

Nährstoffe in Gewässern Schleswig-Holsteins

Entwicklung und Bewirtschaftungsziele



Herausgeber:
Landesamt für Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume des Landes
Schleswig-Holstein (LLUR)
Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbek
Tel.: 0 43 47 / 704-0
www.llur.schleswig-holstein.de

Ansprechpartner:
Dr. Michael Trepel
Tel.: 0431 / 988-70 41
michael.trepel@melur.landsh.de

Dieses Hintergrundpapier wurde von der
Abteilung Gewässer des LLUR im Auftrag
des MELUR erarbeitet.

Mitglieder der Arbeitsgruppe sind:
Volkmar Haustein, Peter Janson,
Thorkild Petenati, Gudrun Plambeck,
Jürgen Schrey, Frank Steinmann, Michael Trepel

Fotos: Bahnwart: S. 39, 43; Holsten: S. 46, 88;
Janson: S. 56, 57, 81; MELUR: S. 5; Plambeck: S.
34, 35, 38; Steinmann: S. 12, 15, 17, 21; Stuhr: S.
40; Thiessen: 80; Trepel: Titel, S. 4, 6, 8, 9, 10, 11,
20, 22, 26, 32, 44, 47, 48, 54, 55, 61, 62, 63, 64,
65, 68, 73, 74, 77, 78, 83, 90

Gestaltung: www.ide-stampe.de
Druck: KREATIV Druck & Medienagentur
UG Neumünster
Auflage: 3.000 Stück

Juli 2014

ISBN: 978-3-937937-72-4

Schriftenreihe LLUR SH - Gewässer; D 24

Diese Broschüre wurde auf
Recyclingpapier hergestellt.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der
Öffentlichkeitsarbeit der schleswig-
holsteinischen Landesregierung heraus-
gegeben. Sie darf weder von Parteien
noch von Personen, die Wahlwerbung
oder Wahlhilfe betreiben, im Wahl-
kampf zum Zwecke der Wahlwerbung
verwendet werden. Auch ohne zeit-
lichen Bezug zu einer bevorstehenden
Wahl darf die Druckschrift nicht in einer
Weise verwendet werden, die als Partei-
nahme der Landesregierung zu Gunsten
einzelner Gruppen verstanden werden
könnte. Den Parteien ist es gestattet,
die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer
eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Landesregierung im Internet:
www.landesregierung.schleswig-holstein.de

Inhalt

| | | |
|---|---|----|
| | Vorwort | 5 |
| | Zusammenfassung | 6 |
| 1 | Einleitung..... | 9 |
| 2 | Grundwasser | 12 |
| | 2.1 Monitoring und Bewertungsmethodik..... | 14 |
| | 2.2 Aktueller Zustand..... | 16 |
| | 2.3 Entwicklung in der Vergangenheit..... | 21 |
| | 2.4 Belastungen..... | 25 |
| | 2.5 Handlungsbedarf | 25 |
| 3 | Fließgewässer | 26 |
| | 3.1 Monitoring und Bewertung mit typspezifischen Orientierungswerten..... | 28 |
| | 3.2 Aktueller Zustand und Handlungsbedarf | 30 |
| | 3.3 Entwicklung der Nährstofffrachten und -konzentrationen | 33 |
| 4 | Seen | 34 |
| | 4.1 Monitoring und aktueller Zustand der Seen..... | 36 |
| | 4.2 Entwicklung der Seen..... | 40 |
| | 4.3 Belastungen..... | 42 |
| | 4.4 Handlungsbedarf | 43 |
| 5 | Küstengewässer..... | 44 |
| | 5.1 Monitoringprogramme in den Küstengewässern..... | 46 |
| | 5.2 Nordsee..... | 48 |
| | 5.2.1 Aktueller Zustand der Nährstoffkonzentrationen..... | 49 |
| | 5.2.2 Entwicklung der Nährstoffkonzentrationen in der Vergangenheit | 56 |
| | 5.2.3 Belastungen..... | 56 |
| | 5.2.4 Handlungsbedarf | 67 |
| | 5.3 Ostsee..... | 68 |
| | 5.3.1 Aktueller Zustand der Nährstoffkonzentrationen..... | 69 |
| | 5.3.2 Entwicklung der Nährstoffkonzentrationen in der Vergangenheit | 78 |
| | 5.3.3 Belastungen..... | 80 |
| | 5.3.4 Handlungsbedarf | 89 |
| 6 | Maßnahmen | 90 |
| 7 | Literatur | 91 |



Minister für Energiewende,
Landwirtschaft, Umwelt und ländliche
Räume in Schleswig-Holstein



Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

Wasser ist ein essentielles Gut. Wir brauchen es als Trinkwasser, wir nutzen es für unsere Erholung, etwa für ein erfrischendes Bad in einem See oder in der Nord- und Ostsee. Darüber hinaus ist es Lebensraum für unzählige Tiere und Pflanzen. Weil Wasser so wertvoll ist, wird sein Zustand seit Jahrzehnten regelmäßig untersucht und bewertet. Vor allem hohe Nährstoffkonzentrationen belasten die Lebewelt der Flüsse, Seen und Meere. Zum Schutz unserer Gewässer hat die EU deshalb mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) klare Umweltziele vorgegeben.

In dieser Schrift werden für die Gewässerkategorien Fließgewässer, Seen, Grundwasser und Küstengewässer die jeweiligen Untersuchungsmethoden und Probenahmestrategien erläutert, die bundes- und europaweit abgestimmten Bewertungsverfahren vorgestellt und die aktuellen Monitoringergebnisse ausgewertet. Die Bewertungsverfahren werden auch zukünftig mit zunehmenden Erkenntnissen über den Einfluss der Nährstoffverfügbarkeit auf die aquatische Fauna und Flora fortgeschrieben.

Die hier erstmals für alle Gewässerkategorien Schleswig-Holsteins vorliegende Auswertung der Nährstoffkonzentrationen zeichnet ein ernüchterndes Bild. Auf etwa der Hälfte der Landesfläche sind Grundwasserkörper wegen Überschreitungen der Nitratwerte in einem schlechten chemischen Zustand. Gleichzeitig haben fast alle Küstengewässer sowie vierfünftel der Fließgewässer und Seen Probleme mit einem Überangebot an Nährstoffen.

Auffällig ist, dass sich die Nährstoffkonzentrationen in den letzten zwanzig Jahren nur in wenigen Fällen deutlich verringert haben.

Vielmehr hat sich das Problem durch die Intensivierung der Landwirtschaft und die damit einhergehende Flächenknappheit verschärft. Deshalb haben wir in den letzten knapp zwei Jahren die rechtlichen Rahmenbedingungen zum Trinkwasserschutz angepasst, den Grünlandschutz verbessert, Gewässerrandstreifen eingeführt und arbeiten mit dem Bauernverband in einer Allianz für Gewässerschutz an weitergehenden Maßnahmen. Auf Bundesebene setzen wir uns für strenge Vorgaben bei der Düngeverordnung ein.

Ob diese Maßnahmen ausreichen, um die WRRL-Ziele zu erreichen, lässt sich anhand der nächsten Monitoringergebnisse beurteilen. Nur auf der Grundlage dieser fundierten und langjährig durchgeführten Monitoringprogramme können wir den Zustand unserer Umwelt und damit auch den unserer Gewässer tatsächlich erfassen und Veränderungen im Laufe der Zeit erkennen.

Die Abteilung Gewässer des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume ist seit Jahrzehnten mit dem Gewässergütemonitoring in Schleswig-Holstein beauftragt und führt diese Aufgabe gewissenhaft durch. Die Proben werden im Landeslabor in Neumünster mit großer Sorgfalt analysiert. Für diese hervorragende Arbeit bedanke ich mich herzlich bei allen daran beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Sie schaffen die Grundlagen für unseren Gewässerschutz.

Dr. Robert Habeck



Zusammenfassung

Die Verminderung der Nährstoffeinträge in Gewässern ist seit langem ein wichtiges Handlungsfeld des Gewässerschutzes. Mit Inkrafttreten der EG-Wasserrahmenrichtlinie im Jahr 2000 haben die Mitgliedsstaaten der Europäischen Gemeinschaft verbindliche Bewirtschaftungsziele vereinbart. Neben hydromorphologischen Belastungen gehören auch Belastungen durch Nährstoffeinträge zu den wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen in den Flussgebietseinheiten Schleswig-Holsteins.

Mit diesem Bericht werden für die Oberflächengewässer und das Grundwasser die Bewertungsverfahren für Nährstoffbelastungen in Gewässern erläutert, Monitoringprogramme zur Erfassung der Nährstoffkonzentrationen und -einträge vorgestellt, aktuelle Zustände und Entwicklungen in allen Gewässerkategorien beschrieben, Handlungsbedarfe aufgezeigt sowie Maßnahmen zur Senkung der Nährstoffeinträge und Verbesserung des Nährstoffrückhalts vorgestellt.

Aktuelle Situation

Bis 2015 können die Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie an den meisten Wasserkörpern der Fließgewässer, Seen, Übergangsgewässer, Küstengewässer und des Grundwassers nicht erreicht werden, weil die Wasserkörper neben anderen Belastungen nach wie vor besonders durch zu hohe Nährstoffeinträge belastet werden.

Nur an 126 von 604 Wasserkörpern der **Fließgewässer** werden die von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2007 erarbeiteten Orientierungswerte für die Nährstoffe Ammonium, ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor eingehalten. An 80% der Fließgewässer Schleswig-Holsteins werden ein oder mehrere Orientierungswerte für Nährstoffe überschritten. Während der Orientierungswert für Ammonium nur an etwa einem Viertel der Wasserkörper nicht eingehalten wird, werden die Orientierungswerte für Gesamt-Phosphor an knapp dreiviertel der Wasserkörper nicht eingehalten.

Von den 73 berichtspflichtigen **Seen** in Schleswig-Holstein weisen aktuell nur zwei Seen (Selenter See und Suhrer See) einen guten ökologischen Zustand auf. 20 Seen sind in einem mäßigen Zustand.



An 80% der 62 als natürlich eingestuftes Seen werden die Orientierungswerte für Phosphor nicht eingehalten. Damit ist die Hauptursache für das Verfehlen des guten ökologischen Zustands bei Seen die Überversorgung mit dem Nährstoff Phosphor, dessen Überangebot vor allem in der Vegetationsperiode zu unerwünschten Algenblüten führt.

Von den 40 Wasserkörpern der **Küstengewässer** sind alle bis auf einen in keinem guten ökologischen Zustand.

Durch den Kläranlagenausbau konnte der Phosphoreintrag um 94% und der Stickstoffeintrag um 88% aus den Kläranlagen gesenkt werden. Die Phosphorfrachten in den Gewässern haben sich dadurch um mehr als 50% gesenkt, es besteht bei den Stickstofffrachten aber nach wie vor erheblicher Handlungsbedarf. Bei der Aufstellung des ersten Bewirtschaftungsplans für Schleswig-Holstein wurde für die Küstengewässer ermittelt, dass die Nährstofffrachten aus dem Elbe-Einzugsgebiet um 24%, aus den Bereichen Dithmarschen und Nordfriesland um 30–45% und in die Ostsee um 15–25% verringert werden müssen.

Für den zweiten Bewirtschaftungsplan wurde von einer Bund-Länder Arbeitsgruppe im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser für die in die Nordsee einmündenden Gewässer eine Zielvorgabe von 2,8 mg pro Liter als mittlere jährliche Gesamtstickstoff-Konzentration am Übergang vom Land zum Meer erarbeitet.

Diese meeresökologische Zielvorgabe wird an 82% der Fließgewässer-Wasserkörper Schleswig-Holsteins überschritten. Für die in die Ostsee einmündenden Gewässer wird zurzeit eine ähnliche Zielvorgabe mit Mecklenburg-Vorpommern und dem Bund erarbeitet. Auch die Anforderungen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie können nur erreicht werden, wenn im Binnenland die Stickstoffausträge flächenhaft gesenkt werden.

Im **Grundwasser** sind 22 von 55 Grundwasserkörpern mit einer Fläche von 7.615 km² im Hauptgrundwasserleiter wegen diffuser Verschmutzungen vor allem durch Nitrat und untergeordnet Pflanzenschutzmittel in einem schlechten chemischen Zustand, dies entspricht etwa der Hälfte der Landesfläche Schleswig-Holsteins.



Fazit

Insgesamt ist festzustellen, dass die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie in Fließgewässern, Seen, Küstengewässern und im Grundwasser nicht erreicht werden können, weil die Belastungen durch Stickstoff- und Phosphoreinträge zu hoch sind. Diese Belastungen werden durch die hier vorliegenden Auswertungen der aktuellen Monitoringergebnisse der Abteilung Gewässer des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) belegt. Die Auswertung der Frachtentwicklung in den letzten zwanzig Jahren ergab, dass die Frachten vor allem bei Phosphor durch den Kläranlagenausbau verringert werden konnten, die Stickstofffrachten haben sich dagegen nur geringfügig verändert, weil die diffusen Einträge auf einem hohen Niveau verharren.

Insgesamt sind die Nährstoffeinträge und Frachten bei Stickstoff und Phosphor weiterhin zu hoch. Darüber hinaus ist auch eine Verringerung notwendig, um die Ziele der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie sowie der Meeresschutzabkommen (OSPAR und HELCOM) zu erreichen.

Empfehlungen

Um die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie zu erreichen, ist es notwendig, dass die Wasserwirtschaft mit den Verursachern der Nährstoffeinträge ins Gespräch kommt, um ein Bewusstsein für die Nährstoffthematik zu schaffen und eine gemeinsame Nährstoffminderungsstrategie für Schleswig-Holstein zu erarbeiten.

Mit dem Bauernverband Schleswig-Holstein hat das MELUR im Frühjahr 2013 eine Allianz für den Gewässerschutz beschlossen. Im Rahmen dieser Allianz wurde ein Runder Tisch mit Vertretern der Wasser- und Landwirtschaft sowie des Naturschutzes und der Verbände eingerichtet, die gemeinsam eine **Nährstoffminderungsstrategie für Schleswig-Holstein** erarbeiten und deren Umsetzung begleiten.

In dieser Arbeitsgruppe können die bisher in der Abteilung Gewässer laufenden Arbeiten im Bereich Monitoring, Nährstoffbilanzierung und -modellierung sowie Beratung und Maßnahmenentwicklung und -umsetzung mit den Erfahrungen der anderen Arbeitsbereiche abgestimmt werden.



1 Einleitung

Als Land zwischen den Meeren ist in Schleswig-Holstein der Schutz der Meere, des Trinkwassers sowie der Oberflächengewässer vor Nährstoffeinträgen seit langem ein wichtiger Bestandteil einer vorsorgenden Umweltpolitik. Durch die EG-Wasserrahmenrichtlinie sind die Anforderungen an den ökologischen und chemischen Zustand der Oberflächenwasserkörper und der Grundwasserkörper europaweit gestiegen. Auf knapp der Hälfte (47%) der Landesfläche wird den oberen Grundwasserkörpern meist aufgrund hoher Nitratkonzentrationen ein schlechter chemischer Zustand attestiert, die Mehrzahl der Seen Schleswig-Holsteins leidet unter zu hohen Nährstoffeinträgen, zahlreiche Fließgewässer-Wasserkörper werden wesentlich durch diffuse Nährstoffeinträge belastet. Nicht zuletzt wird die Erreichung des guten ökologischen Zustands in den Küstengewässern durch Nährstoffeinträge aus deren Einzugsgebieten verhindert.

Eine gute chemische Wasserbeschaffenheit ist notwendig, um die Funktionsfähigkeit aquatischer Ökosysteme zu gewährleisten. Von dieser Voraussetzung hängt die Erreichung der ökologischen Ziele der Wasserrahmenrichtlinie, der Meeresstrategierahmenrichtlinie und der OSPAR- und HELCOM-Abkommen sowie der Erhaltungs- und Entwicklungsziele in NATURA2000 Gebieten ab. Eine intakte Natur ist daneben auch ein wesentlicher Garant für den wirtschaftlichen Erfolg des Tourismus an den Küsten- und Binnengewässern des Landes Schleswig-Holstein.

Dieser Bericht beschreibt vor allem die Belastung der schleswig-holsteinischen Gewässer durch Nährstoffeinträge, analysiert Entwicklungstrends und formuliert den Reduzierungsbedarf. Abschließend werden Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffeinträge vorgestellt.

Der Bericht verfolgt zwei Ziele. Einerseits dokumentiert er den aktuellen Zustand und Handlungsbedarf zur Verringerung der Nährstoffeinträge in allen Gewässerkategorien auf der Basis aktueller Daten und benennt geeignete Maßnahmen zur Senkung der Nährstoffeinträge. Er kann damit als Grundlage für die Umweltverwaltung und Umweltpolitik genutzt werden.

Andererseits dient er den Wasser- und Bodenverbänden sowie der Öffentlichkeit als Information über den Nährstoffzustand der Gewässer, den Handlungsbedarf zur Verringerung der Nährstoffverfügbarkeit in Gewässern und über Beispiele für eigenverantwortliches Handeln durch die Initiierung von Maßnahmen.



Blualgenblüten sind jährlich wiederkehrende sichtbare Folgen zu hoher Nährstoffeinträge in unseren Gewässern.

Nährstoffe und Eutrophierung

Jedes Lebewesen ist auf eine ausreichende Verfügbarkeit von Nähr- und Mineralstoffen angewiesen, um sich gesund zu entwickeln. Zu den Nährstoffen gehören Stickstoff- und Phosphorverbindungen. Landpflanzen nehmen Nährstoffe über die Wurzel aus dem Bodenwasser auf. Im Wasser lebende Pflanzen und Algen nehmen Nährstoffe direkt aus den sie umgebenden Wasserkörpern auf. Einige Pflanzen und Algen sind darüber hinaus fähig, Luftstickstoff zu binden und so für ihre Ernährung bereitzustellen. Tiere nehmen Nährstoffe als Konsumenten über ihre pflanzliche oder tierische Nahrung auf.

Im Laufe der Evolution haben sich Pflanzen- und Tierarten an ihre Standort- und Klimabedingungen angepasst und bilden so standorttypische Vegetationseinheiten oder Ökosysteme. In natürlichen, das heißt wenig oder nicht vom Menschen beeinflussten Ökosystemen, prägen die am Standort verfügbaren Nährstoffe die Vegetationszusammensetzung. So sind natürliche Hochmoore ebenso wie Seen mit bewaldeten Einzugsgebieten nährstoffarm.

Auch Meere, Wälder, Quellen oder Fließgewässer sind bei geringem menschlichen Einfluss nährstoffarme Lebensräume.

Durch die Zunahme der Bevölkerung und die landwirtschaftliche Nutzung hat sich in vielen Lebensräumen die Nährstoffverfügbarkeit erhöht. Durch die bessere Nährstoffverfügbarkeit im Boden oder im Wasser werden konkurrenzkräftigere Arten begünstigt und an nährstoffarme Verhältnisse angepasste Arten verdrängt. Dadurch verschieben sich die Häufigkeiten der in einer Vegetationseinheit oder einem Ökosystem vorkommenden Arten.

Diese Veränderung wird als Eutrophierung (gute Ernährung) bezeichnet. Besonders empfindlich gegenüber Nährstoffanreicherung sind an Wasser gebundene Lebensräume wie Seen, Meere, Quellen oder Moore oder extensiv genutzte halbnatürliche Vegetationseinheiten wie Heiden oder Feuchtwiesen.

Landwirtschaftliche Ökosysteme wie Äcker und Grünland sind auf eine Düngung angewiesen, um den hohen Nährstoffbedarf der Kulturpflanzen zu decken. Die Düngungsmenge und -zeitpunkte richten sich nach der Art der angebauten Kulturpflanzen, der Nutzungsart, dem Standort und dessen Nachlieferung über Mineralisation. Die Düngung kann mineralisch oder organisch über Wirtschaftsdünger und Gärreste erfolgen.

Eine Überdüngung während der Vegetationszeit kann das Pflanzenwachstum bei den meisten Pflanzen mindern. Empfehlungen für die standort- und nutzungsgerechte Düngung werden regelmäßig von der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein herausgegeben.

Nährstoffverluste von einem Standort in benachbarte Standorte sind prinzipiell nicht vermeidbar. Sie können nur durch eine umweltschonende und an die Entzüge angepasste Düngung auf ein möglichst niedriges Maß verringert werden. Dabei werden Stickstoff- und Phosphorverbindungen aufgrund unterschiedlicher Eigenschaften über unterschiedliche Austragspfade in das Grundwasser und Oberflächengewässer transportiert. Stickstoff und Phosphor kommen jeweils in organischer und anorganischer Form vor. Die organischen Formen sind meist nicht auswaschbar, sondern werden in der Regel über Erosion und Oberflächenabfluss direkt in Gewässer eingetragen. Auch kleine Kläranlagen können Quellen für organische Nährstoffeinträge in Gewässern sein. In Gewässern werden organische Formen durch Absterbeprozesse der dort lebenden Organismen weiterhin ständig nachgeliefert. Anorganisch kommt Stickstoff vor allem als Ammonium (NH_4) oder als Nitrat (NO_3) vor. Ein Zwischenprodukt ist das fischgiftige Nitrit.

Anorganische Stickstoffverbindungen sind gut wasserlöslich und werden daher auch über wassergebundene Austragspfade wie Dränagen oder über das Sickerwasser ins Grundwasser und von dort weiter mit dem Grundwasserstrom in Oberflächengewässer eingetragen.

Reaktiver Phosphor liegt gelöst als ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) vor oder chemisch gebunden an Tonpartikel oder Huminstoffen. Der Eintrag in Gewässer erfolgt daher sowohl in gelöster Form über Dränagen und den Grundwasserzustrom wie auch in gebundener Form über Oberflächenabfluss und Erosion. In Gewässern sind die gelösten Phosphorkonzentrationen



daher meist natürlicherweise niedrig; da Pflanzen Phosphor nur in der anorganischen Form aufnehmen können, reagieren viele Lebensgemeinschaften besonders sensibel auf Erhöhungen der ortho-Phosphat-Konzentrationen. Vor allem die Lebensgemeinschaften der Seen und Fließgewässer sind meist Phosphor-limitiert; die Lebensgemeinschaften der Nord- und Ostsee gelten dagegen als Stickstoff-limitiert.

Eine Erhöhung des limitierenden Nährstoffs führt zu einer wesentlichen Verbesserung der Wachstumsbedingungen der dort lebenden Arten, wodurch konkurrenzschwache, für den Lebensraumtyp charakteristische Arten verdrängt werden.

Die blauflügelige Prachtlibelle lebt in sauberen, schnell fließenden Gewässern. Das Seegras breitet sich im Wattenmeer aufgrund langsam sinkender Nährstoffkonzentrationen wieder aus.

2 Grundwasser

Grundwasser ist im Unterschied zu Oberflächenwasser nicht sichtbar im Untergrund verborgen. Als Grundwasser wird jenes Wasser bezeichnet, welches die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung nahezu ausschließlich von der Schwerkraft bestimmt wird. Die Grundwasserneubildung erfolgt durch die Versickerung von Niederschlägen (Regen, Schnee, Hagel) in den Boden und in den tieferen Untergrund. Die Menge und Beschaffenheit des Grundwassers beeinflusst auch die Menge und Beschaffenheit des Wassers von Seen und Flüssen.

Darüber hinaus erfolgt die Gewinnung von Trinkwasser in Schleswig-Holstein zu annähernd 100% aus dem Grundwasser (bundesweit sind es etwa 70%). Die Beschaffenheit des Niederschlagswassers wird während der Passage des Boden- und Sickerwasser-raums durch physikalische, chemische und mikrobiologische Prozesse verändert. Neben den nur im begrenzten Umfang veränderlichen Eigenschaften des Boden- und Sickerwasser-raums hat die Art der Landnutzung einen erheblichen Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit.



Unser Grundwasser
Unser Grundwasser

Mit einem Flächenanteil von rund 54% ist in Deutschland die Landwirtschaft der bedeutendste Flächennutzer. In Schleswig-Holstein liegt der Flächenteil, der von der Landwirtschaft beansprucht wird, mit rund 70% deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Demgegenüber liegt der Waldanteil in Schleswig-Holstein mit rund 10% weit unter dem Bundesdurchschnitt von ca. 30%. Der Landwirtschaft kommt damit eine besondere Bedeutung für das neu gebildete Grundwasser zu, und zwar sowohl aus quantitativer wie auch aus qualitativer Sicht.

Die Menge und der Zeitpunkt der Aufbringung von Düngestoffen (mineralisch, organisch) und Pflanzenschutzmitteln, Art und Zeitpunkt der Bodenbearbeitung und die Fruchtfolge sind dabei entscheidende Einflussfaktoren. Unter einem landwirtschaftlich genutzten Schlag (das heißt einer einheitlich bewirtschafteten Flächeneinheit) können in Abhängigkeit dieser Einflussfaktoren vergleichsweise niedrige oder hohe Stoffauswaschungen erfolgen. Ebenso kann in Abhängigkeit des Witterungsverlaufes innerhalb eines Jahres bei sonst gleicher landwirtschaftlicher Tätigkeit die Höhe der Stoffauswaschungen erheblich variieren.



2.1 Monitoring und Bewertungsmethodik

Die chemische Beurteilung des Grundwasserzustands beruht auf den hydrochemischen Untersuchungen der Grundwassermessstellen der repräsentativen Messnetze zur überblicksweisen und operativen Überwachung des Grundwassers.

Zur überblicksweisen Überwachung des Grundwassers werden in Schleswig-Holstein bis zu 300 Grundwassermessstellen unterhalten (s. Abb. 1), 75% davon dienen der Überwachung des Hauptgrundwasserleiters und 25% überwachen die tiefen Grundwasserleiter. Die überblicksweise Überwachung der Grundwasserkörper des Hauptgrundwasserleiters erfolgt zweimal pro Bewirtschaftungszeitraum nach EG-WRRL, also alle 3 Jahre. Der Untersuchungsumfang umfasst die Hauptinhaltsstoffe sowie eine Auswahl an leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW), Schwermetallen und Pflanzenschutzmitteln (PSM). In den tiefen Grundwasserkörpern ist das Überwachungsintervall, aufgrund der in dieser Tiefe stark verlangsamt ablaufenden Veränderungsprozesse, auf eine Untersuchung pro Bewirtschaftungszeitraum ausgedehnt, also alle 6 Jahre.

Die operative Überwachung des chemischen Zustands wird in denjenigen Grundwasserkörpern durchgeführt, bei denen das fristgerechte Erreichen der Umweltziele entsprechend Artikel

4 der EG-WRRL ungewiss oder unwahrscheinlich ist. Wenn zu erwarten ist, dass ein Grundwasserkörper diese Ziele nicht erreicht, so ist dieser als „gefährdet“ einzustufen. Im weiteren Text wird entsprechend unterschieden zwischen Grundwasserkörpern, die „gefährdet“ oder „nicht gefährdet“ sind. Ziel und Aufgabe der operativen Überwachung ist es, über die Ziele der überblicksweisen Überwachung hinaus

- das Verhalten der für die Gefährdung maßgeblichen Schadstoffe im Grundwasser sowie maßgebliche Stoffeinträge in die Oberflächengewässer zu beobachten,
- die Beurteilung der zeitlichen Entwicklung von Schadstoffen (Trenduntersuchung) zu ermöglichen,
- Grundlagen für die Festlegung von Maßnahmen zu schaffen und die Wirksamkeit der Maßnahmenprogramme nachzuweisen.

Das operative Messprogramm sieht vor, die Messstellen mindestens einmal jährlich zu untersuchen. Der Untersuchungsumfang der operativen Überwachung orientiert sich an den Belastungen des Grundwasserkörpers, beinhaltet aber zumindest die Hauptinhaltsstoffe.

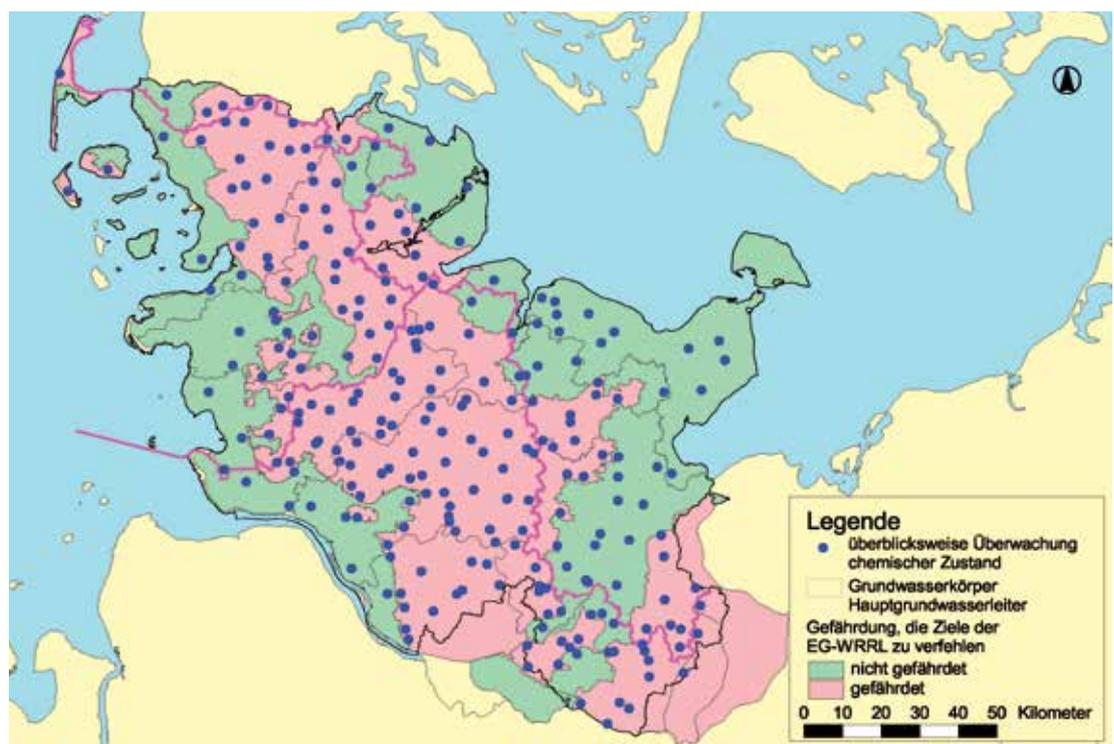


Abb. 1:
Lage der
Messstellen der
überblicksweisen
Überwachung

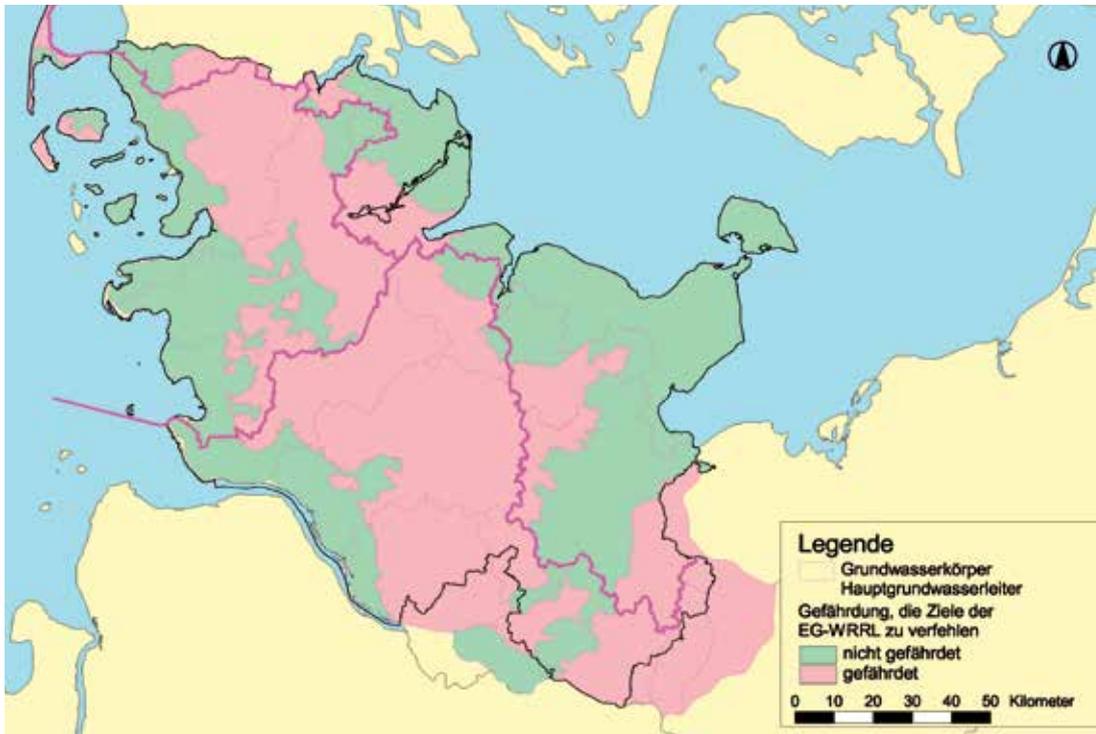


Abb. 2: Gefährdung der Grundwasserkörper im Hauptgrundwasserleiter

Etwa 60% der Messstellen zur überblickswisen Überwachung dienen auch der operativen Überwachung, die ausschließlich in den gefährdeten Grundwasserkörpern im Hauptgrundwasserleiter erfolgt.

Das Bewertungsverfahren für den Zustand des Grundwassers wurde gemäß Vorgaben der EG-WRRL, der Grundwasser-Tochtrichtlinie vom 12.12.2006 und dem CIS-Guidance Document No.18 (Guidance on groundwater status and trend assessment, EC 2009) sowie dem LAWA-Papier vom 31.01.2008 (Fachliche Umsetzung der Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (2006/118/EG), LAWA-Ausschuss „Grundwasser und Wasserversorgung“ (LAWA-AG) vom 31.01.2008) abgeleitet. Seit November 2010 wird das Bewertungsverfahren durch die Grundwasserverordnung (GrwV) (BGBl., 15.11.2010) geregelt.

Die Beurteilung des Zustands der Grundwasserkörper beruht auf den hydrochemischen Analysen aus den Grundwassermessstellen.

Die Überschreitungen von Qualitätsnormen und/oder Schwellenwerten sind ausschlaggebend für die Zustandsbeurteilung. Bis zum Jahr 2010 wurde der Zustand als schlecht gemäß EG-WRRL eingestuft, wenn bezogen auf eine Nutzungseinheit mehr als 30% des Flächenanteils durch Überschreitung mindestens einer Qualitätsnorm und/oder eines Schwellenwerts gekennzeichnet waren oder wenn eine Überschreitung an einer Messstelle innerhalb eines Wasserschutzgebiets vorlag.

Die Grundwasserverordnung vom 15.11.2010 sieht vor, dass bei den künftigen Zustandsbewertungen der Nutzungsaspekt und auch die Lage einer Messstelle innerhalb eines Wasserschutzgebiets für die Bewertung keine Rolle mehr spielen.

Vorbereiten der Grundwassersonde



2.2 Aktueller Zustand

Die räumlichen Bewertungseinheiten beim Grundwasser sind entsprechend der EG-WRRL die so genannten „Grundwasserkörper“, hydrogeologisch einheitlich gebaute Bereiche des Untergrundes, die auf Basis von landesweiten Grundlagenkarten zu Landschaftsräumen, Beschaffenheit und Mächtigkeiten der Deckschichten abgegrenzt wurden.

Man unterscheidet die Grundwasserkörper des Hauptgrundwasserleiters von den tiefen Grundwasserkörpern. Der Hauptgrundwasserleiter ist der oberflächennächste, wasserwirtschaftlich bedeutsame Grundwasserleiter, der durch zahlreiche Wasserwerke der öffentlichen Trinkwasserversorgung genutzt wird. Die tiefen Grundwasserkörper liegen in Grundwasserleitern unterhalb tertiärer Tonschichten, meist mehr als 100 m unter der Geländeoberfläche. Insgesamt gibt es in Schleswig-Holstein 55 Grundwasserkörper im Hauptgrundwasserleiter (einschließlich Teilen von Grundwasserkörpern, die überwiegend nicht in SH liegen) sowie 9 tiefe Grundwasserkörper.

Aus der unterschiedlichen Tiefenlage des Hauptgrundwasserleiters und der tiefen Grundwasserleiter ergibt sich bereits eine unterschiedliche Exposition auch gegenüber

Nährstoffeinträgen. Von großer Bedeutung für die Gefährdung durch Nährstoffeinträge ist das Fehlen oder Vorhandensein „gering durchlässiger“ Deckschichten aus Ton, Schluff oder Lehm. Gefährdet sind Grundwasserkörper des Hauptgrundwasserleiters im Bereich des Schleswig-Holsteinischen Mittelrückens (Hohe Geest und Vorgeest) und des sich nordöstlich bzw. östlich anschließenden Übergangsbereichs des östlichen Hügellands.

In der Geest weisen die tonig-schluffigen Deckschichten Mächtigkeiten von weniger als 5 m auf, oder sie fehlen gänzlich. Im Übergangsbereich des östlichen Hügellands weisen die Deckschichten mit Mächtigkeiten von 5–10 m zwar eine mittlere Mächtigkeit auf, häufig zeigen sie allerdings nur eine lückenhafte Verbreitung (s. Abb. 2 auf Seite 15). Im Bereich des östlichen Hügellands ist der Hauptgrundwasserleiter überwiegend durch mehr als 10 m mächtige Geschiebemergel-deckschichten abgedeckt, so dass das Grundwasser hier im Allgemeinen besser gegen Nährstoffeinträge geschützt ist (s. Abb. 2 auf Seite 15).





Auch die oberflächennahen Ablagerungen der Marschen und Niederungen im Westen Schleswig-Holsteins bilden einen guten Schutz für den Hauptgrundwasserleiter. Die tiefen Grundwasserkörper werden durch mächtige tertiäre Tone überlagert, diese bilden einen hervorragenden Schutz gegen das Eindringen von Nährstoffen von der Erdoberfläche, so dass auch diese Grundwasserkörper nicht gefährdet sind.

Maßgeblich für die Nährstoffbelastung des Grundwassers ist der Stickstoff in Form des Nitrats; Ammonium spielt nur eine sehr untergeordnete Rolle. Zur Beschreibung der Nährstoffausträge aus der flächenhaften Landnutzung kommt in den Grundwasserkörpern der Geest außerdem dem Kalium eine gewisse Bedeutung zu. Kalium gehört neben Stickstoff und Phosphor zu den Hauptnährelementen, die den Kulturpflanzen zur Sicherstellung von Ertrag und Qualität in größeren Mengen über organische und/oder mineralische Düngung zugeführt werden. Bei geringen Tongehalten im Boden ist das Kalium, wie das Nitrat, wegen der hohen Wasserlöslichkeit leicht verlagerbar. Phosphor hingegen besitzt nur eine sehr geringe Wasserlöslichkeit und kann bei der Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit daher weitgehend vernachlässigt werden. Hohe Kaliumgehalte (der noch als natürlich zu bezeichnende Kaliumgehalt flacher Grundwasser liegt bei 3 mg/l) bei gleichzeitig niedrigen Nitratgehalten sind bei Grundwässern, die unter dem Einfluss landwirtschaftlicher Nutzung gebildet werden, ein Indiz dafür, dass Nitratausträge erfolgen, das Nitrat aber durch Denitrifikation abgebaut wird.

Einschränkend bleibt festzuhalten, dass die Nährstoffe Ammonium, Phosphat, in Teilräumen auch Kalium, nur bedingt für die Beschreibung der Nährstoffsituation im Grundwasser geeignet sind, da sie auch geogen bedingt in höheren Konzentrationen im Grundwasser gelöst vorkommen können. In Schleswig-Holstein liegen die natürlich bedingten Konzentrationen für den Parameter Nitrat unterhalb von 10 mg/l, höhere Werte sind in der Regel auf von Menschen verursachte Nährstoffeinträge zurückzuführen. Beim Kalium liegt diese Grenze außerhalb der Grundwasserkörper von Marsch und Niederungen bei 3 mg/l. Für die Parameter Ammonium und Phosphat gibt es keine derartigen Festlegungen.

Die Tochterrichtlinie Grundwasser zur EG-WRRL legt in Anhang I für den Nährstoff Nitrat eine Konzentration von 50 mg/l Nitrat als Qualitätsnorm fest. Für den Parameter Ammonium gibt es keine europaweit gültige Qualitätsnorm, jedoch einen bundeseinheitlichen Schwellenwert (entsprechend Art. 3 Tochterrichtlinie Grundwasser) in Höhe von 0,5 mg/l Ammonium, der in Schleswig-Holstein außer in den Grundwasserkörpern der Marsch und der Niederungen gültig ist. Für Kalium- und Phosphatgehalte im Grundwasser sind keine Qualitätsnormen oder Schwellenwerte festgelegt.

Nitrat

Da die tiefen Grundwasserkörper durch die tonigen Deckschichten sehr gut gegen Verunreinigungen von der Erdoberfläche geschützt sind, liegen die Nitratgehalte sämtlicher Grundwassermessstellen in den tiefen Grundwasserkörpern unter der Nachweisgrenze. Hinsichtlich Nitrat sind die tiefen Grundwasserkörper in einem guten Zustand.

Die Grundwasserkörper des Hauptgrundwasserleiters sind hinsichtlich ihrer Nitratgehalte unterschiedlich zu beurteilen. Die Schutzwirkung der Deckschichten hat hierbei einen entscheidenden Einfluss auf den Grundwasserzustand. In Bereichen mit günstiger Schutzwirkung der Deckschichten, wie z. B. in weiten Bereichen des östlichen Hügellands und in den Marschen und Niederungen im Westen des Landes, ist der Zustand der Grundwasserkörper hinsichtlich Nitrat gut. Im Bereich der Geest und zum Teil auch in dem an die Geest angrenzenden Übergangsbereich des östlichen Hügellands, wo die Schutzwirkung der Deckschichten überwiegend gering bis mittel einzuschätzen ist, ist der Zustand der Grundwasserkörper gem. EG-WRRL hinsichtlich Nitrat überwiegend schlecht. Insgesamt sind 22 Grundwasserkörper mit einer Fläche von 7.615 km² im Hauptgrundwasserleiter wegen diffuser Verschmutzungen vor allem durch Nitrat (18 Grundwasserkörper) und untergeordnet Pflanzenschutzmittel (4 Grundwasserkörper) in schlechtem Zustand. Dies entspricht etwa der Hälfte der Fläche des Landes Schleswig-Holstein (Abb. 3).

Insgesamt ist festzustellen, dass von den rd. 160 Grundwassermessstellen in den gefährdeten Grundwasserkörpern (operativ überwacht), 40 Messstellen Nitratwerte von mehr als 50 mg/l aufweisen und somit hinsichtlich der EG-WRRL einen schlechten Zustand dokumentieren.

Die mittleren Nitratkonzentrationen (2005–2012) von 21 Grundwasserkörpern weisen auf eine anthropogene Beeinträchtigung hin, da hier Nitratgehalte von im Mittel mehr als 10 mg/l festzustellen sind (siehe Tabelle 1).

Das Grundwasser von 83 Messstellen im Bereich der Grundwasserkörper der Geest weist Nitratkonzentrationen von weniger als 10 mg/l auf, so dass ein anthropogener Einfluss anhand des Parameters Nitrat nicht erkennbar ist.

Unter sauerstoffarmen Verhältnissen wird Nitrat im Untergrund bakteriell abgebaut (Denitrifikation). Niedrige Nitratkonzentrationen im Grundwasser in Schleswig-Holstein sind daher häufig nicht die Folge eines geringeren Nitrataustrags aus dem Boden, sondern das Ergebnis dieses bakteriellen Nitratabbaus. Bei insgesamt 103 Grundwassermessstellen und einem Großteil der Messstellen mit weniger als 10 mg/l Nitratgehalt muss aufgrund niedriger Sauerstoffgehalte davon ausgegangen werden, dass die Voraussetzungen für eine Denitrifikation gegeben sind und somit die festgestellten Nitratkonzentrationen die Eintragungssituation nicht zutreffend widerspiegeln.

Damit jedoch die Denitrifikation erfolgen kann, werden neben dem Nitrat weitere Stoffe für die Reaktion benötigt (z. B. die Eisenverbindung Pyrit), welche im Untergrund nur in endlicher Menge vorhanden sind, so dass dieser Prozess begrenzt ist. Insbesondere in den eher humusarmen, sandigen Grundwasserkörpern der Geest kann daher bereits vereinzelt beobachtet werden, dass die Denitrifikation nur noch unvollständig abläuft und die Nitratgehalte steigen.

Tab. 1: Mittlere Nitratkonzentrationen der Grundwasserkörper 2005–2012

| | Mittlerer Nitratgehalt < 10 mg/l | Mittlerer Nitratgehalt 10 – < 25 mg/l | Mittlerer Nitratgehalt 25 – < 50 mg/l | Mittlerer Nitratgehalt > 50 mg/l |
|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------------------|
| Anzahl der Grundwasserkörper | 32 | 5 | 12 | 6 |
| Grundwasserkörper | – | Ei01, Ei03, Ei04, Ei19, ST04 | Ei11, Ei14, Ei16, Ei18, Ei21, Ei08, Ei13, Ei16, MEL_SU_1, MEL_SU2, ST15, ST17 | Ei03, Ei05, Ei17, Ei23, Ei14, ST11 |

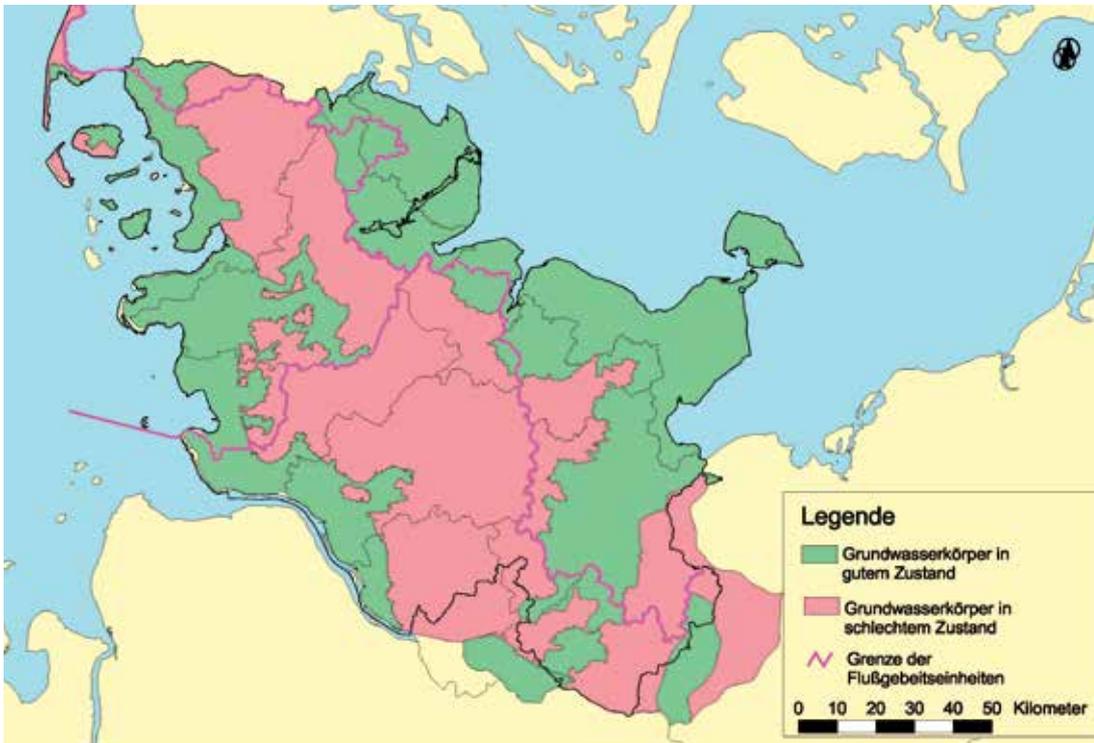


Abb. 3: Bewertung des Zustands der Grundwasserkörper gem. EG-WRRL im Hauptgrundwasserleiter bezüglich Nitrat.

Auch bei den Grundwasserkörpern im Westen und Osten Schleswig-Holsteins, die hinsichtlich Nitrat in einem guten Zustand sind, ist die bakterielle Denitrifikation Ursache niedriger Nitratgehalte (unter der Nachweisgrenze). In diesen Grundwasserkörpern, die durch eine günstige Deckschichtenbeschaffenheit gekennzeichnet sind, geht man davon aus, dass das Denitrifikationspotenzial der mächtigen geringdurchlässigen Deckschichten allerdings so groß ist, dass der gute Zustand des Grundwassers langfristig als gesichert angesehen werden kann.

Der mittlere Nitratgehalt der Grundwasserkörper im Hügelland und in den Marschen liegt unter der Nachweisgrenze von 0,4 mg/l, wohingegen alle Grundwasserkörper der Geest einen mittleren Nitratgehalt von rund 25 mg/l aufweisen; ein Grundwasserkörper erreicht hier einen Mittelwert von 68 mg/l Nitrat.

Ammonium

Ammonium ist in Schleswig-Holstein in den Grundwasserkörpern von Marsch und Niederungen nicht geeignet, die anthropogene Belastungssituation anzuzeigen. Dies liegt daran, dass die oberflächennächsten Ablagerungen einen sehr hohen organischen Anteil aufweisen, bei dessen Zersetzung Ammonium freigesetzt wird. Auch in den abgedeckten Grundwasserkörpern des östlichen Hügellands mit günstiger Schutzwirkung der Deckschichten kann es zum Teil zu geogen bedingt erhöhten Ammoniumgehalten im Grundwasser

kommen. Ursache ist auch hier die Zersetzung organischer Inhaltsstoffe des Grundwasserleitermaterials, wie z. B. Braunkohleflitter oder Torfreste.

Die Ammoniumkonzentrationen aller Grundwasserkörper von Marsch und Niederungen liegen im Mittel bei 15,6 mg/l, können im Einzelfall aber auch bis zu 40 mg/l erreichen. In der Geest liegen die Ammoniumkonzentrationen im Mittel bei 0,05 mg/l und im östlichen Hügelland bei 0,3 mg/l. Vereinzelt sind in den Grundwasserkörpern der Geest und des Hügellands auch Mittelwerte über dem Schwellenwert von 0,5 mg/l festzustellen (EI02, EI03).

Die über dem Schwellenwert liegenden mittleren Konzentrationen in den Grundwasserkörpern EI02 und EI03 sind jedoch auf hydrogeologische Besonderheiten und nicht auf einen erhöhten Eintrag aus dem Boden zurückzuführen.

Die tiefen Grundwasserkörper sind durch tonige Deckschichten gegen Verunreinigungen von der Erdoberfläche geschützt. Die Ammoniumgehalte der meisten Grundwassermessstellen in den tiefen Grundwasserkörpern liegen unter dem Schwellenwert; vereinzelt wurden Ammoniumgehalte über dem Schwellenwert festgestellt. Diese sind in den tiefen Grundwasserkörpern geogen bedingt, also z. B. Folge des Abbaus organischer Substanz, wie z. B. Braunkohleflitter. Sie sind also kein Hinweis auf eine anthropogene Verschmutzung.



Kalium

Auch der Parameter Kalium ist, vergleichbar dem Ammonium, in den Grundwasserkörpern von Marsch und Niederungen nicht geeignet, anthropogene Belastungen anzuzeigen. Die Entstehungsgeschichte der Marschablagerungen als geologisch junge Meeresablagerungen hat dazu geführt, dass auch das Grundwasser in diesem Bereich höhere Konzentrationen von Kalium aufweisen kann.

Der Mittelwert der Kaliumkonzentrationen in den Grundwasserkörpern von Marsch und Niederungen liegt bei 23 mg/l, dies ist auf den maßgeblichen Einfluss der aus Meeresablagerungen hervorgegangenen Böden zurückzuführen. Die Mittelwerte der Kaliumgehalte in den Grundwasserkörpern von Geest und Hügelland liegen um 3 mg/l, wobei in Grundwasserkörpern im östlichen Hügelland der höchste Mittelwert bei 5,5 mg/l und in der Geest bei 21 mg/l liegt. Die hohen Gehalte von Kalium vor allem in der Geest können nicht durch geologische Prozesse erklärt werden, sondern sind i.d.R. Folge der menschlichen Nutzung.

Da Kalium im Untergrund adsorptiv an Tonmineralien gebunden wird, hängt der Kaliumgehalt des Grundwassers auch mit dem Tonmineralgehalt des Untergrundes zusammen. Die Adsorption von Kalium führt zu niedrigeren Konzentrationen im Grundwasser. Die zum Teil niedrigen Konzentrationen in den Grundwasserkörpern der Geest und des Hügellands sind auch eine Folge dieser Adsorption.

Phosphor

Wie die Parameter Ammonium und Kalium ist auch Phosphor nicht geeignet, die Belastungssituation der Grundwasserkörper von Marsch und Niederungen darzustellen, da auch die Phosphatgehalte im Boden von Marschablagerungen entstehungsbedingt höher liegen als bei terrestrischen Ablagerungen. Die Konzentrationen erreichen in den Grundwasserkörpern der Marsch und der Niederungen Mittelwerte von bis zu 3,2 mg/l, in einem Fall auch bis zu 30 mg/l. Der Median liegt in der Marsch bei 1,6 mg/l. In Geest und Hügelland liegen die Phosphatkonzentrationen maximal bei 0,2 mg/l und im Mittel um 0,1 mg/l und niedriger.

Phosphat hat im Vergleich zu den anderen Nährstoffen eine geringere Wasserlöslichkeit. Die Phosphatkonzentrationen im Grundwasser von Geest und Hügelland liegen auf einem niedrigen Niveau. Nur bei Vorliegen besonderer hydrogeologischer Verhältnisse können auch höhere Phosphatkonzentrationen erreicht werden, z. B. auch als Folge der Zersetzung organischer Substanz.

In den weitergehenden Ausführungen wird auf die Nährstoffe Ammonium, Kalium und Phosphor wegen der geringen Eignung als Indikatoren für anthropogene Verunreinigungen ggf. nur noch im Einzelfall eingegangen.



Grundwasserprobe-
nahme: Messung
der Leitfähigkeit in
unterschiedlichen
Tiefen

2.3 Entwicklung in der Vergangenheit

Im EG-Nitratbericht für Deutschland aus dem Jahr 2008 wird festgestellt, dass Nitratkonzentrationen in der Größenklasse von mehr als 50 mg/l Nitrat im Zeitraum 1992 bis 2006 zurückgegangen sind (BMUB 2008). Vor allem bei sehr hoch nitratbelasteten Grundwasser-messstellen sind überwiegend sinkende Nitratwerte festzustellen. Allerdings gibt es auch Messstellen mit steigenden Nitratgehalten.

Auch in Schleswig-Holstein verlief die Entwicklung der Nitratwerte nicht einheitlich, es gibt sowohl Messstellen, die durch steigende als auch gleich bleibende oder fallende Nitratkonzentrationen gekennzeichnet sind.

Die systematische Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit in Schleswig-Holstein wurde zu Beginn der 1990er Jahre begonnen. Das so genannte Basismessnetz diente dabei der Beobachtung der geogenen Grundwasserbeschaffenheit, das so genannte Trendmessnetz der Erfassung der durch die flächenhafte Landnutzung beeinflussten Grundwasserbeschaffenheit. Die Messstellen des Basismessnetzes waren überwiegend vergleichsweise tief verfiltert und in aller Regel durch Deck-schichten gegenüber Stoffeinträgen von der Erdoberfläche gut geschützt. Die Messstellen des Trendmessnetzes waren dagegen in aller Regel sehr flach verfiltert (weniger als 10 m unter Geländeoberkante). Sie erfassten die Einflüsse aus der landwirtschaftlichen Flächen-nutzung aber auch aus anderen flächenhaften Landnutzungen, zum Beispiel von Baumschulen oder Golfplätzen.

Dieses Messnetz bestand aus knapp 60 Messstellen, die in etwa gleichmäßig über das Land verteilt waren. Die Standorte orientierten sich dabei nicht an der Nutzbarkeit der Grundwasserleiter, sondern sie sollten, unter Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Strukturen, die naturräumlichen Gegebenheiten Schleswig-Holsteins repräsentieren. Gut geschützte Bereiche wie die Marschen und die abgedeckten Grundwasserleiter des Östlichen Hügellands waren konzeptbedingt von der Beobachtung ausgenommen. Die Messstellen des Trendmessnetzes wurden zweimal im Jahr, im Frühjahr und im Herbst, untersucht.

Mit Beginn der Umsetzung der EG-WRRL hat sich nicht nur das Objekt der Beobachtung geändert (Hauptgrundwasserleiter), sondern auch die räumliche Differenzierung (Grundwasser-körper). Auch die Zeiträume, für die eine Beurteilung der Situation gegeben werden muss (alle 6 Jahre), wurden angepasst.

In die EG-WRRL-Messnetze wurden nur die Messstellen des Trendmessnetzes übernommen, die dem Hauptgrundwasserleiter zugeordnet werden konnten und bei denen sich die Nutzung im Messstellenumfeld sowie die Lage im Grundwasserkörper in das Konzept einfügten. Damit fielen die meisten der Trendmessstellen, bei denen der Bezug zwischen Emission und Immission recht eng war, aus der Beobachtung, da sie in nur lokal verbreiteten Grundwasserleitern oberhalb des Hauptgrundwasserleiters verfiltert waren. Ergänzt wurde das neue Messnetz mit bereits vorhandenen und zum Teil auch für diesen Zweck neu gebauten Messstellen.



Die Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit nach EG-WRRL erfolgt jeweils für die räumliche Einheit eines Grundwasserkörpers bzw. einer Grundwasserkörpergruppe nach einer bundesweit einheitlichen Vorgehensweise. Die Beurteilung der Entwicklung der Nährstoffsituation in Schleswig-Holstein beruht daher für den Zeitraum vor 2005 auf dem Trendmessnetz und nach 2005 auf dem operativen Messnetz.

Die Entwicklung der Nitratgehalte von 1995 bis 2005

Das Messnetz umfasste nach Umstellung rd. 240 Messstellen, die der so genannten überblicksweisen Überwachung des Hauptgrundwasserleiters dienen. Diese Messstellen werden alle 3 Jahre hydrochemisch untersucht. Eine Teilmenge dieses Messnetzes bilden die rd. 180 Messstellen, die in den gefährdeten Grundwasserkörpern eingerichtet sind. Sie bilden das so genannte operative Messnetz und werden einmal pro Jahr untersucht.

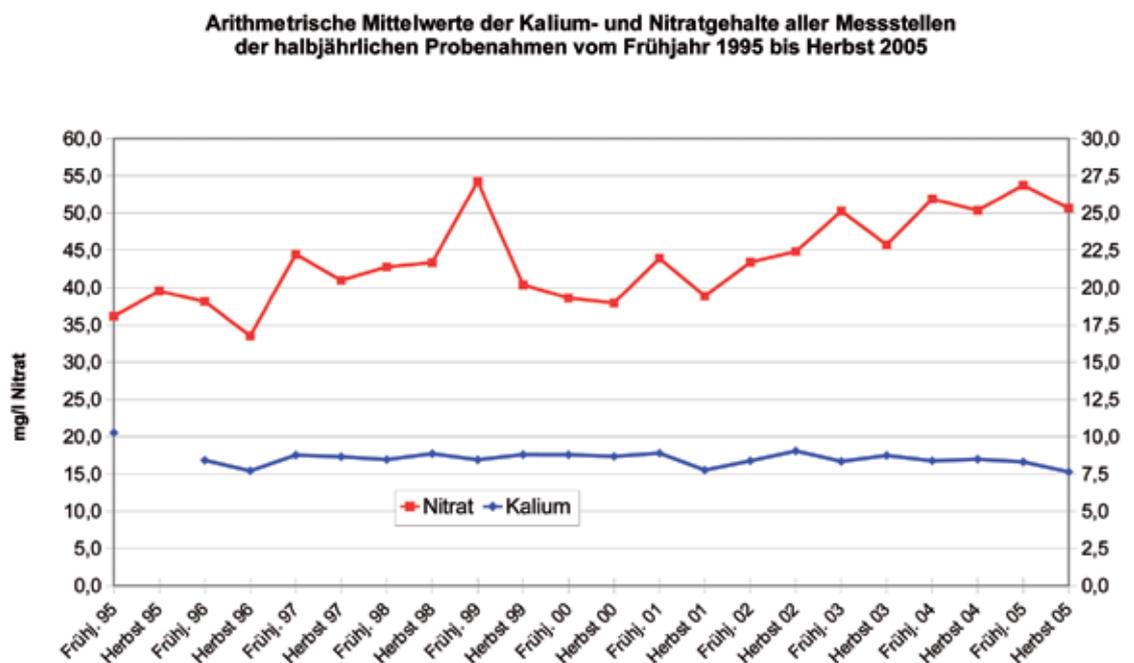
In der Abbildung 4 sind die gemittelten Konzentrationen von Nitrat und Kalium der halbjährlichen Probenahme des Trendmessnetzes vom Frühjahr 1995 bis zum Herbst 2005 dargestellt.

Die zusammenhängende Beschreibung eines Trends in der Grundwasserbeschaffenheit vom Beginn der 1990er Jahre bis heute ist aufgrund der grundsätzlichen Unterschiedlichkeit in den Messnetzkonfigurationen nicht möglich.

Der nährstoffbedingte Einfluss wird sowohl an den hohen Nitratgehalten (im Mittel aller Jahre rund 44 mg/l) als auch an den deutlich erhöhten Kaliumgehalten (im Mittel aller Jahre rund 8,5 mg/l) erkennbar. Während die Kaliumgehalte als mehr oder weniger gleich bleibend bezeichnet werden können, steigen die Nitratgehalte (mit einer vergleichsweise geringen Streuung der Werte) an. Dieser visuelle Eindruck lässt sich auch statistisch gut absichern.

Mit dem Trendmessnetz konnten die Auswirkungen der Nährstoffauswaschungen aus der flächenhaften Landnutzung in ihrer Gesamtheit repräsentativ für Schleswig-Holstein erfasst werden.

Abb. 4:
Mittlere Konzentrationen von Nitrat und Kalium vom Frühjahr 1995 bis zum Herbst 2005 (halbjährliche Probenahme des Trendmessnetzes)



Die Entwicklung der Nitratgehalte ab 2005

Das Messnetz nach EG-WRRL wurde im Jahr 2005 erstmalig untersucht. Aufgrund sich ändernder fachlicher Vorgaben, aber auch weil sich einige der übernommenen Messstellen bei näherer Betrachtung für das Messnetz als nicht geeignet erwiesen, mussten einige Messstellen ersetzt werden.

Entsprechend dem Trendmessnetz sind zunächst die Mittelwerte der einzelnen Jahre aller operativen Messstellen für die Trendbetrachtung herangezogen worden (s. Abb. 5). Im Mittel weisen diese Messstellen einen Nitratgehalt von knapp 29 mg/l auf (arithmetischer Mittelwert). Der Median beträgt lediglich knapp 11 mg/l, was auf eine relativ große Anzahl von Messstellen mit nur sehr geringen Nitratgehalten hinweist. Die Kaliumgehalte können mit knapp 6 mg/l im Mittel aller Messungen ebenfalls als erhöht bezeichnet werden.

Ein Trend kann weder bei den Nitratgehalten, noch bei den Kaliumgehalten festgestellt werden. Dabei unterliegen die Nitratgehalte einer größeren Schwankung, als die sich auf einem recht konstanten Niveau bewegendenden Kaliumgehalte.

In der Abbildung 6 sind für jedes der Jahre 2005–2012 die Messstellen entsprechend ihrer Nitratgehalte gruppiert und der prozentuale Anteil der einzelnen Gruppen am gesamten Messnetz dargestellt.

Es sind zwar zwischen den Jahren Veränderungen sichtbar, eine eindeutige Entwicklung ist aber nicht zu erkennen. Bei einer genaueren Auswertung der hydrochemischen Analyseergebnisse zeigt sich, dass bei den Messstellen mit sehr geringen Nitratgehalten (kleiner 10 mg/l bis kleiner Nachweisgrenze), das Nitrat durch Denitrifikation vollständig bzw. zum großen Teil abgebaut wird. Messstellen im Einflussbereich einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung in Grundwasserleitern ohne eine Deckschicht weisen immer Nitratgehalte größer 10 mg/l auf. Die Höhe der Nitratgehalte hängt dabei neben den bereits erwähnten Einflussfaktoren grundsätzlich davon ab, ob die Flächen als Acker oder Grünland genutzt werden. Hierzu wurde aus dem operativen Messnetz die Teilmenge aller Grünland- und Ackermessstellen mit ungünstigen Deckschichten ausgewählt, da hier der Zusammenhang zwischen der Nutzung an der Erdoberfläche und dem Grundwasser am ehesten gegeben ist. Von diesen 72 Messstellen (rund 40% aller operativen Messstellen) finden sich 38 unter der Nutzung Acker und 34 unter der Nutzung Grünland.

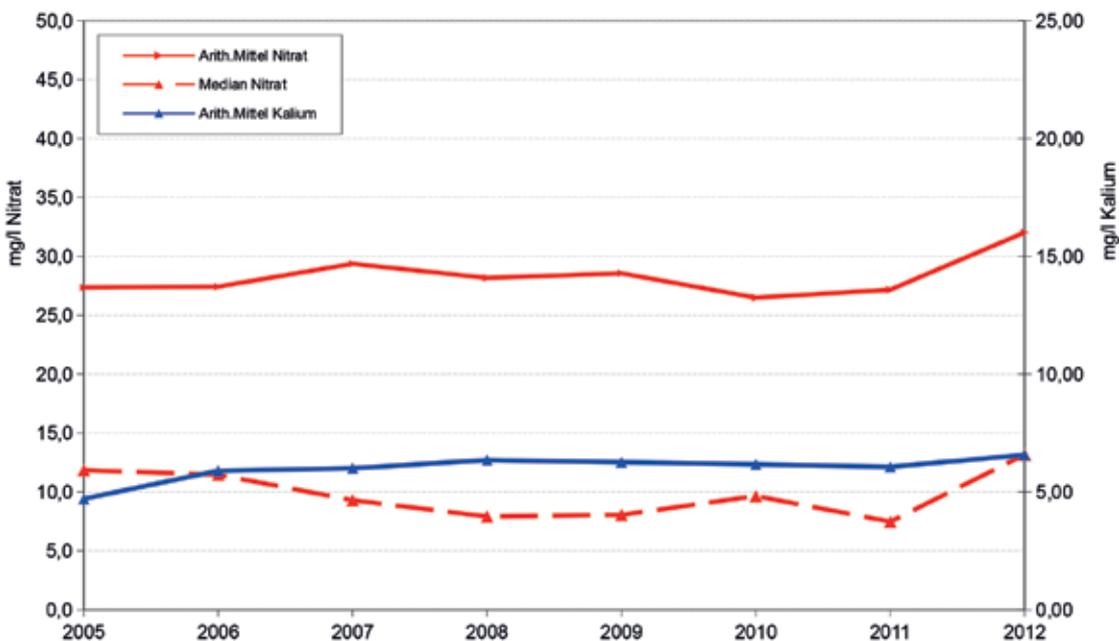
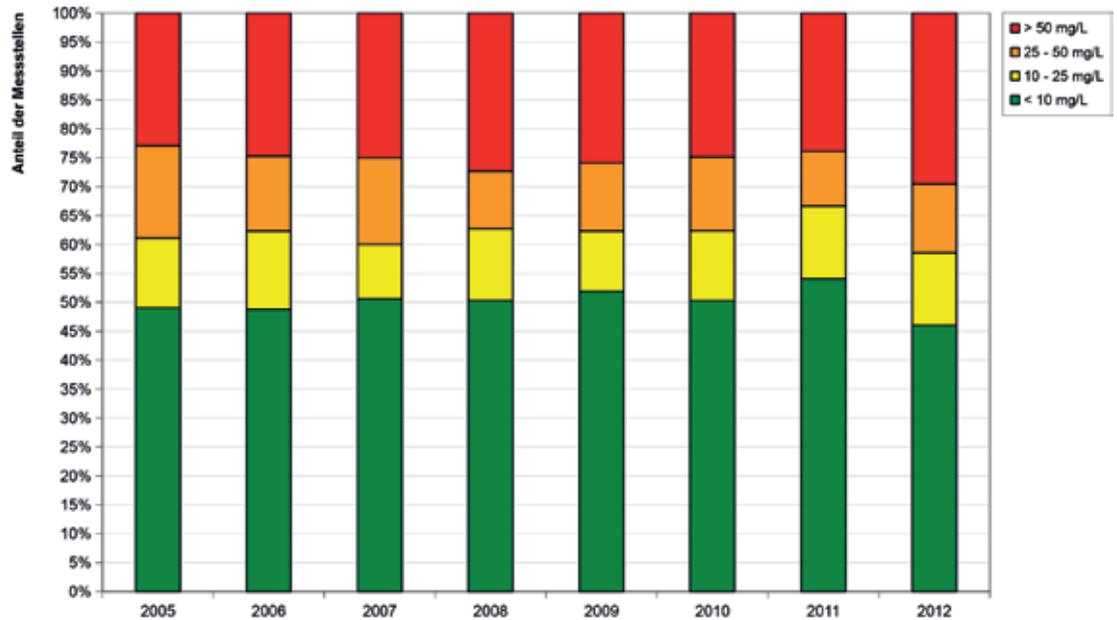


Abb. 5: Mittlere Nitratgehalte in den Messstellen des operativen Messnetzes

Anteil der Messstellen des operativen Messnetzes, gruppiert nach Nitratgehalten

Abb. 6:
Anteile der
Messstellen des
operativen
Messnetzes in
Prozent, gruppiert
nach Nitratgehalten



Die Ganglinien auf Basis des arithmetischen Mittels zeigt die Abbildung 7.

Zu erkennen ist, dass die Nitratgehalte unter Acker mit im Mittel 60 mg/l Nitrat deutlich höher sind als unter Grünland mit rund 25 mg/l Nitrat. Der visuelle Eindruck, dass auch bei dieser differenzierten Darstellung weder unter Acker noch unter Grünland ein Trend erkennbar ist, wird durch die statistische Prüfung bestätigt. Zusammenfassend lassen sich zur zeitlichen Entwicklung der Nitratgehalte folgende Punkte festhalten:

- Aufgrund der Umstellung des Grundwassermessnetzes im Jahr 2005 kann für ganz Schleswig-Holstein keine durchgängige Trendbetrachtung durchgeführt werden.
- Die sehr flach ausgebauten Messstellen des Trendmessnetzes zeigen für den Zeitraum 1995 bis 2005 relativ hohe Nitratgehalte mit einem steigenden Trend im oberflächennächsten Grundwasser.
- Die 2005 in Betrieb genommenen EG-WRRL-Messnetze zeigen ebenfalls deutlich erhöhte Nitratwerte, ein Trend ist jedoch nicht erkennbar. Dieses gilt sowohl für Messstellen unterschiedlichen Nitratniveaus als auch für den Nutzungseinfluss. Der Nutzungseinfluss führt jedoch zu einer deutlichen Differenzierung in der Höhe der Nitratgehalte. Messstellen, in deren maßgebendem Umfeld überwiegend Acker- nutzung betrieben wird, weisen mehr als doppelt so hohe Nitratgehalte auf als Messstellen mit der Nutzung Grünland (60 mg/l bzw. 25 mg/l Nitrat). Geht man überschlägig von einer Grundwasserneubildung unter Acker von 200 mm aus, bedeutet dieses, dass rund 27 kg/ha Stickstoff effektiv zur Auswaschung kommen müssen. Geht man bei gleichen Bedingungen von 160 mm Grundwasserneubildung unter Grünland aus, bedeutet dieses, dass unter Grünland rund 9,0 kg/ha Stickstoff effektiv zur Auswaschung kommen müssen.¹

¹ Aufgrund der ganzjährigen Pflanzenbedeckung und der damit verbundenen längeren aktiven Nährstoff- und Wasseraufnahme durch die Pflanzen ist die Grundwasserneubildungsrate unter Grünland deutlich geringer als unter Ackernutzung.

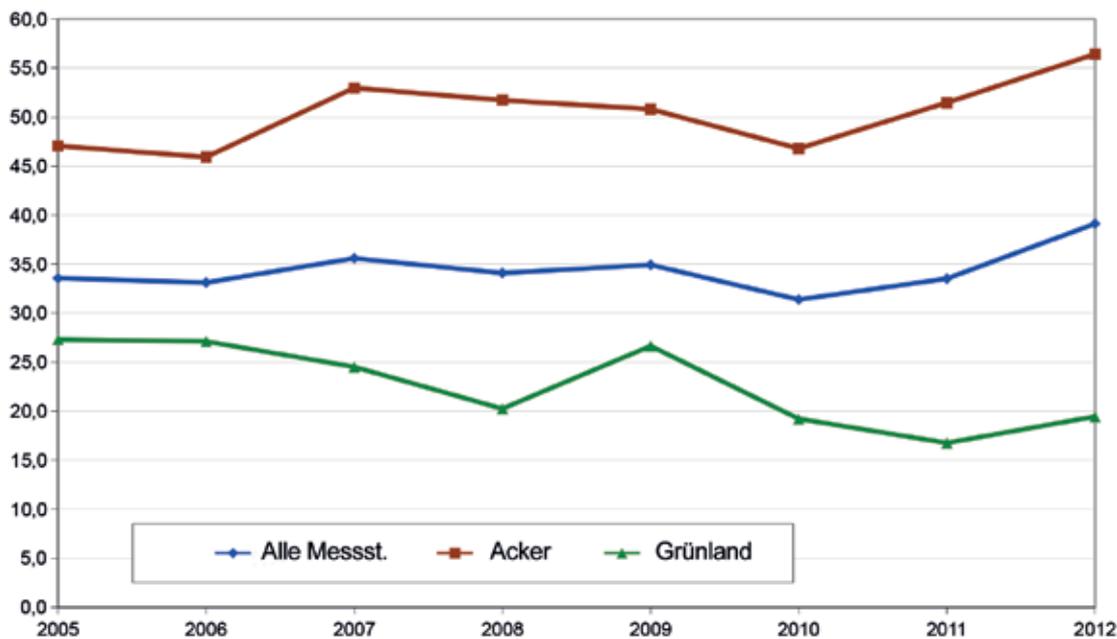


Abb. 7: Darstellung der Nitratgehalte in den Messstellen des operativen Messnetzes bei ungünstigen Deckschichten und differenziert nach den Nutzungen Acker und Grünland

2.4 Belastungen

Die anthropogen bedingte Verunreinigung des Grundwassers mit Nährstoffen, und hier vor allem mit Nitrat, ist auf den diffusen Eintrag dieser Stoffe aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung zurückzuführen. In Schleswig-Holstein werden ca. 70% der Landesfläche landwirtschaftlich genutzt. Da das Grundwasser aus Niederschlägen, die durch den Boden bis in den tieferen Untergrund versickern, neu gebildet wird, kommt der Landwirtschaft als größtem Flächennutzer die höchste Bedeutung im Hinblick auf die Grundwasserbeschaffenheit zu. Dahinter treten Einträge aus der Atmosphäre, Siedlungen, der Kanalisation, Verkehrswegen und Gärten zurück.

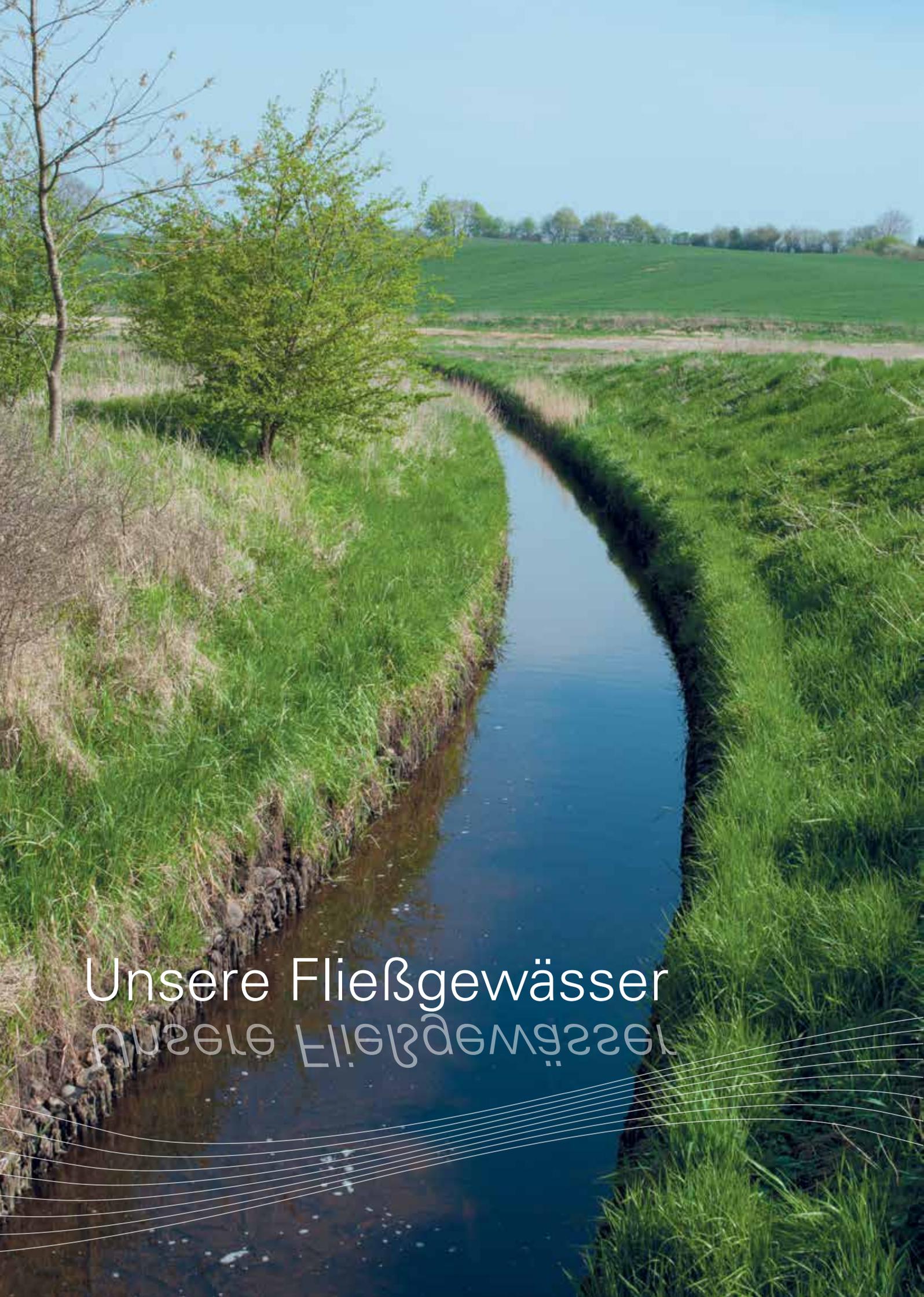
2.5 Handlungsbedarf

Der Handlungsbedarf ergibt sich aus der EG-Wasserrahmenrichtlinie, der Grundwasser-Tochterrichtlinie und der Grundwasserverordnung. Die EG-WRRL verpflichtet die Mitgliedsstaaten zur Erreichung der folgenden nährstoffbezogenen Umweltziele für das Grundwasser:

- Erhaltung bzw. Erreichen des guten chemischen Zustands,
- Umkehr aller signifikanten und anhaltenden Trends bezüglich einer zunehmenden Belastung des Grundwassers auch durch Nährstoffe,
- Verhinderung der Verschlechterung des Zustands aller Grundwasserkörper.

Da der Zustand des Grundwassers gemäß EG-WRRL in 22 Grundwasserkörpern schlecht ist, müssen Maßnahmen zum Erreichen des guten Zustands in diesen Grundwasserkörpern eingeleitet werden.

Die EG-WRRL setzt hierzu enge zeitliche Grenzen, die sich an einem 6-Jahres-Rhythmus orientieren. Da Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit langwierig sind, ist es nicht möglich, bereits im ersten Bewirtschaftungszeitraum bis 2015 die Grundwasserbeschaffenheit von Grundwasserkörpern in schlechtem Zustand in den guten Zustand zu verbessern. Da die grundlegende Maßnahme „Umsetzung der Düngeverordnung (DüV)“ allein als nicht hinreichend für eine rechtzeitige Zielerreichung einzuschätzen ist, wurden ergänzende Maßnahmen ergriffen. Ergänzende Maßnahmen sind die Agrar-Umwelt-Maßnahmen und die landwirtschaftliche Gewässerschutzberatung zur Umsetzung der EG-WRRL in den Grundwasserkörpern in schlechtem chemischem Zustand.



Unsere Fließgewässer
unsere Fließgewässer

3 Fließgewässer

Schleswig-Holstein hat mit mehr als 30.000 km Länge ein sehr dichtes Fließgewässernetz. Die Fließgewässer unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Abflussverhältnisse, Gefälleigenschaften und Substratverhältnisse. Für die Wasserrahmenrichtlinie wurden knapp 6.000 km dem berichtspflichtigen, reduzierten Gewässernetz zugeordnet, typisiert und in Wasserkörper eingeteilt. Entscheidendes Kriterium für die Zuordnung zum reduzierten Netz war, dass sie eine Einzugsgebietsgröße von mindestens 10 km² aufweisen. Von den mehr als 20 Fließgewässertypen Deutschlands kommen 10 Typen in Schleswig-Holstein vor, wobei die Marschgewässer in drei Untertypen weiter untergliedert werden (Tab. 2).

Fließgewässer erfüllen für den Menschen zahlreiche wichtige Funktionen: Indem sie das Niederschlags- und Grundwasser abführen, sichern sie den Abfluss und ermöglichen eine Nutzung der sie umgebenden Flächen.

Fließgewässer förderten die kulturelle Entwicklung; die Besiedlung in früherer Zeit erfolgte häufig entlang bedeutsamer Fließgewässer und ist noch heute in der Siedlungsstruktur Schleswig-Holsteins erkennbar. Gleichzeitig sind Fließgewässer ein Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten, die in der Vergangenheit durch Gewässerausbau, intensive Gewässerunterhaltung und erhöhte Nährstoffeinträge häufig zurückgegangen sind.

Aktuell werden bezogen auf die Länge des reduzierten Gewässernetzes 27% als natürlich, 59% als erheblich verändert und 14% als künstlich eingestuft. Die Mehrzahl dieser Fließgewässer ist in keinem guten ökologischen Zustand. Neben hydromorphologischen Veränderungen belasten vor allem Nährstoffeinträge die Lebensgemeinschaften der Fließgewässer.

Tab. 2: Vorkommen und Häufigkeit der LAWA-Fließgewässertypen in Schleswig-Holstein im berichtspflichtigen, reduzierten Netz (Stand: Juni 2014).

| Fließgewässertyp | Anzahl Wasserkörper | Länge (km) | Anteil an reduziertem Gewässernetz |
|---|---------------------|----------------|------------------------------------|
| 14: Sandgeprägte Tieflandbäche | 130 | 1.463,7 | 23,5% |
| 15: Sand- und Lehmgeprägte Tieflandflüsse | 7 | 66,5 | 1,1% |
| 16: Kiesgeprägte Tieflandbäche | 234 | 1.960,7 | 31,5% |
| 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse | 11 | 107,9 | 1,7% |
| 19: Kleine Niederungsfießgewässer in Fluss- und Stromtälern | 107 | 1.032,0 | 16,6% |
| 20: Sandgeprägte Ströme | 2 | 184,6 | 3,0% |
| 21_N: Seeausflussgeprägte Fließgewässer | 34 | 104,0 | 1,7% |
| 22.1: Gewässer der Marschen | 67 | 853,5 | 13,7% |
| 22.2: Flüsse der Marschen | 8 | 222,4 | 3,6% |
| 22.3: Ströme der Marschen | 1 | 21,6 | 0,3% |
| T1: Übergangsgewässer Elbe | 1 | 74,7 | 1,2% |
| T2: Übergangsgewässer Eider | 1 | 31,7 | 0,5% |
| 77: nicht eingestuft (Kanäle) | 1 | 97,8 | 1,6% |
| Summe | 604 | 6.221,1 | 100,0% |

3.1 Monitoring und Bewertung mit typspezifischen Orientierungswerten

Der Zustand der Fließgewässer wird seit langem mit standardisierten Methoden überwacht und bewertet. Mit Inkrafttreten der EG-Wasserrahmenrichtlinie wurden diese Monitoringprogramme europaweit vereinheitlicht, so dass heute in jedem Staat der ökologische und chemische Zustand der Fließgewässer mit vergleichbaren Methoden erfasst und bewertet wird.

In Schleswig-Holstein wird seit 2006 jährlich an im Mittel mehr als 200 Messstellen der Nährstoffzustand mindestens 12-mal im Jahr beprobt. Das Untersuchungsprogramm unterscheidet Dauermessstellen und jährlich wechselnde Messstellen. Ziel ist, innerhalb eines Bewirtschaftungszeitraums von sechs Jahren jeden Wasserkörper mindestens ein Jahr lang untersucht zu haben.

Mit diesen Messungen werden die „physikalisch-chemischen Bedingungen“ der Fließgewässer erfasst. Hierzu gehören die Temperatur, die Sauerstoffgehalte, pH-Werte, Salzkonzentration und die Nährstoffverhältnisse. Für die Beurteilung der physikalisch-chemischen Verhältnisse hat eine LAWA-Expertengruppe Werte für den sehr guten bzw. guten ökologischen Zustand für die einzelnen Fließgewässertypen – die so genannten Hintergrund- und Orientierungswerte – erarbeitet.

Die Hintergrundwerte beschreiben die physikalisch-chemischen Bedingungen an der Klassengrenze sehr gut zu gut, die Orientierungswerte beschreiben die Verhältnisse an der Klassengrenze mäßig (Tab. 3).

Die Hintergrund- und Orientierungswerte wurden bundesweit abgestimmt, von der LAWA-Vollversammlung bestätigt und als Rakon-Papier zur Rahmenkonzeption Monitoring (LAWA 2007) veröffentlicht. Anfang 2014 hat die LAWA die Hintergrund- und Orientierungswerte überarbeitet (LAWA 2014a).

In Tabelle 3 sind die für die Beurteilung der physikalisch-chemischen Bedingungen in Schleswig-Holstein geltenden Orientierungswerte aller relevanten Parameter zusammengestellt. Ergänzend zu den allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern wurde ein aus dem Meeresschutz abgeleiteter Wert für Gesamt-Stickstoff (Nges) in die Beurteilung mit aufgenommen. Dieser Wert wurde von einer BLMP-Expertengruppe erarbeitet und von der LAWA bestätigt; er beschreibt die meeresökologische Zielvorgabe am Übergabepunkt zwischen limnisch (Süßwasser) und marin (Meerwasser) geprägten Verhältnissen (BLMP 2011, LAWA 2014a). Um die Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie in den Küstengewässern zu erreichen, ist eine Verringerung der Gesamt-Stickstoffkonzentrationen (Nges) auf den Jahresmittelwert von 2,8 mg/l erforderlich.

Tab. 3:
Typspezifische Orientierungswerte für den guten ökologischen Zustand zur Beurteilung der physikalisch-chemischen Bedingungen der Fließgewässers-Wasserkörper in Schleswig-Holstein (Typen vergleiche Tab. 2 LAWA 2007).

| TYP | PO ₄ -P Rakon Mittelwert mg/l | Pges Rakon Mittelwert mg/l | NH ₄ -N Rakon Mittelwert mg/l | Nges BLMP Mittelwert mg/l | O ₂ Rakon Minimum mg/l | pH MIN Rakon Minimum | pH MAX Rakon Maximum | TOC Rakon Mittelwert mg/l | Cl Rakon Mittelwert mg/l |
|------|---|-------------------------------------|---|------------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 14 | 0,07 | 0,1 | 0,3 | 2,8 | > 7 | 6,5 | 8,5 | 7 | 200 |
| 15 | 0,07 | 0,1 | 0,3 | 2,8 | > 6 | 6,5 | 8,5 | 7 | 200 |
| 16 | 0,07 | 0,1 | 0,3 | 2,8 | > 7 | 6,5 | 8,5 | 7 | 200 |
| 17 | 0,07 | 0,1 | 0,3 | 2,8 | > 6 | 6,5 | 8,5 | 7 | 200 |
| 19 | 0,1 | 0,15 | 0,3 | 2,8 | > 6 | 5,0 | 8,0 | 10 | 200 |
| 20 | 0,07 | 0,1 | 0,3 | 2,8 | > 6 | 6,5 | 8,5 | 7 | 200 |
| 21_N | 0,07 | 0,1 | 0,3 | 2,8 | > 6 | 6,5 | 8,5 | 7 | 200 |
| 22.1 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 2,8 | > 4 | 6,5 | 8,5 | 15 | – |
| 22.2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 2,8 | > 4 | 6,5 | 8,5 | 15 | – |
| 22.3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 2,8 | > 4 | 6,5 | 8,5 | 15 | – |
| T1 | 0,012 | 0,034 | – | 2,8 | – | – | – | – | – |
| T2 | 0,012 | 0,034 | – | 2,8 | – | – | – | – | – |
| 0 | – | – | 0,3 | 2,8 | – | – | – | – | 200 |

Bewertung erheblich veränderter oder künstlicher Wasserkörper

Bei der Überprüfung der Einstufung erheblich veränderter oder künstlicher Wasserkörperin 2012 werden Angaben zu den aktuellen chemisch-physikalischen Bedingungen der Wasserkörper benötigt. Bei der Ableitung des guten ökologischen Potenzials können geringfügige Abweichungen von den Orientierungswerten zugelassen werden, soweit die Werte des guten ökologischen Potenzials damit eingehalten werden können. Für Schleswig-Holstein wird vorerst festgelegt, dass ein Überschreiten der typspezifischen Orientierungswerte um ein Viertel (25%) als geringfügige Abweichung gilt. Diese Abweichungen sind zulässig, weil damit abflussbedingte natürliche Schwankungen und an erheblich veränderten Gewässern grundsätzlich zu erwartende schlechtere abiotische Lebensbedingungen berücksichtigt werden.

Datengrundlage

Die Datengrundlage für die Bewertung der physikalisch-chemischen Verhältnisse bilden die Monitoringergebnisse der Gewässergüteüberwachung Schleswig-Holsteins. Dabei werden in der Regel aktuelle Messwerte aus dem gewählten Zeitraum 2006–2010 verwendet.

Die Jahresmittelwerte wurden, sofern in mehreren Jahren untersucht wurde, zu einem Mittelwert für den Zeitraum zusammengefasst. Die Minima und Maxima entsprechen dem jeweils niedrigsten oder höchsten Wert in diesem Zeitraum. Jedem Wasserkörper wird dabei eine Messstelle zugeordnet. Da bislang nicht alle 604 Fließgewässer-Wasserkörper hydrochemisch untersucht wurden, mussten Ergebnisse auf bislang unbeobachtete Wasserkörper übertragen werden. Tabelle 4 zeigt die Häufigkeit der verwendeten Übertragungsmethodiken und deren Güte (Unsicherheit).

Bei der Bewertung der Wasserkörper im Randbereich zu Hamburg wurde vereinzelt auf Messwerte der Gewässergüteüberwachung der Hansestadt Hamburg zurückgegriffen. Die Bewertungsergebnisse werden in Klassen eingeteilt (Tab. 5). Dabei wird zwischen gemessenen und übertragenen Bewertungsergebnissen unterschieden, um die Datengrundlagen und die damit verbundenen Unsicherheiten transparent zu halten. In einigen Fällen ist eine Bewertung eines Wasserkörpers für einen Parameter nicht notwendig. In wenigen Einzelfällen können die beschriebenen Übertragungsverfahren aufgrund fehlender Messwerte nicht angewendet werden. In beiden Fällen werden diese Wasserkörper grau abgebildet.

Tab. 4:
Häufigkeit und Güte (Unsicherheit) der verwendeten Übertragungsmethodik

| Anzahl | Methode | Unsicherheit |
|--------|---|---|
| 339 | Messstelle mit Messwerten aus dem Zeitraum 2006–2010 im Wasserkörper | Sehr gering aufgrund guter Datengrundlage |
| 12 | Übertragen von Messstelle mit Messwerten aus dem Zeitraum 2001–2005 im Wasserkörper | Mittel aufgrund älterer Datengrundlagen |
| 117 | Übertragen von Messstelle mit Messwerten aus dem Zeitraum 2006–2010 unterhalb des Wasserkörpers | Gering aufgrund guter Datengrundlage |
| 12 | Übertragen von Messstelle mit Messwerten aus dem Zeitraum 2006–2010 oberhalb des Wasserkörpers | Gering aufgrund guter Datengrundlage |
| 124 | Übertragen von Messstelle mit Messwerten aus dem Zeitraum 2006–2010 aus benachbartem Gewässersystem | Mittel aufgrund mäßiger Datengrundlage |

Tab. 5:
Klassen für die Beurteilung der Einhaltung bzw. Überschreitung der typspezifischen Orientierungswerte für den guten ökologischen Zustand

| Klasse | Definition |
|---|--|
| Eingehalten | Kenngroße unterschreitet Orientierungswert |
| Wahrscheinlich eingehalten | Übertragene Kenngroße unterschreitet Orientierungswert |
| geringfügig überschritten | Kenngroße überschreitet Orientierungswert bis maximal 25% |
| Wahrscheinlich geringfügig überschritten | Übertragene Kenngroße überschreitet Orientierungswert bis maximal 25% |
| überschritten | Kenngroße überschreitet Orientierungswert mehr als 25 bis maximal 100 % |
| Wahrscheinlich überschritten | Übertragene Kenngroße überschreitet Orientierungswert mehr als 25 bis maximal 100% |
| stark überschritten | Kenngroße überschreitet Orientierungswert um mehr als 100% |
| Wahrscheinlich stark überschritten | Übertragene Kenngroße überschreitet Orientierungswert um mehr als 100% |
| Keine Bewertung | Bewertung nicht notwendig oder nicht möglich |

3.2 Aktueller Zustand und Handlungsbedarf

Abbildung 8 zeigt das Ergebnis der landesweiten Beurteilung der physikalisch-chemischen Bedingungen in den Fließgewässer-Wasserkörpern Schleswig-Holsteins.

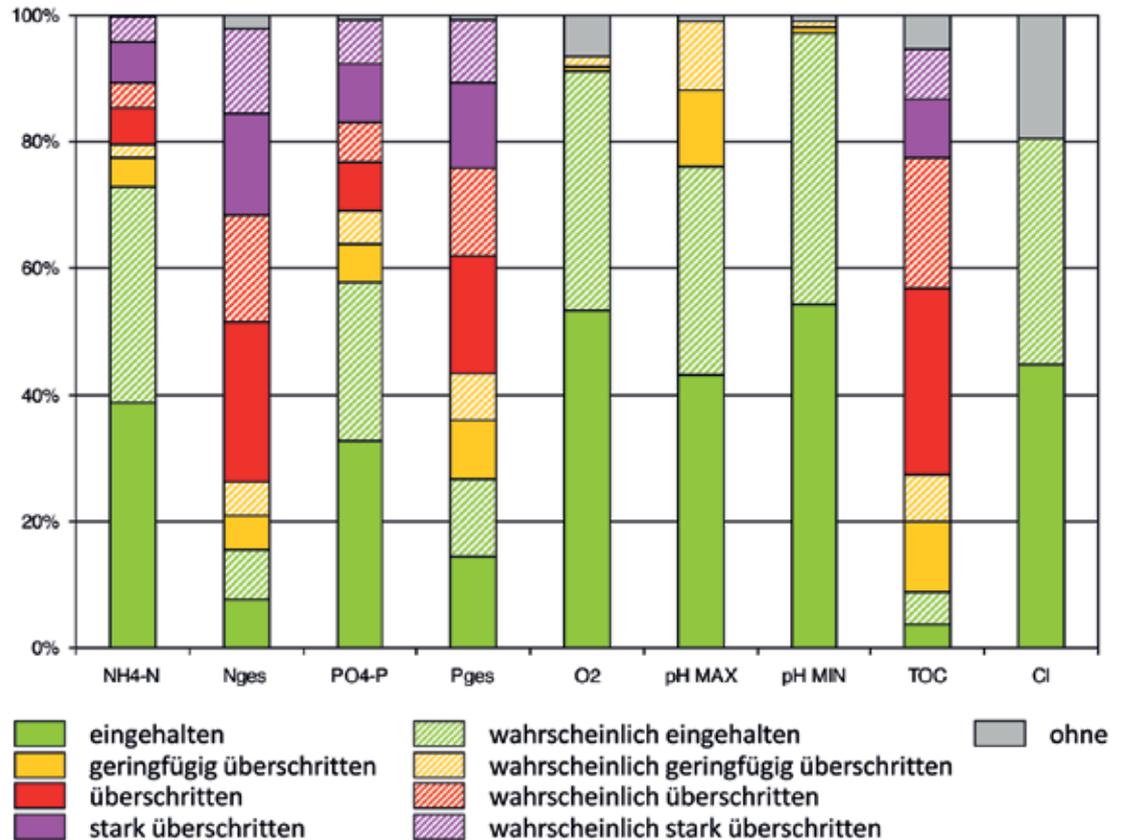
Ammonium entsteht im Stickstoffkreislauf, wenn organisches Material unter sauerstofffreien Bedingungen abgebaut wird. Es gelangt entweder über punktuelle Eintragspfade über das Abwasser oder über diffuse Eintragspfade wie zum Beispiel über Dränagen in Fließgewässer. Im Fließgewässer wirkt Ammonium in Abhängigkeit vom pH-Wert giftig für Fische und Wirbellose; da für den Abbau durch Oxidation ein erheblicher Sauerstoffbedarf besteht, ist eine hohe Ammonium-Konzentration ein Indikator für eine schlechte Wasserqualität.

Die typspezifischen Orientierungswerte für **Ammonium** ($\text{NH}_4\text{-N}$) werden an etwa einem Viertel der Wasserkörper nicht eingehalten. An etwa 20% der Wasserkörper werden die Orientierungswerte mehr als geringfügig überschritten, hier sind Maßnahmen zur Verringerung der Ammonium-Konzentration notwendig, um die Lebensbedingungen für die limnische Flora und Fauna zu verbessern (Abb. 9).

Phosphat ist ein wichtiger Pflanzennährstoff. Seine mangelnde Verfügbarkeit schränkt das Pflanzenwachstum ein; daher wird der Nährstoff in der Landwirtschaft entsprechend dem Bedarf gedüngt. Phosphat-Verbindungen gelangen entweder über das Abwasser oder über diffuse Eintragspfade in Oberflächengewässer. Durch den Kläranlagenausbau konnten deren Phosphat-Einträge in der Vergangenheit deutlich gesenkt werden. Im Fließgewässer regt Phosphat das Pflanzenwachstum an. Ein übermäßiges Pflanzenwachstum verschlechtert die Lichtverfügbarkeit und durch den vermehrten Anfall an Biomasse auch die Sauerstoffgehalte, so dass sich indirekt auch die Lebensbedingungen für Kleinstlebewesen und Fische verschlechtern.

Die typspezifischen Orientierungswerte für **ortho-Phosphat** ($\text{PO}_4\text{-P}$) werden an etwa zweifünftel der Wasserkörper nicht eingehalten (Abb. 10). An knapp einem Drittel der Wasserkörper werden die Orientierungswerte mehr als geringfügig überschritten, hier sind Maßnahmen zur Verringerung der ortho-Phosphat-Konzentration notwendig, um die Lebensbedingungen für die limnische Flora und Fauna zu verbessern.

Abb. 8:
Physikalisch-chemische Bedingungen der Fließgewässer-Wasserkörper Schleswig-Holsteins (Stand: Januar 2012) (Legende s. Tabelle 5 auf Seite 29) (n = 604).



Die mit dem Begriff Gesamt-Phosphor bezeichnete Stoffgruppe umfasst organisch oder anorganisch gebundene Phosphor-Verbindungen. Diese Verbindungen sind zwar nicht direkt für Lebewesen verfügbar, beim Abbau von an organischem Material gebundenen Verbindungen oder durch Rücklösung von an Sedimenten gebundenen Verbindungen aber werden diese Stoffe nach Abbau zum Orthophosphat, dem sogenannten „reaktiven“ Phosphor, bioverfügbar. Sie wirken dann über das Pflanzenwachstum auf die aquatischen Lebensgemeinschaften. An Partikel gebundene Phosphor-Verbindungen gelangen meist über diffuse Eintragspfade wie Erosion oder Abschwemmung in Oberflächengewässer.

Die typspezifischen Orientierungswerte für **Gesamt-Phosphor** (Pges) werden an knapp dreiviertel der Wasserkörper nicht eingehalten (Abb. 11). An mehr als der Hälfte der Wasserkörper werden die Orientierungswerte mehr als geringfügig überschritten, hier sind Maßnahmen zur Verringerung der Gesamt-Phosphor-Konzentration notwendig, um die Lebensbedingungen für die limnische Flora und Fauna zu verbessern.

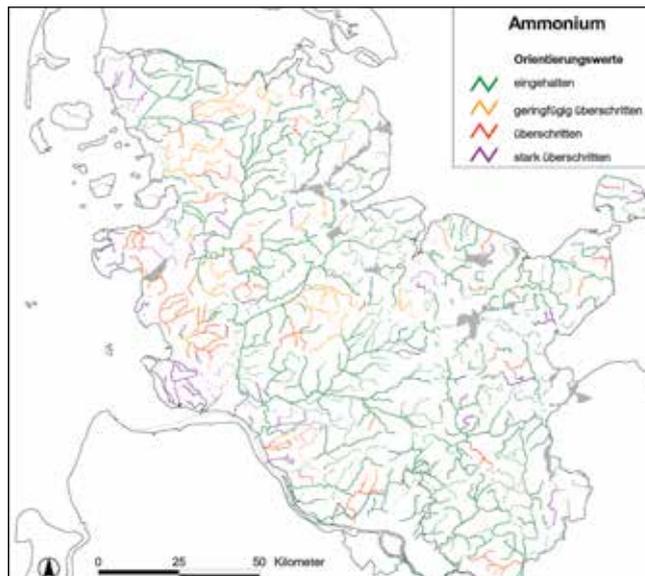


Abb. 9: Einhaltung bzw. Überschreitung der fließgewässertypischen Orientierungswerte für Ammonium (Stand Januar 2012; Bewertung nach LAWA 2007; Dicke Linien: Beurteilung anhand von Messwerten im Wasserkörper; dünne gestrichelte Linien: Beurteilung übertragen).

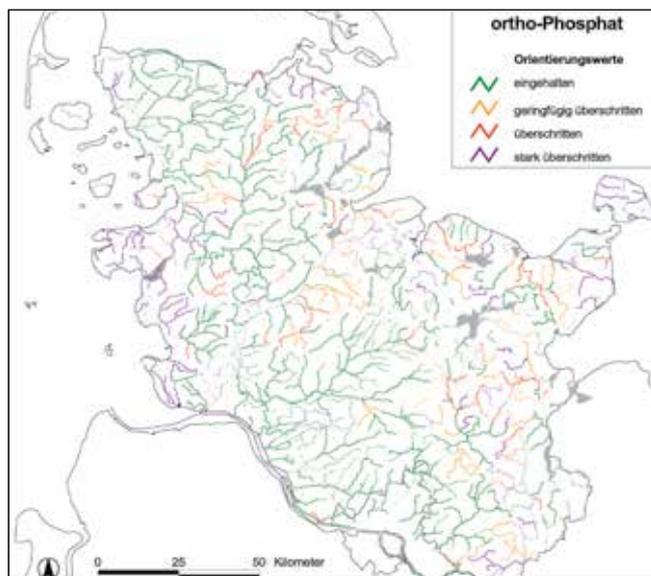


Abb. 10: Einhaltung bzw. Überschreitung der fließgewässertypischen Orientierungswerte für ortho-Phosphat (Legende siehe Abb. 9).

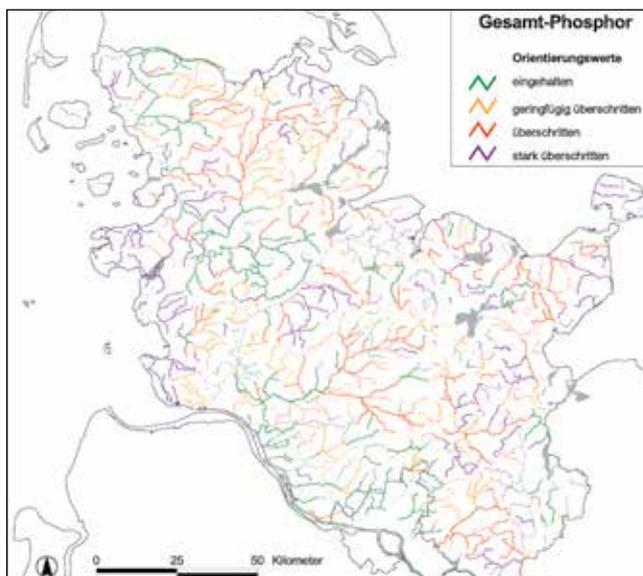


Abb. 11: Einhaltung bzw. Überschreitung der fließgewässertypischen Orientierungswerte für Gesamt-Phosphor (Legende siehe Abb. 9).



Sauerstoff ist für alle Lebewesen ein unverzichtbares Element zur Aufrechterhaltung ihrer Stoffwechselaktivität. Zu geringe Sauerstoffgehalte in Gewässern können zu Sauerstoffarmut bis hin zu einem Absterben von Fischen und Kleinstlebewesen führen. Die Sauerstoffgehalte können sich in Gewässern durch den Abbau von organischem Material oder die Oxidation von Ammonium verringern. Abbau und Oxidation werden durch hohe Temperaturen im Sommer und langsame Fließgeschwindigkeiten begünstigt.

Die typspezifischen Orientierungswerte für Sauerstoff (O_2) werden an fast allen Wasserkörpern eingehalten (Abb 12). Maßnahmen zur aktiven Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse sind nur in Einzelfällen notwendig.

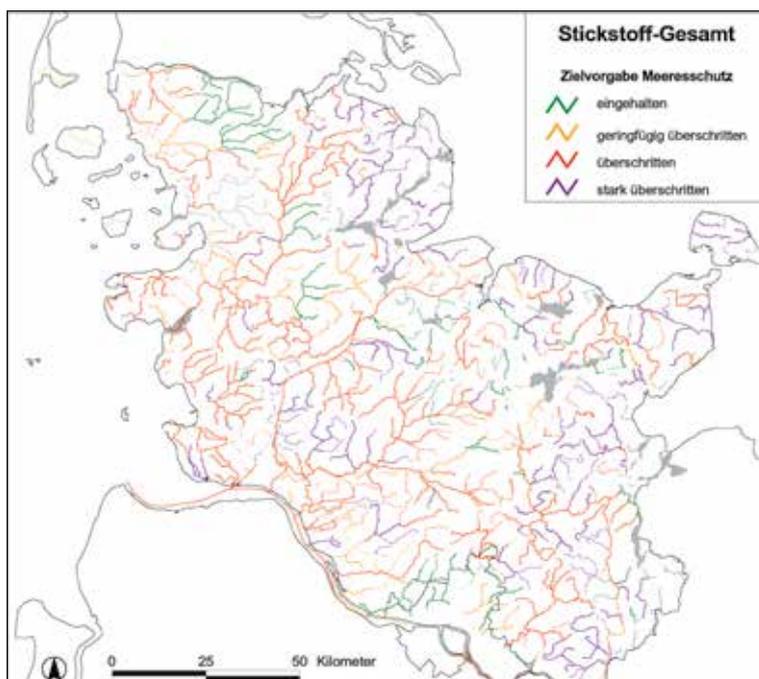
Gelöste und organisch gebundene Stickstoff-Verbindungen im Gewässer werden als **Gesamt-Stickstoff** (Nges) bezeichnet.

Stickstoff ist ein wichtiger Pflanzennährstoff. Seine Verfügbarkeit schränkt das Pflanzenwachstum ein; daher wird der Nährstoff in der Landwirtschaft entsprechend dem Bedarf der Kulturpflanzen gedüngt. Gelöste und organisch gebundene Stickstoff-Verbindungen gelangen entweder über das Abwasser oder über diffuse Eintragspfade in Oberflächengewässer.

Im Fließgewässer werden organisch gebundene Stickstoff-Verbindungen weiter abgebaut, dabei wird Sauerstoff verbraucht. Weiterhin wird das Pflanzenwachstum angeregt. Vor allem in den Meeren gilt die Verfügbarkeit von Stickstoff als limitierend für die Biomasseproduktion.

Die **Zielvorgaben des Meeresschutzes** (LAWA 2014b) für Gesamt-Stickstoff (Nges) werden an vierfünftel der Wasserkörper (82%) nicht eingehalten. An knapp dreiviertel der Wasserkörper werden die meeresökologisch abgeleiteten Zielvorgaben mehr als geringfügig überschritten, hier sind Maßnahmen zur Verringerung der Gesamt-Stickstoff-Konzentration notwendig, um die Lebensbedingungen für die marine Flora und Fauna in den Küstengewässern der Nord- und Ostsee zu verbessern.

Abb. 12:
Einhaltung bzw.
Überschreitung der
Zielvorgaben des
Meeresschutzes für
Gesamt-Stickstoff
(Legende siehe
Abb. 9).



3.3 Entwicklung der Nährstofffrachten und -konzentrationen

Aus den Ergebnissen der Gewässergüteüberwachung und denen der Abflussuntersuchungen werden jährliche Nährstofffrachten für die großen Flüsse Schleswig-Holsteins ermittelt und anschließend für die drei Entwässerungsgebiete Nord- und Ostsee sowie Elbe aufsummiert. Abbildung 13 zeigt die Entwicklung der Stickstoff- und Phosphorfrachten aus Schleswig-Holstein von 1975 bis 2012.

Die ermittelten Frachten schwanken aufgrund jährlich unterschiedlicher Niederschlagsmengen und -verteilungen stark von Jahr zu Jahr. Dieser Effekt wird durch eine Abflussnormierung herausgerechnet. Dann ist ersichtlich, dass die Stickstoff- und Phosphorfrachten in Schleswig-Holstein in den 1970er und 1980er Jahren aufgrund des Kläranlagenausbaus deutlich zurückgegangen sind, aber in den letzten zwanzig Jahren keine wesentliche Abnahme mehr zu beobachten ist.

Abbildung 14 zeigt die Entwicklung des Jahresmittelwerts für Gesamtstickstoff und für Gesamt-Phosphor aller in einem Jahr untersuchten Fließgewässer für den zwanzigjährigen Zeitraum 1991 bis 2011. In beiden Fällen ist keine Abnahme der mittleren Konzentrationen sichtbar. Die meeresökologischen Zielvorgaben werden für Gesamt-Stickstoff deutlich überschritten; für Gesamt-Phosphor liegen die

Jahresmittelwerte innerhalb der (breiten) Spanne der von der LAWA 2007 verabschiedeten Orientierungswerte. Aber auch hier werden an fast allen Fließgewässertypen die Orientierungswerte überschritten.

Insgesamt ist die Frachtentwicklung in Schleswig-Holstein ernüchternd. An einzelnen Fließgewässern zeigen sich aber Verbesserungen. Die Veränderungen werden für ausgewählte Frachtmessstellen im Abschnitt „Belastungen der Meeresgewässer“ behandelt.

Abb. 13: Entwicklung der ermittelten und abflussnormierten Stickstoff- und Phosphorfrachten aus Schleswig-Holstein in Ostsee, Nordsee und Elbe.

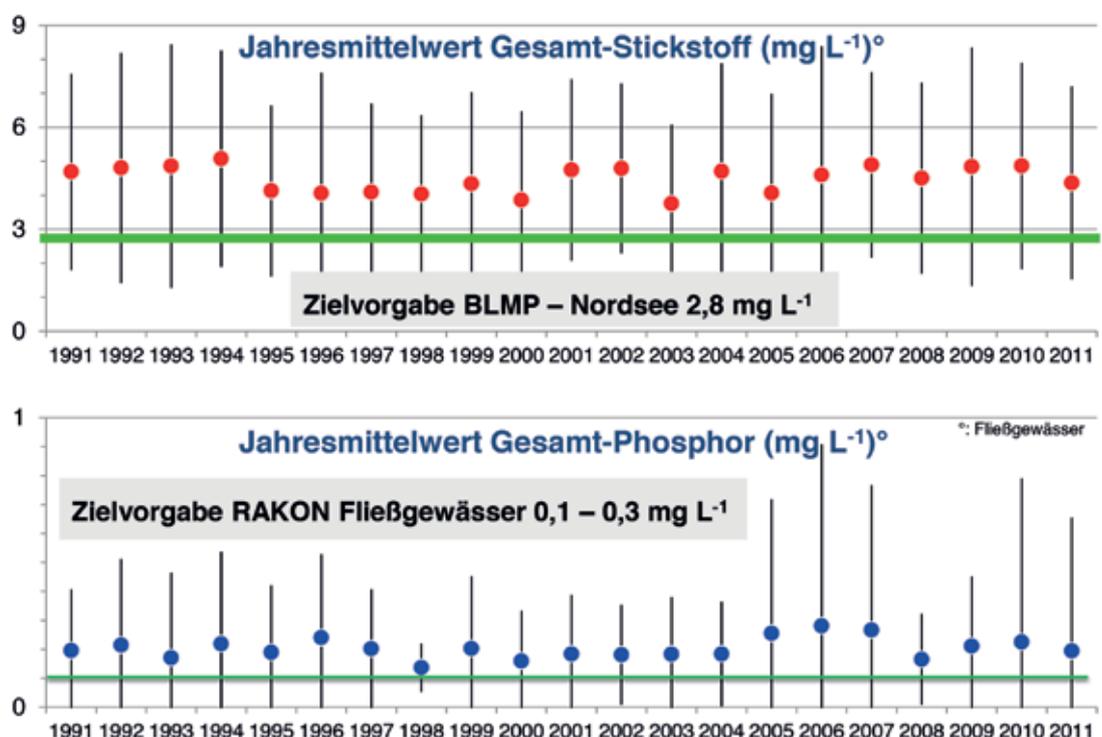
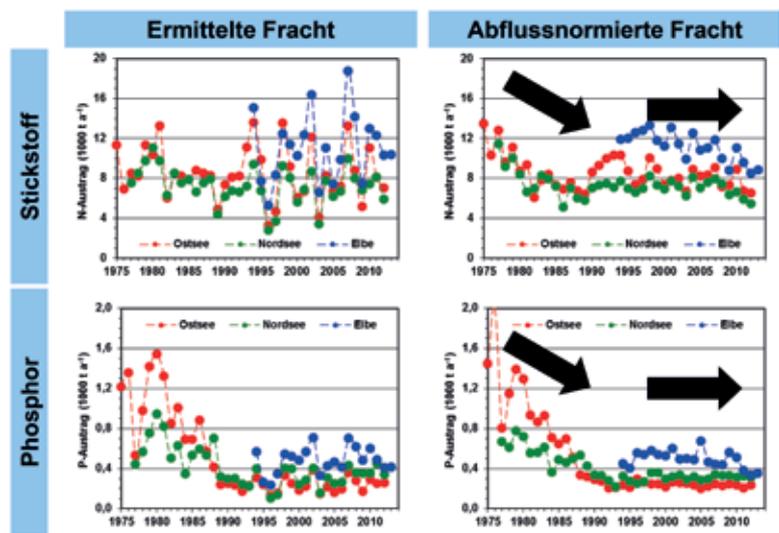


Abb. 14: Entwicklung der Jahresmittelwerte für Gesamtstickstoff (oben) und Gesamtphosphor (unten) aller schleswig-holsteinischen Fließgewässermessstellen im Zeitraum 1991–2011.



Unsere Seen
NURZULE ZEGEN

4 Seen

Seen sind wesentliche Elemente der schleswig-holsteinischen Landschaft und erfüllen wichtige Funktionen im Natur- und Wasserhaushalt. Sie sind als Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten von großer ökologischer Bedeutung. Als Wasserspeicher halten sie das Niederschlagswasser in der Landschaft. Gut die Hälfte der von Fließgewässern in Schleswig-Holstein jährlich abgeleiteten Niederschlagswassermengen wird in den Seen vorübergehend zurückgehalten. Die Verweildauer kann dabei zwischen drei Monaten und über zehn Jahren liegen.

Die Seen stehen durch ihre Zuflüsse und den direkten See-Umland-Kontakt in enger Wechselwirkung mit ihrem Einzugsgebiet.

Aus dem Einzugsgebiet erhalten sie Nährstoffe und andere Stoffgruppen durch direkte Einleitung, Auswaschung und Erosion. Da die Wasseraufenthaltszeit in Seen relativ hoch ist, wirken sie in der Landschaft oftmals als Nährstoffsinken. Sie reagieren daher viel empfindlicher und anhaltender auf Stoffeinträge als Fließgewässer.

Seen haben darüber hinaus auch eine wirtschaftliche Bedeutung. Viele Seen werden für die Naherholung genutzt und sind für den Tourismus im Binnenland von wirtschaftlicher Bedeutung. Außerdem werden zahlreiche Seen fischereilich genutzt.



4.1 Monitoring und aktueller Zustand der Seen

In Schleswig-Holstein kommen fünf Seentypen vor (Abb. 15). Abgegrenzt werden die einzelnen Typen anhand hydromorphologischer Kriterien:

- ihrer thermischen Schichtung (vorhanden/nicht vorhanden),
- der mittleren Tiefe (>/< 3 m),
- ihrer Einzugsgebietsgröße in Bezug auf ihr Seevolumen (VQ >/< 1,5) und
- ihrer theoretischen Wasseraufenthaltszeit (MATHES et al. 2002).

Hinzu kommen Sondertypen (Strandseen der Ostseeküste, huminstoffgeprägte Seen) und die künstlichen Seen an der Westküste (Lagunen, Binnenseen und Speicherbecken). Untersucht werden die meisten Seen des Landes – mit einer Fläche von über 0,5 km² – regelmäßig im Rhythmus von drei bis 6 Jahren im Überblicks- bzw. operativen Monitoring. Die Beprobungen finden vom Frühjahr bis zum Herbst an möglichst sieben Terminen statt.

Zur Aufnahme der physikalischen und chemischen Bedingungen werden von einem Boot aus Messungen durchgeführt bzw. Wasserproben entnommen. Stickstoff und Phosphor sind die wichtigsten Pflanzennährstoffe, die maßgeblich zur Eutrophierung (Überdüngung) der Seen beitragen können.

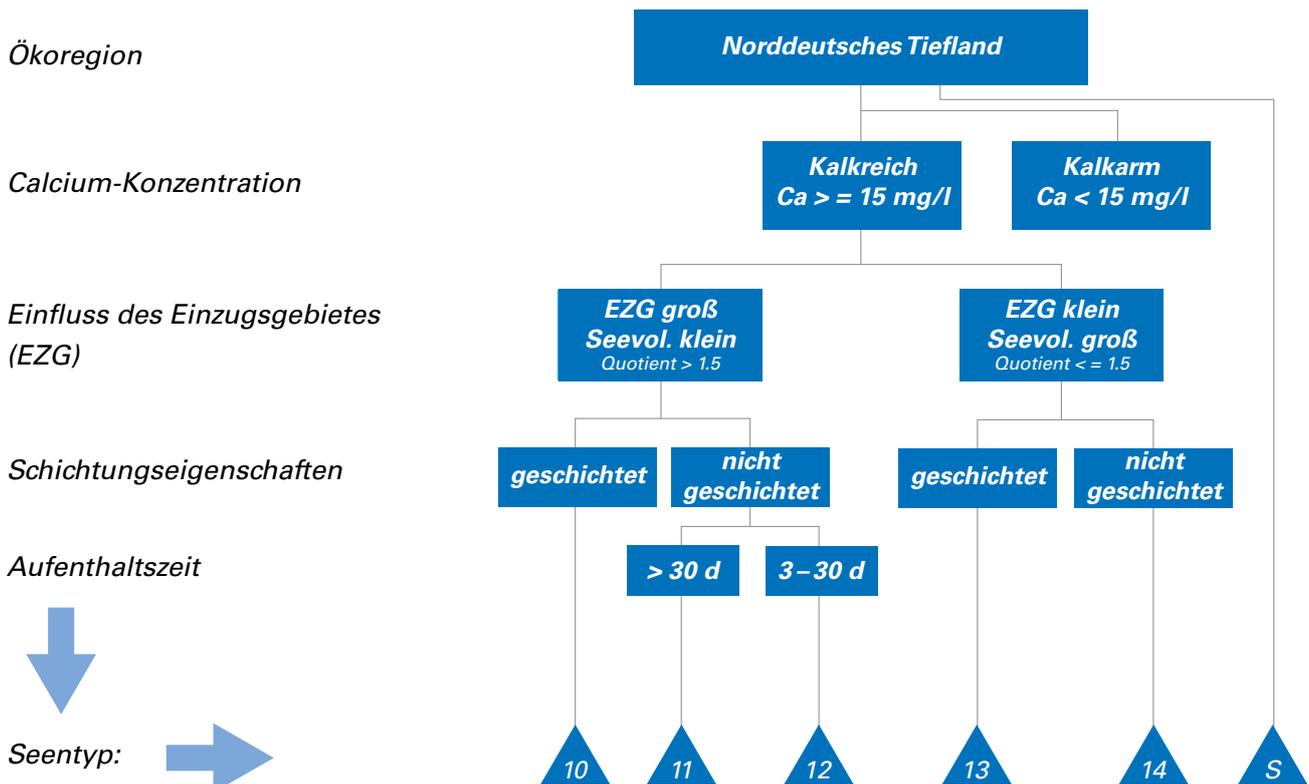
Die Kenntnis dieser Messgrößen ist daher für die Beschreibung der Nährstoffsituation im See wichtig.

Die Untersuchung der Flora und Fauna dient hauptsächlich einer Einschätzung, inwieweit das Seeökosystem intakt ist und sich in einem möglichst naturnahen Zustand befindet. Dazu werden wichtige Organismengruppen wie Mikroalgen, Wasserpflanzen und wirbellose Tiere näher untersucht.

Dabei zeigt sich, dass die meisten Seen in Schleswig-Holstein den guten ökologischen Zustand gemäß der europäischen Wasser-Rahmenrichtlinie verfehlen. Die Bewertung erfolgt typspezifisch und stützt sich hauptsächlich auf die beiden charakteristischsten und Trophie-indikativsten Lebensgemeinschaften Phytoplankton (Mikroalgen) und Makrophyten (Unterwasservegetation). Im Rahmen des ersten Bewirtschaftungsplanes wurden 2009 alle 73 schleswig-holsteinischen Seen mit einer Fläche größer 0,5 km² bewertet. Die Bewertung wird jährlich aktualisiert.

Als „gut“ wird aktuell nur der ökologische Zustand des Selenter Sees und des Suhrer Sees eingeschätzt. Der Zustand des Schlunesees wechselt u.a. in Abhängigkeit von meteorologischen Bedingungen zwischen „gut“

Abb. 15:
Hydromorphologische Seentypen des norddeutschen Tieflands 10 bis 14 inklusive Sondertypen (S)



und „mäßig“: 20 Seen, d.h. ca. ein Drittel der natürlichen Seen, befinden sich derzeit in einem mäßigen Zustand. Diese Bewertungsklasse wird vielen großen Seen des Landes, wie z. B. dem Großen Plöner See, dem Schaalsee, dem Großen Ratzeburger See und dem Westensee zugeordnet. Ein Großteil befindet sich in einem unbefriedigenden ökologischen Zustand. Mit „schlecht“ werden 10 Seen bewertet, deren Makrophytenbewuchs in vielen Fällen als verodet eingestuft werden muss.

Der Stoffhaushalt der künstlichen Westküstenseen wird stark vom nährstoffreichen Marschboden beeinflusst. Es werden daher die Hintergrund- und Orientierungswerte von den Marsch-Fließgewässern (Typ 22) herangezogen, da die vorgegebenen Phosphorkonzentrationen für den sehr guten bzw. guten ökologischen Zustand des ähnlichsten Seentyps 11.2k und 12k zu niedrig sind. Die Hintergrund- und Orientierungswerte für Fließgewässer-Typ 22 liegen bei 0,1 bzw. 0,3 mg/l P, somit im poly- bis hypertrophen Bereich. Es wird daher davon ausgegangen, dass bei den Seen die Nährstoffbelastung aus dem Einzugsgebiet sehr viel niedriger ist als der natürliche interne P-Eintrag aus dem Marschboden und sie das gute ökologische Potenzial aufweisen.

Ursache für die Verfehlung der WRRL-Ziele ist größtenteils die Überversorgung der Seen mit Nährstoffen, insbesondere mit Phosphor. Die damit einhergehende Eutrophierung der Seen

hat negative Auswirkungen auf die Ausprägung der seetypischen Lebensgemeinschaften. Die starke Überdüngung bewirkt außerdem, dass viele Seen ihre Funktion als Nährstoffsenke in der Landschaft nicht mehr erfüllen. Ungeschichtete Seen können sogar aufgrund einer hohen Nährstoffrücklösung aus dem Sediment zeitweise als Nährstoffquelle wirken.

Auf der Basis des Bewertungsverfahrens für Phytoplankton wurden typspezifische Referenzzustände definiert (RIEDMÜLLER et al. 2012). Auf Basis einer bundesweiten Seendatenbank wurden für die einzelnen Seentypen die Übergangsbereiche des Gesamtphosphors für die Zustandsklassengrenzen „sehr gut/gut“ und „gut/mäßig“ abgeleitet. Diese beziehen sich ausschließlich auf die ökologische Bewertung und die Konzentrationen des Freiwassers eines Sees. Dabei wurde bewusst auf „Grenzwerte“ verzichtet, da die angegebenen Übergangsbereiche den beobachteten Auslenkungen bei den Seen gerechter werden. Die so genannten Hintergrund- und Orientierungswerte sind in Tabelle 6 zu sehen.

Bei der Überprüfung der Untersuchungsergebnisse der 62 natürlichen Seen zeigte sich, dass der Orientierungswert für Phosphor für den guten ökologischen Zustand bei 80% der schleswig-holsteinischen Seen nicht eingehalten wurde. Die einzelnen Seentypen verhielten sich dabei nicht gleich.

Tab. 6:

Typspezifische Klassengrenzen der Seen im Tiefland für Phosphor als Mittelwert der Vegetationsperiode (März)/April bis Oktober/(November) für den Referenzzustand und den guten ökologischen Zustand nach RIEDMÜLLER et al. (2012)

| Ökoregion | Seentyp | Maximaler Trophiestatus im Referenzzustand bzw LAWA-Index | Grenzbereiche Gesamtphosphor -Saisonmittel (µg/L) | |
|---|---------|---|---|------------------------------------|
| | | | Obergrenze Referenzzustand sehr gut/gut | Obergrenze guter Zustand gut/mäßig |
| Gesch. Tieflandseen mit VQ >1,5 und <15; Wasseraufenthaltszeit 1 bis 10 a | 10.1 | (schwach) mesotroph 1 2,0 | 17–22 | 30–35 |
| Gesch. Tieflandseen mit VQ >15; Wasseraufenthaltszeit 0,1 bis 1 a | 10.2 | (stark) mesotroph 2 2,25 | 25–30 | 35–45 |
| ungesch. Tieflandseen mit VQ > 15 | 11.1 | (stark) mesotroph 2 2,5 | 25–30 | 30–40 |
| ungesch. Tieflandseen mit VQ > 15 und mittlerer Tiefe <= 3 m | 11.2 | (schwach) eutroph 1 2,75 | 28–34 | 35–55 |
| ungesch. Tieflandseen mit VQ > 15, Aufenthaltszeit 3 bis 30 Tage | 12 | (stark) eutroph 2 3,25 | 40–50 | 60–90 |
| Gesch. Tieflandseen mit VQ <= 1,5 | 13 | (schwach) mesotroph 1 1,75 | 15–22 | 25–35 |
| ungesch. Tieflandseen mit VQ > 1,5 | 14 | (stark) mesotroph 2 2,25 | 18–25 | 35–45 |

Häufig überschritten wurde der Orientierungswert vor allen Dingen bei dem Typ 11, dem ungeschichteten See mit verhältnismäßig großem Einzugsgebiet (VQ größer 1,5) (siehe Abb. 16). Die Nährstoffeinträge sind bei diesen Seen aufgrund des großen Einzugsgebietes entsprechend hoch. Zudem ist das Regenerationspotenzial wegen der fehlenden bzw. schwachen thermischen Schichtung und der daher auf das Algenwachstum förderlich wirkenden Phosphorrücklösung im Sommer niedrig.

Bei den Seen des Typs 13 ist ein anderes Muster zu erkennen. Die tiefen, thermisch geschichteten Seen mit kleinem Einzugsgebiet erreichen überdurchschnittlich häufig die für den guten ökologischen Zustand notwendigen geringen Phosphorkonzentrationen.

Es zeigt sich aber auch, dass die Lebensgemeinschaften nicht allein nur von der aktuellen Phosphorkonzentration beeinflusst werden. Während 20% der Seen den Orientierungswert für Phosphor einhalten, erreichen nur wenige

Prozent davon den guten ökologischen Zustand. Der gute ökologische Zustand wird bei einigen Seen nicht aufgrund einer zu hohen Phytoplankton-Biomasseentwicklung verfehlt, sondern aufgrund mangelnder Artenvielfalt oder einer Verschiebung des Artengefüges. Dieses gilt insbesondere für die Unterwasservegetation (siehe Abb. 17).

Ursache dafür könnte eine früher höhere Belastung der Seen sein. Während das Freiwasser schon an Nährstoffen verarmt ist, findet man in den Sedimenten noch hohe Nährstoffkonzentrationen bzw. Substrate, die nur von anspruchslosen Wasserpflanzen besiedelt werden können.

Untersuchungen der Samenbanken einiger Seen zeigten außerdem, dass auch das Fehlen von Sporen die Ausbreitung von Unterwasserpflanzenarten verhindern kann.

Durch Keimungsversuche wurde z. B. am Dieksee gezeigt, dass der überwiegende Teil der Diasporenbank zwar keimfähig war,





allerdings war die Keimlingsdichte nur für eine Art (*Chara contraria*) so hoch, dass eine Regeneration aus der Diasporenbank möglich erschien. Generell kann die Regeneration aus der Diasporenbank nur für Arten geschehen, die aktuell in der Vegetation vorhanden sind. Um die ursprüngliche Vegetation z. B. des Dieksees wieder herzustellen, sind zusätzliche Maßnahmen, wie die Zugabe von Diasporen oder die Ansiedlung von Pflanzen, notwendig (SCHUBERT & STEINHARDT 2011).

Als weiterer Grund für das Verfehlen des guten ökologischen Zustandes ist bei der Unterwasservegetation das Auftreten des **Neophyten** *Elodea nutallii* (Nutalls Wasserpest) zu nennen. In Schleswig-Holstein breitet sich Nutalls Wasserpest in den letzten Jahren stark aus und kann als invasiv bezeichnet werden. Die Folge ist, dass heimische Arten in einigen Seen verdrängt werden. Das kann, wie zum Beispiel beim Schöhsee, zu einer Abwertung des ökologischen Zustandes führen.

Auch kann ein nicht dem Gewässertyp angepasster **Fischbesatz** negative Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften haben. Ein zu hoher Besatz an Friedfischen reduziert das Zooplankton, so dass dieses das Algenwachstum nicht genügend kontrollieren kann. Außerdem können am Boden wühlende Fische (Karpfen, Brassen u.a.) das Wachstum bestimmter Unterwasserpflanzen gefährden.

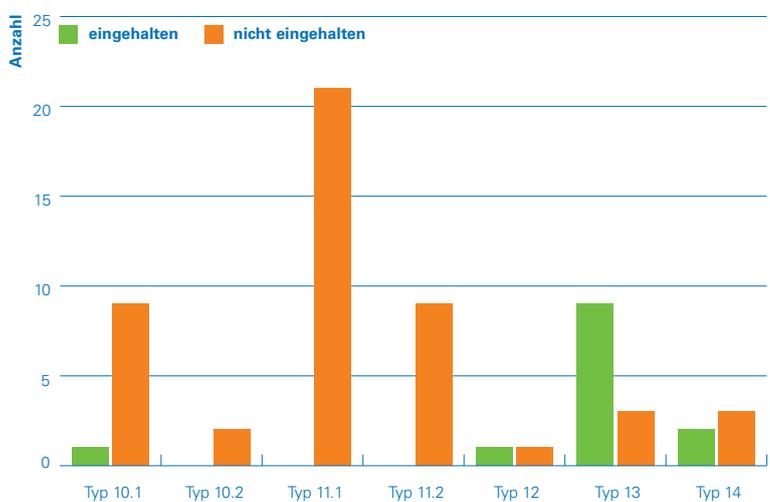


Abb. 16: Anzahl der Seen, die den Orientierungswert für Phosphor in der Vegetationsperiode eingehalten bzw. nicht eingehalten haben (Datenbasis 2007–2012).

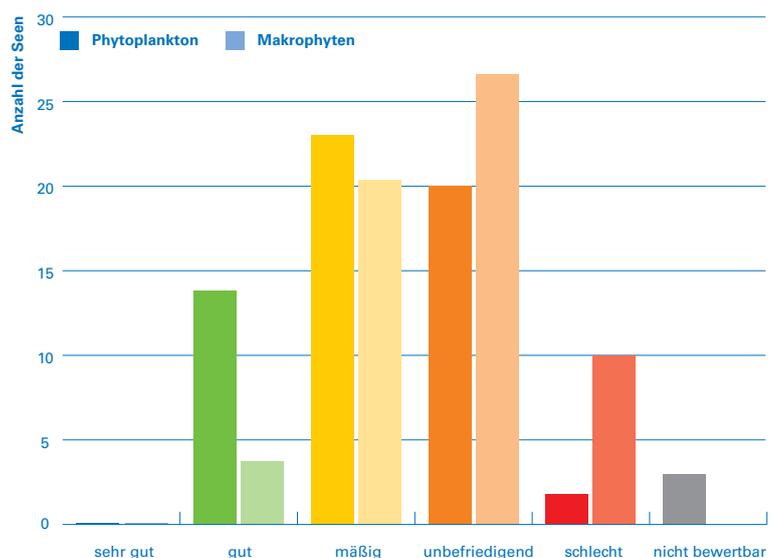


Abb. 17: Verteilung der Bewertungsergebnisse anhand des Phytoplanktons bzw. der Makrophyten auf die Stufen sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend, schlecht und nicht bewertbar bei 62 natürlichen Seen (Datenbasis 2007–2012).



4.2 Entwicklung der Seen

Der Jahresgang der Nährstoffkonzentrationen in Seen wird nicht nur von der Nährstofffracht beeinflusst, sondern auch von witterungsbedingten Faktoren. Daher kann die natürliche Schwankungsbreite der einzelnen Nährstoffparameter zwischen den Jahren groß sein. Um einen möglichen Trend beim Stoffhaushalt von Seen feststellen zu können, werden daher lange Zeitreihen benötigt, die in Schleswig-Holstein nur für einzelne Seen vorliegen. Aber auch Sedimentkernuntersuchungen können Hinweise auf langfristige Trends in der Vergangenheit geben.

Aufgrund einer mangelnden Abwasserreinigung waren viele Seen Schleswig-Holsteins in den 1970er Jahren sehr nährstoffreich.

Hoch eutrophe Verhältnisse werden z. B. den beiden Schwentine-Seen **Kleiner Plöner See** und **Kellersee** anhand einer Sedimentkernanalyse nach der Artenzusammensetzung der Diatomeen noch bis Ende der 1980er Jahre attestiert (HÜBENER et al. 2006).

Der rekonstruierte mittlere Gesamt-Phosphorgehalt sank jedoch bis zum Jahr 2005 auf ca. 0,05 mg/l P. 2008 wurden im Kellersee im Rahmen des operativen Monitorings schwach eutrophe Verhältnisse und damit ein deutlicher Rückgang der Nährstoffbelastung gegenüber den 1970er Jahren bestätigt.

Untersuchungen von MÜLLER (1977) zeigten, dass auch der benachbarte Große Plöner See in den 70er Jahren hoch eutroph war. Die Phosphorkonzentrationen lagen im Frühjahr 1974 und 1975 bei 0,2 mg/l P.

Zur Prüfung, ob ein zeitlicher Trend in der Entwicklung der Nährstoffkonzentrationen bei dem Großen Plöner See und dem Dobersdorfer See sichtbar ist, wurden eine Rang-Korrelationsanalyse nach Pearson sowie eine Regressionsanalyse mit Signifikanztest (ANOVA) durchgeführt. Im Ergebnis zeigte sich, dass bei beiden Seen die Nährstoffkonzentrationen aller getesteten Parameter in der 1m-Tiefe seit Beginn des Monitorings (1998/1999) abgenommen haben.

Im **Großen Plöner See** kann z. B. für Gesamtphosphor (TP) ein abnehmender Trend beobachtet werden, jedoch ist die Entwicklung nicht so deutlich ausgeprägt wie im Dobersdorfer See (siehe Abb.en 18, 19). Im Ergebnis der Regressionsanalyse nahm die Gesamtphosphorkonzentration im Großen Plöner See in 1m Tiefe von 0.065 auf 0.048 mg/l ab.

Im **Dobersdorfer See** kann ebenfalls eine signifikante Abnahme der Gesamtphosphorkonzentration festgestellt werden (siehe Abb. 19). Der Phosphor-Gehalt nahm von 0.072 auf 0.051 mg/l ab. 2010 wechselte der See das erste Mal seit 1999 vom stark zum schwach eutrophen Zustand. 2011 jedoch lagen die Phosphorkonzentrationen in der Vegetationsperiode wieder doppelt so hoch wie im Vorjahr. Ursache dafür waren mit großer Wahrscheinlichkeit witterungsbedingte Gründe.

An einzelnen anderen Seen wurden Verschlechterungen festgestellt, die sich teilweise durch besondere meteorologische Bedingungen in den Untersuchungsjahren – wie z. B. Auflösung der thermischen Schichtung aufgrund von sommerlichen Stürmen (z. B. Selenter See 2009) oder hohe P-Konzentrationen nach Eisbedeckung (z. B. 2010 im Schluensee) – erklären lassen.

Der **Trammer See** ist ein Beispiel für einen See, bei dem die Nährstoffkonzentrationen von Jahr zu Jahr aufgrund interner Faktoren sehr stark schwanken können. Eine Ursache für diese Schwankungen liegt darin begründet, dass im Trammer See die winterliche Durchmischung des Wasserkörpers aufgrund der Salzquellen am Seegrund erschwert ist. Dies kann die interne Phosphor-Freisetzung aus dem Sediment stark fördern.

Abb. 18:

Die Gesamtphosphorkonzentration (TP mg/l P) in 1m Tiefe im Großen Plöner See 1998 bis 2011

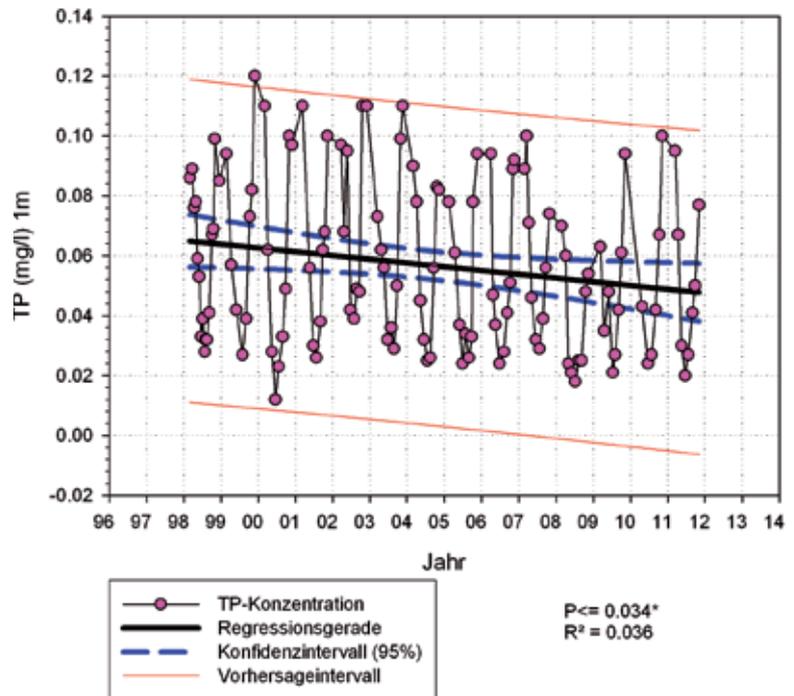
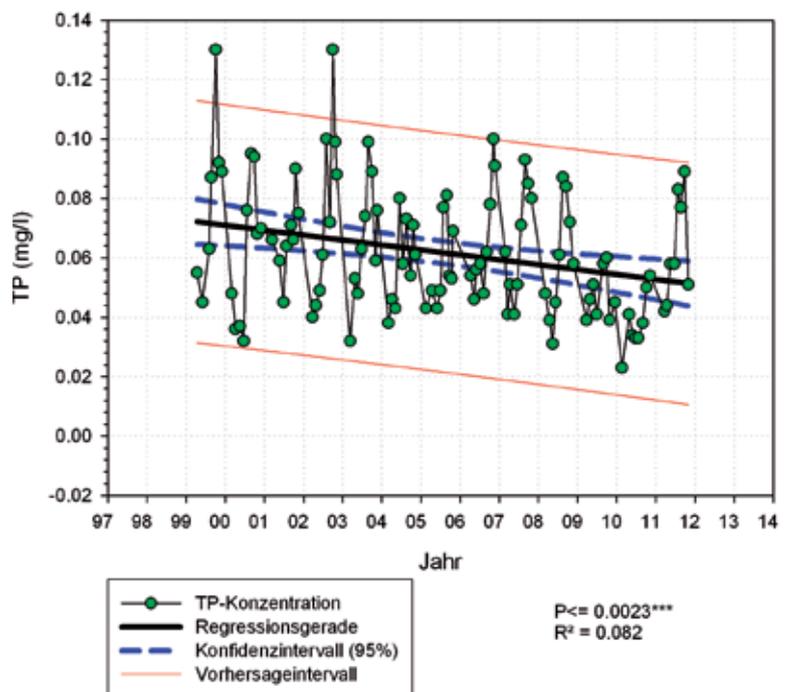


Abb. 19:

Die Gesamtphosphorkonzentration (TP mg/l P) in 1m Tiefe im Dobersdorfer See 1999 bis 2011



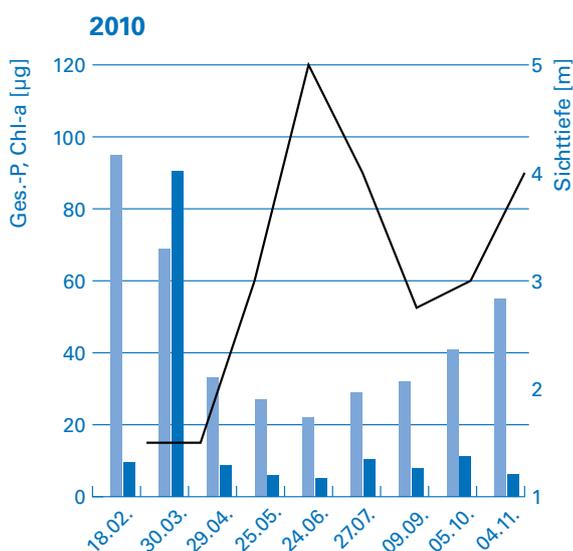
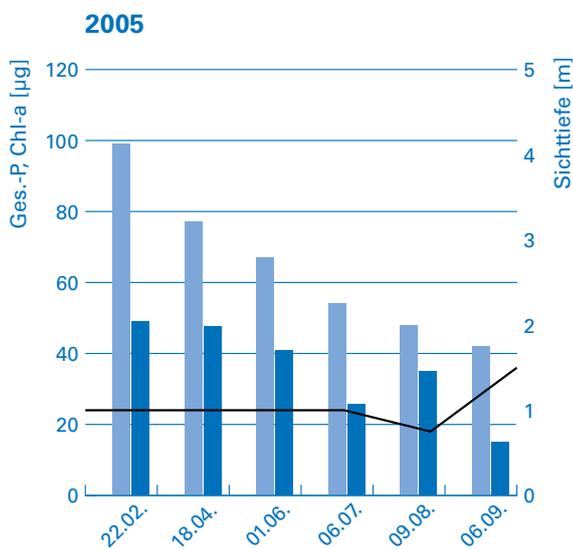
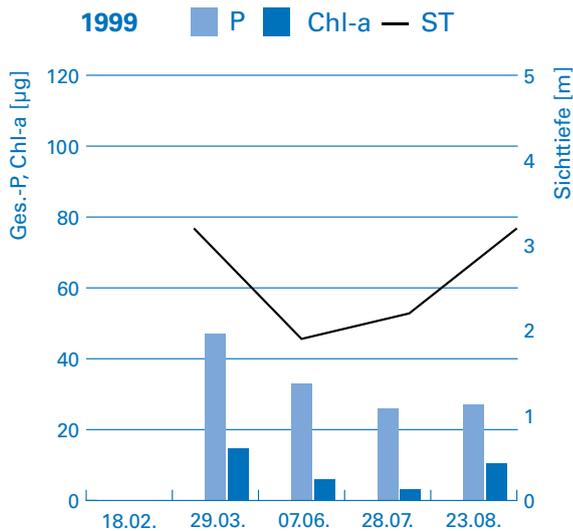


Abb. 20:
Die Entwicklung der Phosphor (P)- und Chlorophyll-a-Konzentration (Chl-a) sowie der Sichttiefe (ST) 1999, 2005 und 2010 im Trammer See

In der Folge schwanken auch die P-Konzentrationen im Oberflächenwasser und die davon abhängige Planktonproduktion von Jahr zu Jahr stark (siehe Abb. 20). Gesteuert wird die Ausprägung dieser Prozesse u. a. von meteorologischen Bedingungen wie Eisbedeckung und Windstärke.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich der Zustand vieler Seen seit den 1980er Jahren aufgrund der verbesserten Abwasserreinigung ständig verbessert hat. Ob sich dieser Trend jetzt fortsetzt oder sich die Entwicklung aufgrund des intensiven Maisanbaus oder sich ändernder meteorologischer Bedingungen wieder umkehrt, ist mit den aktuellen Monitoringdaten noch nicht zu sagen.

4.3 Belastungen

Zu hohe Nährstofffrachten aus dem Einzugsgebiet und entsprechende Eutrophierungserscheinungen verhindern das Erreichen des guten ökologischen Zustands bei den meisten Seen in Schleswig-Holstein. Die Belastungen sind bedingt durch diffuse Einträge aus der Fläche und/oder durch punktuelle Einträge aus der Abwasserbeseitigung (Schmutz- und Niederschlagswasser).

Im Mittelpunkt der Betrachtungen steht hierbei der **Phosphor**, da dieser Nährstoff in den meisten schleswig-holsteinischen Seen als limitierender Faktor für das Algenwachstum wirkt. Hydromorphologische Veränderungen wie Veränderungen der natürlichen Abflussverhältnisse bzw. der Seewasserstandsschwankungen oder Veränderungen der Ufer spielen eine geringere Rolle. Auch die Anreicherung ehemaliger kalkarmer Seen mit Kalk oder das Aussüßen ehemaliger Brackwasserseen sind nur im Einzelfall von Bedeutung.

Die Hauptphosphorfracht gelangt über diffuse Pfade (Landwirtschaft, Wald, Niederschlag auf die Seefläche) in die Seen. Nur 9% der P-Fracht ist im Mittel bedingt durch Schmutzwassereinleitungen. Das Regenwasser von besiedelten Flächen macht im Mittel ca. 10% der Belastung aus (siehe Abb. 21).



4.4 Handlungsbedarf

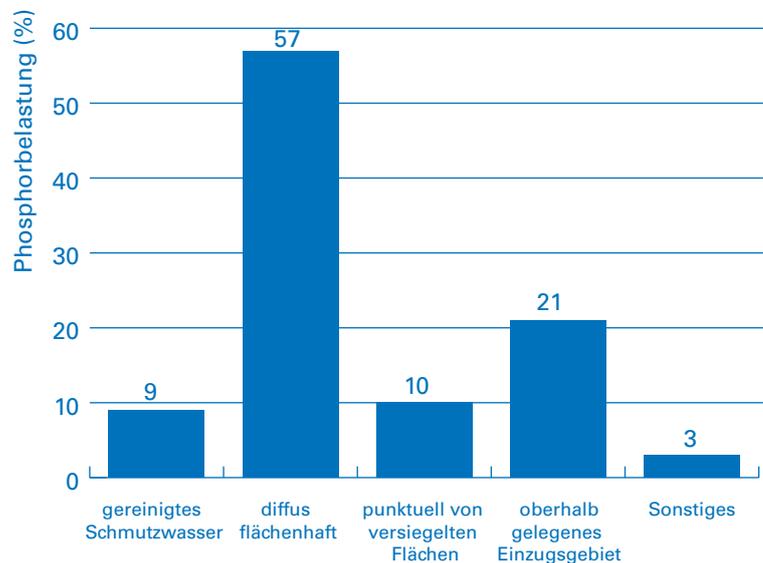
Der für den guten ökologischen Zustand der Seen als verträglich eingestufte jährliche Phosphoreintrag liegt je nach Seetyp und Einzugsgebietsgröße zwischen 0,3 und 0,4 kg/ha Einzugsgebiet, das entspricht einer Phosphor-Konzentration in den Zuläufen von 0,10 bis 0,13 mg/l P.

Aus der erforderlichen Steigerung des Phosphor-Rückhaltes lässt sich abschätzen, dass in den Einzugsgebieten der meisten Seen im Mittel auf ca. 20% aller Flächen Maßnahmen zum Phosphor-Rückhalt ergriffen werden müssten. Diese Werte schwanken für die einzelnen Seen zwischen einigen wenigen Prozent und über 50%. Vor allen Dingen an den Seen mit verhältnismäßig großen Einzugsgebieten ist der Handlungsbedarf groß. Maßnahmen zum Stoffrückhalt sollten sich in der Regel auf gewässernahe Flächen im gesamten Einzugsgebiet eines Sees erstrecken, also auf Flächen an den Zuläufen (reduziertes Gewässernetz und kleinere Zuläufe) und am See selbst. Alternativ oder ergänzend sind technische „end of pipe-Maßnahmen“, wie z. B. Retentionsbecken an der Mündung wichtiger Seezuläufe, zu erwägen.

An einzelnen Seen sind Maßnahmen bei der Schmutzwasserreinigung bzw. -einleitung sinnvoll. An 4 der 62 natürlichen Seen größer 0,5 km² liegt der Abwasseranteil an der Phosphorfracht in den See bei $\geq 20\%$.

Am Hemmelsdorfer See, Brahmsee und Wittensee sind bereits Maßnahmen zur Verringerung der Schmutzwasserfracht in Planung bzw. umgesetzt worden. Mit einer intensiven landwirtschaftlichen Beratung besteht die Chance, eine Reduzierung von Nährstoffausträgen zu erreichen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Optimierung der Phosphat-Düngung und dem Bewirtschaftungsmanagement. Eine entsprechende Beratung wird bereits an drei Seen durchgeführt.

Abb. 21:
Mittlerer prozentualer Anteil einzelner Phosphorbelastungsquellen der natürlichen schleswig-holsteinischen Seen



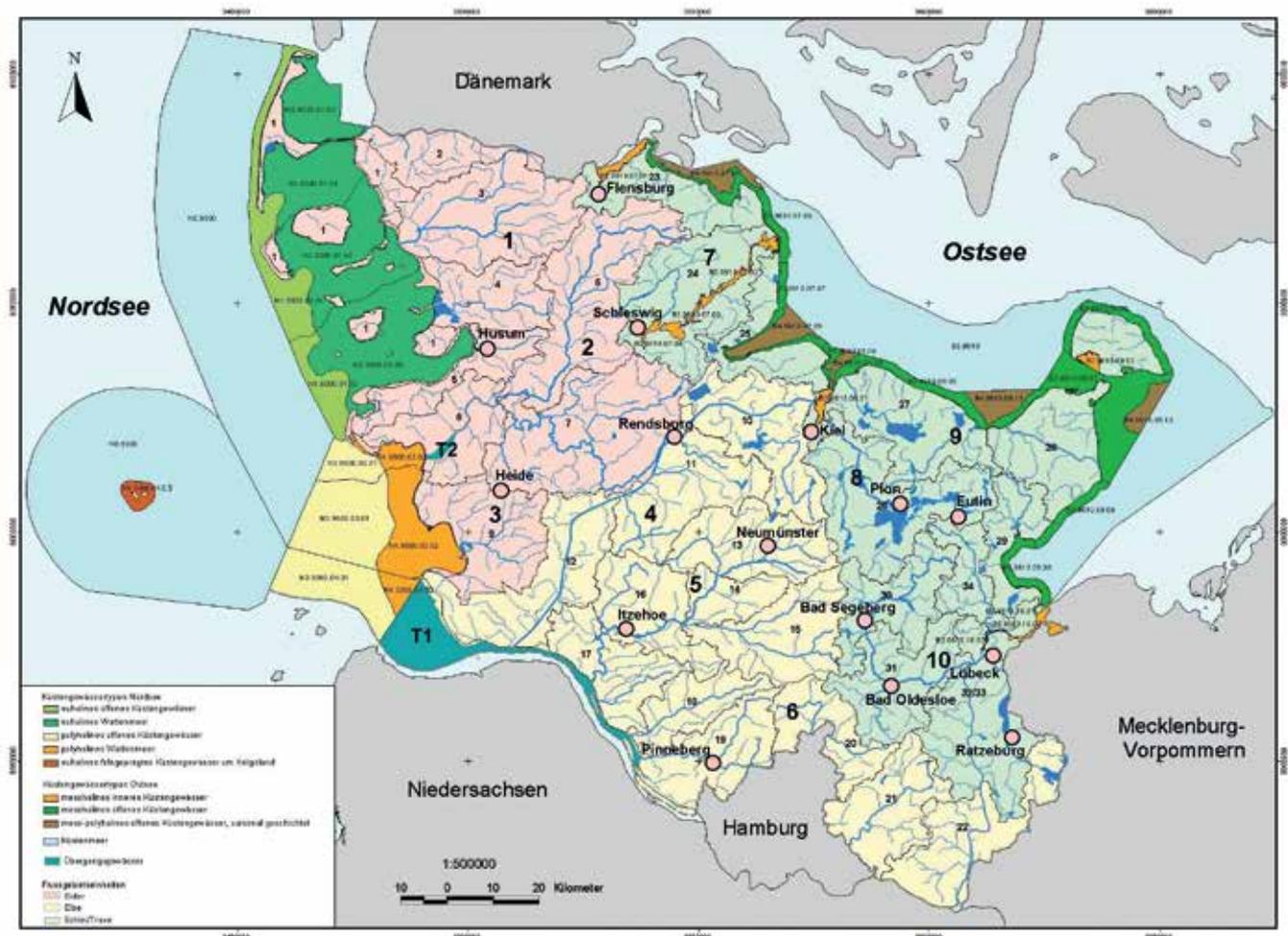


Unsere Küstengewässer
unsere Küstengewässer

5 Küstengewässer

Die schleswig-holsteinischen Übergangsgewässer, Küstengewässer und Küstenmeere gehören in der Nordsee zur FGE Eider und der FGG Elbe und in der Ostsee zur FGE Schlei/Trave. Abbildung 22 zeigt die Küstengewässer-Wasserkörper und deren Flusseinzugsgebiete.

Abb. 22:
Küstengewässer-Wasserkörper in der Nord- und Ostsee und
Flussgebietseinheiten gemäß WRRL: FGE Eider (rosa), FGE Schlei/Trave (grün),
FGG Elbe (gelb). Große Ziffern bezeichnen die Teileinzugsgebiete, kleine Ziffern die Bearbeitungsgebiete





5.1 Monitoringprogramme in den Küstengewässern

In den Übergangs- und Küstengewässern und den daran angrenzenden Küstenmeeren in Nord- und Ostsee wird ein hydrographisch-chemisches Monitoring zur Ermittlung der Gewässerbeschaffenheit durchgeführt.

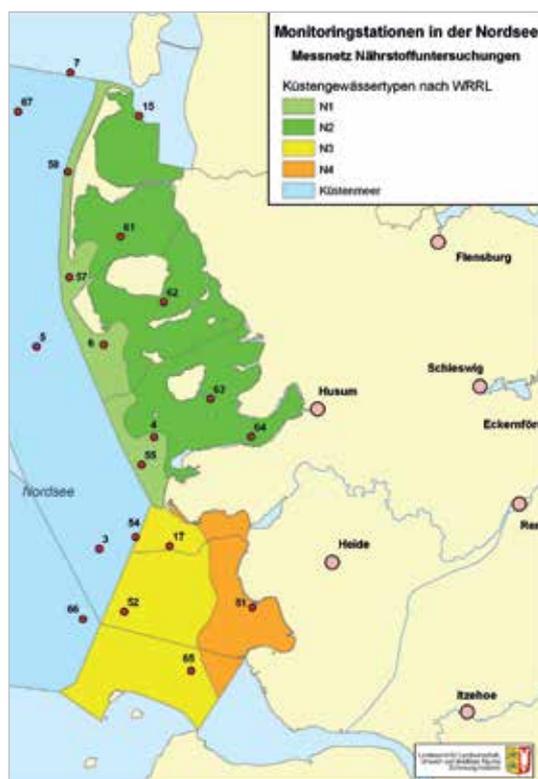
Damit werden die Verpflichtungen zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie und der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV vom 20. Juli 2011) im Bereich der Küstengewässer umgesetzt.

Aus der Gruppe der allgemeinen und physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten werden die hydrographischen Messgrößen wie Wassertemperatur, Salzgehalt, pH-Wert und Sauerstoffgehalt an jeder Station mittels einer Multiparametersonde im Vertikalprofil bestimmt sowie auch die Sichttiefe mittels einer Secchi-Scheibe.

Die Nährstoffparameter, d.h. Stickstoff- und Phosphorverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Gesamtstickstoff, Phosphat und Gesamtphosphor sowie Silikat als Nährstoff für Kieselalgen) werden direkt an Bord des Mess- und Laborschiffs M/S „Haithabu“ analysiert. Es werden genormte Analysenverfahren nach DIN bzw. EN angewandt. Zur Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Phytoplankton werden an den meisten Stationen¹ auch Proben zur Chlorophyll-a-Bestimmung entnommen. Folgende hydrographisch-chemischen Messprogramme werden in den Küstengewässern und Küstenmeeren durchgeführt:

In der schleswig-holsteinschen **Nordsee** gibt es 20 Stationen zwischen Sylt und der Elbmündung. Damit werden 13 der 15 Wasserkörper gemäß WRRL ganzjährig beprobt und untersucht. Die Beprobungen erfolgen jährlich bis zu 18-mal mit dem Mess- und Laborschiff M/S „Haithabu“ sowie zwischen Mitte April und Anfang Oktober mit dem Hubschrauber im Rahmen des Algenfrüherkennungssystem für Schleswig-Holstein (ALGFES). Abbildung 23 zeigt eine Karte mit den Monitoringstationen in den verschiedenen Küstengewässertypen und Wasserkörpern in der FGE Eider und in der FGG Elbe.

Abb. 23: Monitoringstationen für Nährstoffuntersuchungen in der Nordsee (Stand 2012). Die Ziffern bezeichnen die Stationsnummern, zugehörige Stationsbezeichnungen siehe Abb. 25 und folgende.



¹ Station ist in Küstengewässern die Bezeichnung für Messstelle bzw. Probenahmestelle



In der schleswig-holsteinischen **Ostsee** gibt es 25 Stationen zwischen der Flensburger Innenförde im Norden und der Trave im Südosten. Es werden 18 der 25 Wasserkörper gemäß WRRL ganzjährig beprobt und untersucht. Die Beprobungen erfolgen jährlich acht- bis zehnmals mit dem Mess- und Laborschiff M/S „Haithabu“. Eine Station in der Kieler Außenförde wird bis zu 18-mal pro Jahr besonders intensiv beprobt und untersucht. Abbildung 24 zeigt eine Karte mit den Monitoringstationen in den verschiedenen Küstengewässertypen und Wasserkörpern in der FGE Schlei/Trave.

Die Bewertung der Nährstoffmessungen erfolgt gemäß der Rahmenkonzeption Monitoring der LAWA, Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen – Arbeitspapier II Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten (Stand: 7.3.2007). Die dort genannten Hintergrundwerte wurden als sog. Referenzbedingungen in die Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer übernommen (Anlage 6, Nr. 1.3). Aus den Hintergrundwerten wurden die Orientierungs- oder Zielwerte durch einen 50% Aufschlag auf die jeweiligen Referenzbedingungen für die Nährstoffparameter abgeleitet, die den „guten Zustand“ gemäß WRRL repräsentieren.



Abb. 24: Monitoringstationen für Nährstoffuntersuchungen in der Ostsee (Stand 2012). Die Ziffern bezeichnen die Stationsnummern, zugehörige Stationsbezeichnungen siehe Abb. 44 und folgende.



5.2 Nordsee

Das schleswig-holsteinische Nordseegebiet ist sowohl der FGE Eider als auch der FGG Elbe zugeordnet. Zur FGE Eider gehören die folgenden Küstengewässertypen:

- N1: euhalines, offenes Küstengewässer
- N2: euhalines Wattenmeer
- N3: polyhalines, offenes Küstengewässer
- N4: polyhalines Wattenmeer
- N0: Küstenmeer Eider

Es gibt in der **FGE Eider** insgesamt 10 Küstengewässer-Wasserkörper.

Zur **FGG Elbe** gehören die folgenden Küstengewässertypen:

- N3: polyhalines, offenes Küstengewässer
- N4: polyhalines Wattenmeer
- N5: euhalines, felsgeprägtes Küstengewässer um Helgoland
- N0: Küstenmeer Elbe

Es gibt in der FGG Elbe insgesamt vier Küstengewässer-Wasserkörper, davon liegen drei in Schleswig-Holstein und einer in Niedersachsen.

Die Küstenmeere Eider und Elbe sind gemäß WRRRL nur hinsichtlich des chemischen Zustands zu bewerten, d.h. Nährstoffgehalte bleiben hier unberücksichtigt. Diese werden nur für die Bewertung des ökologischen Zustands der Küstengewässer-Wasserkörper als sog. unterstützende „allgemeine und physikalisch-chemische Qualitätskomponenten“ herangezogen.

Die Nährstoffuntersuchungen erfolgen im Rahmen der operativen Überwachung, um die auf **Maßnahmenprogramme** im Nordsee- bzw. Elbe-Einzugsgebiet zurückgehenden Veränderungen zu erfassen und zu bewerten.



5.2.1 Aktueller Zustand der Nährstoffkonzentrationen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Nährstoffuntersuchungen des Jahres 2012 für die verschiedenen Küstengewässerstationen dargestellt. Die Bewertung der festgestellten Nährstoffkonzentrationen erfolgt anhand der Orientierungswerte gemäß LAWA Arbeitspapier (Tab. 7; LAWA 2007).

Im Küstenmeer (Typ N0 bzw. Deutsche Bucht) ist gemäß WRRL bzw. OGewV keine ökologische Zustandsbewertung durchzuführen. Gleichwohl sind in der OGewV auch Referenzbedingungen für das Gebiet der Deutschen Bucht festgelegt worden.

Diese können für die Bewertung des Küstenmeeres Nordsee gemäß der EG-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) für die Deskriptoren 5 „Eutrophierung“ und 8 „Schadstoffkonzentrationen“ und damit für die Bewertung des „guten ökologischen Zustands (GES)“ verwendet werden.

In den folgenden Abbildungen 25 bis 29 werden die Nährstoffergebnisse des Jahres 2012 für jede Station zusammen mit den typspezifischen Orientierungswerten dargestellt. Abbildung 30 zeigt die Ergebnisse der Chlorophyll-a-Messungen zur Bewertung der Qualitätskomponente Phytoplankton.

Tab. 7:
Orientierungswerte für Nährstoffparameter
in den Küstengewässertypen der Nordsee.

| Nordsee | Salzgehaltsbereich (PSU) | Ges-N (mg/l) | DIN (mg/l) | NO ₃ (mg/l) | Ges-P (mg/l) | PO ₄ (mg P/l) |
|----------------------------|--------------------------|------------------|----------------------|------------------------|------------------|--------------------------|
| | | Jahresmittelwert | Winter (1.11.–28.2.) | Winter (1.11.–28.2.) | Jahresmittelwert | Winter (1.11.–28.2.) |
| N1 | 29,6 – 31,5 | 0,26 | 0,20 | 0,15 | 0,03 | 0,012 |
| N2 | 29 – 29,7 | 0,26 | 0,20 | 0,15 | 0,03 | 0,012 |
| N3 | 23,4 – 30,5 | 0,3 | 0,23 | 0,18 | 0,03 | 0,012 |
| N4 | 16,4 – 27,1 | 0,33 | 0,27 | 0,21 | 0,03 | 0,012 |
| N5 | 32 | 0,23 | 0,20 | 0,15 | 0,03 | 0,012 |
| N0 (Deutsche Bucht) | 29,8 – 31,5 | 0,26 | 0,20 | 0,14 | 0,03 | 0,012 |

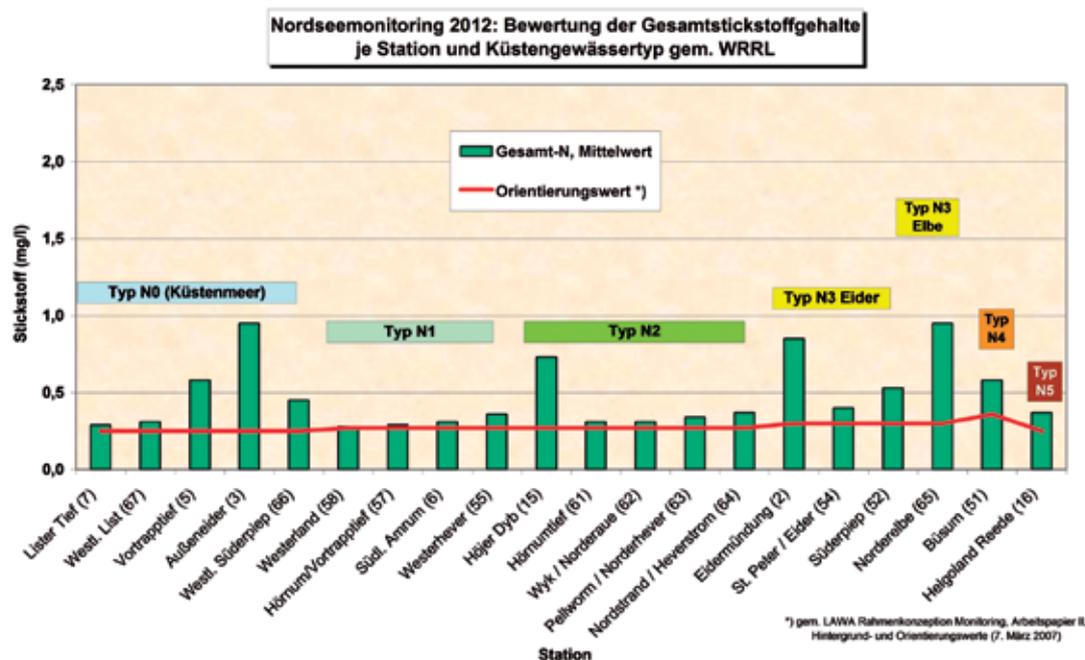
Gesamtstickstoff

Abbildung 25 zeigt, dass die Orientierungswerte an den Stationen in den Typen N0, N1 und N2 überwiegend nur geringfügig überschritten werden. Lediglich an den Stationen **Vortrapptief**, **Außeneider** (beide N0) und **Höjer Dyb** (N2) ist eine deutliche Überschreitung festzustellen. Gleiches gilt für die Stationen **Eidermündung** und **Norderelbe** (beide N3) sowie **Büsum** (N4). Hier wirken sich die hohen Stickstoffgehalte von Eider und Elbe deutlich stärker aus als an den küstenfernen Stationen.

Gesamtphosphor

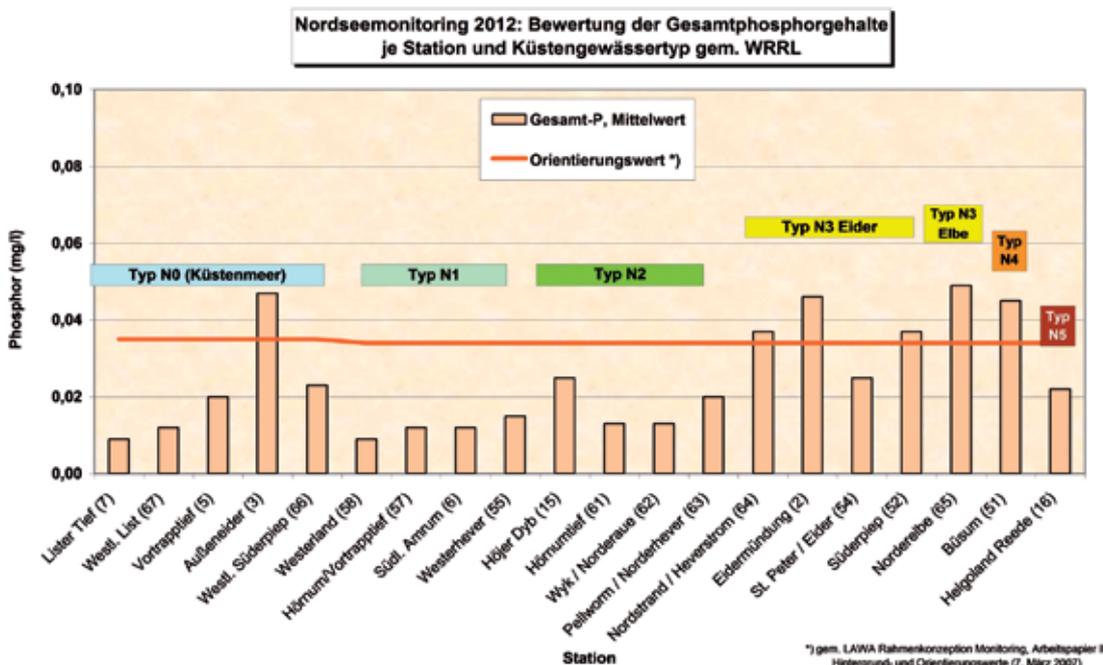
Abbildung 26 zeigt, dass die Orientierungswerte an den Stationen in den Typen N0, N1, N2, N3 und N5 eingehalten werden. Überschreitungen sind nur an den Stationen **Außeneider**, **Eidermündung**, **Nordstrand**, **Norderelbe** und **Büsum** festzustellen.

Abb. 25:
Gesamtstickstoffkonzentrationen
(Jahresmittelwerte 2012) an den Nordsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 23, S. 46



*) gem. LAWA Rahmenkonzeption Monitoring, Arbeitspapier II, Hintergrund- und Orientierungswerte (7. März 2007)

Abb. 26:
Gesamtphosphorkonzentrationen
(Jahresmittelwerte 2012) an den Nordsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 23, S. 46



*) gem. LAWA Rahmenkonzeption Monitoring, Arbeitspapier II, Hintergrund- und Orientierungswerte (7. März 2007)

Anorganischer Stickstoff (DIN) und Nitrat

Abbildung 27 und 28 zeigen, dass die Orientierungswerte an allen Stationen, mit Ausnahme der Station **Helgoland Reede**, erheblich überschritten werden (siehe z. B. Stationen **Eidermündung** und **Norderelbe**). Ursache sind die Nährstofffrachten der Flüsse, vor allem von Elbe und Eider, sowie die diffusen Einträge aus den jeweiligen Teileinzugsgebieten.

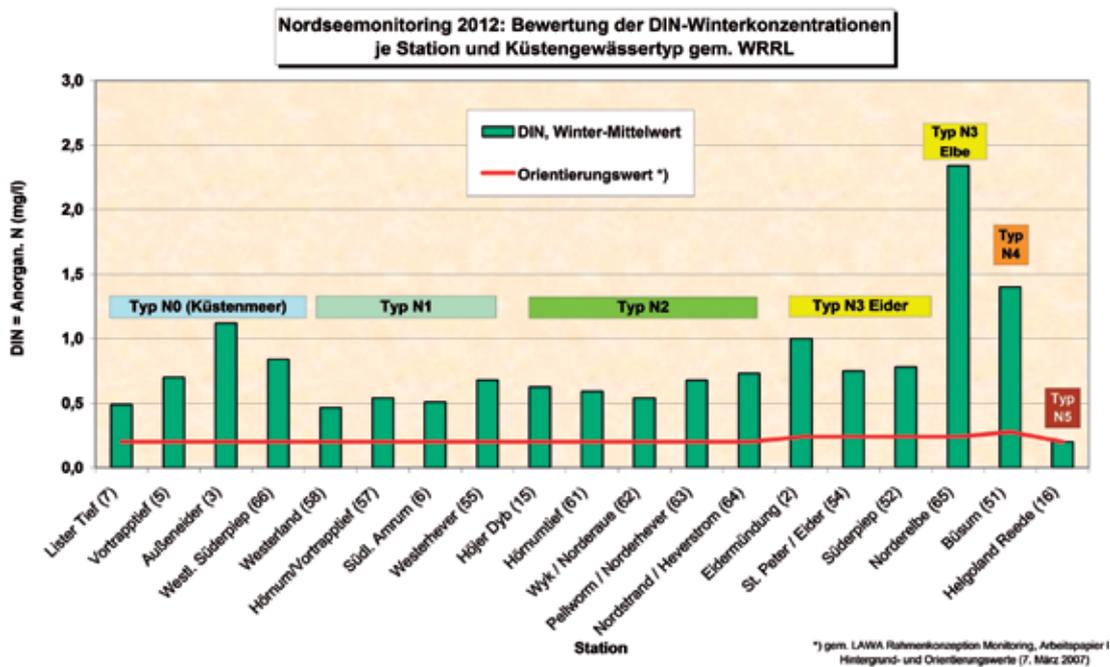


Abb. 27: Konzentrationen des gelösten anorganischen Stickstoffs (DIN), Winterwerte 2011/2012 an den Nordsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 23, S. 46

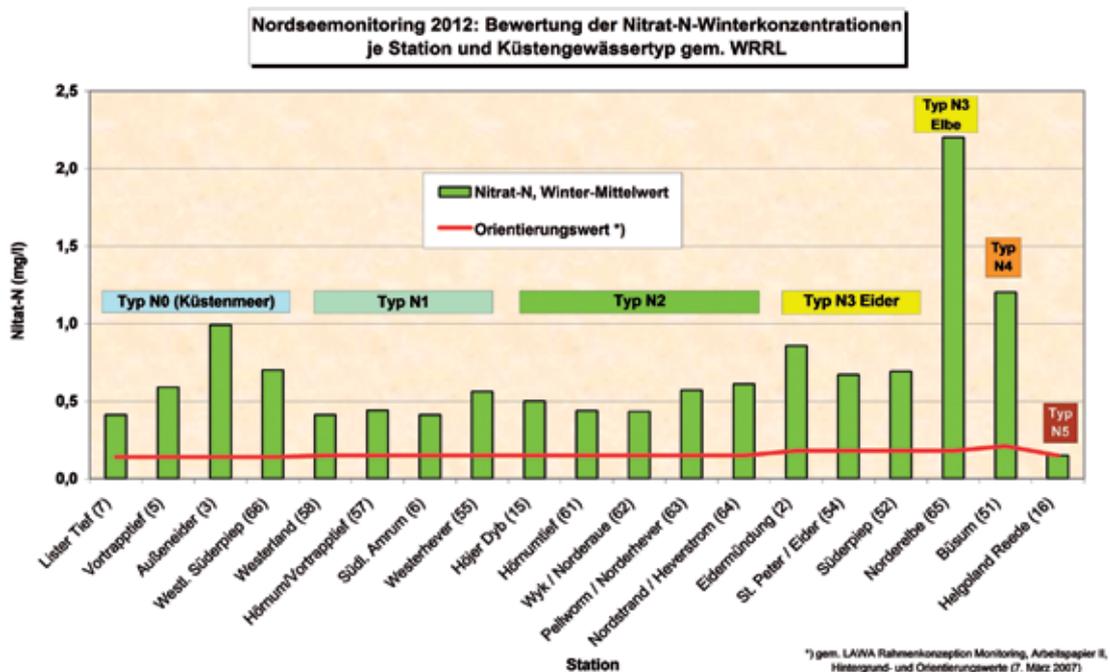


Abb. 28: Nitratkonzentrationen, Winterwerte 2011/2012 an den Nordsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 23, S. 46

Phosphat

Abbildung 29 zeigt, dass die **Orientierungswerte an allen 20 Stationen und damit in allen Küstengewässer-Wasserkörpern erheblich überschritten** werden. Ursache sind die hohen Nährstofffrachten der Flüsse, vor allem von Elbe und Eider, sowie die diffusen Einträge aus den jeweiligen Teileinzugsgebieten.

Im Vergleich zu den Gesamthosphorkonzentrationen (vgl. Abb. 26) ist zu beachten, dass bei den gelösten Nährstoffen DIN, Nitrat und Phosphat die mittleren Winterkonzentrationen (Zeitraum 1.11.2011 bis 28.2.2012) und nicht die Jahresmittelwerte bewertet werden.

In diesem Zeitraum treten im Küstengewässer wegen der fehlenden biologischen Aktivität stets die höchsten Nährstoffkonzentrationen auf. Während der Vegetationsperiode (Frühjahr und Sommer) werden dann die gelösten Nährstoffe weitgehend verbraucht und vor allem die Phosphatkonzentrationen liegen meist im Bereich oder unter der analytischen Bestimmungsgrenze von $0,6 \mu\text{g/l PO}_4\text{-P}$ bzw. $12 \mu\text{g/l Gesamt-P}$.

Leider gibt es während der Winterperiode (November bis Februar) auf Grund häufiger Sturmweatherlagen aber meistens nur 1 bis 3 Probenahmen, dagegen können in der

Abb. 29:
Phosphat-
konzentrationen,
Winterwerte
2011/2012 an den
Nordsee-
Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 23, S. 46

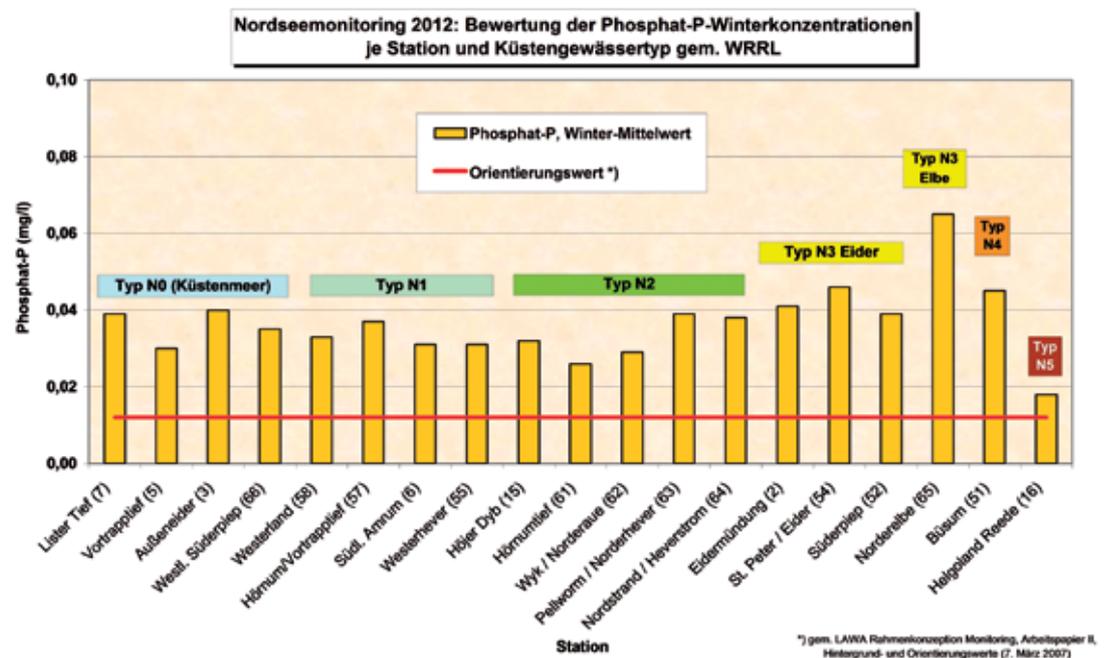
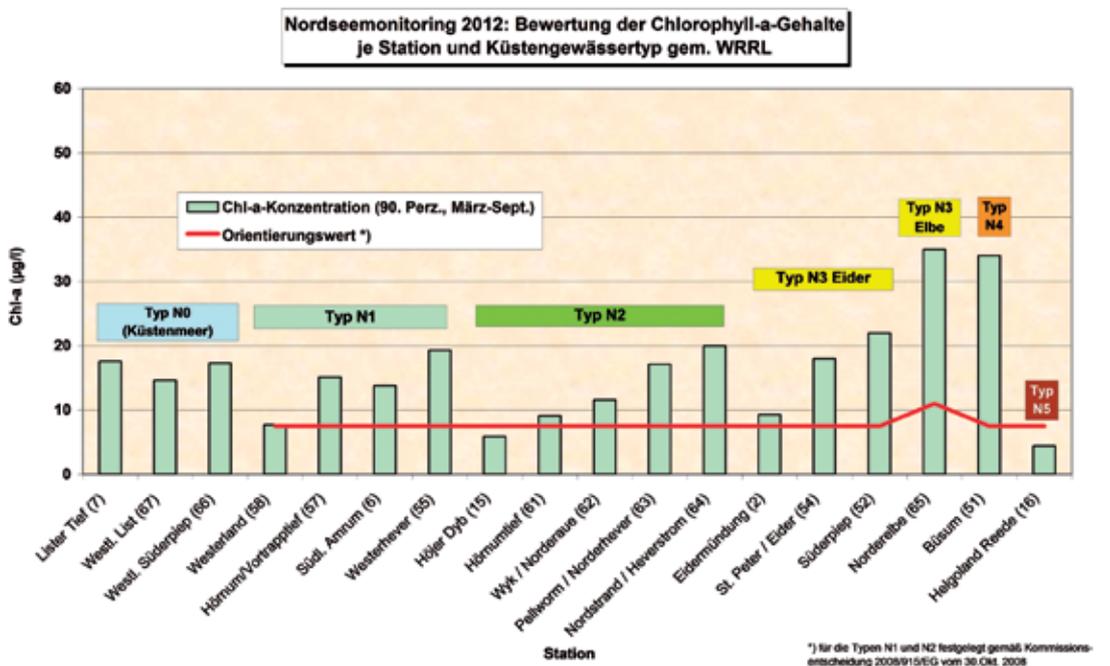


Abb. 30:
Chlorophyll-a-
Konzentrationen
(90. Perzentilwerte der Vegetationsperiode März bis Sept.) an den Nordsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 23, S. 46



Vegetationsperiode 12 bis 14 Beprobungen mit dem Mess- und Laborschiff M/S „Haithabu“ und mit dem Hubschrauber durchgeführt werden.

Es werden vier Klassen gebildet je nach der Größe der prozentualen Abweichungen der Nährstoffkonzentrationen von den jeweiligen Orientierungswerten:

Chlorophyll-a

| | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Orient.wert ist eingehalten | Orient.wert Überschreitung bis 25% | Orient.wert Überschreitung 25% – 100% | Orient.wert Überschreitung >100% |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|

Durch die hohen Nährstoff-Winterkonzentrationen im Küstengewässer kommt es während der Vegetationsperiode zu Planktonalgenblüten, dies zeigt sich am Anstieg der Chlorophyll-a-Konzentrationen. Das Chl-a wird zur Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Phytoplankton in den Küstengewässer-Wasserkörpern herangezogen. Interkalibrierte Orientierungswerte gibt es allerdings bisher nur für die Küstengewässertypen N1/N2 und N3/N4.

In Tabelle 8 sind die prozentualen Abweichungen der Monitoringergebnisse der Nährstoffparameter je Küstengewässertyp von den jeweiligen Orientierungswerten (vgl. Tab. 7) dargestellt und nach dem o.g. Klassifizierungssystem farblich hervorgehoben.

Abbildung 30 zeigt, dass die Orientierungswerte der Chl-a-Konzentrationen (7,5 µg/l in den Wasserkörpern der FGE Eider bzw. 11 µg/l in den Wasserkörpern der FGE Elbe) an fast allen Stationen überschritten werden, Ausnahmen sind die Stationen Höjer Dyb (N2) und Westerland (N1) sowie Helgoland Reede (wenn hier der Orientierungswert von 7,5 µg/l auch im Typ N5 angewandt wird).

Die Monitoringergebnisse zeigen, dass mit Ausnahme der Gesamtphosphorkonzentrationen im Küstenmeer Eider sowie in den Wasserkörpern der Typen N1 und N2 die Orientierungswerte in allen übrigen Wasserkörpern und für alle Nährstoffparameter weit überschritten werden, insbesondere in der FGG Elbe.

Im Nordsee- und Elbe-Einzugsgebiet sind somit zur Erreichung der Umweltziele der EG-Wasserrahmenrichtlinie langjährig Maßnahmen zur Minderung der Nährstoffausträge erforderlich.

Nachdem in den Abbildungen 25 bis 30 die aktuellen stationsbezogenen Nährstoff- und Chl-a-Konzentrationen des Jahres 2012 gezeigt wurden, wird im Folgenden eine Kartendarstellung der Nährstoffkonzentrationen des Jahres 2011 für die Küstengewässer-Wasserkörper (Typen N1 bis N4) gezeigt. Die Nährstoffkonzentrationen an den Monitoringstationen werden je Typ zusammengefasst und gemittelt.

Die in der Tabelle 8 zusammengefassten Nährstoffbewertungen für das Jahr 2011 hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der Orientierungswerte werden in den folgenden Abbildungen 31 bis 33 für die Küstengewässer-Wasserkörper in der Fläche dargestellt.

Tab. 8:
Abweichungen der mittleren Nährstoffkonzentration des Jahres 2011 von den jeweiligen Orientierungswerten für die verschiedenen Wasserkörpertypen

| WRRL-Typ | Nordseeregion | Ges-N (mg/l) | Ges-P (mg/l) | NO ₃ -N (mg/l) | DIN (mg/l) | PO ₄ -P (mg/l) |
|----------|--------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------|------------|---------------------------|
| N1 Eider | Vortrapptief, Rummelloch | 42% | -30% | 213% | 225% | 175% |
| N2 Eider | NF-Tideb. (List, Hörnum, Aue, Hever) | 73% | -3% | 293% | 325% | 167% |
| N3 Eider | Dith. Tidebecken (Eider, Piep) | 107% | 33% | 424% | 404% | 242% |
| N3 Elbe | Außenelbe Nord | 310% | 90% | 1056% | 891% | 300% |
| N4 Eider | Dithmarscher Bucht | 133% | 140% | 438% | 430% | 842% |
| N0 Eider | Küstenmeer Eider | 23% | -40% | 57% | 131% | 187% |
| N0 Elbe | Küstenmeer Elbe | 115% | 20% | 686% | 713% | 65% |



Seeanemonen sind in Küstengewässern weit verbreitet.

Gesamtstickstoff

Die Monitoringergebnisse des Jahres 2011 zeigen, dass die Orientierungswerte in keinem der 13 Wasserkörper der FGE Eider und FGG Elbe eingehalten werden, die Überschreitungen liegen im Typ N1 zwischen 25% und 100% und in den Typen N2 und N3 über 100% (Abb. 31).

Gesamtphosphor

Die Monitoringergebnisse des Jahres 2011 zeigen, dass der Orientierungswert in den N1-Wasserkörpern eingehalten bzw. unterschritten wird, in den N2- und N3-Wasserkörpern liegt die Überschreitung dagegen zwischen 25% und 100% und im N4-Wasserkörper weit über 100% (Abb. 32).

Anorganischer Stickstoff DIN (Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitrat-Stickstoff)

Die Monitoringergebnisse des Jahres 2011 zeigen, dass die Orientierungswerte in keinem der 13 Wasserkörper der FGE Eider und FGG Elbe eingehalten werden. Die Überschreitungen liegen z.T. weit über 100% (Abb. 33).

Nitrat und Phosphat

Hier zeigt sich das gleiche Bild wie beim Parameter DIN, d.h. in keinem der 13 Wasserkörper der FGE Eider und FGG Elbe werden die Orientierungswerte eingehalten. Die Überschreitungen liegen z.T. weit über 100%.

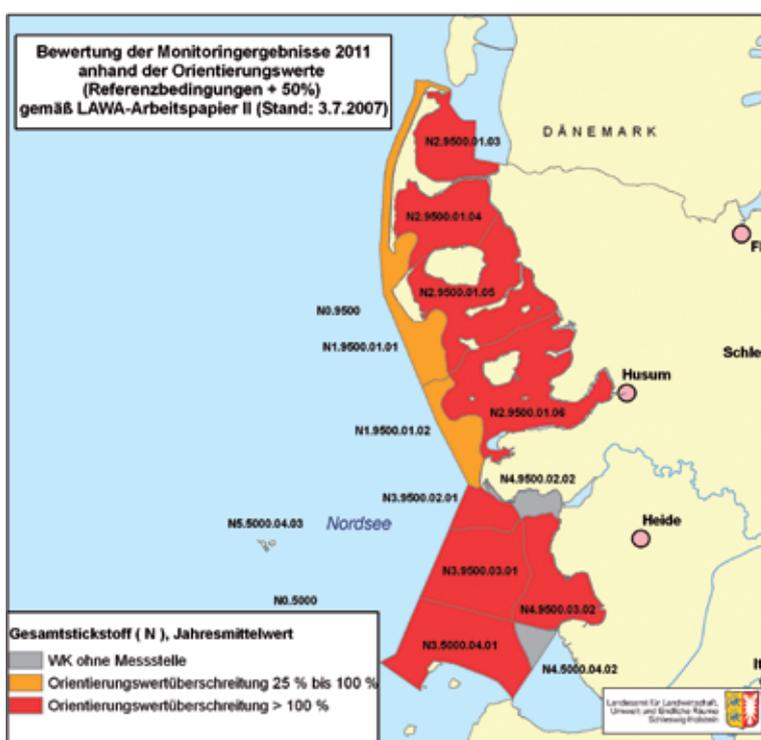


Abb. 31: Wasserkörperbewertung der Gesamtstickstoff-Konzentrationen hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte

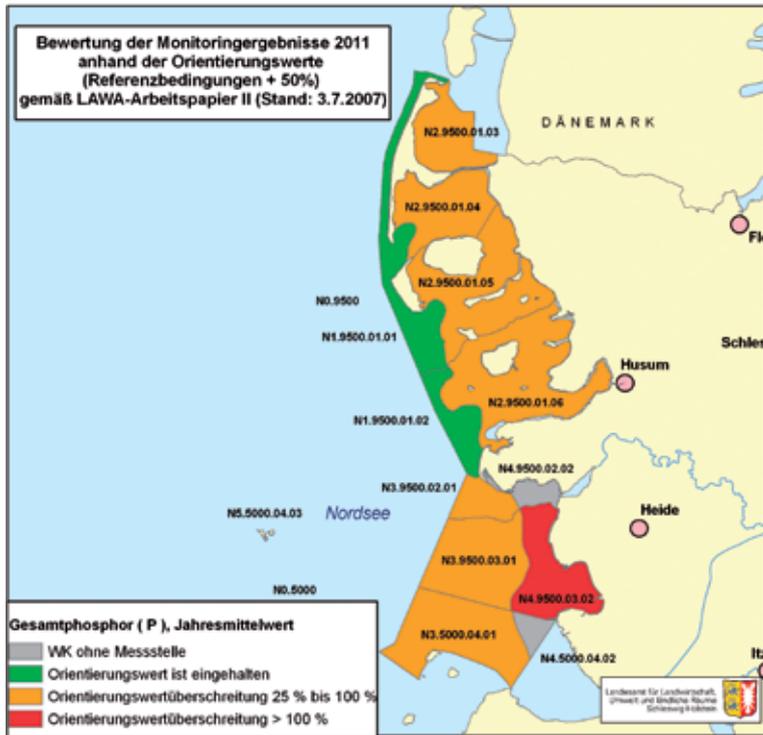


Abb. 32: Wasserkörperbewertung der **Gesamtposphor**-Konzentrationen hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte

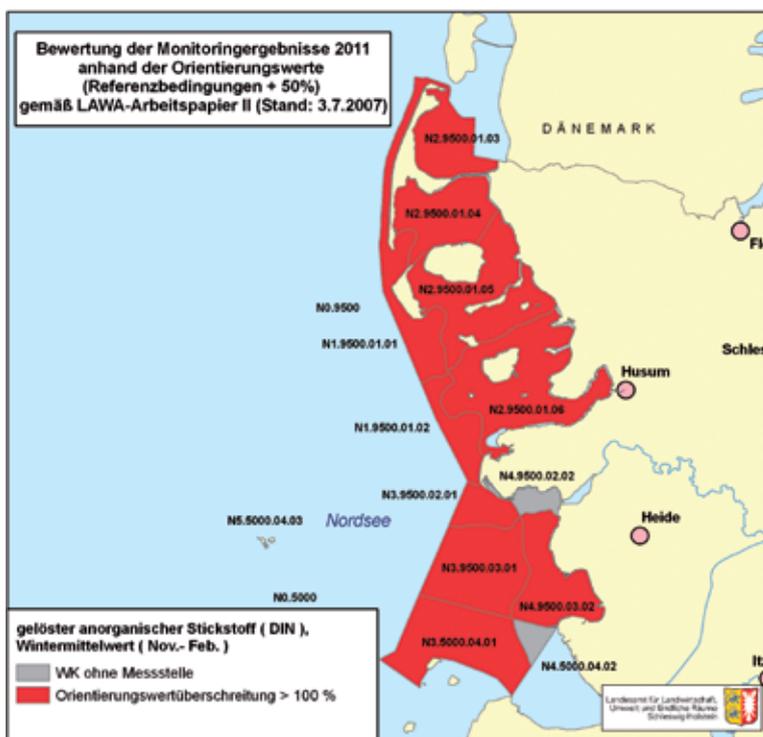


Abb. 33: Wasserkörperbewertung der **DIN**-Konzentrationen hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte

5.2.2 Entwicklung der Nährstoffkonzentrationen in der Vergangenheit

Für die Küstengewässer-Wasserkörper wurde im Jahr 2009 eine ökologische Zustandsbewertung für die Aufstellung der Bewirtschaftungspläne für die FGE Eider und die FGG Elbe mit den Ergebnissen des biologischen Monitorings des Zeitraums 2003 bis 2008 durchgeführt.

Die Nährstoffkonzentrationen sind gemäß OGewV lediglich unterstützende Qualitätskomponenten. Sie müssen gemäß WRRL (bzw. OGewV) nicht gesondert bewertet werden, wenn für die o.g. biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Großalgen und Makrophyten sowie benthische wirbellose Fauna Bewertungssysteme – möglichst interkalibriert – existieren.

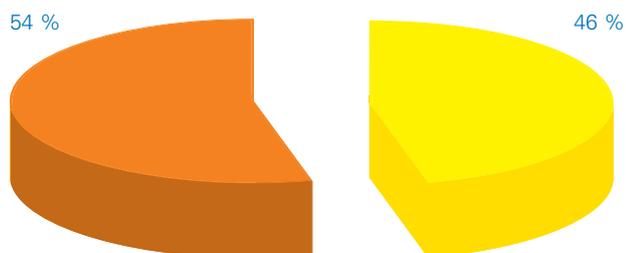


Abb. 34: Ergebnisse der ökologischen Zustandsbewertung der Küstengewässer-Wasserkörper in der FGE Eider und in der FGG Elbe (insgesamt 13 Wasserkörper).

Die Bewertung der Nährstoffkonzentrationen ergibt im Zeitraum 2003 bis 2008 für alle Küstengewässer-Wasserkörper den mäßigen Zustand. Dies ist eine Folge der hohen Nährstoffeinträge aus den Teileinzugsgebieten (s. Abschnitt 5.2.3.1 und 5.2.3.2).

Dadurch ist der **„gute ökologische Zustand“** für die drei biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie benthische wirbellose Fauna in keinem der Wasserkörper erreicht, 46% entfallen auf die Klasse „mäßig“ und 54% auf die Klasse „unbefriedigend“ (siehe Abb. 34).

Die Monitoringergebnisse zeigen, dass kein Küstengewässer-Wasserkörper in der FGE Eider und in der FGG Elbe im Zeitraum 2003 bis 2008 das Ziel des „guten ökologischen Zustands“ erreicht hat, da die schlechteste Einzelbewertung entscheidend ist.

5.2.3 Belastungen

Belastungen mit Nährstoffen aus kommunalen Kläranlagen als punktförmige Quellen oder einmündenden Fließgewässern betreffen in erster Linie die inneren Küstengewässer-Wasserkörper, d.h. diejenigen des Typs N2 und N4.

Auch durch horizontale Austauschprozesse mit küstenferneren Wasserkörpern können die Nährstoffkonzentrationen ansteigen, in der Regel ist jedoch ein abnehmender Gradient festzustellen, der umgekehrt mit dem Salzgehalt korreliert. Neben den Nährstoffeinträgen aus dem jeweiligen Einzugsgebiet gibt es auch Einträge durch Direktniederschläge, hauptsächlich Stickstoffverbindungen (Ammonium und NO_x), die im Vergleich zu flussbürtigen Einträgen in der schleswig-holsteinischen Nordsee etwa 40% ausmachen.





5.2.3.1 Nährstoffeinträge durch Kläranlagen

Im Einzugsgebiet der Nordsee (FGE Eider) befinden sich 196 Kommunale Kläranlagen mit einer Anschlussgröße von rd. 622 Tausend Einwohnerwerten (EW). Eine Aufteilung nach den 5 Größenklassen gemäß Anhang 1 „Häusliches und Kommunales Abwasser“ der Abwasserverordnung des Bundes (AbwV) ist in Tabelle 9 dargestellt (Stand 31.12.2012):

Im Einzugsgebiet der FGE Eider sind rund 473 Tausend EW an die 26 Kläranlagen der Größenklassen 3–5 angeschlossen.

In den verschiedenen Größenklassen müssen gemäß Anhang 1 der AbwV hinsichtlich der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff unterschiedliche Mindestanforderungen im Ablauf der Anlagen eingehalten werden (Tab. 10).

In allen Einleitungserlaubnissen der o. a. 196 Kläranlagen wurden mindestens die o. g. Mindestanforderungen vorgegeben und im Rahmen der vorgeschriebenen Behördlichen Überwachung auf ihre Einhaltung hin überwacht.

Tab. 9: Aufteilung der kommunalen Kläranlagen in die 5 Größenklassen gemäß Anhang 1 „Häusliches und Kommunales Abwasser“ der Abwasserverordnung des Bundes (AbwV) und Anzahl der angeschlossenen Einwohner im Einzugsgebiet der FGE Eider

| Größenklasse gem. Anhang 1 AbwV | Anzahl der Kommunalen Kläranlagen | Anzahl der angeschlossenen EW |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| GK 1 (< 1.000 EW) | 113 | 38.892 |
| GK 2 (> 1.000–5.000 EW) | 57 | 109.859 |
| GK 3 (> 5.000–10.000 EW) | 11 | 51.574 |
| GK 4 (> 10.000–100.000 EW) | 13 | 250.602 |
| GK 5 (> 100.000 EW) | 2 | 170.946 |

| Größenklasse gem. Anhang 1 AbwV | P-gesamt [mg/l] | NH ₄ -N [mg/l] | N-gesamt* [mg/l] |
|---------------------------------|-----------------|---------------------------|------------------|
| GK 1 (< 1.000 EW) | – | – | – |
| GK 2 (> 1.000–5.000 EW) | – | – | – |
| GK 3 (> 5.000–10.000 EW) | – | 10 | – |
| GK 4 (> 10.000–100.000 EW) | 2 | 10 | 18 |
| GK 5 (> 100.000 EW) | 1 | 10 | 13 |

Tab. 10: Mindestanforderungen an die Ablaufkonzentrationen der Kläranlagen differenziert nach Größenklassen

* Summe von NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N

Die Überwachung ergibt bis auf wenige vereinzelte Ausnahmen, dass diese Anforderungen regelmäßig eingehalten und zum großen Teil deutlich unterschritten werden.

Mit der Einhaltung der o. a. Mindestanforderungen werden auch die Anforderungen der „Richtlinie des Rates über die Behandlung von Kommunalem Abwasser vom 21. Mai 1991 (91/271/EWG) erfüllt. Nachweise über die Einhaltung der Anforderungen werden alle 2 Jahre erbracht.

Durch die freiwillige Teilnahme am 1988 – als Reaktion auf das „Robbensterben und das massive Algenwachstum“ – aufgelegten Phosphor-Sofortprogramm, sowie dem Dringlichkeitsprogramm (1989) und dem Landesprogramm „Ausbau Kommunaler Kläranlagen mit Anschlusswerten über 10.000 EW“ (1997) wurden 12 Kläranlagen der Größenklassen 3–5 um Verfahrensstufen zur weitergehenden Abwasserreinigung erweitert. Mit diesen Einrichtungen zur Nährstoffelimination (P-Fällung, biologische P-Eliminierung sowie Nitrifikation und Denitrifikation) sind die Anlagen in der Lage, folgende Anforderungen im Ablauf einzuhalten (Tab. 11):

Tab. 11:
Mindestanforderungen
an Kläranlagen je nach
Programm

| Programmtyp | N-gesamt [mg/l] | P-gesamt [mg/l] |
|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| P-Sofortprogramm | – | strenger als Anhang 1 |
| Dringlichkeitsprogramm | 10 | 0,5 |
| Kläranlagenausbauprogramm | 10 | – |

Die einzuhaltenden Anforderungen stellen den Stand der Technik dar und gehen z. T. deutlich über die Mindestanforderungen hinaus. Die Einhaltung der Anforderung von 0,5 mg/l Phosphor ist nur mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe der „Flockungsfiltration“ möglich.

Bei den verbleibenden 14 Anlagen der Größenklassen 3–5, die nicht an den o. a. Programmen teilgenommen haben, wurden in den Einleitungserlaubnissen überwiegend deutlich schärfere Anforderungen als die der Mindestanforderungen hinsichtlich der Nährstoffe formuliert. Auch sie eliminieren gezielt Nährstoffe und halten die gesetzlichen Anforderungen ein.

Im Zuge der Umsetzung der o. a. drei Programme haben sich die eingeleiteten Nährstofffrachten erheblich verringert. Gemäß der **Amtlichen Abwasserstatistik** sah die Entwicklung wie folgt aus (alle Kläranlagen der GK 1–5) (Tab. 12).

Tab. 12:
Nährstofffrachten
in den Jahren
1991–2012

| Jahr | 1991 | 2001 | 2004 | 2007 | 2012 |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| Pges. [t/a] | 60 | 63 | 50 | 46 | 44 |
| Nges. anorg.[t/a] | 616 | 303 | 243 | 219 | 230 |

Trotz der zwischenzeitlich erreichten hohen, nur noch marginal zu verbessernden Reinigungsleistung werden aus den 26 Kläranlagen der Größenklassen 3–5 immer noch rd. 95 t Stickstoff und rd. 10 t Phosphor im EZG der Nordsee eingeleitet.

Die verbleibenden 170 Kommunalen Anlagen leiten rd. 135 t Stickstoff und rd. 34 t Phosphor ein. Von diesen 170 Anlagen sind rd. zwei Drittel natürlich bzw. technisch belüftete Abwasserteichanlagen mit einer mittleren Ausbaugröße von rd. 550 bzw. 2.030 EW. Die technisch belüfteten Teichanlagen wären theoretisch um Einrichtungen zur P-Fällung und N-Elimination erweiterbar. Die natürlich belüfteten Teichanlagen, die oft im Mischsystem angeordnet sind und somit auch Regenwasser mit behandeln, wären nur mit relativ großem technischen und finanziellen Aufwand in der Lage, Nährstoffe weitergehend zu reduzieren.

Die übrigen Anlagen sind überwiegend kleine mechanisch/biologische Anlagen ohne Einrichtungen zur gezielten Nährstoffelimination.

Die gesamte Stickstofffracht aus kommunalen Kläranlagen im EZG der Nordsee beträgt somit rd. 230 t pro Jahr und die gesamte Phosphorfracht rd. 44 t pro Jahr.

Realistisch betrachtet sind signifikante Reduktionspotenziale bei den kommunalen Kläranlagen nicht erkennbar.

5.2.3.2 Nährstoffeinträge durch einmündende Fließgewässer

Die Nährstoffeinträge aus dem Nordsee-Einzugsgebiet werden mit dem sog. **Frachtmessnetz** des LLUR ermittelt (siehe hierzu auch Abschnitt 3.3). Die folgenden fünf Nordsee-Zuflüsse (siehe Tab. 13) werden zur Frachtermittlung herangezogen, d.h. es werden hier Abflussmessungen (automatische Durchflussmessanlage oder Pegel) und äquidistante Probenahmen für die Nährstoffuntersuchungen durchgeführt (Zeitpunkt: 1 Std. nach THW).

Zur Ermittlung der Stofffrachten (Nährstoffe, Schwermetalle) werden an den fünf Frachtmessstellen 12-mal jährlich Proben entnommen. Mit den **mittleren monatlichen Abflussspenden** und den Einzugsgebietsgrößen werden damit die **mittleren monatlichen Frachten pro Messstelle** berechnet. Durch Summieren ergeben sich die messstellenbezogenen jährlichen Frachten.

| Nr. | Nordsee-Zufluss mit Frachtmessstelle | Einzugsgebiet (km ²) | Einzugsgebietsgröße an der Messstelle (km ²) | Anteil am Flusseinzugsgebiet |
|-----|--------------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------|
| 1 | Eider | 2.065 | 905 | 44% |
| 2 | Treene | 797 | 797 | 100% |
| 3 | Bongsieler Kanal | 732 | 723 | 99% |
| 4 | Arlau | 286 | 286 | 100% |
| 5 | Miele mit Süderau | 408 | 256 | 63% |
| | Summe | 4.287 | 2.967 | 69% |

Tab. 13: Messstellen und deren Einzugsgebiete zur Frachtermittlung in die Nordsee

Die Summe aller jährlichen Messstellenfrachten ergibt ca. 70% der Fracht des Nordsee-Einzugsgebiets. Durch Hochrechnen auf 100% Einzugsgebietsgröße erhält man eine **Frachtabschätzung** für die Stoffeinträge in die Nordsee. Der statistische Fehler dieser abgeschätzten Frachten ist nur schwer anzugeben, denn:

- es findet bei den chemischen Probenahmen keine Berücksichtigung besonderer hydrologischer Ereignisse (Hochwasser, Trockenperioden) statt;
- es gibt nicht an allen Messstellen automatische Pegel;
- es muss ein Hochwassermanagement durchgeführt werden (Steuerung der Siele und Sperrwerke);
- Wasser der Eider wird auch zu Bewässerungszwecken genutzt und in die Treene zurückgepumpt („negativer Abfluss“).

In den Abbildungen 35 und 36 sind die jährlichen Stickstoff- und Phosphoreinträge aus dem Nordsee-Einzugsgebiet für den Zeitraum von 1980 bis 2012 zusammen mit den zugehörigen Jahresabflusssummen dargestellt.

Erkennbar ist, dass die Nährstofffrachten deutlich mit den Jahresabflusssummen korreliert sind. Die Frachten sind in hydrologisch „trockenen“ Jahren (1996, 1997 und 2003) deutlich geringer als in „nassen“ Jahren (1981, 1998, 2002 und 2007) mit der Folge besonders hoher Stickstofffrachten.

Die geschätzte mittlere Stickstofffracht des Zeitraums 2008 bis 2012 beträgt 7.250 t pro Jahr, die mittlere Phosphorfracht 370 t pro Jahr und die mittlere Abflusssumme beträgt 1.875 Mio. m³ pro Jahr.

Abb. 35:
Jährliche Stickstofffrachten und Abflusssummen im Nordsee-Einzugsgebiet im Zeitraum 1980–2012.

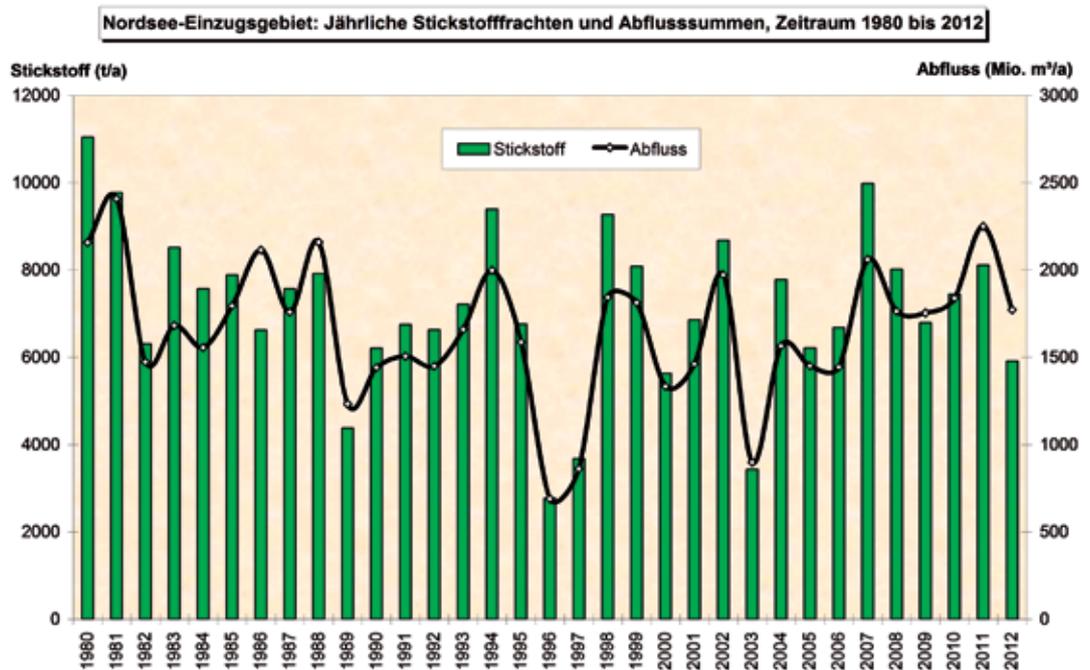
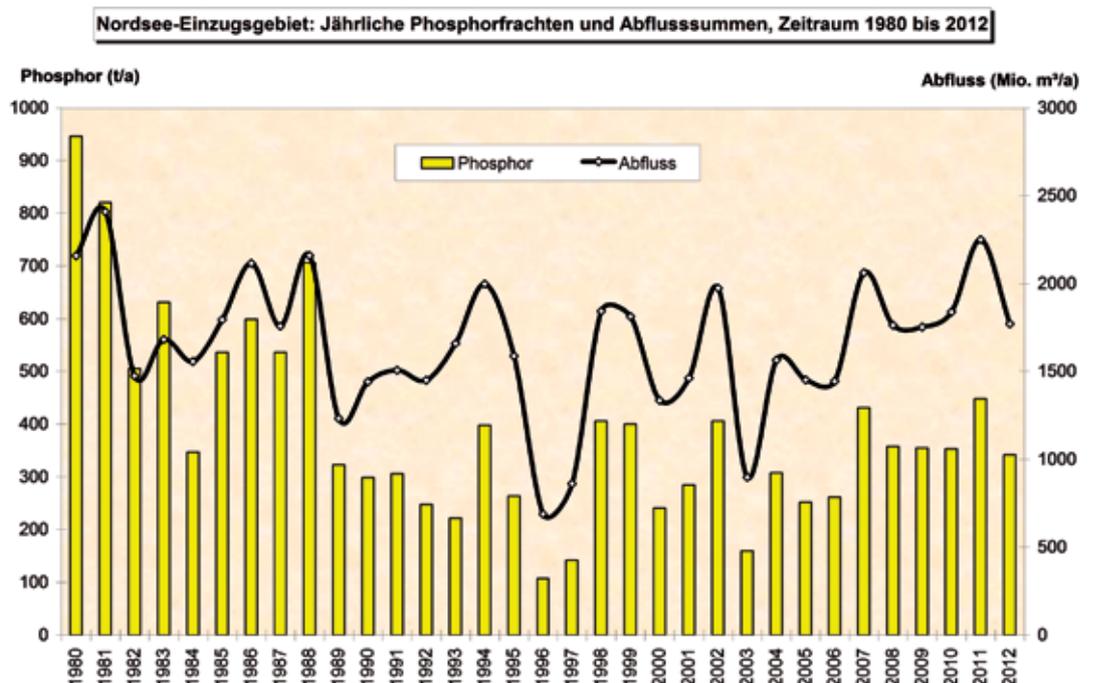


Abb. 36:
Jährliche Phosphorfrachten und Abflusssummen im Nordsee-Einzugsgebiet im Zeitraum 1980–2012.





Für Gesamtphosphor zeigt sich die starke Verringerung der Frachten seit 1989, d.h. hier wirken sich die Erfolge der Maßnahmen der damaligen Programme zum Ausbau der Kläranlagen positiv aus (z. B. Phosphor-Sofortprogramm, Dringlichkeitsprogramm zur N- und P-Eliminierung und Kläranlagenausbauprogramm).

Ob es einen Trend bei der Reduktion der N- und P-Einträge gibt, kann erst durch Normierung der geschätzten jährlichen Nährstofffrachten auf den **mittleren Abfluss** einer zugehörigen Dekade überprüft werden (1980–1989, 1990–1999 und 2000–2009). Allerdings ist zu beachten, dass die Frachtermittlungen **Abschätzungen** sind, der statistische Fehler dürfte im Bereich von 20–30% liegen.

Die Ergebnisse dieser Abschätzungen sind in den folgenden Abbildungen 37 bis 42 für die Einzugsgebiete der **Nordsee** sowie der **Eider** und der **Treene** für den letzten 5-Jahreszeitraum von 1990–2012 dargestellt, jeweils die Stickstoff- (a) und Phosphorfrachten (b).

Bei den abflussnormierten Stickstofffrachten aus dem Nordsee-Einzugsgebiet ist in dem mehr als zwanzig Jahre umfassenden Zeitraum kein Trend (linear) erkennbar, erst für den kürzeren Zeitraum von 2000–2012 ist ein leicht abnehmender Trend festzustellen (Abb. 37).

Nordsee-Einzugsgebiet: Jährliche abflussnormierte Stickstofffrachten, Zeitraum 1990 bis 2012

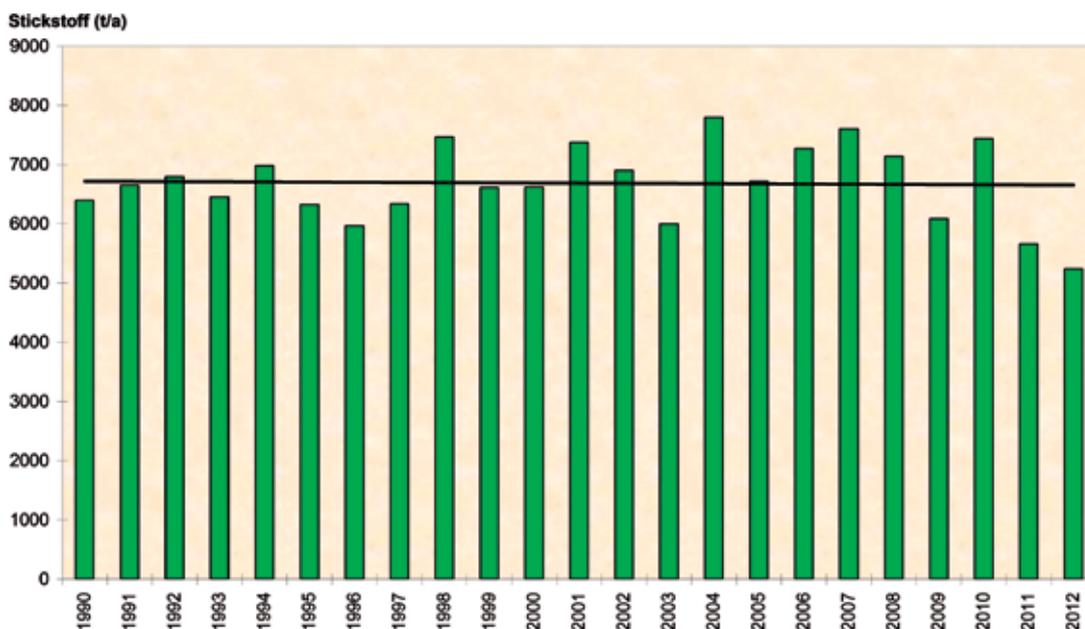


Abb. 37: Abflussnormierte **Stickstofffrachten** des Nordsee-Einzugsgebiets im Zeitraum von 1990–2012 mit linearem Trend (ohne statistische Fehlerberücksichtigung).



Für die entsprechenden abflussnormierten Phosphoreinträge ergibt sich folgendes Bild (siehe Abb. 38).

Bei den abflussnormierten Phosphorfrachten ist über den mehr als zwanzig Jahre umfassenden Zeitraum ein zunehmender Trend (linear) erkennbar. Für den kürzeren Zeitraum von 2000 bis 2012 ist die Zunahme jedoch geringer.

Im Folgenden werden die jeweiligen abflussnormierten Nährstofffrachten für die wichtigsten Nordsee-Zuflüsse Eider und Treene für den letzten 5-Jahreszeitraum von 1990 bis 2012 dargestellt.

Für die Eider beträgt die mittlere abflussnormierte Stickstofffracht des letzten 5-Jahreszeitraums von 2008 bis 2012 rd. 3.000 t pro Jahr.

Die **mittlere Gesamtstickstoff-Konzentration** liegt bei **3,4 mg/l** (Daten des Fließgewässermonitorings). Der BLMP-Orientierungswert von 2,8 mg/l am Übergabepunkt limnisch/marin, der als notwendig erachtet wird, um den „guten ökologischen Zustand“ der Küstengewässer-Wasserkörper zu erreichen, wird um 23% überschritten (Abb. 39).

Für die **abflussnormierten Phosphorfrachten** der Eider ist in dem mehr als zwanzig Jahre umfassenden Zeitraum ein leicht zunehmender Trend (linear) zu erkennen.

Die mittlere abflussnormierte Phosphorfracht des Zeitraums 2008 bis 2012 beträgt rd. 190 t pro Jahr (Abb. 40).

Nordsee-Einzugsgebiet: Jährliche abflussnormierte Phosphorfrachten, Zeitraum 1990 bis 2012

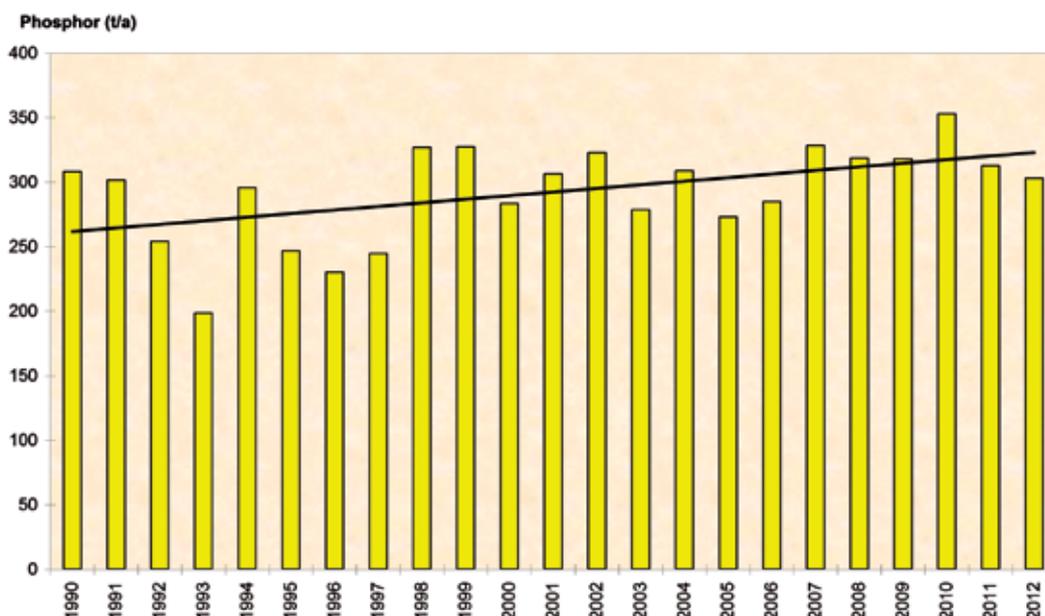


Abb. 38: Abflussnormierte **Phosphorfrachten** des Nordsee-Einzugsgebietes im Zeitraum von 1990–2012 mit linearem Trend (ohne statistische Fehlerberücksichtigung).



Eider: Abflussnormierte Stickstofffrachten von 1990 bis 2012

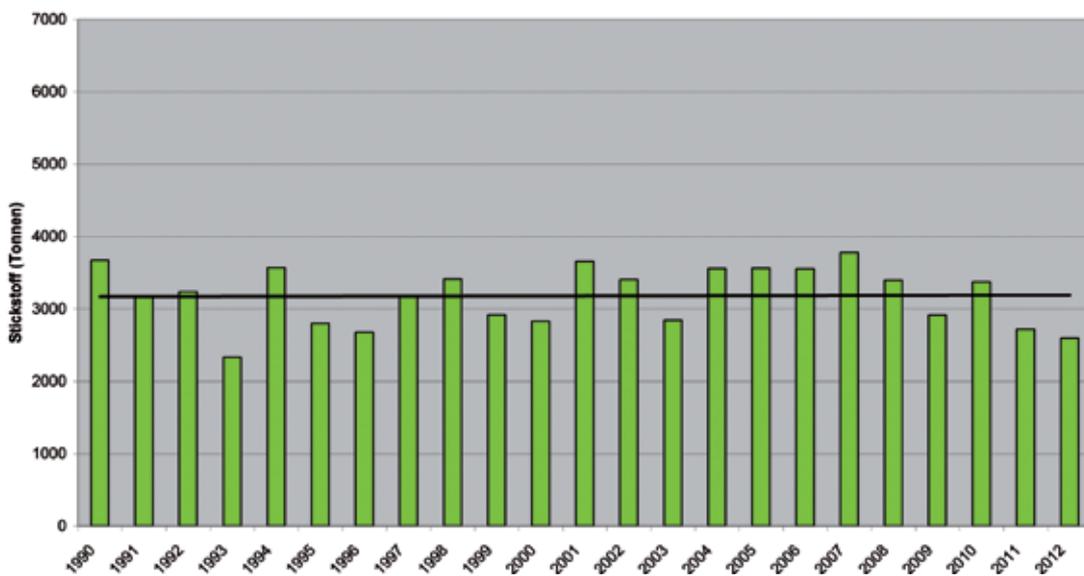


Abb. 39:
Abflussnormierte
Stickstofffrachten
der Eider im Zeitraum
von 1990–2012 mit
linearem Trend (ohne
statistische Fehler-
berücksichtigung)

Eider: Abflussnormierte Phosphorfrachten von 1990 bis 2012

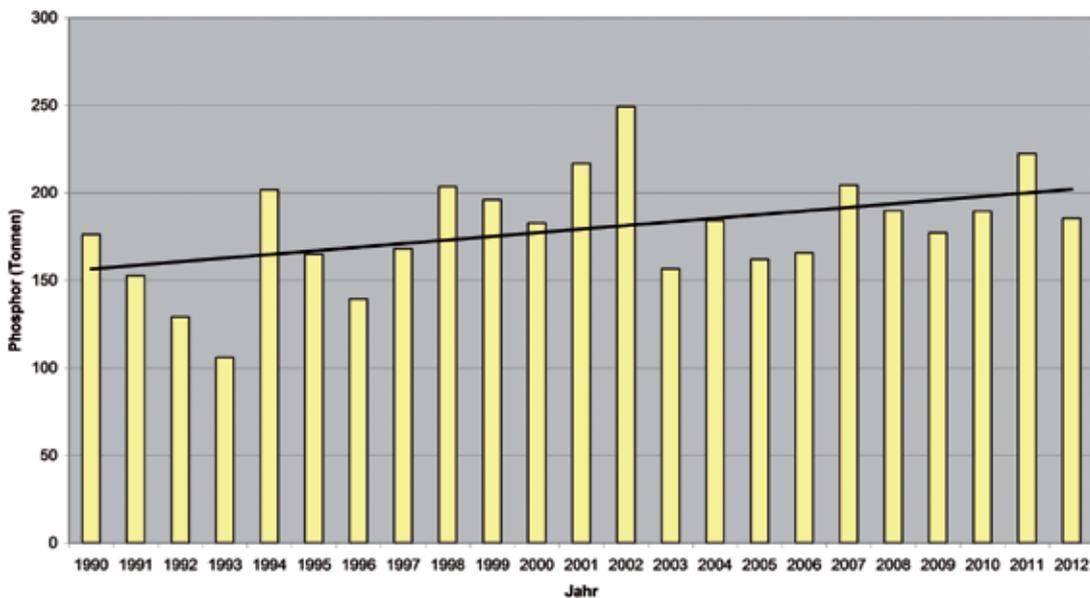


Abb. 40:
Abflussnormierte
Phosphorfrachten
der Eider im Zeitraum
von 1990–2012 mit
linearem Trend (ohne
statistische Fehler-
berücksichtigung)



Abb. 41:
Abflussnormierte
Stickstofffrachten
der Treene im
Zeitraum von
1990–2012 mit
linearem Trend (ohne
statistische Fehlerbe-
rücksichtigung)

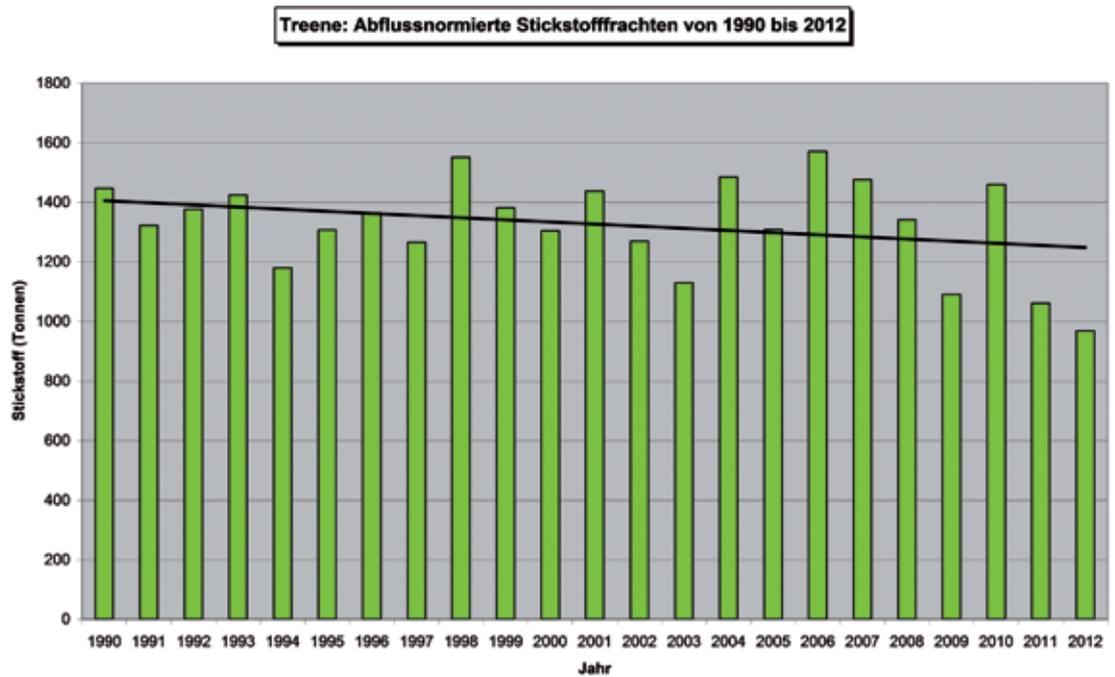
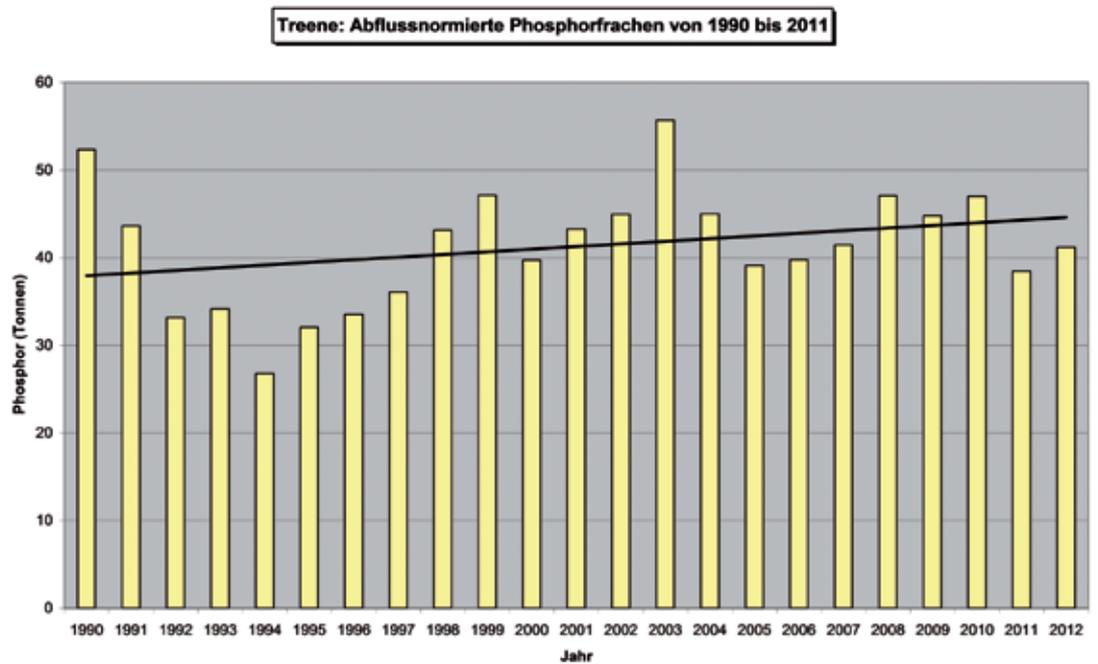


Abb. 42:
Abflussnormierte
Phosphorfrachten
der Treene im
Zeitraum von
1990–2012 mit
linearem Trend (ohne
statistische Fehlerbe-
rücksichtigung)





Für die Treene zeigen die abflussnormierten Stickstofffrachten in dem mehr als zwanzig Jahre umfassenden Zeitraum im Vergleich zur Eider einen leicht abnehmenden Trend (linear).

Die mittlere abflussnormierte Stickstofffracht des Zeitraums 2008 bis 2012 beträgt 1.185 t pro Jahr.

Die mittlere Gesamtstickstoff-Konzentration liegt bei **3,5 mg/l** (Daten des Fließgewässermonitorings). Der BLMP-Orientierungswert von 2,8 mg/l, der als notwendig erachtet wird, um den „guten ökologischen Zustand“ der Küstengewässer-Wasserkörper zu erreichen, wird um 24% überschritten (Abb. 42).

Bei den abflussnormierten Phosphorfrachten ist in der Treene ein leicht zunehmender Trend (linear) zu erkennen, wie auch in der Eider.

Die mittlere abflussnormierte Phosphorfracht des Zeitraums 2008 bis 2012 beträgt rd. 44 t pro Jahr (Abb. 43).

In Tabelle 14 werden für die fünf größten Nordsee-Zuflüsse die relativen Veränderungen der Nährstofffrachten des Jahres 2011 mit den mittleren Frachten des Zeitraums 2006 bis 2010 verglichen, jeweils für die nicht abflussnormierten und die abflussnormierten Stickstoff- und Phosphorfrachten.

Zusätzlich werden die als fachlich notwendigen Stickstoff- und Phosphor-Reduzierungsziele laut Maßnahmenprogramm für die FGE Eider angegeben und es erfolgt eine Bewertung hinsichtlich der Zielerreichung für die Zuflüsse. Die Summe der Teileinzugsgebiete hat einen Anteil von rd. 70% des Nordsee-Einzugsgebietes.

Diese Auswertung zeigt, dass die abflussnormierten Nährstofffrachten des Jahres 2011 der meisten Flüsse deutlich unter den mittleren Frachten des Zeitraums 2006 bis 2010 liegen. Nur die Phosphorfracht der Eider liegt um 20% über der mittleren Fracht. Eine Bewertung dieser normierten Nährstofffrachten im Vergleich zu den meeresökologisch langfristig bis 2027 als fachlich notwendig erachteten Reduzierungszielen (Stickstoff und Phosphor je 30–45%, abgeleitet über die Orientierungswerte für die biologische Qualitätskomponente Chlorophyll-a) zeigt, dass die langfristigen Anforderungen im ersten Jahr des 1. Bewirtschaftungszyklus (2011) noch in keinem Nordseezufluss erreicht wurden.

Tab. 14:
Relative Veränderung der Nährstofffrachten der Nordseezuflüsse des Jahres 2011 im Vergleich zu den mittleren Frachten des Zeitraums 2006 bis 2010

| Belasteter Küstengewässer-WK | Nordsee-zufluss | N | P | N normiert | P normiert | N-Red.ziel | Bewertung | P-Red.ziel | Bewertung |
|------------------------------|-----------------|------|------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| N4.9500.02.02 | Eider | +13% | +68% | -20% | +20% | 35–40% | ⊖ | 35–40% | ⊖ |
| mündet in die Eider | Treene | +7% | +22% | -20% | -9% | | ⊖ | | ⊖ |
| N2.9599.01.05 | Bongs. Kanal | -9% | -15% | -14% | -20% | | ⊖ | | ⊖ |
| N2.9599.01.06 | Arlau | +11% | +14% | -15% | -13% | | ⊖ | | ⊖ |
| N4.9500.03.02 | Miele m. Süd | -10% | -10% | -20% | -21% | | ⊖ | | ⊖ |

⊖ Reduzierungsziel ist erreicht ⊕ Reduzierungsziel ist fast erreicht ⊗ Reduzierungsziel ist nicht erreicht

5.2.3.3 Nährstoffeinträge durch Direktniederschläge

Zur Ermittlung der Nährstoffkonzentrationen in der **nassen Deposition** betreibt das LLUR ein eigenes Messnetz mit automatischen Niederschlagsmessern an 14 Standorten in Schleswig-Holstein. Abbildung 43 zeigt eine Karte mit den Standorten der Sammler.

Mit den Ergebnissen der regelmäßigen Nährstoffuntersuchungen im Niederschlagswasser und den zugehörigen Niederschlagsmengen lassen sich die jährlichen Einträge an Stickstoff und Phosphor abschätzen, die in Tabelle 15 für den Zeitraum von 2008 bis 2012 dargestellt sind.

| Jahr | Gesamt-N kg/ha*a | Ammonium-N kg/ha*a | Nitrat-N kg/ha*a | Gesamt-P kg/ha*a |
|-------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| 2008 | 9,3 | 5,6 | 3,7 | 0,21 |
| 2009 | 8,4 | 4,8 | 3,5 | 0,14 |
| 2010 | 10 | 6,1 | 3,9 | 0,20 |
| 2011 | 11 | 7,1 | 3,9 | 0,13 |
| 2012 | 9,7 | 6,1 | 3,7 | 0,21 |
| Mittelwert | 9,7 | 5,9 | 3,7 | 0,2 |

Tab. 15:
Jährliche Stickstoff- und Phosphoreinträge
mit dem Niederschlagswasser

Mit den Ergebnissen des Niederschlagsmessnetzes wird der **mittlere jährliche direkte Stickstoffeintrag auf rd. 10 kg N pro Hektar geschätzt**, davon entfallen rd. 60% auf den Ammoniumstickstoff. **Der mittlere Phosphoreintrag wird auf 0,2 kg P pro Hektar geschätzt.**

Hochgerechnet auf die gesamte Fläche der Nordsee, d.h. FGE Eider mit 2.440 km² Küstengewässer-Wasserkörperfläche und 2.150 km² Küstenmeerfläche und FGG Elbe mit 440 km² Küstengewässer-Wasserkörperfläche und 2.000 km² Küstenmeerfläche, insgesamt also rd. 7.000 km², ergeben sich **geschätzte Einträge in die Nordsee von rd. 6.800 t Stickstoff und 140 t Phosphor pro Jahr.**

Der Eintrag in die Küstengewässer Wasserkörper der FGE Eider und der FGG Elbe wird auf 2.800 t Stickstoff und 58 t Phosphor pro Jahr geschätzt.



Abb. 43:
Standorte der automatischen Niederschlagsmesser
mit Messstellenummern

5.2.4 Handlungsbedarf

Die Ergebnisse der Nährstoffuntersuchungen in den Küstengewässern der Nordsee zeigen deutlich, dass vor allem in den inneren Küstengewässern (WRRL-Typen N2 und N4) nach wie vor sehr hohe Nährstoffkonzentrationen festzustellen sind. Diese Wasserkörper sind durch direkte und vor allem diffuse Einträge am stärksten betroffen. In der Tabelle 16 sind die Nährstoffbelastungen aus den verschiedenen Bereichen als **mittlere Belastungen bzw. Einträge des letzten 5-Jahreszeitraums von 2008 bis 2012** zusammengefasst dargestellt:

Die Ergebnisse der Frachtermittlung der Nordsee-Zuflüsse für das Jahr 2011 zeigen, dass bezüglich der abflussnormierten Frachten die für den ersten Bewirtschaftungszyklus abgeschätzten Nährstoffreduktionen erreicht wurden.

Tab. 16:
Nährstoffeinträge in die Nordsee
(Tonnen/Jahr)

| | Nordsee- Einzugsgebiet (schlesw.-holst.) [abflussnormiert] | Eider [abflussnormiert] | Treene [abflussnormiert] | Elbe- Einzugsgebiet (schlesw.-holst.) | Kommunale Kläranlagen (2012) | Direkt- niederschlag (in Küstengewässer- Wasserkörper der FGE Eider + FGG Elbe) |
|-------------------|---|----------------------------|-----------------------------|---|------------------------------------|--|
| Stickstoff | 7.250 [6.315] | 3.810 [3.000] | 1.345 [1.185] | 12.100 | 230 | 3.290 |
| Phosphor | 370 [320] | 250 [190] | 49 [44] | 550 | 44 | 68 |

Um die **Orientierungswerte** für die verschiedenen Nährstoffparameter in den Küstengewässer-Wasserkörpern einzuhalten, sind langjährig wirkungsvolle Maßnahmen im Nordsee-Einzugsgebiet erforderlich. Für den ersten Bewirtschaftungszyklus wurde aus den Überschreitungen der Chlorophyll-a-Konzentrationen in den Küstengewässern der FGE Eider eine langfristige, meeresökologisch notwendige Reduzierung bis 2027 um 35–40% für die Stickstoff- und Phosphoreinträge abgeleitet. Es wurde geschätzt, dass durch Maßnahmen im ersten Bewirtschaftungszyklus die Stickstoffeinträge um etwa 12% und die Phosphoreinträge um gut 15% vermindert werden könnten (MLUR 2009).

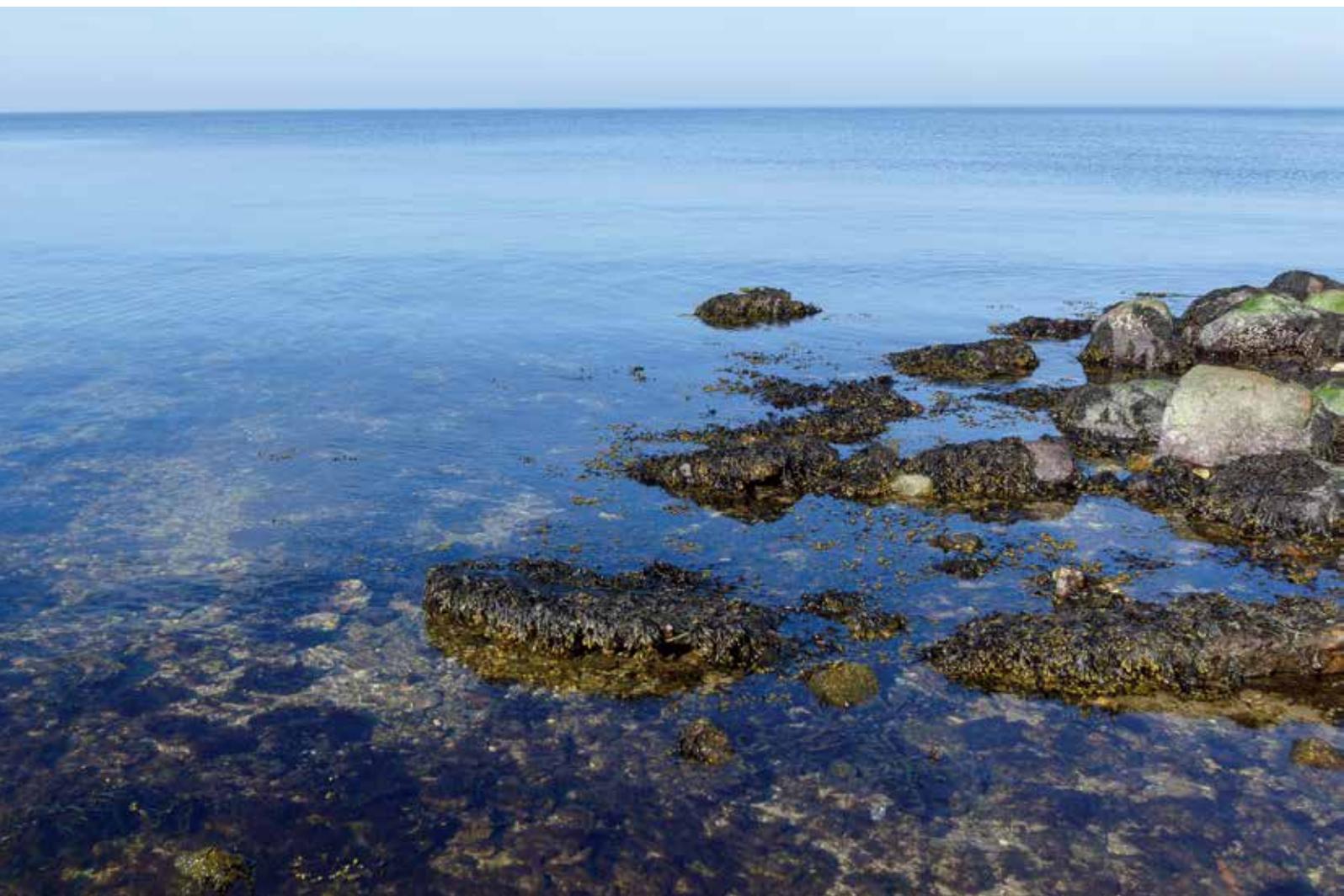
5.3 Ostsee

Das schleswig-holsteinische Ostseegebiet ist FGE Schlei/Traven zugeordnet. Dazu gehören die folgenden Küstengewässertypen:

- B2: Mesohalines inneres Küstengewässer
- B3: Mesohalines offenes Küstengewässer
- B4: Meso- bis polyhalines offenes Küstengewässer, saisonal geschichtet
- B0: Küstenmeer Schlei/Trave

Das Küstenmeer Schlei/Trave ist gemäß WRRL nur hinsichtlich des chemischen Zustands zu bewerten, d.h. Nährstoffgehalte bleiben hier unberücksichtigt. Diese werden nur für die Bewertung des ökologischen Zustands der Küstengewässer-Wasserkörper als sog. unterstützende „allgemeine und physikalisch-chemische Qualitätskomponenten“ herangezogen (Tab. 17).

Das Küstengewässermonitoring des LLUR erfolgt im Rahmen der operativen Überwachung und ist Teil des nationalen Bund/Länder-Messprogramms für die Nord- und Ostsee. Abbildung 24 auf Seite 47 zeigt eine Karte mit den Monitoringstationen für Nährstoffuntersuchungen in der Ostsee (Stand 2012).



5.3.1 Aktueller Zustand der Nährstoffkonzentrationen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Nährstoffuntersuchungen des Jahres 2012 für die verschiedenen Küstengewässerstationen dargestellt.

Der Typ B2 wird aufgrund der Unterschiede der Salzgehalte in den verschiedenen Ostseeregionen in die Untertypen B2a (Salzgehalt 5–10 PSU) und B2b (Salzgehalt >10–18 PSU) untergliedert. Die Konzentrationsbereiche im Typ B2 (a/b) und B3 (a/b) sind so zu verstehen, dass der erste, höhere Wert dem niedrigen und der zweite, niedrige Wert dem höheren Salzgehalt zugeordnet wird. Die jeweiligen Orientierungswerte werden dann aus den langjährigen Stations-Salzgehalten durch Interpolation ermittelt. Sie sind in Tabelle 18 dargestellt:

Im Küstenmeer (Typ B0) ist gemäß WRRL bzw. OGewV keine ökologische Zustandsbewertung durchzuführen. Gleichwohl sind in der OGewV auch Referenzbedingungen für das Gebiet der Arkonasee (nordwestlich von Rügen) festgelegt worden. Diese können für die Bewertung der **Meeresregion Ostsee** gemäß der EG-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) für die Deskriptoren 5 „Eutrophierung“ und 8 „Schadstoffkonzentrationen“ und damit für die Bewertung des „guten ökologischen Zustands (GES)“ verwendet werden.

In den folgenden Abbildungen 44 bis 48 werden die Nährstoffergebnisse des Jahres 2012 für jede Station zusammen mit den typspezifischen Orientierungswerten dargestellt. Abbildung 49 zeigt die Ergebnisse der **Chlorophyll-a**-Messungen zur Bewertung der Qualitätskomponente **Phytoplankton**.

Tab. 17:
Orientierungswerte für Nährstoffparameter in den Küstengewässertypen der Ostsee (LAWA 2007) und im Küstenmeer (HELCOM-Projekt „TARGREV“, 2012):

| Orientierungswerte | | Ges-N (mg/l) | | DIN (mg/l) | | NO ₃ (mg/l) | | Ges-P (mg/l) | | PO ₄ (mg P/l) | |
|-----------------------|--------------------------|------------------|------|----------------------|-------|------------------------|-------|------------------|-------|--------------------------|-------|
| Ostsee | Salzgehaltsbereich (PSU) | Jahresmittelwert | | Winter (1.11.–28.2.) | | Winter (1.11.–28.2.) | | Jahresmittelwert | | Winter (1.11.–28.2.) | |
| B1 (nur in M-V) | 1,8–3,5 | 0,21 | | 0,15 | | 0,11 | | 0,024 | 0,014 | 0,011 | 0,006 |
| B2 (a/b) | 5–18 | 0,27 | 0,17 | 0,17 | 0,12 | 0,11 | 0,06 | 0,029 | 0,014 | 0,012 | 0,006 |
| B3 (a/b) | 6,5–15 | 0,26 | 0,20 | 0,15 | | 0,11 | | 0,029 | 0,018 | 0,012 | 0,008 |
| B4 | 10,5–20 | 0,21 | | 0,15 | | 0,11 | | 0,029 | 0,024 | 0,011 | 0,009 |
| HELCOM / Kieler Bucht | 15 | | | 0,078 | | | | | | 0,018 | |
| HELCOM/Mecklenbg. B. | 13 | | | 0,076 | | | | | | 0,015 | |
| Arkonasee (B0) | 7–9 | 0,21 | | 0,053 | 0,045 | 0,05 | 0,045 | 0,021 | | 0,014 | 0,012 |

Tab. 18:
Salzgehalt-interpolierte Orientierungswerte für Küstengewässer-Wasserkörper

| Küstengewässer-Wasserkörper | | Interpolierte Orientierungswerte (mg/l) | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|---|------|-----------------|-------|-----------------|
| WRRL -Typ | Mittlerer Salzgehalt (PSU) | Ges-N | DIN | NO ₃ | Ges-P | PO ₄ |
| B2a | 8,6 | 0,24 | 0,15 | 0,09 | 0,024 | 0,01 |
| B2b | 14,8 | 0,19 | 0,13 | 0,07 | 0,017 | 0,007 |
| B3b | 14,3 | 0,20 | 0,15 | 0,11 | 0,019 | 0,008 |
| B4 | 16,7 | 0,21 | 0,15 | 0,11 | 0,026 | 0,01 |
| Arkonasee | 14,3 | 0,20 | 0,15 | 0,11 | 0,019 | 0,008 |

Gesamtstickstoff

Abbildung 44 zeigt, dass die Orientierungswerte an den Stationen in den inneren Küstengewässern (B2a und B2b) erheblich überschritten werden, während sie in den äußeren Küstengewässern (B3b, B4) eingehalten werden. Ursache sind die hohen Nährstofffrachten der Ostsee-Zuflüsse, vor allem der Trave und der Schwentine und der Füsinger Au, sowie die diffusen Einträge aus den jeweiligen Teileinzugsgebieten. Im Küstenmeer (B0) unterscheiden sich die Gesamt-N-Konzentrationen kaum von den in den Typen B3b und B4 gemessenen Werten.

Gesamtphosphor

Abbildung 45 zeigt, dass die Orientierungswerte an den Stationen in den inneren Küstengewässern (B2a und B2b) erheblich überschritten werden, nur im relativ kleinen Wasserkörper **Orther Bucht** (B2b) wird er eingehalten. In der **Flensburger** und in der **Kieler Innenförde** ist die Überschreitung nur gering. In den äußeren Küstengewässern (B3b) wird der Orientierungswert gerade eingehalten bzw. deutlich unterschritten (B4). Lediglich in der **Kieler Außenförde** wird der Gesamt-P-Orientierungswert leicht überschritten. Ursache für die hohen Gesamtphosphorkonzentrationen in den inneren Küstengewässern sind die hohen Nährstofffrachten der Ostsee-Zuflüsse, vor allem der Trave und der Füsinger Au, sowie die diffusen Einträge aus den jeweiligen Teileinzugsgebieten.

Abb. 44:
Gesamtstickstoffkonzentrationen
(Jahresmittelwerte 2012) an den Ostsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 24, S. 47

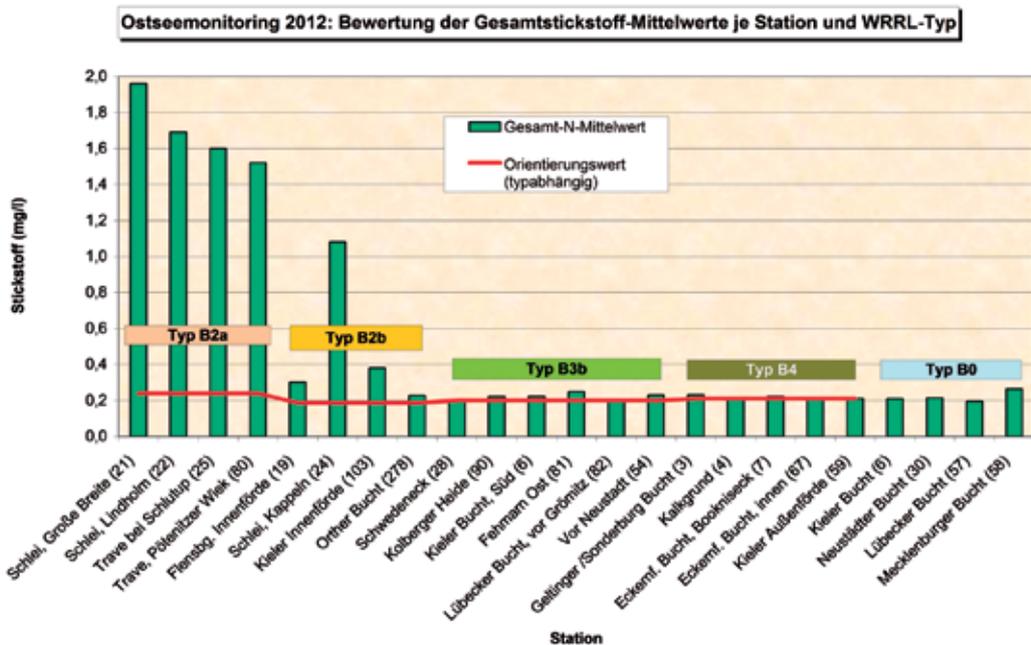
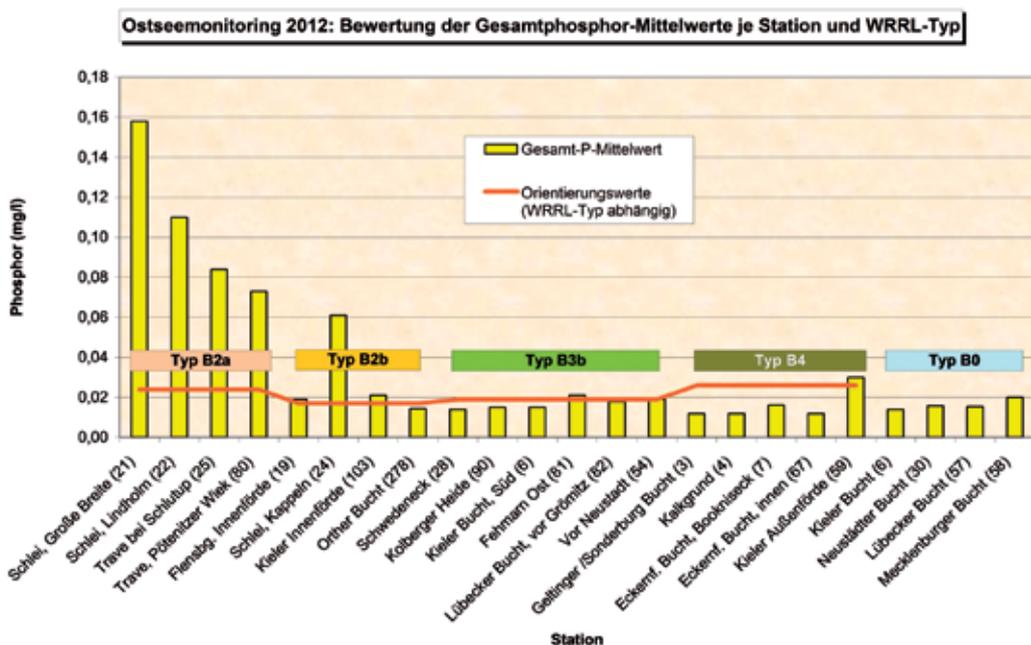


Abb. 45:
Gesamtphosphorkonzentrationen
(Jahresmittelwerte 2012) an den Ostsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 24, S. 47



Anorganischer Stickstoff (DIN) und Nitrat

Abbildung 46 und 47 zeigen, dass die jeweiligen Orientierungswerte an fast allen Stationen der inneren Küstengewässer (B2a und B2b) erheblich überschritten werden, in der **Flensburger Innenförde** allerdings nur mäßig und im kleinen Wasserkörper **Orther Bucht** (B2b) werden die DIN- und Nitrat-Orientierungswerte sogar eingehalten. Ursache der hohen Stickstoffkonzentrationen sind die hohen Nährstofffrachten der Ostsee-Zuflüsse, vor allem der Trave und der Schwentine und der Füsinger Au, sowie die diffusen Einträge aus den jeweiligen Teileinzugsgebieten. In den äußeren Küstengewässern (B3b und B4) werden die Orientierungswerte erfreulicherweise eingehalten.

Für das Küstenmeer Schlei/Trave (B0) wurden im November 2012 mit dem Abschluss des HELCOM-Projekts „TARGREV“ sog. Zielwerte (**eutrophication status targets**) für Eutrophierungsparameter DIN, DIP (Phosphat) und Chlorophyll-a vorgeschlagen, u.a. auch für die Regionen **Kieler Bucht** und **Mecklenburger Bucht**. Die DIN-Zielwerte lauten für die Region Kieler Bucht 78 µg/l N und für die Region Mecklenburger Bucht 60 µg/l N. Sie sind niedriger als die Orientierungswerte für den benachbarten WRRL-Typ B4. Die Zielwerte werden in der **Kieler** und in der **Lübecker Bucht** eingehalten und in der **Mecklenburger Bucht** nur geringfügig überschritten.

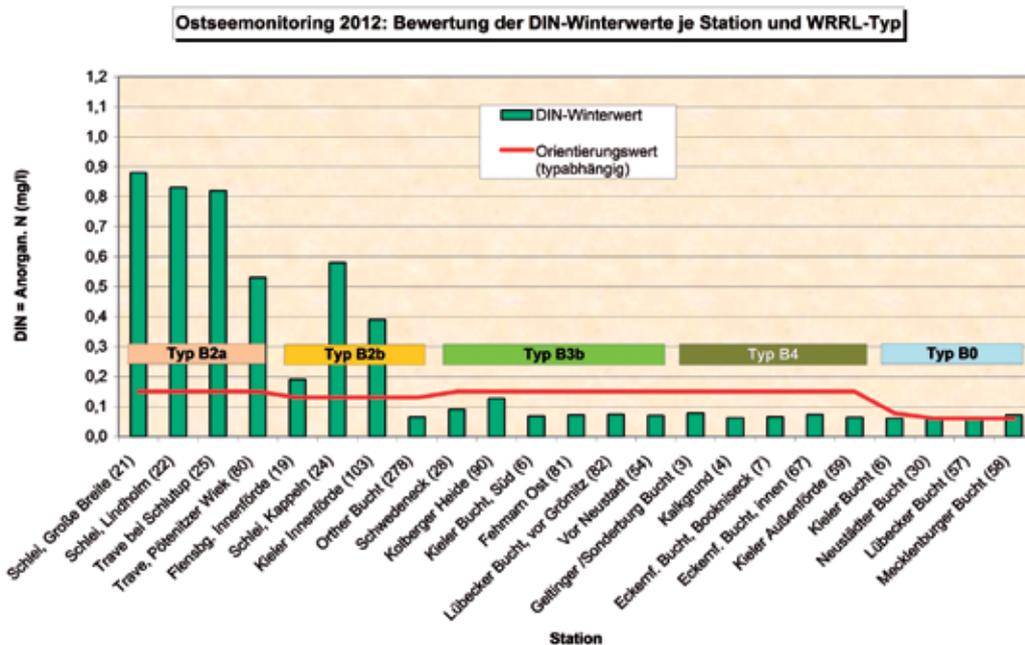


Abb. 46: Konzentrationen des gelösten anorganischen Stickstoffs (DIN), Winterwerte 2011/2012 an den Ostsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 24, S. 47

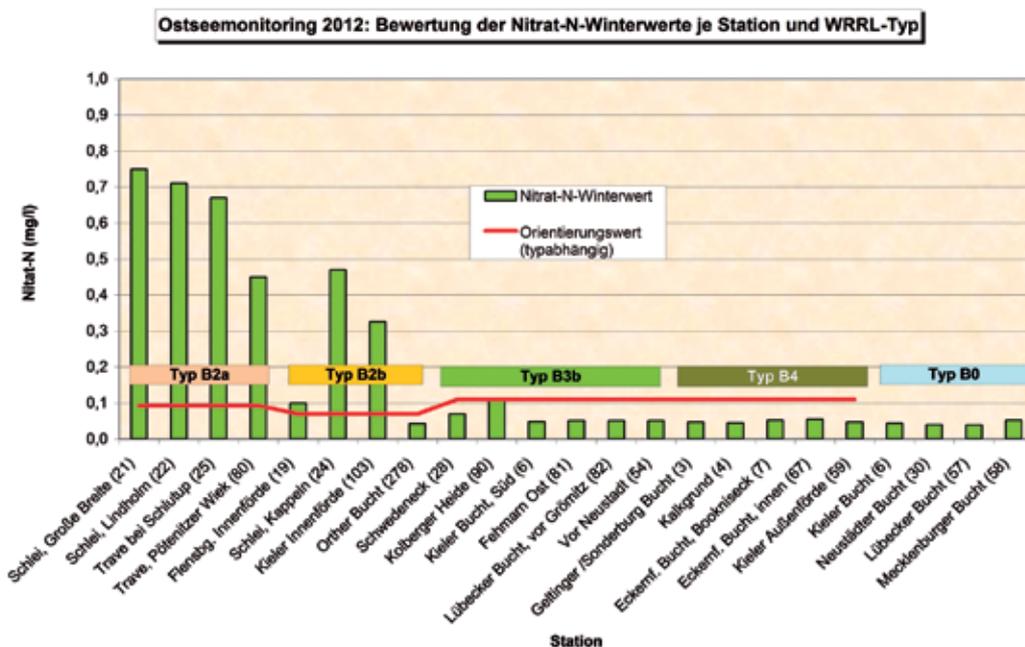


Abb. 47: Nitratkonzentrationen (Winterwerte 2011/2012) an den Ostsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 24, S. 47

Phosphat

Abbildung 48 zeigt, dass die Orientierungswerte an allen Stationen und damit in allen Küstengewässertypen erheblich überschritten werden, am stärksten wiederum in den inneren Küstengewässern (B2a und B2b). Ursache sind die hohen Nährstofffrachten der Ostsee-Zuflüsse, vor allem der Trave und der Schwentine und der Füsinger Au, sowie die diffusen Einträge aus den jeweiligen Teileinzugsgebieten. Auch die für das Küstenmeer Schlei/Trave (B0) mit dem HELCOM-Projekt „TARGREV“ vorgeschlagenen Phosphat-Zielwerte werden in der [Kieler, Lübecker](#) und [Mecklenburger Bucht](#) nicht eingehalten. Die Zielwerte lauten für die Region [Kieler Bucht](#) 18 µg/l P und für die Region [Mecklenburger Bucht](#) 15 µg/l P. Sie sind somit **höher** als die Orientierungswerte für den benachbarten WRRL –Typ B4.

Chlorophyll-a

Durch die hohen Nährstoff-Winterkonzentrationen im Küstengewässer kommt es während der Vegetationsperiode zu Planktonalgenblüten, dies zeigt sich am Anstieg der Chlorophyll-a-Konzentrationen (Chl-a). Es wird zur Bewertung der biologischen Qualitätskomponente [Phytoplankton](#) in den Küstengewässer-Wasserkörpern herangezogen. Interkalibrierte Chl-a-Orientierungswerte gibt es allerdings bisher nur für die äußeren Küstengewässer (B3b/B4: 1,9 µg/l). Für die inneren Küstengewässer werden die im BLMP-Monitoring-Kennblatt „Phytoplankton“ (Stand: 3.3.2010) genannten Orientierungs- bzw. Zielwerte für die Klassengrenze „guter/mäßiger ökologischer Zustand“ zur Bewertung der Chl-a-Konzentrationen verwendet (B2a 2,4 µg/l und B2b 1,9 µg/l). Im HELCOM-TARGREV-Projekt wird für die Regionen [Kieler Bucht](#) und die [Mecklenburger Bucht](#) ein Chl-a-Zielwert von 2,0 µg/l vorgeschlagen, der vergleichbar mit dem Orientierungswert für die äußeren Küstengewässer B3 und B4 ist (Abb. 49).

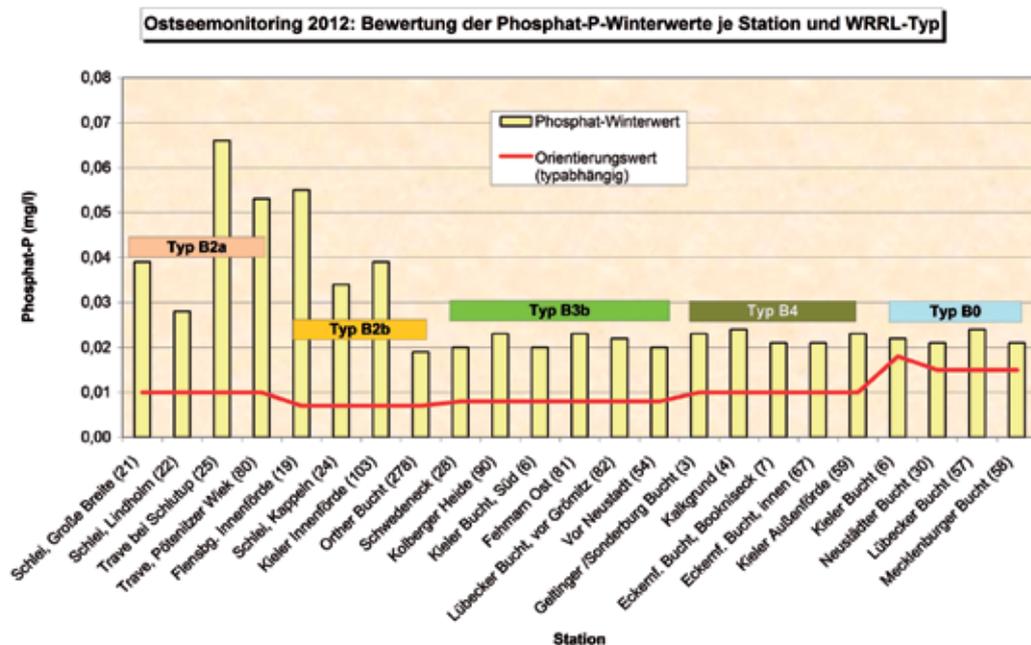


Abb. 48:

Phosphatkonzentrationen (Winterwerte 2011/2012) an den Ostsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 24, S. 47



Die Ergebnisse zeigen, dass die Orientierungswerte der Chl-a-Konzentrationen in den inneren Küstengewässern (B2a und B2b) mit Ausnahme des kleinen Wasserkörpers **Orther Bucht** (B2b) in allen anderen Stationen bzw. Wasserkörpern deutlich überschritten werden.

In den äußeren Küstengewässern (B3b und B4) werden die Orientierungswerte geringfügig überschritten, in drei Wasserkörpern des Typs B3 werden sie sogar eingehalten (Stationen **Kolberger Heide**, **Kieler Bucht Süd** und **Fehmarn Ost**). Ursache für die Überschreitungen der Orientierungswerte sind die hohen winterlichen Nährstoffkonzentrationen, die im Frühjahr zu starken Planktonalgenblüten führen, insbesondere in der Schlei.

Nachdem in den Abbildungen 44 bis 49 die aktuellen stationsbezogenen Nährstoff- und Chl-a-Konzentrationen des Jahres 2012 gezeigt wurden, wird im Folgenden eine Kartendarstellung der Nährstoffkonzentrationen des Jahres 2011 für die Küstengewässer-Wasserkörper (Typen B2 bis B4) gezeigt. Die Nährstoffkonzentrationen an den Monitoringstationen werden je Typ zusammengefasst und gemittelt.

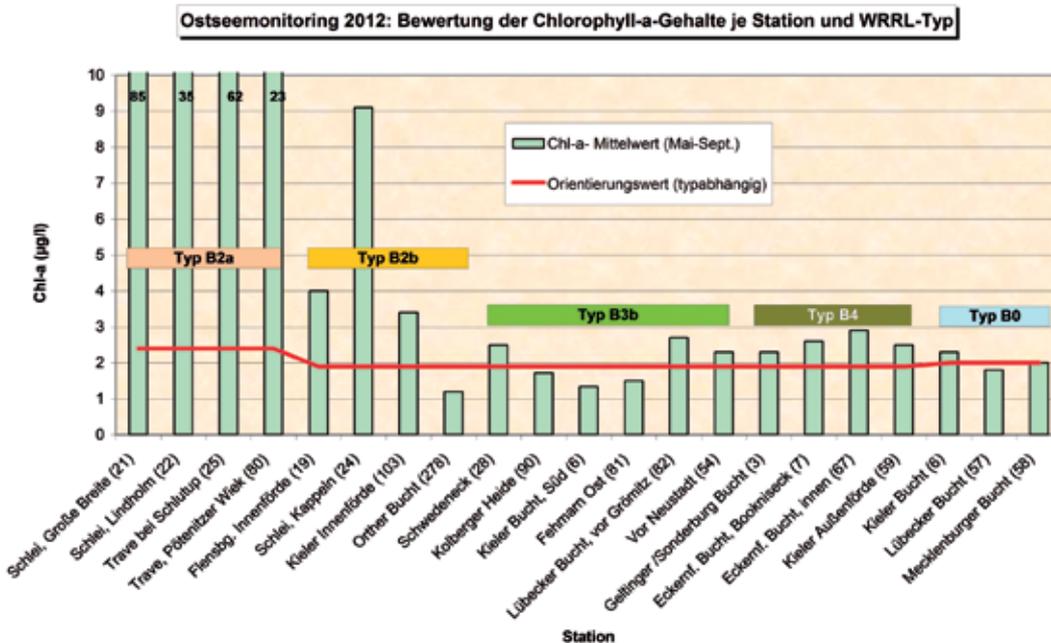


Abb. 49:

Chlorophyll-a-Konzentrationen (Mittelwerte der Vegetationsperiode Mai bis Sept. 2012) an den Ostsee-Monitoringstationen je Küstengewässertyp und zugehörige Orientierungswerte (Klassengrenze guter/mäßiger ökologischer Zustand). Ziffern hinter dem Stationsnamen bezeichnen die Stationsnummern, vgl. Stationskarte in Abb. 24, S. 47



Erkennbar ist, dass die Orientierungswerte für alle fünf Nährstoffparameter in den inneren Küstengewässern (Typ B2a/b) erheblich überschritten werden. Nur in der **Orther Bucht** wird der Orientierungswert für Gesamtphosphor deutlich unterschritten. In den offenen Küstengewässern des Typs B3 und B4 werden die Orientierungswerte für die Stickstoffparameter unterschritten, das gilt jedoch nicht für Phosphat. Eventuell sind hier die Orientierungswerte zu niedrig angesetzt (s.u.).

Die erhebliche Überschreitung der Nährstoff-Orientierungswerte in den inneren Küstengewässern zeigt, dass im Ostsee-Einzugsgebiet langjährig Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffausträge durchgeführt werden müssen.

Es werden **vier Klassen** gebildet je nach der Größe der **prozentualen Abweichungen** der Nährstoffkonzentrationen von den jeweiligen Orientierungswerten:

In der folgenden Tabelle 19 sind die prozentualen Abweichungen der Monitoringergebnisse für die Nährstoffparameter von den jeweiligen Orientierungswerten je Küstengewässertyp (vgl. Tab. 17) dargestellt und nach dem o.g. Klassifizierungssystem farblich hervorgehoben:

Die in der Tabelle 19 zusammengefassten Nährstoffbewertungen für das Jahr 2011 hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der Orientierungswerte werden in den folgenden Abbildungen 50 bis 54 für die Küstengewässer-Wasserkörper in der Fläche dargestellt.

| | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Orient.wert ist eingehalten | Orient.wert Überschreitung bis 25% | Orient.wert Überschreitung 25% – 100% | Orient.wert Überschreitung >100% |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|

Tab. 19:
Abweichungen der mittleren Nährstoffkonzentrationen des Jahres 2011 von den jeweiligen Orientierungswerten für die verschiedenen Wasserkörpertypen

Abweichung der Mittelwerte 2011 von den Salzgehalt-normierten Orientierungswerten pro WRRL-Typ

| WRRL – Typ | Ostseeregion | Ges-N | Ges-P | NO ₃ -N | DIN | PO ₄ -P |
|------------|---------------------------------|-------|-------|--------------------|-------|--------------------|
| B2a – iSL | innere Schlei | 476% | 324% | 677% | 458% | 209% |
| B2a – UT | Untertrave | 613% | 179% | 4009% | 2527% | 860% |
| B2b – FF | Flensburger Innenförde | 65% | 133% | 159% | 93% | 638% |
| B2b – aSL | äußere Schlei | 457% | 180% | 1211% | 751% | 512% |
| B2b – KF | Kieler Innenförde | 75% | 37% | 227% | 122% | 328% |
| B2b – OB | Orther Bucht | 24% | - 36% | 45% | 3% | 73% |
| B3 | offene Küstengewässer | 10% | - 26% | - 33% | - 28% | 167% |
| B4 | offene, geschichtete Küstengew. | 0% | - 30% | - 56% | - 43% | 215% |

Gesamtstickstoff

Die Monitoringergebnisse zeigen in Abbildung 50, dass die Orientierungswerte in den inneren Küstengewässern (B2a und B2b) erheblich überschritten werden, in der Schlei und in der Untertrave um ein Vielfaches, in der Flensburger Innenförde und der Kieler Förde um 25% bis 100% und in der Orther Bucht um bis zu 25%, gleiches gilt für die äußeren Wasserkörper des Typs B3b. In den saisonal geschichteten äußeren Wasserkörpern des Typs B4 wird der Orientierungswert erfreulicherweise gerade noch eingehalten.

Gesamtphosphor

Die Monitoringergebnisse zeigen in Abbildung 51, dass die Orientierungswerte in den inneren Küstengewässern (B2a und B2b) erheblich überschritten werden, in der Flensburger Innenförde, der Schlei und in der Untertrave um weit über 100%, in der Kieler Förde um 25% bis 100%. Nur in dem relativ kleinen Wasserkörper Orther Bucht wird der Orientierungswert in einem inneren Küstengewässer-Wasserkörper deutlich unterschritten. Gleiches gilt für die äußeren Wasserkörper der Typen B3b und B4. Damit zeigt sich für die Parameter Stickstoff und Phosphor das gleiche Bild: extrem hohe Orientierungswertüberschreitungen in den inneren und mäßige Überschreitungen bzw. sogar Unterschreitungen in den äußeren Küstengewässern.



Abb. 50: Wasserkörperbewertung der **Gesamtstickstoff**-Konzentrationen hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte



Abb. 51: Wasserkörperbewertung der **Gesamtphosphor**-Konzentrationen hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte



Abb. 52:
Wasserkörperbewertung der **DIN**-Konzentrationen hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte

Anorganischer Stickstoff (DIN) und Nitrat

Die Monitoringergebnisse zeigen ein vergleichbares Bild wie für den Parameter Gesamtphosphor, d.h. in den inneren Küstengewässern gibt es extreme Orientierungswertüberschreitungen von weit über 100%, in den äußeren Wasserkörpern der Typen B3b und B4 werden die DIN- und Nitrat-Orientierungswerte erfreulicherweise deutlich unterschritten (Abb. 52, 53).

Phosphat

Die Monitoringergebnisse zeigen, dass die Orientierungswerte in allen Wasserkörpern um weit über 100% überschritten werden, auch in den äußeren, wo für den Parameter Gesamtphosphor eine deutliche Unterschreitung festzustellen war (Abb. 54).



Abb. 53:
Wasserkörperbewertung der **Nitrat**-Konzentrationen hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte



Abb. 54:
Wasserkörperbewertung der **Phosphat**-Konzentrationen hinsichtlich der Einhaltung oder Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte

5.3.2 Entwicklung der Nährstoffkonzentrationen in der Vergangenheit

Hierzu liegt im Rahmen des „Bund/Länder-Messprogramms Nord- und Ostsee (BLMP)“ ein sog. [Indikatorbericht](#) (BLMP-Aktuell 2011/1) vor, in dem die Entwicklung der Nährstoffeinträge aus dem deutschen Ostsee-Einzugsgebiet sowie die Veränderungen der Nährstoffverhältnisse in den deutschen Küstengewässern und der angrenzenden Ostsee (Küstenmeer) seit 1986 dargestellt sind. Dort wird zusammengefasst festgestellt:

Der Phosphoreintrag aus den acht wichtigsten Kläranlagen an der deutschen Ostseeküste (ca. 70% der Direkteinleiter) hat sich zwischen 1990 und 2008 um 98% erheblich verringert. Der flussbürtige Eintrag von Gesamtphosphor ist im Vergleich der Zeiträume von 1986–1990 und 2004–2008 um 61% zurückgegangen, vor allem bedingt durch verringerte Einträge aus den Punktquellen.

Dagegen hat sich der vorwiegend aus diffusen Quellen stammende Stickstoffanteil im o.g. Zeitraum nur um 13% verringert und davon ist etwa die Hälfte allein auf das geringere Abflussgeschehen zurückzuführen.



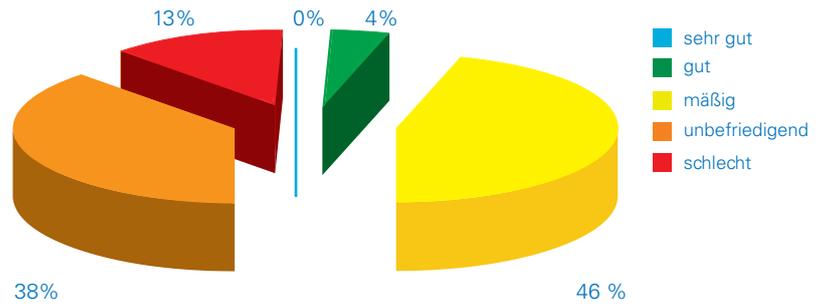


Abb. 55:
Ökologische Zustandsbewertung der Küstengewässer-
Wasserkörper in der FGE Schlei/Trave (2009)

Die Verteilungsmuster der **winterlichen Phosphatkonzentrationen** zeigen, dass die Werte in den inneren Küstengewässern in der gleichen Größenordnung liegen wie in der offenen Ostsee. Dagegen verursacht die Dominanz diffuser Quellen im Einzugsgebiet und die enge Kopplung an das Abflussgeschehen in den inneren Küstengewässern insbesondere in den Ästuaren (wie der Trave) Nitratkonzentrationen, die um das 50- bis 70-fache über den Konzentrationen in der offenen See (Küstenmeer) liegen.

Die reduzierten Einträge spiegeln sich auch im Rückgang der Gesamtphosphor- und Gesamtstickstoffkonzentrationen wider, sowohl in den inneren Küstengewässern als auch in der offenen Ostsee. Der stärkste Rückgang fand bis Mitte der 1990er Jahre statt. Danach variieren die Gehalte auf einem relativ stabilen Niveau, häufig an das Abflussgeschehen gekoppelt.

Alle Ostseeküstengewässer sind nach wie vor als eutrophiert zu bewerten, dies steht in Übereinstimmung mit den HELCOM-Bewertungen (HELCOM 2009). Dabei weisen die offenen Meeresgebiete einen mäßigen Gewässerzustand auf. Die küstennahen und mehr abgeschlossenen Regionen, wie Flensburger Förde, südliche Kieler Bucht, Lübecker Bucht sowie auch die Wismar- und Pommernbucht müssen gemäß den WRRL-Bewertungskriterien (Orientierungswerte) dagegen als schlecht bewertet werden. Einen besonders hohen Eutrophierungsgrad zeigen die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins (Schlei, Untertrave) und Mecklenburg-Vorpommerns (Unterwarnow, Darß-Zingst-Boddenkette, Jasmunder Bodden, Peenestrom und Kleines Haff).

Die **Referenzbedingungen** bzw. die daraus abgeleiteten **Orientierungswerte** für die inneren Küstengewässer werden **um ein Vielfaches** überschritten und sind möglicherweise zu niedrig festgesetzt (vgl. OGewV, Anlage 6, Tab. 1.3), auch wegen ihrer fehlenden Gradienten bis zur offenen Ostsee. Hier ist eine wissenschaftliche Überarbeitung anhand von Modellbetrachtungen dringend geboten.

Ursache für die Verfehlungen des „guten ökologischen Zustands“ sind u.a. die zu hohen Nährstoffkonzentrationen als Folge der Nährstoffeinträge aus dem Einzugsgebiet (s. Abschnitte 5.3.3.1 und 5.3.3.2).

Insbesondere in den Wasserkörpern der inneren Schlei, der Flensburger Innenförde und der Untertrave ist die Qualitätskomponente „Phytoplankton“ noch sehr weit vom Ziel des „guten ökologischen Zustands“ entfernt.

Für die Küstengewässer-Wasserkörper wurde im Jahr 2009 eine ökologische Zustandsbewertung für die Aufstellung des Bewirtschaftungsplans für die FGE Schlei/Trave mit den Ergebnissen des biologischen Monitorings des Zeitraums 2003 bis 2008 durchgeführt. Danach ist der „gute ökologische Zustand“ für die vier biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie benthische wirbellose Fauna **nur in einem der insgesamt 24 Küstengewässer-Wasserkörper** erreicht, das entspricht einem rel. Anteil von 4% aller Wasserkörper der FGE Schlei/Trave (siehe Abb. 55). 46% der Wasserkörper entfallen auf die Klasse „mäßig“, 38% auf die Klasse „unbefriedigend“ und 13% der Wasserkörper sind „schlecht“.



Die im Jahr 2009 durchgeführte Bewertung der Monitoringdaten des Zeitraums 2003 bis 2008 zeigt, dass [nur ein Küstengewässer-Wasserkörper in der FGE Schlei/Trave das Ziel des guten ökologischen Zustands erreicht hat](#), da die schlechteste Einzelbewertung entscheidend ist.

Die [Nährstoffkonzentrationen](#) sind gemäß OGewV lediglich [unterstützende Qualitätskomponenten](#). Sie müssen gemäß WRRL (bzw. OGewV) nicht gesondert bewertet werden, wenn für die o.g. biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Großalgen und Makrophyten sowie benthische wirbellose Fauna Bewertungssysteme – möglichst interkalibriert – existieren. Die Bewertung der Nährstoffkonzentrationen ergibt im Zeitraum 2003 bis 2008 für alle Küstengewässer-Wasserkörper den „mäßigen“ (oder schlechteren) Zustand.

5.3.3 Belastungen

Die Monitoringergebnisse zeigen, dass Belastungen mit Nährstoffen aus kommunalen Kläranlagen als punktförmige Quellen oder einmündenden Fließgewässern in erster Linie die inneren Küstengewässer besonders belasten. Aber auch durch horizontale Austauschprozesse mit küstenferneren Wasserkörpern können dort die Nährstoffkonzentrationen ansteigen, in der Regel ist jedoch ein abnehmender Gradient festzustellen, der mit dem Salzgehalt umgekehrt korreliert ist.

In saisonal geschichteten Wasserkörpern (WRRL – Typ B4, z.T. auch in Typ B3) tritt alljährlich im Spätsommer ein erheblicher [Sauerstoffschwund im Bodenwasser](#) als sog. sekundärer Eutrophierungseffekt auf, mit der Folge von stark ansteigenden Ammonium- und Phosphatkonzentrationen („interne Düngung“) wegen des negativen Redoxpotenzials bei Auftreten von giftigem Schwefelwasserstoff durch Fäulnisprozesse als Folge des Bodentiersterbens. Durch die jährlich im Spätherbst einsetzenden vertikalen Austauschprozesse kommt es dann auch im Oberflächenwasser zu einem Anstieg der Nährstoffkonzentrationen.



5.3.3.1 Nährstoffeinträge durch Kläranlagen

Im Einzugsgebiet der Ostsee (FGE Schlei/Trave) befinden sich 322 kommunale Kläranlagen mit einer Anschlussgröße von rd. 1,61 Millionen Einwohnerwerten (EW). Eine Aufteilung nach den 5 Größenklassen gemäß Anhang 1 „Häusliches und Kommunales Abwasser“ der Abwasserverordnung des Bundes (AbwV) ist in Tabelle 20 dargestellt (Stand 31.12.2012):

In allen Einleitungserlaubnissen der o. a. 322 Kläranlagen wurden mindestens die o. g. Mindestanforderungen vorgegeben und im Rahmen der vorgeschriebenen Behördlichen Überwachung auf ihre Einhaltung hin überwacht. Die Überwachung ergibt bis auf wenige vereinzelte Ausnahmen, dass diese Anforderungen regelmäßig eingehalten, zum großen Teil sogar deutlich unterschritten werden.

| Größenklasse gem. Anhang 1 AbwV | Anzahl der Kommunalen Kläranlagen | Anzahl der angeschlossenen EW |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| GK 1 (< 1.000 EW) | 239 | 70.226 |
| GK 2 (> 1.000–5.000 EW) | 48 | 74.227 |
| GK 3 (> 5.000–10.000 EW) | 7 | 37.896 |
| GK 4 (> 10.000–100.000 EW) | 25 | 538.489 |
| GK 5 (> 100.000 EW) | 3 | 885.152 |

Tab. 20: Aufteilung der kommunalen Kläranlagen in die 5 Größenklassen gemäß Anhang 1 „Häusliches und Kommunales Abwasser“ der Abwasserverordnung des Bundes (AbwV) und Anzahl der angeschlossenen Einwohner im Einzugsgebiet der FGE Schlei/Trave.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass rd. 1,46 Mio. EW an die 35 Kläranlagen der Größenklassen 3–5 angeschlossen sind.

Mit der Einhaltung der o. a. Mindestanforderungen werden auch die Anforderungen der „Richtlinie des Rates über die Behandlung von Kommunalem Abwasser vom 21. Mai 1991 (91/271/EWG) erfüllt. Nachweise über die Einhaltung der Anforderungen werden alle 2 Jahre erbracht.

In den verschiedenen Größenklassen müssen gemäß Anhang 1 der AbwV hinsichtlich der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff im Ablauf der Anlagen unterschiedliche Mindestanforderungen eingehalten werden, die in Tabelle 21 zusammengestellt sind:

| Größenklasse gem. Anhang 1 AbwV | P-gesamt [mg/l] | NH ₄ -N [mg/l] | N-gesamt* [mg/l] |
|---------------------------------|-----------------|---------------------------|------------------|
| GK 1 (< 1.000 EW) | – | – | – |
| GK 2 (> 1.000–5.000 EW) | – | – | – |
| GK 3 (> 5.000–10.000 EW) | – | 10 | – |
| GK 4 (> 10.000–100.000 EW) | 2 | 10 | 18 |
| GK 5 (> 100.000 EW) | 1 | 10 | 13 |

Tab. 21: Mindestanforderungen an die Ablaufkonzentrationen der Kläranlagen differenziert nach Größenklassen.

* Summe von NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N

Durch die freiwillige Teilnahme am 1988 – als Reaktion auf das „Robbensterben und das massive Algenwachstum“ – aufgelegten Phosphor-Sofortprogramm, sowie dem Dringlichkeitsprogramm (1989) und dem Landesprogramm „Ausbau Kommunaler Kläranlagen mit Anschlusswerten über 10.000 EW“ (1997) wurden 20 Kläranlagen der Größenklassen 3–5 um Verfahrensstufen zur weitergehenden Abwasserreinigung erweitert. Mit diesen Einrichtungen zur Nährstoffelimination (P-Fällung, biologische P-Eliminierung sowie Nitrifikation und Denitrifikation) sind die Anlagen in der Lage, folgende Anforderungen im Ablauf einzuhalten (siehe Tabelle 22):

Trotz der zwischenzeitlich erreichten hohen, nur noch marginal zu verbessernden Reinigungsleistung werden aus den 35 Kläranlagen der GK 3 bis GK 5 immer noch jährlich rd. 484 t Stickstoff und rd. 17 t Phosphor im EZG der Ostsee eingeleitet.

Die verbleibenden 287 kommunalen Anlagen der GK 1 und GK 2 leiten jährlich rd. 154 t Stickstoff und rd. 30 t Phosphor ein. Von diesen 287 Anlagen sind rd. zwei Drittel natürlich bzw. technisch belüftete Abwasserteichanlagen mit einer mittleren Ausbaugröße von rd. 300 bzw. 600 EW.

Tab. 22:
Mindestanforderungen an Kläranlagen je nach Programm.

| Programmtyp | N-gesamt [mg/l] | P-gesamt [mg/l] |
|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| P-Sofortprogramm | – | strenger als Anhang 1 |
| Dringlichkeitsprogramm | 10 | 0,5 |
| Kläranlagenausbauprogramm | 10 | – |

Die einzuhaltenden Anforderungen stellen den Stand der Technik dar und gehen z. T. weit über die Mindestanforderungen hinaus. Die Einhaltung der Anforderung von 0,5 mg/l Phosphor ist nur mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe der „Flockungsfiltration“ möglich.

Bei den verbleibenden 15 Anlagen der Größenklassen 3–5, die nicht an den o. a. Programmen teilgenommen haben, wurden in den Einleitungserlaubnissen überwiegend deutlich schärfere Anforderungen als die der Mindestanforderungen hinsichtlich der Nährstoffe formuliert. Auch sie eliminieren gezielt Nährstoffe.

Im Zuge der Umsetzung der o. a. drei Programme haben sich die eingeleiteten Nährstofffrachten erheblich verringert. Gemäß der **Amtlichen Abwasserstatistik** sah die Entwicklung wie folgt aus (alle Kläranlagen der GK 1–5) (siehe Tabelle 23):

Die technisch belüfteten Teichanlagen wären theoretisch um Einrichtungen zur P-Fällung und N-Elimination erweiterbar. Die natürlich belüfteten Teichanlagen, die oft im Mischsystem angeordnet sind und somit auch Regenwasser mit behandeln, wären nur mit relativ großem technischen und finanziellen Aufwand in der Lage, Nährstoffe weitergehend zu reduzieren.

Die übrigen Anlagen sind überwiegend kleine mechanisch/biologische Anlagen ohne Einrichtungen zur gezielten Nährstoffelimination.

Die gesamte Stickstofffracht aus kommunalen Kläranlagen im EZG der Ostsee beträgt somit rd. 638 t pro Jahr und die gesamte Phosphorfracht rd. 46 t pro Jahr.

Realistisch betrachtet sind signifikante Reduktionspotenziale bei den kommunalen Kläranlagen nicht erkennbar.

Tab. 23:
Nährstofffrachten in den Jahren 1991–2012

| | 1991 | 2001 | 2004 | 2007 | 2012 |
|--------------------|-------|-------|------|------|------|
| Pges. [t/a] | 90 | 69 | 54 | 55 | 46 |
| Nges. anorg. [t/a] | 3.850 | 2.195 | 987 | 715 | 638 |

5.3.3.2 Nährstoffeinträge durch einmündende Fließgewässer

Die Nährstoffeinträge aus dem Ostsee-Einzugsgebiet werden mit dem sog. **Frachtmessnetz** des LLUR ermittelt (siehe hierzu auch Abschnitt 3.3). Die folgende Tabelle 24 zeigt, welche Ostsee-Zuflüsse zur Frachtermittlung untersucht werden (Abflussmessungen bzw. automatische Durchflussmessanlagen, 12 Probenahmen jährlich für chemische Analysen):

Das schleswig-holsteinische Ostsee-Einzugsgebiet hat eine Größe von 5.203 km². Mit dem Frachtmessnetz werden somit rd. 50% des Gebietes abgedeckt. Einzelheiten zum LLUR-Frachtmessnetz sind im Abschnitt 5.2.3.2 zu finden.

| Nr. | Ostsee-Zufluss mit Frachtmessstelle | Einzugsgebiet (km ²) | Einzugsgebietsgröße an der Messstelle (km ²) | Anteil am Flusseinzugsgebiet |
|-----|-------------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------|
| 1 | Trave | 1.804*) | 878 | 49% |
| 2 | Schwentine | 726 | 714 | 98% |
| 3 | Füsinger Au mit Loiter Au | 243 | 242 | 100% |
| 4 | Schwartau | 223 | 209 | 94% |
| 5 | Kossau | 145,5 | 129 | 89% |
| 6 | Oldenburger Graben, Ost | 108,5 | 109 | 100% |
| 7 | Hagener Au (mit Salzau) | 108 | 104,5 | 97% |
| 8 | Godderstorfer Au | 58,1 | 58,1 | 100% |
| 9 | Koseler Au | 55,4 | 55,4 | 100% |
| 10 | Lippingau | 49,7 | 47,5 | 96% |
| 11 | Langballigau | 49,0 | 44,2 | 90% |
| 12 | Aalbek | 42,0 | 41,5 | 99% |

Tab. 24: Messstellen und deren Einzugsgebiete zur Frachtermittlung in die Ostsee

*) ohne die Einzugsgebiete des Schalsees und der Ostseezuflüsse in Mecklenburg-Vorpommern. Das gesamte Trave-Einzugsgebiet hat eine Größe von 2.676 km²



In den folgenden Abbildungen 56 und 57 sind die jährlichen Stickstoff- und Phosphoreinträge aus dem Ostsee-Einzugsgebiet für den Zeitraum 1980 bis 2012 zusammen mit den zugehörigen Jahresabflusssummen dargestellt.

Die geschätzte mittlere Stickstofffracht des Zeitraums 2008 bis 2012 beträgt 8.038 t pro Jahr, die mittlere Phosphorfracht 250 t pro Jahr und die mittlere Abflusssumme beträgt 1.685 Mio. m³.

Erkennbar ist, dass die Nährstofffrachten deutlich mit den Jahresabflusssummen korreliert sind. Die Frachten sind in hydrologisch „trockenen“ Jahren (1996, 1997 und 2003) deutlich geringer als in „nassen“ Jahren (1981, 1998, 2002 und 2007) mit der Folge besonders hoher Stickstofffrachten.

Für **Gesamtphosphor** zeigt sich die starke Verringerung der Frachten seit 1989, d.h. hier wirken sich die Erfolge der Maßnahmen der damaligen Programme zum Ausbau der Kläranlagen positiv aus (z. B. Phosphor-Sofortprogramm, Dringlichkeitsprogramm zur N- und P-Eliminierung und Kläranlagenausbauprogramm).

Abb. 56:
Jährliche
Stickstofffrachten
und Abflusssummen im Ostsee-Einzugsgebiet im Zeitraum 1980–2012.

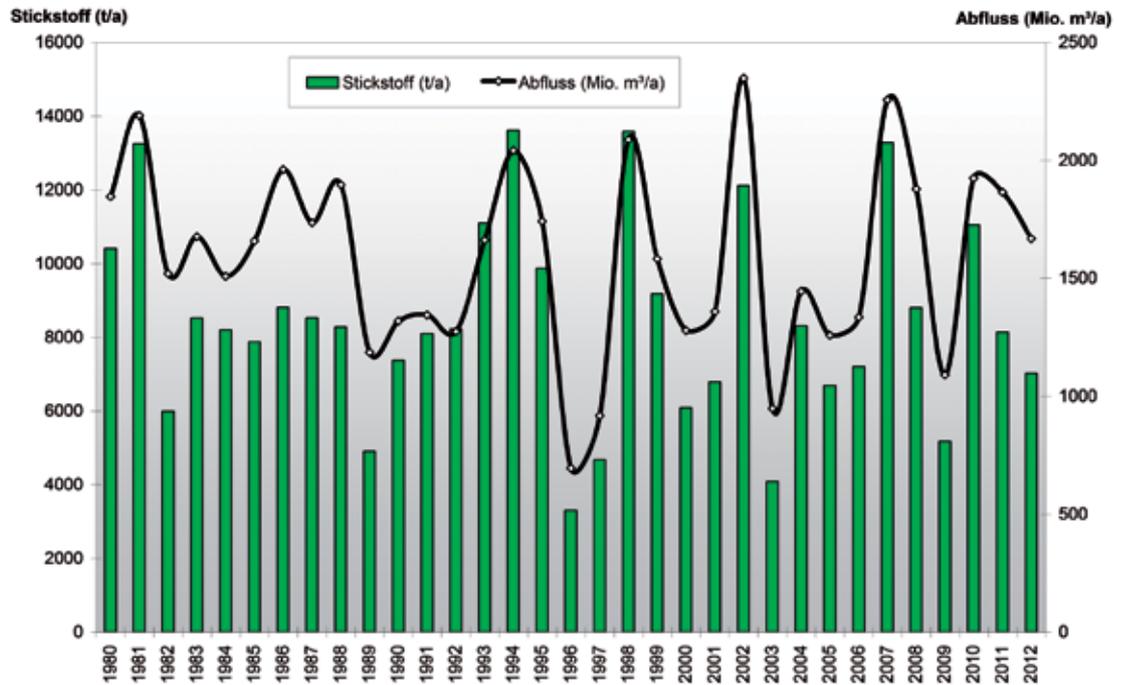
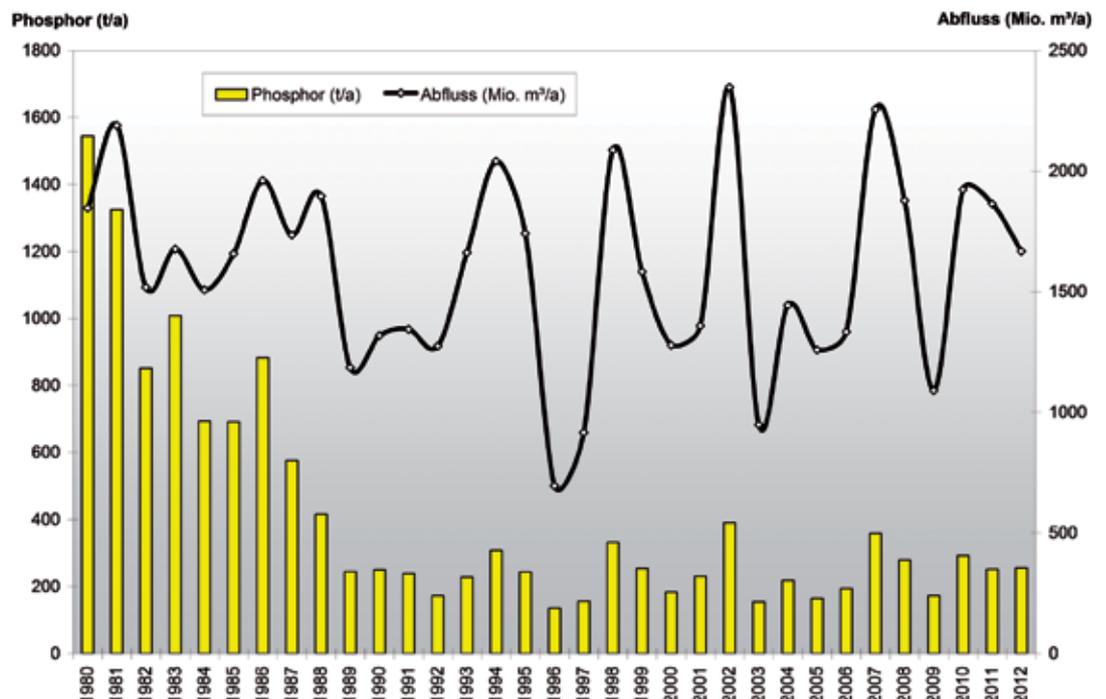


Abb. 57:
Jährliche
Phosphorfrachten
und Abflusssummen im Ostsee-Einzugsgebiet im Zeitraum 1980–2012.



Ob es einen Trend bei der Reduktion der N- und P-Einträge gibt, kann erst durch [Normierung der jährlichen Nährstofffrachten auf den mittleren Abfluss](#) einer zugehörigen Dekade überprüft werden (1980–1989, 1990–1999 und 2000–2009).

Die Ergebnisse dieser Abschätzungen sind in den folgenden Abbildungen 58 bis 63 für das schleswig-holsteinische Einzugsgebiet der [Ostsee](#) sowie der [Trave](#) und der [Schwentine](#) für den letzten 5-Jahreszeitraum von 1990–2012 dargestellt, jeweils für die Stickstoff- (a) und Phosphorfrachten (b).

Allerdings ist zu beachten, dass die Frachtermittlungen Abschätzungen sind, der statistische Fehler dürfte im Bereich von 20–30% liegen (Einzelheiten zum LLUR-Frachtmessnetz siehe Abschnitt 5.2.3.2).

Bei den abflussnormierten [Stickstofffrachten](#) ist in dem mehr als zwanzig Jahre umfassenden Zeitraum ein [abnehmender Trend](#) (linear) zu erkennen (Abb. 58).

Auch bei den abflussnormierten [Phosphorfrachten](#) ist ein [leicht abnehmender Trend](#) erkennbar (Abb. 59).

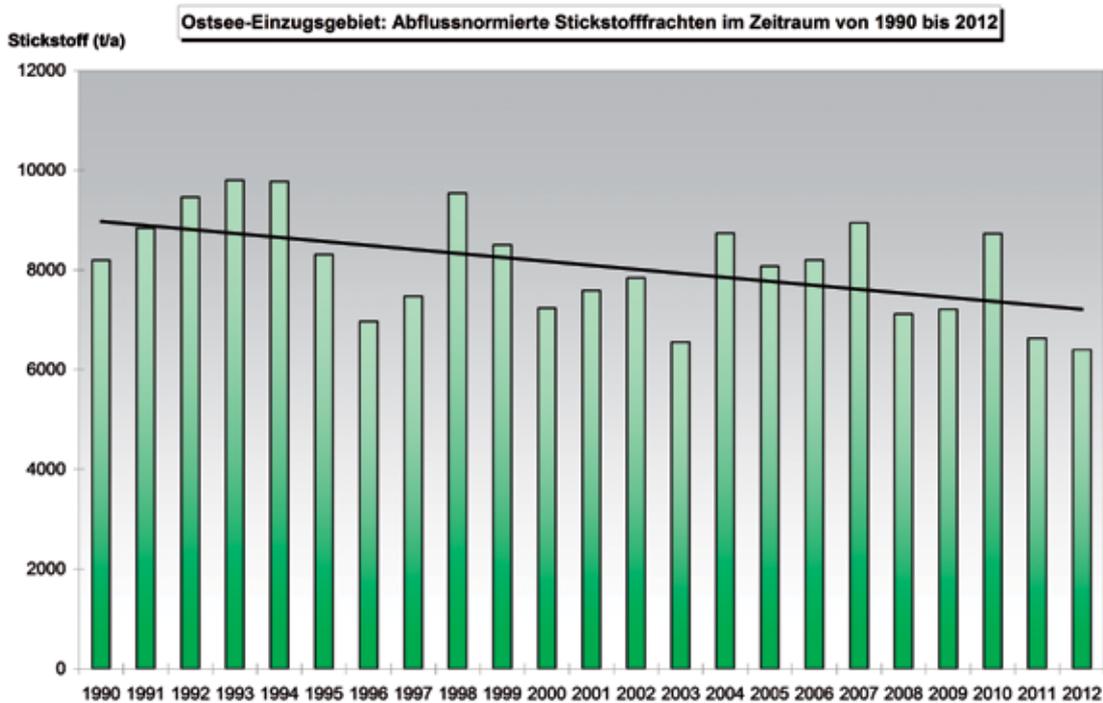


Abb. 58: Jährliche abflussnormierte **Stickstofffrachten** des Ostsee-Einzugsgebietes im Zeitraum von 1990–2012 mit linearem Trend (ohne statistische Fehlerberücksichtigung)

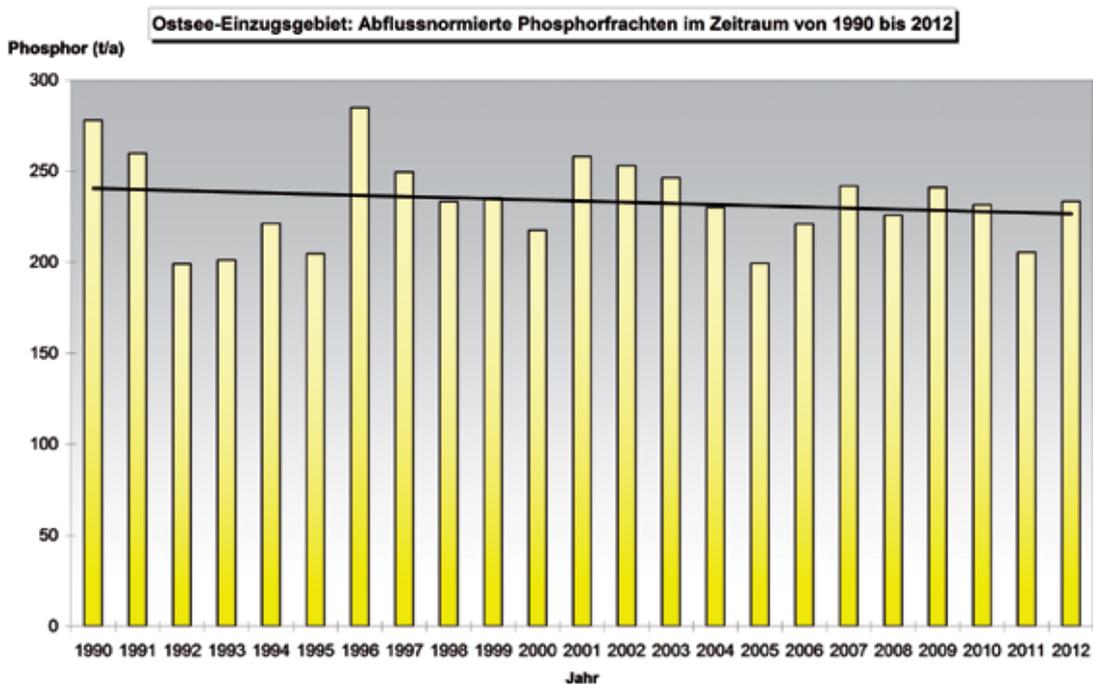


Abb. 59: Jährliche abflussnormierte **Phosphorfrachten** des Ostsee-Einzugsgebietes im Zeitraum von 1990–2011 und linearer Trend (ohne statistische Fehlerberücksichtigung)

Im Folgenden werden die jeweiligen abflussnormierten Nährstofffrachten für die größten Ostsee-Zuflüsse **Trave** und **Schwentine** für den letzten 5-Jahreszeitraum von **2008 bis 2012** dargestellt.

Die mittlere abflussnormierte Phosphorfracht beträgt im Zeitraum 2008 bis 2012 rd. 112 t pro Jahr. Auch hier zeigt die Grafik in Abbildung 61 einen **abnehmenden Trend**.

Für die Trave beträgt die mittlere abflussnormierte Stickstofffracht rd. 3.435 t pro Jahr. Es ist ein deutlich **abnehmender Trend** zu erkennen (Abb. 60).

Abb. 60:
Jährliche abflussnormierte **Stickstofffrachten** der Trave von 1990 bis 2012 mit linearem Trend (ohne statistische Fehlerberücksichtigung)

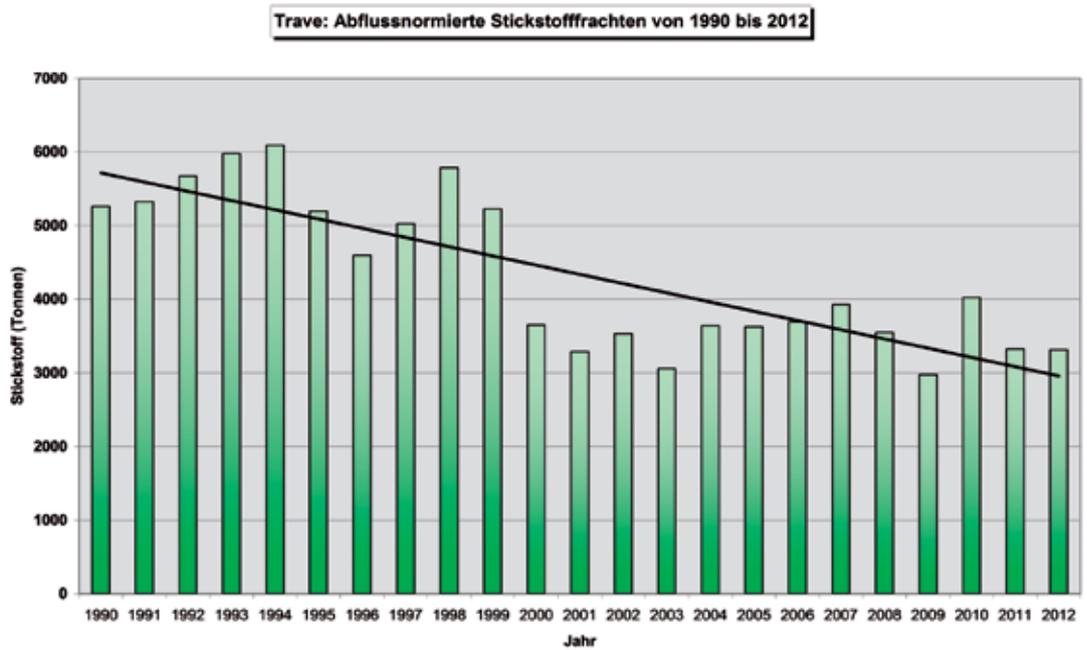
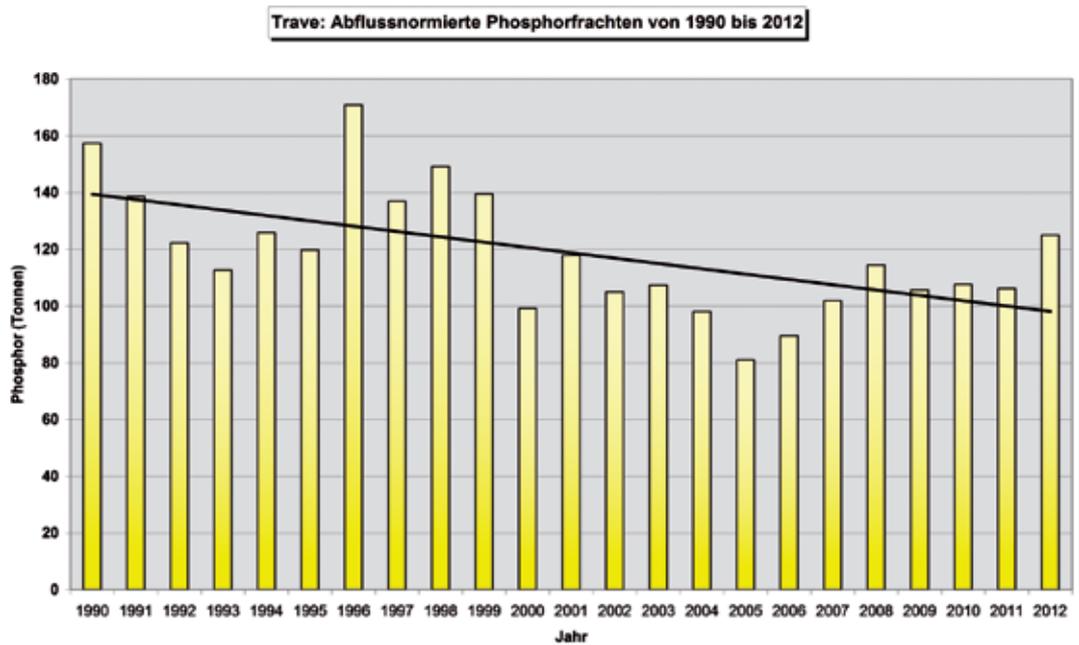


Abb. 61:
Jährliche abflussnormierte **Phosphorfrachten** der Trave von 1990 bis 2012 mit linearem Trend (ohne statistische Fehlerberücksichtigung)



Bei den Nährstofffrachten der **Schwentine** ergibt sich ein ähnliches Bild, auch hier ist ein abnehmender Trend (linear) bei den abflussnormierten Stickstoff- und Phosphorfrachten erkennbar.

Die mittlere abflussnormierte Stickstofffracht des Zeitraums 2008 bis 2012 beträgt rd. 430 t pro Jahr (Abb. 62).

Die mittlere abflussnormierte Phosphorfracht beträgt rd. 19,5 t pro Jahr (Abb. 63).

Die Schwentine hat also im Vergleich zur Trave deutlich niedrigere mittlere Nährstoffkonzentrationen. Sie durchfließt zwischen Eutin und Preetz die größten Seen der ostholsteinischen Seenplatte, diese wirken sich als Nährstoffsenken positiv aus. Von den rund 36 km des mittleren Flussabschnitts sind 25 km stehende Gewässer.

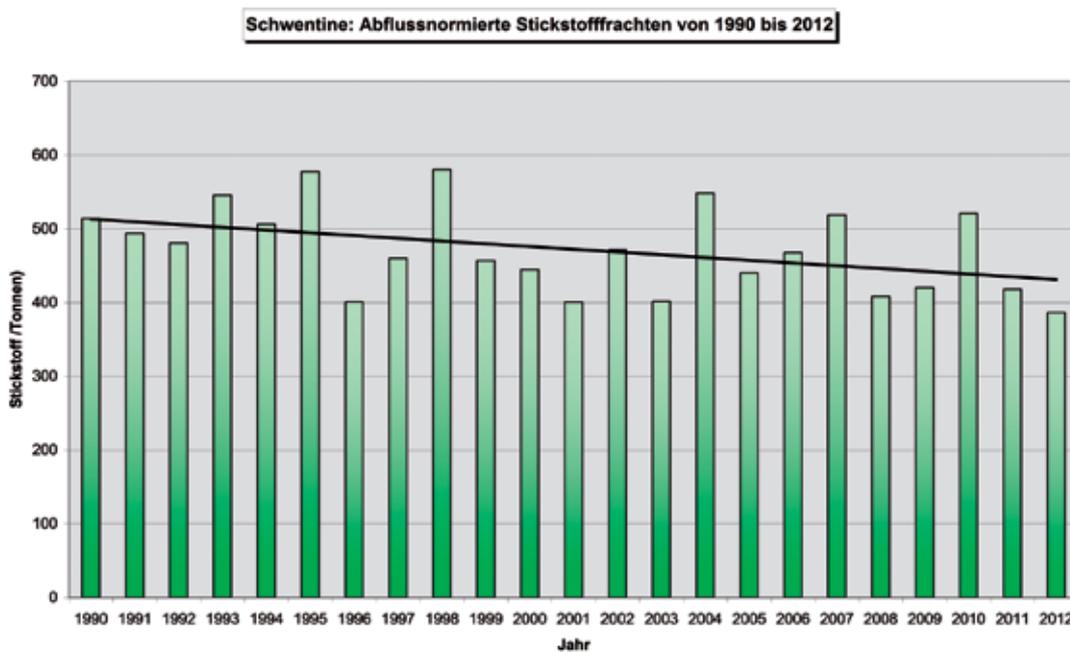


Abb. 62: Jährliche abflussnormierte **Stickstofffrachten** der Schwentine von 1990 bis 2012 mit linearem Trend (ohne statistische Fehlerberücksichtigung)

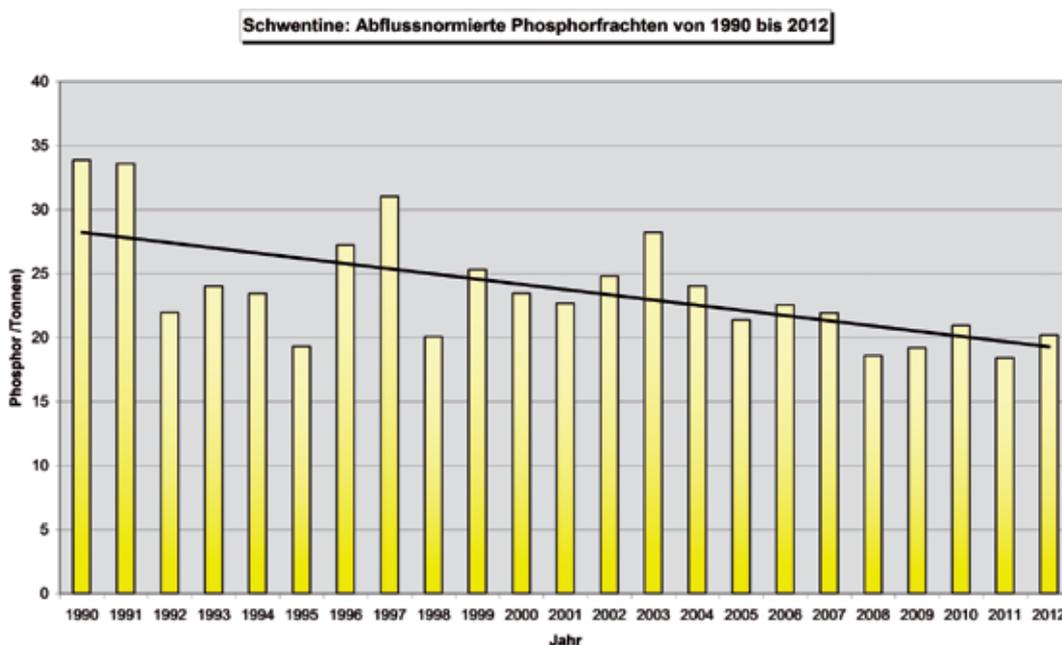


Abb. 63: Jährliche abflussnormierte **Phosphorfrachten** der Schwentine von 1990 bis 2012 mit linearem Trend (ohne statistische Fehlerberücksichtigung)



In der folgenden Tabelle 25 werden für die sieben größten Ostseezuflüsse die relativen Veränderungen der Nährstofffrachten des Jahres 2011 im Vergleich zu den mittleren Frachten des Zeitraums 2006 bis 2010 dargestellt, zum Vergleich jeweils für die nicht abflussnormierten (Spalten 3 und 4) und die abflussnormierten Stickstoff- und Phosphorfrachten (Spalten 5 und 6). Zusätzlich werden die fachlich notwendigen Stickstoff- und Phosphor-Reduzierungsziele laut Maßnahmenprogramm für die FGE Schlei/Trave angegeben, abgeleitet über die Orientierungswerte für die biologische Qualitätskomponente Chlorophyll-a und es ist eine Bewertung hinsichtlich der Zielerreichung für die Zuflüsse des Jahres 2011 dargestellt.

Die Summe der Teileinzugsgebiete dieser sieben Ostseezuflüsse hat einen Anteil von rd. 90% des Einzugsgebietes aller 12 Zuflüsse des Frachtmessnetzes. Diese Auswertung zeigt, dass die abflussnormierten Nährstofffrachten des Jahres 2011 der meisten Flüsse deutlich unter den mittleren Frachten des Zeitraums 2006–2010 liegen. Die Bewertung dieser normierten Nährstofffrachten im Vergleich zu den langfristig, meeresökologisch notwendigen und regional differenzierten Reduzierungszielen von 15–25% für Stickstoff- und Phosphateinträge zeigt, dass die für den ersten Bewirtschaftungszyklus abgeschätzten Minderungen in den Ostsee-Zuflüssen [Füsinger Au](#), [Kossau](#), [Oldenburger Graben](#) und [Hagener Au](#) erreicht werden – aber nicht in der [Trave](#). In der [Schwentine](#) und [Schwartau](#) wird es nur knapp verfehlt. Das für den ersten Bewirtschaftungszyklus abgestimmte Phosphor-Reduzierungsziel wird dagegen in dessen erstem Jahr meist verfehlt, erreicht wird es lediglich in der [Hagener Au](#) und der [Kossau](#).

Tab. 25:
Relative Veränderung der Nährstofffrachten der Ostseezuflüsse des Jahres 2011 im Vergleich zu den mittleren Frachten des Zeitraums 2006 bis 2010

| Belasteter Küstengewässer –WK | Ostseezufluss | N | P | N normiert | P normiert | N-Red.ziel | Bewertung | P-Red.ziel | Bewertung |
|-------------------------------|---------------|------|------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| B2.9610.10.03/.02/.01 | Trave | -11% | +2% | -8,5% | +2,3% | 15% | ☹ | 25% | ☹ |
| B2.9610.09.01 | Schwentine | +10% | +10% | -10% | -11% | | ☺ | | ☹ |
| B2a9610.07.04 | Füsinger Au | -21% | -10% | -25% | -16% | | ☺ | | ☹ |
| B2a9610.10.03 | Schwartau | +3% | +12% | -11% | -1% | | ☺ | | ☹ |
| B3.9610.09.05 | Kossau | +10% | +4% | -15% | -23% | | ☺ | | ☺ |
| B3.9610.09.06/.07 | Oldenbg. Gr. | -55% | -42% | -32% | -17% | | ☺ | | ☺ |
| B3.9610.09.05 | Hagener Au | +2% | -19% | -26% | -44% | | ☺ | | ☺ |

☺ Reduzierungsziel ist erreicht ☺ Reduzierungsziel ist fast erreicht ☹ Reduzierungsziel ist nicht erreicht

5.3.3.3 Nährstoffeinträge durch Direktniederschläge

Das Niederschlagsmessnetz des LLUR ist in Kapitel 5.2.3.3 beschrieben, dort sind auch die Nährstoffeinträge über die nasse Deposition für den Zeitraum 2008 bis 2012 dargestellt. Mit den Ergebnissen des Niederschlagsmessnetzes wird der mittlere jährliche direkte Stickstoffeintrag auf rd. 10 kg pro Hektar geschätzt, davon entfallen rd. 60% auf den Ammoniumstickstoff. Der mittlere Phosphoreintrag wird auf 0,2 kg pro Hektar geschätzt.

Hochgerechnet auf den schleswig-holsteinischen Anteil an der westlichen Ostsee von rd. 3.030 km², davon 960 km² Küstengewässer-Wasserkörperfläche in der FGE Schlei/Trave und rd. 2.070 km² Küstenmeerfläche, ergeben sich geschätzte Einträge von rd. 3.000 t Stickstoff pro Jahr und 60 t Phosphor pro Jahr.

Der Eintrag in die Küstengewässer-Wasserkörper der FGE Schlei/Trave wird auf rd. 930 t Stickstoff pro Jahr und rd. 19 t Phosphor pro Jahr geschätzt.

5.3.4 Handlungsbedarf

Die Ergebnisse der Nährstoffuntersuchungen in den Küstengewässern der Ostsee zeigen deutlich, dass vor allem in den inneren Küstengewässern des Typs B2 nach wie vor sehr hohe Nährstoffkonzentrationen festzustellen sind. Diese Wasserkörper sind durch direkte und vor allem diffuse Einträge am stärksten betroffen. In der Tabelle 26 sind die Nährstoffbelastungen aus den verschiedenen Bereichen als **mittlere Belastungen** bzw. Einträge des letzten 5-Jahreszeitraums **von 2008 bis 2012** zusammengefasst dargestellt:

Für den ersten Bewirtschaftungszyklus wurde aus den Überschreitungen der Chlorophyll-a-Konzentrationen in den Küstengewässern der FGE Ostsee eine **langfristige, meeres-ökologisch notwendige Reduzierung bis 2027 um 15–25% für die Stickstoff- und Phosphoreinträge** abgeleitet.

Es wurde geschätzt, dass durch Maßnahmen im ersten Bewirtschaftungszyklus die Stickstoffeinträge um etwa 14% und die Phosphoreinträge um gut 24% vermindert werden könnten (MLUR 2009).

| | Ostsee-Einzugsgebiet [abflussnormiert] | Trave [abflussnormiert] | Schwentine [abflussnormiert] | Kommunale Kläranlagen (2012) | Niederschlag (in Küstengewässer-Wasserkörper) |
|-------------------|--|-------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| Stickstoff | 8.040 [7.230] | 3.170 [3.635] | 530 [430] | 638 | 930 |
| Phosphor | 250 [230] | 100 [112] | 24 [19,5] | 46 | 19 |

Tab. 26: Nährstoffeinträge in die Ostsee (Tonnen/Jahr)

Um die Orientierungswerte für die verschiedenen Nährstoffparameter in den Küstengewässer-Wasserkörpern einzuhalten, sind langjährig wirkungsvolle Maßnahmen im Ostsee-Einzugsgebiet erforderlich.

Die Ergebnisse der Frachtermittlung der Ostsee-Zuflüsse für das Jahr 2011 zeigen, dass bezüglich der abflussnormierten Frachten Nährstoffreduktionen festzustellen sind und die Ziele im ersten Jahr des Maßnahmenprogramms bereits an einigen Messstellen für die Stickstoffeinträge erreicht werden. An den übrigen Messstellen sowie zur Erreichung einer weitergehenden Minderung bei den Phosphoreinträgen sind auch zukünftig Maßnahmen notwendig.

6 Maßnahmen



Die vorliegende Auswertung der Monitoring-ergebnisse zeigt, dass in Schleswig-Holstein in allen Gewässerkategorien die Vorgaben für Nährstoffkonzentrationen überschritten werden. Dies gefährdet häufig die Erreichung der Wasserrahmenrichtlinienziele. Aufgabe des Landesamtes ist es, die Monitoringprogramme durchzuführen und auszuwerten. Die Ergebnisse liefern die Grundlage für die vom Ministerium zu entwickelnden Maßnahmen.

Um die Nährstoffeinträge zu vermindern, wurden in Schleswig-Holstein in den letzten zwei Jahren die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Trinkwasserschutz angepasst, der Grünlandschutz verbessert und der gesetzliche Gewässerrandstreifen eingeführt. In der zwischen MELUR und Bauernverband Schleswig-Holstein vereinbarten Allianz für den Gewässerschutz wurden in sechs Arbeitsgruppen Empfehlungen zur Verringerung der Nährstoffausträge erarbeitet (MELUR 2014). Hierzu gehören unter anderem Hinweise zu einem optimierten Einsatz von N- und P-haltigen Futtermitteln, die Einrichtung einer Güllebörse, verbesserte Regelungen zur Lagerung von Silage und Festmist oder Empfehlungen zur Einrichtung von dauerhaft breiten Gewässerrandstreifen.

Die Ursache für die hohen Nährstoffkonzentrationen liegt häufig darin, dass die Nährstoffüberschüsse zu hoch sind und Wirtschaftsdünger nicht immer sachgerecht bei der Düngeplanung angerechnet werden. Deshalb wird zurzeit die Düngeverordnung auf Bundesebene novelliert. Grundsätzlich können die Nährstoffeinträge in Grund- und Oberflächengewässer deutlich reduziert werden, wenn die Düngung standort- und bedarfsgerecht erfolgt.

Eine solche Düngepraxis rechnet sich für landwirtschaftliche Betriebe auch ökonomisch, weil durch die Anrechnung von Wirtschaftsdüngern und Gärresten der Mineraldüngerzukauf vermindert werden kann (HOLSTEN et al. 2012). In Gebieten mit gefährdeten Grundwasserkörpern und in ausgewählten See-Einzugsgebieten werden daher landwirtschaftliche Betriebe im Hinblick auf ein optimiertes, gewässerschonendes Nährstoffmanagement beraten.

Durch bereits durchgeführte Maßnahmen konnten die Nährstoffeinträge aus punktuellen Quellen deutlich verringert werden. Die Abwasserbehandlung erfolgt in Schleswig-Holstein auf einem hohen technischen Niveau. Um die punktuellen Stoffeinträge weiter zu vermindern, werden Klärwerksbetreiber regelmäßig fortgebildet. In vielen Fällen können durch Anpassung der Betriebsweise die Nährstoffausträge ohne hohe Kosten weiter verringert werden. Darüber hinaus wird ermittelt, ob einzelne Kläranlagen nachweislich für bedeutsame Gewässerbelastungen verantwortlich sind (JANSON 2012). Sollte dies auf der Grundlage von Messergebnissen der Fall sein, werden Maßnahmen an den entsprechenden Kläranlagen eingeleitet.

Der Schlüssel zur Verbesserung der Gewässergüte in Schleswig-Holstein liegt aber in einer deutlichen Verringerung der diffusen Nährstoffeinträge. Mit einer flächendeckenden standort- und bedarfsgerechten Düngung könnten viele der im Monitoring erfassten Nährstoffprobleme vermindert oder gar vermieden werden.

7 Literatur

BLMP (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.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Sept. 2008):

Nitratbericht 2008. Elektronische Ausgabe. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nitratbericht_2008.pdf

HELCOM (2009):

Eutrophication in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment in the Baltic Sea region. Baltic Sea Environment Proceedings No. 115, Helsinki.

HOLSTEN, B., OCHSNER, S., SCHÄFER, A. & TREPEL, M. (2012):

Praxisleitfaden für Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffausträgen aus dränierten landwirtschaftlichen Flächen. CAU Kiel, 99 S.

HÜBENER, T., WERNER, P., ADLER, S., SCHULT, M. & GROOTES, P. M. (2006):

Paläolimnologische Untersuchungen zur Rekonstruktion von typspezifischen Referenzzuständen in schleswig-holsteinischen Seen. Gutachten im Auftrag des LLUR.

JANSON, P. (2012):

Abschätzung der Signifikanz von Kläranlageneinleitungen für die Bewirtschaftungsplanung nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Schleswig-Holstein. gwf - Wasser | Abwasser (153): 1214-1217.

MATHES, J., PLAMBECK, G. & SCHAUMBURG, J. (2002):

Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. In: NIXDORF, B. & R. DENEKE (Hrsg.), Ansätze und Probleme bei der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. BTU Cottbus Aktuelle Reihe 5/02: 15–24.

Landwirtschaftskammer

Schleswig-Holstein (2011):

Richtwerte für die Düngung. 21. Auflage, Rendsburg.

LAWA (2007):

LAWA-AO Rahmenkonzeption Monitoring Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen, Arbeitspapier II, Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten.

LAWA (2014a):

Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL (Stand: 19.02.2014). 26 S.

LAWA (2014b):

Empfehlung zur Übertragung flussbürtiger, meeresökologischer Reduzierungsziele ins Binnenland. 17 S.

MLUR (2009):

Erläuterungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein: Festlegung der Bewirtschaftungsziele zur Reduzierung der Nährstoffbelastung in den Küstenwasserkörpern. Kiel, 52 S.

MELUR (2014):

Allianz für den Gewässerschutz in Schleswig-Holstein. http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/WasserMeer/02_WRRL/001_Aktuelles/01_Allianz/ein_node.html

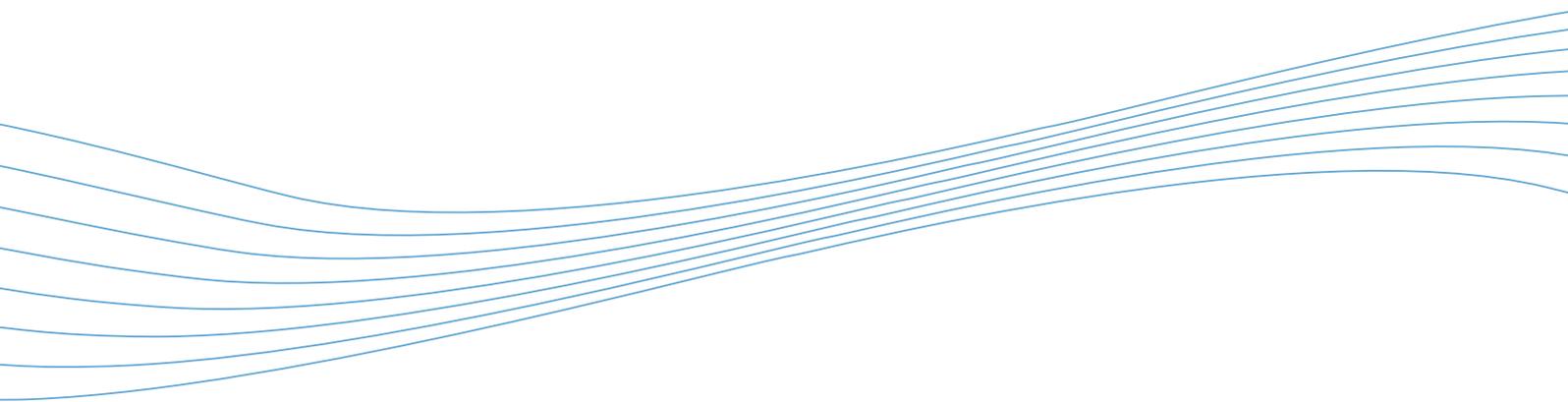
RIEDMÜLLER, U., HOEHN, E.,

MISCHKE, U. (2012):

Seetypspezifische Hintergrund- und Orientierungswerte für Gesamtphosphor. Gutachten im Auftrag der LAWA.

SCHUBERT, H. & STEINHARDT, T. (2011):

Regenerationspotential der Makrophyten aus Diasporenbanken des Dieksees, Gutachten im Auftrag des LLUR.



Gemeinsam für naturnahe
Gewässer und Lebensqualität
in Schleswig-Holstein