

LEHRERINFORMATION

Thema	Eutrophierung des Wattenmeeres
Material	3 Aufgabenkomplexe: - Eutrophierung von Küstengewässern - Text „Niere der Nordsee“ - Nährstoffdaten vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrologie (BSH)
Vorbereitung	Ausdrucken/Kopieren der Arbeitsmaterialien
Vorwissen	keines
Zeitmanagement	45 – 90 Minuten
Sozialformen	Einzel- oder Partnerarbeit
Ziele des Unterrichtsbausteins	Die SchülerInnen - erklären die Bedeutung und Auswirkungen von Eutrophierung, - beschreiben und diskutieren den aktuellen Zustand des Wattenmeeres und der Nordsee, - setzen sich mit den komplexen ökologischen Zusammenhängen im Wattenmeer auseinander.
Methodik	Die Aufgabenkomplexe eignen sich zur Bearbeitung in Einzel- oder Partnerarbeit, im Unterricht oder als Hausaufgabe. Der gesamte Unterrichtsbaustein ist sehr umfangreich. Es können daher - je nach gewünschtem Zeitaufwand - auch nur einzelne Aufgaben oder ausgewählte Teilaufgaben bearbeitet werden, wobei für Aufgabe 2 und 3 die Bearbeitung von Aufgabe 1 als Einführung in die Thematik sinnvoll ist. Der Baustein kann als Einstieg für eine vertiefende Unterrichtsreihe zum Thema Stoffkreisläufe, Umweltproblematiken oder nachhaltige Landwirtschaft, oder als Grundlage für eine Projektarbeit verwendet werden.

 Weitere ausführliche Informationen zum Thema Eutrophierung von Nordsee und Wattenmeer:

Umweltbundesamt (UBA):

<http://www.umweltbundesamt.de/daten/gewaesserbelastung/nordsee/eutrophierung-der-nordsee>

<http://www.umweltbundesamt.de/daten/gewaesserbelastung/nordsee/flusseintraege-direkte-eintraege-in-die-nordsee>

BUND (o.J.): Nordseeschutz beginnt auf dem Acker.

http://www.bund.net/themen_und_projekte/meeresschutz/belastungen/landwirtschaft/

MARENCIC, H. (Hrsg.) (2009): Quality Status Report 2009. Wadden Sea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group. Wilhelmshaven

<http://www.waddensea-secretariat.org/management/publications/the-wadden-sea-quality-status-report-2009>

LOZAN, J. ET AL (Hrsg.) (2003): Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer – Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg

Lösungsvorschläge:

Aufgabe 1:

Quellen:

- Düngung landwirtschaftlicher Flächen
- Tierproduktion (an Land und im Meer)
- Kommunale und industrielle Abwässer
- Verbrennungsprozesse (Kraftwerke, Schifffahrt, Straßenverkehr)

Auswirkungen:

- beschleunigtes Wachstum von Algen
- hohe Dichten von wenigen konkurrenzstarken Algenarten
- hohe Dichten können zu Lichtmangel führen
- mikrobieller Abbau der im Überschuss gebildeten pflanzlichen Biomasse bewirkt Sauerstoffmangel und vermehrtes Auftreten von giftigen Schwefelwasserstoffen im Sediment und den Wasserschichten darüber
- geringe Artenvielfalt: Sauerstoffmangel und Schwefelwasserstoff führen bei im wasserbeweglichen Tieren zu Fluchtreaktionen und bei festsitzenden Tieren und Pflanzen zum Absterben

Aufgabe 2:

a) Der überwiegende Teil der Nährstoffeinträge ins Wattenmeer erfolgt über die Flüsse. Über die Gezeitenströme werden Nährstoffe, Plankton und abgestorbenes organisches Material zwischen Wattenmeer und Nordsee hin und her transportiert. Das Sediment des Wattbodens hat eine enorme Filterleistung. „Innerhalb von zwei Wochen läuft das gesamte Wasser des Wattenmeeres einmal durch den Sand. Dort bleiben Partikel hängen. Das Wasser wird sauberer in die Nordsee transportiert. Zusätzlich leben im Wattboden filtrierende Tieren, die ebenfalls Partikel aus dem Wasser filtern. Darunter befinden sich sowohl heimische, als auch zugewanderte Arten die sich stark ausgebreitet haben. Aufgrund ihres zahlreichen Vorkommens haben sie eine große Filterleistung.

b) Internationale politische Entscheidungen erzielten Erfolge:

- phosphatfreie Waschmittel
- Klärung der Abwässer
- gezielteres und effektiveres Düngen

Der Phosphateintrag wurde bis 2005 um mehr als 50 % gesenkt. Für Stickstoff konnte dieses Ziel, trotz stetigem Rückgang der Einträge noch nicht erreicht werden.

c) Durch die erfolgreiche Reduktion des Phosphateintrags ist das Redfield-Verhältnis (N:P = 16:1) sehr groß geworden. Da das Phytoplankton Stickstoff und Phosphor im Verhältnis 16:1 nutzt, ist das Wachstum durch Phosphat limitiert. Die Fischer gehen davon aus, dass eine Phosphat-Düngung die Primärproduktion ansteigen lassen würde und damit auch die Fisch- und Garnelenpopulationen wieder anwachsen würden. Nordsee und Wattenmeer haben jedoch bereits mit den Folgen der hohen Biomasseproduktion durch Algen zu kämpfen (siehe Lösung Aufgabe 1).

Die Fischer entnehmen mit ihren industrialisierten Kuttern große Mengen Fisch und Garnelen und greifen damit selber massiv in das Ökosystem ein. Sie sorgen auf einer höheren trophischen Ebene für Störungen der Stoff- und Energieflüsse im Nahrungsnetz. Weniger Fische und Krabben können weniger Nährstoffe für eine Weile aus dem Wasser binden und in höhere trophische Ebenen transportieren. Um die natürliche Dynamik des Wattenmeeres langfristig zu erhalten wäre, vielmehr eine Regulation der Stickstoffeinträge, sowie eine deutliche Verringerung der Fischerei sinnvoll.

d) Gründe für wieder steigende Stickstoffwerte in den Flüssen und im Wattenmeer sind der verstärkte Maisanbau für Biogasanlagen. Mais wird häufig überdüngt. Die Stickstoffüberschüsse gelangen ins Grundwasser und über die Flüsse als Nitrat ins Wattenmeer. Zudem steigt auch die Fleischproduktion - vor allem für den Export. Damit nimmt auch die Gülleproduktion zu. Diese wird dann auf die Felder gebracht. Die Böden in Deutschland sind jedoch im Durchschnitt mit Stickstoffverbindungen gesättigt.

 Die Landwirtschaft ist für 2/3 aller Stickstoffeinträge in Flüsse, sowie die Hälfte der Emissionen in die Luft verantwortlich. Der Stickstoffüberschuss liegt bei 112 kg pro Hektar. Vor einigen Jahren waren es noch 96 kg pro Hektar.

Aufgabe 3:

 Die vom BSH gemessenen Werte sind eine Momentaufnahme aus dem Januar 2012 und können sich durch Wettereinflüsse, Veränderungen in der Landwirtschaft (vermehrter Maisanbau), lokale Gegebenheiten etc. von den Werten in den Vorjahren unterscheiden. Weitere Informationen und Daten unter: http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_031/seiten/nona5_01.jsp

Gesamt-Stickstoff (Total Nitrogen, TN): anorganischer und organischer, gelöster und partikulärer Stickstoff

Gesamt-Phosphat (Total Phosphat, TP): setzt sich zusammen aus gelöstem anorganischem und organischem Phosphat, sowie partikulärem Phosphat

a) Die höchsten Stickstoffwerte wurden im Elbmündungsbereich und vor der nordfriesischen Küste gemessen. Direkt in der Elbmündung lag der Gesamt-Stickstoffgehalt bei 213,5 µmol/L, im küstennahen Bereich bei mehr als 70 µmol/L. Die Konzentrationen nehmen dann stetig ab bis sie weit draußen in der Nordsee Werte zwischen 10 und 18 µmol/L erreichen.

Die Phosphatkonzentrationen erreichen ihre höchsten Werte ebenfalls im küstennahen Bereich. Hier liegen die Werte bei mehr als 6 µmol/L. Mit der Entfernung zur Küste nehmen die Phosphatwerte ab und schwanken hier zwischen 1,0 und 1,8 µmol/L.

Die Verteilungsstruktur des Salzgehaltes bildet den Süßwassereinfluss der Elbe deutlich ab. Mit diesem Süßwasser gelangen auch die Nährstoffe des Elbeeinzugsgebietes in das Wattenmeer und werden entsprechend der vorherrschenden Strömungsverhältnisse entlang der nordfriesischen Küste verteilt. Zur offenen Nordsee hin wird das nährstoffreiche Flusswasser durch Gezeitenströme, Was-

seraustauschprozesse, Strömungsverhältnisse und Windereignisse zunehmend mit dem salzigen Nordseewasser gemischt.

b) Der Bereich der deutschen Nordseeküste ist am stärksten mit, im Vergleich zu den Orientierungswerten für einen guten ökologischen Zustand, z.T. deutlich zu hohen Nährstoffkonzentrationen belastet. In der offenen Nordsee hingegen wurden Werte im Bereich der Orientierungswerte sowohl für Stickstoff, als auch für Phosphat gemessen.

Im küstennahen Bereich sind die Gesamtphosphatwerte ca. 6 x höher als der Orientierungswert. Die Stickstoffwerte in der Elbmündung sind allerdings mehr als 10 x höher als die angestrebten Konzentrationen sein sollten. Dies zeigt deutlich die Rolle der Flüsse, insbesondere der Elbe für die Belastung des Wattenmeeres mit Nährstoffen. Es besteht weiterer Handlungsbedarf, um den Eintrag von Stickstoff in das Wattenmeer zu reduzieren.