



Nährstoffe im deutschen Wattenmeer und in der Deutschen Bucht

Nutrients in the German Wadden Sea and German Bight

SIEGLINDE WEIGELT-KRENZ, MICHAEL HANSLIK, JOHANNES PÄTSCH, THORKILD PETENATI, JUSTUS VAN BEUSEKOM

Key Words: Nutrients, German Bight, German Wadden Sea

Zusammenfassung

Die Nährstoffeinträge über die Flüsse zeigen trotz großer interannueller Unterschiede eine abnehmende Tendenz. Die Abfluss-normierten Einträge nehmen seit Mitte der 1980er Jahre mit einer Rate von 2 bis 3% pro Jahr stetig ab. Für Trenduntersuchungen eignen sich die Nährstoffkonzentrationen im Winter aufgrund der niedrigen biologischen Aktivität am Besten. Für Phosphat und gelösten anorganischen Stickstoff (DIN) ist sowohl für die offene Deutsche Bucht als auch für das Wattenmeer eine signifikante Abnahme im Winter zu verzeichnen. Die auf den Salzgehalt 30 normierten winterlichen Nährstoffkonzentrationen in der Deutschen Bucht und im Wattenmeer korrelieren signifikant mit den abflussnormierten Flussfrachten. Die auf den Salzgehalt 30 normierten Phosphatkonzentrationen im Wattenmeer und im Küstengewässer lagen im Jahr 2006 mit $1,06 \pm 0,05 \mu\text{mol/L}$ ($32,8 \pm 1,5 \mu\text{g/L P}$) noch oberhalb des im Rahmen vom BLMP für die Küstengewässer und das Wattenmeer festgelegten Orientierungswertes von $0,6 \mu\text{mol/L}$ ($18,6 \mu\text{g/L P}$). Die auf den Salzgehalt 30 normierten Konzentrationen des gelösten anorganischen Stickstoffs waren im Jahr 2006 mit $44,7 \pm 3,2 \mu\text{mol/L}$ ($0,63 \pm 0,05 \text{mg/L N}$) gut dreimal höher als die Orientierungswerte von 11 bis $14 \mu\text{mol/L}$ ($0,15$ bis $0,20 \text{mg/L N}$).

Summary

Riverine nutrient inputs have shown a declining trend, despite large interannual differences. Since the mid-1980s, flow-normalised inputs have decreased steadily at a rate of 2-3% per year. Winter is suited best for trend analyses of nutrient concentrations because biological activity in this season is low. Levels of phosphate and dissolved inorganic nitrogen (DIN) decrease significantly in winter, both in the open German Bight and in the Wadden Sea. Nutrient concentrations in the German Bight and Wadden Sea in winter, normalised to salinity 30, correlate significantly with flow-normalised riverine loads. In 2006, phosphate levels normalised to salinity 30 reached $1.06 \pm 0.05 \mu\text{mol/L}$ ($32.8 \pm 1.5 \mu\text{g/L P}$) in the Wadden Sea and coastal waters, exceeding the elevated level of $0.6 \mu\text{mol/L}$ ($18.6 \mu\text{g/L P}$) set by BLMP for these waters. Concentrations of dissolved inorganic nitrogen normalised to salinity 30, at $44.7 \pm 3.2 \mu\text{mol/L}$ ($0.63 \pm 0.05 \text{mg/L N}$), in 2006 still were three times higher than the elevated levels of $11.14 \mu\text{mol/L}$ (0.15 to 0.20mg/L N).

Hintergrund

Nährsalze wie Phosphat und Stickstoff sind wesentliche Bausteine aller Lebewesen. Wenn im Meer genügend Licht vorhanden ist, können mikroskopisch kleine Algen (das Phytoplankton) diese Nährstoffe aufnehmen und sich vermehren. Auf dieser Biomasseproduktion basiert fast das gesamte marine Nahrungsnetz. Hohe Nährstoffkonzentrationen können zu einem verstärkten Algenwachstum führen. Stark erhöhte Nährstoffeinträge über die Flüsse haben in der Nordsee und im angrenzenden Wattenmeer zu einem Anstieg der Nährstoffkonzentrationen und zu einer verstärkten Algenproduktion geführt (VAN BENNEKOM et al. [1990]; DE JONGE and POSTMA [1974]; CADÉE [1986]). Dieser Eutrophierungsprozess kann durch Absinken des Phytoplanktons im Bodwasser beim bakteriellen Abbau zu Sauerstoffmangel führen und die Lebensgemeinschaften in der Nordsee beeinflussen (RACHOR [1990]). Im Wattenmeer hat die Eutrophierung zu verstärkten Phaeocystis-Blüten (CADÉE and HEGEMAN [2002]) und zu Grünalgen-Blüten geführt (REISE and SIEBERT [1994]).

Zur Reduktion der anthropogenen Eutrophierung wurden nationale und internationale Maßnahmen eingeleitet, wie das Verbot phosphathaltiger Waschmittel, die Klärung von Abwasser, die Einführung der dritten Reinigungsstufe (zur Phosphatfällung und Stickstoffelimination) in Kläranlagen und eine Reduzierung der Düngung von Agrarflächen (e.g. DE JONG [2006]). In diesem Indikatorbericht wird dargelegt, dass die Flusseinträge seit fast 20 Jahren abnehmen und zu einer Abnahme der Nährstoffkonzentrationen im Küstenwasser und Wattenmeer geführt haben.

Darstellung der Ergebnisse

Flusseinträge

In Abbildung 1 sind die Trends der Abflüsse von Weser und Elbe dargestellt (LENHART, H.-J. and J. PÄTSCH [2001]). Modellberechnungen bestätigen, dass diese beiden Flüsse die Nährstoffbelastung der inneren Deutschen Bucht und des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres maßgeblich bestimmen. Das westliche niedersächsische Wattenmeer wird jedoch auch stark vom Rhein sowie von Maas,

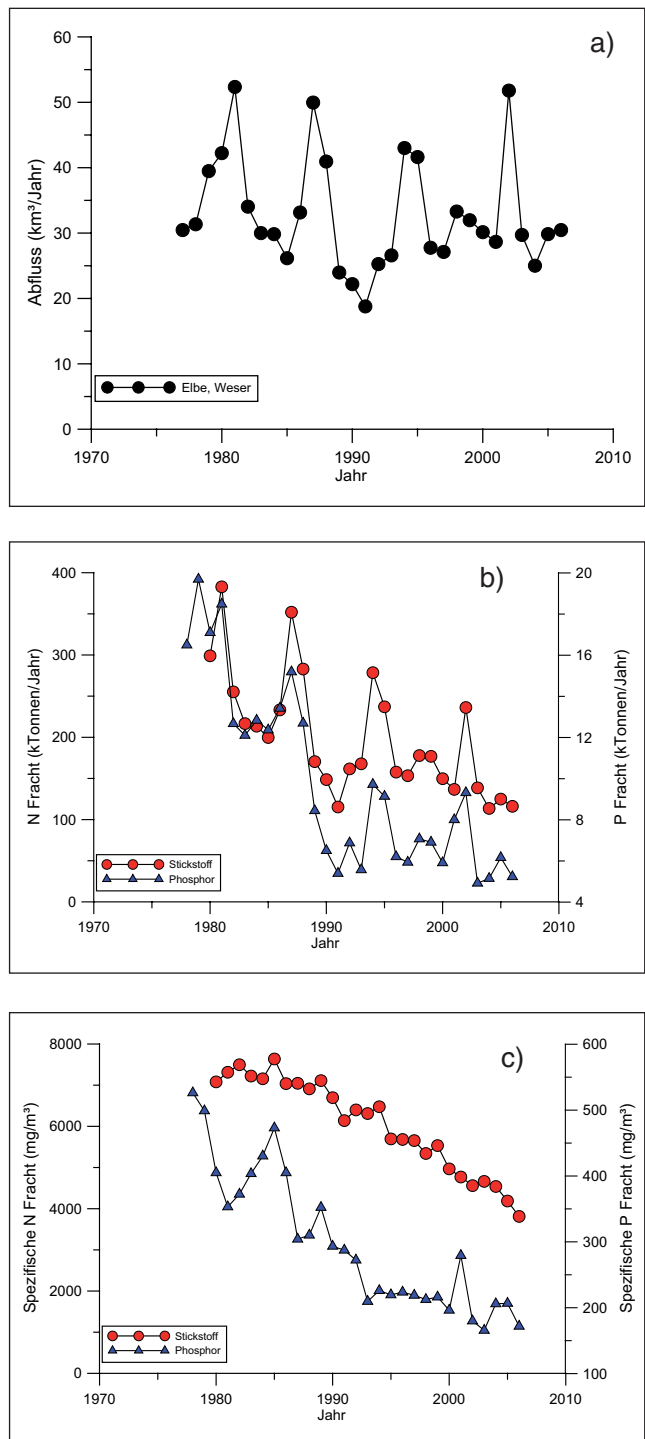


Abb. 1: Gesamtabfluss der Elbe und Weser (a)
 Gesamtracht des Stickstoffs und des Phosphors der Elbe und Weser (b)
 Spezifische Stickstoff- und Phosphorracht der Elbe und Weser. Die Werte basieren auf Messungen der ArGe Weser und ArGe Elbe (c)

Fig. 1: Total runoff of the rivers Elbe and Weser (a)
 Total nitrogen and phosphorus loads of the Elbe and Weser (b)
 Specific nitrogen and phosphorus loads of the Elbe and Weser. The data are based on measurements of ArGe Weser and ArGe Elbe (c)

lJsselmeer und Ems beeinflusst. Die Nährstofffrachten zeigen eine große interannuelle Variabilität (auch zwischen den Flüssen; siehe z.B. LENHART, H.-J. and J. PÄTSCH [2001]), die zum Teil mit dem jeweiligen Frischwasser-Abfluss korreliert. Dennoch ist eine Abnahme seit etwa 1980 zu erkennen, wenn man die spezifischen Frachten (Jahresfracht geteilt durch Jahresabfluss) berechnet. Für Phosphor beträgt der lineare abnehmende Trend etwa 3% pro Jahr, für Stickstoff etwa 2% seit Mitte der 1980er Jahre. Phosphor nahm vor allem während der 1980er und

1990er Jahre stark ab, während in den letzten Jahren (etwa seit 2001) kein deutlicher Trend zu erkennen ist. Bei Stickstoff ist seit Mitte der 1980er Jahre eine stetige Abnahme zu verzeichnen.

Verteilungsmuster der Nährstoffe

Die räumlichen Verteilungsmuster der Winterwerte des Jahres 2006 für den Salzgehalt, Phosphat und DIN (anorganische lösliche Stickstoffverbindungen) sind in Abb. 2 dargestellt. Im küstennahen Bereich

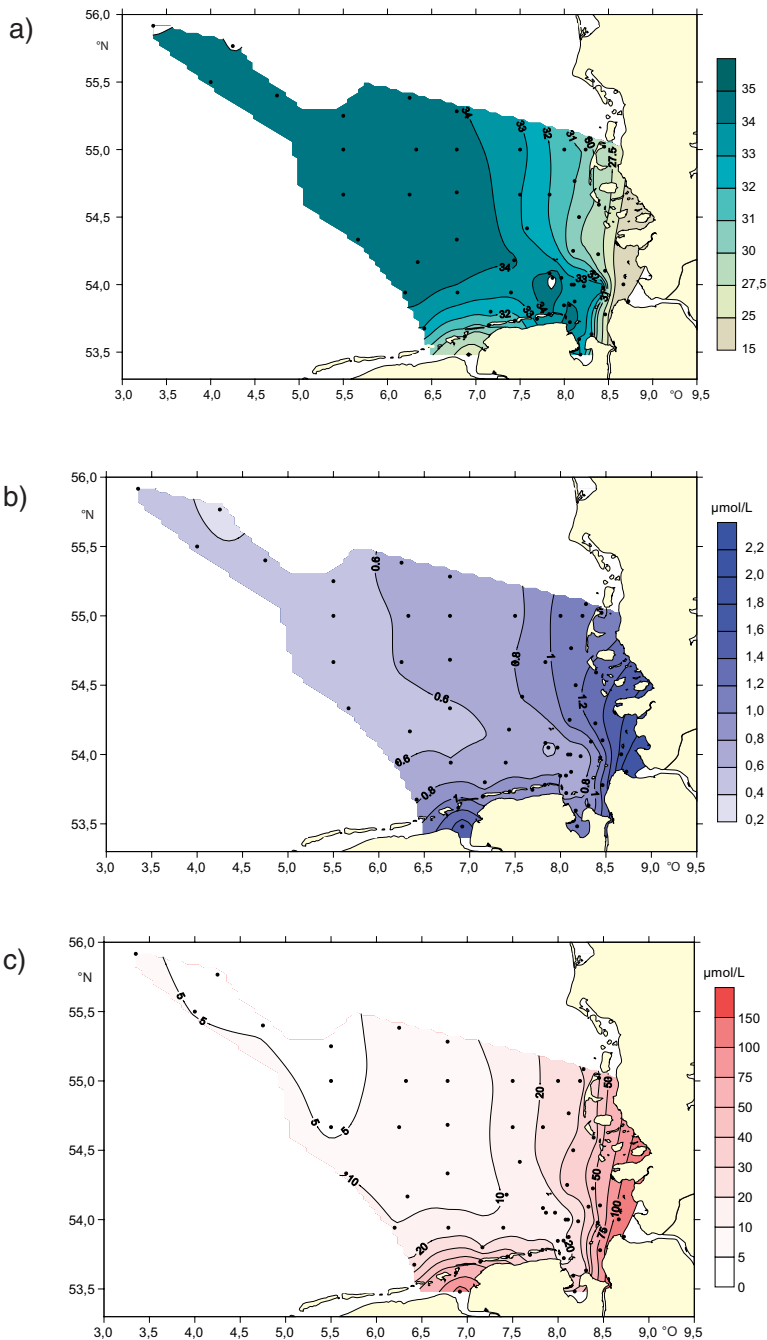


Abb.2: Verteilung des Salzgehaltes (a), des gelösten Phosphats (b) und des gelösten anorganischen Stickstoffs (c) in der Deutschen Bucht und in dem angrenzenden Wattenmeer (Winter 2006)

Fig. 2: Distributions of salinity (a), dissolved phosphate (b), and dissolved inorganic nitrogen (c) in the German Bight and adjacent Wadden Sea (winter 2006)

und im Wattenmeer liegt der Salzgehalt deutlich niedriger als in der zentralen Nordsee. Ursache hierfür sind die hohen Flusswasseranteile, die vom Westen her entlang dem Wattenmeer und über die Elbe und Weser in die Deutsche Bucht gelangen. Die gelösten Nährstoffe stammen hauptsächlich aus den Flüssen. Die räumliche Verteilung der Nährstoffe zeigt daher ein ähnliches Muster wie die Salzgehaltsverteilung.

Langzeitlicher Trend der Nährstoffe

In der offenen Deutschen Bucht und im angrenzenden Wattenmeer korrelieren die Nährstoffkonzentrationen signifikant negativ mit dem Salzgehalt (Abb. 3). Diese Zusammenhänge können genutzt werden, um die durch den Salzgehalt bedingte Variabilität der Nährstoffkonzentrationen in einem bestimmten Gebiet heraus zu rechnen und die Nährstoffkonzentrationen auf einen bestimmten Salzgehalt zu normieren. Für das Küstenwasser wird häufig auf den Salzgehalt 30 normiert. Mit diesen Salzgehalt-normierten Werten können langzeitliche Trends der Nährstoffe für das Küstenwasser dargestellt und berechnet werden (KÖRNER and WEICHART [1992]).

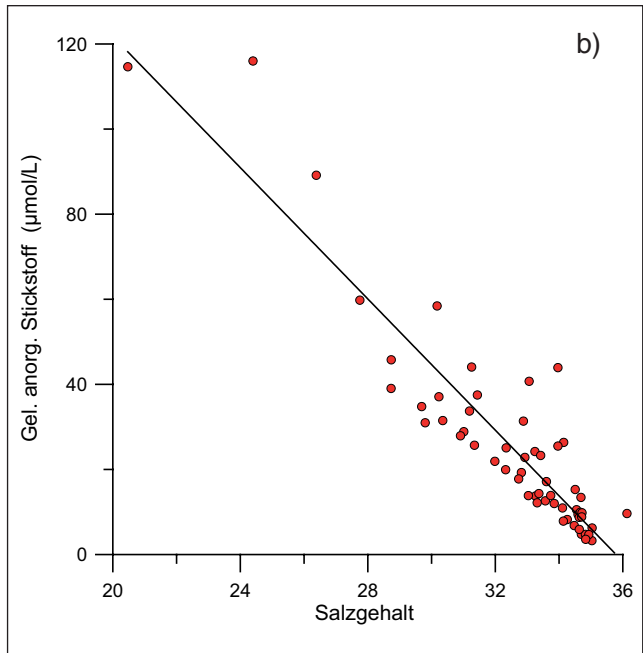
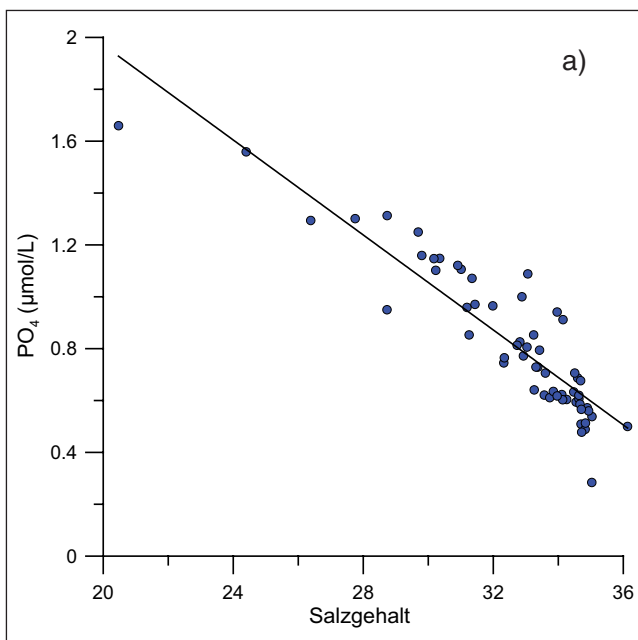


Abb. 3: Korrelation zwischen Phosphat und Salzgehalt (a) und gelöstem anorganischen Stickstoff (DIN) und Salzgehalt (b) im Wattenmeer und in der Deutschen Bucht im Jahre 2006. Nur Oberflächenproben werden berücksichtigt

Fig. 3: Correlation between phosphate and salinity (a) and dissolved inorganic nitrogen (DIN) and salinity (b) in the Wadden Sea and German Bight in 2006. Only surface samples have been taken into account



Phosphat

Für die Deutsche Bucht gibt es mittlerweile eine lange Datenreihe des BSH, die die Trends der winterlichen Nährstoffkonzentrationen aufzeigen. In Abbildung 4 sind die für den Salzgehalt 30 geschätzten winterlichen Konzentrationen von Phosphat im Zeitraum 1978 bis 2008 dargestellt. Außerdem sind Vergleichswerte aus dem Jahr 1936 angegeben. Zu dieser Zeit war die Bevölkerungsdichte viel geringer und die Landwirtschaft wurde noch nicht intensiv betrieben, d.h. es gab kaum Einsatz von künstlichem Dünger und keine intensive Viehhaltung. Das Kanalisationsnetzwerk war ebenfalls noch nicht vollständig ausgebaut. Auch gab es keine Klärwerke in den Städten.

Trotz zeitweilig starker interannueller Schwankungen ist die Phosphatkonzentration in der offenen Deutschen Bucht seit 1985 signifikant zurückgegangen. Die rückläufigen Trends des gelösten Phosphats in der Deut-

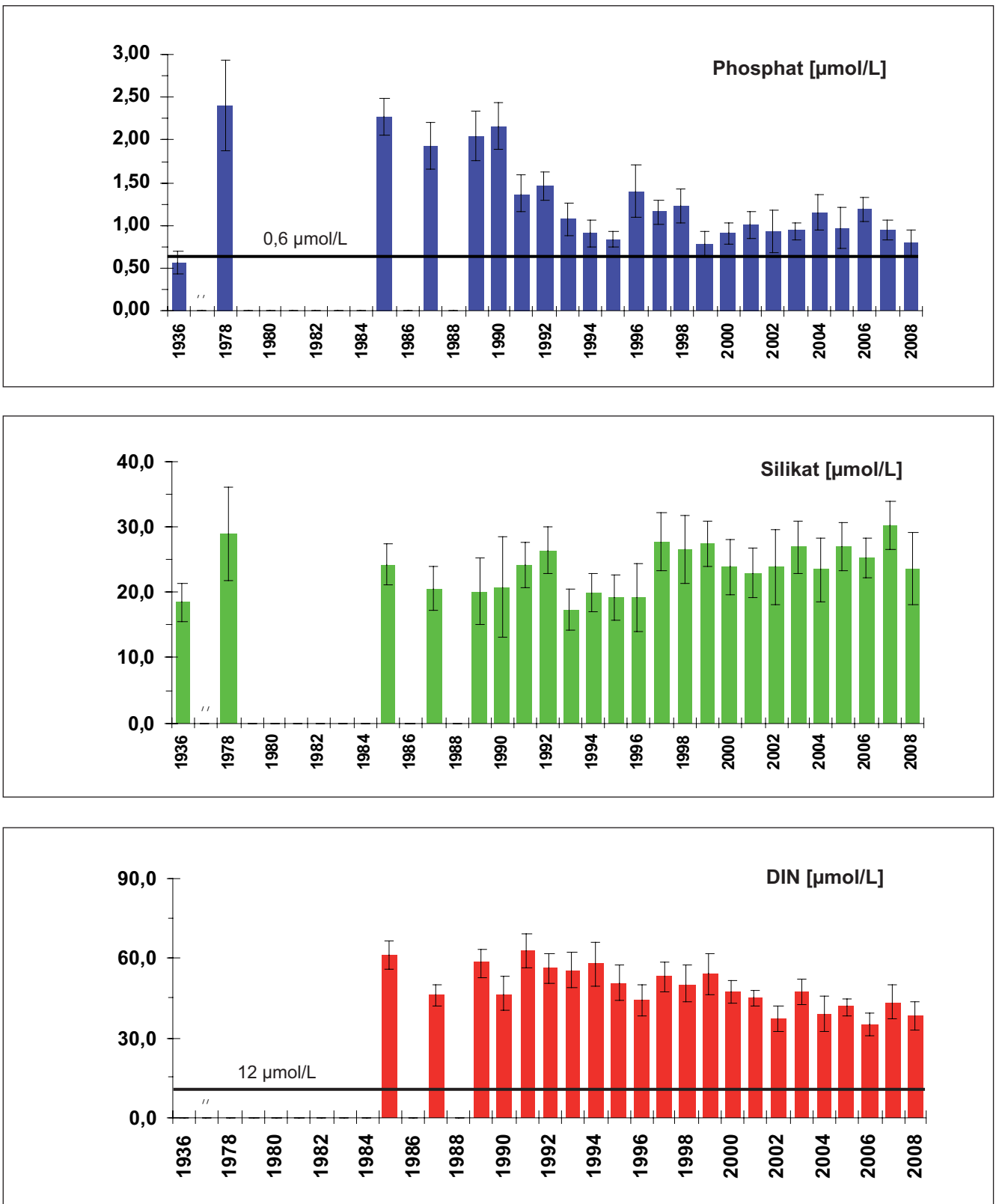


Abb. 4: Zeitserien der geschätzten winterlichen Nährstoffkonzentrationen im Küstenwasser der Deutschen Bucht (Salzgehalt 30) mit Standardschätzfehlerbalken (95%) und Orientierungswerten für Phosphat und DIN

Fig. 4: Time series of estimated nutrient concentrations in German Bight coastal water (salinity 30) in winter, with standard estimation error bar (95%) and elevated levels for phosphate and DIN

schen Bucht (s.a. BROCKMANN and TOPCU [2002]), die auch bei Helgoland festgestellt wurden (RAABE and WILTSHIRE [2009]), können durch den in Abb. 1 aufgezeichneten Rückgang der Nährstofffrachten der Flüsse erklärt werden. Die auf den Salzgehalt 30 normierten Phosphatkonzentrationen korrelieren signifikant mit den in Abb. 1 dargestellten spezifischen Phosphorfrachten (Abb. 5a).

Auch im Wattenmeer nehmen die Phosphatkonzentrationen ab. Die Langzeitbeobachtungen bei Norderney zeigen :

- 1) eine signifikante Abnahme im Zeitraum von 1985 bis 2007 (Abb. 6) und
- 2) eine signifikante Korrelation mit den spezifischen Phosphorfrachten der Flüsse Rhein, Maas, Ems und dem IJsselmeer (Abb. 7).

Hydrodynamische Modelle belegen, dass die Einträge dieser Flüsse die Nährstoffkonzentrationen bei Norderney hauptsächlich beeinflussen.

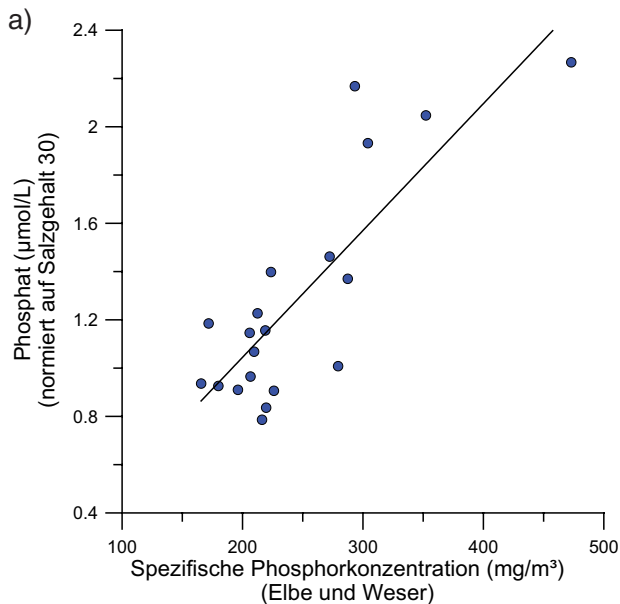


Abb. 5a: Korrelation zwischen den spezifischen Phosphorkonzentrationen der Elbe und Weser (Jahreseintrag/Jahresabfluss) und den auf Salzgehalt 30 normierten Konzentrationen des Phosphats in der Deutschen Bucht und im Wattenmeer ($R^2 = 0,68$; $p < 0,00001$; $n = 20$)

Fig. 5a: Correlation between specific phosphorus concentrations in the rivers Elbe and Weser (annual load/annual discharge) and salinity 30 normalised concentrations of phosphate in the German Bight and Wadden Sea ($R^2 = 0.68$; $p < 0.00001$; $n = 20$)

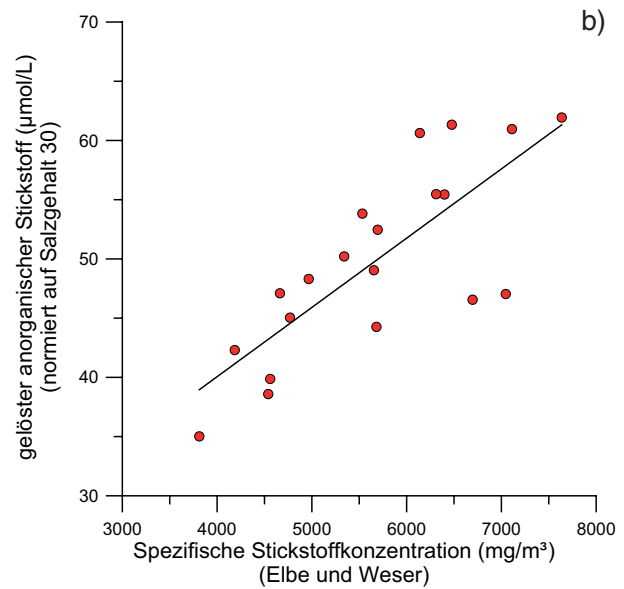


Abb. 5b: Korrelation zwischen den spezifischen Stickstoffkonzentrationen der Elbe und Weser (Jahreseintrag/Jahresabfluss) und den auf Salzgehalt 30 normierten Konzentrationen des gelösten anorganischen Stickstoffs (DIN; $R^2 = 0,61$; $p = 0,000046$; $n = 20$)

Fig. 5b: Correlation between specific nitrogen concentrations in the Elbe and Weser (annual load/annual discharge) and salinity 30 normalised concentrations of dissolved inorganic nitrogen (DIN; $R^2 = 0.61$; $p = 0.000046$; $n = 20$)

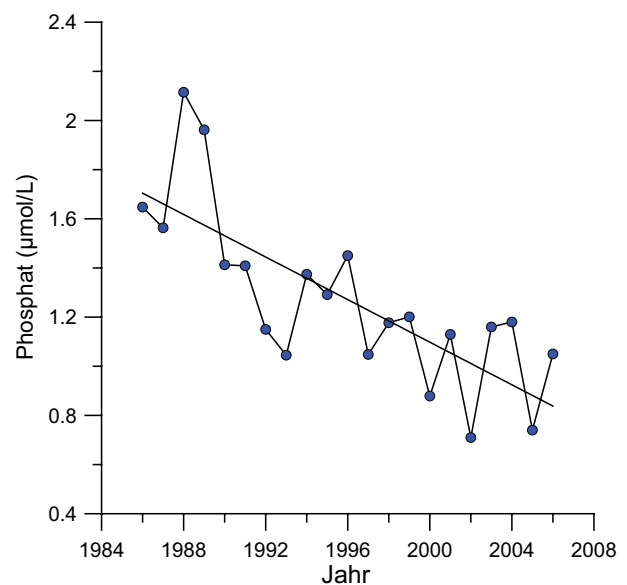


Abb. 6: Zeitreihe der winterlichen Phosphatkonzentrationen bei Norderney (1986-2006). Die Konzentrationen nehmen signifikant ab ($R^2 = 0,34$; $N = 21$; $p = 0,004$)

Fig. 6: Time series of phosphate concentrations near Norderney in winter (1986-2006). Concentrations have decreased significantly ($R^2 = 0.34$; $N = 21$; $p = 0.004$)

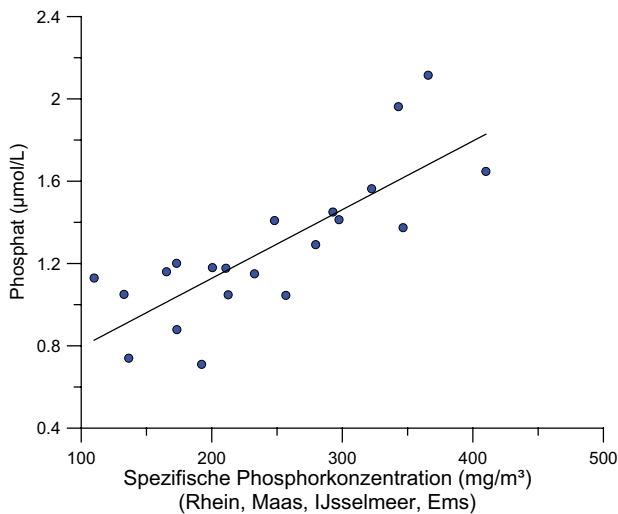


Abb. 7: Korrelation zwischen der spezifischen Phosphorkonzentration (Jahreseintrag/Jahresabfluss) der Flüsse Rhein, Maas, Ems, dem IJsselmeer und den Winterkonzentrationen von Phosphat bei Norderney ($R^2 = 0,63$; $p < 0,000016$; $n = 21$)

Fig. 7: Correlation between specific phosphorus concentrations (annual load/annual discharge) in the Jsselmeer, the rivers Rhein, Maas, and Ems and phosphate levels measured near Norderney in winter ($R^2 = 0,63$; $p < 0,000016$; $n = 21$)

Stickstoff

In [Abb. 4](#) sind die für den Salzgehalt 30 geschätzten winterlichen Konzentrationen des gelösten anorganischen Stickstoffs (DIN; Summe von Nitrat, Nitrit und Ammonium) im Zeitraum von 1985 bis 2008 dargestellt. Wie beim Phosphat gibt es auch hier eine signifikante Abnahme mit der Zeit (für Nitrat s.a. BROCKMANN and TOPCU [2002]), die auch bei Helgoland festgestellt wurde (RAABE and WILTSHIRE [2009]). Auch die rückläufigen Trends der löslichen anorganischen Stickstoffverbindungen (DIN) können durch den in [Abb. 1](#) aufgezeichneten Rückgang der Nährstofffrachten der Flüsse erklärt werden. Die auf den Salzgehalt 30 normierte Konzentration des gelösten anorganischen Stickstoffs korreliert signifikant mit den in [Abb. 1](#) dargestellten spezifischen Stickstofffrachten ([Abb. 5b](#)).

Auch im Wattenmeer werden signifikante abnehmende Trends des Stickstoffs beobachtet, aber Prozesse wie Denitrifizierung erschweren die Interpretation. VAN BEUSEKOM et al. [2008] analysierten die winterlichen Nitratkonzentrationen im nordfriesischen Wattenmeer. Sie beobachteten

auch eine Korrelation mit dem Salzgehalt, jedoch waren die Nitratgehalte meistens niedriger als die bei gleichem Salzgehalt in der offenen Deutschen Bucht gemessenen Werte. Mit einer multiplen Korrelation konnte dennoch eine signifikante Abnahme der Nitratgehalte nachgewiesen werden.

Silikat

Die Konzentration von Silikat, einem wichtigen Nährsalz für Kieselalgen, ist anthropogen weniger stark beeinflusst als Stickstoff oder Phosphor. Dies zeigt sich auch im zeitlichen Trend der Beobachtungen des BSH in der Deutschen Bucht. Im küstennahen Bereich ($S = 30$) wurde der Vergleichswert von 1936 ($18,5 \pm 2,9 \mu\text{mol/L}$ bzw. $0,52 \pm 0,08 \text{ mg/L Si}$) zwar seit 1978 immer wieder erreicht, die Werte sind jedoch von Jahr zu Jahr natürlichen Schwankungen unterworfen, die unter anderem die biologische und biogeochemische Variabilität widerspiegeln. Im Winter 2008 wurde eine Konzentration von $23,5 \pm 5,4 \mu\text{mol/L}$ ($0,66 \pm 0,15 \text{ mg/L Si}$) abgeschätzt, die unter den Werten der Vorjahre lag.

Bewertung

Bewertungsgrundlage

Die BLMP-Arbeitsgruppe „Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)“ hat im November 2006 das Fachpapier „Eutrophierung in den deutschen Küstengewässern von Nord- und Ostsee“ verabschiedet, in dem Hintergrund- und Orientierungswerte für die Nährstoffbewertungen in Übergangs- und Küstenwassertypen gemäß WRRL sowie auch für die Deutsche Bucht angegeben sind. Diese Werte wurden von Brockmann (BROCKMANN et al. [2007]) geringfügig korrigiert. Die Orientierungswerte, die zur Diskussion und Bewertung der vorliegenden Nährstoffuntersuchungen herangezogen werden, wurden aus den Hintergrundwerten gemäß den Verfahren von OSPAR und HELCOM abgeleitet, indem diese mit einem Aufschlag von 50 % versehen wurden. Daraus ergibt sich bei einem Salzgehalt von 25 - 30 für die gelösten anorganischen Stickstoffverbindungen (DIN) ein Orientierungswert von 11 bis $14 \mu\text{mol/L}$ ($0,15$ bis $0,20 \text{ mg/L N}$) und für Phosphat ein Orientierungswert von $0,6 \mu\text{mol/L}$ ($18,6 \mu\text{g/L P}$). Für die Küstengewässer ergibt sich für die löslichen anorganischen Stickstoffverbindungen (DIN)

ein Orientierungswert von 12 µmol/L (0,17 mg/L N) und für Phosphat ein Orientierungswert von 0,6 µmol/L (18,6 µg/L P).

Sowohl die Phosphat- als auch die Stickstoffkonzentrationen in der Deutschen Bucht und im Wattenmeer korrelieren signifikant mit dem Salzgehalt. Die Variabilität der Konzentrationen des gesamten Gebietes kann zum großen Teil mit dem Salzgehalt erklärt werden (Abb. 3). Dies ermöglicht die gemeinsame Bewertung beider Gebiete. Für diese gemeinsame Bewertung wurde ein Salzgehalt von 30 zu Grunde gelegt.

Bewertung 2006

Phosphat

Im Winter 2006 wurde im Küstengewässer eine auf einen Salzgehalt von 30 normierte mittlere Phosphatkonzentration von 1,18 ± 0,05 µmol/L (36,5 ± 1,5 µg/L P) ermittelt (siehe Abb. 4). Wenn die Winterdaten aus dem Wattenmeer auch berücksichtigt werden (Tabelle 1, Abb. 3), ergibt sich ein etwas niedrigerer Wert von 1,06 ± 0,05 µmol/L (32,8 ± 1,5 µg/L P). Dieser Wert liegt noch deutlich

(40 - 50%) oberhalb des Orientierungswertes von 0,6 µmol/L (18,6 µg/L P). Für die offene Deutsche Bucht (Salzgehalt = 34) wurde eine mittlere Phosphatkonzentration von 0,64 ± 0,02 µmol/L (20,0 ± 0,6 µg/L P) abgeschätzt. Dieser Wert ist nur geringfügig höher als der im Winter 1936 aufgenommene Wert von 0,53 ± 0,13 µmol/L (16,0 ± 4,0 µg/L P).

Stickstoff

Im Winter 2006 wurde im Küstengewässer der Deutschen Bucht bei einem Salzgehalt 30 eine mittlere Stickstoffkonzentration (DIN) von 35,4 ± 0,7 µmol/L (0,48 ± 0,01 mg/L) ermittelt. Wenn die Winterdaten aus dem Wattenmeer auch berücksichtigt werden (Tabelle 1, Abbildung 3) ergibt sich ein etwas höherer Wert von 44,7 ± 3,2 µmol/L (0,63 ± 0,05 mg/L). Dieser Gehalt übersteigt den Orientierungswert um circa 320% (Küstengewässer und Wattenmeer). Für die offene Deutsche Bucht (Salzgehalt=34) wurde eine mittlere Konzentration von 10,9 ± 0,75 µmol/L (0,15±0,01 mg/L N) abgeschätzt. Dieser Wert ist um 40% höher als der Orientierungswert von 8 µmol/L (0,11 mg/L N) für die offene Deutsche Bucht (Tabelle 1).

Gebiet	Zeitraum	Phosphat (µmol/L)	Phosphat (µg/L)	DIN (µmol/L)	DIN (mg/L)
Wattenmeer und küstennaher Bereich (normiert auf Salzgehalt 30)	Winter 2006	1,06 ± 0,05	32,8 ± 1,5	44,7 ± 3,2	0,63 ± 0,05
	Vergleichswert 1936	0,56 ± 0,14	17,3 ± 4,3		
	Orientierungswert	0,6	18,6	11 - 14	0,15 - 0,20
Offene Deutsche Bucht (normiert auf Salzgehalt 34)	Winter 2006	0,64 ± 0,15	19,8 ± 4,6	10,9 ± 0,8	0,15 ± 0,01
	Vergleichswert 1936	0,53 ± 0,13	16,4 ± 4,0		
	Orientierungswert	0,6	18,6	8	0,11

Tab. 1: Auf den Salzgehalt normierte winterliche Nährstoffkonzentrationen (Phosphat, gelöster anorganischer Stickstoff (DIN)) mit Standardschätzfehler für das Wattenmeer und die Deutsche Bucht (Winter 2006). Die Analyse basiert auf Oberflächenwerten

Tab. 1: Salinity normalised nutrient concentrations in winter (phosphate, dissolved inorganic nitrogen (DIN)) with standard estimation error for the Wadden Sea and German Bight (winter 2006). The analysis is based on surface data

Gesamtbewertung

Eine Gesamtbewertung der Eutrophierungssituation war im Rahmen von OSPAR durchgeführt worden (BROCKMANN et al. [2007]), in der die Nährsalzkonzentrationen im Wattenmeer und Küstenwasser als „problematisch“ klassifiziert wurden, da sie oberhalb der definierten Schwellenwerte lagen.

Die hier durchgeführte Bewertung der Nährstoffsituation in der Deutschen Bucht und im Wattenmeer beruht auf Winterkonzentrationen des Oberflächenwassers, die auf einen bestimmten Salzgehalt normiert wurden. Die Werte sind von Jahr zu Jahr vergleichbar, da sie im Winter zur Zeit geringster biologischer Aktivität und fast abgeschlossener Remineralisierung aufgenommen wurden, und sich auf einen festen Salzgehalt beziehen. Zur Bewertung wurden die aktuellen Salzgehalt-normierten Konzentrationen mit Orientierungswerten verglichen, die auf berechneten Hintergrundkonzentrationen basieren (BROCKMANN et al. [2007]). Die Bewertung berücksichtigt außerdem die Langzeitentwicklung der abflusnormierten Nährstoffeinträge durch Flüsse und die Langzeitentwicklung der Nährstoffkonzentrationen im Wattenmeer und in der Deutschen Bucht.

Für Phosphor ist bei den Flusseinträgen und für Phosphat bei den winterlichen Konzentrationen im Wattenmeer und Küstenwasser seit Mitte der 1980er Jahre eine deutliche Abnahme erkennbar, die dazu geführt hat, dass sich die aktuellen Konzentrationen nur noch etwa 20 - 50% oberhalb des Orientierungswertes bewegen. Die Abnahme war während der frühen 1990er Jahre am stärksten und verlangsamte sich während der letzten Jahre. Die von den Umweltministern auf der zweiten INK (Internationalen Nordseeschutzkonferenz) 1987 beschlossene Halbierung der Nährstoffeinträge zwischen 1985 und 1995 wurde für Phosphor erreicht. Auch für den gelösten anorganischen Stickstoff (DIN) ist bei den Flusseinträgen und bei den winterlichen Konzentrationen im Wattenmeer und Küstenwasser eine signifikante Abnahme seit Mitte der 1980er Jahre erkennbar. Die aktuellen Konzentrationen liegen jedoch deutlich (circa 320%) oberhalb des Orientierungswertes. Die von den Umweltministern auf der zweiten INK (Internationalen Nordseeschutzkonferenz) 1987 beschlossene Halbierung der Nährstoffeinträge zwischen 1985 und 1995 wurde für Stickstoff 2006 fast erreicht.

Verstärkt durch den hohen atmosphärischen Stickstoff-Eintrag (Verkehr, Industrie) und weiterhin hohe landwirtschaftliche Einträge sind die DIN-Werte im küstennahen Bereich weiterhin hoch.

Die vorliegenden Ergebnisse aus Langzeitbeobachtungen weisen darauf hin, dass die Maßnahmen zur Reduktion der Nährstofffrachten gegriffen haben. Wir beobachten signifikante Rückgänge der Nährstofffrachten über die Flüsse in die Deutsche Bucht und der Nährstoffkonzentrationen in der Deutschen Bucht und im Wattenmeer.

Die von den Umweltministern auf der zweiten INK (Internationalen Nordseeschutzkonferenz) 1987 beschlossene Halbierung der Nährstoffeinträge wurde für Phosphor, jedoch nicht für Stickstoff erreicht. Die spezifischen Stickstofffrachten der Flüsse haben sich aber zwischen 1985 und 2006 fast halbiert (ca. 48 %).

Die Konzentrationen für Phosphat liegen im Küstenwasser und im Wattenmeer 20 bis 50% über dem Orientierungswert.

Die Konzentration der anorganischen löslichen Stickstoffverbindungen weichen in Küstennähe und im Wattenmeer um den Faktor 3 deutlich von dem Orientierungswert ab.

Literatur

- BROCKMANN, U. and D.H. TOPCU, 2002: [Nutrient Atlas of the central and northern North Sea](#). Federal Environmental Agency, Berlin. 26/02, 66 pp.+ 364 figs. + CD.
- BROCKMANN, U. TOPCU, D. and M. SCHÜTT, 2007: Assessment of the eutrophication status of the German Bight according to the OSPAR Comprehensive Procedure, 2001 - 2005. 54 pp., 117 figs., Appendix 200 figs.
- BSH, 2005a: Nordseezustand 2003. Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie, [Nr.38/2005](#), S. 102-110.
- BSH, 2005b: MURSYS.
http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/PDF/mur_105_cn.pdf.
- BSH, 2006a: Nordseezustand 2004. Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie, [Nr.40/2006](#), S. 118-127.
- BSH, 2006b: MURSYS.
http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/PDF/mur_106_cn.pdf.
- BSH, 2007: MURSYS.
http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/PDF/mur_107_cn.pdf.
- BSH, 2008: MURSYS.
http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/PDF/mur_108_cn.pdf.
- CADÉE, G.C., 1986: Increased phytoplankton primary production in the Marsdiep area (Western Dutch Wadden Sea). *Neth. J. Sea Res.*, 20, 285-290.
- CADÉE, G.C. and J. HEGEMAN, 2002: Phytoplankton in the Marsdiep at the end of the 20th century; 30 years monitoring biomass, primary production, and Phaeocystis blooms. *J. Sea Res.*, 48, 97-110.
- DE JONG, F., 2006: Marine eutrophication in perspective. On the relevance of ecology for environmental policy. Berlin: Springer, 335 pp.
- DE JONGE, V.N. and H. POSTMA, 1974: Phosphorus compounds in the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.*, 8, 139-153.
- KÖRNER, D. and G. WEICHART, 1992: Nutrients in the German Bight: concentrations and trends. *ICES Mar. Sci. Symp.* 195, 159-176.
- LENHART H.-J. and J. PÄTSCH, 2001: Daily nutrient loads of the European continental rivers for the years 1977 - 1998. *Berichte aus dem Zentrum für Meeres- und Klimaforschung*. Reihe B: Ozeanographie, Vol 40.
- RACHOR, E., 1990: Changes in the sublittoral zoobenthos of the German Bight with regard to eutrophication. *Neth. J. Sea Res.*, 25 (1/2), 209 - 214.
- RAABE, T. and K.H. WILTSHIRE, 2009: Quality control and analyses of the long-term nutrient data from Helgoland Roads. *J. Sea Res.*, 61, 3-16.
- REISE, K. and I. SIEBERT, 1994: Mass occurrence of green algae in the German Wadden Sea. *Dt. hydrogr. Z.*, 171 - 188.
- VAN BEUSEKOM, J.E.E., WEIGELT-KRENZ, S. and P. MARTENS, 2008: Long-term variability of winter nitrate concentrations in the Northern Wadden Sea driven by freshwater discharge, decreasing riverine loads and denitrification. *Helgol. Mar. Res.*, 62, 49-57.
- VAN BENNEKOM, A.J. and F.J. WETSTEIJN, 1990: The winter distribution of nutrients in the Southern Bight of the North Sea (1961-1978) and in the estuaries of the Scheldt and the Rhine/Meuse. *Neth. J. Sea Res.* 25, 75- 87.
- WEIGELT-KRENZ, S., 2009: In: System Nordsee. Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie, [Nr.44/2009](#), S. 153-176.

Autoren dieses Berichts:

Dr. Sieglinde Weigelt-Krenz
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Straße 78
20359 Hamburg
E-Mail: sieglinde.weigelt@bsh.de_

Dr. Michael Hanslik
Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Betriebsstelle Brake/Oldenburg
Ratsherr-Schulze-Str. 10
26122 Oldenburg
E-Mail: Michael.Hanslik@NLWKN-BRA.Niedersachsen.de

Dr. Johannes Pätsch
Institut für Meereskunde
der Universität Hamburg
Bundesstr. 53, III OG.
20146 Hamburg
E-Mail: johannes.paetsch@zmaw.de

Thorkild Petenati
Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
des Landes Schleswig-Holstein (LLUR)
Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbek
E-Mail: Thorkild.Petenati@llur.landsh.de

Dr. Justus van Beusekom
Alfred-Wegener-Institute für
Polar- und Meeresforschung
Hafenstraße 43
25992 List
E-Mail: Justus.van.Beusekom@awi.de



ARGE BLMP Nord- und Ostsee

Auf der 34. Umweltministerkonferenz Norddeutschland am 17. April 1997 sind die zuständigen Ressorts des Bundes und der Länder Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein übereingekommen, für die Zusammenarbeit bei der Überwachung der Meeresumwelt von Nord- und Ostsee eine Arbeitsgemeinschaft Bund/Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (ARGE BLMP Nord- und Ostsee) zu bilden.

Mitglieder der ARGE BLMP sind:

- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- Bundesministerium für Bildung und Forschung
- Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

Impressum

Herausgegeben vom
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Sekretariat Bund/Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP)
Bernhard-Nocht-Straße 78
20359 Hamburg

www.blmp-online.de

Zu zitieren als: Meeresumwelt Aktuell Nord- und Ostsee, 2010 / 1
© Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Hamburg und Rostock 2010

Ein Glossar zur Reihe findet sich auf der oben genannten Webseite.

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des BSH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.