

Die Nordsee

Gefährdungen und Forschungsbedarf

(Impressum)

Herausgeber:

Zentrum für Meeres- und Klimaforschung
der Universität Hamburg
Bundesstr. 55, 20146 Hamburg

Konzeption und Text:
Prof. Dr. Jürgen Sündermann
Susan Beddig, Dr. Günther Radach, PD Dr. Heinke Schlünzen

Konzeption und Gestaltung:
Claudia Haagen

Redaktionelle Überarbeitung:
Vera Stadie

Druck:

13.11.15

Vorwort

Die Nordsee ist für Millionen von Europäern ein wichtiger Bestandteil ihrer Umwelt. Nordseeforschung zum Verständnis des Gesamtsystems, zur Erkennung und Abwehr von Gefährdungen, zur weisen Bewirtschaftung des Meeres genießt daher einen hohen Stellenwert in nationalen und internationalen Förderprogrammen.

Die vorliegende Schrift soll die aktuellen Probleme der Nordsee und die damit zusammenhängenden Herausforderungen an die Wissenschaft darlegen. Sie ist im Rahmen des vom Bundesminister für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojektes "Synthese und Neukonzeption von Nordseeforschung (SYKON) " entstanden. An dem Vorhaben waren neben dem Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg die Biologische Anstalt Helgoland in Hamburg, das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie in Hamburg, das Forschungsinstitut Senckenberg in Wilhelmshaven und das Institut für Meereskunde Kiel beteiligt. Als weiteres Produkt liegt ein umfassender Abschlussbericht mit einem synthetisierenden Teil und einer Zusammenstellung disziplinärer Beiträge vor.

Die in dieser Schrift vorgestellten Ergebnisse stützen sich entscheidend auf die Beiträge der engagierten Kolleginnen und Kollegen im SYKON-Projekt; ihnen sei an dieser Stelle besonders gedankt. Dank gilt ferner dem Projektträger Biologie, Energie, Ökologie (BEO) in Rostock-Warnemünde und dem BMBF für die konstruktive Kooperation.

Hamburg, Dezember 2000

Inhaltsverzeichnis

Einführung	7
Klimaänderung und ihre Folgen - Palmen oder Eisbären?	15
Ändert der Mensch das Klima?	16
Werden die Sturmfluten schlimmer?	18
Der Meeresspiegel steigt und steigt	20
Abschied vom vertrauten Nordsee-Biotop?	22
Schadstoffeinträge und ihre Folgen - Cocktail Nordsee?	25
Immer neue Umweltgifte gelangen in die Nordsee	26
Die Nordsee wird zu reichlich gedüngt	28
"Pallas", "Erika" und kein Ende der Ölverschmutzung	30
Nutzungskonflikte und der Umgang mit ihnen - Die Nordsee zwischen allen Stühlen? 33	
Nahrungsquelle und Erholungsraum	34
Transportweg und Energiequelle	36
Sicherer Lebensraum	38
Forschung für die Nordsee - Wer hegen will, muss wissen	41
Klimaänderungen	42
Änderungen der Küstengestalt	44
Schadstoffe.....	46
Nährstoffe.....	48
Fischerei	50
Biodiversität	52
Integriertes System-Management	54

Einführung

Die Nordsee ist ein vertrauter Teil unserer Heimat, ja unseres eigenen Denkens und Fühlens. Sie gehört zu unserem festgefügteten Umfeld wie Wald und Berge. Wir nutzen sie als Wirtschaft- und Lebensraum, wir erholen uns an ihren Stränden und genießen ihre Meeresfrüchte.

Diesem positiven Bild überlagern sich aber auch Sorgen und Ängste. Schon immer lebt der Mensch in Konkurrenz mit der launischen See, die ihm seine Siedlungsflächen streitig macht und seine Existenz bedroht. Diese natürlichen Gefährdungen, an die sich die Bevölkerung in einem Jahrtausende währenden Lernprozess angepasst hat, werden in jüngerer Zeit überlagert durch menschengemachte Störungen. Treibhauseffekt, Meeresverschmutzung, Überfischung stellen Eingriffe in das System Nordsee dar, die die Erhaltung unserer geliebten Umwelt dramatisch in Frage stellen. Den Erholungsuchenden, den Fischer, den Bürger überhaupt beschleicht ein dunkles Gefühl der Unsicherheit über die Zukunft der vertrauten Umgebung.

Wissenschaft und Politik sind als Teile und Funktionsträger der Gesellschaft aufgerufen, diese Besorgnisse aufzugreifen, ihren rationalen Kern zu ergründen und Gegenmaßnahmen einzuleiten. Dabei sind sie auf das Verständnis und die Unterstützung der Bevölkerung angewiesen. Die vorliegende Schrift soll helfen, diese Voraussetzungen durch Information und Motivation zu schaffen.

Das Heft ist so konzipiert, dass zunächst auf das natürliche Gebilde Nordsee, auf dessen Wert im biologischen und sozialen Weltgefüge und auf die Gefährdungen dieser Stellung eingegangen wird. Im Hauptteil werden diese Gefahren ausführlicher dargelegt und erläutert. Das abschließende Kapitel konzentriert sich auf Forschungsbedarf, der sich zur Abwehr der Bedrohungen, zur Erhaltung einer gesunden marinen Umwelt ergibt.

Angesichts der Komplexität des natürlichen Systems bleiben bei allem Bemühen um strenge Sachlichkeit noch Ermessensspielräume bei der Beurteilung der Situation. Gleichwohl muß im Sinne des Vorsorgeprinzips zur Erhaltung unserer Umwelt für die nächsten Generationen schon dann entschlossen gehandelt werden, wenn bestehende Besorgnisse nicht sicher ausgeräumt werden können.

Was bedeutet die Nordsee für uns ?

Die Nordsee ist ein untrennbarer, unverwechselbarer Teil unserer deutschen, unserer europäischen Heimat, ja ein Stückchen Welterbe. Sie besitzt einen gewissen Stellenwert in jedem von uns, bewusst oder unbewusst wahrgenommen, mehr mit dem Verstand oder mehr mit dem Gefühl, meist positiv oder auch neutral und indifferent. Sie hat das Leben der Anwohner seit Menschengedenken durchdrungen, hat ihm Grundlage und Rhythmus, Spielraum und Grenzen gegeben, und zwar für beides: Körper und Geist. Das Leben der Küstenvölker, Geschichte und Wirtschaft, haben sich am Meer orientiert und noch die weiter weg wohnenden Teile der Bevölkerung, die "Landratten", haben ihre festen materiellen oder emotionalen Bezüge zur "Waterkant". Alle europäischen Kulturen rund um die Nordsee werden durch das kreative Spannungsfeld zwischen Land und Meer bereichert.

Zunächst ist die Nordseeküste Lebens- und Wirtschaftsraum für Millionen von Menschen. Sie ist Produktions- und Handelsstandort, Erholungs- und Sportparadies, Tor zum Ozean und zur großen weiten Welt, und damit Quelle von Reichtum, von Innovation, aber auch von Gefahr. Und schon immer war ein Teil des marinen Ambientes durch die natürlichen Gegebenheiten, ein anderer Teil durch das spezifische Verhalten des Menschen in dieser Umgebung bestimmt. Der Mensch nutzte Strömungen und Gezeiten, Fischreichtum und Naturschönheit, er litt unter Sturmfluten, Landverlust oder Verlandung. Er griff ein in das System und übersah häufig jenseits des vordergründigen Nutzens die schädlichen Nebenwirkungen seines Tuns.

Dieses Spannungsfeld hat sich in der Kultur, in Literatur, Malerei und Musik niederschlagen und spiegelt darin einen Teil unserer Wahrnehmung der Nordsee wider. Hier fallen uns Theodor Storms Novellen und Gedichte, William Turners Seegemälde oder Felix Mendelssohn-Bartholdys Hebriden-Ouvertüre ein. Die Zahl der Seegeschichten, Schiffsbilder, "Wassermusiken" ist Legion und fester Bestandteil unseres geistigen Erbes. Seemannsleben und Hafenstimmung sind romantisch verklärt, vor allem im nostalgischen Liedgut - und das auch bei den Landratten.

Aus alledem folgt, dass die Nordsee für uns alle einen hohen, einen unaufgebaren physischen und seelischen Wert darstellt, dessen Erhaltung eine Aufgabe von großem ethischen, politischen und ökonomischen Rang darstellt.

Welche Gefahren drohen?

Unsere marine Umwelt ist als Teil des Planeten Erde ständigen Wandlungen unterworfen. Diese können ohne oder durch die Einwirkung des Menschen geschehen; im ersten Falle werden sie sinnigerweise als natürlich, im zweiten Falle als anthropogen bezeichnet. Sie bedeuten im allgemeinen eine Änderung unserer Lebensbedingungen, die mit Gefährdungen unserer Sicherheit, unserer Gesundheit, des Bestandes unserer geliebten Umgebung verbunden sein können. Neben solchen objektiven Bedrohungen wird häufig aber schon der Wandel an sich und der Zwang zur Anpassung als Eingriff in die Lebensqualität empfunden.

In den folgenden Kapiteln werden eine Reihe von Gefahren für die Nordsee aufgeführt, die sich vornehmlich aus der Klimaänderung, aus der Einleitung von Fremdstoffen und aus der vielfältigen Nutzung durch den Menschen ergeben. Die Welt wird wärmer, der Meeresspiegel steigt, und die Stürme scheinen häufiger zu werden. Der Lebensraum des Menschen ist gefährdet. Es spricht vieles dafür, daß diese Entwicklung zu einem großen Teil durch den Menschen selbst verursacht wird. Ein Teil ist aber immer auch natürlicher Wandel, der eine inherente Eigenschaft unseres Planeten und damit gleichsam auch ein Erbe der Natur ist. So haben geologische Prozesse wie Landhebungen oder Vulkanismus das Antlitz unserer Erde vielfach verändert und werden es weiterhin tun. Hier sollte der Mensch sich selbst als Teil der Natur empfinden und die Folgen der Umstellung mit seinen technischen Hilfsmitteln abzumildern versuchen.

Anders ist es mit der anthropogenen Klimaänderung etwa durch die Treibhausgase oder -- erst recht -- mit der Schadstoffeinleitung ins Meer oder die übermäßige Beanspruchung der natürlichen Ressourcen. Dies sind eindeutig Eingriffe des Menschen selbst in seine Umwelt, und es ist Sache der Politik, diese einzuschränken und zu kontrollieren. Dies heißt nicht, daß wir nun die Gaben und Wohltaten der Nordsee nicht nutzen sollten. Aber wir müssen es abgewogen und behutsam tun und im Interesse der eigenen und der zukünftigen Generationen darauf achten, daß sich die Natur immer wieder regenerieren kann. Die legitimen Ansprüche der Fischerei, des Verkehrs, des Tourismus, der Rohstoffnutzung müssen in Einklang gebracht werden mit den existenziellen Forderungen des Naturschutzes und der Nachhaltigkeit.

Hier ist die Wissenschaft gefordert, die Entscheidungen der Politik sachkundig und objektiv vorzubereiten und durch Aufklärung und Information den gesellschaftlichen Konsens zu erreichen.

Das natürliche System Nordsee

Die Nordsee ist ein Randmeer des Atlantischen Ozeans und liegt auf dem Nordwesteuropäischen Schelf. Sie erstreckt sich ca. 400 km in der West-Ost-Ausdehnung, ca. 800 km in der Süd-Nord-Richtung. Die südliche Nordsee weist Tiefen bis zu 50 m auf, die nördliche bis 200 m. Besondere topographische Erscheinungen sind die Wattengebiete der südöstlichen Nordsee, die ausgedehnte Doggerbank im zentralen Teil und die Norwegische Rinne entlang der skandinavischen Küsten mit Tiefen über 1000 m. Über die Beltsee ist die Nordsee mit der Ostsee verbunden; dort empfängt sie den Süßwasserabfluß des Baltikums, während das Ostseetiefenwasser episodenhaft durch salz- und sauerstoffreiches Wasser aus der Nordsee erneuert wird.

Die vorwiegend westlichen Winde verursachen eine großräumige Durchströmung der Nordsee entgegen dem Uhrzeigersinn mit Austauschzeiten der Wassermassen im Bereich von 1-3 Jahren. Dieser Zirkulation überlagern sich die vom Atlantik her einlaufenden periodischen Gezeiten, die vor allem zur Durchmischung der Wassersäule beitragen. Die sommerliche Erwärmung führt zur vertikalen Schichtung der Wassermassen; die Süßwasserzuflüsse aus der Ostsee und den großen Flüssen zu horizontalen Fronten mit starken Änderungen des Salzgehaltes. Das marine Ökosystem vom Plankton bis hin zu den Fischen und Säugetieren hat seinen Lebensrhythmus vollständig auf diese physikalische Umwelt eingestellt.

Die Nordsee ist eines der biologisch produktivsten Schelfmeere der Welt. Sie zeichnet sich durch Artenvielfalt und Fischreichtum aus. Das Wattenmeer hat überregionale Bedeutung als "Kinderstube" der Fische und Zwischenstation der Zugvögel.

Der natürliche Zustand der Nordsee ist starker Variabilität unterworfen, deren Zeitskala vom Tagesgang und Gezeitenrhythmus über Sturmereignisse von einigen Tagen und dem saisonalen Wechsel bis hin zu Schwankungen von Jahren und Jahrzehnten reicht. Geologische Änderungen wie etwa die Reaktion auf Eiszeiten, vollziehen sich sogar im Zeitraum von ca. 10 000 Jahren. Der wichtigste langfristige Taktgeber ist die sog. Nordatlantische Oszillation (NAO), eine Luftdruckschaukel zwischen Islandtief und Azorenhoch mit Perioden im Bereich einiger Jahre. Die NAO kann zu einer Folge von warmen oder kalten Sommern führen, sie macht sich aber auch in vermehrten oder verminderten Fischfängen bemerkbar. Das alles dominierende Signal ist der Jahresgang, der sich nicht nur in den Temperaturen oder in der Sturmtätigkeit, sondern auch im Schwebstofftransport oder in der biologischen Produktion findet. Kurzfristige Extremereignisse wie Sturmfluten oder Salzwassereinbrüche in die Ostsee können das physikalische Umfeld für Jahre verändern und prägen.

Die Gesamtheit der meteorologischen, hydrographischen, geologischen, chemischen und biologischen Faktoren mit ihren ständigen Wechselwirkungen formen das Schelfmeersystem Nordsee. Natürliche oder anthropogene Änderungen in einer dieser Komponenten wie z.B. Klimawandel beeinflussen das gesamte System.

Palmen oder Eisbären?

*Was die Menschen gemeiniglich ihr Schicksal nennen, sind meistens nur ihre eigenen dummen Streiche.
Arthur Schopenhauer*

Im Gebiet der Nordsee wird das Klima durch den Atlantik und die im Mittel vorherrschenden westlichen Winde geprägt. Tief- und Hochdruckgebiete bewirken intensive Schwankungen der Klimaelemente. Treten Klimaänderungen ein, so können sich sowohl mittlere Werte als auch die Schwankungen ändern. Der gegenwärtige Klimazustand könnte in eine Kaltzeit oder eine Phase höherer Temperaturen übergehen.

Klimaänderungen beeinflussen nicht nur die atmosphärischen Bedingungen. Da die Atmosphäre in einem dynamischen Gleichgewicht mit dem Ozean steht, wirken Klimaänderungen auf das gesamte System Nordsee. Beispielsweise kann sich die Häufigkeit und Intensität von Stürmen ändern, so dass an der Nordseeküste höhere Deiche notwendig werden. Steigende Wassertemperaturen würden den Meeresspiegel erhöhen und auch die Artenzusammensetzung in verschiedenen Bereichen des Ökosystems Nordsee beeinflussen.

Ändert der Mensch das Klima?

Global ist eine anthropogene Klimaänderung sehr wahrscheinlich. Regional ist der Nachweis noch nicht möglich. Temperaturänderungen können u.a. das vorhandene Artengleichgewicht stören, den Meeresspiegel anheben und die Niederschläge beeinflussen.

Der Einfluss des Menschen auf das Klima ist vielfältig. Seit dem Beginn der Industrialisierung nahmen beispielsweise die Emissionen von Kohlendioxid (CO₂) stark zu, sie haben sich allein in den letzten 75 Jahren sechsfacht. Die damit verbundene Veränderung der Zusammensetzung der Atmosphäre erfolgt erdgeschichtlich einmalig schnell. Kohlendioxid wirkt in der Atmosphäre ähnlich wie ein Wintergarten am Haus, eine Erhöhung der CO₂-Konzentrationen bewirkt eine Erwärmung. Da Kohlendioxid natürliche Abbauprozesse besitzt, ist seine Wirkung für die Atmosphäre nicht so langanhaltend wie die anderer Treibhausgase (z.B. Halogen-Kohlenwasserstoffverbindungen). Aus direkten Beobachtungen läßt sich mit 90%iger Sicherheit nachweisen, daß global die Temperatur der letzten 50 Jahre höher ist als zuvor. Diese Änderung ist dabei höchstwahrscheinlich anthropogen bedingt, wie Modellergebnisse und ihre Vergleiche mit Messungen zeigen.

Das Klima im Nordseegebiet hängt eng mit dem des Nordatlantiks zusammen, das sich über den Index der Nordatlantischen-Oszillation (NAO) charakterisieren läßt. Änderungen der NAO spiegeln globale Veränderungen wider. Hat der Index der Nordatlantischen Oszillation anomal hohe Werte, so treten anomal starke westliche Luftströmungen auf, die mit milden Wintern im Gebiet der Nordsee und in Westeuropa verbunden sind. Bei anomal niedrigem NAO-Index ist der Winter besonders kalt, und es kann sich in der südlichen Nordsee viel Eis bilden. Änderungen der Nordatlantischen Oszillation finden sich in der Niederschlagsverteilung und Wasseroberflächentemperatur ebenso wieder wie in der Zusammensetzung des Phyto- und Zooplanktons und des Benthos.

Auch als Mittel über mehrere Jahre weist der NAO-Index starke Schwankungen auf. Diese erschweren den Nachweis signifikanter Klimaänderungen und des anthropogenen Anteils außerordentlich. Analysen globaler Modellergebnisse deuten auf eine Verstärkung der Nordatlantischen Oszillation hin. Direkte Beobachtungen deuten ebenfalls auf klimatische Veränderungen im Nordseegebiet während des letzten Jahrzehntes hin. Die Folgen regionaler Klimaänderungen für das System Nordsee können allerdings noch nicht eingeschätzt werden, Untersuchungen hierzu fehlen weitgehend. Sie sollten darauf abzielen, die Folgen menschlicher Eingriffe vorab zu ermitteln und negative Einflüsse zu reduzieren, um eine Nutzung der Nordsee langfristig zu ermöglichen.

NAO-Index: Index der Nordatlantischen Oszillation (NAO) als Differenz des normierten Luftdrucks von Gibraltar und Island (Winterwerte auf Meeressniveau bezogen). Dunkel unterlegt sind die Werte einzelner Jahre, hell unterlegt die geglätteten Werte (gewichtetes Filter über sieben Jahre).

Klimaänderung und ihre Folgen

Eiswinter:

Bei niedrigen Werten des NAO-Index treten auch im Gebiet der Nordsee strenge Winter auf, die zu intensiver Eisbildung führen können, wie hier im Februar 1996 im nordfriesischen Wattgebiet während einer KUSTOS-Meßfahrt mit dem Forschungsschiff Valdivia .

NAO-Index und Schwingungsmuster der Wasseroberflächentemperatur: Positive Werte entsprechen erhöhten Temperaturen für den jeweiligen Winter (Januar bis März).

Mit einem atmosphärischen Modell berechnete mittlerer Windschub (links) und seine Veränderlichkeit (rechts) für das Gebiet der Deutschen Bucht für die Zeitperiode vom 21. April bis 10. Mai 1995. Änderungen der Wetterlage bedingen Variationen im Windschub, die in gleicher Größe wie die mittleren Werte liegen. Im Mittel treibt die Atmosphäre in der Deutschen Bucht die Strömungen an, kurzzeitig und bei geringer Windgeschwindigkeit kann dieses auch umgekehrt sein.

Fragen an die Forschung:

- Welche lokalen Änderungen rufen globale Klimaänderungen im System Nordsee hervor?
- Welchen Einfluß haben menschliche Eingriffe in lokaler und regionaler Skala auf das System Nordsee und wie lassen sich negative Einflüsse reduzieren?
- Können lokale Maßnahmen (z.B. industrielle Nutzung des Vorlandes) Strömungsfelder verändern, das Klima lokal, regional oder sogar global beeinflussen?

Klimaänderung und ihre Folgen

Werden die Sturmfluten schlimmer?

Sturmfluten stellen die größte natürliche Bedrohung für die menschliche Existenz im Wirtschafts- und Lebensraum Küste der Nordsee dar. Die gegenwärtige Klimaentwicklung mit steigendem Meeresspiegel und häufigeren Stürmen erhöht diese Gefahr.

Sturmfluten sind kurzzeitige, extreme Wasserstandserhöhungen an der Küste, die durch Starkwindereignisse hervorgerufen werden. Sie treten besonders bei winterlichen Stürmen in den Westwindzonen der gemäßigten Breiten und bei Wirbelstürmen (Hurrikane, Taifune) der Subtropen auf.

Während einer Sturmflut steigt der Meeresspiegel kurzfristig um einige Meter. Im Extremfall werden Deiche überströmt und zerstört. Menschenleben und materielle Werte können vernichtet werden, Landflächen unwiederbringlich verloren gehen. Bei der Marcellusflut 1362 ("Große Mandränke") sollen 100.000 Menschen im Bereich der deutschen Nordseeküste ertrunken sein, sie führte zum Untergang der legendären Stadt Rungholt. Die Große Sturmflut von 1634 zerstörte die Insel Nordstrand, und im Februar 1962 kamen 314 Hamburger in den Fluten um.

Sturmfluten gehören zu den natürlichen Katastrophen, auf die sich der Mensch im Laufe der Zivilisation einstellen mußte. Er hat dies anfangs als Nomade durch Ausweichen auf höhergelegenes Land getan. Später ist er an der Küste sesshaft geworden und hat seine Häuser auf Warften und hinter Deichen errichtet. In der besonders gefährdeten Küstenregion der südlichen Nordsee leben heute rund 50 Millionen Menschen. Für sie stellen Sturmfluten ein permanentes Sicherheitsproblem dar. Für ein tiefgelegenes Land wie Holland handelt es sich um eine Existenzfrage.

Die Klimaänderung verändert die Sturmflutstatistik. Zwar sind die Stürme nicht heftiger geworden, aber sie treten häufiger auf. Modellrechnungen zeigen, dass sich diese Entwicklung durch den anthropogenen Treibhauseffekt fortsetzen wird. Damit wächst die Wahrscheinlichkeit einer Extremflut. Starker Seegang stellt bei Sturmfluten eine zusätzliche Gefährdung für Ufer und Deiche dar. Es gibt Hinweise darauf, daß die mittlere Wellenhöhe in der Nordsee zugenommen hat.

Klimaänderung und ihre Folgen

Sturmfluthäufigkeiten in Cuxhaven seit 1850

Modellszenarien zeigen die Auswirkung des Treibhauseffektes auf die Tidehochwasser entlang der Nordseeküste. Die Abbildung zeigt für die Annahme "Verdoppelung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre" eindeutig die Erhöhung (Sterne) gegenüber der natürlichen Variabilität (schraffiert) der Jahre 1900-1996.

Fragen an die Forschung:

- Kann man aus den historischen Beobachtungen einen eindeutigen Trend zu mehr Sturmfluten herleiten?
- Wie hoch können die Sturmfluten werden?
- Kann man natürliche Variabilität vom menschlichen Einfluss trennen?

Der Meeresspiegel steigt und steigt

In der Küstenregion der Nordsee leben rund 100 Millionen Menschen in einem Wirtschaftsraum mit hochentwickelter Infrastruktur. Dieses Siedlungsgebiet ist infolge seiner tiefen Lage sehr verletzlich und muß durch Deiche und andere Bauwerke geschützt werden. Steigender Meeresspiegel und erhöhter Wellenaufwurf gefährden die heutige Küstenlinie.

Seit der letzten großen Eiszeit vor ca. 20.000 Jahren ist der Meeresspiegel weltweit um rund 100 m angestiegen. Bei diesem Prozeß ist die Nordsee, die eine mittlere Tiefe von 80 m hat, überhaupt erst entstanden. Gegen Entwicklungen dieser Größenordnung kann sich auch heute der Mensch nicht schützen. Unsere Vorfahren waren gezwungen, sich allmählich nach Süden, Westen und Osten auf höhergelegenes Gebiet zurückzuziehen. Vor etwa 2000 Jahren war diese geologische Entwicklung weitgehend abgeschlossen, so daß sich der Mensch nur noch gegen die Sturmfluten verteidigen mußte. Er wurde an der Küste sesshaft und begann mit dem aktiven Küstenschutz durch das Anlegen von Erdhügeln und durch Deichbau. In einem ständigen Kampf mit der Natur, in dem es auf beiden Seiten Gewinne und Verluste gegeben hat, ist die heutige Küstenlinie entstanden. Ihre Verteidigung ist eine Aufgabe von nationalem und europäischem Rang. Jährlich werden allein in Deutschland 200 Millionen DM für den Küstenschutz ausgegeben.

Die gegenwärtige Entwicklung mit Meeresspiegelerhöhung und stärkerer Seegang zwingt dazu, die Küstenschutzmaßnahmen zu verstärken, aber auch über mehr defensive Alternativen nachzudenken. Der Meeresspiegel im Bereich der südlichen Nordsee steigt gegenwärtig um ca. 25-30 cm pro Jahrhundert. Die Wellenhöhen haben in ... Jahren um ... cm zugenommen.

Angesichts der gegenwärtigen Klimaänderung reichen die heutigen Deiche für die fernere Zukunft nicht aus. Der Mensch hat durch Baumaßnahmen zur Fixierung von Küsten, zur Verkürzung der Deichlinie, zur Vertiefung von Fahrrinnen in das natürliche System eingegriffen und ist dadurch einem verstärkten Angriff der Natur ausgesetzt. Der Ausbau großer Flüsse für die Zwecke der Schifffahrt hat natürliche Speichergebiete beseitigt und damit die Gefahr landseitiger Überflutungen gesteigert.

Klimaänderung und ihre Folgen

Fragen an die Forschung:

- Kann man die morphologische Entwicklung einer Küste über Jahrzehnte und Jahrhunderte voraussagen?
- Kann man die Wirksamkeit und die Folgen von Küstenschutzmaßnahmen über Jahrzehnte voraussagen?
- Gibt es sinnvolle defensive Küstenschutzkonzepte, die auch ein Rückweichen des Menschen einschließen?

Abschied vom vertrauten Nordsee-Biotop ?

Da die Lebensbedingungen entscheidend durch das physikalische Umfeld bestimmt werden, beeinflussen Klimaänderungen das marine Ökosystem. Eine Änderung im Artenspektrum, in der Häufigkeitsverteilung und in der saisonalen Verteilung kann die Folge sein.

Alle Lebensprozesse werden von der physikalischen Umgebung geprägt. So wird die Entwicklung von Organismen und damit auch das Zusammenspiel der Arten im Ökosystem in hohem Maße von der Temperatur bestimmt. Auch die Leistungen der Organismen, wie z.B. die Produktivität der Nahrungsgrundlage Algen, werden von klimatischen Verhältnissen gesteuert. Änderungen in den Licht- und Turbulenzbedingungen, gehäuftes Auftreten von Sturmfluten oder eine Erhöhung der schädlichen UV-Strahlung sind Beispiele für weitere mögliche Folgen von Klimaänderungen, die Einfluss auf die Artenvielfalt haben können.

Steigende Temperaturen im Meere verschieben das Artenspektrum zu wärmeliebenden, südlichen Organismen. Die gewohnte Lebensgemeinschaft der Nordsee geht verloren. Änderungen im Zirkulationssystem der Nordsee verändern die Aufenthalts- und Austauschzeiten der Wassermassen. Die Nordsee könnte zukünftig weniger stark durchströmt werden, Stagnationszustände könnten zunehmen. Die Folgen wären eine geringere Produktivität und häufigere Sauerstoffdefizite. Die ständige Erneuerung der Populationen mariner Organismen ist sehr empfindlich an bestehende Strömungsmuster angepaßt. Auch hier würde eine Änderung Konsequenzen für die Artenzusammensetzung, z.B. der Fischbestände haben.

Die gegenwärtig ablaufende Klimaänderung ist sehr wahrscheinlich zu einem beträchtlichen Teil anthropogen. Entsprechend wurde auf der Welt-Umweltkonferenz in Rio de Janeiro als Maßstab für den nachhaltigen Umgang mit der Natur formuliert: "anthropogene Eingriffe in unsere Umwelt sind nur insoweit tolerierbar, als sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Änderungen anpassen können."

Es besteht generell Konsens darüber, dass das Vorsorgeprinzip gilt, solange nicht eindeutig geklärt ist, inwieweit der gegenwärtige Klimawandel natürlichen oder anthropogenen Ursprungs ist: klimarelevante Belastungen der Umwelt sind zurückzufahren. Gesunde, stabile Ökosysteme stellen einen Wert an sich dar. Die heute lebenden Menschen sind verpflichtet, diesen für kommende Generationen und für die Evolution überhaupt zu erhalten.

Vorverlegung der Sommerphase des Planktons:

Die Lebensgemeinschaften eines Ökosystems ändern sich ständig. Im Plankton wechselt die Zusammensetzung im Jahresgang. Nicht nur die einzelne Art, sondern die ganze Gemeinschaft reagiert so auf Änderungen der Lebensbedingungen z.B. die klimabedingte winterliche Erwärmung. Die einzelnen Lebensgemeinschaften sind farbig unterschieden.

Klimaänderung und ihre Folgen

Die Strömung in der Nordsee hängt von der Windrichtung ab. Es gibt vier Grundzustände, je nach dem, aus welchem Sektor der Wind kommt. Die Situation links unten mit Winden aus Südwest / starker Durchströmung der Nordsee herrscht gegenwärtig vor.

Laich- und Aufwuchsgebiete für Heringe und Driftwege der Larven Die Hauptmasse der Larven erreicht die Aufwuchsgebiete nur bei starker Durchströmung der Nordsee. Stagnierende Zirkulation führt zu schwachen Jahrgängen.

Änderungen durch neu eingewanderte Arten:

Elf "neue" Arten wurden im Zooplankton Helgolands in den vergangenen Jahren registriert. Sie verändern das Reaktionspotential des Ökosystems. Der tropische Ruderfußkrebs *Penilia avirostris* erschien Anfang der 90er Jahre in geringen Zahlen vor Helgoland. Im Herbst 1999 war er der häufigste Planktonkrebs in der Deutschen Bucht.

Fragen an die Forschung:

- Wie kann man langfristig und flächendeckend die Änderungen im Ökosystem überwachen?
- Welche kausalen Zusammenhänge gibt es zwischen dem physikalischen und dem biologischen Subsystem?
- Kann man diese Beziehungen modellmäßig beschreiben und das Reaktionspotential der Nordsee berechnen?

Schadstoffeinträge und ihre Folgen

Cocktail Nordsee ?

Die ich rief, die Geister

Werd ich nun nicht los.

Der Zauberlehrling, J.W. von Goethe

Schadstoffe und überhöhte Nährstoff-Konzentrationen wirken in vielfältiger Weise auf Stoffwechsel, Immunsystem und Fortpflanzung mariner Lebewesen ein und verändern dadurch auch die Zusammensetzung von Artengemeinschaften. Die Funktionen des marinen Ökosystems, wie z.B. das Selbstreinigungspotential, sowie seine Stabilität können dadurch stark beeinträchtigt werden. Die Pflanzennährstoffe Nitrat, Ammonium und Phosphat gelangen aus Landwirtschaft und Klärwerken sowie aus dem Verkehr in die natürliche Umwelt und führen dort zur Überdüngung. Während Schwermetalle überwiegend von Industriebetrieben und Müllverbrennungsanlagen in die Flüsse und in die Atmosphäre abgegeben werden, stammen organische Schadstoffe aus vielen Quellen. Industrielle Neben- und Abfallprodukte, Pestizide aus Land- und Forstwirtschaft und Biozide, Weichmacher, Flammschutzmittel, waschaktive Substanzen, synthetische Duftstoffe und Arzneimittelrückstände aus kommunalen Abwässern gelangen über die Flüsse in die Nordsee. Einige Stoffe wie Polychlorierte Biphenyle (PCB) werden durch atmosphärischen Ferntransport eingetragen. Die Schadstoffe breiten sich durch die gesamte Nordsee aus, und viele von ihnen reichern sich im Nahrungsnetz stark an. Obwohl die Einträge einiger dieser Stoffe stark vermindert wurden, bleiben die beobachteten Konzentrationen und die wachsende Anzahl neuer synthetischer Stoffe eine Bedrohung. Hinzu kommt, dass viele Stoffe noch nicht nachgewiesen werden können und deher auch ihre Wirkungen in der Umwelt unbekannt sind.

Es ist eine offene Frage, wie viel Schadstoff die Nordsee verkraften kann; klar ist aber, dass die Belastung bereits jetzt in einigen Bereichen zu bleibenden Veränderungen geführt hat.

Immer neue Gifte gelangen in die Nordsee

Seitdem die Schwermetalle und einige organische Schadstoffe in ihren Gefahren erkannt waren, wurde deren Eintrag in das System Nordsee langsam verringert. Inzwischen wird aber eine Vielzahl neuer, in ihren Wirkungen weitgehend unbekannter Stoffe produziert und eingesetzt; auch diese Stoffe gelangen in die Nordsee.

Seitdem für Schwermetalle und einige seit langem und in hohen Mengen eingesetzte chlororganische Stoffe, wie PCB und Pestizide der ersten Generation (u.a. DDT, Toxaphen, Dieldrin, HCB), massive Schädigungen der Umwelt unübersehbar wurden, begann man Mitte der siebziger Jahre, ihre Anwendung einzuschränken oder zu verbieten. Auch für die Nordsee ist seit der ersten Nordseeschutzkonferenz (1984) viel getan worden. Die Einträge der altbekannten Schadstoffe über die Flüsse konnten verringert werden. Auch wenn deren Konzentrationen im Wasser und in den Lebewesen in der Nordsee abgenommen haben, so befinden sich diese schwer abbaubaren Stoffe aber immer noch im Sediment der Nordsee und können wieder freigesetzt werden. Die anwendungsbeschränkten Chlorkohlenwasserstoffe (CKW) sind durch eine Vielzahl neuer synthetischer Stoffe ersetzt worden, die ebenso in die Nordsee gelangen. So folgte auf die erste Pestizidgeneration eine zweite, PCBs wurden teilweise durch Chlorparaffine und polychlorierte Naphthaline ersetzt. Während schon die „alten“ Schadstoffe in ihrer Wirkung auf das marine Ökosystem nicht vollständig verstanden waren, sind die neueren nicht oder nur unzureichend erforscht. Gerade aber bei Pestiziden, die zur Bekämpfung von Tieren und Pflanzen entwickelt werden, ist von einer schädlichen Wirkung auch auf Wasserlebewesen auszugehen. Während in der Vergangenheit als Kriterien hauptsächlich Toxizität und Kanzerogenität dienten, erkannte man erst in den letzten Jahren, daß eine Vielzahl organischer Schadstoffe massiv in das Hormonsystem vieler Tiere eingreift. Die Folgen sind u.a. Verhaltensänderungen, verändertes Wachstum und Schäden am Immun- und Fortpflanzungssystem. Die radikale, aus wissenschaftlicher Sicht notwendige Forderung im Sinne des Vorsorgeprinzips, keine schädlichen oder in ihrer Wirkung unbekanntem Stoffe in die Umwelt zu entlassen, hat bislang keine politische Mehrheit gefunden. Der Austausch nachgewiesener schädlicher Stoffe gegen eine Vielzahl möglicherweise ebenfalls schädlicher Ersatzstoffe kann keine Lösung sein. Der Eintrag ökosystemfremder Stoffe muss insgesamt auf ein Minimum reduziert werden.

Schadstoffeinträge und ihre Folgen

Fragen an die Forschung:

- Welche Stoffe sind in der Nordsee vorhanden, in welchen Mengen werden sie eingetragen und wo bleiben sie? Welche Wirkungen haben sie?
- Wie lassen sich die gemeinsamen Auswirkungen der vielen alten und neuen (Schad-) Stoffe auf Struktur, Funktion und Stabilität der marinen Lebensgemeinschaften abschätzen?

Die Nordsee wird zu reichlich gedüngt

Die Überdüngung (Eutrophierung) der Küstengewässer ist seit den 1980er Jahren nur teilweise zurückgegangen. Der Phosphateintrag aus den Flüssen konnte stark reduziert werden, während der Stickstoffeintrag, auch über die Atmosphäre, auf hohem Niveau verharrt. Die Algengemeinschaften haben sich stark verändert.

Seit dem 2. Weltkrieg waren die Nährstoffeinträge über die Flüsse erheblich angestiegen, und als Folge davon hatten sich die Lebensgemeinschaften in den Küstengewässern der Nordsee stark verändert: Einige Arten reagierten empfindlicher als andere auf die Veränderungen in den Nährstoffverhältnissen. Dadurch gewannen bestimmte "opportunistische" Arten Überlebensvorteile, und andere starben aus oder wanderten ab. So nahmen z.B. die Kieselalgen ab, und die Geißelalgen erreichten Mitte der 1980er bisher nie dagewesene Biomassen. Nach wie vor besteht diese Artenverschiebung im Phytoplankton in den kontinentalen Küstenbereichen der Nordsee als Folge der übermäßigen Nährstoffeinträge fort. Das Auftreten von unerwünschten Algenarten ("harmful algae") als Folge der veränderten Nährstoffverhältnisse und die generelle Artenverschiebung im Phytoplankton bewirkten Veränderungen des gesamten Nahrungsnetzes, das sich ja auf das Phytoplankton gründet. Viele dieser unerwünschten Algen sind giftig und schädigen das gesamte Ökosystem; sie verursachen Fischsterben und vergiften Muschelkulturen. Das Massenaufreten von planktischen Algen hat zu nachfolgender hoher Sedimentation und damit – je nach Wetterlage – zu Sauerstoffmangel geführt, mit der Folge von Massensterben von am Meeresboden lebenden Tieren (z.B. Muscheln und Krebse). Dies kann sich jederzeit bei entsprechenden Wetterbedingungen wiederholen.

Die politischen Entscheidungen zur Verminderung der Einträge von Nährstoffen in die Nordsee griffen nur zum Teil: die Phosphateinträge (aus Waschmitteln) nahmen infolge der Klärung der häuslichen Abwässer und dem Ersatz von Phosphaten im Waschmitteln stark ab; die Stickstoffeinträge sind aber noch nicht eindeutig geringer geworden.

Es ist dringend erforderlich, die Nährstoffeinträge zu reduzieren. Für die Festlegung der zulässigen Höchstmengen fehlt es aber an einem Konzept. Die Erarbeitung eines Kriterienkatalogs, mit dem der Zustand der Nordsee überprüft und bewertet werden kann, ist überfällig.

Schadstoffeinträge und ihre Folgen

Legende:

In den letzten 50 Jahren gab es deutliche Veränderungen in der Artenzusammensetzung und der Biomasse der Fauna auf der Doggerbank, und zwar von großen langlebigen Arten (z.B. größeren Muscheln) hin zu kleinen schnellwüchsigen, sogenannten "opportunistischen" Wurm- und Muschelarten. Die Veränderungen zwischen 1950 und 1980 wurde auf die zunehmende Eutrophierung zurückgeführt, die in den 1990ern auf Wassermassenverschiebungen durch die Nordatlantische Oszillation.

Folgerungen für die Forschung:

- Sind die kausalen Zusammenhänge zwischen Eutrophierung und Planktonblüten so gut verstanden, daß sie sich in Simulationsmodellen nachvollziehen lassen ?
- Nach welchen Kriterien kann der Erfolg einer Reduktion der Nährstofffrachten beurteilt werden ?

"Pallas", "Erika" und kein Ende der Ölverschmutzung

Der Öleintrag in die Nordsee stellt eine beträchtliche Belastung des Ökosystems dar, der nur durch gemeinsame politische, technische und wissenschaftliche Maßnahmen begegnet werden kann.

Von den etwa 3 Milliarden Tonnen Rohöl, die jährlich gefördert werden, gelangen etwa 30 % durch den Transport über das Meer zu den Verbrauchern. Tankerunfälle sind für etwa 13 % von dem etwa 3 Millionen t großen Eintrag von Öl in die Meere verantwortlich; der größere Anteil gelangt über kommunale Abwässer, den normalen Schiffsverkehr, Unfälle auf Ölplattformen und auch durch natürliche Ölquellen ins Meer.

Die Tankerunfälle führen bei auslaufendem Öl zu besonders spektakulären Schäden im Ökosystem. Besonders der Tod vieler Seevögel und die Verölung von Sandstränden und anderen Küsten stellen schwere Schädigungen dar, wie wieder einmal durch den Unfall des Holzfrachters „Pallas“ im November 1998 vor Augen geführt wurde. Die Verölung des Meeresbodens und das Absterben der am und im Boden lebenden Tiere sind nicht weniger ernst zu nehmende Schäden, wenn sie auch weitgehend unsichtbar bleiben. Durch die Verschmutzung der Küsten führen die Ölunfälle zur Beeinträchtigung des Tourismus. Die Wracks behindern den Schiffsverkehr.

Die Nordsee zeigt keinen der eingetragenen Ölmenge entsprechenden permanenten Ölfilm. Die Gründe hierfür liegen im regional sehr unterschiedlichen Eintrag sowie in natürlichen Alterungs- und Abbauvorgängen des Öls. Bei einem Tankerunfall verdunsten beispielsweise bis zu etwa 50 % des an der Meeresoberfläche schwimmenden Öls innerhalb von weniger als 30 Tagen. Weitgehend unbekannt ist bislang, was mit den freigesetzten flüchtigen Kohlenwasserstoffen geschieht. Im Meer wird Rohöl als komplexes Kohlenwasserstoffgemisch von verschiedenen Populationen von Mikroorganismen abgebaut. Haben sich durch die Wasserbewegungen erst stabile Wasser-in-Öl Emulsionen gebildet, ist das Öl wegen seiner geringen Oberfläche nur schwer mikrobiell abbaubar.

Alle Anstrengungen zur Entwicklung von Ölbekämpfungsmethoden dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß bis jetzt keine wirklich befriedigende Methode existiert. Es muß deshalb das Ziel sein, Ölverschmutzungen durch politische Maßnahmen zu verhüten.

Schadstoffeinträge und ihre Folgen

Fragen an die Forschung:

- Wie lassen sich die Schäden bei Ölundfällen aus ökosystemarer Sicht vollständig dokumentieren, um eine Untersuchung der langfristigen, irreversiblen Schäden zu ermöglichen ?
- Gibt es wissenschaftlich begründete Konzepte, um die ökologischen Schäden zu minimieren oder zu beheben ?

Die Nordsee zwischen allen Stühlen?

Küstengebiete haben seit Jahrtausenden eine besondere Rolle für die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft gespielt, und dies trifft besonders für das hochproduktive Schelfmeer Nordsee zu. Sie dient als Nahrungsquelle, als Siedlungs- und Erholungsraum, als Verkehrs- und Handelsweg und als Rohstoffquelle und bildet so eine wesentliche Wirtschaftsgrundlage für die Anrainerstaaten. Soll die Region diese vielfältige Rolle auch für künftige Generationen spielen, müssen Lebensräume und Ressourcen geschützt bzw. kontrolliert genutzt und die verschiedenen Interessen miteinander harmonisiert werden.

Die hohe Bevölkerungsdichte und die Intensivierung der Nutzung führen zunehmend zu Konflikten zwischen konkurrierenden Zielen für die Nordsee. Die Bewahrung der natürlichen Vielfalt des Ökosystems kann nur durch eine schonende, "nachhaltige" Nutzung erreicht werden. Die Entwicklung solcher konservativer Nutzungskonzepte muß auf umfassenden Kenntnissen des Systems Nordsee basieren. Daher sind und bleiben die Erforschung der Nordsee, der schnelle Informationsfluß zwischen Forschung und Administration sowie die effektive Umsetzung der notwendigen Maßnahmen für die Erhaltung der Gesundheit und für die künftige Nutzung der Nordsee unerlässlich.

Nahrungsquelle und Erholungsraum

Nur eine gesunde Nordsee kann den Menschen weiterhin als Nahrungsquelle und als Erholungsraum dienen. Ökologisch optimierte Fischereipraktiken und die Auswahl geeigneter Schutzgebiete können dazu beitragen, das natürliche System auch für künftige Generationen zu bewahren.

Die Produktivität und die Vielfalt des natürlichen Systems Nordsee bilden die Basis für die intensive Nutzung durch den Menschen. Wenn diese Region weiterhin den Bedürfnissen der Fischerei, des Tourismus und des Naturschutzes dienen soll, müssen im Interessenausgleich zukunftsweisende Strategien entwickelt werden. Die Erhaltung der natürlichen Regenerationsfähigkeit des Ökosystems, ohne die die Nordsee die Entnahme von Ressourcen (Fischerei) und die ständige Einleitung von Fremdstoffen nicht verkraften könnte, muß hier oberstes Gebot sein.

Jedes Jahr werden nahezu 3 Mio. Tonnen Fisch aus der Nordsee angelandet. Die Nordseefischerei gehört damit zu den bedeutendsten der Welt. Große Fangflotten und eine zunehmende Effizienz der Fangtechniken haben dazu geführt, daß wichtige Fischbestände gefährdet sind. Neben dem Rückgang von ganzen Beständen sind weitere gravierende Änderungen zu befürchten: die genetische Vielfalt und damit das Reaktionspotential auf veränderliche Umweltbedingungen stark befischter Arten nimmt ab und der Anteil kleinerer Individuen dieser Arten nimmt zu. Durch den Beifang von kommerziell nicht genutzten Arten und Jugendstadien der genutzten Arten werden deren Bestände geschwächt. Indirekt beeinflusst die Fischerei auch die Seevögelpopulationen, weil einige Arten davon Vorteile gewinnen und dadurch dominant werden können. Die Baumkurrenfischerei bewirkt eine starke Störung des Meeresbodens und damit Änderungen im Artenspektrum der Bodenorganismen.

Schutzgebiete, in denen die natürlichen Abläufe weitgehend ungestört vom Menschen stattfinden, könnten wesentlich zur Erhaltung des biologischen Reichtums beitragen. Vor allem die Küstengebiete, bekanntermaßen die Kinderstube für viele Fisch und Vogelarten, genießen einen besonderen Stellenwert für den Naturschutz. Konflikte mit anderen Nutzungsansprüchen, vor allem mit der traditionellen Küstenfischerei und dem sich stark entwickelnden Tourismus, einem wichtigen sozialen und wirtschaftlichen Faktor in dieser Region, sind aber vorprogrammiert. Für politische Raumordnungsentscheidungen, die diesen Konflikten durch eine Harmonisierung der verschiedenen Interessen gerecht werden sollen, werden dringend ökologische Basisinformationen und zuverlässige Simulationen von Handlungsszenarien benötigt.

Nutzungskonflikte und der Umgang mit ihnen

Fragen an die Forschung:

- Inwieweit sind die jährlichen Schwankungen in den Bestandsgrößen natürlich oder vom Menschen verstärkt und wie können sie vorausgesagt werden?
- Wie kann man die Auswirkungen der Fischerei auf die biologische Vielfalt und damit verbundener Funktionen und Prozesse des Ökosystems abschätzen?
- Wie groß und wo müssen Schutzgebiete sein zur Erhaltung und Regeneration des Ökosystems?

Transportweg und Energiequelle

Der materielle Wohlstand der Nordseeregion ist zum großen Teil auf den Überseehandel und die Rohstoffgewinnung (Öl, Gas) zurückzuführen. Diese Aktivitäten bergen aber auch Gefahren für das Nordsee Ökosystem.

Etwa 200.000 mal pro Jahr durchqueren Schiffe die Nordsee. So gelangen Öl und Abwasser, Gift aus Schiffsanstrichen und - immer wieder - verlorene Ladung ins Meer. Hinzu kommt, daß die Luft von den Schiffsabgasen verschmutzt wird. Der Lebewelt droht noch eine weitere Gefahr: In Folge des globalen Schiffsverkehrs werden im Ballastwasser aus aller Welt fremde Arten eingeschleppt, die das natürliche Artengefüge und das eingespielte Nahrungsnetz der Nordsee dauerhaft verändern können.

Ein besonderes Problem sind die großen Mengen Öl, die durch den Schiffsverkehr, durch die zahlreichen Förderplattformen und durch Tankerunfälle in die Nordsee gelangen. Akute Schäden an Seevögeln und an den Küsten, aber auch die chronische Ölbelastung des Ökosystems stellen eine Bedrohung der biologischen Vielfalt der Nordsee dar.

Für die nahe Zukunft sind bereits weitere Nutzungsansprüche absehbar: große Windparks sollen in der Nordsee entstehen, und vor der holländischen Küste ist der Bau eines riesigen Flughafens im Meer geplant. All diese Entwicklungen und Pläne müssen in einem integrierten Konzept für Nordseenutzung und Nordseeschutz berücksichtigt werden.

Nutzungskonflikte und der Umgang mit ihnen

Fragen an die Forschung:

- Welche Reaktionen des Systems gegenüber Störungen (z.B. Ölfälle, Offshore-Bauwerke) sind zu erwarten?
- Durch welche operationellen Strategien lassen sich Schiffsverkehr, Rohstoff- und Energienutzung einerseits und die verantwortliche Bewahrung des biologischen Systems andererseits miteinander in Einklang bringen?

Sicherer Lebensraum

Zur Sicherheit der Anwohner und zur Erhaltung der Küste als Wirtschafts- und Lebensraum ist der Küstenschutz unabdingbar. Baumaßnahmen greifen allerdings in das natürliche Ökosystem ein, beeinträchtigen die Fischerei, den Tourismus und die Schifffahrt. Defensiv Schutzkonzepte, die auch ein Zurückweichen des Menschen einschließen, müssen mit überdacht werden.

Seitdem der Mensch an der Küste sesshaft geworden ist, hat er sich mit wachsendem Aufwand gegen die Angriffe des Meeres zur Wehr gesetzt. Mehr noch, er hat sich über Jahrhunderte mit Erfolg bemüht, dem Meer neues Land abzugewinnen. Rückschläge in diesem Bestreben stellten die großen Sturmflutkatastrophen dar, die Hunderte von Menschenleben kosteten. Der Mensch hat jedes Mal die Lehre gezogen, dass die bisherigen Voraussetzungen und die entsprechenden Schutzmaßnahmen nicht ausreichten. Er hat in der Folge noch höhere, noch massivere Deiche und Sperrwerke gebaut, die dann als hinreichend erachtet wurden - bis zur nächsten Katastrophe. Dabei war bis in die sechziger Jahre der Kühnheit der Ingenieure kaum eine Grenze gesetzt. Die Erhaltung, notfalls das Vorverlegen der bestehenden Küstenlinie war oberstes Gebot, dem sich konkurrierende Belange des Naturschutzes, der Fischerei und des Fremdenverkehrs unterzuordnen hatten.

Erstmalig bei dem gewaltigen Deltaprojekt der Holländer, der Abdämmung der gesamten Rhein-Maas-Scheldemündung, konnten Naturschützer erreichen, dass von der Regierung Kompromisse eingegangen wurden. Ein im Notfall schließbares Schutzsystem anstelle geschlossener Deiche sicherte den Erhalt ausgedehnter amphibischer Salzwasserbiotope. Heute ist die Beteiligung der betroffenen Bevölkerung und weiterer Interessengruppen bei der Konzeption einschneidender Küstenschutzmaßnahmen selbstverständlich. Die Einbeziehung mehr defensiver Konzepte, wie die Rückverlegung von Deichen oder das Einrichten von Überflutungspoldern, steht allerdings erst am Anfang. Sie werden jedoch vermutlich in dem Maße an Aktualität gewinnen, in dem angesichts des steigenden Meeresspiegels und häufigerer Sturmfluten die alten Strategien überdacht werden müssen.

Der Schutz der Menschen an der Küste genießt natürlich hervorragenden Rang. Neben dem Küstenschutz gibt es aber weitere Komponenten im Gesamtspektrum des angestrebten Integrierten Managements zum nachhaltigen Umgang mit der Küstenregion. Küstenschutz muß abgestimmt werden mit den konkurrierenden Bedürfnissen des Naturschutzes, des Tourismus und der Fischerei. Es muß das Ziel sein, auf Basis einer wissenschaftlichen Gesamtanalyse der natur- und ingenieurwissenschaftlichen wie der sozio-ökonomischen Aspekte von Küstenschutz zu einem gesellschaftlichen Konsens über Langzeitstrategien und deren Finanzierung zu gelangen.

Nutzungskonflikte und der Umgang mit ihnen

Fragen an die Forschung:

- Welches sind geeignete langfristige Küstenschutzszenarien, die sowohl die Klimaänderung wie auch den Natur- und Ressourcenschutz berücksichtigen?
- Welche Vor- und Nachteile entstehen für andere gesellschaftliche Bereiche durch Küstenschutz?
- Welche Strategien sind politisch durchsetzbar ?

Wer hegen will, muss wissen

*Unwissen schützt vor Strafe nicht.
Volksmund*

Das Wissen über das System Nordsee ist im Vergleich zu dem über andere Schelfmeere insbesondere für die physikalischen Parameter recht gut. So werden inzwischen die Wasserstände routinemäßig mit guter Genauigkeit (± 10 cm) vorhergesagt.

Hydrodynamische Modelle liefern routinemäßige Vorhersagen der Strömungen und des Seegangs. Bei Sturmflutwarnungen bestehen allerdings noch Probleme, da dafür die Wettersituation nicht ausreichend genau vorhergesagt wird. Die chemischen und komplexen biologischen Zusammenhänge des Systems Nordsee sind erst in Ansätzen verstanden. Hier fehlt Wissen, um beispielsweise die Reaktion des Systems Nordsee auf anthropogene Änderungen beurteilen zu können. Komplexe, gekoppelte regionale Modelle des Systems Nordsee sind hierfür zu entwickeln. Lange, homogene Meßreihen der chemischen und biologischen Parameter sind in Ergänzung zu den physikalischen Größen für die Nordsee zu erzeugen, um das System zu verstehen, zu überwachen und Modelle überprüfen zu können. Vorhersagen für eine Saison oder gar für mehrere Jahre sind gegenwärtig nicht möglich.

Klimaänderungen und ihre Auswirkungen

Globale Modelle von Atmosphäre und Ozean berechnen großräumige Änderungen zufriedenstellend genau. Für die regionale Skala und in Hinblick auf Wechselwirkungen innerhalb des Systems Nordsee und mit seiner Umgebung besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Dieser bezieht sich auf physikalische vor allem aber auf chemische und biologische Prozesse.

Das Klima der Nordsee wird von den komplexen Wechselwirkungen zwischen großräumiger Zirkulation, z.B. der Nordatlantischen Oszillation und regionalen Prozessen in Ozean, Atmosphäre, Biosphäre und Kryosphäre bestimmt. Die Ozean-Atmosphäre-Wechselwirkung ist so weit verstanden, daß mittlere Änderungen des globalen Klimas zufriedenstellend simuliert werden können. Die oberflächennahen Austauschprozesse sind unzureichend gelöst. Extreme Ereignisse, Witterungsverläufe oder Wechselwirkungen zwischen dem physikalischen System und dem Ökosystem Nordsee, die beispielsweise die Sturmfluthöhen bei geändertem Klima bestimmen, sind gegenwärtig noch nicht vorhersagbar. Für Teilbereiche des Systems werden Modelle aber bereits erfolgreich eingesetzt (z.B. operationelles Sturmflutvorhersage, Vorhersage von Planktonblüten, einfache Ökosystemprozesse, Ozean-Atmosphäre-Austausch für die Deutsche-Bucht).

Zur Analyse bereits erfolgter Klimaänderungen sind langjährige Messreihen erforderlich. Direkte Beobachtungen liegen im Gebiet der Nordsee maximal für einen erdgeschichtlich kurzen Zeitraum von 150 Jahren vor. Sedimentbohrkerne, Proxidaten (z.B. Vogelzug, Malerei-Motive, Ernteerträge) und Ergebnisse regionaler Klimamodelle sind erforderlich, um längerfristige Aussagen zum vergangenen und zukünftigen Klima ableiten zu können. Weiterentwicklungen bestehender Modelle und Neuentwicklungen unter Einbezug des Ökosystems sind erforderlich. Auch chemische Umsetzungen in Atmosphäre, Ozean und Biosphäre müssen dabei berücksichtigt werden. So können typische anthropogene Emissionen wie Ammoniak (Tierhaltung) zur Überdüngung der Gewässer führen, das Algenwachstum fördern, und vom Ozean emittierte Schwefelverbindungen können die Wolkenbildung und damit Niederschläge und Klima beeinflussen. Klimaänderungen haben auch ökonomische Auswirkungen (z.B. Fischfang). Diese Veränderungen und ihr Einfluß auf die Gesellschaft, also die sozioökonomischen Auswirkungen von Klimaänderungen, müssen untersucht werden.

Forschung für die Nordsee

Forderungen an die Forschung:

- Untersuchung regionaler Klimaänderungen mit Hilfe gekoppelter Ozean-Atmosphäre-Biosphäre-Modelle unter Einschluß chemischer Umsetzungen in allen Teilsystemen
- Verbesserte Beschreibung der Austauschprozesse zwischen den Teilsystemen
- Bodengebundene Messsysteme für den Einsatz auf dem Meer weiterentwickeln, Fernerkundungsmethoden nutzen, um lange, homogene Datenreihen zu erzeugen
- Verbesserung der Sturmflutvorhersagen durch höher aufgelöste Regionalmodelle

Änderungen der Küstengestalt

Über die Erforschung der optimalen Funktion und Konstruktion von Schutzbauwerken hinaus erfordert nachhaltiger Küstenschutz angesichts des globalen Wandels die Erarbeitung von defensiven, integrierten Langzeitstrategien.

Die deutschen Küsten an der freien Nordsee, an den Ästuarien und Tideflüssen können gegenwärtig als hinreichend geschützt angesehen werden. Hinreichend meint dabei, daß Menschenleben praktisch nicht gefährdet sind; es besagt nicht, dass keine Landverluste und materielle Schäden eintreten. Die nach der katastrophalen Sturmflut von 1962 durchgeführten umfassenden Baumaßnahmen haben sich durchweg bewährt, sie haben inzwischen weit höheren Sturmfluten getrotzt. Dennoch besteht eine andauernde Gefährdung der Küstenlinie durch schleichenden Landverlust (Beispiel: Sylt) und durch das Eintreten einer Jahrtausendflut, für die die Deiche nicht bemessen sind.

In der ingenieurwissenschaftlichen Erforschung der Bemessung und Standsicherheit von Küstenschutzbauwerken werden noch Fortschritte, aber keine Durchbrüche mehr zu erwarten sein. Demgegenüber sind die konzeptionellen Möglichkeiten eines intelligenten, flexiblen Küstenschutzes, der sich langfristige, hydrodynamische Entwicklungen zunutze macht, noch nicht ausgeschöpft. Dazu muss die Energetik und Morphodynamik des Küstenvorfeldes besser verstanden werden, insbesondere auch die Rolle der Systemstörungen durch menschliche Baumaßnahmen und durch Klimaänderungen. Die Küstenlinie und das Küstenvorfeld sind in immerwährendem topographischem Wandel begriffen, der von den Umlagerungen einer einzigen Tide oder eines Sturmereignisses bis hin zur geologischen Formung der Küstengestalt reicht. Je länger die Zeitskalen werden, umso stärker werden rein physikalische Prozesse durch sedimentologische und biologische Vorgänge überprägt. Damit wächst die Schwierigkeit einer Voraussage der Küstenevolution.

Gegenwärtig bewegen sich die ostfriesischen Inseln ost- und südwärts und erhebliche Anstrengungen sind nötig, sie einigermaßen in der erwünschten Position zu fixieren. Sylt verliert 1-2 m Land pro Jahr an der seewärtigen Küste und kann nur mit ständigen Sandvorspülungen in seiner jetzigen Gestalt erhalten werden. Eine zuverlässige wissenschaftliche Methodik zur Prognose langfristiger Küstenentwicklung gibt es nicht.

Forschung für die Nordsee

Forderungen an die Forschung:

- Umfassendes Monitoring von Wasserständen, Wellenhöhen, Strömungen und morphologischen Änderungen im Küstenvorfeld
- Entwicklung und Verifikation integrierter, hochauflösender Modelle dieser Größen mit Vorhersagekraft im klimatologischen Maßstab
- Entwicklung wirksamer und gesellschaftlich akzeptierter Schutzstrategien in Zusammenarbeit von Naturwissenschaftlern, Ingenieuren, Soziologen und Ökonomen

Schadstoffe - Nachweis und Wirkungen

Die meisten der ins Meer eingetragenen synthetischen Chemikalien sind in ihrer Wirkung auf das Ökosystem Nordsee fast völlig unbekannt. Selbst für viele mengenmäßig bedeutsame Substanzen ist kaum etwas über ihre Verteilung und ihr Schicksal in der Nordsee bekannt.

In den 1970er und 80er Jahren wurden die schädlichen Wirkungen von Schwermetallen, chlorierten und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen untersucht und deren Verteilungen im Meer dokumentiert. Im Mittelpunkt des Interesses standen dabei Substanzen wie PCB, die sich in Fett und Sedimenten anreichern und sich somit gut nachweisen lassen. Die Schäden im Ökosystem durch Öl, z.B. der Tod vieler Seevögel, die Verölung von Küstenabschnitten und des Meeresbodens sowie das Absterben der dort lebenden Tiere, wurden wissenschaftlich untersucht; es scheint, daß Ölundfälle nur wenige dauerhafte Schäden verursachen. Die Verfolgung driftendes Öls auf der Grundlage von Modellen der Zirkulation und der Ölausbreitung gelingt recht gut. Moderne Ölausbreitungsmodelle berücksichtigen die wichtigsten physikalischen und chemischen Prozesse, die in den ersten Tagen nach einer Öleinbringung von Bedeutung sind. Wissenslücken bestehen auf dem Gebiet der Sedimentation von Öl und der Modellierung biologischer Abbauprozesse.

Wenn auch über die altbekannten langlebigen organischen Schadstoffe, die sich durch ihre Giftigkeit und Bioakkumulierbarkeit auszeichnen, schon eine Menge bekannt ist, so existiert wenig Wissen über die neueren Schadstoffe; über deren Verteilung, ihr Verhalten und ihren Abbau gibt es kaum systematische Untersuchungen. Spätestens bei Einbeziehung der oftmals sogar toxischeren Abbauprodukte stoßen klassische Analyseverfahren an ihre Grenzen; neue Methoden und Geräte sind erforderlich.

Das Wissen um die Wirkung von Schadstoffen auf das Ökosystem Nordsee ist begrenzt. In einigen Fällen lassen sich empirisch Zusammenhänge feststellen, wie z.B. eine geringere Fruchtbarkeit hoch mit PCB belasteter Robben. In vielen Fällen treten Wirkungen aber nicht so offensichtlich zutage, und eine Zuordnung beobachteter Wirkungen zu bestimmten Stoffen ist aufgrund deren Vielzahl schwierig. Trotz des Vorliegens einer großen Zahl von Laborversuchen, die die toxischen, krebsauslösenden und hormon- und immunsystemstörenden Wirkungen einzelner Stoffe auf einzelne Tierarten belegen, ist eine Übertragung auf die Nordsee wegen der hohen Komplexität schwierig.

Forschung für die Nordsee

Forderungen an die Forschung:

- Entwicklung hinreichend sensibler Meßmethoden für neuere Schadstoffe;
- Entwicklung eines Konzeptes und einer Methodik zur Erfassung und Beurteilung von Wirkungen auf übergeordneten Ebenen (Artengemeinschaften, Ökosysteme), unter Einschluss von Simulationsmodellen;
- Erforschung der Wirkung von Schadstoffen, die wie Hormone wirken, sowie Aufnahme entsprechender normierter Verfahren in die vorgeschriebenen Prüfungen bei der Neuzulassung von Chemikalien;
- Erforschung der chemischen Kommunikation unter Meerestieren sowie deren Störung durch anthropogene Stoffe

Eutrophierung

Ein umfassendes Monitoring und moderne Simulationsmodelle für das Ökosystem Nordsee können helfen, die politischen Entscheidungen zur Reduktion von Stoffeinträgen in die Nordsee vorzubereiten.

Der Mechanismus der Eutrophierung und ihrer Auswirkungen ist in wesentlichen Aspekten bekannt; nicht klar ist, warum es unter solchen Bedingungen zu Massenentwicklungen schädlicher Algenarten ('nuisance algae') kommt. Die Untersuchung und Bewertung der Stoffeinträge basiert auf Feldmessungen, aber auch auf Simulationsmodellen. Aus vorliegenden Feldmessungen wurden vorläufige Bilanzen für die einzelnen Nährstoffe berechnet, die zeigen, wie bedeutsam die Nährstoff-Einträge im Vergleich zu den Beständen und Umsetzungen im Meer sind. In den letzten beiden Jahrzehnten sind wesentliche neue Datensätze gewonnen worden, die für die Beurteilung der Ausbreitung der Eutrophierung wichtig sind.

In der Zukunft wird neben die Messungen auch die Anwendung von Simulationsmodellen treten müssen. Simulationsmodelle stellen das einzige Hilfsmittel dar, mit dem zukünftige Entwicklungen untersucht werden können. Die Feldmessungen aus Monitorprogrammen geben zusammen mit geeigneten Modellen in Zukunft die Möglichkeit, unterschiedliche Szenarien für die Umsetzungen und den Verbleib von in die Nordsee eingebrachten Stoffen zu simulieren und Empfehlungen für Managementstrategien zur Reduktion bestimmter Stoffeinträge zu machen. Die zunehmende Belastung der Nordsee verlangt eine Beurteilung mittels aussagefähiger und verlässlicher Ökosystem-Modelle zur Erklärung der bereits geschehenen und zur Vorhersage kommender Gefährdungen des Ökosystems der Nordsee durch die Überdüngung.

Es werden Modelle der Dynamik des gesamten Ökosystems Nordsee mit komplexen biologischen, chemischen und physikalischen Strukturen benötigt, damit die zeitliche Entwicklung des Ökosystems und die räumlichen Verteilungen seiner Bestandteile über mehrere Dekaden in Szenariensimulationen berechnet werden können. Dazu werden umfangreiche Datensätze benötigt, um die Strömungen, die Sonnenstrahlung und die Einträge von Nährstoffen aus den Flüssen einbeziehen zu können.

Forschung für die Nordsee

Forderungen an die Forschung

- Untersuchung von giftigen Algen in Folientankexperimenten unter Nährstoffanreicherung
- Entwicklung von Ökosystemmodellen der Zukunft, mit denen die zukünftige Entwicklung der Eutrophierung abgeschätzt werden kann
- Erarbeitung wissenschaftlicher Kriterien, mit dem der Zustand der Nordsee bewertet werden kann
Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen der Eutrophierung und Schadstoffanreicherungen

Fischerei

Damit das Ziel einer nachhaltigen Fischerei in einem gesunden Ökosystem erreicht werden kann, bedarf es einer engen Kooperation zwischen Fischern, Fischereimanagern, Fischereiwissenschaftlern und marinen Ökologen aber auch Wirtschaftswissenschaftlern, Soziologen und nicht zuletzt Politikern.

Seit vielen Jahrzehnten existieren Fischereibewirtschaftungsmodelle und trotzdem sind die Bestände in der Nordsee überfischt und die Fischerei steckt mehr denn je in der Krise. Einerseits besteht ein großer Bedarf an Nordseefischen zu günstigen Preisen. Andererseits möchte man das "vertraute" Ökosystem erhalten, in dem die Fische ein bedeutender Bestandteil sind. Dieses Dilemma kann nur durch eine nachhaltige Bewirtschaftung gelöst werden, welche den Einfluß der Fischerei auf möglichst alle betroffenen Komponenten des Ökosystems einbezieht. Dabei müssen auch die wirtschaftlichen Interessen der Fischer und der Bevölkerung in das Management einbezogen werden. Das heißt: Nur durch einen integrierten Forschungsansatz kann eine Harmonisierung von Zielkonflikten erreicht werden.

Ein derart interdisziplinär angelegtes Fischereimanagement muss auf ein fundiertes Wissen über die biologischen Interaktionen im Ökosystem an sich sowie deren Verflechtungen mit abiotischen und anthropogenen Einwirkungen zurückgreifen können.

Es hat sich gezeigt, dass herkömmliche Bestandsentwicklungsmodelle, welche einzelne Fischarten isoliert von ihrer Stellung im Ökosystem betrachten, zu anderen Ergebnissen führen als Vorhersagen von Modellen, welche die Wechselwirkungen zwischen den Fischarten berücksichtigen. Mit dieser neuen Generation von Modellen werden in Zukunft Schwellenwerte bestimmt werden können, an denen sich die Managementstrategien orientieren können. Diese sollten sich auf europaweit akzeptierte Zielsetzungen gründen. Will man beispielsweise möglichst große Massen kleinerer Fische fangen, die sich eher für die Verarbeitung zu Tierfutter eignen, oder will man den Schwerpunkt auf große Speisefische setzen?

Diese gewaltige Aufgabe ist nicht mit nur einem, allumfassenden Modell zu bewältigen. Nur mit vernetzten, verschiedenskaligen, disziplinären und interdisziplinären Modellen, deren Ergebnisse vergleichend analysiert werden, sind robuste Strategien für ein ganzheitliches und nachhaltiges Fischereimanagement abzuleiten.

Forschung für die Nordsee

Forderungen an die Forschung:

- Quantifizierung der Funktionen von Fischen im Ökosystem
- Analyse der Mechanismen der Bestandserneuerung
- Modelle zur Vorhersage und zum Nachweis der Auswirkungen von Managementmaßnahmen im Dekadenbereich

Biodiversität

Basiswissen fehlt über die natürliche Vielfalt des Lebens in der Nordsee sowie ihre Veränderung durch die Aktivitäten des Menschen.

Biodiversität bezeichnet die Vielfalt des Lebens auf allen Ebenen, von der genetischen Diversität innerhalb einer Art über die Vielfalt der Arten bis hin zur Vielfalt ganzer Lebensgemeinschaften. Sie steht im engen Zusammenhang mit der Stabilität wichtiger Ökosystemprozesse wie Produktion und Nährstoffzyklen und stellt außerdem ein Potenzial an bislang noch ungenutzten Ressourcen dar.

Sowohl durch Klimaänderung als auch durch Habitatzerstörung und -verschmutzung, Übernutzung von Arten oder die Einführung exotischer Organismen ist die Biodiversität der Nordsee einem ständigen Druck ausgesetzt. Kenntnisse über den Status und die Funktion der biologischen Vielfalt sowie über den Einfluss menschlicher Aktivitäten werden deswegen dringend benötigt.

Obwohl die Flora und Fauna in der Nordsee im Vergleich zu anderen Meeresgebieten relativ gut bekannt sind, steht eine umfassende taxonomische Bearbeitung vieler Organismengruppen noch aus, das gilt insbesondere für mikrobielle Organismen. Die Physiologie und Ökologie ganzer Organismengruppen sind noch vollkommen unbekannt. Die Wechselbeziehungen zwischen den Arten vom Fraß über Parasitismus bis zur biochemischen Kommunikation über Pheromone sind größtenteils wissenschaftliches Neuland. Neben Kenntnissen der strukturellen Biodiversität muß auch vermehrt die funktionelle Diversität von Gemeinschaften erforscht werden, um Aussagen über die Stabilität von Gemeinschaften und Ökosystemen machen zu können.

Wissen über die Wirkung antropogener Einflüsse auf die Biodiversität fehlt. Die Bodenfischerei führt zu einer Zerstückelung von Lebensräumen am Meeresboden. Daneben müssen Studien über die notwendige Minimalgröße für den Erhalt von Beständen durchgeführt werden. Vergleiche der Biodiversität zwischen stark und weniger stark gestörten Gebieten müssen durchgeführt und die Auswirkungen von eingeführten Organismen untersucht werden. Konzepte für den Schutz von bedrohten Populationen und die Restaurierung von Ökosystemen werden dringend benötigt.

Mit deren Hilfe gilt es, Indikatoren bzw. Indikatorenkomplexe zu entwickeln, mit denen die Biodiversität auf verschiedenen Skalen charakterisiert und ihre Stabilität gegenüber Veränderungen in der physikalischen Umwelt analysiert werden kann.

Historische Quellen wie z.B. Sammlungen, die Referenzwerte und Hinweise über Biodiversitätsänderungen in klimatisch-relevanten Zeiträumen liefern können, müssen erhalten und erweitert werden.

Forschung für die Nordsee

Forderungen an die Forschung:

- Erhebung, Zusammenführung und Bereitstellung taxonomischer Daten in Zusammenhang mit abiotischen Randinformationen
- Festlegung von Beurteilungskriterien und Indikatoren zur Bestimmung und Erhaltung der Biodiversität
- Konzeptentwicklung für Schutz- und Referenzzonen
- Erfassung genetischer Spektren und Varianzen mit Hilfe molekularbiologischer Methoden; Untersuchung der Zusammenhang mit Ökosystemleistungen

Integriertes System-Management

Eine nachhaltige Bewirtschaftung der Nordsee bedingt eine ganzheitliche Strategie der europäischen Anrainer. Die Entscheidungsträger sind dabei auf fundierte wissenschaftliche Grundlagen und Beratung angewiesen.

Die nachhaltige Nutzung der Nordsee ist die Aufgabe aller Anrainerstaaten. Die Probleme kennen keine nationalen Grenzen, und gemeinsam gefällte Entscheidungen der EU zur Fischerei-, Landwirtschafts-, Transport- und Energiepolitik beeinflussen das ganze System Nordsee. Die Entscheidungen "von oben" müssen auf der Grundlage von Informationen "von unten" getroffen werden. Das heißt, dass die Interessenten und Betroffenen gehört und beteiligt und Risiken und Chancen sachlich und sachgerecht abgewogen werden müssen.

Die Rolle der Forschung ist es, weitgefächerte Informationsgrundlagen für Entscheidungen zu liefern:

Als wichtigste Voraussetzung zählt die ständige Überwachung des Zustands der Nordsee. Um potenzielle Gefahren rechtzeitig zu erkennen, muss dies international koordiniert sein. Das Überwachungsnetz muß möglichst feinmaschig sein: in Zeit und Raum sowie in der Auswahl der Kompartimente (Wasser, Schwebstoff, Sediment, Organismen in verschiedenen Entwicklungsstadien). Wo möglich, müssen automatische Messverfahren eingesetzt und weiter entwickelt werden. Diese Messungen und deren Auswertungen müssen kontinuierlich und langfristig gewährleistet sein.

Darüber hinaus muss das Basis- und Spezialwissen über die Besonderheiten und die Dynamik der natürlichen Umwelt weiter ausgebaut werden. Hierbei geht es u.a. um das Erkennen und Füllen von Wissenslücken sowie die Erarbeitung und Weiterentwicklung von Meßmethoden und Modellen.

Aus dem Bereich der Sozialwissenschaften muss das Wissen über die Interessengruppen und Betroffenen im Nordseebereich zusammengefasst werden. Die Art und geographische Verteilung sowie die Bedürfnisse, potentielle Belastungen und Gefährdungen durch die Nutzung müssen in die Bilanz eingehen. Auch mögliche Konflikte zwischen verschiedenen Nutzungsarten und künftige Entwicklungen (z.B. Offshore Windanlagen, Aquakulturen, Touristische Anlagen usw.) müssen berücksichtigt werden.

Nicht zu vernachlässigen ist auch das Wissen über die Zuständigkeiten in den Verwaltungs- und Regierungsinstanzen. Allein in Deutschland sind beispielsweise die Kompetenzen sowohl politisch (zwischen Kommunen, Ländern und Bund) als auch fachlich (zwischen Raumplanung, Naturschutz, Küstenschutz, Tourismus, Hafengewirtschaft usw.) breit verteilt.

Inzwischen gibt es erste Ansätze und Werkzeuge für ganzheitliche Systemanalysen. Diese müssen weiter entwickelt und auf europäischer Skala angewandt werden.

Forschung für die Nordsee

Forderungen an die Forschung:

- Standardisierte, möglichst automatisierte Aufnahme von Zustandsdaten und deren wissenschaftliche Analyse
- Entwicklung von Modellen, die zur Analyse komplexer, hochgradig vernetzter Systeme geeignet sind
- Vermittlung der Ergebnisse in einer Form, die für allen Interessengruppen und Betroffenen verständlich ist.