

## Nährstoffbelastung des Wattenmeeres: Besserung in Sicht

J. E. E. van Beusekom, M. Loebel, K. Reise, A. Schanz

Intensive Landwirtschaft, phosphathaltige Waschmittel und andere menschliche Einflüsse sorgten im 19. und vor allem im 20. Jahrhundert für eine starke Zunahme des Nährstoffeintrags über die Flüsse in die Küstenmeere. Wir gehen davon aus, dass die Flüsse heutzutage etwa sieben- bis achtmal mehr Nährstoffe in die Nordsee transportieren als zu vorindustrieller Zeit. Während der 1970er und 1980er Jahre wurde klar, dass als Folge dieser Überdüngung auch die von Mikroalgen produzierte organische Substanz zugenommen hatte. Sichtbare Zeichen an der Küste waren die sich auf den Stränden türmenden Schaumberge. Sie entstanden nach dem Zusammenbruch üppiger Blüten des Flagellaten *Phaeocystis globosa*. Die Abnahme der Seegrasbestände im Gezeitenbereich des südlichen Wattenmeeres (vgl. Abb. 9) und die Zunahme von Grünalgen waren weitere Anzeigen einer sich verschlechternden Qualität des Ökosystems Wattenmeer. Auch die Umweltqualität von Flüssen und Seen hatte sich infolge der zugenommenen Belastung mit Nährstoffen verringert. Die Politik reagierte und Maßnahmen wurden eingeleitet um die Nährstoffbelastung (Eutrophierung) auf dem Festland und im Meer zu reduzieren. Mittlerweile gibt es Anzeichen dafür, dass sich der Eutrophierungszustand des Wattenmeeres verbessert.

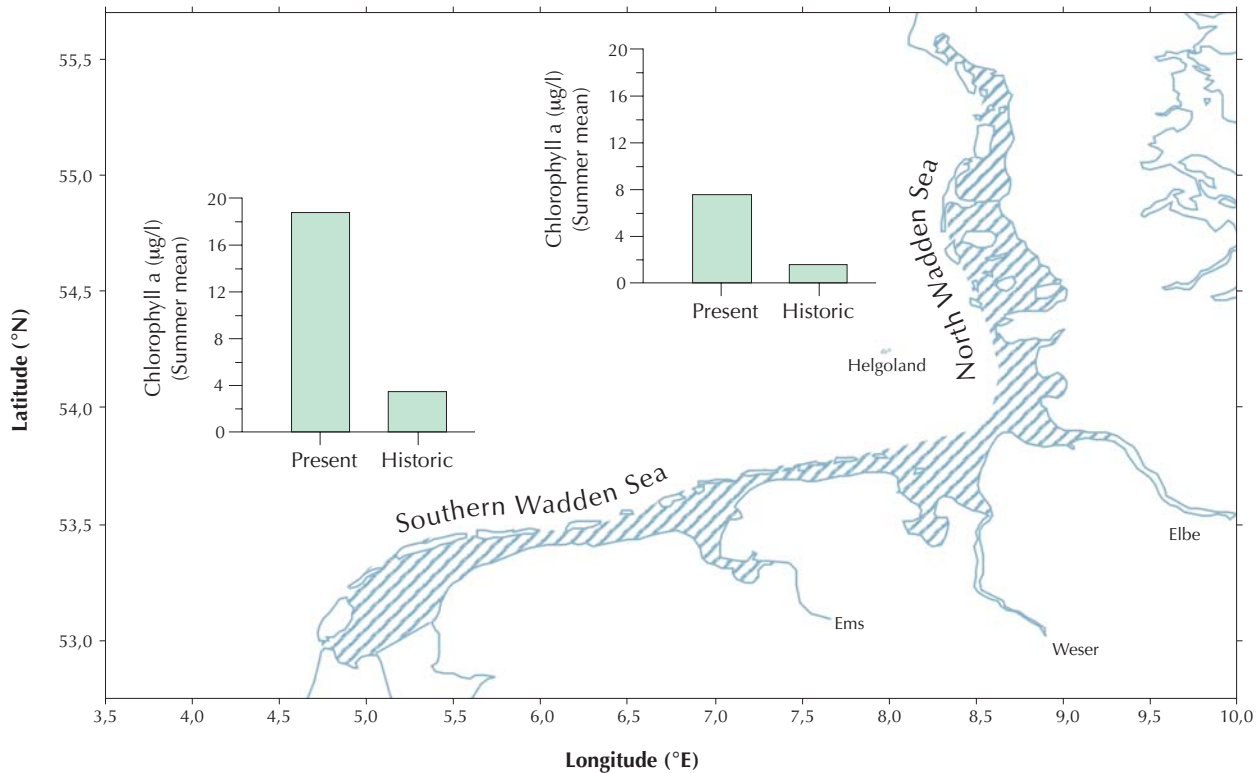
Um die Nährstoffbelastung zurückzudrängen wurden in den 1970er Jahren unter anderem phosphatfreie Waschmittel und eine bessere Abwasserklärung eingeführt. Die Flusseinträge zeigen nach wie vor

## *Eutrophication of the Wadden Sea: signs of improvement*

*J.E.E. van Beusekom, M. Loebel, K. Reise, A. Schanz*

*During the past centuries, human pressure on coastal ecosystems has dramatically increased. This is among others reflected by riverine nutrient loads. We estimate that nowadays about seven- to eightfold more nutrients are carried by rivers into the coastal zone than without human influences. During the 1970's and early 1980's, it became evident that due to the increased nutrient fluxes into the North Sea and into the Wadden Sea, the amount of organic matter produced by microalgae had increased. Visual signs were the thick layers of foam originating from decaying blooms of the flagellate *Phaeocystis globosa* that covered beaches during late spring. Other signs that the quality of Wadden Sea ecosystem was deteriorating included a decrease of area covered with seagrass in the Southern Wadden Sea (The Netherlands and Lower Saxony) and an increase in green macroalgae. Also freshwater lakes and rivers had deteriorated due to increased nutrient concentrations. Policy makers responded and measures were taken to reduce the amounts of nutrients in rivers, lakes and in the coastal zone. Evidence is now accumulating that the eutrophication status of the Wadden Sea is improving.*

*Riverine nutrient loads: Measures to reduce the riverine nutrient burden included the implementation of waste water treatment and the introduction of phosphate-free detergents. Long-term data show large interannual differences in the amount of riverine nutrients transported into the coastal zone.*



große Schwankungen von Jahr zu Jahr, die aber hauptsächlich auf unterschiedliche Niederschlags- und damit Abflussmengen zurückzuführen sind. Korrigiert man die Nährstoffeinträge entsprechend, dann zeigt sich, dass sich nach Erreichen eines Maximums etwa Mitte der 1980er Jahre die Einträge um etwa zwei bis drei Prozent pro Jahr verringern.

Der Import organischer Substanz von der Nordsee in das Wattenmeer prägt den Umsatz im Wattenmeer. Eine direkte Quantifizierung dieses Imports ist jedoch noch nicht möglich. Um Änderungen im Umsatz feststellen zu können, mussten so genannte Stellvertreterbeziehungen (Proxies) entwickelt werden. Wir haben zwei vorgeschlagen: die saisonale Stickstoff-

**Abb. 9: Vergleich der mittleren Sommer-Biomasse des Phytoplanktons im Wattenmeer (~1985–2002) mit historischen Schätzungen (linke Grafik: südliches Wattenmeer, rechte Grafik: nördliches Wattenmeer). Heutzutage wird etwa vier- bis fünfmal mehr organische Substanz umgesetzt als zu vorindustriellen Zeiten.**

*Fig. 9: A comparison of the mean summer phytoplankton biomass in the Wadden Sea since about the mid-1980's with historic estimates. Left graph: Southern Wadden Sea, Right graph: Northern Wadden Sea. Nowadays, about four to five fold more organic matter is turned over than during pre-industrial conditions.*

dynamik (Herbstwerte von Ammonium und von Nitrit) und die sommerliche Biomasse des Phytoplanktons. In den meisten Teilen des Wattenmeeres korrelieren diese Proxies signifikant mit den Flusseinträgen. Dies zeigt, dass das Wattenmeer mit einem verringerten Stoffumsatz auf die gesunkenen Flusseinträge reagiert. Die Proxies deuten außerdem darauf hin, dass der Eutrophierungsstatus des südlichen Wattenmeeres etwa zweimal höher ist als im nördlichen Wattenmeer.

Eine weitere Änderung im Wattenmeer, die mit der Eutrophierung in Zusammenhang steht, ist die Zunahme von Grünalgen ab den späten 1970er Jahren, die etwa 1990-1993 ihren Höhepunkt erreichte. Regelmäßige Beobachtungen im nördlichen Wattenmeer zeigen, dass die Bedeckung seitdem zurückgeht. In 2004 erreichte sie zum ersten Mal wieder ein Niveau wie vor den 1980er Jahren.

Viele Zeichen deuten also darauf hin, dass sich der Eutrophierungsstatus des Wattenmeeres verbessert. Aber wie weit müssen wir gehen? Die europäische Gesetzgebung schreibt vor, dass sich das Wattenmeer im Jahr 2015 in einem „guten ökologischen Zustand“ befinden soll. Als Referenz werden häufig historische Bedingungen benutzt, also ein Zustand ohne große menschliche Einflüsse. Ein Vergleich mit historischen Schätzungen zeigt, dass heutzutage etwa vier- bis fünfmal mehr organische Substanz und Nährstoffe umgesetzt werden als in vorindustrieller Zeit. Ob eine weitere Reduzierung der Nährstoffeinträge irgendwann aber durch die Nahrungskette hindurch zu einer Nahrungsknappheit bei Endkonsumenten wie Vögeln führen kann, ist noch unklar.

*They are mainly due to variations in freshwater discharge. After correcting for this it becomes evident that riverine nutrient input in the coastal zone reached a maximum during the 1980's. Since then, nutrient loads into the North Sea decrease by about 2-3% per year.*

*Indicators of the Wadden Sea Eutrophication Status: The amount of organic matter that is turned over in the Wadden Sea is to a large extent determined by organic matter import from the adjacent North Sea. Quantification of this process is not yet possible. To detect changes in the organic matter turnover in the Wadden Sea, so-called proxies had to be developed. We have proposed two: the seasonal dynamics of nitrogen (autumn values of  $\text{NH}_4$  and  $\text{NO}_2$ ) and summer phytoplankton biomass. In most of the Wadden Sea these proxies correlated significantly with riverine nitrogen input. This shows that the Wadden Sea responds in a positive way to the decreasing nutrient loads. The proxies also highlight differences in the eutrophication status between the less eutrophic Northern (Schleswig-Holstein) and the more eutrophic Southern Wadden Sea.*

*Another eutrophication related change noted in the Wadden Sea was the increase of green macroalgae from the late 1970's to a peak in 1990-1993. We now see signs of improvement. Regular observations in the northern Wadden Sea indicate that the area covered with green macroalgae is gradually decreasing. In 2004 it reached for the first time the marginal occurrences prior to the 1980's.*

*All available signs indicate that the eutrophication status of the Wadden Sea is improving. But how far do we have to go? European legislation dictates that the Wadden Sea has to be in a good ecological status*



**Abb. 10:** Seegraswiesen (rechts: eine Detailaufnahme mit zwei Strandschnecken) sind geeignete Qualitätsindikatoren für den Zustand und die Stabilität des Wattenmeeres, weil sie empfindlich auf Umweltänderungen reagieren. Seegraswiesen sind ein wichtiger Lebensraum für Jungfische und Wirbellose. Während der 1950er und 1960er Jahre verschwanden die meisten Seegraswiesen aus dem Gezeitenbereich des südlichen Wattenmeeres. Im nördlichen Wattenmeer fand keine vergleichbare Abnahme statt. Im letzten Jahrzehnt nahmen die mit Seegras bedeckten Flächen stetig zu.

*Fig. 10: Seagrass beds (right panel: close up with two periwinkles) are a suitable quality indicator for the health and stability of the Wadden Sea ecosystem, as they respond very sensitively to changes in their environment. Seagrass beds represent an important marine habitat and serve as a feeding and nursery habitat for juvenile fishes and invertebrates. During the 1950's and 1960's most intertidal seagrass beds in the Southern Wadden Sea vanished and are now slowly recovering. In the Northern Wadden Sea no comparable decline was observed. During the past decade, the area covered with seagrass increased continuously. (Photos: A. Schantz)*

*by 2015. As a reference, historic conditions (before large scale human impact) are often used. A comparison of the present status with historic estimates shows that at present still about four to five times more organic matter and nutrients are turned over in the Wadden Sea than under historic conditions. Whether a further reduction of nutrient supply will eventually result in a food shortage for top consumers is as yet unclear.*