küstengewässern und Meeren wird die Primärproduktion vor allem durch Stickstoff begrenzt. Während P in Oberflächengewässern Fällungsreaktionen mit Eisen und anderen Kationen eingeht, (gilt nicht für eisenarme Seen) und im Sediment vergleichsweise schwer remobilisierbar gespeichert wird, kommt es in den Küstengewässern und Meeren unter Beteiligung der sommerlichen Sulfatreduktion, bei der Eisenhydroxide reduziert und somit auch adsorbierte Phosphationen freigesetzt werden, zu einer fast vollständigen Remobilisierung von P, das somit nicht mehr eutrophierungslimitierend wirkt (UBA, 2004; BLMP, 2007). In den Übergangsbereichen, also in Ästuaren und Küstenzonen, sind die Verhältnisse komplizierter: hier wechselt eine P-Limitierung im Frühjahr oft zu einer sommerlichen N-Limitierung (BLMP, 2007). In marinen und ästuarinen Lebensräumen können neben den Faktoren Licht, die Nährstoffe P, N und auch Si das Phytoplanktonwachstum limitieren. Si ist ein essenzielles Nährelement für Kieselalgen, die die größte marine Planktongruppe ausmachen. Wenn im Frühjahr genügend Licht zur Verfügung steht, bildet sich eine von Kieselalgen dominierte Algenblüte, deren Wachstum sich mit erschöpfendem Vorrat an Silikat im Laufe des Frühjahrs einstellt. Stehen aber in einem eutrophen Gewässer noch ausreichend P und N zur Verfügung, entwickelt sich eine zweite, nicht durch Silikat limitierte Blüte mit Flagellaten als dominante Gruppe. Damit ist zwar Si ein limitierendes Nährelement, trägt jedoch im Gegensatz zu Stickstoff nicht zu den Eutrophierungseffekten wie Algenblüten und resultierender Sauerstoffzehrung bei (BLMP, 2007; BLMP, 2011).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Lebensgemeinschaften in Binnengewässern in entscheidender Weise durch Phosphor und in Küstengewässern in der Regel durch Stickstoff in ihrem Wachstum begrenzt werden. Die Ursache für saisonal und lokal wechselnde Nährstofflimitierung liegt in den unterschiedlichen biogeochemischen Jahreszyklen von N und P begründet. Dabei spielen die Prozesse Remobilisierung von P aus dem Sediment, Denitrifikationsverluste und der potenzielle Ausgleich von Stickstoffmangel durch Stickstofffixierung eine Rolle (Conley, 2000; de Klein, 2008). Für die Kontrolle der Auswirkungen der Eutrophierung in den Gewässern als Ganzes, also unter Berücksichtigung des Süßwassers, der Übergangsgewässer und der Meere, ist daher eine Verringerung beider Nährstoffe gleichzeitig notwendig.

## 4 Monitoring und Bewertung

### 4.1 Allgemeines

Für den deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes gelten für das Monitoring in den Oberflächengewässern und die Bewertung der Monitoringergebnisse die Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016). Regelungen zu Nährstoffen auf Oberflächengewässerebene sind in Form von Orientierungswerten für allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (QK), die zur Einstufung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials unterstützend genutzt werden, in § 5 festgelegt. Diese Orientierungswerte sind Zielgrößen, die nach allgemeinem Verständnis einen dem guten Zustand/Potenzial entsprechenden Energie- und Stofffluss im jeweiligen Wasserkörper anzeigen. Gleichzeitig weist das aquatische Ökosystem in diesen Wertebereichen eine hohe Resilienz gegenüber Störungen und äußeren Einflüssen auf. Die relevanten Parameterwerte für den guten Zustand/Potenzial für Nährstoffe sind in der OGewV Anlage 7 in den Tabellen 2.1.2 für Fließgewässer, 2.2 für Seen und 2.3 für Übergangs- und Küstengewässer aufgeführt.

Darüber hinaus werden in § 14 der OGewV Bewirtschaftungsziele für Stickstoff in den Flussgebietseinheiten zum Schutz der Meeresgewässer festgelegt. Für die in die Nordsee mündenden Flüsse, wie die Elbe, darf eine Gesamtstickstoff (TN)-Konzentration von 2,8 mg/l am Grenzscheitel limnisch/marin als Jahresmittelwert nicht überschritten werden.

Für Nitrat in Fließgewässern gibt die OGewV weiterhin eine Umweltqualitätsnorm vor, deren Nichteinhaltung direkt zur Einstufung in den schlechten chemischen Zustand führt.

Mit der 2016 novellierten OGewV wurden die Vorgaben für die Überwachung bzw. das Monitoring weiter konkretisiert. Die Anforderungen an Überwachungsfrequenzen und -häufigkeiten sind in § 10 in Verbindung mit Anlage 10 vorgegeben. Der Nährstoffzustand wird im Wasserkörper mindestens einmal in sechs Jahren mit 4 bis 13 Probenahmen im Untersuchungsjahr überwacht. Bei vielen Wasserkörpern findet eine intensivere Überwachung in einem engeren Messintervall statt.

Für das Grundwasser gelten die Vorgaben der Grundwasserverordnung (GrwV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist. In § 5 in Verbindung mit Anlage 2 GrwV sind die als Schwellenwerte bezeichneten Zielgrößen für die Nährstoffe Nitrat und Ammonium festgelegt. § 9 in Verbindung mit Anlage 4 GrwV beinhaltet Vorgaben für eine repräsentative Überwachung des chemischen Grundwasserzustands. Die Ermittlung des chemischen Grundwasserzustands erfolgt gemäß § 6 GrwV. Mit der Änderung der GrwV in 2017 wurden Schwellenwerte für die Nährstoffe ortho-Phosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) und Nitrit aufgenommen.

### 4.2 Grundwasser

Die GrwV legt Schwellenwerte im Grundwasser für Nitrat mit 50 mg/l (entspricht 11,3 mg/l  $\text{NO}_3\text{-N}$ ), für Ammonium mit 0,5 mg/l (entspricht 0,39 mg/l  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) und für Nitrit sowie  $\text{PO}_4^{3-}$  mit jeweils 0,5 mg/l als jährliches arithmetisches Mittel fest (Tabelle 4-1).

Tabelle 4-1: Schwellenwerte im Grundwasser für Stickstoff- und Phosphorverbindungen

	Schwellenwert nach GrwV (2010) vor der Änderung	Schwellenwert nach geänderter GrwV (2017)
<b>Nitrat</b>	50 mg/l	50 mg/l
<b>Ammonium</b>	0,5 mg/l	0,5 mg/l
<b>Nitrit</b>	-	0,5 mg/l
<b>ortho-Phosphat</b>	-	0,5 mg/l

Die Messnetze müssen so ausgestaltet sein, dass eine kohärente, umfassende und repräsentative Übersicht über den chemischen Zustand der GWK möglich ist, sowie mögliche Trends erfasst werden können. Die Überblicksüberwachung zum chemischen Zustand erfolgt i. d. R. einmal jährlich an fast 1.200 Messstellen in 199 der insgesamt 228 GWK im deutschen Elbeeinzugsgebiet (FGG Elbe, 2015). In Abhängigkeit von den Messergebnissen oder vorliegenden Kenntnissen zur hydrogeologischen Situation des Grundwasserkörpers kann seltener beprobt werden, mindestens aber einmal pro Bewirtschaftungszeitraum. Bei Nichterreichen der Bewirtschaftungsziele oder bei GWK im chemisch schlechten Zustand werden weitere Beprobungen an diesen oder zusätzlichen Messstellen im Rahmen der operativen Überwachung durchgeführt.

Die Überschreitung eines Schwellenwertes an einer Messstelle im jährlichen arithmetischen Mittel führt nicht unweigerlich zur Verfehlung des guten chemischen Zustands des zu bewertenden GWK. Bei der Bewertung der GWK ist auch die Ausdehnung von Belastungsflächen einzubeziehen. Diese ist mit geeigneten geostatistischen Verfahren oder hydrologischen Modellen zu ermitteln. Flächenkriterien zur Beurteilung sind in der GrwV vorgegeben. Neben der flächenhaften Ausdehnung der Belastungen sind bei der Zustandsbewertung weiterhin die Beeinträchtigungen der Oberflächengewässer und der unmittelbar von dem GWK abhängigen Landökosysteme zu berücksichtigen. Die im Juni 2017 in Kraft getretene Düngeverordnung (DüV) verpflichtet in § 13 die Länder, für Grundwasserkörper (oder deren Teilgebiete) mit hoher Nitratbelastung Länderverordnungen mit weitergehenden Maßnahmen zu erlassen.

### 4.3 Seen

Für die über 350 Seen im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes sind Orientierungswerte für Gesamtposphor (TP) für den Grenzbereich gut zu mäßig entsprechend ihrer Einordnung in die verschiedenen Seentypen und somit ihrer Referenztrophy vorgegeben (Tabelle 4-2). Bei der Entwicklung der Orientierungswerte wurden bewusst Übergangsbereiche angegeben, da die angegebenen Übergangsbereiche den beobachteten Auslenkungen bei den Seen gerechter werden. Die Wertebereiche beziehen sich auf den Saisonmittelwert. Dabei werden je nach Höhenlage und Witterung Daten aus dem Zeitraum März/April bis Oktober/November berücksichtigt. Die Untersuchungsfrequenz sollte mindestens bei 6 Probenahmen im Jahr liegen. Das Untersuchungsintervall beträgt in der Regel 3 bzw. 6 Jahre.

Für den mesotrophen Zustand variieren die Werte zwischen 14 µg/l und 45 µg/l. In den Mittelgebirgslagen sind die Grenzbereiche insgesamt niedriger angesetzt als im norddeutschen Flachland. Eine Ausnahme davon bilden die potenziell nährstoffarmen Flachlandseen, Typ 10,



13 und 14. Bei den Flusseen hingegen liegen die Konzentrationen etwas höher. Im Vergleich zu anderen europäischen Staaten befinden sich diese Werte im unteren Bereich der Orientierungswerte für die jeweiligen Seentypen (Phillips und Pitt, 2015).

Die unterstützende Bewertung durch Orientierungswerte für P bezieht sich ausschließlich auf die Freiwasserzone der Seen und hat einen engen Bezug zum Trophiestatus und zur Bewertung mittels der QK Phytoplankton. Die Einhaltung dieser Orientierungswerte kann auf die biologischen QK Fische, Makrozoobenthos und Makrophyten/Phytobenthos eine positive Wirkung ausüben, muss jedoch nicht den guten Zustand für die Biokomponenten herbeiführen, da die entsprechenden Bewertungsverfahren z. T. auf andere ökologisch wirksame Stressoren kalibriert sind.

Die Seen im deutschen Anteil des Elbeinzugsgebietes werden durch 84 Überblicksmessstellen und 441 operative Messstellen überwacht.

*Tabelle 4-2: Orientierungswerte als Maß für die Menge des Nährstoffangebotes im Referenzzustand für Phosphor der Standgewässer für die Gewässertypen im deutschen Elbeinzugsgebiet*

Ökoregion	Typ	Bezeichnung	Anzahl der Seen	TP [ $\mu\text{g/l}$ ] Grenzbereich gut/mäßig oligotroph <sup>1</sup>	TP [ $\mu\text{g/l}$ ] Grenzbereich gut/mäßig mesotroph <sup>1</sup>	TP [ $\mu\text{g/l}$ ] Grenzbereich gut/mäßig eutroph <sup>1</sup>
9: Mittelgebirge, Höhe 200 – 800 m und höher	5	Kalkreicher, geschichteter Mittelgebirgssee mit relativ großem Einzugsgebiet	15	18 – 25	14 – 20	
	6	Kalkreicher, ungeschichteter Mittelgebirgssee mit relativ großem Einzugsgebiet	8		30 – 45 35 – 50	45 – 70
	7	Kalkreicher, geschichteter Mittelgebirgssee mit relativ kleinem Einzugsgebiet	2	18 – 25	14 – 20	
	8	Kalkarmer, geschichteter Mittelgebirgssee mit relativ großem Einzugsgebiet	9	18 – 25	14 – 20	
	9	Kalkarmer, geschichteter Mittelgebirgssee mit relativ kleinem Einzugsgebiet	1	18 – 25	14 – 20	
14: Norddeutsches Tiefland, Höhe < 200 m	10	Kalkreicher, geschichteter Flachlandsee mit relativ großem Einzugsgebiet	96		25 – 40 30 – 45	
	11	Kalkreicher, ungeschichteter Flachlandsee mit relativ großem Einzugsgebiet und einer Verweilzeit > 30 d	102		35 – 45	35 – 55

Ökoregion	Typ	Bezeichnung	Anzahl der Seen	TP [ $\mu\text{g/l}$ ] Grenzbereich gut/mäßig oligotroph <sup>1</sup>	TP [ $\mu\text{g/l}$ ] Grenzbereich gut/mäßig mesotroph <sup>1</sup>	TP [ $\mu\text{g/l}$ ] Grenzbereich gut/mäßig eutroph <sup>1</sup>
14: Norddeutsches Tiefland, Höhe < 200 m	12	Kalkreicher, ungeschichteter Flachlandsee mit relativ großem Einzugsgebiet und einer Verweilzeit > 3 d und < 30 d	54			60 – 90
	13	Kalkreicher, geschichteter Flachlandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet	59		25 – 35	
	14	Kalkreicher, ungeschichteter Flachlandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet	11		30 – 45	

<sup>1</sup> maximaler Trophiestatus

#### 4.4 Fließgewässer

Die Fließgewässer im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes sind zwei Ökoregionen mit 20 Gewässertypen bzw. Subtypen zugeordnet. Darüber hinaus sind vier ökoregionsunabhängige Gewässertypen ausgewiesen. Innerhalb dieser Typendifferenzierung variieren die Orientierungswerte als Anforderungen für den guten Zustand/Potenzial für die Phosphorformen von  $\leq 0,07 \text{ mg/l}$  bis  $\leq 0,20 \text{ mg/l}$  für  $\text{o-PO}_4\text{-P}$  und  $\leq 0,10 \text{ mg/l}$  bis  $\leq 0,30 \text{ mg/l}$  für TP als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinanderfolgenden Kalenderjahren. Die Werte im oberen Bereich dieser Spannen gelten in der Regel für Gewässer der Marschen oder organisch geprägte Fließgewässer. Die Orientierungswerte für  $\text{NH}_4\text{-N}$  variieren zwischen  $\leq 0,10 \text{ mg/l}$  und  $\leq 0,30 \text{ mg/l}$ . Die Vorgaben für Ammoniak-Stickstoff ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) und Nitrit-Stickstoff ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) sind deutlich geringer und liegen zwischen  $\leq 1 \mu\text{g/l}$  und  $\leq 2 \mu\text{g/l}$  bzw.  $\leq 30 \mu\text{g/l}$  und  $\leq 50 \mu\text{g/l}$ . Die differenzierten Vorgaben berücksichtigen vor allem den naturraumgeprägten Chemismus der Gewässer. Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) wird in der OGewV als prioritärer Stoff geführt, für den eine UQN von  $50 \text{ mg/l}$  (entspricht  $11,3 \text{ mg/l NO}_3\text{-N}$ ) gilt.

Die Bewertung der Fließgewässer im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes erfolgt auf der Grundlage von 63 Überblicks- und über 2.800 operativen Messstellen.

Tabelle 4-3: Orientierungswerte der Fließgewässer für die Gewässertypen im deutschen Elbeinzugsgebiet

Ökoregion	Typ	Bezeichnung	Anzahl OWK <sup>1</sup>	o-PO <sub>4</sub> -P [mg/l]	TP [mg/l]	NH <sub>4</sub> -N [mg/l]	NH <sub>3</sub> -N [µg/l]	NO <sub>2</sub> -N [µg/l]
9: Mittelgebirge, Höhe ca. 200 – 800 m und höher	5	Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	362	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 1	≤ 30
	5.1	Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	3	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 1	≤ 30
	6	Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	123	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 2	≤ 50
	6_k	Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche (Keuper)	14	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 2	≤ 50
	7	Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	11	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 2	≤ 50
	9	Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	55	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 1	≤ 30
	9.1	Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	9	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 2	≤ 50
	9.1_K	Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse (Keuper)	2	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 2	≤ 50
	9.2	Große Flüsse des Mittelgebirges	13	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 2	≤ 50
	10	Kiesgeprägte Ströme	2	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 2	≤ 50
14: Norddeutsches Tiefland, Höhe < 200 m	14	Sandgeprägte Tieflandbäche	457	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10/≤ 0,20	≤ 1/≤ 2	≤ 30 ≤ 50
	15	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	111	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 2	≤ 50

Ökoregion	Typ	Bezeichnung	Anzahl OWK <sup>1</sup>	o-PO <sub>4</sub> -P [mg/l]	TP [mg/l]	NH <sub>4</sub> -N [mg/l]	NH <sub>3</sub> -N [µg/l]	NO <sub>2</sub> -N [µg/l]
	15_groß	Große sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	28	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 2	≤ 50
	16	Kiesgeprägte Tieflandbäche	290	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,10/≤ 0,20	≤ 1/≤ 2	≤ 30 ≤ 50
	17	Kiesgeprägte Tieflandflüsse	52	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 2	≤ 50
	18	Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	36	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 2	≤ 50
	20	Sandgeprägte Ströme	13	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 2	≤ 50
	22.1	Kleine und mittelgroße Gewässer der Marschen	74	≤ 0,20	≤ 0,30	≤ 0,30	-	-
	22.2	Große Gewässer der Marschen	14	≤ 0,20	≤ 0,30	≤ 0,30	-	-
	22.3	Ströme der Marschen	1	≤ 0,20	≤ 0,30	≤ 0,30	-	-
Ökoregion-unabhängige Typen	11	Organisch geprägte Bäche	208	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,10/≤ 0,20	≤ 1/≤ 2	≤ 30 ≤ 50
	12	Organisch geprägte Flüsse	28	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,10/≤ 0,20	≤ 1/≤ 2	≤ 30 ≤ 50
	19	kleine Niederungsflüsse in Fluss- und Stromtälern	727	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,20	≤ 2	≤ 50
	21_N	Seeausflussgeprägte Flüsse des Norddeutschen Tieflandes (Nord)	137	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 2	≤ 50

<sup>1</sup> Datenstand BWP 2015

## 4.5 Küstengewässer

In der OGewV sind für die Küsten- und Übergangsgewässer Orientierungswerte für die Parameter TN (Jahresdurchschnitt JD), gelöster anorganischer Stickstoff (DIN) (Winterdurchschnitt WD, 1. Nov. bis 28. Feb.) und TP (JD) festgelegt. Die entsprechenden Werte für den/das guten/e Zustand/Potenzial sind in Tabelle 4-4 aufgeführt. Für die felsgeprägten Küstengewässer um Helgoland gelten mit ≤ 0,24 mg/l und ≤ 0,19 mg/l insbesondere für die N-Konzentrationen signifikant geringere Grenzen als für die polyhalinen Küstengewässer bzw. das Wattenmeer. In

den Küsten- und Übergangsgewässern der FGG Elbe befinden sich zwölf Überblicksmessstellen und zehn operative Messstellen.

*Tabelle 4-4: Orientierungswerte für Stickstoff der Küstengewässer für die Gewässertypen im deutschen Elbeeinzugsgebiet*

Typ	Bezeichnung	Anzahl der Wasserkörper	TN [mg/l]	DIN [mg/l]	TP [mg/l]
			JD	WD	JD
N3	polyhaline offene Küstengewässer	1	≤ 0,56	≤ 0,44	≤ 0,036
N4	polyhalines Wattenmeer	2	≤ 0,56	≤ 0,44	≤ 0,036
N5	euhalines, felsgeprägtes Küstengewässer um	1	≤ 0,24	≤ 0,19	≤ 0,030

## 5 Defizitanalyse

### 5.1 Hintergrund

Im Sinne des Bewirtschaftungsansatzes der WRRL ist es erforderlich, für eine erfolgreiche Zustandsverbesserung den Handlungsbedarf oder anders ausgedrückt das Defizit zwischen Ist-Zustand und Ziel-Zustand (distance to target) zu kennen, um darauf aufbauend Maßnahmen zum Abbau des Defizits zu planen und umzusetzen. Eine Defizitanalyse wird für jede signifikante Belastung benötigt, die das Erreichen des guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials, des guten chemischen Zustands bei Grund- und Oberflächengewässern oder des guten mengenmäßigen Zustands bei Grundwasserkörpern verhindert.

Die Defizitanalyse ist in den Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen mit sogenannten Belastungsindikatoren zu hinterlegen. Neben der jeweiligen Anzahl der Wasserkörper mit Defiziten werden hier auch quantitative Indikatoren, die im Fall der Nährstoffe die zu mindernde Menge beschreiben, verwendet. In Deutschland wurden für diesen Zweck Methoden und Indikatoren zur Harmonisierung der Defizitanalyse im Bereich Nährstoffe gemeinsam von Bund und Ländern von einer Kleingruppe erarbeitet und von der LAWA-Vollversammlung im September 2017 bestätigt (LAWA 2017).

### 5.2 Grundwasser

Im deutschen Elbeeinzugsgebiet befinden sich aktuell 64 GWK aufgrund von Nitratbelastungen im schlechten chemischen Zustand, davon 25 GWK im Koordinierungsraum Saale (KOR SAL), 16 GWK im KOR Mulde-Elbe-Schwarze Elster (MES), 12 GWK im KOR Tideelbe (TEL), acht GWK im KOR Mittlere Elbe/Elde (MEL) und drei GWK im KOR Havel (HAV) (siehe Tabelle 5-1 und Abbildung 5-1). Das sind 28 % aller 228 GWK im deutschen Elbeeinzugsgebiet. Die prozentuale Verteilung in den KOR zeigt Tabelle 5-1.

Die Fläche der 64 GWK, die hinsichtlich Nitrat in den schlechten Zustand eingestuft werden mussten, beträgt insgesamt ca. 29.000 km<sup>2</sup> (siehe Tabelle 5-1). Dies umfasst 29 % der Gesamtfläche aller GWK in der FGG Elbe. Am stärksten betroffen sind die KOR TEL mit 54 % und SAL mit 46 % der Gesamtfläche der GWK. In der Regel ist nicht die gesamte Fläche des GWK mit Nitrat belastet. Wird nur die Fläche mit Schwellenwertüberschreitung für Nitrat innerhalb des GWK betrachtet, ergibt sich z. B. im KOR MES in den wegen Nitrat in den schlechten Zustand eingestuften GWK ein Gesamtumfang von ca. 1.513 km<sup>2</sup> tatsächlich belasteter Fläche im Vergleich zu den knapp 5.000 km<sup>2</sup> Gesamtfläche.

Sechs der 64 wegen Nitrat in den schlechten Zustand eingestuften GWK weisen zudem noch einen steigenden Trend für Nitrat auf (siehe Abbildung 5-1). Davon liegen vier im KOR SAL und zwei im KOR TEL. Bei keinem der belasteten GWK ist aktuell eine Trendumkehr zu verzeichnen. Im Vergleich zum ersten Bewirtschaftungsplan von 2009 zeigen sich beim Parameter Nitrat deutschlandweit noch keine eindeutigen Zustandsverbesserungen. Während im Verlauf des ersten Bewirtschaftungszeitraums 12 GWK den guten Zustand hinsichtlich Nitrat erreicht haben, verschlechterte sich hingegen für 14 andere GWK der Zustand.

Damit in den GWK, die mit Stand 2018 wegen Nitrat im schlechten chemischen Zustand sind, der Schwellenwert von 50 mg/l sicher eingehalten werden kann, ist der N-Eintrag in den Boden im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzfläche um mindestens 31.000 t N/a zu vermindern. Die

Schätzung basiert auf Modellierungen sowie Berechnungen auf Grundlage der Monitoringergebnisse in den Ländern. Diese sind grundsätzlich vergleichbar, da die LAWA-Empfehlungen für eine harmonisierte Vorgehensweise zum Nährstoffmanagement (Defizitanalyse, Nährstoffbilanzen, Wirksamkeit landwirtschaftlicher Maßnahmen) in Flussgebietseinheiten (LAWA 2017) zugrunde gelegt wurden. Auch in GWK im guten chemischen Zustand können örtlich Nitratbelastungen auftreten, die nach § 7 (4) GrwV Maßnahmen erfordern, wenn dies zum Schutz von Gewässerökosystemen, Landökosystemen oder Grundwassernutzungen notwendig ist. Dieser Minderungsbedarf ist hier nicht berücksichtigt.

Neben Nitratbelastungen treten im Elbeeinzugsgebiet auch Ammoniumbelastungen des Grundwassers auf. Aktuell sind 19 GWK wegen Ammonium in den schlechten chemischen Zustand eingestuft. Während die Nitratbelastungen überwiegend landwirtschaftlich bedingt sind, werden die Ammonium-Belastungen neben der Landwirtschaft auch durch den Bergbau verursacht. Für o-PO<sub>4</sub>-P und NO<sub>2</sub>-N können aktuell keine Aussagen zur Grundwasserbelastung getroffen werden, da diese Stoffe erst in 2017 mit einem festgelegten Schwellenwert in die geänderte GrwV aufgenommen worden sind, und somit erstmalig bei der Bestandsaufnahme in 2019 berücksichtigt werden.

*Tabelle 5-1: Anzahl und Fläche der GWK im deutschen Elbeeinzugsgebiet, die wegen Nitrat im schlechten Zustand sind (siehe Abbildung 5-1 zu KOR)*

KOR	Anzahl GWK			Fläche GWK [km <sup>2</sup> ]		
	gesamt in FGG Elbe	mit schlechtem Zustand Nitrat	Anteil [%]	gesamt in FGG Elbe	mit schlechtem Zustand Nitrat	Anteil [%]
HVL	2	0	0	83	0	0
BER	1	0	0	29	0	0
ODL	3	0	0	1.008	0	0
MES	59	16	27	17.792	4.987	28
SAL	73	25	34	24.032	11.104	46
MEL	28	8	29	16.049	3.094	19
HAV	34	3	9	23.848	786	3
TEL	28	12	43	16.742	9.073	54
<b>Summe</b>	<b>228</b>	<b>64</b>	<b>28</b>	<b>99.583</b>	<b>29.044</b>	<b>29</b>

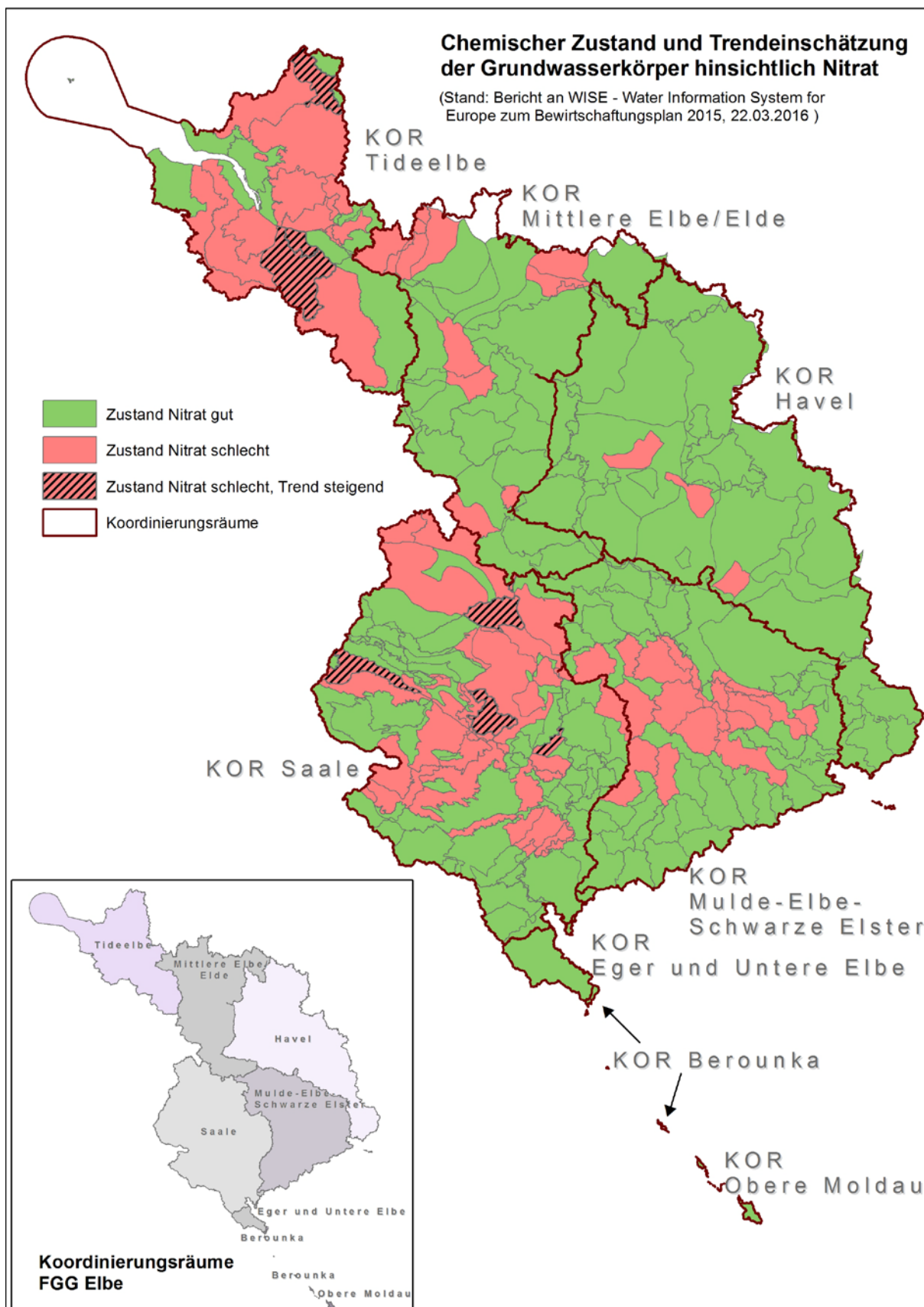


Abbildung 5-1: Chemischer Zustand und Trend der GWK bzgl. Nitrat



### 5.3 Seen

Im deutschen Elbeeinzugsgebiet befinden sich 361 Seen oder Talsperren mit einer Wasserfläche von jeweils > 50 ha, von denen für 313 Wasserkörper Informationen zur Nährstoffsituation vorliegen; von diesen halten ungefähr 2/3 nach Angaben der Bundesländer mit Stand Juli 2017 die in der OGewV festgeschriebenen Spannweiten der Orientierungswerte für Seen nicht ein (Tabelle 5-2).

*Tabelle 5-2: Einhaltung der Orientierungswerte bei Seen (Standgewässer nach KOR im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes)*

KOR	nicht eingehalten		eingehalten		keine Bewertung
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl
<b>MES</b>	2	20 %	8	80 %	
<b>SAL</b>	9	37 %	15	63 %	
<b>MEL</b>	40	56 %	32	44 %	
<b>HAV</b>	142	72 %	52	28 %	2
<b>TEL</b>	8	73 %	3	27 %	
<b>Summe</b>	<b>201</b>	<b>64 %</b>	<b>110</b>	<b>36 %</b>	<b>2</b>

Im KOR MEL werden die Orientierungswerte an 40 Seen bzw. an 56 % der Seen im KOR nicht eingehalten. Im KOR HAV werden an 142 Seen oder entsprechend an 72 % der Seen die Orientierungswerte nicht eingehalten.

Abbildung 5-2 zeigt die statistische Verteilung der mittleren TP-Konzentrationen für die im Elbeeinzugsgebiet vorkommenden Seentypen.

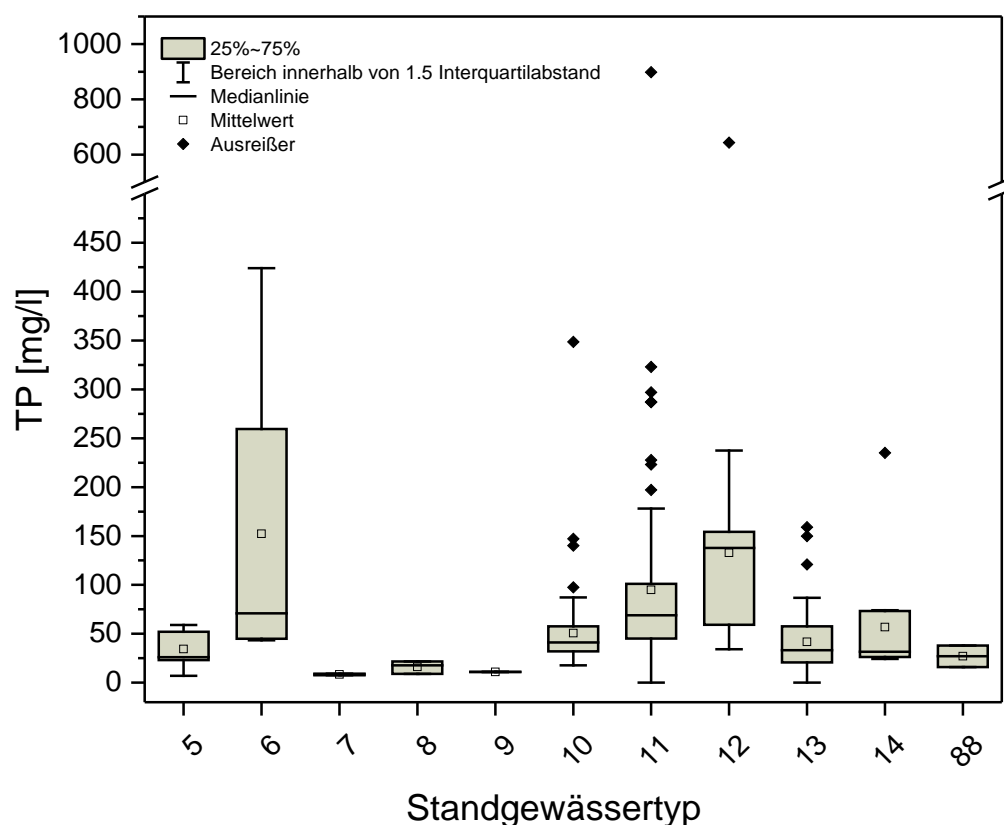


Abbildung 5-2: Verteilung der TP-Konzentration der Seen und Standgewässertypen im deutschen Elbeinzugsgebiet

Bei Typ 10 *Kalkreicher, geschichteter Flachlandsee mit relativ großem Einzugsgebiet* liegt der Mittelwert bei 53 µg/l TP; die Spanne der Orientierungswerte dagegen an der Grenze gut zu mäßig reicht von 25/30 bis 40/45 µg/l TP. Auch bei dem ebenfalls häufig vorkommenden Typ 11 *Kalkreicher, ungeschichteter Flachlandsee mit relativ großem Einzugsgebiet und einer Verweilzeit > 30 d* liegt der Mittelwert der gemessenen Konzentrationen bei 108 und der Medianwert bei 79 µg/l TP; die Spannweite der Orientierungswerte reicht aber nur von 35 bis 55 µg/l TP. Hier werden im Mittel an mehr als der Hälfte der entsprechenden See-Wasserkörper die Spanne der Orientierungswerte um mehr als die Hälfte überschritten.

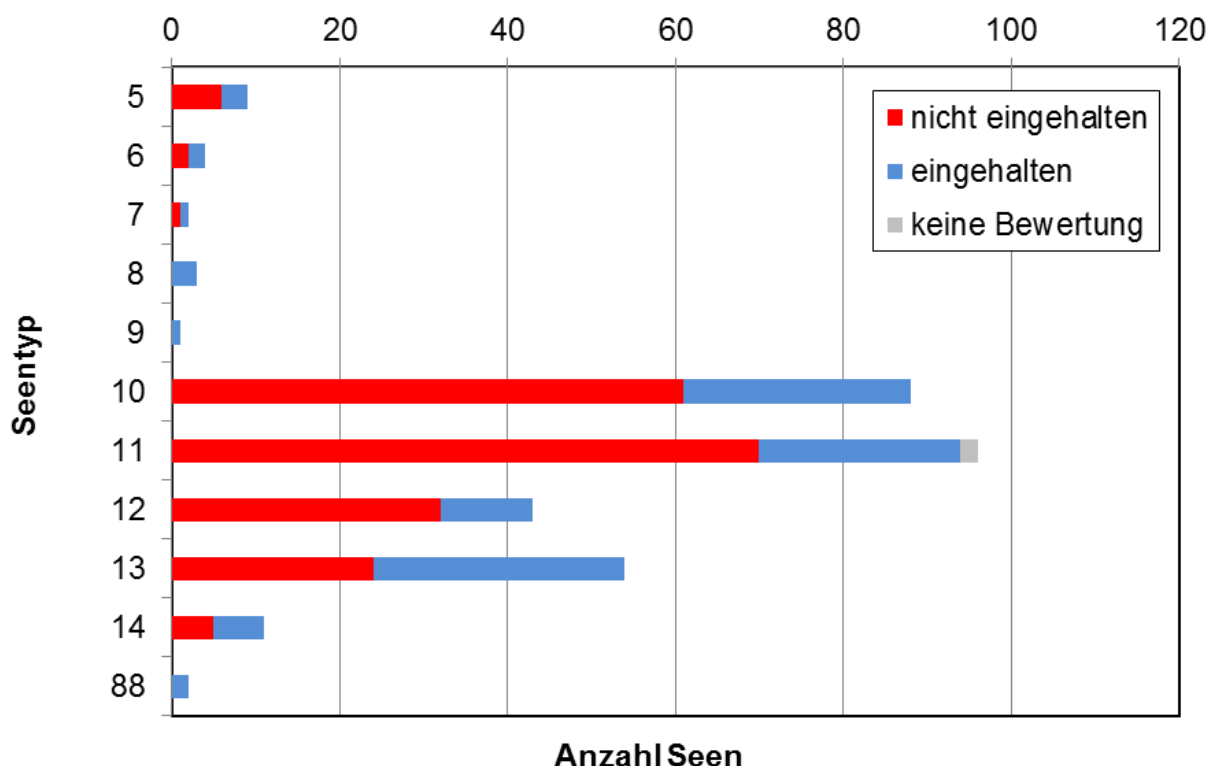


Abbildung 5-3: Anzahl Seen und Standgewässer nach Standgewässertypen, die die Orientierungswerte einhalten oder nicht einhalten

Abbildung 5-3 zeigt die Anzahl der Seen, die die Orientierungswerte einhalten oder nicht einhalten, differenziert nach den Seentypen. Beim häufigen Typ 10 *Kalkreicher, geschichteter Flachlandsee mit relativ großem Einzugsgebiet* werden die Orientierungswerte an 70 % der Seen überschritten, bei den ebenfalls häufig vorkommenden Typ 11 *Kalkreicher, ungeschichteter Flachlandsee mit relativ großem Einzugsgebiet und einer Verweilzeit > 30 d* werden die Orientierungswerte an 75 % überschritten. Bei Standgewässertypen, die sich durch relativ kleine Einzugsgebiete auszeichnen, ist der Anteil der Seen, die die Orientierungswerte einhalten, höher.

## 5.4 Fließgewässer

Ein durch Eutrophierung bedingtes Defizit in Fließgewässern ist zunächst dann festzustellen, wenn der gute ökologische Zustand, beziehungsweise das gute ökologische Potenzial, für den jeweiligen Wasserkörper in Bezug auf die besonders nährstoffsensibel reagierenden biologischen QK Makrophyten und Phytobenthos sowie das Phytoplankton verfehlt wird. Das Überschreiten von Orientierungswerten der Nährstoffparameter Phosphor und Stickstoff ist in diesem Zusammenhang ein deutlicher Hinweis auf ein erhöhtes Nährstoffpotenzial, das Eutrophierungserscheinungen mit den bekannten nachteiligen Folgen für die Ökologie hervorrufen kann (siehe Kapitel 3). Im deutschen Elbeeinzugsgebiet verfehlen ca. 2/3 von insgesamt 2.779 Fließgewässerswasserkörpern den guten ökologischen Zustand bezogen auf die biologischen QK Makrophyten und Phytobenthos sowie Phytoplankton. Die Bedeutung insbesondere von TP und auch  $\text{o-PO}_4\text{-P}$  für die Eutrophierung der Fließgewässer ist in diesem Zusammenhang unstrittig. Hohe Stickstoffkonzentrationen verschlechtern darüber hinaus nicht

nur den Zustand von Wasserkörpern im Binnenland. Ihr Transport in den Hauptflüssen des Elbeeinzugsgebietes ohne Rückhaltevermögen beeinträchtigt auch den ökologischen Zustand der Übergangs- und Küstengewässer und ist daher von Bedeutung auch für den Meeresschutz.

Die folgende Bewertung der Fließgewässer im Elbeeinzugsgebiet basiert auf den Messergebnissen der Bundesländer und erfolgt auf der Grundlage von 63 Überblicks- und über 2.800 operativen Messstellen. Zum Teil wurden Werte aus Modellierungsergebnissen abgeleitet. Sie lässt nachvollziehen, dass die meisten Daten zu Nährstoffkonzentrationen in den Fließgewässern für TP vorlagen. Fast 2.500 der etwa 2.779 Fließgewässerwasserkörper, das entspricht in etwa 90 %, konnten in die Bewertung einbezogen werden. Für die anderen Nährstoffparameter – o-PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>4</sub>-N und NO<sub>3</sub>-N – muss an dieser Stelle jedoch auf einen relativ großen Anteil nichtbewertbarer Wasserkörper verwiesen werden. Zum Teil konnten über 1/3 der Fließgewässerwasserkörper nicht in die Bewertung einbezogen werden, weil die vorgenannten Parameter nicht erfasst worden sind. Von daher ergeben sich hier ein unvollständiges Bild und eine auf weniger Daten eingeschränkte Bewertung. Übersichtskarten zu Nährstoffkonzentrationen und Orientierungswertüberschreitung sind im Anhang 1 dargestellt.

Die Tabelle 5-3 fasst zunächst die durchgeführte Auswertung der Nährstoffkonzentrationen an den repräsentativen Messstellen im Elbeeinzugsgebiet zusammen. Sie steht unter dem Vorbehalt der im eingeschränkten Umfang zur Verfügung stehenden Messwerte für o-PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>4</sub>-N und NO<sub>3</sub>-N.

*Tabelle 5-3: Kennwerte der Nährstoffkonzentrationen an repräsentativen Messstellen der Fließgewässerwasserkörper und Vergleich mit Orientierungswertvorgaben*

Parameter	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Anzahl WK Orientierungswert		
					erfüllt	nicht erfüllt	nicht bewertet
	mg/l						
<b>TP</b>	0,001	6,83	0,185	0,116	904	1.537	322
<b>o-PO<sub>4</sub>-P</b>	<0,001	5,45	0,103	0,041	864	591	1.308
<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	0,01	51,8	0,48	0,14	712	743	1.308
<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	<0,02	29,6	4,37	3,39	1.165	103	1.503

Aus den Ergebnissen für TP ist ersichtlich, dass die Spannweite der ermittelten Werte sehr groß ist, denn der maximale in einem Wasserkörper festgestellte Mittelwert erreicht beinahe 7 mg/l. Trotzdem ist der Mittelwert im gesamten Datensatz verhältnismäßig niedrig und liegt unter 0,19 mg/l. Ferner geht aus der Bewertung hervor, dass sich der Median des gesamten Datensatzes dem Wert 0,1 mg/l nähert.

Die folgende Abbildung 5-4 zeigt die Verteilung der ermittelten TP-Konzentrationen im Elbeeinzugsgebiet auf. Demnach wurden vor allem im Teileinzugsgebiet der Saale sowie im Niederungsgebiet des Drömlings und in den Talauen der Mittleren Elbe hohe TP-Konzentrationen ermittelt. Vereinzelt treten hohe Konzentrationen aber im gesamten Einzugsgebiet verteilt auf, die in der Regel auf eine direkte punktuelle Belastung zurückgehen.

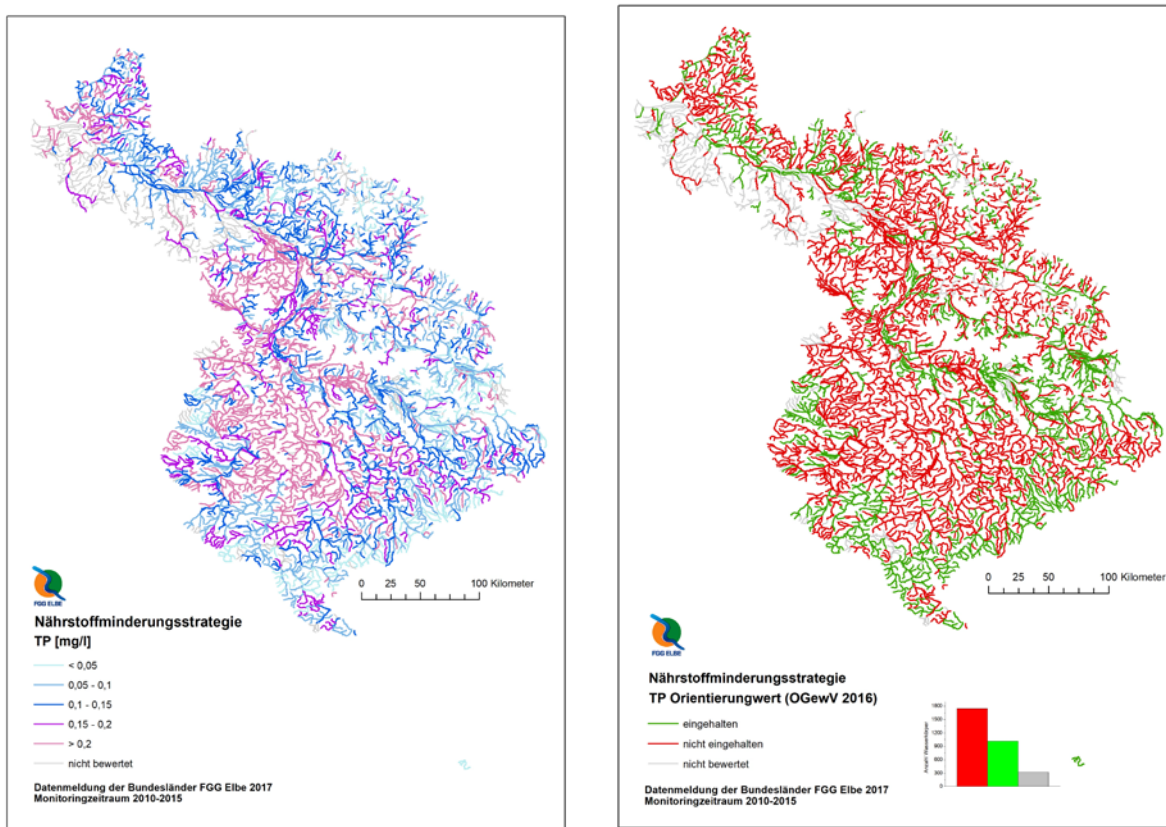


Abbildung 5-4: Darstellung der TP-Konzentrationen und Orientierungswertüberschreitungen der Fließgewässerkörper (siehe Anhang 1 für eine detaillierte Darstellung)

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in mehr als 1.700 Fließgewässerkörper die im Kapitel 4.4 für das Elbeinzugsgebiet zutreffenden, typspezifischen Orientierungswerte für TP nicht eingehalten werden. Das entspricht einem Anteil von nahezu 60 % der bewerteten Fließgewässerkörper. Neben den Mittelgebirgslagen werden die Orientierungswerte in größerem Ausmaß nur in den durch Braunkohlebergbau beeinflussten Gewässern im Bereich der Lausitz eingehalten, da durch den anthropogenen Eiseneintrag Phosphorausfällung stattfindet.

Die ebenfalls typspezifisch vorgegebenen Orientierungswerte für o-PO<sub>4</sub>-P werden in ca. 600 der fast 1.500 bewerteten Fließgewässerkörper nicht eingehalten. Das entspricht einem Anteil von ca. 40 %. Diese Aussage steht jedoch unter dem Vorbehalt eines relativ großen Anteils von mehr als 1.200 nicht bewerteter Fließgewässerkörper. Die räumliche Verteilung der Gebiete mit hohen Konzentrationen an o-PO<sub>4</sub>-P gestaltet sich ähnlich wie die von TP.

Für NH<sub>4</sub>-N werden die typspezifisch vorgegebenen Orientierungswerte in ca. 750 der bewerteten Fließgewässerkörper des Elbeinzugsgebietes nicht eingehalten. Eine nur geringfügig geringere Anzahl überschreitet die Orientierungswerte nicht. Auch hier gilt die Einschränkung eines relativ großen Anteils von ungefähr der Hälfte, d. h. nahezu 1.300 nicht bewerteter Fließgewässerkörper. Hinzuweisen ist auf die große Spannweite der ermittelten Werte, bei dem der Maximalwert 50 mg/l überschreitet. Dennoch liegt sowohl der Mittelwert als auch der Median des gesamten Datensatzes deutlich niedriger und beträgt 0,48 mg/l beziehungsweise 0,14 mg/l. Aber auch diese Werte deuten zumindest für einen Teil der

Fließgewässerwasserkörper im Elbeinzugsgebiet auf das bestehende Risiko der Verfehlung des guten Zustands. Wie auch bei den Phosphorspezies liegen die Wasserkörper ohne Orientierungswertüberschreitung überwiegend in den Mittelgebirgsbereichen.

Die Ergebnisse für  $\text{NO}_3\text{-N}$  lassen einen Maximalwert von nahezu 30 mg/l in den bewerteten Wasserkörpern nachvollziehen. Der Mittelwert und Median des gesamten Datensatzes sind mit 4,37 mg/l beziehungsweise 3,39 mg/l deutlich niedriger. Trotzdem sind diese Werte in Bezug auf die Ziele des Meeresschutzes zu hoch. Der Zielwert für TN an der Messstelle Seemannshöft am Übergang zwischen dem limnischen und dem marinen Elbeabschnitt beträgt 2,8 mg/l. Unabhängig davon bleibt festzustellen, dass lediglich ein kleiner Anteil von etwa 100 Fließgewässerwasserkörpern die vorgegebene UQN von 50 mg/l (entspricht 11,3 mg/l  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) nicht einhält (Abbildung 5-5). Diese Wasserkörper liegen generell in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen der Lößböden und Mittelgebirgsvorländer.

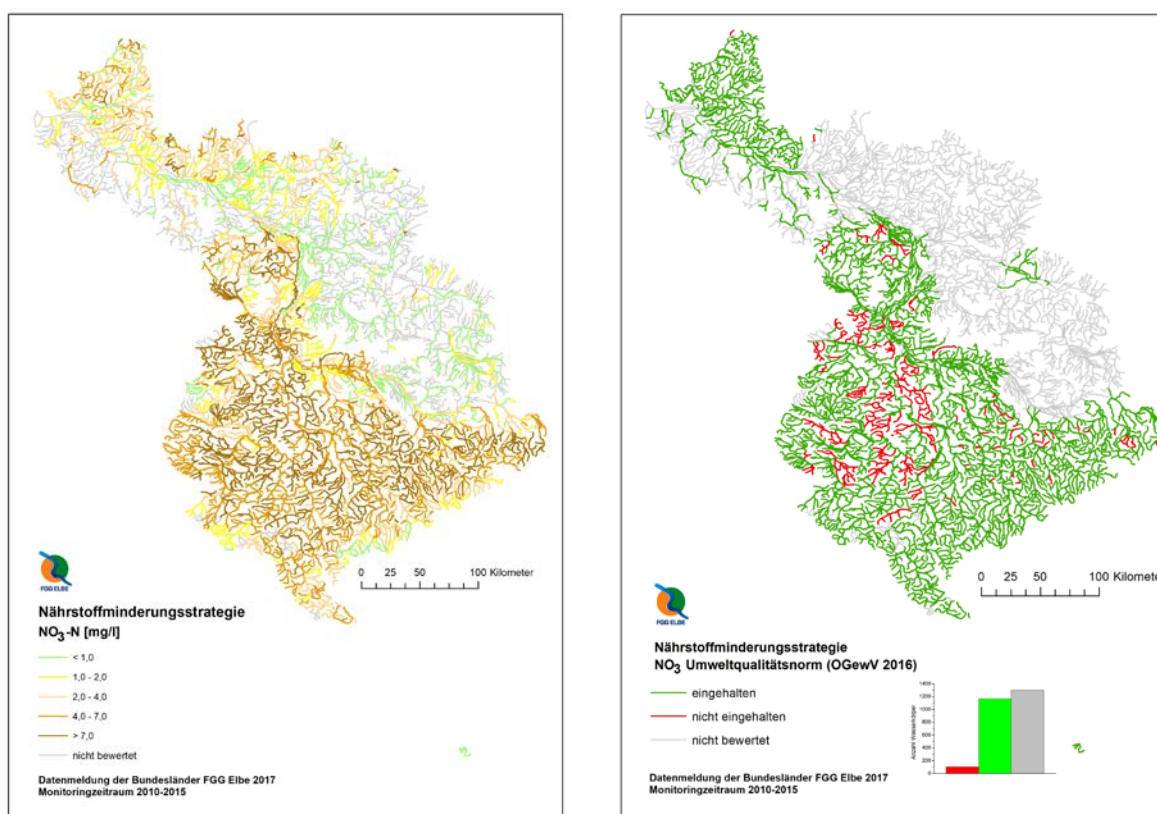


Abbildung 5-5: Darstellung der Nitratstickstoffkonzentrationen und Überschreitungen der UQN der Fließgewässerwasserkörper (siehe Anhang 1 für eine detaillierte Darstellung)

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das anhand von Monitoringdaten festgestellte umfangreiche Überschreiten vor allem der TP-Werte in Verbindung mit der Einstufung der biologischen Teilkomponenten Makrophyten und Phytobenthos oder der Bio-Komponente Phytoplankton mit schlechter als gut auf ein nahezu flächendeckendes erhöhtes Eutrophierungsrisiko der Fließgewässer im Elbeinzugsgebiet hinweist.

Die in vielen Fließgewässern ermittelten relativ hohen Werte - Niveaus für  $\text{NO}_3\text{-N}$  stellen insbesondere auch in Bezug auf den Meeresschutz ein Problem dar.

## 5.5 Meeresschutz

Im Einzugsgebiet der Elbe befinden sich mit einem Übergangsgewässer und vier Küstengewässer-Wasserkörpern sowie dem Küstenmeer im Mündungsbereich der Elbe insgesamt sechs bewirtschaftete Wasserkörper. Die Eutrophierung ist eines der größten ökologischen Probleme im deutschen Nordseegebiet und der Küstengewässerwasserkörper. Maßgebliche Ursache für die Eutrophierung sind die hohen Nährstoffeinträge über die Flüsse. Zwar konnten die Nährstoffeinträge seit 1985 im Rahmen des OSPAR-Abkommens und durch den Ausbau von Kläranlagen (KA) deutlich reduziert werden, doch sind sie weiterhin zu hoch, so dass es zu einer veränderten Artenzusammensetzung, Algenblüten und zur Vermehrung opportunistischer Makrophyten kommen kann. Der Wasserkörper im Bereich der Elbemündung und vier der fünf übrigen weisen einen/ein Zustand/Potenzial von schlechter als gut im Bewertungsmaßstab der WRRL auf, so dass die Küstengewässerfläche von ca. 2.500 km<sup>2</sup> betroffen ist. Im Rahmen von OSPAR werden diese Wasserkörper als Problemgebiet klassifiziert und im Bewertungssystem der MSRL wird der gute Umweltzustand in Bezug auf Eutrophierung nicht erreicht.

Tabelle 5-4 zeigt die Ergebnisse von zehn Messstellen im Übergangsgewässer und den Küstengewässern auf. An nahezu allen Messstellen werden die in der OGewV vorgegebenen Orientierungswerte von 1 mg/l zum Teil deutlich überschritten; mit einem Maximum von 3,45 mg/l TN in Grauerort. Eine Ausnahme davon bildet die Messstelle Helgolandreedede im euhalinen, felsgeprägten Küstengewässer um Helgoland mit einer Überschreitung von nur 0,02 mg/l TN. Über alle Stationen gemittelt liegt der Minderungsbedarf für TN bei ca. 0,6 mg/l. Zwar werden die Orientierungswerte für gelösten anorganischen N an den Messstellen Vogelsander Norderelbe und Helgolandreedede knapp eingehalten, insgesamt besteht jedoch bei Betrachtung aller Messstellen eine Überschreitung von im Mittel 0,87 mg/l.



Tabelle 5-4: Ergebnisse des Monitorings aus dem Zeitraum 2011 bis 2015 der Messstellen im Übergangsgewässer und Küstengewässer und Vergleich zu den Orientierungswerten (vgl. auch Tabelle 4-4)

Institution	Gewässertyp	Messstelle	Reihe	Anzahl Messwerte	Orientierungswert (OGewV) guter/mäßiger Zustand TN (JD) mg/l	Messwert TN (JD) mg/l	Orientierungswert (OGewV) guter/mäßiger Zustand DIN (WD) mg/l	Messwert DIN (WD) mg/l	Orientierungswert (OGewV) guter/mäßiger Zustand TP (JD) mg/l	Messwert TP (JD) mg/l
<b>NI/FGG</b>	22.3 / T1	Grauerort	2011-2015	118 (JD), 39 (WD)	≤ 1,00	<b>3,45</b>	≤ 0,80	<b>3,61</b>	≤ 0,045	<b>0,241</b>
<b>FGG</b>	T1 / N3	H05 (Cuxhaven)	2011-2015	60 (JD), 20 (WD)	≤ 1,00	<b>1,89</b>	≤ 0,80	<b>2,15</b>	≤ 0,045	<b>0,125</b>
<b>SH</b>	N3	Norderelbe (220065)	2013-2015	40 (JD), 6 (WD)	≤ 0,56	<b>0,87</b>	≤ 0,44	<b>1,84</b>	≤ 0,036	<b>0,051</b>
<b>FGG</b>	N3	H02 (Vogelsander Norderelbe)	2011-2015	24 (JD), 7 (WD)	≤ 0,56	<b>0,63</b>	≤ 0,44	<b>0,44</b>	≤ 0,036	<b>0,062</b>
<b>NI/FGG</b>	N3	H04/Osee-W-2 (Tonne 13)	2011-2015	47 (JD), 14 (WD)	≤ 0,56	<b>0,87</b>	≤ 0,44	<b>0,83</b>	≤ 0,036	<b>0,064</b>
<b>FGG</b>	N4	H01 Nordertill	2011-2015	20 (JD), 5 (WD)	≤ 0,56	<b>0,64</b>	≤ 0,44	<b>0,59</b>	≤ 0,036	<b>0,058</b>
<b>NI/FGG</b>	N0	H03/OSee-W-1 (Tonne 5)	2011-2015	39 (JD), 12 (WD)		<b>0,61</b>		<b>0,43</b>		<b>0,043</b>
<b>NI</b>	N0	OSee-W-3	2012-2015	15 (JD), 6 (WD)		<b>0,35</b>		<b>0,23</b>		<b>0,029</b>
<b>NI</b>	N0	OSee-W-4	2012-2015	15 (JD), 6 (WD)		<b>0,35</b>		<b>0,19</b>		<b>0,030</b>
<b>SH</b>	N5	Helgolandreedede 220016	2013-2015	75 (JD), 25 (WD)	≤ 0,24	<b>0,26</b>	≤ 0,19	<b>0,18</b>	≤ 0,030	<b>0,025</b>



Für den Parameter TP werden die Vorgaben nur im Bereich des Küstengewässers um Helgoland erreicht. Die Überschreitungen variieren von 0,08 bis zu nahezu 0,2 mg/l.

Die TN- bzw. TP- Einträge aus dem Elbeinzugsgebiet in die Nordsee werden am Grenzscheitel limnisch/marin in Seemannshöft bestimmt. Neben den Orientierungswerten für den Gewässertyp 20 macht die aktuelle OGewV in §14 Vorgaben für die TN-Konzentration, die als Jahresmittelwert 2,8 mg/l nicht überschreiten soll. Für die Messstelle Seemannshöft liegt dieser Orientierungswert für TP bei  $\leq 0,1$  mg/l. Es ist davon auszugehen, dass die Einhaltung der jeweiligen gewässertypspezifischen Orientierungswerte im Binnenland ausreichend ist, um die Bewirtschaftungsziele in den Küstengewässern und im Meeresschutz zu gewährleisten.

Die Jahresmittelwerte der TN-Konzentration an der Messstelle Seemannshöft sind im Zeitraum von 1997 bis 2009 kontinuierlich von über 5 mg/l auf Werte von 3,2 bis 3,3 mg/l zurückgegangen (Abbildung 5-6). In den nachfolgenden Jahren wird diese stetige Abnahme unterbrochen. Die Werte schwanken zwischen 3,85 mg/l TN im Jahr 2010 und 2,8 mg/l TN in 2015. Auch der fünfjährige gleitende Mittelwert der TN-Konzentration weist bis zum Jahr 2009 einen rückläufigen Trend auf. Danach schwankt dieser Wert um 3,4 mg/l und überschreitet damit die Vorgaben für den Meeresschutz um 0,6 mg/l TN oder um ungefähr 20 %. Der gleitende Mittelwert für den letzten Fünfjahreszeitraum 2011 bis 2015 liegt bei 3,2 mg/l. Es besteht, bezogen auf die Stickstoffkonzentration, ein Minderungsbedarf von 12,5 %.

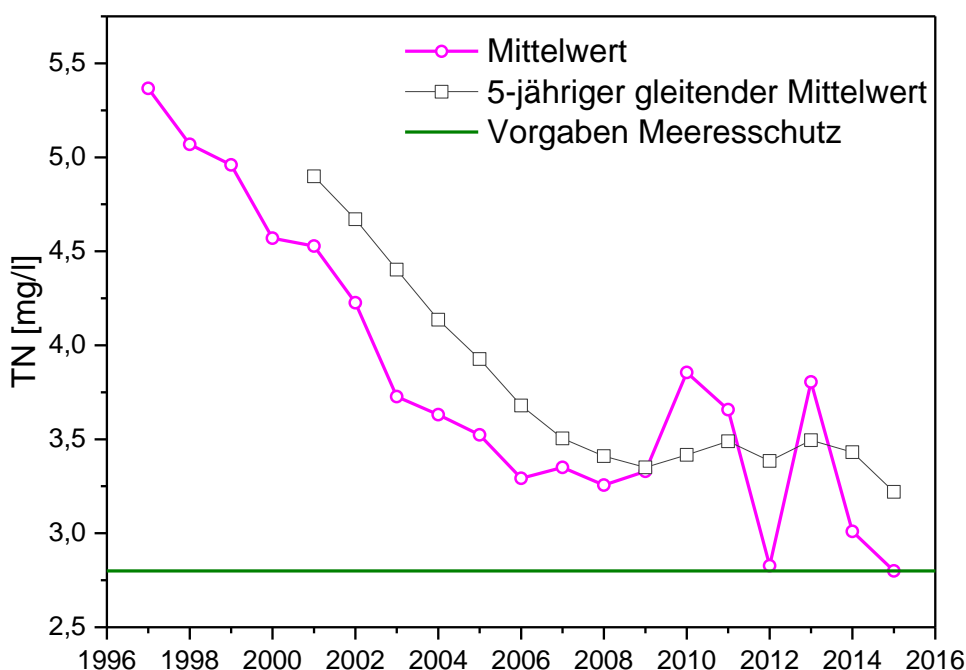


Abbildung 5-6: Jahresmittelwerte der TN-Konzentrationen in Seemannshöft

Für den gesamten dargestellten Zeitraum von 1997 bis 2015 liegt ein signifikant abnehmender Trend vor (Tabelle 5-5). Die Medianwerte der TN-Konzentration nahmen um 0,117 mg/l pro Jahr ab. Durch die erhöhten Konzentrationswerte in den Jahren seit 2010 ist der Trend für den letzten Fünfjahreszeitraum 2011 bis 2015 nicht signifikant.

Tabelle 5-5: Trendermittlung der TN-Konzentration in Seemannshöft

TN			
Zeitraum	Signifikanzwert	Signifikanz	Sen-Trendstärke
1997 - 2015	0,0001	ja	-0,117
2011 - 2015	0,6134	nein	(-0,115)

Aus den Vorgaben der OGewV zum Meeresschutz ergibt sich ein langfristiges Bewirtschaftungsziel, das für die Messstelle Seemannshöft am Grenzscheitel limnisch/marin bei einer berechneten Fracht von 66.580 t/a TN liegt. Diese Zielfracht ergibt sich aus der Zielkonzentration und dem langjährigen mittlerem Abfluss (LAWA 2017). Die gemessene Jahresfracht weist große Schwankungen auf und liegt in den abflussreichen oder durch Hochwässer geprägten Jahren deutlich über 120.000 t/a TN. In 2004, 2008, 2009 und 2012 näherte sich die absolute Fracht den Zielvorgaben mit Werten unter 80.000 t/a TN an. 2014 und 2015 liegen die Frachten aufgrund der sehr geringen Abflussmengen mit über 50.000 t/a geringfügig unter dem Bewirtschaftungsziel. Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit sind normierte Jahresfrachten aussagekräftiger, für die eine Korrektur durch Berücksichtigung der Abflussverhältnisse im betrachteten Jahr mit dem langjährigen mittleren Abfluss durchgeführt wird. Dennoch liegen die Jahresfrachten in den Jahren 2010, 2011 sowie 2013 über der langfristigen Entwicklung und der sich daraus ergebende Minderungsbedarf variiert zwischen 30.000 und fast 40.000 t/a TN. In den Jahren 2012, 2014 und 2015 liegt die Anforderung zur Erreichung des Bewirtschaftungsziels bei nur 5.000 bis 10.000 t/a. Die abflussnormierte Ist-Fracht für den Zeitraum 2011 bis 2015 beträgt 84.393 t/a N. Für den Zeitraum 2011 bis 2015 gemittelt ergibt sich ein Minderungsbedarf von ca. 18 000 t/a; dies entspricht bezogen auf die abflussnormierten Frachten einem prozentualen Minderungsbedarf von 21 % (vgl. Tabelle 8-1).

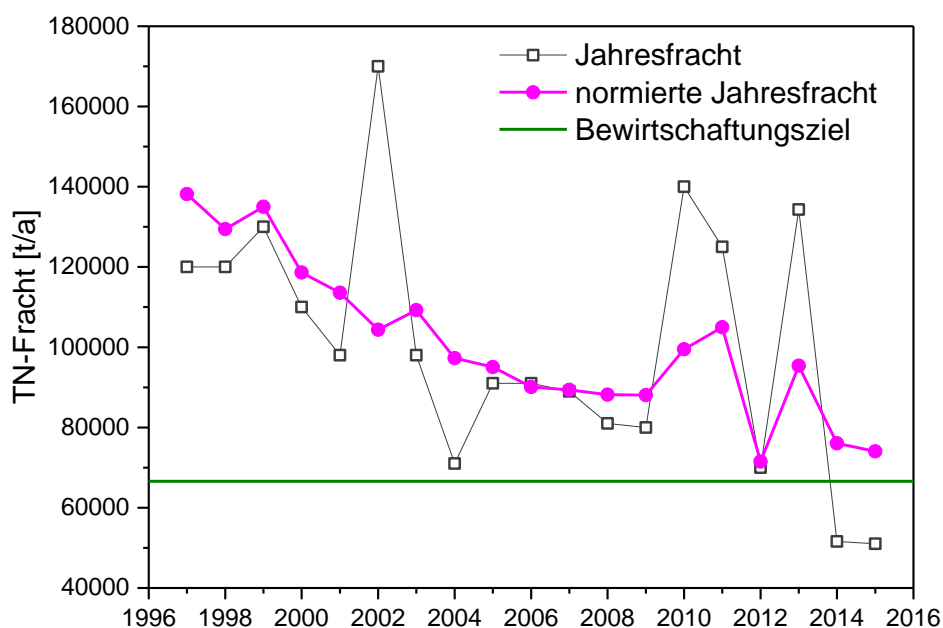


Abbildung 5-7: Entwicklung der TN-Jahresfracht in Seemannshöft

Seit dem Ende der neunziger Jahre nehmen die Mittelwerte der TP-Konzentration ab. Die deutlichen

Schwankungen zwischen den Jahren sind durch die jeweiligen hydrometeorologischen Bedingungen des Jahres verursacht. Die niedrigsten Konzentrationsmittelwerte liegen 2010 und 2013 in Jahren mit hohen Abflussmengen bzw. Hochwässern (Abbildung 5-8). Demgegenüber sind die Werte in den Jahren 2014 und 2015 mit 0,18 bzw. 0,20 mg/l TP aufgrund von langen Trockenwetterabflussperioden relativ hoch. Beim fünfjährigen gleitenden Mittelwert der TP-Konzentration werden die interannuellen Schwankungen ausgeglichen. Bis zum Zeitraum 2010 bis 2014 ist eine Abnahme knapp über 0,15 mg/l TP erkennbar. Für den Zeitraum 2011 bis 2015 kommt es wieder zu einem Anstieg und daher liegt der gleitende Mittelwert bei 0,17 mg/l TP. Die Monitoringwerte liegen damit 0,05 bis 0,07 mg/l TP bzw. 50 bis 70 % über dem gewässertypspezifischen Orientierungswert.

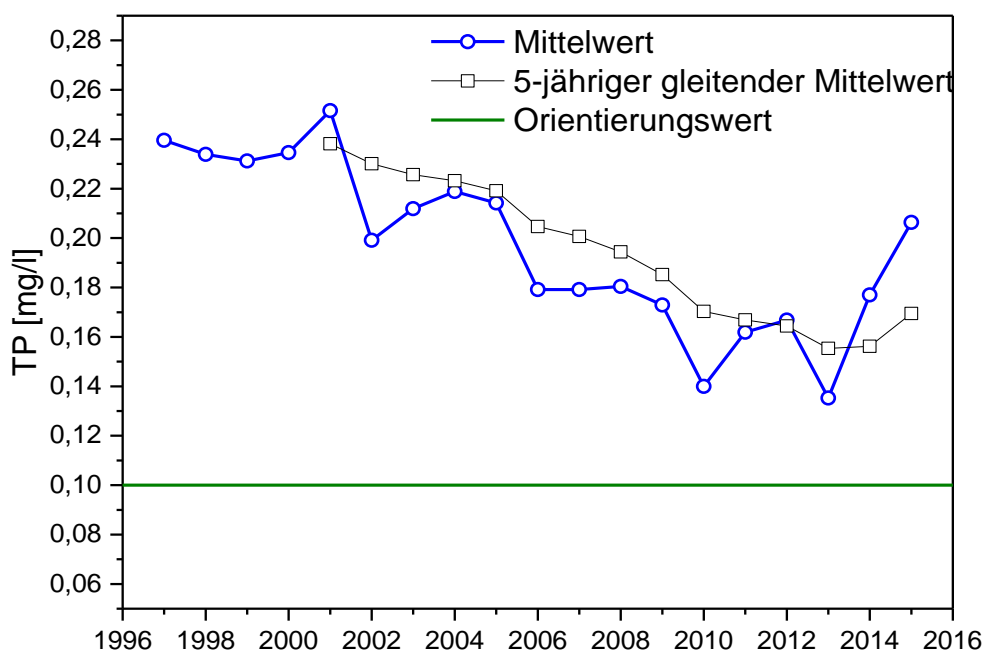


Abbildung 5-8: Jahresmittelwerte der TP-Konzentrationen in Seemannshöft

Wie auch bei TN weist der langjährige Trend für TP eine signifikante Änderung von -0,005 mg/l auf (Tabelle 5-6). Unter der Annahme, dass sich dieser Trend kontinuierlich fortsetzt, wäre in 10 bis 12 Jahren der Zielwert erreicht. Durch die Abweichungen der Konzentrationswerte in den Jahren 2014 und 2015 weist der Trend für die letzten fünf Jahre nicht nur keine Signifikanz auf, sondern ist in der Trendentwicklung durch ein positives Vorzeichen gekennzeichnet.

Tabelle 5-6: Trendermittlung der TP-Konzentration in Seemannshöft

TP			
Zeitraum	Signifikanzwert	Signifikanz	Sen-Trendstärke
1997 - 2015	0,0007	ja	-0,005
2011 - 2015	0,2207	nein	(+0,009)

Das Bewirtschaftungsziel für Phosphor liegt bei einer Jahresfracht von 2.385 t/a. Wie auch bei der

Phosphorkonzentrationsentwicklung ist eine grundsätzlich abnehmende Entwicklung der Frachten erkennbar (Abbildung 5-9) (FGG Elbe 2017, FGG Elbe in Vorbereitung). Der Höchstwert liegt mit 7.300 t/a TP im Jahr 2002. Die Jahresfrachten der Jahre 2009 und 2014 liegen unter 3.000 t/a TP und kommen dem Bewirtschaftungsziel am nächsten. Die normierten Jahresfrachten weisen geringere Schwankungen auf und erreichen in den Jahren 2010 bis 2013 Werte zwischen 3.200 und 3.600 t/a TP. Die abflussnormierte Ist-Fracht für den Zeitraum 2011 bis 2015 beträgt 3.940 t P/a. Für den Zeitraum 2011 bis 2015 gemittelt ergibt sich ein Minderungsbedarf von ca. 1.550 t/a; dies entspricht bezogen auf die abflussnormierten Frachten einem prozentualen Minderungsbedarf von 40 %.

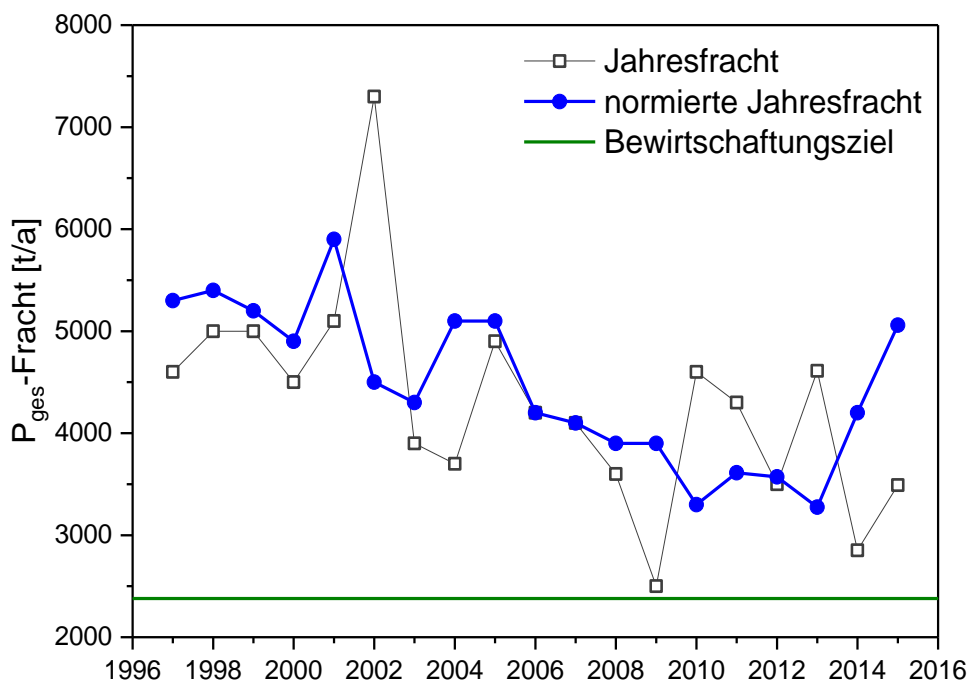


Abbildung 5-9: Entwicklung der TP-Jahresfracht in Seemannshöft

Die Konzentrationen der für die Übergangsgewässer und Küstengewässer relevanten Parameter zeigen einen deutlichen Gradienten vom Bereich Grauerort und Cuxhaven hin zu niedrigen Werten im Bereich des Küstengewässers um Helgoland. Im Bewertungszeitraum 2007 bis 2012 verfehlten alle gemäß WRRL für die Bewirtschaftungspläne 2015 bewerteten Küstengewässer den guten ökologischen Zustand aufgrund von Eutrophierungseffekten (BMU 2018). Die Konzentrationswerte der fortgeschriebenen Zeitreihe 2011 bis 2015 bestätigen dies (vgl. Tabelle 5-4).

Obwohl die Entwicklung der TN-Konzentrationen und -frachten sowie der TP-Konzentrationen und -frachten grundsätzlich positiv zu bewerten ist und für einen längeren Betrachtungszeitraum einen signifikant abnehmenden Trend aufweisen, werden die in der OGewV festgelegten Bewirtschaftungsziele für die Messstation Seemannshöft als Grenzscheitel limnisch/marin nicht erreicht. Hydrometeorologische Randbedingungen überlagern die kurzfristige Trendabschätzung, die keine Signifikanz ausweist (FGG Elbe 2017; Elbebericht 2009 - 2012). Während der Minderungsbedarf bezogen auf die abflussnormierten Frachten für TN bei 21 % liegt, beträgt dieser für TP knapp 40 % für dem Zeitraum 2011 bis 2015.

## 5.6 Elbestrom

Die TN-Konzentration für die Hauptmessstellen am Elbestrom und in den Mündungsbereichen der wichtigen Nebenflüsse Schwarze Elster (Gorsdorf), Mulde (Dessau), Saale (Rosenburg) und Havel (Toppel) zeigen grundsätzlich eine Entwicklung, die der Messstelle Seemannshöft ähnlich ist. Zunächst nehmen die fünfjährigen gleitenden Mittelwerte der TN-Konzentration von Werten über 5 (Schnackenburg) bis ca. 7 mg/l (Zehren) zu Beginn des Jahrtausends stetig ab, um ab 2008 eine Trendabschwächung und zunehmende Variabilität aufzuweisen. Die besonders stark abnehmenden Werte an den sächsischen Messstellen im Elbestrom, Schmilka, Zehren und Dommitzsch, im Zeitraum nach 2013 sind auch auf eine Umstellung der Laboranalytik zurückzuführen. Dennoch liegen die 5-Jahresmittel der TN-Konzentration 2011 bis 2015 im Elbestrom mit bis zu 5 mg/l deutlich über den Bewirtschaftungszielwerten für die Nordsee. Aufgrund eines Verdünnungseffekts durch den Zustrom der Havel sind die Konzentrationen in Schnackenburg geringer als bei den Messstellen stromauf. Die TN-Konzentration ist an den Messstellen der großen Nebenflüsse differenzierter, da sich die Einzugsgebietseigenschaften widerspiegeln. Während in der Mulde (Dessau) und der Saale (Rosenburg) die Konzentrationen in einem dem Elbestrom ähnlichen Bereich liegen, sind die Werte für die Schwarze Elster (Gorsdorf) und die Havel (Toppel) in der Größenordnung der Zielvorgaben für die Nordsee oder sogar deutlich darunter.

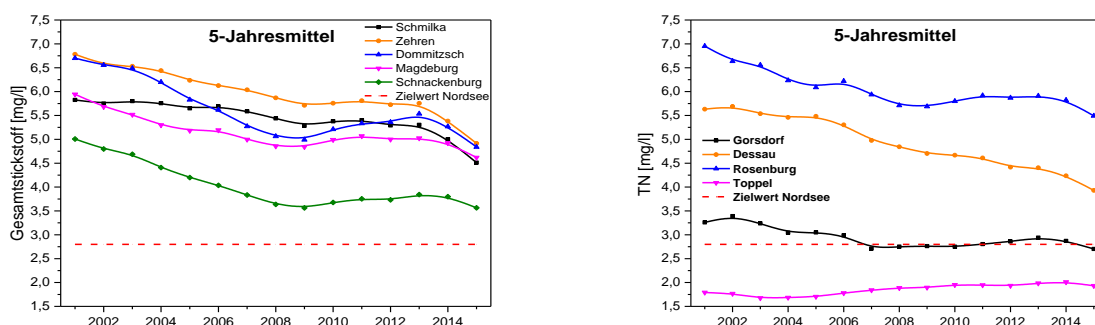


Abbildung 5-10: 5-Jahresmittelwerte der TN-Konzentration an Messstellen im Elbestrom (links) und den Mündungsbereichen der wichtigen Nebenflüsse (rechts)

Auch die fünfjährigen gleitenden Mittelwerte der TP-Konzentration an den Hauptmessstellen zeigen den für die Messstation Seemannshöft als Grenzscheitel limnisch/marin typischen Verlauf mit kontinuierlichen Abnahmen auf (Abbildung 5-11). Die Zielvorgaben für die Nordsee werden in allen Fällen um bis zu 0,074 mg/l überschritten. Die Teileinzugsgebietseigenschaften werden wie schon bei den TN-Konzentrationen auch in den TP-Konzentrationen deutlich. Die Mulde (Dessau) und die Schwarze Elster (Gorsdorf) erreichen die Werte, die für den Grenzscheitel limnisch/marin vorgegeben sind. Demgegenüber liegen die Messwerte für die Saale (Rosenburg) und die Havel (Toppel) mit 0,173 bzw. 0,142 mg/l über dem Zielwert von 0,1 mg/l.

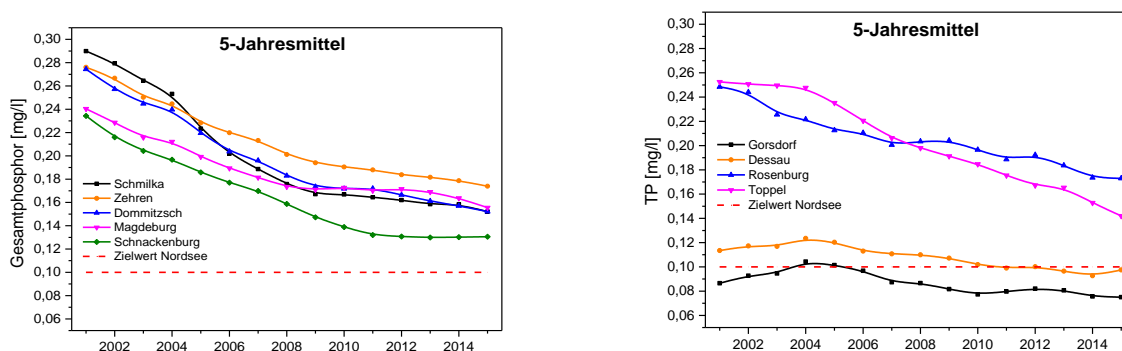


Abbildung 5-11: 5-Jahresmittelwerte der TP-Konzentration an Messstellen im Elbestrom (links) und den Mündungsbereichen der wichtigen Nebenflüsse (rechts)

Tabelle 5-7 zeigt die abflussnormierten TN bzw. TP-Frachten für die Messstellen im Elbestrom und der wichtigen Nebenflüsse sowie die Frachten, die sich aus dem langjährigen Abflussmittel und der Zielkonzentration für TN bzw. TP ergeben. Für TN wird für die Messstellen Schmilka und Zehren neben der Meeresschutzvorgabe von 2,8 mg/l auch eine Fracht für die in der IKSE vereinbarten Zielkonzentration von 3,2 mg/l abgeschätzt. Der Minderungsbedarf bezogen auf den fünfjährigen gleitenden Mittelwert 2011 bis 2015 liegt in Schmilka bei ca. 19.000 bzw. 15.000 t und steigt bis Magdeburg durch den Zustrom der Saale (Rosenburg) auf über 37.000 t an. In Schnackenburg nach der Einmündung der Havel (Toppel) wird die mit dem Bewirtschaftungsziel korrespondierende Jahresfracht noch um 23.000 t überschritten. Während für die Saale an der Messstelle Rosenberg ein Minderungsbedarf von ca. 10.000 t abgeschätzt werden kann, wird die Zielvorgabe für das Einzugsgebiet der Havel (Toppel) bereits erreicht und unterschritten.

Da die TP-Fracht durch den partikulären Phosphoranteil und damit der Abflussdynamik mit bestimmt wird, kommt es in Jahren mit hydrologischen Extremen zu einer Über- oder Unterschätzung der Frachten (vgl. auch Abbildung 5-9). Daher wird dem fünfjährigen gleitenden Mittelwert 2011 bis 2015 auch der fünfjährige gleitende Mittelwert 2009 bis 2013 gegenübergestellt und so der Einfluss der abflussarmen Jahre ausgeglichen. Der Phosphorfrachtminderungsbedarf in Schmilka liegt für diese Varianten bei 579 bzw. 693 t und an der Messstelle Magdeburg bei 1.030 bzw. 1.416 t. Diese Werte liegen deutlich unter den für Seemannshöft abgeschätzten 1.555 t und zeigen die Unschärfe auf, die durch die Lage der Messstelle Seemannshöft im tidebeeinflussten Bereich vorhanden ist (BSU 2012).



Tabelle 5-7: Vergleich der realen Nährstofffrachten mit den Bewirtschaftungszielen für Messstellen im Elbestrom und den Mündungsbereichen der wichtigen Nebenflüsse

	TN [t/a] abflussnormiert				TP [t/a] abflussnormiert					
	Bewirtschaftungsziel	Ø 1997-2015	Ø 2011-2015	Differenz zu 2011-2015	Bewirtschaftungsziel	Ø 1997-2015	Ø 2011-2015	Ø 2009-2013	Differenz zu 2011-2015	Differenz zu 2009-2013
<b>Schmilka</b>	26.932 / 30.779 <sup>3</sup>	53.406	45.810	18.878 / 15.031	962	2.140	1.541	1.655	579	693
<b>Zehren<sup>1</sup></b>	28.168 / 32.192 <sup>3</sup>	62.492	58.638	30.470 / 26.446	1.006	2.279	1.850	1.879	844	873
<b>Dommitzsch</b>	30.199	62.518	54.863	24.664	1.079	2.136	1.695	1.795	616	716
<b>Magdeburg</b>	49.095	96.526	86.625	37.530	1.753	3.330	2.783	3.169	1.030	1.416
<b>Schnackenburg</b>	59.868	94.806	83.141	23.273	2.138	3.441	2.722	2.685	584	547
<b>Seemannshöft</b>	66.580	101.101	84.400	17.800	2.385	4.464	3.940	3.532	1.555	1.147
<b>Gorsdorf</b>	1.598	2.184	1.823	225	57	58	51	51	-6	-6
<b>Dessau</b>	5.660	11.076	8.756	3.096	202	241	229	223	27	21
<b>Rosenburg</b>	10.066	23.471	20.814	10.748	360	783	623	672	263	313
<b>Toppel<sup>2</sup></b>	9.625	6.836	6.249	-3.376	344	596	440	497	96	153

<sup>1</sup> 1997-2013; <sup>2</sup> 1998-2015; <sup>3</sup> Berechnet für eine Zielkonzentration 2,8 und 3,2 mg/l

## 6 Nährstoffeinträge / Trends und Frachten

Die Identifizierung von Nährstoffquellen und Eintragspfaden ist eine wichtige Grundvoraussetzung für die zielgerichtete Ableitung von Maßnahmen und auch deren Erfolgskontrolle. Die räumliche und zeitliche Differenzierung der Nährstoffquellen und Eintragspfade kann durch Auswertung von Monitoringdaten nur begrenzt abgeleitet werden und wird ergänzend durch Modellierung einer Nährstoffbilanz abgeschätzt. In der FGG Elbe wurde zur Vorbereitung der Maßnahmenplanung im Rahmen der Aktualisierung der Bewirtschaftungsplanung in 2014/2015 eine modellgestützte Nährstoffbilanzierung auf Grundlage der Anwendung des Flussgebietsmodells MONERIS (Version 3.01) durchgeführt. Darüber hinaus werden in den Ländern der FGG Elbe unabhängig davon modellgestützte Analysen der Nährstoffeinträge durchgeführt, deren Ergebnisse konsistent zu den überregionalen Abschätzungen mit MONERIS sind, im Detail aber davon abweichen können.

MONERIS ist ein semi-empirisches konzeptionelles Modell, welches auf Basis einer umfangreichen Datengrundlage Nährstoffeinträge über verschiedene Eintragspfade aus diffusen Quellen und Punktquellen quantifiziert. Insgesamt werden sieben Eintragspfade beschrieben. Die Unterteilung des Gesamtabflusses in Grundwasser, Zwischenabfluss und Oberflächenabfluss wird über die Ansätze von Carl et al. (2008) und Carl & Berendt (2008) berechnet. Die Gewässeroberfläche zur Bestimmung der Nährstoffretention und den Einträgen durch atmosphärische Deposition wird nach Venohr et al. (2011) ermittelt.

Die Eintragspfade für Nährstoffe von MONERIS umfassen:

1. Punktquellen durch kommunale KA und industrielle Direkteinleiter,
2. atmosphärische Deposition auf Gewässerflächen,
3. Erosion,
4. gelöste Nährstoffe durch Oberflächenabfluss, Abschwemmung,
5. Grundwasser / Interflow,
6. Dränagen und
7. Abfluss durch versiegelte urbane Flächen.

Die Implementierung von Maßnahmen und Szenarien findet durch Modifikation der Eingangsdaten oder durch Modifikation von Zwischenergebnissen statt. Für die Modellierung in der FGG Elbe wurde das Modell geringfügig angepasst (FGG Elbe 2016). Die Datenbasis für die Modellierung setzt sich aus übernommenen Daten bundesweiter Modellierungsvorhaben, bundeseinheitlich aktualisierten Eingangsdaten und aus Eingangsdaten zusammen, die durch die Länder der FGG Elbe für diese Modellierung angepasst wurden. Letztere sind z. B. Zeitreihen ausgewählter Pegel- und Gütemessstellen, Dränagedaten und Flächenanteile konservierender Bodenbearbeitung. Die Modellanwendung erfolgte für die Jahre 2006 bis 2010. Insgesamt zeichnet sich diese „Status Quo“-Modellierung der Stickstoff- und Phosphoreinträge durch zufriedenstellende Plausibilität sowohl für die unterschiedlichen Naturräume als auch für die Einzelländer aus. Dies trifft für die Höhe der Einträge und die Pfadaufteilung zu. Mit dem Modell MONERIS lassen sich Eintragspfade und Quellen (Herkünfte/Verursacher) von Nährstoffeinträgen ermitteln. Im Folgenden werden vorrangig die Ergebnisse zu den Eintragspfaden beschrieben, weil hieran konkrete Maßnahmen angeknüpft werden können. Eine direkte Zuordnung der Eintragspfade zu Quellen oder Verursachern ist nicht in jedem Fall



möglich.

Die Separation des kalibrierten Gesamtabflusses erfolgt im Modellkonzept MONERIS in Oberflächenabfluss, Erosion, Dränagen, Grundwasser/Interflow, Einleitungen aus Punktquellen und über versiegelte urbane Flächen. Die Komponententrennung erfolgt durch empirische Ansätze. Die Abweichung beträgt in der Regel unter 5 %. Höhere Abweichungen bis zu 11,4 % treten nur im Jahr 2006 auf. Diese zufriedenstellende Abschätzung des Wasserhaushaltes und die Aufteilung des Abflusses in Abflusskomponenten ist eine der Grundvoraussetzungen für eine pfadspezifische Berechnung der Einträge.

Die simulierten TN-Einträge in die Gewässer für den Zeitraum 2006 bis 2010 liegen im Mittel bei 112.000 t und variieren zwischen 94.000 t im Jahr 2009 und 140.000 t im Jahr 2010. Die zeitliche Dynamik entspricht der auch bei den Frachten in Seemannshöft am Übergabepunkt limnisch/marin ermittelten Werte. Im Modell ist dies auf ein besonders abflussarmes Jahr 2009 und besonders abflussreiches Jahr 2010 bzw. den darauf aufbauenden Frachtberechnungen der Eintragspfade zurückzuführen. Mit knapp einem Anteil von 40 % (2009) bzw. 55 % (2010) an den Gesamteinträgen ist für Stickstoff Grundwasser/Interflow der wesentliche Eintragspfad, der modellseitig nicht weiter differenziert wird. Daneben hat mit im Mittel von ca. 25 % der Gesamteinträge der Eintragspfad über Dränagen Bedeutung. Punktquellen (16 %), urbane Systeme (6 %), Abschwemmung (4 %), Atmosphärische Deposition (2 %) und Erosion (1 %) haben untergeordnete Bedeutung in Bezug auf den N-Eintrag in die Gewässer. Dieses Verteilungsmuster kann jedoch in Abhängigkeit von der Naturraumausstattung abweichende Verhältnisse aufweisen (Tabelle 6-1). Während in den nördlichen Regionen wie z. B. den Marschen oder der nordostdeutschen Seenplatte die Einträge über Dränagen besonders dominant sind, ist es in den Mittelgebirgslagen und Beckenlandschaften der Grundwasser-/Interflowpfad.

Die Länder Sachsen (SN), Sachsen-Anhalt (ST) und Thüringen (TH) mit großem Flächenanteil am deutschen Elbeinzugsgebiet haben die höchsten absoluten Eintragsmengen (Abbildung 6-1). Für die im MONERIS-Ergebnis abgebildete vergleichsweise hohe Stickstoffeintragsmenge in SN kann eine Unsicherheit bei den zugrundeliegenden Corine-Landnutzungsdaten und daraus resultierende Überschätzung des Ackerflächen-Anteiles ein Grund für eine Überschätzung sein. Obwohl auch Brandenburg (BB) einen erheblichen Flächenanteil am deutschen Elbeinzugsgebiet hat, ist die absolute N-Eintragsmenge bei einer insgesamt in etwa vergleichbaren Intensität der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung hier vergleichsweise gering. Eine der Ursachen für die geringeren N-Einträge in BB im Vergleich zu den anderen Flächenländern ist die abgeschätzte Wasserbilanz. In Schleswig-Holstein (SH), Niedersachsen (NI) und Mecklenburg-Vorpommern (MV) überwiegt der Stickstoffeintrag über Dränagen. Diese Verteilung ist plausibel und Grundlage für eine räumlich differenzierte Maßnahmenplanung.

Tabelle 6-1: Stickstoffeinträge über die unterschiedlichen Eintragspfade in den Naturräumen (Durchschnitt 2006 bis 2010)

Naturraum	Atom. Deposition	Abschwemmung	Erosion	Dränagen	Grundwasser/ Interflow	Urbane Systeme	Punktquellen
	t/a						
Harz	15	61	24	24	1.186	159	106
Lössböden	173	678	367	4.803	13.506	2.186	4.788
Marschen	76	171	1	3.043	404	111	2.972
Nordostdeutsche Seenplatte	671	169	20	2.792	447	117	1.021
Hess. und Nieders. Bergland	0	17	1	5	175	3	1
Thüringer Becken	66	301	286	1.336	8.677	1.707	860
Thüring.-Bay.-Sächs. Mittelgebirge	135	851	372	2.203	14.426	1.704	1.530
Zentrales Norddeutsches Tiefland	1.083	2.059	113	13.181	12.891	1.050	7.150

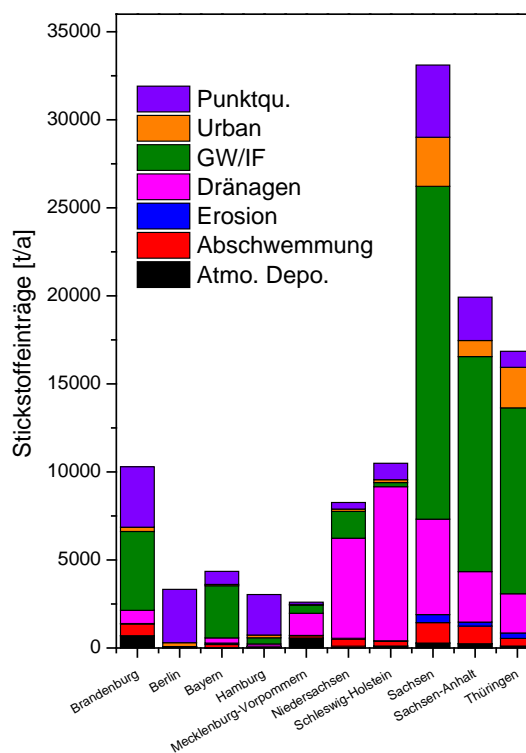
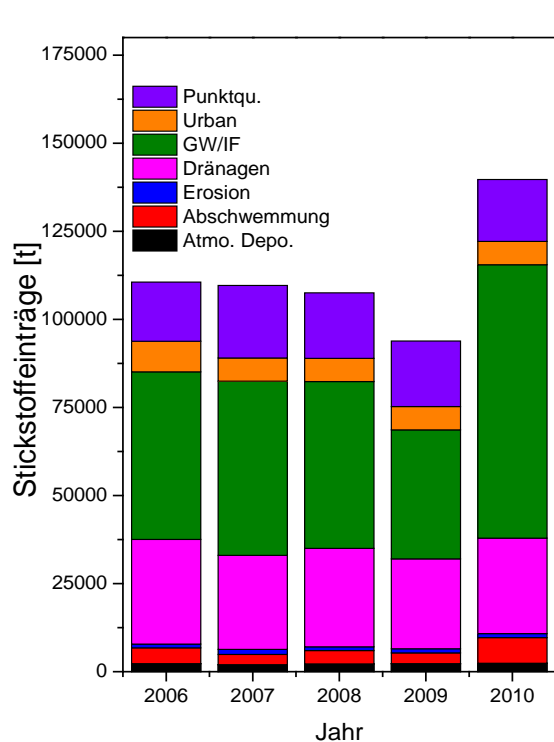


Abbildung 6-1: Eintragsmengen von Stickstoff in den Jahren 2006 bis 2010 und gemittelt nach Ländern

Die simulierten TP-Einträge für den Zeitraum 2006 bis 2010 liegen im Mittel bei 4.050 t/a. Während bei N mit dem Pfad Grundwasser/Interflow ein Eintragspfad dominiert, liegt bei P eine gleichmäßigere Verteilung sowohl zwischen den unterschiedlichen Pfaden als auch hinsichtlich der regionalen Dominanz einzelner Eintragspfade vor. Im mehrjährigen Mittel beträgt der Anteil der P-Einträge aus Punktquellen und urbanen Systemen jeweils 28 %. Über den Pfad Grundwasser/Interflow werden 18 %, über Erosion 12 % und die Dränagen 11 % eingetragen. Atmosphärische Deposition und Abschwemmung nehmen untergeordnete Rollen ein. Reliefbedingt nimmt der Anteil des P-Eintrags durch Erosion in den Naturräumen der Mittelgebirge aber auch der Lössböden zu und dominiert z. T. die Einträge aus diffusen landwirtschaftlichen Quellen deutlich (Tabelle 6-2). P-Einträge aus Dränagen sind im norddeutschen Tiefland und den Marschen überproportional bedeutend. Ca. 1/3 des P im norddeutschen Tiefland und damit deutlich mehr als im Mittel, werden über den Pfad Grundwasser/Interflow eingetragen. Die spezifischen Informationen z. B. zu Anschlussgraden an die Kanalisation, Anteil Mischkanalisation, kommunalen KA etc. führen zu einer unterschiedlichen Wichtung der P-Eintragspfade in den jeweiligen Ländern (Abbildung 6-2). Während in den Stadtstaaten Hamburg (HH) und Berlin (BE) deutlich mehr als die Hälfte der Einträge aus Punktquellen stammen, ist dies bei den Flächenstaaten SN, ST und TH der Eintrag über urbane Systeme, der überproportional ist.

Tabelle 6-2: Phosphoreinträge über die unterschiedlichen Eintragspfade in den Naturräumen

Naturraum	Atom. Deposition	Abschwemmung	Erosion	Dränagen	Grundwasser/ Interflow	Urbane Systeme	Punktquellen
	t/a						
Harz	0	0	7	0	5	23	13
Lössböden	5	3	165	25	72	332	327
Marschen	2	2	1	59	12	22	142
Nordostdeutsche Seenplatte	20	2	10	32	46	29	44
Hess. und Nieders. Bergland	0	0	0	0	1	0	0
Thüringer Becken	2	2	102	8	32	248	122
Thüring.-Bay.-Sächs. Mittelgebirge	4	6	132	12	75	244	146
Zentrales Norddeutsches Tiefland	32	18	63	298	508	239	354

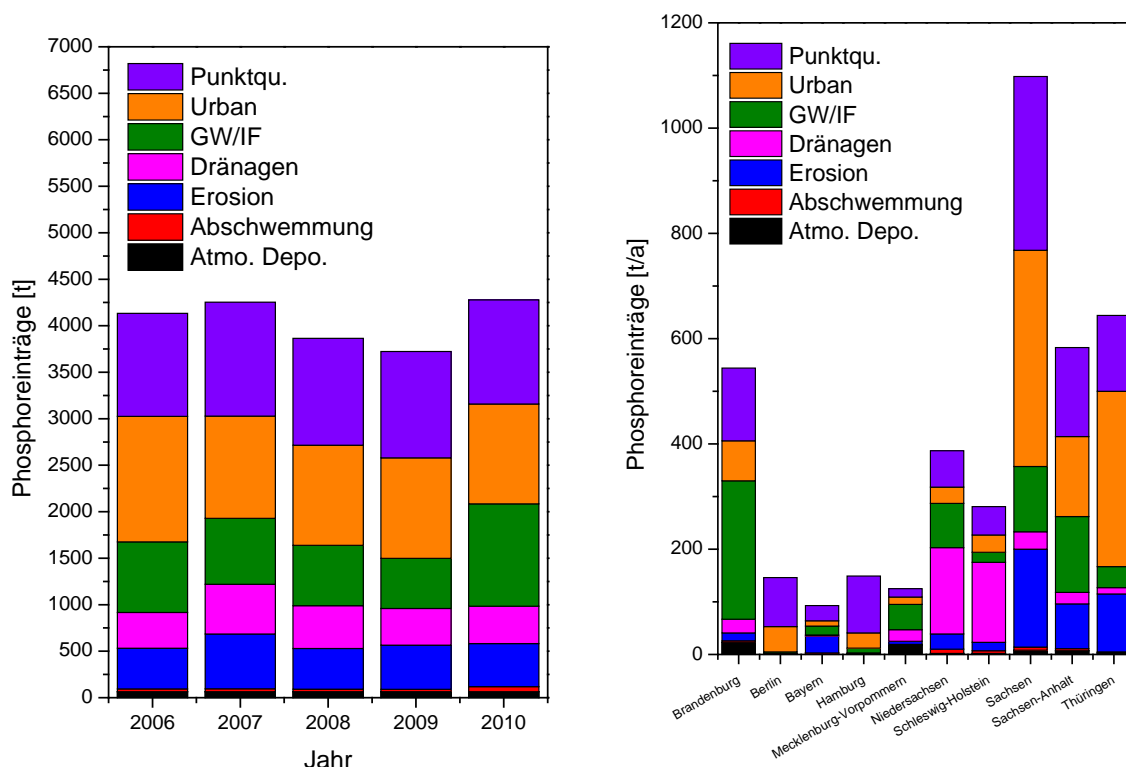


Abbildung 6-2: Eintragungsmengen von Phosphor in den Jahren 2006 bis 2010 und gemittelt nach Ländern

Tabelle 6-3 bewertet die relativen Anteile der Stickstoffeintragspfade am Gesamteintrag nach Bundesländern und fasst deren Bedeutung zusammen. Nahezu 1/3 des Gesamteintrags wird über den Pfad Grundwasser/Interflow in den bereits oben genannten Ländern SN, ST und TH freigesetzt.

Tabelle 6-3: Überregional bedeutsame Eintragungspfade für Stickstoff

Bundesland	Atmo. Deposition	Abschwemmung	Erosion	Dränagen	Grundwasser/ Interflow	Urbane Systeme	Punktquellen
<b>Anteil Eintragungspfad an den Gesamteinträgen im deutschen Elbegebiet in %</b>							
BB	0,6	0,6	0,0	0,7	4,0	0,2	3,1
BE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,7
Bayern	0,0	0,2	0,1	0,3	2,6	0,1	0,7
HH	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	2,0

Bundesland	Atmo. Deposition	Abschwemmung	Erosion	Dränagen	Grundwasser/ Interflow	Urbane Systeme	Punktquellen
------------	------------------	--------------	---------	----------	---------------------------	----------------	--------------

**Anteil Eintragspfad an den Gesamteinträgen im deutschen Elbegebiet in %**

MV	0,5	0,1	0,0	1,1	0,4	0,0	0,1
NI	0,1	0,4	0,0	5,1	1,4	0,1	0,3
SH	0,1	0,2	0,0	7,8	0,2	0,1	0,8
SN	0,3	1,0	0,4	4,8	16,8	2,5	3,7
ST	0,2	0,9	0,2	2,6	10,9	0,8	2,2
TH	0,1	0,4	0,3	2,0	9,4	2,0	0,8

■ Pfadanteil >1 - 5 %, ■ Pfadanteil >5 %

Entsprechend der Naturraumausstattung und der Länderstrategien zur Abwasserbehandlung ergeben sich für P Eintragungsschwerpunkte bei den Pfaden urbane Systeme und Grundwasser/Interflow (Tabelle 6-4). Dadurch, dass die P-Einträge – anders als bei Stickstoff – gleichmäßiger auf verschiedene Eintragungspfade verteilt sind, sind auch weitere Eintragungspfade mit einem Anteil bis 5 % für den Gesamteintrag von Relevanz. Durch die Abschätzung der relativen Bedeutung einzelner Eintragungspfade können für die FGG Elbe insgesamt Handlungsschwerpunkte in den Ländern identifiziert werden, um die gemeinsam getragenen überregionalen Reduktionsziele für die Einträge von N bzw. von P in die Gewässer zu erreichen.

Tabelle 6-4: Überregional bedeutsame Eintragungspfade für Phosphor

Bundesland	Atmo. Deposition	Abschwemmung	Erosion	Dränagen	Grundwasser/ Interflow	Urbane Systeme	Punktquellen
------------	------------------	--------------	---------	----------	---------------------------	----------------	--------------

**Anteil Eintragspfad an den Gesamteinträgen im deutschen Elbegebiet in %**

BB	0,5	0,1	0,4	0,6	6,5	1,9	3,4
BE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2	2,3
Bayern	0,0	0,1	0,8	0,1	0,4	0,3	0,7
HH	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	2,7
MV	0,4	0,0	0,1	0,6	1,2	0,3	0,4
NI	0,1	0,2	0,7	4,0	2,1	0,8	1,7

Bundesland	Atmo. Deposition	Abschwemmung	Erosion	Dränagen	Grundwasser/ Interflow	Urbane Systeme	Punktquellen
<b>Anteil Eintragspfad an den Gesamteinträgen im deutschen Elbegebiet in %</b>							
SH	0,1	0,1	0,4	3,7	0,5	0,8	1,3
SN	0,2	0,1	4,6	0,8	3,1	10,1	8,1
ST	0,2	0,1	2,1	0,5	3,6	3,8	4,2
TH	0,1	0,1	2,7	0,3	1,0	8,2	3,6

■ Pfadanteil >1 - 5%, ■ Pfadanteil >5%

Die mittleren hydrologischen Bedingungen der „Status Quo“-Modellierungsjahre 2006 bis 2010 stellen die Grundlage für die Berechnung von Szenarien dar. Die Auswahl der Szenarien reicht von einer Reduktion des N-Überschusses bis zur Umwandlung von Acker in Grünland und wird durch drei Szenarien zur Siedlungswasserwirtschaft ergänzt.

Die simulierte Reduzierung der Stoffeinträge weist eine hohe Spannweite auf und reicht bei N-Einträgen für die Szenarien mit Verminderung des N-Überschusses auf 40 kg/ha·a oder Verbesserung der N-Ausnutzungseffizienz von ca. 5.000 t/a bis zu Werten unter 100 t/a bei Erhöhung der Fläche nur mit Zwischenfruchtanbau. Da in vielen Ländern die N-Überschüsse bereits in diesem Wertebereich liegen, können hierbei für acht der zehn Länder keine oder nur sehr geringe N-Eintragsreduktionen abgeschätzt werden. Lediglich für NI (ca. 15 %) und SH (ca. 20 %) wurden hier noch deutliche N-Eintragsreduktionsmöglichkeiten berechnet, die überwiegend über den Drainagepfad wirken und somit eine klare Maßnahmenoption vorgeben.

Die abgeschätzte Reduktion der P-Einträge bei den hier ausgewählten Szenarien fällt im Vergleich zu N insgesamt geringer aus und liegt in der Regel deutlich unter 1 % der TP-Eintragsmenge. Diese geringe Wirksamkeit der Maßnahmenoptionen zur P-Reduktion aus urbanen Systemen und Punktquellen belegt die Qualität der vorhandenen kommunalen Abwasserbehandlung. Dennoch wird deutlich, dass noch alternative bzw. weitergehende Maßnahmen entwickelt werden müssen, um auch eine P-Eintragsreduktion in den Gewässern zu erreichen, die den Umwelt- bzw. Bewirtschaftungszielen der WRRL entspricht.

## 7 Ansatzpunkte für Maßnahmen

### 7.1 Hintergrund

#### 7.1.1 Allgemein

Die Nährstoffminderungsstrategie der FGG Elbe setzt an drei Aspekten an:

Der erste Aspekt betrachtet die Einordnung der Maßnahmen in die Systematik der WRRL nach grundlegenden und ergänzenden bzw. ggf. zusätzlichen Maßnahmen. Zu den grundlegenden Maßnahmen gehören gesetzliche Regelungen, die durch das Europarecht und die Gesetzgebung der Mitgliedstaaten vorgegeben werden. Art und Umfang der ergänzenden Maßnahmen sowie ggf. zusätzlicher Maßnahmen bauen darauf auf. Sie werden auf der Grundlage eines Vergleichs des aktuellen Zustands der Gewässer mit den festgelegten Zielen vorgeschlagen, wenn die Ziele mit den grundlegenden Maßnahmen allein nicht erreicht werden können.

Im zweiten Aspekt erfolgt eine Betrachtung der Eintragspfade nach den Quellen/Verursachern der Nährstoffeinträge (Tabelle 7-1). Diese ermöglicht die Zuordnung der Handlungsoptionen zu bestimmten Gruppen von Verursachern bzw. Akteuren, die bei der Entwicklung von Maßnahmen einbezogen werden sollten und die dann für die Umsetzung der Maßnahmen verantwortlich sind. Nach dem Verursacherprinzip sind vorrangig die Nährstoffemissionen an den Quellen durch den dafür Verantwortlichen zu vermindern. Dies kann sowohl durch grundlegende als auch ergänzende Maßnahmen geschehen. Hinsichtlich der Eintragspfade sind Maßnahmen an Punktquellen bezüglich der Machbarkeit meist einfacher umsetzbar als an diffusen Quellen. Auch ist ihre Wirksamkeit oft schneller und eindeutiger dokumentierbar. Dennoch müssen auch Anstrengungen unternommen werden, diffuse Einträge so weit wie möglich zu verringern, um den Naturhaushalt effektiv zu entlasten.

Tabelle 7-1: Zuordnung Eintragspfade - Quellen

Eintragspfad	Art	Hauptquellen/Verursacher
Atmosphärische Deposition	diffus	Tierhaltungsanlagen, Bodenbearbeitung, Industrie, Verkehr, Feuerungsanlagen
Abschwemmung	diffus	Landwirtschaftliche Flächen
Erosion	diffus	Landwirtschaftliche Flächen
Dränagen	diffus	Landwirtschaftliche Flächen
Grundwasser / Zwischenabfluss	diffus	Landwirtschaftliche Flächen
Urbane Systeme	punktuell	Versiegelte Flächen, Misch- bzw. Trennkanalisation
Kommunale und industrielle KA	punktuell	Haushalte, Betriebe, Kommunen

Der dritte Aspekt bei der Maßnahmenentwicklung unterscheidet nach dem Wirkort einer Maßnahme im Einzugsgebiet. Besonders bei den diffusen Nährstoffeinträgen bieten sich weitere Handlungsoptionen an, Nährstoffe nicht nur an der Quelle (z. B. dem Austrag aus der landwirtschaftlichen Fläche), sondern an verschiedenen Stellen im Nährstoffstrom in der Landschaft zu reduzieren. Hierbei kommen im Naturhaushalt stattfindende Prozesse wie z. B. Denitrifikation, Sedimentation und Akkumulation zum Tragen, die durch bauliche/technische Maßnahmen unterstützt werden können. Da ein gewisses Maß an Nährstoffausträgen aus der Fläche bei jeder Form der Landbewirtschaftung mit Düngung und Bodenbearbeitung unvermeidbar ist, müssen auch Maßnahmen zur Nährstoffretention ergänzend eingesetzt werden. Voraussetzung dafür ist, dass die Minderungspotenziale an der Quelle weitgehend ausgeschöpft sind oder eine extensivere Form der Landbewirtschaftung nicht möglich ist.

Unter Berücksichtigung der oben genannten drei maßnahmenstrategischen Aspekte ergeben sich für die FGG Elbe drei Handlungsbereiche für Maßnahmen (Tabelle 7-2).

Tabelle 7-2: Handlungsbereiche für Nährstoffminderungsmaßnahmen

Handlungsbereich	mindert	Art	Vorrangiger Handlungsbedarf
<b>Siedlungswasserwirtschaft (KA, Industrie)</b>	Punktquellen	grundlegend/ergänzend	Phosphor (Stickstoff)
<b>Landbewirtschaftung</b>	Diffuse Quellen Grundwasserzustrom Dränagen Erosion	grundlegend/ergänzend	Stickstoff Phosphor
<b>Nährstoffretention</b>	Diffuse Belastung Synergien mit hydromorphologischen Maßnahmen	ergänzend	Stickstoff Phosphor

### 7.1.2 Grundlegende Maßnahmen

Die wichtigsten Instrumente zur Begrenzung der Einträge aus Punktquellen sind die Grundsätze für die Abwasserbeseitigung (WHG und Länderregelungen) inklusive der Abwasserverordnung. Sie bestimmen z. B. die Abwasserbeseitigungspflichten für Schmutz- und Niederschlagswasser, Anschluss- und Benutzungszwang sowie das gängige Niveau des Stands der Technik. Dieser verlangt grundsätzlich fortschrittliche Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen. Umgesetzt wird dies durch regelmäßige Überprüfungen und Anpassungen der Einleiterlaubnisse durch die zuständigen Wasserbehörden. Die punktuellen TP- und TN-Einträge aus dem Handlungsfeld „Siedlungswasserwirtschaft“ in die Gewässer haben sich durch die Einführung phosphatfreier Waschmittel, den Bau und die Modernisierung von KA (Phosphatfällung und Stickstoffentfernung) sowie den steigenden Anschlussgrad der Bevölkerung an die Abwasserreinigung deutlich verringert. Die laufende Anpassung an den fortschreitenden Stand der Technik wird im Handlungsbereich „Siedlungswasserwirtschaft“ auch zukünftig eine Minderung der Stoffeinträge bewirken. Dies ist insbesondere für Phosphor relevant, da als Hauptquellen für Phosphoreinträge urbane Systeme und KA identifiziert wurden.

Zentrale grundlegende Maßnahme zur Reduzierung der diffusen Nährstoffbelastungen im



Handlungsfeld Landwirtschaft ist die Umsetzung der Nitratrictlinie. Die darin geforderte Reduzierung von Nitrateinträgen sowie weiterer eutrophierend wirkender Nährstoffeinträge wie Phosphor aus landwirtschaftlichen Quellen in die Gewässer wird im Wesentlichen über die Regelungen in der DüV erreicht. Sie ist Hauptbestandteil des Aktionsprogramms zur Umsetzung der Nitratrictlinie und regelt die gute fachliche Praxis beim Düngen flächendeckend bundesweit.

Die 2017 novellierte DüV lässt bei konsequenter Umsetzung eine effizientere und ressourcenschonendere Verwendung von Stickstoff und Phosphor erwarten. Die Anforderungen der Düngeverordnung reichen allein nicht aus, um in den belasteten Nährstoffgebieten den guten Zustand nach WRRL zu erreichen. Aus diesem Grund ist die Umsetzung weitergehender Maßnahmen gemäß § 13 DüV durch LänderDüV zwingend geboten. Da in der FGG Elbe der Grundwasserzustrom der Haupteintragspfad für Stickstoff in die Oberflächengewässer ist, werden auch hier Verbesserungen erwartet. Die Regelungen für die Phosphordüngung lassen ebenfalls mittel- und langfristig eine Reduzierung der Einträge über die Pfade Grundwasser sowie Erosion erwarten. Damit werden auch die Einträge in die Küstengewässer sinken.

Weitere grundlegende Maßnahmen ergeben sich aus § 38 Wasserhaushaltsgesetz (WHG), in dem die Regelungen für Gewässerrandstreifen und damit für Abstandsaufgaben beschrieben sind. Die Länder können in ihren Landeswassergesetzen abweichende Regelungen zur Festlegung der Breite eines Gewässerrandstreifens aus Sicht des Gewässerschutzes treffen.

### **7.1.3 Ergänzende und zusätzliche Maßnahmen**

Zwischen dem Beginn einer Bewirtschaftungsänderung auf landwirtschaftlichen Flächen und der Messbarkeit verringerter Nährstoffbelastungen in den Gewässern liegen unterschiedlich lange Wirkzeiträume. Noch weitgehend unbekannt ist zudem der zeitliche Horizont der Wirkung auf die maßgebenden biologischen QK. Außerdem ist die Wirkung der grundlegenden Maßnahmen in den jeweiligen Teileinzugsgebieten in Abhängigkeit von den naturräumlichen Bedingungen bzw. standörtlichen Gegebenheiten der Gewässer in vielen Fällen noch nicht ausreichend, um die ambitionierten Zielstellungen der WRRL zu erreichen. Deshalb werden in der FGG Elbe für die Zielerreichung innerhalb der Fristen der WRRL auch ergänzende Maßnahmen geplant und durchgeführt

Um den Nährstoffeintrag in Grund- und Oberflächengewässer zu verringern, können Maßnahmen an verschiedenen Punkten ansetzen. Eine effiziente Strategie setzt daher gleichzeitig an diesen Punkten an. Je nach naturräumlicher Ausstattung und sozioökonomischen Bedingungen erfolgt aber eine Schwerpunktsetzung, die sich an den Anteilen der punktuellen und diffusen Belastungen orientiert.

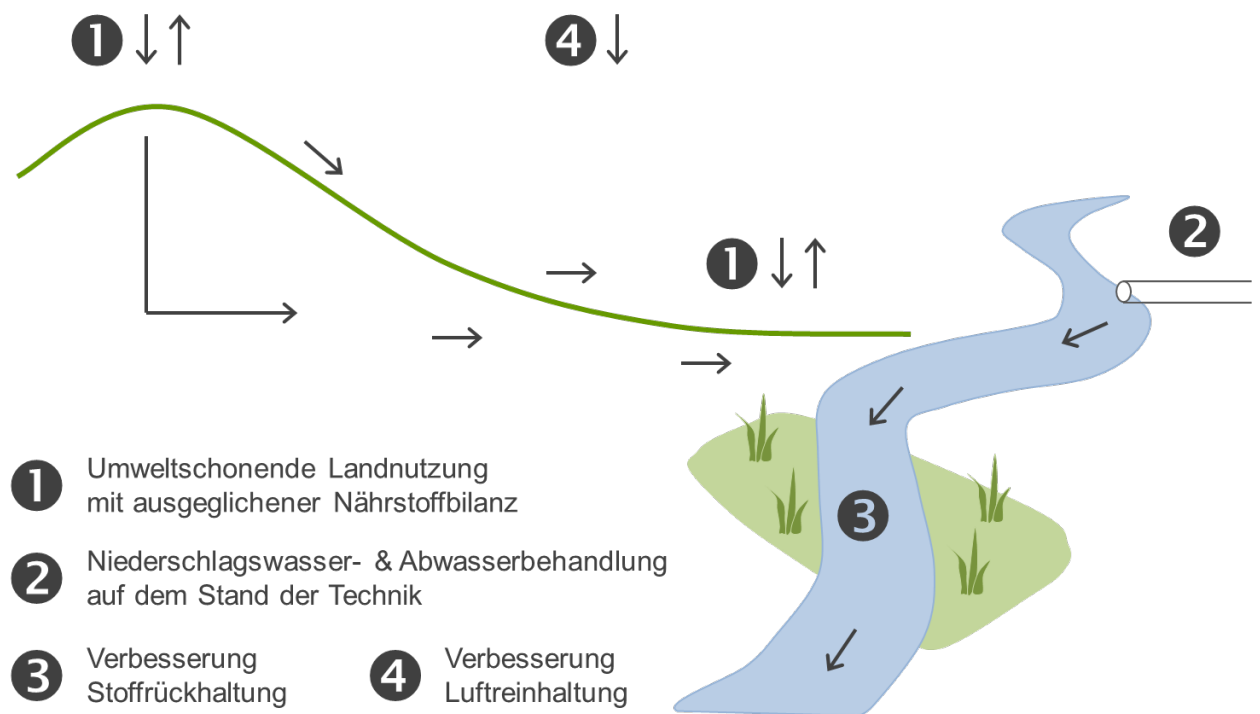


Abbildung 7-1: Ansatzpunkte für eine Verringerung der Nährstoffeinträge und zur Verbesserung der Stoffrückhaltung

Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft haben als erstes zum Ziel, Nährstoffentzug und Nährstoffzufuhr im Gleichgewicht zu halten. Hierfür ist eine standort- und pflanzengerechte Düngung notwendig. Mit der im Juni 2017 novellierten DüV werden in Deutschland die Grundlagen für eine umweltgerechte Stickstoffdüngungsplanung geschaffen. Für eine Phosphordüngungsplanung werden die notwendigen Angaben zur Ermittlung des Düngedarfs in den nächsten Jahren vereinheitlicht. Zweitens zielen Maßnahmen in der Landwirtschaft darauf ab, standörtlich bedingte, unvermeidbare Verluste zu minimieren. Hierzu gehört die Etablierung von gewässerschutzverträglichen Fruchtfolgen z. B. mit Einbindung von Zwischenfrüchten, um Auswaschungsverluste zu verringern oder die Etablierung einer standortangepassten Bewirtschaftung, wie z. B. die Bearbeitung quer zum Gefälle, pfluglose Bodenbearbeitung oder die Umstellung von Acker auf Grünland an erosionsgefährdeten Standorten.

#### Ansatzpunkte für Maßnahmen im Bereich Landbewirtschaftung

- Erhöhung der Düngeeffizienz durch Verbesserung der Düngebedarfsermittlung,
- Beratung zur Düngebedarfsermittlung bzw. zur Absenkung von Nährstoffüberschüssen,
- Verbesserung des Vollzugs der DüV durch Dokumentationsverpflichtungen und Erhöhung der Kontrolldichte in besonders nährstoffsensiblen Gebieten (z. B. Gebiete nach § 13 DüV, Trinkwasserschutzgebiete, ausgewählte Beratungsgebiete),
- Regionalspezifisch angepasste Absenkung der Nährstoffüberschüsse unter das Niveau der DüV,



- Verringerung erosiver und auswaschungsbedingter Nährstoffverluste durch konservierende Bodenbearbeitung (z. B. Mulch-, Direkt- und Streifensaat) sowie durch Zwischenfruchtanbau bzw. Erhöhung der Dauer der Bodenbedeckung,
- Entwicklung von Agrarumweltmaßnahmen, die gezielt an die regionalen Nährstoff-Managementprobleme angepasst sind, z. B. Verringerung der Nitratauswaschung durch Zwischenfruchtanbau,
- Optimierung bei der Umsetzung der Greening-Vorgaben.

Ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt ist die Behandlung von Abwasser. Sie umfasst neben dem Bau und dem Betrieb von KA auch die Abwasserbehandlung von landwirtschaftlichen und industriellen Betrieben sowie die Behandlung von Siedlungswässern. In kommunalen KA ist die Reinigungsleistung bei Stickstoff und Phosphor durch Auswahl der Kläranlagentechnik an die angeschlossene Einwohneranzahl und den gesetzlichen Standard anzupassen. Der Stand der Technik ist vor allem im Hinblick auf die zulässigen Phosphoreinträge fortzuschreiben. Durch Optimierung der Betriebsweise kann die Effizienz kleinerer Anlagen gesteigert werden. Obwohl große KA den Hauptteil der punktuellen Stoffeinträge liefern, können kleinere KA im ländlichen Raum, die Wasserqualität lokal nachteilig beeinflussen. Um Einträge aus dem Betrieb von z. B. Biogasanlagen, landwirtschaftlichen Betrieben oder Industrie zu minimieren, sind die gesetzlichen Regelungen bei der Genehmigung dieser Anlagen zu prüfen und deren Einhaltung regelmäßig zu kontrollieren. Der Regenwasserbewirtschaftung kommt gerade in urbanen Räumen eine große Bedeutung zu. Die Maßnahmen reichen dabei von einer Optimierung der Rückhaltung in der Fläche bis zu Reinigung über z. B. die Verminderung der Einträge durch Regenentlastung bei Mischwasserkanalisation bis hin zu Retentionsbodenfiltern.

#### Ansatzpunkte für Maßnahmen im Bereich Siedlungswasserwirtschaft

- Verbesserung der Reinigungsleistung kommunaler KA
  - Identifikation von Optimierungsmöglichkeiten,
  - Potenzialermittlung,
  - Entwicklung von Umsetzungsstrategien,
- Erhöhung der Abwasseranschlussgrade bzw. regionalspezifisch angepasste weitere Verbesserung der abwasserstrukturellen Situation im ländlichen Raum.
- Verbesserung der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung im urbanen und ländlichen Raum
  - Rückhalt (Versickern, Verdunsten, Benutzen, Speichern),
  - Reduzierung von Mischwasserentlastungen,
  - Behandlung (z. B. Straßenabwässer).

Ein dritter Ansatzpunkt zur Verbesserung der Wasserqualität ist die Verbesserung der Nährstoffrückhaltung. Hier steht nicht die Minderung der Einträge, sondern die Optimierung der Selbstreinigungskräfte in der Landschaft im Vordergrund. Hierzu gehören die Etablierung von Feuchtgebieten, die Remäandrierung und Laufverlängerung von Fließgewässern, das Zulassen von Überflutungen in Niederungen aber auch eine schonende Gewässerunterhaltung. Um die Stoffrückhaltung in der Landschaft zu verbessern, werden Kenntnisse der sie steuernden

Prozesse benötigt. Stickstoff wird in der Regel durch Denitrifikation von Nitrat abgebaut, dieser Prozess kann durch die Verlängerung der Verweilzeit in Feuchtgebieten oder in Retentionsbecken/Dränteichen gesteuert werden. Da die Denitrifikation temperaturabhängig ist, ist ihre Wirksamkeit im Winterhalbjahr eingeschränkt. Dennoch können Feuchtgebiete einen wesentlichen Anteil an der Verbesserung der Gewässergüte leisten. Phosphor wird in der Regel durch Sedimentation physikalisch zurückgehalten. Um diesen Prozess zu nutzen, ist es notwendig, ausreichend große Überflutungsräume zur Verfügung zu stellen.

#### Ansatzpunkte für Maßnahmen im Bereich Nährstoffretention

- Verbesserung der Nährstoffrückhaltung in dränierten Gebieten durch technische oder naturnahe Maßnahmen,
- Vermeidung von Stoffeinträgen durch Anlage nach Möglichkeit dauerhaft breiter sowie rückhaltewirksam strukturierter Gewässerrandstreifen,
- Aufstellen von Kulissen, in denen breitere bzw. funktional-strukturell besser ausgestattete 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, z. B. Einführung eines Bbauverbots in Überflutungsräumen oder Vorranggebieten für die Gewässerentwicklung,
- Fortführung von Gewässerentwicklungsmaßnahmen (Strukturverbesserung, Entrohrung) als Beitrag zur Verbesserung des Stoffrückhalts,
- Initiieren von Pilotprojekten wie Retentionsbecken, Dränsteuerung oder Filtersystemen mit Erfolgskontrollen, Handlungsempfehlungen und Fachinformationen sowie
- Förderung wasserseitiger Nährstoffretentionsmaßnahmen.

#### Ansatzpunkte für den Bereich atmosphärische Stickstoffdeposition

Ein vierter Ansatzpunkt besteht in der Verbesserung der Luftreinhaltung mit dem Ziel, Stoffeinträge über die atmosphärische Deposition zu vermindern. Hierzu gehören Maßnahmen, die den Eintrag von Stickstoffverbindungen aus Verbrennungsprozessen für z. B. Energiegewinnung oder Verkehr verringern. Verknüpfungen bestehen zudem mit dem Bereich Landwirtschaft, indem Einträge aus Tierhaltungsanlagen über Filtersysteme sowie durch verminderte Düngung und Bodenbearbeitung verringert werden können.

#### Wirksamkeit von Maßnahmen

Die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen wird auf unterschiedliche Weise angegeben.

Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft werden häufig in ihrer Wirkung auf die Minderung der  $N_{\min}$ -Gehalte im Herbst oder auf die Einträge mit dem Sickerwasser angegeben. Dies sind für den Grundwasserschutz geeignete Indikatoren. Da beim Transport der Stickstoffverbindungen vom Sickerwasser übers Grundwasser bis hin zum Oberflächengewässer weitere Abbauprozesse stattfinden können, verringert sich dabei je nach Transportweglänge die Effizienz. Aufgrund der zum Teil langen Transportzeiten vom Ort der Maßnahme hin zum Grundwasser oder Fließgewässer, kann die Wirksamkeit erst verzögert messbar werden. Voraussetzung für eine messbare Wirkung landwirtschaftlicher Maßnahmen in Wasserkörpern ist zudem, dass die Maßnahme flächenhaft umgesetzt wird.

Die Wirksamkeit von Maßnahmen im Bereich Abwasser- und Niederschlagswasserbehandlung lässt sich gut beschreiben, da hier in den technischen Systemen gezielt eingegriffen werden kann, um die den Nährstoffabbau und -rückhalt steuernden Prozesse zu steuern. Voraussetzung für eine gute Effizienz bei diesen Maßnahmen ist, dass die Anlagen regelmäßig gepflegt werden und eine stetige Weiterbildung des Personals erfolgt. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen wird bei allgemeiner Betrachtung prozentual als Rückhalteleistung angegeben, bei konkreten Anlagen kann auch die absolute Eintragsminderung angegeben werden. Maßnahmen im Bereich Abwasserbehandlung wirken in der Regel sofort. Um gegebenenfalls nachlassenden Reinigungsleistungen entgegenzuwirken, müssen Filtermaterialien regelmäßig überwacht und bei Bedarf gewechselt werden.

Die Wirksamkeit von Maßnahmen im Bereich Verbesserung der Stoffrückhaltung ist aus der Literatur gut bekannt. In der Regel wird die Wirksamkeit durch Messung von Konzentration und Abfluss am Gebietszu- und -ablauf über einen längeren Zeitraum gemessen und ausgewertet. Die Wirksamkeit wird als prozentuale Rückhaltung von Stickstoff oder Phosphor angegeben. Da viele biologische Prozesse temperaturabhängig sind, können im Sommerhalbjahr höhere und im Winterhalbjahr niedrigere Wirksamkeiten festgestellt werden. Für die Planung von Maßnahmen wird häufig mit Faustwerten, z. B. für die Rückhaltung von Stickstoff je wiederhergestellter Feuchtgebietsfläche gerechnet. Da die zu diesem Komplex gehörenden Maßnahmen in der Regel mit Veränderungen des Wasserhaushalts und mit umfangreichen Baumaßnahmen verbunden sind, sind die Maßnahmen nicht sofort wirksam, sondern entfalten ihre Wirkung erst, wenn das sich neu etablierte System im natürlichen Gleichgewicht befindet.

In Teil 2 werden Beispiele aus den Ländern für geplante und erfolgreich umgesetzte Maßnahmen aus den Bereichen Siedlungswasserwirtschaft, Landbewirtschaftung, Nährstoffretention und Konzeption und Forschung vorgestellt.

## 7.2 Zusammenfassung der Beispiele

Der Teil 2 der Nährstoffminderungsstrategie umfasst 18 Maßnahmenbeispiele die den Handlungsbereichen Siedlungswasserwirtschaft, Landwirtschaft und Nährstoffretention zugeordnet sind. In unterschiedlichem Maße wirken diese Maßnahmen auf die Verminderung der Stickstoff und Phosphorausträge bzw. -einträge. Darüber hinaus sind Maßnahmen aufgelistet und skizziert, die besonders beispielhaft für Kommunikationsstrategien sind oder an der Schnittstelle zwischen Forschung und Anwendung liegen. Nach Möglichkeit werden die Beispiele in Teil 2 nicht nur beschrieben, sondern die Wirksamkeit anhand von quantitativen Angaben abgeschätzt. Im generellen Fazit wird auch die Übertragbarkeit der jeweiligen Maßnahme erörtert. Tabelle 7-3 ordnet die Maßnahmenbeispiele den Handlungsbereichen und der Wirkung auf die Nährstoffe zu. Eine Kurzbeschreibung erläutert den Inhalt des Fallbeispiels, der in Teil 2 umfassend dargestellt ist.



Tabelle 7-3: Zuordnung der Maßnahmenbeispiele zu Handlungsbereichen, Wirkungsziele und Kurzbeschreibung der Maßnahmen

<b>Handlungsbereich Siedlungswasserwirtschaft</b>			
Teil 2 - Kap. Nr.	Titel	Wirkung auf	Kurzbeschreibung
B.1.1	Retentionsbodenfilter zur weitergehenden P-Elimination	P	Eine Retentionsbodenfilteranlage ist ein mit Schilf bepflanzter Sandfilter über dem ein Retentionsraum angeordnet ist. In BE werden aktuell 11 Retentionsbodenfilteranlagen betrieben. Fallbeispiele Halensee und Adlershof. Die technischen Aspekte der zwei Fallbeispiele werden erläutert, Effizienz benannt und Kosten dargestellt
B.1.2	Flockungsfiltration in Groß-KA	P	Neben Maßnahmen zur weiteren Optimierung des Betriebs von Anlagen, sind auch nachgeschaltete Verfahren bereits vielfach im Einsatz. Die Ausführungen beschränken sich auf nachgeschaltete Maßnahmen auf Groß-KA, da allein durch betriebliche Maßnahmen zur Optimierung der chemischen Fällung mit anschließender Sedimentation oder erhöhter biologischer P-Elimination keine nennenswerten Verbesserungen mehr erreicht werden können. Die technischen Aspekte der zwei Fallbeispiele werden erläutert, Effizienz benannt und Kosten dargestellt.
B.1.3	Optimierung des Betriebes kleiner bis mittelgroßer Anlagen	P/N	
B.1.4	Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Raum	P	Regenwassereinleitungen stellen auf Hamburger Gebiet die zweitgrößte Eintragsquelle für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor dar. Für das Pilotgebiet Schleemer Bach im Osten Hamburgs wurde das Abkopplungspotenzial mit einem pauschalen Bedarfsansatz für eine dezentrale Muldenversickerung exemplarisch ermittelt. Eine Möglichkeit zur Reinigung von Straßenabwässern, als eine dezentrale Lösung, sind Filtersysteme, welche direkt in den bestehenden Gully (in HH als Trumme bezeichnet) eingebaut werden.



Handlungsbereich Landbewirtschaftung			
Teil 2 - Kap. Nr.	Titel	Wirkung auf	Kurzbeschreibung
B.2.1	Bewirtschaftung dräniertes Flächen/Effizienzsteigerung bei Düngung	P/N	Dränierte landwirtschaftliche Flächen bergen ein hohes Risiko für diffuse Nährstoffausträge in die Gewässer, welches auch bei guter landwirtschaftlicher Praxis nicht gänzlich vermieden werden kann. Ziel des vorgestellten Projektes war eine Reduktion diffuser Nitratausträge über den Dränagepfad durch eine Steigerung der N-Effizienz bei der Ausbringung flüssiger organischer Dünger. Die Gülleausbringung erfolgte hierbei in Form einer stabilisierten und platzierten Gülle-Depot-Düngung direkt in die Wurzelzone der Pflanzen mit Hilfe des Gülle-Strip-Till-Verfahrens.
B.2.2	Konservierende Bodenbearbeitung zur Minderung von Erosion und Phosphor-Einträgen in die Gewässer	P	2014 wurden im Rahmen der Richtlinie „Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung“ (AuW/2007) in SN die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung und Direktsaat auf rund 250.000 ha Ackerfläche, entsprechend ca. 35 % der Ackerflächen in SN, im Sinne des Bodenschutzes und als Beitrag zum dezentralen Hochwasserschutz gefördert umgesetzt. Insgesamt hat die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung ein sehr hohes Anwendungspotenzial und wird aktuell in SN auf sehr großen Flächenumfängen angewendet. Dies belegt, dass die konservierende Bodenbearbeitung unter Beachtung der voranstehend aufgeführten acker- und pflanzenbaulichen Strategien umfassend ackerbaulich umsetzbar ist.
B.2.3	Trinkwasserschutz in Talsperrenschutzgebieten (Saidenbach)	N	In den Einzugsgebieten der stark landwirtschaftlich genutzten Trinkwassertalsperren des Freistaates SN war bis 1990 ein kontinuierlicher Anstieg der Nitratkonzentrationen vorhanden. Durch eine Reihe von Maßnahmen konnte eine Trendwende hinsichtlich des Anstieges der Nitratkonzentrationen Anfang 1990 in allen Trinkwassertalsperren des Freistaates SN eingeleitet und bis heute auf einem niedrigen Niveau nachhaltig stabilisiert werden.
B.2.4	Grundwasserschutzgebiet der Trinkwasserfassung Diehsa (bei Bautzen)	N	Mit der Umsetzung einer freiwilligen Kooperations- Vereinbarung zwischen Wasserversorger und Landwirtschaft u.a. zur Reduzierung der Düngergaben um ca. 20 % sowie mit der Grünland- Umnutzung einzelner Ackerflächen in unmittelbarer Nähe der





Handlungsbereich Landwirtschaft			
Teil 2 - Kap. Nr.	Titel	Wirkung auf	Kurzbeschreibung
			Förderbrunnen können seit etwa 2012 / 2013 in der ungesättigten Zone sowie im Grundwasser- Zustrom- Bereich der Wasserfassung Diehsa deutliche Rückgänge der mineralischen N - Gehalte verzeichnet werden. Hierfür wurden Ausgleichszahlungen an die jeweiligen landwirtschaftlichen Nutzer vereinbart, welche der Wasserversorger trägt. Aufgrund der günstigen hydrogeologischen Gegebenheiten des Einzugsgebietes der Wasserfassung Diehsa (unbedeckter GW- Leiter und geringe EZG- Größe) konnten die positiven Auswirkungen der reduzierten Düngergaben vergleichsweise schnell sowohl in der ungesättigten Zone als auch im Grundwasser beobachtet werden.
B.2.5	Untersuchungen zu Stickstoff in Flusseen der Elbe	N	Die Problematik der Stickstoffdynamik wird am Beispiel der Flusseen der Havel erläutert. Die Erarbeitung von Zielkonzentrationen für N waren Inhalt des BMFT-Projektes NITROLIMIT. Die Berechnung der Nährstoffemissionen und Frachten im Einzugsgebiet der Berliner Unterhavel für 2009 wurde in NITROLIMIT mit dem Modell MONERIS unter Berücksichtigung der mittleren hydrologischen Bedingungen der Jahre 2007 bis 2009 durchgeführt. Angesichts der hohen Jahresdynamik der Nährstoffumsätze, der Prozesskomplexität und der Abhängigkeit von hydrologischen Schwankungen sind die ökologischen Wirkungen nach Stickstoffreduktion in diesem Wasserkörper nicht sicher vorhersagbar.
B.2.6	Betrieblicher Erosionsschutz - eine Agrarumweltmaßnahme im Thüringer Kulturlandschaftsprogramm - KULAP	P	In TH wird seit 2014 die neue Agrarumweltmaßnahme „Betrieblicher Erosionsschutz“ angeboten. Bei der zielorientierten, gesamtbetrieblichen 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 genutzt werden.
B.2.7	Stickstoffbelastung und deren Entwicklung in den Trinkwassergewinnungsgebieten	N	In den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells werden den dort wirtschaftenden Landwirten seit 1992 sog. Freiwillige Vereinbarungen und eine Gewässerschutzberatung angeboten. Ziel dieser Gewässerschutzmaßnahmen



Handlungsbereich Landwirtschaft			
Teil 2 - Kap. Nr.	Titel	Wirkung auf	Kurzbeschreibung
	(TGG) des Niedersächsischen Kooperationsmodells		ist die Sicherung der Grundwasserqualität. Zur Erfolgskontrolle im Grundwasser wurden 412 Erfolgskontrollmessstellen von insgesamt 1.457 Erfolgskontrollmessstellen herangezogen und die Ergebnisse dargestellt.
B.2.8	Beratung Landwirtschaft	N	Die Gewässerschutzberatung wird in diesem Fallbeispiel genauer vorgestellt. Seit Herbst 2010 erhalten Landwirte in Gebieten mit einer hohen Gefährdung des Grundwassers durch Nitrateinträge ein WRRL-Beratungsangebot zur Grundwasser schonenden Bewirtschaftung. Um mit der Beratung sowohl eine hohe Wirkung wie auch eine hohe Reichweite zu erreichen, wird ein mehrstufiges Beratungskonzept angewendet. Die beratenen landwirtschaftlichen Betriebe sind in vier Klassen eingeteilt. Wichtigstes Ziel der Beratung ist die Verringerung der betrieblichen Nährstoffüberschüsse.
B.2.9	Entwicklung der Stickstoff-Hoftorbilanzüberschüsse und des Stickstoff-Mineraldüngerzukaufs innerhalb und außerhalb von Beratungsgebieten anhand von Referenzbetrieben	N	Stickstoff-Hoftorbilanzüberschüsse stellen ein Maß für die potenziellen N-Einträge in die Umwelt dar und werden deshalb in vielen TGGen des Niedersächsischen Kooperationsmodells sowie in der WRRL-Maßnahmenkulisse als Erfolgsindikator für die Wirksamkeit der durchgeführten Grundwasserschutzmaßnahmen, insbesondere der Beratung, eingesetzt. Um die Entwicklung der N-Überschüsse in den TGG sowie in der WRRL-Maßnahmenkulisse noch besser beurteilen zu können, wurde in diesem Projekt die Entwicklung von Hoftorbilanz-Salden außerhalb der Beratungsgebiete ermittelt, um diese Referenzwerte mit den Überschüssen innerhalb der Beratungsgebiete zu vergleichen.



Handlungsbereich Nährstoffretention			
Teil 2 - Kap. Nr.	Titel	Wirkung auf	Kurzbeschreibung
B.3.1	Moorschutz- und Feuchtgebiete	P/N	Seit dem Jahr 2000 wird aufgrund der landesweiten Bedeutung von Mooren in MV ein „Konzept zum Bestand und zur Entwicklung der Moore“ umgesetzt. Mit der stärkeren Wahrnehmung des Klimawandels fand die weltweite Klimarelevanz der Moore in den wissenschaftlichen und politischen Diskussionen mehr Beachtung. Das Moorschutzkonzept wurde daher im Jahr 2009 fortgeschrieben. Für den Nährstoffrückhalt an Dränsystemen sind Retentionsteiche eine vielversprechende Maßnahme. An den Beispielen Schaalsee (Moorschutz) und Neukloster (Retentionsteich) werden Einzelmaßnahmen vorgestellt und die Erfolge durch Monitoring belegt.
B.3.2	Gewässerunterhaltung und Nährstoffe	P/N	Einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Nährstoffkonzentrationen in Fließgewässern können unterstützende Maßnahmen in der Gewässerunterhaltung und –gestaltung leisten. Obwohl die vorgestellten Maßnahmen hauptsächlich der Renaturierung dienen, haben sie einen positiven Effekt auf die Nährstofffracht der Havel. Die wiedergeschaffenen Querverbindungen vergrößern die Gewässerbreite und damit auch die Sedimentoberfläche, der wesentlichen Denitrifikationszone, wodurch mit einer erhöhten Stickstoffeliminierung zu rechnen ist. Zusätzlich ist von einem etwas höheren Phosphorrückhalt auszugehen.



### Handlungsbereich Kommunikation und Konzepte

Teil 2 - Kap. Nr.	Titel	Wirkung auf	Kurzbeschreibung
B.4.1	Kooperation mit Bauernverband, Allianz für den Gewässerschutz	P/N	Ziel der Allianz für den Gewässerschutz ist es, das Bewusstsein für das Thema Nährstoffeinträge in Grund- und Oberflächengewässer zu verbessern und gemeinsam mit der Landwirtschaft geeignete Lösungsmöglichkeiten und weitergehende Maßnahmen zur Umsetzung zu entwickeln. Neben dem notwendigen Austausch über diese Themen hat die Allianz für Gewässerschutz Arbeitsgruppen eingerichtet, die entweder vom Bauernverband oder der Verwaltung geleitet werden und unter Hinzuziehung externer Fachleute paritätisch besetzt sind. Diese Arbeitsgruppen haben je nach Aufgabenstellung für die Praxis geeignete Empfehlungen, Broschüren und Flyer erarbeitet, die zum Beispiel über die umweltgerechte Lagerung von Wirtschaftsdüngern, die Wirksamkeit unterschiedlicher bodennaher Ausbringungsverfahren von Wirtschaftsdüngern oder die Anlage von dauerhaft breiten Gewässerrandstreifen informieren. Durch diese Maßnahme wird selbst keine direkte Minderung der Nährstoffeinträge erreicht. Sie sichert und verbessert aber die Akzeptanz von Beratungs- und konkreten landwirtschaftlichen Maßnahmen.
B.4.2	Konzeptstudie zur Verbesserung des ökologischen Zustands des Schaalsees – ein bundesländerübergreifendes Projekt	P	Im Rahmen einer Konzeptstudie zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Schaalsees wurde bilanziert, dass im Einzugsgebiet des Schaalsees etwa 25 % der Emissionen über Punktquellen, z. B. KA, landwirtschaftliche und industrielle Produktionsstätten und Badestellen erfolgen. 75 % der P-Emissionen stammen aus diffusen Quellen, die großräumiger und weniger klar abzugrenzen sind. Dazu gehören z. B. der Phosphor aus der Luft sowie P-Austräge aus landwirtschaftlichen Flächen oder aus entwässerten, degenerierten Mooren. Es wurden Maßnahmen vorgeschlagen, die kurzfristig oder mittel- bis langfristig wirken. Durch priorisierte Maßnahmen wurde der P-Eintrag um mehr als 250 kg jährlich verringert. Weiterer Minderungsbedarf besteht. Aufgrund der langen theoretischen Wasseraufenthaltszeit im See wird der Prozess viel Zeit in Anspruch nehmen.
B.4.3	Auenprogramm in Schleswig-	P/N	Das Auenprogramm SH ist ein Beispiel, wie Naturschutz- und



	Holstein		<p>Wasserwirtschaftsverwaltung gemeinsam den Rahmen für die Umsetzung von Auenprojekten landesweit setzen und sich durch Abstimmung von Zielvorgaben und Leitfäden bemühen, die Umsetzung durch lokale Träger zu vereinfachen. Das „Auenprogramm Schleswig-Holstein“ soll die Auen mehr in das öffentliche Bewusstsein rücken. Im Rahmen des Auenprogramms können auf der Grundlage eines gebietsspezifischen Entwicklungsziels alle Maßnahmen gefördert werden, die dem Schutz der Fließgewässer sowie bestehender Auen dienen oder zu einer Wiederherstellung von Auenstrukturen und -funktionen führen.</p>
--	----------	--	--

## 8 Empfehlungen zur Erreichung der Ziele im Grundwasser, Binnengewässern und beim Meeresschutz in der FGG Elbe

Die Aufgabe der Nährstoffminderungsstrategie ist es, den Weg zum Erreichen eines guten Nährstoffzustands in den Gewässern der FGG Elbe aufzuzeigen. Dazu wurden in den vorherigen Kapiteln die Minderungsbedarfe für die Gewässerkategorien Grundwasser, Binnengewässer und Küstengewässer aufgezeigt und mögliche Ansatzpunkte für Maßnahmen beschrieben. In diesem Kapitel werden die Themen Minderungsbedarf und Maßnahmen zusammengeführt. Die Potenziale einzelner Maßnahmen zur Minderung der Stickstoff- und Phosphoreinträge zur Zielerreichung werden abgeschätzt und weitere konzeptionelle Handlungserfordernisse benannt.

Die Zielfrachten ergeben sich aus den Zielkonzentrationen und mittleren langjährigen Abflüssen (LAWA 2017). Tabelle 8-1 fasst die Minderungsbedarfe für das gesamte Elbeeinzugsgebiet zusammen. Die Herleitung der Minderungsbedarfe für die einzelnen Gewässerkategorien wird in den Teilkapiteln nachvollziehbar beschrieben.

*Tabelle 8-1: Übersicht über Minderungsbedarfe in den Gewässerkategorien der FGG Elbe (Datengrundlage 2011-2015)*

	<b>N</b>	<b>P</b>
<b>Minderungsbedarf Tschechien am Pegel Schmilka</b>		
Zielkonzentration (Jahresmittelwert) in mg/l	3,2	0,1
abflussnormierte Zielfracht in t/a	30.799	962
abflussnormierte Ist-Fracht in t/a (2011 - 2015)	45.810	1.541
Minderungsbedarf absolut in t/a	15.011	579
Minderungsbedarf prozentual in %	33	38
<b>Minderungsbedarf Grundwasser in FGG Elbe</b>		
Zielkonzentration im Sickerwasser in mg/l	50 (Nitrat)	-
Minderungsbedarf N-Einträge aus der Landwirtschaft in GWK im schlechten chemischen Zustand in t/a	> 31.000	-
<b>Minderungsbedarf Binnengewässer</b>		
Zielkonzentration (Jahresmittelwert) in mg/l		0,1
abflussnormierter P-Fracht- Minderungsbedarf in t/a (2011 – 2015)		1.358
<b>Minderungsbedarf Meeresschutz am Pegel Seemannshöft</b>		
Zielkonzentration (Jahresmittelwert) in mg/l	2,8	0,1
abflussnormierte Zielfracht in t/a	66.580	2.385
abflussnormierte Ist-Fracht in t/a (2011 - 2015)	84.400	3.940
Minderungsbedarf absolut in t/a	17.800	1.555
Minderungsbedarf prozentual in %	21	40

Am Grenzprofil der Elbe zwischen Tschechien und Deutschland besteht ein Minderungsbedarf der abflussnormierten Stickstofffracht von 15.011 t/a in Bezug auf Zeitraum - Niveau 2011 bis 2015, dies entspricht einem Minderungsbedarf von 33 % und der abflussnormierten Phosphorfracht von 579 t/a in Bezug auf Zeitraum - Niveau 2011 bis 2015 oder entsprechend 38 %.

Im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes besteht ein Minderungsbedarf der Stickstoffeinträge aus dem Boden in das Sickerwasser/Grundwasser von mindestens 31.000 t.

Datenauswertungen und Modellierungsergebnisse weisen darauf hin, dass die Messstelle Seemannshöft für die Bilanzierung des Phosphorminderungsbedarfes nur bedingt geeignet ist (vgl. dazu auch Elbebericht 2013 – 2015). Nach neueren Erkenntnissen werden die Phosphorfrachten überschätzt. Hamburg hat, um eine verbesserte Sachverhaltsaufklärung und Frachtabschätzung zum Transport von Nährstoffen in der Tideelbe zu ermöglichen, zwei Messstationen mit weiteren Messeinrichtungen (Nährstoffmonitore) technisch aufgerüstet. In der Binnenelbe besteht ausgehend von dem Minderungsbedarf am Grenzprofil und den Minderungsbedarfen an den wichtigen Nebengewässern insgesamt ein Minderungsbedarf der abflussnormierten Phosphorfrachten von 1.358 t/a Phosphor. Dieser Wert wird als Ziel angenommen, um in der Binnenelbe und den Nebengewässern einen guten Zustand zu erreichen.

Am Profil Seemannshöft wurde ein Minderungsbedarf der abflussnormierten Stickstofffrachten von 18.000 t/a, in Bezug auf Zeitraum - Niveau 2011 bis 2015 ermittelt, dies entspricht einem Minderungsbedarf von 21 % der abflussnormierten Ist-Fracht. Der Minderungsbedarf der abflussnormierten Phosphorfrachten liegt bei 1.555 t in Bezug auf Zeitraum - Niveau 2011 bis 2015/a entsprechend 40 %.

## **Zehn Empfehlungen zur Erreichung der Nährstoffziele**

Um die notwendigen Minderungen der Stickstoff- und Phosphoreinträge und damit die Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie und Meeresstrategierahmenrichtlinie zu erreichen, wird empfohlen folgende Empfehlungen für Maßnahmen des Zehn-Punkte Plans umzusetzen. Dabei stehen die zehn Punkte gleichwertig nebeneinander. Nur durch eine gemeinsam an verschiedenen Stellen ansetzende Bewirtschaftungsplanung lassen sich die Ziele zur Eintragsminderung erreichen.

### **1. Düngeverordnung konsequent umsetzen**

Die Einhaltung der Regelungen der novellierten DüV aus dem Juni 2017 wird mittelfristig dazu führen, dass die landwirtschaftlichen Stickstoffeinträge über das Grundwasser in die Oberflächengewässer und damit auch in die Nordsee zurückgehen werden. Grund hierfür sind auch die Vorgaben zur Aufstellung einer validen Düngeplanung, deren Vorlage und Richtigkeit kontrolliert werden muss. In besonders gefährdeten Gebieten sind zudem weitergehende Maßnahmen nach §13 DüV erforderlich. Eine konsequente Umsetzung von geeigneten Maßnahmen im Rahmen der Länderdüngeverordnungen ist hierzu notwendig. Damit wird auch eine Frachtminderung in der Elbe an der Bilanzmessstelle Seemannshöft zu erwarten sein. Zur Umsetzung der Vorgaben der DüV wird der Aufbau von Düngebehörden nach dem Vorbild Niedersachsens empfohlen. Mit Hilfe digitaler

Datenabgleiche können Regionen und Betriebe herausgefiltert werden, in denen z. B. das Verhältnis von betriebseigenem Wirtschaftsdüngemittelanfall nicht zu den zur Verfügung stehenden Ausbringungsflächen unter Berücksichtigung der Ausbringungsobergrenzen passt. Um die Tierhaltung wieder verstärkt an die Fläche zu binden, sind Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln, die auf einen maximalen Besatz von zwei Großvieheinheiten (GV) pro Hektar (ha) landwirtschaftliche Fläche (ha LF) des Betriebes zielen. Die Wirkung der Anpassungsreaktion der Landwirtschaft auf die DüV lässt sich gegenwärtig nicht belastbar abschätzen. Das Thünen-Institut wird im Rahmen eines LAWA-Vorhabens die Anpassungsreaktion der Landwirtschaft auf die Stickstoffüberschüsse auf der Basis des Jahres 2016 abschätzen. Ergebnisse liegen hierzu wahrscheinlich bis Anfang 2020 vor. Vorherige Modellrechnungen haben gezeigt, dass die Minderung des Bilanzüberschusses von 60 auf 50 kg N/ha landwirtschaftliche Nutzfläche pro Jahr in Abhängigkeit von den jeweiligen regionalen standörtlichen Gegebenheiten eine durchschnittliche Minderung der Stickstoffeinträge in die Gewässer von 5 bis 15 % bewirken kann. Eine ähnliche Größenordnung ist zeitverzögert auch als Wirkung bei der Frachtminderung in der Elbe an der Bilanzmessstelle Seemannshöft zu erwarten.

Die DüV enthält darüber hinaus auch Regelungen, die sich langfristig auf die Minderung der P-Einträge auswirken werden, soweit diese im Zusammenhang mit dem P-Düngungs- bzw. P-Versorgungszustand der jeweiligen landwirtschaftlich genutzten Böden stehen. Hierzu gehört z. B. die Absenkung des zulässigen P-Überschusses auf maximal 10 kg P/ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Die Regelungen in der Düngeverordnung werden sich mit den Vorgaben zur Bodenbedeckung auch auf die Minderung der Erosion positiv auswirken.

## **2. Abwasserbehandlung an den Stand der Technik anpassen**

Durch eine weitere schrittweise Verbesserung der Abwasserbehandlung in Tschechien können die Stickstoff- und Phosphorfrachten in der Elbe bereits am Grenzprofil Schmilka mittelfristig um bis zu 5 % gemindert werden. Da vorrangig in BE und BB, jedoch auch in anderen Bundesländern der FGG Elbe viele zentrale KA ebenfalls noch über den Stand der Technik nach Abwasserverordnung Anhang 1 hinaus ausgebaut werden, ist hier ebenfalls mit einer Minderung der N-Einträge aus KA um 300 t und der P- Einträge um 100 t zu rechnen. Das Beispiel zur Sanierung der Großkläranlagen im Berliner Raum (Teil 2: B.1.2) belegt, dass durch vergleichbare Maßnahmen die P-Konzentrationen im Ablauf deutlich vermindert und damit die lokale und regionale Wasserqualität verbessert sowie überregionale Ziele erreicht werden können.

## **3. Abwasserbehandlung im ländlichen Raum verbessern**

Im Elbeeinzugsgebiet erfüllen derzeit vor allem im ländlichen Raum KA und Niederschlagswasserbehandlung nicht immer den erforderlichen Stand der Technik. Hier setzen die Länder bzw. die Aufgabenträger Vor-Ort bereits zahlreiche Einzelmaßnahmen um, die von Beratung für einen optimalen Anlagenbetrieb bis hin zu Neubau von KA reichen. Diese Maßnahmen werden vor allem lokal in den jeweils direkt betroffenen Wasserkörpern bzw. Gewässersystemen die Wasserqualität noch erheblich verbessern



und damit einen Teil der aufgezeigten nahezu flächendeckenden Belastung der Oberflächengewässer mit Nährstoffen vermindern. In der Summen-Wirkung tragen sie aber ebenfalls mit dazu bei, mittelfristig die N- und P-Einträge in die Gewässer insgesamt um durchschnittlich etwa 5 % zu senken. Die Beispiele zu Retentionsbodenfilter aus dem Berliner und Hamburger Raum belegen (Teil 2: B.1.1, B.1.4), dass die technischen Voraussetzungen für die Regenwasserbehandlung soweit ausgereift sind, dass deren Einsatz im ländlichen Raum großflächig geprüft werden sollte.

#### **4. Gesetzliche Emissionsvorgaben im Anhang 1 Abwasserverordnung novellieren**

Der Anhang 1 der Abwasserverordnung (AbwV) enthält Emissionsvorgaben für die Abwasserbehandlung der kommunalen Kläranlagen, die nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen. Eine Auswertung des UBA zeigt, dass häufig die Ablaufwerte der KA bereits besser sind als die jeweiligen gesetzlichen Vorgaben. Nicht nur aus diesem Grund ist eine Anpassung der derzeitigen gesetzlichen Emissionsvorgaben unabdingbar. Durch diese Anpassung wird es zudem auch in der Praxis leichter realisierbar, den anspruchsvollen immissionsbezogenen Anforderungen der WRRL an die Gewässergüte Rechnung zu tragen, da alle Anlagen den verbesserten Emissionsvorgaben folgen müssen. Die Anpassung der Anlage 1 der AbwV muss durch einschlägige gesetzliche Regelungen des Bundes erfolgen. Hierbei wird nach einer erfolgten Novellierung vermutlich eine Umsetzungszeitspanne vorgegeben werden, so dass ggf. eine Minderungswirkung auf die N- und P-Konzentrationen in den Oberflächengewässern erst mittel- bis langfristig eintreten wird. Die Anpassung des Anhang 1 der AbwV ist eine grundlegende Maßnahme im Sinne der Umsetzung der Kommunalabwasserrichtlinie.

#### **5. Stoffrückhaltung in der Fläche und in Gewässersystemen verbessern**

Eine Verbesserung des Stoffrückhalts kann im norddeutschen Tiefland durch die Wiederherstellung von Feuchtgebieten, Mooren und Auen erfolgen. Hierbei entstehen in der Regel günstige Bedingungen zur Förderung der Denitrifikation. Gleichzeitig kann Phosphor durch Akkumulation zurückgehalten werden. Neben der Wiederherstellung natürlicher Feuchtgebiete kann auch durch ökohydrologische, technische Maßnahmen die Stoffrückhaltung verbessert werden. Durch die gezielte Anlage von Dränteichen oder die Einführung eines Controlled Drainage Systems können die Stickstoff- und Phosphorausträge gedränter Flächen wirkungsvoll vermindert werden. In reliefreichen Gebieten können Maßnahmen zum Erosionsschutz, wie z. B. begrünte Abflussbahnen, entsprechend gestaltete Uferrandstreifen, die Anlage von Knicks und anderer kleinräumiger Landschaftselemente oder Sedimentfängen den Rückhalt von partikulär gebundenen Phosphorverbindungen begünstigen. Die Maßnahmen sind durch die Länder durchzuführen. Ihr Potenzial kann, verglichen mit der Minderung einzelner landwirtschaftlicher Maßnahmen erheblich sein, allerdings stehen diese Flächen dann oftmals nicht mehr für die landwirtschaftliche Produktion zur Verfügung. Besonders Maßnahmen zur Verbesserung der Stoffrückhaltung durch Feuchtgebiete sollten mit einem Monitoring begleitet werden, um die Wirksamkeit und Bemessung dieser Maßnahmen weiter verbessern und ggf. Managementmaßnahmen bestimmen zu können. In Teil 2 wird zum Beispiel über positive Erfahrungen mit der Anlage von Feuchtgebieten

(B.3.1), der Extensivierung der Gewässerunterhaltung (B.3.2) oder der Verbesserung des betrieblichen Erosionsschutzes (B.2.6) berichtet.

## **6. Phosphorvorräte in den Böden einheitlich bewerten**

Phosphor ist ein essentieller Nährstoff und wichtiger Bestandteil jeder lebenden Zelle. Die EU führt Phosphor in der Liste der begrenzten Rohstoffe, da seine mineralischen Vorkommen begrenzt sind. Eine wichtige Forderung für den Einsatz von Phosphor in der Landwirtschaft ist daher, ihn ressourcenschonend einzusetzen und nur standort- und bedarfsgerecht zu verwenden. Um dieser Forderung gerecht zu werden, ist es notwendig, die P-Vorräte im Boden bundeseinheitlich nach gleichen Kriterien zu bewerten. Es wird daher vorgeschlagen, den Standpunkt der VDLUFA (vdlufa, 2018) zur Bewertung der P-Bodenvorräte bundesweit verbindlich einzuführen. Dies wird mittel- bis langfristig zu einem Abbau der P-Vorräte insbesondere in derzeit noch überversorgten Böden und damit auch zur weiteren Verminderung der P-Einträge in die Gewässer führen. Dies ist eine grundlegende Maßnahme im Sinne der Umsetzung der Nitratrichtlinie.

## **7. Stoffliches Gewässermonitoring weiter verbessern**

Stoffeinträge gelangen über unterschiedliche Pfade und zu unterschiedlichen Zeiten in Gewässer. Um die Eintragsmuster besser verstehen zu können und darauf aufbauend zielgerichteter Maßnahmen zu entwickeln, müssen die Gewässerüberwachung im Hinblick auf Nährstoffe ausgeweitet und auch die Vorgaben für das stoffliche Monitoring regelmäßig angepasst werden. Hierzu sind vorrangig hinsichtlich folgender zwei Punkte Verbesserungen notwendig:

- a. Im Elbestrom und an den Mündungen der wichtigen Nebenflüsse sollten die Nährstofffrachten zukünftig genauer, d. h. zeitlich höher auflösend erfasst werden. Hierfür bietet sich der Einsatz von sensorgestützten Messeinrichtungen an, die bereits von einigen Ländern z. B. in automatischen Beschaffenheits-Messstationen (AMB) kontinuierlich verwendet werden. Diese Verbesserungen beim Monitoring können von den Elbe-Ländern eigenständig umgesetzt werden.
- b. An kleineren, in ihren Eigenschaften weitgehend homogenen Einzugsgebieten sollten Stofffrachten ebenfalls zeitlich hochauflösend erfasst werden, um so den jeweiligen Stoffaustrag besser quellen- und pfadbezogen den jeweiligen Verursachern bzw. den entsprechenden Boden-Nutzungs-Klima-Kombinationen zuordnen zu können. Dieses Messprogramm ist in enger Kooperation mit der LAWA zu entwickeln.

## **8. Nährstoffmodellierung langfristig weiter verbessern**

Der Erkenntnisfortschritt und technische Weiterentwicklungen bei der Modellierung ermöglichen es vermutlich innerhalb des nächsten Jahrzehnts, auch den Stoffhaushalt und den Stoffaustrag zeitlich (und räumlich) höher auflösend zu modellieren. Deutschlandweit und in großen Einzugsgebieten werden bislang für die Nährstoffmodellierung in der Regel nur grobe Bilanzierungsansätze verwendet. In der operativen Hydrologie werden bereits zeitlich hochauflösende Modelle eingesetzt. Eine verbesserte Nährstoffmodellierung ermöglicht es, den Nährstoffaustrag bzw. Eintrag

prozessbasiert und damit ursachenbezogen abzubilden. Durch eine solche Modellierung werden zudem die Belastungsgebiete und Belastungszeiträume genauer identifiziert, so dass sich daraus insgesamt bessere Ansatzpunkte für effektive Maßnahmenableitungen ergeben. Eine genauere Modellierung kann nicht allein von der FGG Elbe erstellt werden; hier ist die Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen, Bundes- und Landesbehörden sowie den FGGen notwendig.

## **9. Öffentliche Flächen gewässerschonend bewirtschaften**

Der Staat hat mit seinen Bundes-, Landes- und kommunalen Flächen eine Vorbildfunktion. Um dieser nachzukommen, sind öffentliche Flächen nach Vorgaben des Gewässerschutzes zu bewirtschaften. Hierzu gehören mindestens der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel, über die gesetzlichen Regelungen bei der Düngung hinausgehende Ansätze, die Einhaltung von Abstandsregelungen zu Gewässern und die Verhinderung weiterer Flächenversiegelung bzw. das Hinwirken auf weitere Entsiegelungen von Flächen. Eine Initiative zur Bewirtschaftung öffentlicher Flächen kann von den Ländern der FGG Elbe initiiert und von den Institutionen in den Ländern gezielt aufgegriffen werden. Möglich z. B. sind eine freiwillige Selbstzertifizierung verbunden mit einer Erfassung und Meldung, wieviel Prozent der bundes- bzw. landeseigenen sowie der kommunalen Flächen nach Gewässerschutzaspekten bewirtschaftet werden. Das Bundesamt für Naturschutz fördert gegenwärtig das Vorhaben „Fairpachten“. In dem Vorhaben werden Landeigentümer über Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten informiert und verschiedene Musterverträge für Pachtverträge angeboten (BfN 2018).

## **10. Nährstoffminderungsbedarfe öffentlich wirksam kommunizieren**

Das Thema Nährstoffeintragsminderung ist zwar in der Gesellschaft, z. B. durch die öffentlichen Diskussionen zur DüV und zum Trinkwasserschutz bereits präsent. Dennoch besteht auch im Elbeeinzugsgebiet bei einigen Eigentümern und Pächtern der Flächen teilweise noch Unkenntnis darüber, dass die Art ihrer Flächenbewirtschaftung auch zu Stoffeinträgen in die Meere führt. Zu einer effektiven öffentlichen Kommunikation der Nährstoffminderungsziele gehört daher auch, dass die jeweiligen Minderungsziele für die einzelnen Gewässerkategorien konkreter quantifiziert, die „hot-spot“-Regionen für Nährstoffausträge benannt und regionale Unterschiede hierbei hinreichend berücksichtigt werden. Dazu ist mit möglichst allen bedeutsamen Verursachern über notwendige bzw. wirkungseffiziente Maßnahmen zur weiteren Verminderung von Nährstoffeinträgen in die Gewässer zu sprechen, um möglichst in Zusammenarbeit weitere Handlungspotenziale für Maßnahmen zu entwickeln und diese anschließend in der Praxis umzusetzen. Das Beispiel der Allianz für den Gewässerschutz aus SH, zeigt, dass durch eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Bauernverband und Umweltverwaltung sachgerechte Lösungen zur Verringerung der Nährstoffeinträge entwickelt werden können (Teil 2: B.4.1). Im Rahmen der Kommunikation muss auch über allgemein anerkannte Grundsätze wie Kreislaufwirtschaft und allgemeiner Ressourcenschutz informiert werden, dass diese Ansätze dem Gewässerschutz dienen.



Die vorliegende Nährstoffminderungsstrategie wurde von deutschen Expertinnen und Experten unterschiedlicher Fachrichtungen erarbeitet und ist eine Voraussetzung die Nährstoffproblematik noch mehr zu einem integralen Bestandteil der flussgebietsweiten Bewirtschaftung zu machen. Grundlage dafür ist nicht nur die konsensuale Bearbeitung und Zieldefinition, sondern auch die Diskussion und Bestätigung der Ergebnisse in den Gremien und Ländern der FGG Elbe und parallel dazu auf internationaler Ebene in der IKSE. Auf Basis der Nährstoffminderungsstrategie müssen nun in der Folge die Empfehlungen für Maßnahmen des Zehn-Punkte Plans in den Länder konkretisiert und in ihrer Umsetzung koordiniert werden.

## 9 Summary

Despite of significant improvements over the period of the past twenty years, the anthropogenic pressure due to nutrients on surface waters and groundwaters is still high. This hampers the achievement of the environmental objectives of the WFD (2000/60/EG) and MSFD (2008/56/EG). Generally, phosphorus is the limiting element for eutrophication in inland waters and nitrogen in coastal waters and marine ecosystems. Thus, immissions and effects of these two nutrients have to be considered. Elevated nutrient inputs lead to a negative modification in the range of species and a decrease in the ecosystems' resilience to external stressors such as anthropogenic modification or climate change. Algae blooms may hamper the utilisation of waters and may cause oxygen deficits with wide-ranging consequences for the biocenoses.

The environmental objectives for nutrients are defined by environmental quality standards (EQS) and threshold values, both with binding character, and, furthermore, orientation values that can be interpreted as indicators for ecosystem functionality. An important objective for the entire management is the undercut of the 50 mg/l threshold for nitrate in groundwaters. With respect to marine protection the target is a total nitrogen concentration below 2.8 mg/l at the monitoring station Seemannshöft in the tidal region of the river Elbe. The orientation values for total phosphorus in rivers vary for different surface water body types. For numerous water body types this value is 0.1 mg/l as annual average. Exemptions are i.e. rivers of the marsh and wetlands with an orientation value of 0.3 mg/l. Tolerable concentrations are much lower in lakes and coastal waters.

A shortcoming analysis on the basis of a data set which was compiled for the FGG Elbe for the first time shows that the environmental objectives have not been met river basin-wide in all categories of waters. 64 of 228 groundwater bodies and 29% of the surface water bodies are in poor condition because of the threshold value for nitrate is exceeded. However, in most cases not the entire groundwater body is polluted. Additionally, 19 groundwater bodies are stressed by ammonium. Likewise, almost 2/3 of lakes or reservoirs fail to meet the orientation values with the consequence that the achievement of good ecological status or potential is difficult or impossible. More than 1,700 or 60% of almost 2,800 river water bodies do not meet the type-specific orientation value for total phosphorus. The percentage of river water bodies failing the orientation value for ortho-phosphate is 40%. For ammonium can be asserted that ¼ do not pass the specification although a large share of water bodies was not assessed. Elevated values of nitrate are located generally in the agricultural utilised regions of the "Lößbörden" and "Mittelgebirgsvorländer".

A reduction of the runoff-standardised total nitrogen load of 15,011 t/a at the Czech/German border – calculated for the reference period 2011 to 2015 which corresponds to 33% of the load - is inevitable. The reduction need for the runoff standardised phosphorus load amounts to 579 t/a. Further reduction of at least 31,000 t/a from soils into groundwater is necessary in the German part of the Elbe basin.

In the freshwater Elbe in Germany the reduction requirement for total phosphorus load is 1,358 t/a assuming the demands at the Czech/German border and in major tributaries. This value is supposed to be the target to reach good status/potential in the freshwater Elbe and the major tributaries. For the reference period 2011 to 2015 the reduction need for runoff-standardised total nitrogen load at the monitoring station Seemannshöft is 18,000 t/a or 21%. At this monitoring site the reduction demand for runoff standardised phosphorus load is 1,555 t/a or 40%.

The monitoring based shortcoming analyses and determination of reduction needs can be



specified by a modelling approach in which the basin-wide nutrient sources and pathways are quantified. Furthermore, federal state specific modelling systems may support regional planning of measures. The groundwater/interflow path is the most important one for nitrogen with a share of almost 50% of the total inputs. This pathway is not further differentiated by the model approach MONERIS. Besides, approximately 25% of the total nitrogen is put in by the drainage pathway. Point sources (16%), urban systems (6%), surface wash (4%), atmospheric deposition (2%) and soil erosion (1%) play a minor role for nitrogen input. However, these general figures may vary depending on the regional natural conditions. Whereas in more northern regions of the Elbe basin, i.e. the marsh or the lake area in the lowlands, the drainage pathway is dominant, in the mountain areas and basins the groundwater/interflow input is prominent in the model results. The simulated phosphorus input for the reference period 2006 to 2010 amounts to 4,050 t/a in average. While the groundwater/interflow path dominates the input for nitrogen, a more equal distribution of input pathways contributions and regional differentiation characterise the model results for phosphorus. Regarding the multi-annual mean, the portion of phosphorus input from point sources and urban systems are each 28%. The pathway groundwater/interflow contributes with 18%, soil erosion 12% and drains 11% respectively. Atmospheric deposition and surface wash play a minor role. The portion of phosphorus input from soil erosion is enlarged in regions with high relief such as low mountain areas and “Lößbörden” and dominates partly the input from diffuse agricultural sources. Phosphorus input from drains is disproportionately high in the northern lowlands and marsh regions.

The nutrient reduction strategy discusses three aspects on the basis of the shortcoming analysis and modelling results: *i)* integration of the planning of measures in the system of WFD, *ii)* considering the input pathways for sources and drivers and *iii)* a differentiation of measures for their site of action and by this an improvement of effectiveness. The measures have to be integratively designed including the aspects environmentally friendly agriculture with an equalised nutrient balance, technical improvement of rain and waste water treatment, nutrient retention at the landscape scale and air pollution control. Measures with the scope on urban water management, land-use, nutrient retention and concepts are exemplified in the separated part 2 of this nutrient reduction strategy. The effects of the selected measures are described and evaluated.

A ten-point plan is recommended to reach the necessary reductions of nitrogen and phosphorus inputs and thereby the environmental objectives.

1. Consistent implementation of fertilisation ordinance
2. Adjustment of waste water treatment to the best available technology
3. Improvement of waste water treatment in rural areas
4. Amendment of the legal regulations in annex 1 of the waste water ordinance
5. Enhancement of nutrient retention in water bodies and landscape
6. Standardised assessment of the phosphorus-pool in soils
7. Improvement of monitoring programmes
8. Long-term update of the nutrient modelling approach
9. Sustainable and water-friendly utilisation of public-owned properties
10. Effective communication of nutrient reduction demands in public



These recommendations are explained particularly in chapter 8 of the nutrient reduction strategy and wherever possible linked to the examples of measures in part 2. The document ends with overview maps of nutrient concentrations in surface waters of the German portion of the Elbe River Basin. A synopsis of the federal states online information regarding the nutrient problem is also attached.

The present nutrient reduction strategy was elaborated by German experts from different disciplines and is a prerequisite to incorporate the nutrient problem as integral part of the basin-wide management. The consensual editing and definition of common objectives, the confirmation by the governmental bodies of the River Basin Community and the ICPER form the basis for the implementation of the strategy in the context of WFD. This is a prerequisite to substantiate the recommendations of the ten-point plan in the federal states and to co-ordinate their realisation.



## IV. Literaturverzeichnis

- ADMIRAAL, W. & VELDHUIS, M. J. W. (1987): Determination of nucleosides and nucleotides in seawater by HPLC- application to phosphatase activity in cultures of the alga *Phaeocystis pouchetii*. Mar. Eco. Prog. Ser. Vol. 36 p. 277 - 285. <http://www.int-res.com/articles/meps/36/m036p277.pdf>
- AID (2015): Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz. Heft 3612/2015. Hrsg.: aid Infodienst – Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz e. V., Heilsbachstraße 16, 53123 Bonn (gefördert durch das BMEL).
- ARGE BORN ET AL. (ARBEITSGEMEINSCHAFT INGENIEURGRUPPE DR. BORN – DR. ERMEL GMBH & PWU PLANUNGSGESELLSCHAFT MBH) (2011): Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie – Ermittlungen von Optimierungspotentialen bestehender Kläranlagen, Zusammenfassender Bericht.
- BACHOR, A. (2005): Nährstoffeinträge in die Küstengewässer Mecklenburg- Vorpommerns – eine Belastungsanalyse. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. Heft 14 S. 17 - 32. [https://www.oekologie.uni-rostock.de/fileadmin/uni-rostock/Alle\\_MNF/Bio\\_Oekologie/RMB/RMB\\_14/RMB-14-Bachor-17-32.pdf](https://www.oekologie.uni-rostock.de/fileadmin/uni-rostock/Alle_MNF/Bio_Oekologie/RMB/RMB_14/RMB-14-Bachor-17-32.pdf)
- BAIER, B.; DANNENBERG, R.; ROHWEDER, U. (2010): Blaualgenblüte in der Alster. Ursachenanalyse und Lösungsvorschläge. Bericht des Institutes für Hygiene und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg <http://www.hamburg.de/contentblob/2323912/2d0101a9bc3b2e4e33afd1672950e620/data/blaualggen-alster-2010.pdf>
- BEDNORZ, D. (2010): Geologische und hydrogeologische Modellierung zur Bestimmung der Quelle spezifischer Nitratbelastungen im Bearbeitungsgebiet Diehsa. Masterarbeit. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- BEDNORZ, D.; TAUCHNITZ, N.; CHRISTEN, O.; RUPP, H.; MEISSNER, R. (2016): The Impact of Soil Heterogeneity on Nitrate Dynamic and Losses in Tile-Drained Arable Fields. Water Air Soil Pollut, 227 - 395.
- BERGFELD-WIEDEMANN, T.; RITZ S.; HARDENBICKER, P.; FISCHER, H. (2016): Modellierung des Nährstoffhaushalts von Elbe und Rhein mit dem Gewässergütemodell QSim. Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung Heft 37.16
- BFG, (2003): Hydrologischer Atlas von Deutschland, s.l.: Bundesanstalt für Gewässerkunde.
- BFN (2018): <https://biologischevielfalt.bfn.de/bundesprogramm/projekte /projektbeschreibungen /fairpachten-biodiversitaet-in-landwirtschaftlichen-pachtvertraegen.html> (Zugriff 03.04.2018)
- BIOTA (2015): Konzeptstudie zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Schaalsees.- unveröffentlichte Studie im Auftrag des GEV Schaalsee-Delvenau, 152 S. + Anhänge
- 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. [http://www.blmp-online.de/PDF/EG-WRRL/EG-WRRL\\_Papier\\_Naehrstoffe.pdf](http://www.blmp-online.de/PDF/EG-WRRL/EG-WRRL_Papier_Naehrstoffe.pdf)

BLMP [AD-HOC-AG NÄHRSTOFFREDUKTIONSZIELE UND EUTROPHIERUNG OSTSEE] (2014): Harmonisierte Hintergrund- und Orientierungswerte für Nährstoffe und Chlorophyll-a in den deutschen Küstengewässern der Ostsee sowie Zielfrachten und Zielkonzentrationen für die Einträge über die Gewässer. [http://www.blmp-online.de/PDF/EG-WRRL/Naehrstoffreduktionsziele\\_Ostsee\\_BLANO\\_2014.pdf](http://www.blmp-online.de/PDF/EG-WRRL/Naehrstoffreduktionsziele_Ostsee_BLANO_2014.pdf)

BLMP [AG EG-WRRL] (2007): Eutrophierung in den deutschen Küstengewässern von Nord- und Ostsee. Handlungsempfehlungen zur Reduzierung der Belastung durch Eutrophierung gemäß EG-WRRL, OSPAR & HELCOM im Kontext einer Europäischen Wasserpolitik. [http://www.blmp-online.de/PDF/EG-WRRL/Eutrophierung\\_in\\_den\\_deutschen\\_Kuestengewaessern.pdf](http://www.blmp-online.de/PDF/EG-WRRL/Eutrophierung_in_den_deutschen_Kuestengewaessern.pdf)

BMU (2018): <https://www.meeresschutz.info/berichte-art-8-10.html>

BÖHME, M.; GUHR, H.; OCKENFELD, K. (2006): PELAGISCHE STOFFUMSETZUNGEN. IN: PUSCH, M. & FISCHER, H. (HRSG.) (2006): Stoffdynamik und Habitatstruktur in der Elbe. – Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft, Bd. 5. Weißensee Verlag Berlin.

BRUNOTTE, J. (2003): Handlungsempfehlungen zur guten fachlichen Praxis: Bodenerosion mindern, Bodenleben fördern. Landbauforschung Völkenrode, Tagungsband zum FAL-Symposium am 16.10.2003, Hrsg. R. Artmann und F.-J. Bockisch, Sonderheft 256, S. 79 - 86.

BSU (2012): BSU – Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg (2012): „Eintrag von Phosphor und Stickstoff auf Hamburger Gebiet in die Elbe“. Unveröffentlichter Abschlussbericht der Arbeitsgruppe Nährstoffstrategie unter Mitwirkung der Hamburg Port Authority und des Institutes für Hygiene und Umwelt.

BUCHHEIM, C. (2003): Hydrogeologisches Gutachten zur Neubemessung von Trinkwasserschutzzonen für die Fassungen des Wasserwerkes Diehsa (Niederschlesischer Oberlausitzkreis“, unveröffentl. Gutachten, LIGAR Dresden GmbH, Dresden.

CARL, P. & BEHRENDT, H.(2008): Regularity Based Functional Streamflow Disaggregation. I. Comprehensive Foundation, Water Resources Research, 44

CARL, P.; GERLINGER, K.; HATTERMANN, K.K.; KRYSANOVA, V.; SCHILLING, C. & BEHRENDT, H. (2008): Regularity Based Functional Streamflow Disaggregation. II. Extended Demonstration. Water Resources Research, 44

CHORUS, I. (2012): Current approaches to Cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries.UBA Texte 63/2012.

CLAUS, R. (2009): Untersuchung des Nitrattransportes in der ungesättigten Zone sowie des Nitratreintrages in die gesättigte Zone im Einzugsgebiet der Wasserfassung Diehsa. – unveröffentl. Diplomarbeit. TU Dresden, Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften.



- CLELAND, E. E. (2011): Biodiversity and Ecosystem Stability. Nature Education Knowledge Vol. 3 (10). <http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/biodiversity-and-ecosystem-stability-17059965><http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/biodiversity-and-ecosystem-stability-17059965>
- CONLEY, D. J. (2000): Biogeochemical nutrient cycles and nutrient management strategies. *Hydrobiologia* 410, p.87 - 96. <http://ocw.um.es/ciencias/ecologia/lectura-obligatoria-1/Conley%202000.pdf>
- DBU-ABSCHLUSSBERICHT (2017): [www.llg.sachsen-anhalt.de](http://www.llg.sachsen-anhalt.de).
- DE KLEIN, J. J. M. (2008): From ditch to delta. Nutrient retention in running waters. PhD-thesis Wageningen University. (<http://edepot.wur.nl/122001>)
- DEUMLICH, D.; FUNK, R. (2012): Schutzgut Boden im Maisanbau – Möglichkeiten und Grenzen der guten fachlichen Praxis. *Mais*, 4/2012; 39. Jhrg., S. 156 - 161.
- DILBAT, M. & IHLING, H. (2014): Nitratbelastung des Grundwassers im Einzugsgebiet der Wasserfassung Diehsa im Landkreis Görlitz. *LfULG-Schriftenreihe Grundwasser – Altlasten – Boden aktuell*. Heft 38/2014. S. 5 - 17.
- DOLMAN, A. M.; MISCHKE, U. & WIEDNER, C. (2016): Lake-type specific seasonal patterns of nutrient limitation in north German lakes and target nitrogen and phosphorus concentrations for a good ecological status. *Freshwater Biology* 61: p. 444 - 456.
- DRIESCHER, E. (1999): Landschaftsentwicklung im Einzugsgebiet der Unteren Spree, Bericht des IGB: 9.
- DWA, (2005): Merkblatt DWA-M 178 Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitestgehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem, Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V..
- DWA, (2007): Merkblatt DWA-M 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V..
- DWA, (2013): Arbeitsblatt DWA-A 166 Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V..
- DWA, (2013): Merkblatt DWA-M 176 Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V..
- DWA, (2016): DWA Themenheft T1/2016. Diffuse Stoffeinträge in Gewässer aus Siedlungs- und Verkehrsflächen, 24. S , Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V..
- DWA, (2017): Arbeitsblatt DWA-A 178 Retentionsbodenfilteranlagen - Entwurf, Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V..



- EIGEMANN, F.; HUPFER, M.; HILT, S. (2014): Vergleich pelagischer und benthischer Komponenten bei der Bewertung des ökologischen Zustandes deutscher Seen nach EU-EG-WRRL. Abschlussbericht. LAWA Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“.
- ENSIGN, S. E.; DOYLE, M. W. (2005): In-stream transient storage and associated nutrient retention: Evidence from experimental manipulation. *Limnology and Oceanography*, 50: 1740 - 1751.
- FGG ELBE (2015): Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2016 bis 2021.
- FGG ELBE (2016): Ergebniszusammenfassung Anwendung des Nährstoffbilanzierungsmodells MONERIS. <https://www.fgg-elbe.de/dokumente/fachberichte.html>
- FGG ELBE (2017): Elbebericht, Entwicklung des ökologischen und chemischen Zustands der Elbe 2009 – 2012, Schwerpunktthema Nährstoffe. Magdeburg, 92 S.
- FGG ELBE (in Vorbereitung): Elbebericht, Entwicklung des ökologischen und chemischen Zustands der Elbe 2013 – 2015, Schwerpunktthema Fische und Neunaugen. Magdeburg,
- FISCHER, H. (2015): Zur Steuerung der Trophie großer Flüsse. *KW Korrespondenz Wasserwirtschaft* 2015 (8), 225- 230
- FRIELINGHAUS, M. (1998): Bodenbearbeitung und Bodenerosion. In: *Bodenbearbeitung und Bodenschutz*. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.). KTBL-Arbeitspapier 266, S. 31 - 55.
- FRITSCH, W. (1999): *Mikrobiologie*. Spektrum akademischer Verlag, Heidelberg 1999.
- FUNKE KUNSTSTOFFE GMBH, (2012): Funke Kunststoffe GmbH. [Online] Available at: <http://www.funkegruppe.de> [Zugriff am 24. Januar 2017].
- GEYER, P.; BARJENBRUCH, M.; SPERLICH, A.; GNIRß, R. (2015): Untersuchungen zur Einhaltung der Überwachungswerte auf dem Klärwerk Waßmannsdorf - Forschungsprojekt Raumfiltration. Unveröffentlichter Abschlussbericht des FG Siedlungswasserwirtschaft der TU Berlin im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe. Berlin.
- GIG (2011): Studie zur Wasser- und Nährstoffbilanz des Schaalsees.- unveröffentlichte Studie im Auftrag des MLUV MV, 262 S. + Anhänge und Anlage
- GRONTMIJ GMBH, (2015): Betriebsprüfung - Niederschlagswasserbehandlungsanlage INNOLET® -G, Düsseldorf: s.n.
- GRÜNEBERG, B.; DADI, T.; LINDIM, C. & FISCHER, H. (2015): Effects of nitrogen and phosphorus load reduction on benthic phosphorus release in a riverine lake. *Biogeochemistry* 123: p. 185-202.



- HAMBURGER STADTENTWÄSSERUNG AÖR; BEHÖRDE FÜR UMWELT UND ENERGIE, (2015): Strukturplan Regenwasser 2030 - Zukunftsfähiger Umgang mit Regenwasser in Hamburg, Hamburg: s.n.
- HECKY, R. E. & KILHAM, P. (1988): Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: A review of recent evidence on the effects of enrichment. *Limnol. Oceanogr.* Vol. 33 (4, part 2), p. 796 - 822.
- HELCOM, (2009): Eutrophication in the Baltic Sea. <http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP115b.pdf><http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP115b.pdf>
- HERRMANN, W.; BAUER, B.; BISCHOFF, J. (2012): Strip Till – Mit Streifen zum Erfolg. *AgrarPraxis kompakt*. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- HOFFMANN, C. C.; KAERGAARD, C.; UUSI-KÄMPPE, J.; BRUUN HANSEN, H. C. & KRONVANG, B. (2009): Phosphorus retention in Riparian buffers: A review of their efficiency. *J. Environ. Quality*, 38: p. 1 - 14.
- HOLSTEN, B.; OCHSNER, S.; SCHÄFER, A.; TREPEL, M. (2012): Praxisleitfaden für Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffausträgen aus dränierten landwirtschaftlichen Flächen mit einer Regionalisierung für Schleswig-Holstein. CAU Kiel, 2012.
- HOSENFELD, F.; TIFFERT, J. & TREPEL, M. (2016): Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem Schleswig-Holstein. In: Tagungsband des 23. Workshops "Umweltinformationssysteme 2016 - Umweltbeobachtung: Nah und Fern" (UIS 2016) des Arbeitskreises "Umweltinformationssysteme" der Fachgruppe "Informatik im Umweltschutz" der Gesellschaft für Informatik: S. 55 - 65. (<http://ceur-ws.org/Vol-1781/paper4.pdf>)
- HUPFER, M.; GOHR, F.; KRAUSE, D.; MATHES, J.; SPIEKER, J.; WANNER, S.; LEWANDOWSKI, J. (2013): Vorbereitung und Auswahl von Maßnahmen zur Seentherapie KW Korrespondenz Wasserwirtschaft.
- IKSE (2015): Internationaler Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietsgemeinschaft Elbe. Magdeburg. 131 S.
- INSTITUT BIOTA (2017): Monitoring Feuchtgebiet Neukloster April 2016 bis März 2017. Im Auftrag des StALU WM, 20 S., unveröffentlicht.
- JEKEL, M.; ALTMANN, J.; RUHL, A. S.; SPERLICH, A.; SCHALLER, J.; GNIRß, R.; MIEHE, U.; STAFF, M.; REMY, C.; UND MUTZ, D.: „Integration der Spurenstoffentfernung in Technologieansätze der 4. Reinigungsstufe bei Klärwerken“. Universitätsverlag der TU Berlin; Online veröffentlicht auf dem institutionellen Repository der TU Berlin unter <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-4942>; Berlin, 2016.
- KASPRZAK, P.; BENNDORF, J. ET AL. (2007): Reduction of nutrient loading and biomanipulation as tools in water quality management: Long-term observations on Bautzen Reservoir and Feldberger Haussee (Germany). In: *Lake and Reservoir Management*, Volume 23 Issue 4, 2007, S. 410 - 427. Hrsg.: North American Lake Management Society ISSN 1040-2381.



- KNAB, G. (2014): Pilotstudie WSG Diehsa als Anwendungsbeispiel für das gekoppelte Stickstofftransportmodell ReArMo. LfULG-Schriftenreihe Grundwasser – Altlasten – Boden aktuell. Heft 38/2014. S. 18 - 36.
- KNÖLLER, K. & DILBAT, M. (2010): „Fortführung der Untersuchung des Nitrattransportes in der ungesättigten und gesättigten Zone zur Ableitung nachhaltiger Maßnahmen für die Minderung der Nitratbelastung im Sicker- und Grundwasser auf landwirtschaftlichen Nutzflächen“, Abschlussbericht zum Werkvertrag Az.:13-0345.40/4/46, LfULG, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Department Isotopenhydrologie.
- KOLZAU, S.; WIEDNER, C.; RÜCKER, J.; KÖHLER, J.; KÖHLER, A. & DOLMAN, A. M. (2014): Seasonal patterns of nitrogen and phosphorus limitation in four German lakes and the predictability of limitation status from ambient nutrient concentrations. PLoS ONE.
- MEHL, D.; KÄSTNER, U. (2012): Anlage eines Feuchtgebietes zum Nährstoffrückhalt als Kombinationslösung Dränwasser/gereinigtes Abwasser am Neuklostersee (Mecklenburg-Vorpommern) Korrespondenz Wasserwirtschaft 12/2012, 660-667.
- KROUPOVA, H.; MACHOVA, J.; SVOBODOVA, Z. (2005): Nitrite influence on fish: a review. Vet. Med – Czech, Vol. 50 (11): p 461 - 471. <http://vri.cz/docs/vetmed/50-11-461.pdf>
- KRÜCK, S.; NITZSCHE, O.; SCHMIDT, W. (2001): Regenwürmer vermindern Erosionsgefahr. Landwirtschaft ohne Pflug, 1/2001, S. 18 - 21.
- KTBL (2014): Bodenbearbeitung und Bestellung – Definition von Bodenbearbeitungs- und Bestellsystemen. Autorenkollektiv, KTBL, Darmstadt.
- KUHR, P.; KUNKEL, R.; TETZLAFF, B.; WENDLAND, F. (2014): Räumlich differenzierte Quantifizierung der Nährstoffeinträge in Grundwasser und Oberflächengewässer in Sachsen-Anhalt unter Anwendung der Modellkombination GROWA-WEKU-MEPHOS. Endbericht, 25.04.2014.
- LAKE, P.S.; PALMER, M. A.; BIRO, P., COLE, J.; COVICH, A. P.; DAHM, C.; GIBERT, J.; GOEDKOOP, W.; MARTENS, K.; VERHOEVEN, J. (2000): Global Change and the biodiversity of freshwater ecosystems: impacts on linkages between above-sediment and sediment biota. BioScience, Vol. 50 (12). p 1099 - 1107. <http://bioscience.oxfordjournals.org/content/50/12/1099.full.pdf>.  
<http://bioscience.oxfordjournals.org/content/50/12/1099.full.pdf>.
- LAMPERT W. & SOMMER, U. (1993): Limnoökologie. Stuttgart: Thieme.
- LAWA (2015). Trophieklassifikation von Seen Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen . Berlin: Kulturbuch-Verlag GmbH.
- LAWA (2017): Empfehlungen für eine harmonisierte Vorgehensweise zum Nährstoffmanagement (Defizitanalyse, Nährstoffbilanzen, Wirksamkeit landwirtschaftlicher Maßnahmen) in Flussgebietseinheiten (AO PDB Nr. 35-37)
- LAWA-AG (2008): Fachliche Umsetzung der Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (2006/118/EG).



- LLUR (2014): Nährstoffe in Gewässern Schleswig-Holsteins – Entwicklung und Bewirtschaftungsziele. Flintbek, 91 S..
- LOZÁN, J. & KAUSCH, H. (HRSG.) (1996): Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. Berlin: Parey.
- MEHL, D. & KÄSTNER, U. (2012): Anlage eines Feuchtgebietes zum Nährstoffrückhalt als Kombinationslösung Dränwasser/gereinigtes Abwasser am Neuklostersee (Mecklenburg-Vorpommern).
- MEHL, D., DEUTSCH, B., HOFFMANN, T., KÄSTNER, U., HOFFMANN, L. (2017): Effektivität der Nährstoffrückhaltung im künstlichen Feuchtgebiet am Neuklostersee (Mecklenburg-Vorpommern). In: Korrespondenz Wasserwirtschaft 12/2017, 7 S.
- MEHL, D., KÄSTNER, U. (2012): Anlage eines Feuchtgebietes zum Nährstoffrückhalt als Kombinationslösung Dränwasser/gereinigtes Abwasser am Neuklostersee (Mecklenburg-Vorpommern). In: Korrespondenz Wasserwirtschaft 12/2012, 7 S.
- MIEHE, U., ET AL. (2013). Abschlussbericht OXERAM 2 (Optimierung der Flockung für nachgeschaltete Filtrationsprozesse und Evaluierung der Nachhaltigkeit der weitergehenden Abwasserreinigung). Berlin, KWB: p98.
- MUNIZ, I.P. (1990): Fresh-water acidification – its effects on species and communities of fresh-water microbes, plants and animals. Proceedings of the royal society of Edinburgh section B Biological sciences. Vol 97 pp 227 – 254. <https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-royal-society-of-edinburgh-section-b-biological-sciences/article/freshwater-acidification-its-effects-on-species-and-communities-of-freshwater-microbes-plants-and-animals/8141A4F525B599FBC2B43EEFA8E5B20E><https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-royal-society-of-edinburgh-section-b-biological-sciences/article/freshwater-acidification-its-effects-on-species-and-communities-of-freshwater-microbes-plants-and-animals/8141A4F525B599FBC2B43EEFA8E5B20E>
- NENTWIG, W.; BACHER, S.; BRANDL, R. (2011): Ökologie kompakt. 3. Auflage. Spektrum akademischer Verlag, Heidelberg.
- NITROLIMIT (2014): Stickstofflimitation in Binnengewässern. Ist Stickstoffreduktion ökologisch sinnvoll und wirtschaftlich vertretbar? Abschlussbericht Nitrolimit I ([http://www-docs.tu-cottbus.de/gewaesserschutz/public/downloads/NITROLIMIT\\_Endbericht\\_Mai2014.pdf](http://www-docs.tu-cottbus.de/gewaesserschutz/public/downloads/NITROLIMIT_Endbericht_Mai2014.pdf))
- NITROLIMIT DISKUSSIONSPAPIER, Band 1, Mai 2013: Einfluss von Stickstoff und Phosphor auf die Gewässergüte von Seen.
- NITZSCHE, O.; KRÜCK, S.; ZIMMERLING, B. UND W. SCHMIDT (2002): Boden- und gewässerschonende Landbewirtschaftung in Flusseinzugsgebieten. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 11 – 7. Jahrgang, S. 1 - 22.
- NIXDORF, B.; RÜCKER, J.; DOLMANN, A. M.; WIDNER, C.; HILT, S.; KASPRZAK, P.; KÖHLER, A.; VAN DE WEYER, K.; SANDROCK, S.; SCHARF, E.-M. (2013): Prozessverständnis als Grundlage für die Gewässerbewirtschaftung. Fallbeispiele für Limitation,



Konkurrenz, Gewässerstruktur und Nahrungsnetzsteuerung KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 2013.

NLWKN (2015): Erfolgskontrolle von Grundwasserschutzmaßnahmen mit Hoftorbilanzsalden eines Referenzbetriebsnetzes außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete und der EG-WRRL-Beratungskulisse. Grundwasser Band 25. Norden.

NLWKN (2015): Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen. Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse. Grundwasser Band 19. Norden.

NLWKN (2016): Erfolgskontrolle von Grundwasserschutzmaßnahmen mit Hoftorbilanzsalden eines Referenzbetriebsnetzes außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete und der EG-WRRL-Beratungskulisse. Aktualisierung der Tabellen und Abbildungen. Grundwasser Band 25. Norden.

OECD (1982): Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. — 154 pp. Paris

PÄLCHEN & WALTER (HRSG.) (2008): Geologie von Sachsen - Teil 1 Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.

PHILLIPS, G., AND J.-A. PITT (2015): A comparison of European freshwater nutrient boundaries used for the water framework directive: A report to ECOSTAT, October 2015. London: Ensis Ltd., Environmental Change Research Centre

PIETZNER, B.; RÜCKNAGEL, J.; KOBLENZ, B.; BEDNORZ, D.; TAUCHNITZ, N.; BISCHOFF, J.; KÖBKE, S.; MEURER, K.H.E.; MEIßNER, R.; CHRISTEN, O. (2017): Impact of slurry strip-till and surface slurry incorporation on NH<sub>3</sub> and N<sub>2</sub>O emissions on different plot trials in Central Germany. Soil & Tillage Research, 169, S. 54 – 64.

REDDY, K. R.; KADLEC, R. H.; FLAIG, E.; GALE, P. M. (1999): Phosphorus retention in streams and wetlands: a review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, Vol. 29 (1) p. 83 – 146  
(<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10643389991259182>)83 – 146  
(<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10643389991259182>)

REDFIELD, A. C.; KETCHUM, B. H.; RICHARDS, F. A. (1963): The influence of organisms on the composition of sea-water. In: Hill, M. N. (Hrsg.): The Sea, Vol. 2. Wiley, New York, p. 26 - 77.  
(<https://marine.rutgers.edu/pubs/private/In%20the%20Sea-%20m%20hill%20pp26-77.pdf>)(<https://marine.rutgers.edu/pubs/private/In%20the%20Sea-%20m%20hill%20pp26-77.pdf>)

REHFELD-KLEIN, M.; PÄZOLT, J.; KÖHLER, A.; SCHÖNFELDER, J.; BATHE, F. UND MERTEN, O. (2017): Korrespondenz Wasserwirtschaft Heft: Nr. 3; März 2017. S. 157 – 162.

RISA (2015): RISA Strukturplan Regenwasser 2030, Hamburg: Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE).



- ROTHE, M.; KLEEBERG, A.; GRÜNEBERG, B.; FRIESE, K.; PEREZ-MAYO, M.; HUPFER, M. (2011): Sedimentary sulphur: iron ratio indicates vivianite occurrence PLoS One. – 10(2015)11, e0143737.
- SCHACHTSCHABEL, P.; BLUME, H.-P.; BRÜMMER, G.; HARTGE, K. H.; SCHWERTMANN, U. (1998): Scheffer/Schachtschabel - Lehrbuch der Bodenkunde. (14. Aufl.) Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- SCHEERBAUM, M. (1977): „Ergebnisbericht Hydrogeologische Detailerkundung Diehsa“, unveröff. Gutachten. Hydrogeologie Nordhausen, AS Dresden, Dresden, 30.09.1977.
- SCHEID, C.; SCHMITT, T. G.; WALDHOFF, A. & BISCHOFF, G. (2014): Handlungsziel lokaler naturnaher Wasserhaushalt - Methodenentwicklung: Flächenpotentialkarte (FPK), Abkopplungspotenzialkarte (APK), Wasserhaushaltsbilanzierung (WPK), Analyse von Wasserhaushaltsbilanz (WHB) Potential- Zuständen Pilotgebiet „Schleemer Bac, Hamburg: Projekt RISA – RegenInfraStrukturAnpassung, AG Siedlungswasserwirtschaft – Arbeitskreis Kartenwerk.
- 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 / MLUL (2015) – SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT / MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT: Nährstoffreduzierungskonzept Teil 3: Maßnahmen und Strategien zur Reduzierung der Nährstoffbelastung. Berlin/Potsdam.
- SENSTADTUM / MUGV (2012) – SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT / MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ: Nährstoffreduzierungskonzept Teil 2: Quantifizierung und Dokumentation der pfadspezifischen Eintragsquellen. Berlin/Potsdam.
- SENSTADTUM / MUGV (2012) – SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT / MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ: Nährstoffreduzierungskonzept Teil 2: Quantifizierung und Dokumentation der pfadspezifischen Eintragsquellen. Berlin/Potsdam.
- SOMMER, C. (1999): Konservierende Bodenbearbeitung – ein Konzept zur Lösung agrarrelevanter Bodenschutzprobleme. Bodenschutz 1/1999, S. 15 - 19.
- SOMMER, H.; POST, M. & ESTUPINAN, F. (2016): Dezentrale Behandlung von Straßenabflüssen - Übersicht verfügbarer Anlagen. Hoppegarten: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH.
- SOMMER, H.; POST, M. & NIKISCH, N. (2011): INNOLET G® (getaucht), Entwicklung und Erprobung der INNOLET-Filterpatrone zur Nachrüstung vorhandener Straßengullys mit Nassschlammfang“; Projekt gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Hoppegarten: s.n..





- SRU [SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN] (2015): Stickstoff: Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem. Sondergutachten.  
[http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02\\_Sondergutachten/2012\\_2016/2015\\_01\\_SG\\_Stickstoff\\_KF.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2012_2016/2015_01_SG_Stickstoff_KF.pdf?__blob=publicationFile)
- TAUBE, F.; SCHÜTTE, J. & KLUß, C. (2013): Auswirkungen der Berücksichtigung von Gärresten auf den Anfall organischer Dünger in einer novellierten Düngeverordnung - dargestellt am Beispiel Schleswig-Holstein. Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft. Sonderheft 219.
- TAUCHNITZ, N.; BISCHOFF, J.; SCHRÖDTER, M.; EBERT, S.; PIETZNER, B.; CHRISTEN, O. (2016): Strip tillage combined with slurry band injection below the maize row – a new approach to improve the nitrogen use efficiency of organic fertilizers. Abstracts, 19th Nitrogen Workshop, Skara, Sweden, 151-153.  
[http://akkonferens.slu.se/nitrogenworkshop/wp-content/uploads/sites/18/2014/05/Nitrogen-Absracts-USB\\_ny.pdf](http://akkonferens.slu.se/nitrogenworkshop/wp-content/uploads/sites/18/2014/05/Nitrogen-Absracts-USB_ny.pdf).
- TAUCHNITZ, N.; BISCHOFF, J.; SCHRÖDTER, M.; RUPP, H.; MEISSNER, R. (2014): Nährstoffausträge aus landwirtschaftlichen Nutzflächen über den Dränagepfad, WasserWirtschaft, 12, S. 36 - 41.
- TETZLAFF, B.; KUHR, P.; WENDLAND, F. (2014): Regional differenzierte Quantifizierung der Nährstoffeinträge ins Grundwasser Hamburgs. Endbericht eines Forschungsvorhabens im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg, Laufzeit Oktober 2010 - September 2014.
- TREPEL, M.; OLLESCH, G. & REHFELD-KLEIN, M. (2013): Tagungsbericht: Ergebnisse eines Workshops zum Nährstoffmanagement der Flussgebietsgemeinschaft Elbe. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 57 (6), S. 297-302.
- UBA (2004): Gesamtsynthese Ökosystemforschung Wattenmeer. Zusammenfassender Bericht zu Forschungsergebnissen und Systemschutz im deutschen Wattenmeer. UBA-Texte 03/04.  
<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2594.pdf>
- UBA (2009): Hintergrundpapier zu einer multimedialen Stickstoffemissionsminderungsstrategie. Stand: April 2009. Dessau Roßlau: UBA  
<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3982.pdf> SRU 2015 Stickstoff Sondergutachten
- UBA (2010): Eutrophierung.  
<http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/eutrophierung>
- UBA (2011): Stickstoff – Zuviel des Guten? Broschüre:  
<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4058.pdf>
- VDLUFA (2018): VDLUFA-Standpunkt P-Düngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf, Speyer, 11 S.



VENOHR, M.; HIRT, U.; HOFMANN, J.; OPITZ, D.; GERICKE, A.; WETZIG, A.; NATHO, S.; NEUMANN, S.; HÜRDLER, J., MATRANGA, M.; MAHNKOPF, J.; GADEGAST, M. & BEHRENDT, H. (2011): Modelling of Nutrient Emissions in River Systems – MONERIS –Methods and Background. International Review of Hydrobiology 96: p. 435 – 483.

VERORDNUNG ZUM SCHUTZ DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER (OBERFLÄCHENWASSERVERORDNUNG-  
OGEWV) VOM 20. JUNI 2016 (BGBl.IS.1373).

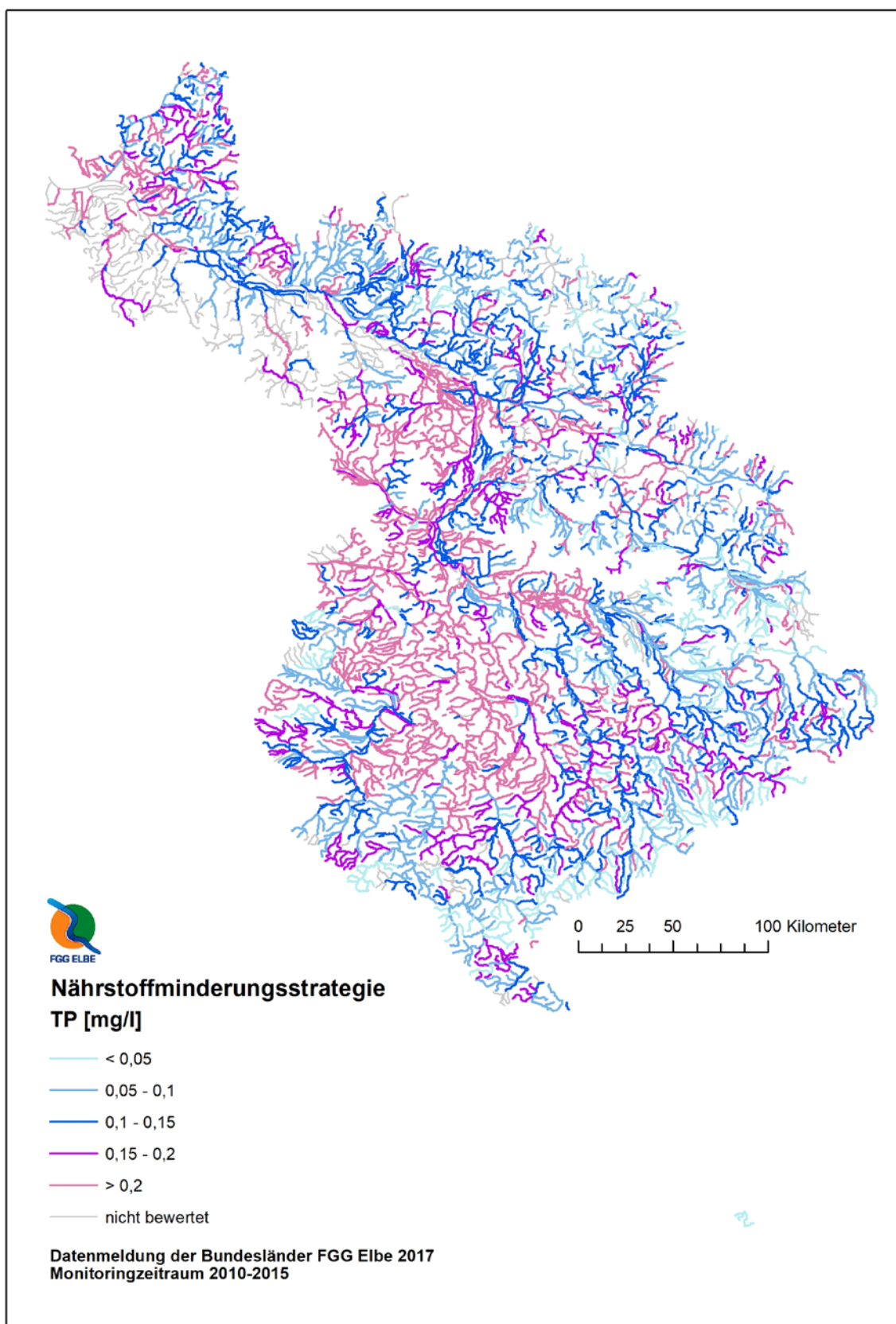
WORLD HEALTH ORGANISATION (WHO) (2003): Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1: Coastal and fresh waters. Chapter 8: Algae and cyanobacteria in fresh water (p. 136 – 158).  
<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42591/1/9241545801.pdf>  
<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42591/1/9241545801.pdf>



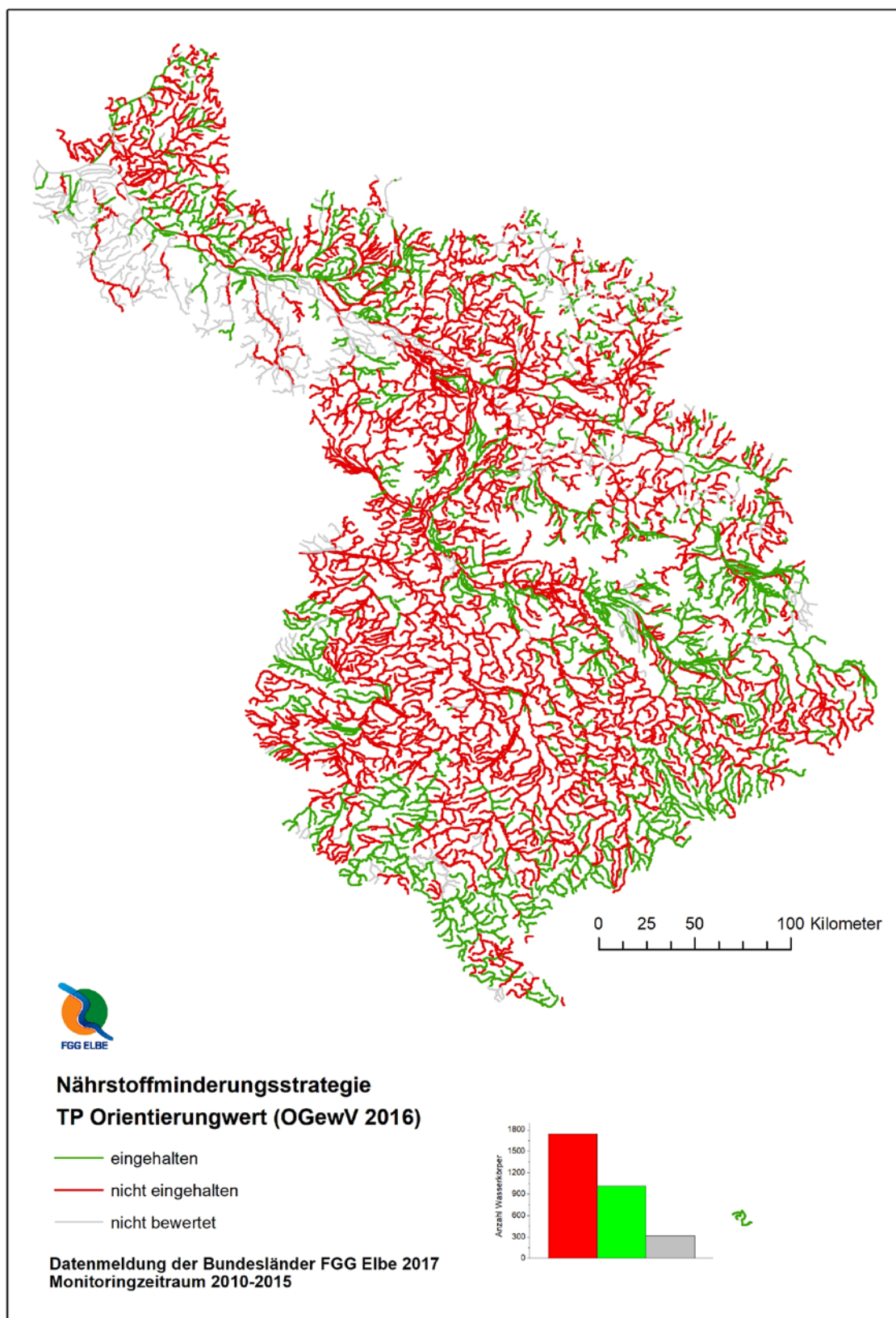
## Anhang 1 - Karten

- A1: Übersichtskarte der Konzentration von Gesamtphosphor (TP) im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)
- A2: Übersichtskarte zur Einhaltung der Orientierungswerte von Gesamtphosphor (TP) im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)
- A3: Übersichtskarte der Konzentration von Orthophosphat-Phosphor ( $\text{o-PO}_4\text{-P}$ ) im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)
- A4: Übersichtskarte zur Einhaltung der Orientierungswerte von Orthophosphat-Phosphor ( $\text{o-PO}_4\text{-P}$ ) im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)
- A5: Übersichtskarte der Konzentration von Ammonium-Stickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)
- A6: Übersichtskarte zur Einhaltung der Orientierungswerte von Ammonium-Stickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)
- A7: Übersichtskarte der Konzentration von Nitrat-Stickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)
- A8: Übersichtskarte zur Einhaltung der Umweltqualitätsnorm von Nitrat im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)

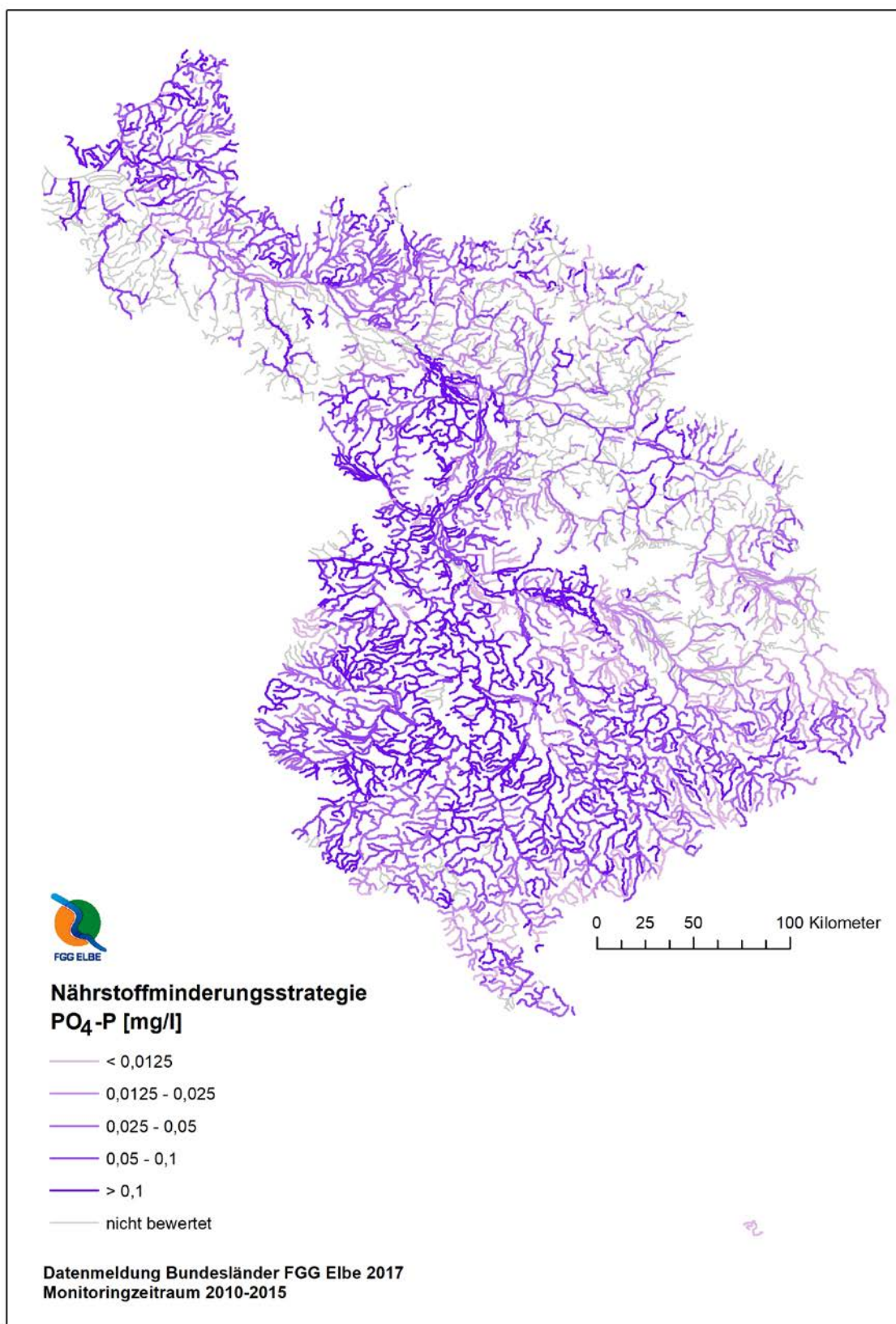
A1: Übersichtskarte der Konzentration von Gesamtphosphor (TP) im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)



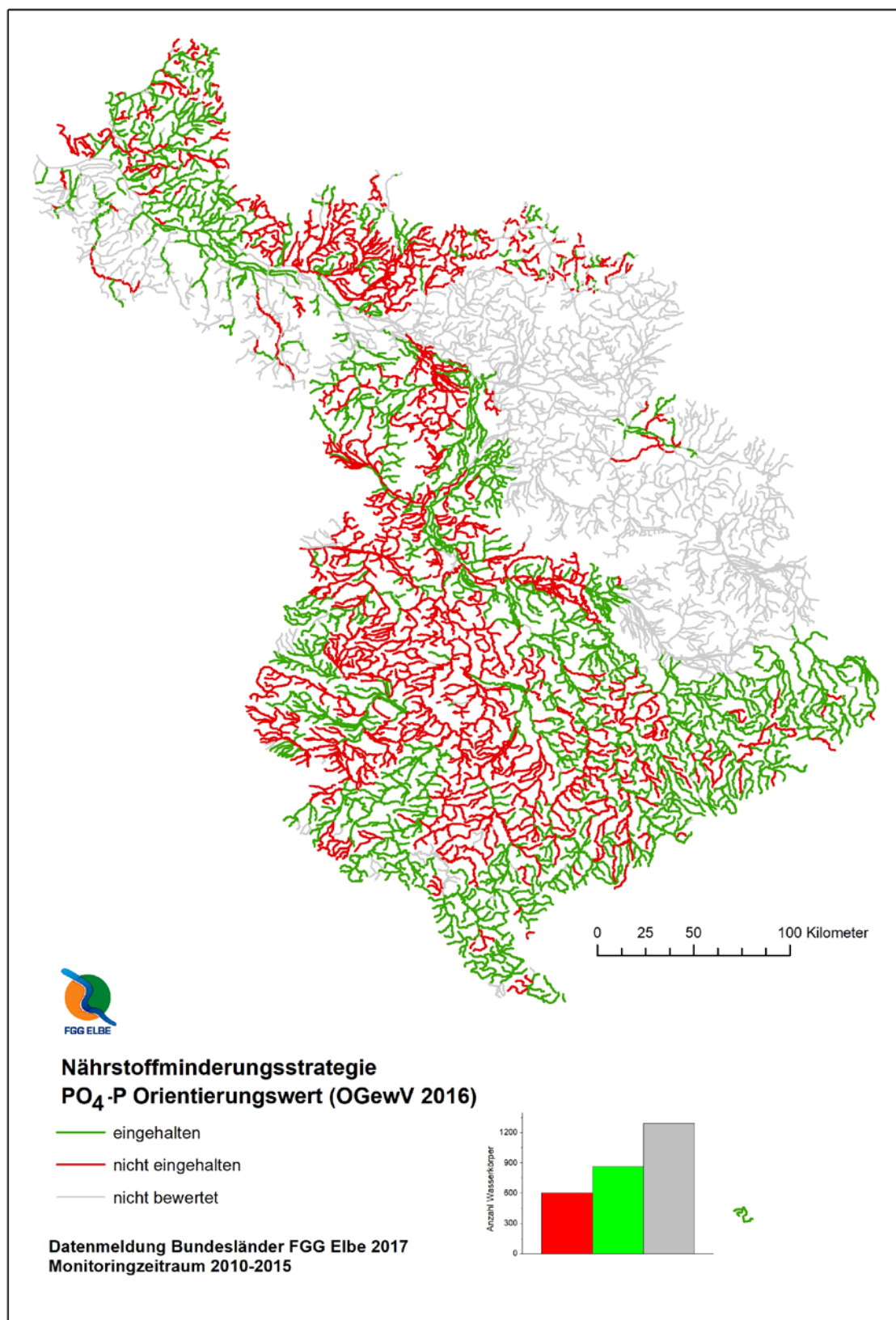
A2: Übersichtskarte zur Einhaltung der Orientierungswerte von Gesamtphosphor (TP) im deutschen Anteil des Elbeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)



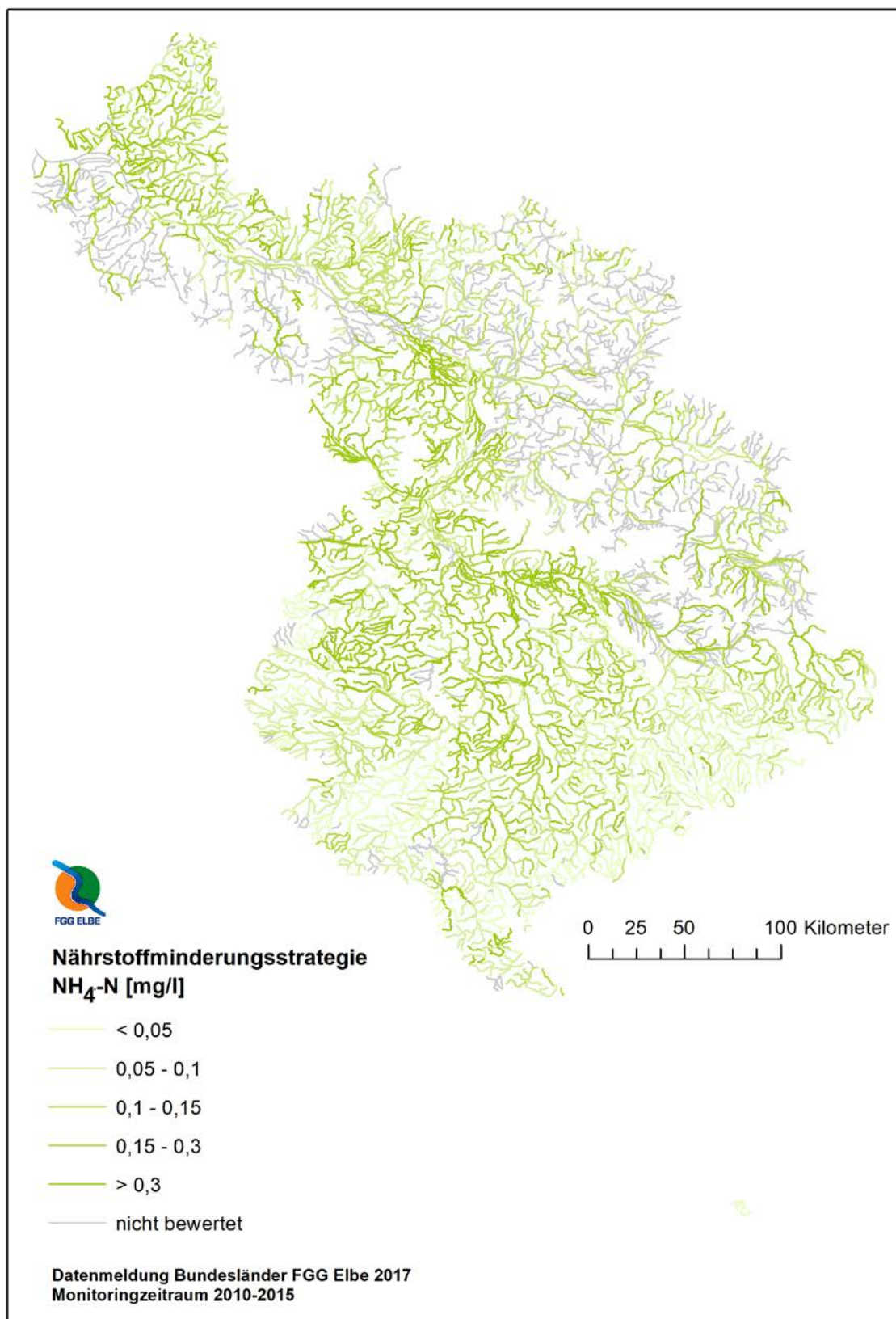
A3: Übersichtskarte der Konzentration von Orthophosphat-Phosphor ( $\text{o-PO}_4\text{-P}$ ) im deutschen Anteil des Elbeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)



A4: Übersichtskarte zur Einhaltung der Orientierungswerte von Orthophosphat-Phosphor ( $\text{o-PO}_4\text{-P}$ ) im deutschen Anteil des Elbeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)

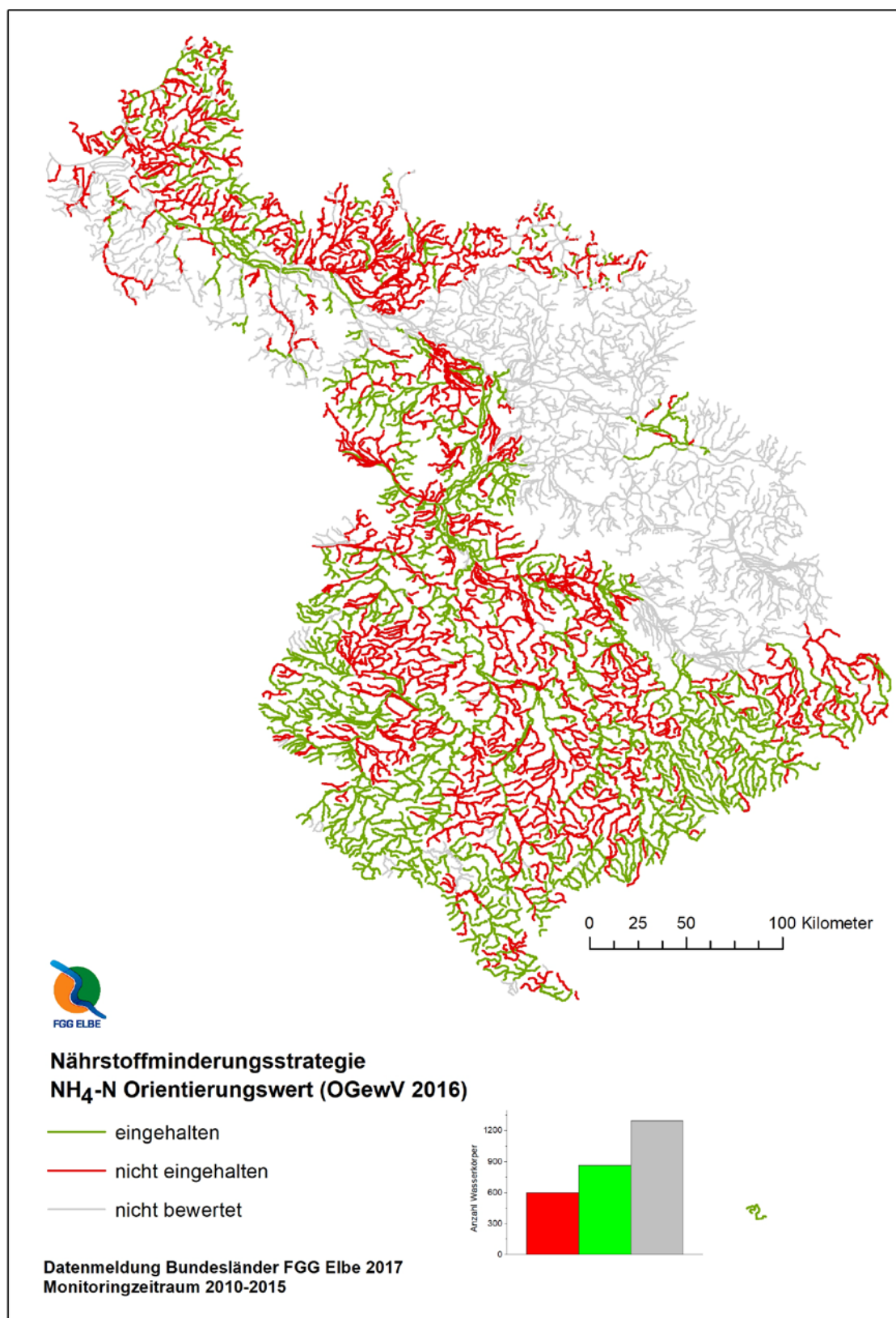


A5: Übersichtskarte der Konzentration von Ammonium-Stickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) im deutschen Anteil des Elbeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)

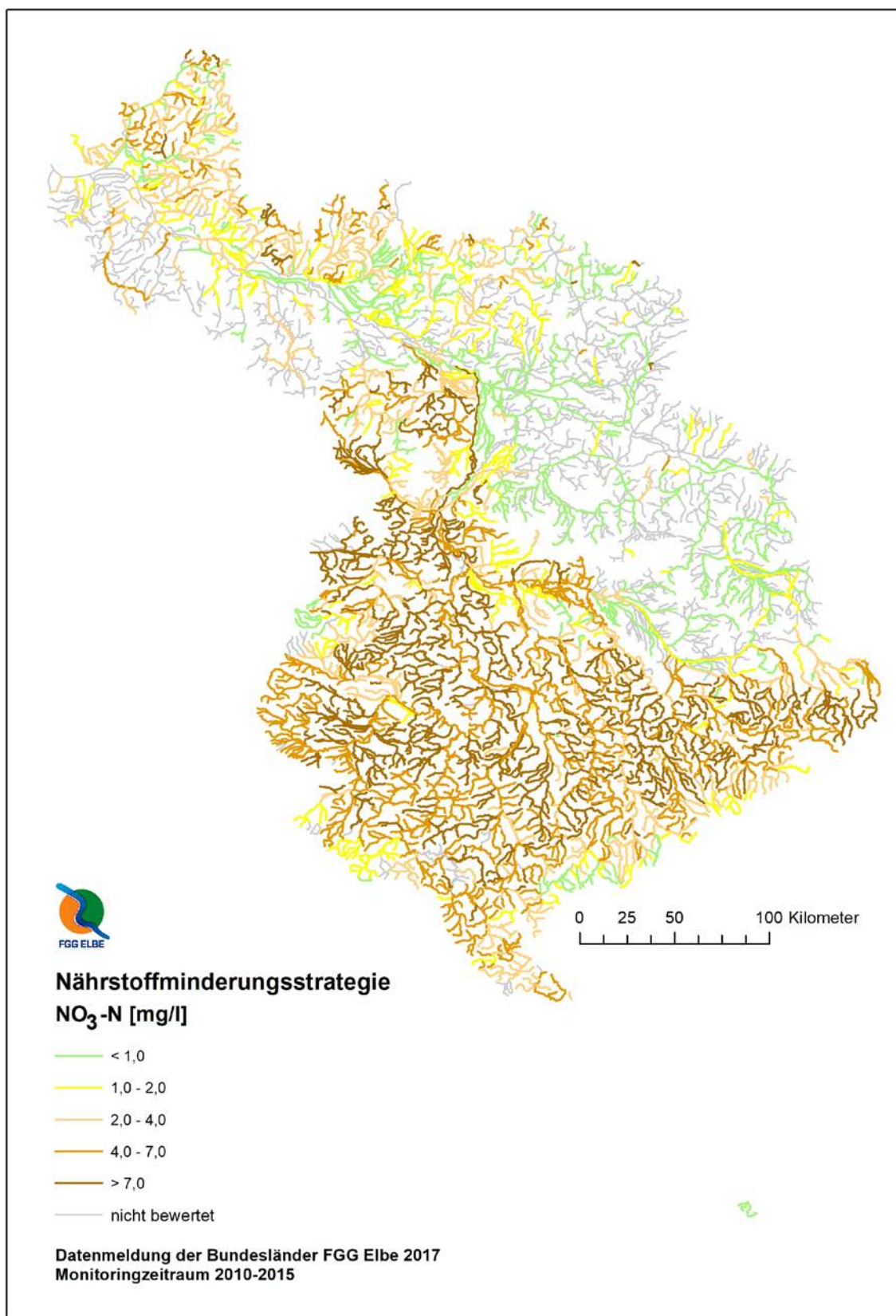




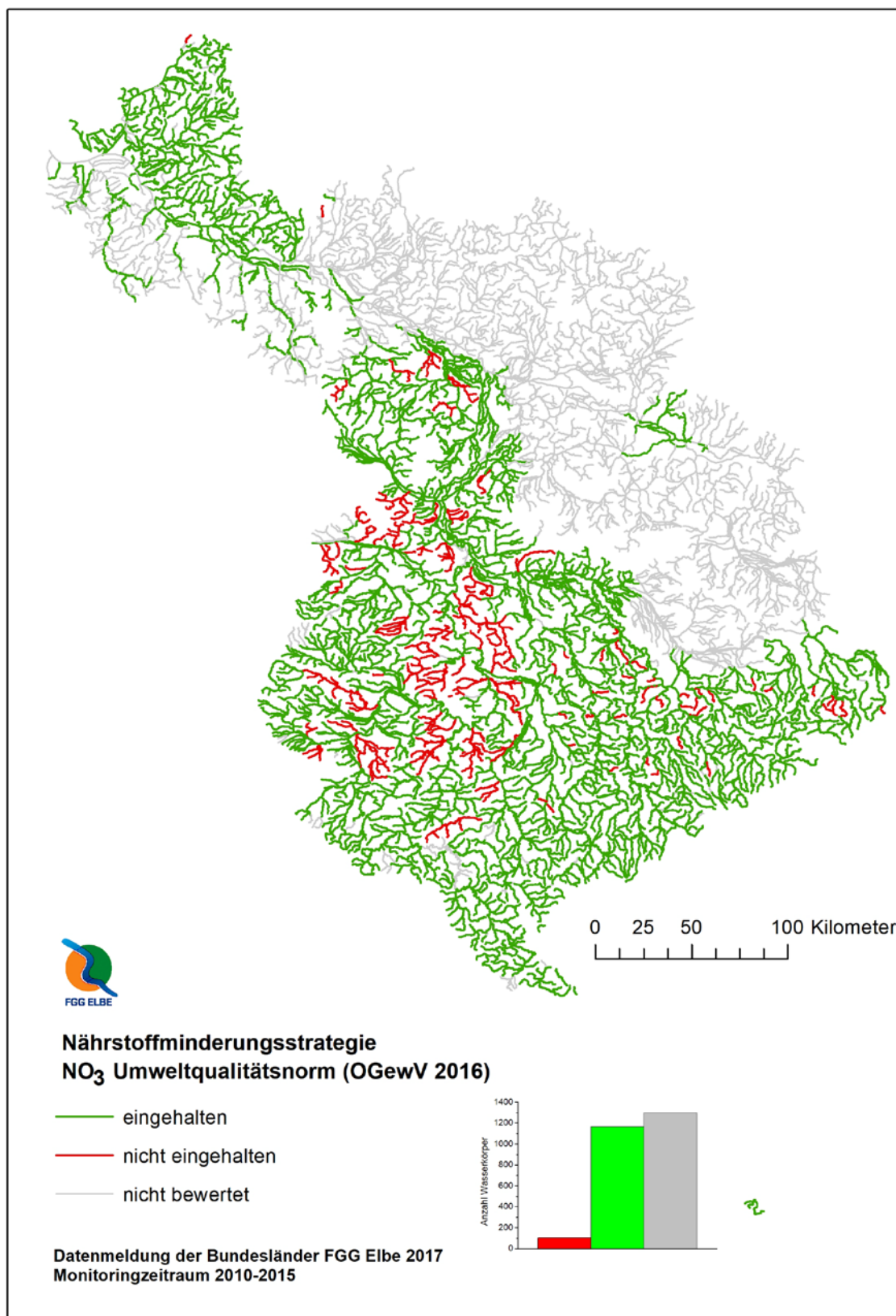
A6: Übersichtskarte zur Einhaltung der Orientierungswerte von Ammonium-Stickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) im deutschen Anteil des Elbeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)



A7: Übersichtskarte der Konzentration von Nitrat-Stickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) im deutschen Anteil des Elbeeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)



A8: Übersichtskarte zur Einhaltung der Umweltqualitätsnorm von Nitrat im deutschen Anteil des Elbeinzugsgebietes (Daten des Ländermonitorings 2010 bis 2015)





## Anhang 2 - Zusammenstellung – Nährstoffinformationssysteme in den Bundesländern

### *Bayern*

Der Themenbereich Gewässerbewirtschaftung im Umweltatlas Bayern enthält umfangreiches Kartenmaterial und zugehörige Sachinformationen zu den wesentlichen Themen der Wasserrahmenrichtlinie in Bayern. Die Daten zu den einzelnen Wasserkörpern in den bayerischen Anteilen der Flussgebiete von Donau, Elbe, Rhein und Weser entsprechen dem Stand der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme vom 22.12.2009 und vom 22.12.2015.

Der Umweltatlas bietet die Möglichkeit, auf das Kartenmaterial individuell, in frei gewählten Kartenausschnitten und in vom Nutzer selbst gewählter Zusammenstellung zuzugreifen. Dazu können die gewünschten Daten über die Schaltfläche "Inhalt" als Ebenen hinzugeladen und mit Hilfe der Navigationsfunktionen beliebige Kartenausschnitte eingestellt werden. Zu vielen Objekten in der Karte sind zusätzliche Sachinformationen direkt abrufbar. Für jeden Oberflächenwasserkörper (FWK und SWK) können ein Steckbrief mit den wichtigsten Informationen und eine vordefinierte Karte aufgerufen sowie gedruckt werden. Der Gewässersteckbrief enthält die Untersuchungsergebnisse der biologischen Zustandskomponenten und der chemisch-physikalischen Qualitätskomponenten. Hier findet man auch die Untersuchungsergebnisse zu den Nährstoffen als Nitrat-N, ortho-Phosphat und P<sub>ges</sub>. Als Hintergrundvarianten stehen verschiedene topografische Karten oder alternativ Luftbilder zur Verfügung.

In entsprechender Weise können auch die Grundwasserkörper dargestellt werden. Die Steckbriefe enthalten hier die Monitoring-Ergebnisse zu Nitrat, PSM, Ammonium, Chlorid, Sulfat, Arsen, Schwermetalle und halogenierte Kohlenwasserstoffe.

Der Gewässeratlas mit dem Themenbereich Gewässerbewirtschaftung kann unter folgendem Link aufgerufen werden.

[http://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu\\_gewaesserbewirtschaftung\\_ftz/index.html?lang=de](http://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_gewaesserbewirtschaftung_ftz/index.html?lang=de)

### *Berlin*

Der Umweltatlas, aus dem Angaben zu Messstellen und Konzentrationen abgerufen werden können, ist veraltet. Ein neues Datenportal wird zurzeit erstellt. Zusammen mit Brandenburg wurde ein Nährstoffminderungskonzept erarbeitet und veröffentlicht.

### *Brandenburg*

Das Land Brandenburg hat zusammen mit dem Land Berlin ein gemeinsames Handlungskonzept zur Reduzierung der Nährstoffbelastungen in den Havel-durchströmten Flusseen erarbeitet, die unter <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.316438.de> veröffentlicht sind.

Zusätzlich werden neun stationäre Gewässergütemessstationen betrieben, von denen 4 bzw. 6



Stationen u. a. die Ammonium- und Nitratkonzentrationen bestimmen. Die Daten werden im Zehn-Minuten-Takt unter <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.327961.de> aktualisiert dargestellt.

### *Hamburg*

Die automatischen Elbe-Messstationen Seemannshöft und Bunthaus werden in Kürze mit Nährstoffmonitoren aufgerüstet, die dann u. a. auch die Parameter Nitrat, Nitrit, Gesamtphosphat und Gesamtstickstoff erfassen werden. Die Daten sind abrufbar unter <http://www.hamburg.de/wasserguetemessnetz/>. Eine App ist geplant, um die Daten auch per Smartphone abfragen zu können. Auf der Seite „Wassergütemessnetz“ findet sich zudem ein Link zum FIS.

Ergänzend hierzu finden zur Beschreibung der räumlichen Entwicklung des Sauerstofflochs und der Phytoplanktonbiozönose im Hamburger Hafen mehrmals im Jahr Hafenmessfahrten statt. In diesem Rahmen erfolgen auch Messungen des Nährstoffgehaltes. Berichte sind abrufbar unter <http://www.hamburg.de/bgv/umweltberichte/1664276/hafenmessfahrten/>.

### *Niedersachsen*

Für die Bereitstellung von Informationen zu Nährstoffen für die Öffentlichkeit hält Niedersachsen ein mehrstufiges Angebot vor.

Seit Beginn 2015 werden im Internet in einem zusammenfassenden Internetangebot zunächst Hintergrundinformationen zu Nährstoffbelastungen gegeben.

- „Karten informieren über Nährstoffbelastungen in Grund- und Oberflächengewässern“

[http://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/service/umweltkarten/wasserrahmenrichtlinie\\_egwrrl/naehrstoffbelastungen/n%C3%A4hrstoffkarten-130251.html](http://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/service/umweltkarten/wasserrahmenrichtlinie_egwrrl/naehrstoffbelastungen/n%C3%A4hrstoffkarten-130251.html)

Von dort wird auf pdf-Karten mit bewerteten Messstellen (Fließgewässer, Seen und Grundwasser) sowie auf interaktive Karten beim Kartenserver und zu dem Thema veröffentlichte Berichte verlinkt. Informationen zur Trendentwicklung sind verfügbar.

- Zudem werden Überwachungsdaten zentral in einer Landesdatenbank (LDB) gehalten. Ein Zugriff der Öffentlichkeit auf die Messdaten (tabellarisch und kartographisch) ist gegeben.

- ✓ Link LDB NI:

[http://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/daten\\_karten/landesdatenbank/92518.html](http://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/daten_karten/landesdatenbank/92518.html)

- ✓ Link Kartenserver NI:

[http://www.umwelt.niedersachsen.de/service/umweltkarten/wasserrahmenrichtlinie\\_egwrrl/](http://www.umwelt.niedersachsen.de/service/umweltkarten/wasserrahmenrichtlinie_egwrrl/)

Die Erfahrung zeigt, dass mit beiden Anwendungen (Kartenserver und LDB) zum Teil systembedingt im Wesentlichen die fachinteressierte Öffentlichkeit erreicht wird. Daher wurde zusätzlich das o. g. Internetangebot geschaffen, einschließlich der pdf-Karten sowie gedruckte zusammenfassende Berichte erstellt.



## *Mecklenburg-Vorpommern*

In Mecklenburg-Vorpommern sind die Messstellen-Standorte des Landesmessnetzes „Grundwasserbeschaffenheit“ sowie „Fließgewässer- und Küstengewässerbeschaffenheit“ im Internet im Kartenportal Umwelt des LUNG ([www.umweltkarten.mv-regierung.de](http://www.umweltkarten.mv-regierung.de)) verfügbar. Messstelleninformationen können dort im PDF-Format abgefragt werden. An den Grundwassermessstellen sind weiterhin ausgewählte chemische Auswertungen abfragbar, die jährlich aktualisiert werden.

Berichte zur Gewässergüte, die u. a. Ergebnisse des Monitorings für Nährstoffe und prioritäre Stoffe enthalten, erschienen zuletzt für die Aktualisierung der chemischen bzw. ökologischen Zustandsbewertung nach WRRL 2014/2015, ebenfalls im PDF-Format unter [www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/wasser.htm](http://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/wasser.htm).

Nährstofffrachten der wichtigsten Ostseezuflüsse werden im Rahmen des Ostseeschutzabkommens HELCOM jährlich geliefert und sind unter [http://nest.su.se/helcom\\_plc/](http://nest.su.se/helcom_plc/) abfragbar.

Unter [www.wrrl-mv.de](http://www.wrrl-mv.de) werden Dokumente und Informationen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Mecklenburg-Vorpommern bereitgestellt. Unter „Info/Dokumente“ sind beispielsweise Studien (z. B. regionalisierte Nährstoffüberschüsse, Nährstoffmodellierung usw.) veröffentlicht. Im „Maßnahmenportal“ sind für jeden Wasserkörper die im jeweiligen Bewirtschaftungszeitraum geplanten Maßnahmen beschrieben; der dazugehörige Steckbrief für den Fließgewässerkörper enthält weitere Informationen zum Zustand, Belastungen (z. B. Nährstoffe) und Maßnahmen (Menüpunkt „Steckbriefe“).

Weiterhin ist hier die gemeinsame Seite zur landwirtschaftlichen WRRL-Beratung [www.wrrl-mv-landwirtschaft.de](http://www.wrrl-mv-landwirtschaft.de) verlinkt. Dort werden Informationen rund um den Gewässerschutz im Agrarsektor bereitgestellt. Neben WRRL-Fachinformationen, aktuellen Forschungsergebnissen und Beratungsempfehlungen zur wasserschutzgerechten Landwirtschaft lassen sich auch aktuellste Untersuchungsergebnisse von 50 über das Land verteilten Modellflächen hinsichtlich der Nährstoffversorgung von Weizen- und Rapsbeständen abrufen.

In einem „FIS WRRL“ werden die Informationen zur Berichterstattung und Umsetzung der WRRL verwaltet. Dieses System ist nicht frei zugänglich. Mitglieder der Landes- und Kommunalverwaltungen, Ingenieurbüros, Vereine, Verbände usw. erhalten einen Zugang nach Schulungen. Die Berater der landwirtschaftlichen Gewässerschutzberatung (WRRL-Berater, ELER-Berater) haben Zugang zu ausgewählten Daten, auch aus der Nährstoffmodellierung, über ein Beraterportal (FIS WRRL-Light).

## *Sachsen*

Sachsen hält mehrere über Internet abrufbare Angebote vor, um die Öffentlichkeit zum Thema „Nährstoffe in Gewässern“ im „engeren bzw. weiteren Sinne“ zu informieren, z. B.:

- **Beschaffenheits- Analysedaten von Grund- und Oberflächenwasser- Messstellen**

Für alle Oberflächen- und Grundwassermessstellen des Landesmessnetzes sind Beschaffenheits-Analyse-Daten (ab etwa Kalenderjahr 2000) „online“ verfügbar bzw. als „Daten-ZIP- Pakete“ herunterladbar.

Dies schließt auch Analysedaten untersuchter Nährstoff-Parameter mit ein. Die Zuordnung der messstellenbezogenen Datenreihen kann der Nutzer anhand der hinterlegten OW-/GW-Messstellen-Übersichtskarten und der jeweiligen Messstellen-Kennziffern vornehmen.

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7112.htm>

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6198.htm>

- **Ergebnisse der EG-WRRL-Zustandsbewertungen für OWK und GWK in Sachsen**

Im Rahmen der im Internet hinterlegten „Sächsischen Beitragsdokumente“ zu den WRRL-Bewirtschaftungsplänen sowie Maßnahmenprogrammen der FGE Elbe bzw. FGE Oder stehen Nutzern auch wasserkörperbezogene „Zustandsbewertungs- sowie Maßnahmenzuordnungs-Informationen“ - auch zu Nährstoffparametern bzw. „nährstoffrelevanten Maßnahmenzuordnungen“ für die OWK bzw. GWK, webbasiert abrufbar mit zur Verfügung.

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/14706.htm>

- **Ausgewählte Projektergebnisse „Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer/Modell STOFFBILANZ“**

Ausgewählte Ergebnisse aus den Projektarbeiten zum Thema „Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer/Modell STOFFBILANZ“ stehen unterschiedlichen Nutzer-Gruppen webbasiert über die Informations-Plattform „Stoffbilanz-Viewer“ in verschiedenen fachthematischen Modul-Bausteinen und Auswerte-Geometrien zur Verfügung unter:

<http://www.viewer.stoffbilanz.de/sachsen/>

### *Sachsen-Anhalt*

Es gibt kein ausschließliches Nährstoffinformationssystem. Zu den Ergebnissen der Gewässerüberwachung Sachsen-Anhalts, so unter anderem zu Phosphor und auch zu Stickstoff-/Nitrat-konzentrationen im GW und in den Oberflächengewässern, wird die Öffentlichkeit im Internet auf den Seiten des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW) unter dem Link <http://www.lhw.sachsen-anhalt.de/gewaesserkundlicher-landesdienst/monitoringergebnisse> informiert.

Daten aus der Gewässerüberwachung mit Verknüpfung des räumlichen Bezugs werden über das „Datenportal“ des Gewässerkundlichen Landesdienstes auf der Internetseite <https://lhw.sachsen-anhalt.de/> der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. In diesem Datenportal ist auch der Gewässerbericht zur Beschaffenheit des Grundwassers bzw. der Oberflächengewässer Sachsen-Anhalts in einer digitalen Anwendung integriert. Die Gewässerberichte verstehen sich hierbei als kompakte Umweltinformation, der über einen mehrjährigen Zeitraum aus- und bewerteten Untersuchungsergebnisse aus der Gewässerüberwachung. Die aufbereiteten Dokumente werden mit einer interaktiven Kartendarstellung verknüpft. Vor dem Datenportal erfolgte die Veröffentlichung der Gewässerberichte ausschließlich in gedruckter Form oder als pdf-Fachbericht.

Daneben erfolgt die Veröffentlichung von Fach- und Projektberichten zur Nährstoffproblematik:

- auf der Homepage des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft und Energie, siehe Konzept zum Umgang mit Nährstoffeinträgen in die Gewässer Sachsen-Anhalts (Nährstoffkonzept Sachsen-Anhalt) und seine Umsetzung unter:  
<http://www.wrrl.sachsen-anhalt.de/bewirtschaftungsplanung/bewirtschaftungsplan-und-massnahmenprogramm/pilotprojekte-vorhaben-und-konzepte/>
- auf der Homepage des LHW, siehe Projektberichte unter:  
<http://www.lhw.sachsen-anhalt.de/untersuchen-bewerten/berichte-veroeffentlichungen/>
- auf der Homepage der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, siehe Projektberichte unter:  
<http://www.llg.sachsen-anhalt.de/themen/agraroekologie-und-umwelt/landwirtschaftlicher-gewaesserschutz/>

### *Schleswig-Holstein*

Aktuelle Angaben zu Nährstoffkonzentrationen in Fließgewässern, Seen und dem Grundwasser werden über das Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem WANIS zur Verfügung gestellt. (<http://www.schleswig-holstein.de/wanis>). Das System bietet tabellarische und kartographische Zugänge zu den Messwerten, eine Bewertung der Messergebnisse erfolgt nicht, ist aber geplant.

### *Thüringen*

Angaben zu Nährstoffen sind auf verschiedene Orte verteilt. Zum Thema Nitrat gibt es über einen Kartendienst die Darstellung der Situation im Grundwasser und den Oberflächengewässern Thüringens. Für Oberflächengewässer werden Gewässergüteberichte als PDF-Datei zur Verfügung gestellt, die Anbindung von Monitoringdaten aus dem Bereich Grundwasser ist geplant. Die Informationen zur Umsetzung von WRRL und HWRL sind in dem Themenportal <http://www.aktion-fluss.de> zusammengestellt. Dort kann auch das Thüringer Landesprogramm Gewässerschutz 2016 bis 2021 mit einer allgemeinverständlichen Beschreibung der Nährstoffsituation in den Gewässern eingesehen werden.

### *FGG Elbe*

Im Rahmen einer Projektvergabe wurde ein Gesamtdatensatz umfasst 50 Messstellen mit jeweils zehn Parametern in Zeitreihen von 2003 bis 2015 ausgewertet. Neben der Datenplausibilität und deskriptiver Statistik, wurden die Daten auf Trends in den Zeitreihen und räumliche Zusammenhänge untersucht. Der im Rahmen des Projektes entwickelte Web-Viewer ist unter [www.visdat.de/elbe](http://www.visdat.de/elbe) zugänglich. Über den Web-Viewer können Zeitreihen und Trends der Parameter dargestellt werden und mit Orientierungswerten bzw. Umweltqualitätsnormen sowie Modellergebnissen verglichen werden. Ein passwortgeschützter Bereich umfasst weitere Funktionalitäten.



## 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

Herausgeber: Flussgebietsgemeinschaft Elbe  
Otto-von-Guericke-Straße 5  
39104 Magdeburg  
[www.fgg-elbe.de](http://www.fgg-elbe.de)

Redaktion: Geschäftsstelle der FGG Elbe

Bearbeitung: Mitglieder der ad-hoc-AG Nährstoffe der FGG Elbe

Layout: Geschäftsstelle der FGG Elbe

Redaktionsschluss: August 2018



[www.fgg-elbe.de](http://www.fgg-elbe.de)