Warnsignale aus dem Meer

Die meisten, hier angerissenen Probleme sind von führenden Wissenschaftlern in dem Buch »Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer« (s. Seiten 30-31) ausführlicher dargelegt worden.

MEER Schützen – weniger Riskieren

Wissenschaftliche Auswertungen

MEER schützen – weniger Riskieren

Warnsignale aus dem Meer

Inhalt:

	Seite
Vorwort	1
Unser Klima und das Meer	2
Übernutzung des Meeres	10
Schiffsverkehr	12
Fischerei	16
Nutzungskonflikte	20
Verschmutzung und Schutz des Meeres	23
Buchreihe: Warnsignale	30

Herausgeber:

Dr. José L. Lozán, Hamburg
Prof. Dr. Hartmut Graßl, Hamburg
Dr. Eike Rachor, Bremerhaven
Prof. Dr. Karsten Reise, Sylt/List
Dr. Hein von Westernhagen, Geesthacht

Mit Beiträgen von:

Dipl. Biol. Karl-Heinz van Bernem, Forschungszentrum GKSS, Geesthacht
PD Dr. Volker Bertram, ENSIETA, Brest
Prof. Dr. Gerhard Bohrmann, DFG-Forschungszentrum Ozeanränder, Bremen
Dipl. Ing. Volker Brenk, Umweltbundesamt, Bonn
Dr. Christian Bussau, Greenpeace, Hamburg
Prof. Dr. Franciscus Colijn, Forschungszentrum GKSS, Geesthacht
Dipl. Biol. Petra Deimer, Gesellschaft zum Schutz der Meeressäugetiere, Hamburg
Dr. Roland Doerffer, Forschungszentrum GKSS, Geesthacht
Dr. Rainer Froese, Institut für Meereskunde, Kiel
Dr. Stefan Groenewold, Netherlands Institute for Sea Research, Texel
Prof. Dr. Andreas Hense, Meteorologisches Institut, Universität Bonn
Prof. Dr. Gerd Hubold, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg
Dipl. Ing. Jürgen Isensee, Hannover
Prof. Dr. Mojib Latif, Institut für Meereskunde, Kiel
Dipl. Biol. Stephan Lutter, WWF, Bremen
Klaus Müller, Minister für Umwelt, Natur und Forsten, Kiel
Dr. Hartmut Nies, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg
Dr. Henning von Nordheim, Bundesamt für Naturschutz, INA, Vilm
Prof. Dr. Stefan Rahmstorf, Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam
Dr. Hans-Ulrich Rösner, WWF, Husum
Prof. Dr. Götz von Rohr, Institut für Geographie, Universität Kiel
Prof. Dr. Dietrich Schnack, Vorsitz. der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung
Prof. Dr. Christian Schönwiese, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Frankfurt a.M.
Dr. Ursula Siebert, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Büsum
Prof. Dr. Victor Smetacek, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
Prof. Dr. Hjalmar Thiel, Hamburg

Gestaltung: Büro: Wissenschaftliche Auswertungen

Bildnachweis: Titelseite: Hein v. Westernhagen »Die rauhe Nordsee«

Druck: Druckerei in St.Pauli. Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Bestellung: Senden Sie bitte einen mit EUR 2,- frankierten Briefumschlag (DIN A4)
an das Büro: »Wissenschaftliche Auswertungen«
Dr. J. L. Lozán, Imbekstieg 12, 22527 Hamburg oder
bestellen Sie per Email: JLLozan@t-online.de oder Tel/Fax 040-4304038
und überweisen Sie die Versandkosten EUR 2,50 auf folgende Bankverbindung:
J.Lozán - Deutsche Bank - BLZ 38070724 - Kto.Nr. 174039800.

Vorwort

Die vorliegende Broschüre enthält in knapper und verständlicher Form Informationen über unser Klima und das Meer sowie über aktuelle Meeresprobleme.

Im ersten Teil wird auf Themen über die Rolle des Meeres für das Klima sowie über Klimaschutz und Folgen einer Klimaänderung für Mensch und Natur an der Küste eingegangen.

Das mittlere Kapitel befasst sich mit der Nutzung des Meeres, die aufgrund der Dichte der Aktivitäten in einigen Meeresregionen – wie der Deutschen Bucht – langsam den Charakter einer Übernutzung annimmt. Die intensive Fischerei und die Überfischung der meisten Nutzfischbestände, der Verkehr mit den größer werdenden Schiffen und gefährlichen Ladungen sowie die Gefahr von Nutzungskonflikten werden in diesem Teil der Broschüre behandelt.

Im letzten Teil werden Hinweise zur Belastung und Gefährdung der marinen Umwelt sowie zu Instrumenten des Meeresnaturschutzes gegeben. Abschließend wird eine kurze Bilanz über die Politik der internationalen Organisationen zum Schutz des Meeres am Beispiel der Nord- und Ostsee gezogen.

Die meisten der hier angerissenen Probleme sind von führenden Wissenschaftlern in den Büchern »Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer« (2003) sowie »Climate of the 21st Century: Changes and Risks« (2001) ausführlich dargelegt worden (s. Seiten 31-32).

Mit der Veröffentlichung dieser Broschüre und der Herausgabe der genannten Bücher soll ein Beitrag zur breiten öffentlichen Diskussion über unseren Umgang mit dem Lebensraum Meer und der Atmosphäre und zur Meinungsbildung über die Notwendigkeit von Meeres- und Klimaschutz geleistet werden. Drei Viertel der Erdoberfläche sind vom Wasser bedeckt. Es sollen daher auch die große Bedeutung des Meeres für das Klima der Erde und damit für die Existenz des Menschen ebenso wie seine Verletzlichkeit mehr ins Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt werden.

Die Herausgeber Frühjahr 2003

UNSER KLIMA UND DAS MEER

Das Leben entstand vor vielen Millionen Jahren im Meer. Erst nach Bildung der stratosphärischen Ozonschicht, die das Durchdringen des lebensfeindlichen Anteils des UV-Lichtes verhindert, konnten die Lebewesen die Landoberfläche besiedeln. Ohne das Wasser des Meeres, das als Regen und Schnee auf die Kontinente fällt, wären diese riesige Wüsten. Wir sind dabei mit zusätzlichen Emissionen von Treibhausgasen, die zur globalen Erderwärmung führen, den Wasserkreislauf zu verändern.
Das Meer ermöglicht nicht nur das Leben auf der Erde, sondern bestimmt ihr Klima maßgeblich. Das Meerwasser absorbiert einen größeren Anteil der einfallenden Sonnenenergie als die Landoberfläche. Durch die Meeresströme werden riesige überschüssige Wärmemengen der tropischen Regionen polwärts transportiert. Durch die große Wärmekapazität des Wassers dämpft das Meerwasser die Temperaturschwankungen auf der Erde.

Die globale Erwärmung

Dank weltweit gesammelter Wetterdaten können wir die globale Klimaentwicklung seit der Mitte des 19. Jh. recht zuverlässig beurteilen. Danach stieg die mittlere jährliche globale Lufttemperatur in Bodennähe seit Anfang des 20. Jh. unter Schwankungen an. Die Erwärmung erreichte in den 1940er Jahren einen ersten Höhepunkt. Nach einer Phase des Gleichbleibens und eines leichten Rückgangs der Lufttemperatur steigt die Kurve seit den 1970er Jahren weiter an. Seit den 1980er Jahren liegen die Werte zunehmend über dem langjährigen Mittel des Referenzzeitraumes (*Abb. 1a*). Im 20. Jh. betrug die Temperaturzunahme 0,6 °C. Das bisher wärmste Jahr seit Vorliegen von Beobachtungen war 1998 und die bisher zehn wärmsten Jahre wurden seit 1990 beobachtet. Diese sind in abnehmender Reihenfolge: 1998, 2002, 2001,1997, 1995, 1990, 1999, 2000, 1991, 1994. Die Jahre 1992/93 und 1996 waren nicht so warm, weil der Ausbruch des Vulkans Pinatubo 1991 und La Niña 1995/96 die Lufttemperatur leicht abkühlten (s. Buch Climate of the 21.Century: Changes and Risks).

Viele seit den 1980er Jahren für das 21. Jahrhundert prognostizierte Änderungen sind bereits deutlich zu erkennen: Anstieg der mittleren Temperatur an der Erdoberfläche, Verschiebung der Niederschlagszonen, Anstieg des Meeresspiegels, Schrumpfung der Gebirgsgletscher u.a. Die vor 15 Jahren vorsichtig postulierte »leichte Erwärmung der Nordsee« kann nunmehr mit den Daten der Biologischen Anstalt Helgoland bestätigt werden. Die Erwärmung betrug dort in den vergangenen 120 Jahren 0,6–0,8 °C (s. Kap. 1.3 im Begleitbuch). Besorgniserregend ist die Tatsache, dass sich die Erwärmung im 21. Jh weiter beschleunigen wird, so dass die Menschheit in einem Warmklima leben wird, wie sie es bisher noch nicht erlebt hat. Die Folgen für Natur und Gesellschaft sind vielfältig und bisher erst unvollkommen absehbar.

Nach IPCC (2001) wird die Erwärmung je nach Entwicklung von Bevölkerung, Wirtschaft und Klimaschutz zwischen 1,4 und 5,8°C betragen (*Abb. 1b*). Das heisst, es ist eine Erwärmung von um mindestens 1,4°C nicht mehr zu vermeiden und das ist bereits der optimistische Fall, wenn die Emissionen in den nächsten Jahrzehnten drastisch reduziert werden.

Das Meer beeinflußt maßgeblich die Geschwindigkeit der Klimaänderung. Das Wasser kann 1000 Mal mehr Wärme aufnehmen als die Luft. Aufgrund dieser Wärmekapazität wird die Erderwärmung durch das Meer verlangsamt. Die große Trägheit des Meeres bewirkt, dass sich die Wärmeaufnahme noch mehrere Jahrhunderte nach Beendigung der jetzigen Erderwärmung fortsetzen wird. Aus diesem Grund wird die thermische Ausdehnung des Meerwassers, die z.Z. über 50% des Meeresspiegelanstiegs ausmacht, noch mehrere Jahrhunderte noch weitergehen. Die Folgen werden sein, dass flache Küstengebiete und vor allem kleine Inseln zumindest teilweise überschwemmt werden (s. Buch Climate of the 21.Century: Changes and Risks).

Andererseits wird das Meer auch durch die Klimaänderung beeinflußt. Durch Erwärmung und Veränderung der Dichte des Meereswassers sowie Veränderung der Winde ist mit einer Änderung des Verlaufs der Meeresströmungen zu rechnen. Dies wird das regionale Klima beeinflussen und eine Auswirkung auf marine Ökosysteme und damit auch auf die Fischerei haben.

Für den Klimaschutz sind nicht nur die Politiker verantwortlich, die die nationalen und internationalen Rahmenbedingungen festlegen, sondern auch jeder einzelne Mensch. Wir sollen alle verantwortungsbewusst handeln und für die Klimaschutzziele eintreten.

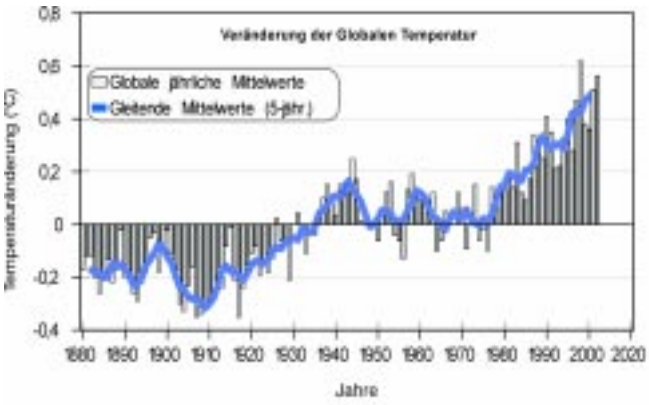


Abb. 1a: Entwicklung der globalen bodennahen (2 m) Lufttemperatur in Form von Abweichungen vom langjährigen Mittelwert. Die stark ausgezogene Linie ist 5-jährig übergreifend geglättet (Quelle: NOAA)

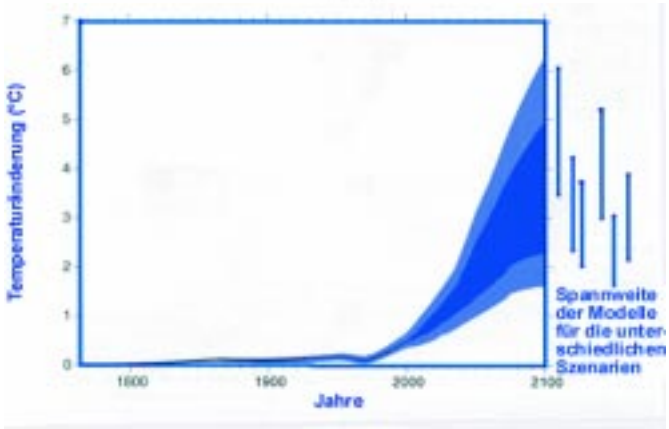


Abb. 2b: Entwicklung der globalen Lufttemperatur für das 21.Jh aufgrund sechs verschiedener Szenarien. Danach wird die Erwärmung bis Ende des 21.Jh zwischen 1,4 und 5,8°C je nach Entwicklung der Emissionen der Treibhausgase betragen. (Quelle:IPCC 2001)

Wärmerer Ozean – mehr Überschwemmung?

Im Laufe des Industriezeitalters, messtechnisch gut belegt seit ca. 1850/60, hat sich nicht nur die untere Atmosphäre, sondern auch der Ozean erwärmt. Internationale Gremien wie das UN-Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) sehen als Hauptursache dafür die zusätzliche Emission klimawirksamer Spurengase durch menschliche Aktivitäten an. Zu welchen Konsequenzen wird ein wärmerer Ozean führen oder, da Fakten belastbarer als Prognosen sind, hat er schon geführt? Sind deswegen häufigere und heftigere Überschwemmungen zu befürchten?

Zunächst bewirkt ein wärmerer Ozean eine thermische Expansion, die ein wesentlicher Grund für den Meeresspiegelanstieg anzusehen ist. Der Anstieg betrug im globalen Mittel der letzten 100 Jahre ca. 10–20 cm und könnte sich in den nächsten 100 Jahren erheblich verstärken. Die IPCC-Prognose liegt je nach Verhalten der Menschheit zwischen 10 und 90 cm. Die dadurch bewirkten Überschwemmungen von Inseln und Flussmündungen sind allerdings mehr ein schleichender als ein rasch in Erscheinung tretender Vorgang, auch wenn er bei Kurzfristereignissen wie Sturmfluten erst voll sichtbar wird.

Daher denken beim Stichwort »Überschwemmung« die meisten eher an Starkniederschläge, die die Flüsse anschwellen lassen. Tatsächlich ist es plausibel, anzunehmen, dass ein wärmerer Ozean den Wasserkreislauf beschleunigt, also durch erhöhte Verdunstung mehr Wasserdampf in die Atmosphäre bringt, der dann zu erhöhten Niederschlagsraten über Land führt, wie anhand von Beobachtungsdaten für viele Gebiete nachgewiesen werden konnte. Zudem wird eine wärmere Atmosphäre ihre Zirkulationscharakteristika verändern, die regional einerseits mehr, andererseits aber auch weniger Niederschlag mit sich bringen.

Es gibt aber über viele Landgebieten der mittleren bis subpolaren Klimazone deutliche Befunde dafür, dass eine systematische Niederschlagszunahme stattfindet, so ganzjährig in Skandinavien und im Winter in West- und Mitteleuropa. Und generell scheint – obwohl genauere Forschungen dazu noch notwendig sind – zunehmender Niederschlag mit häufigeren extremen Niederschlagsereignissen Hand in Hand geht, so dass auch Überschwemmungen zunehmen. Im Bereich des Rheins und seiner Nebenflüsse sind die Rekordniederschläge der Winter 1993/94 und 1994/95 und die prompt damit verbundenen »Jahrhunderthochwässer« (in zwei aufeinander folgenden Jahren!) ein eindrucksvolles Beispiel dafür. Aber auch die jüngsten extremen Sommerhochwässer passen ins Bild (Oder 1997, Elbe und Nebenflüsse 2002). Die Frage, ob eine höhere Verdunstung des wärmer werdenden Ozeans, verknüpft mit einer verstärkten Energiezufuhr in die Atmosphäre, zu insgesamt häufigeren Stürmen bzw. Sturmfluten an den Küsten führt, muss noch als offene Frage angesehen werden.

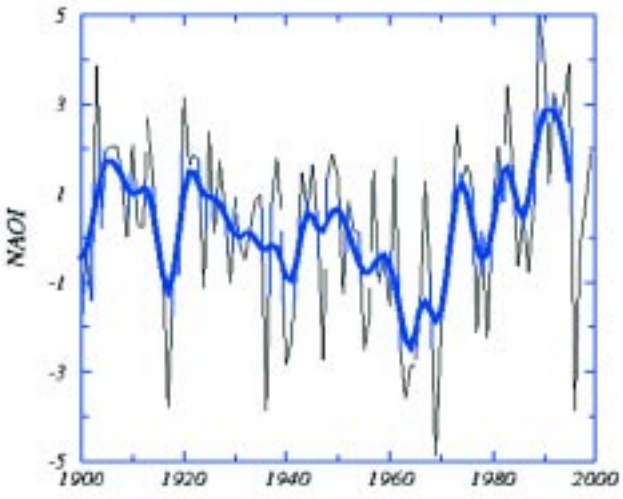


Abb. 2: Veränderung des NAO-Index seit 1900 (aus dem Begleitbuch Kap. 3.1.3).

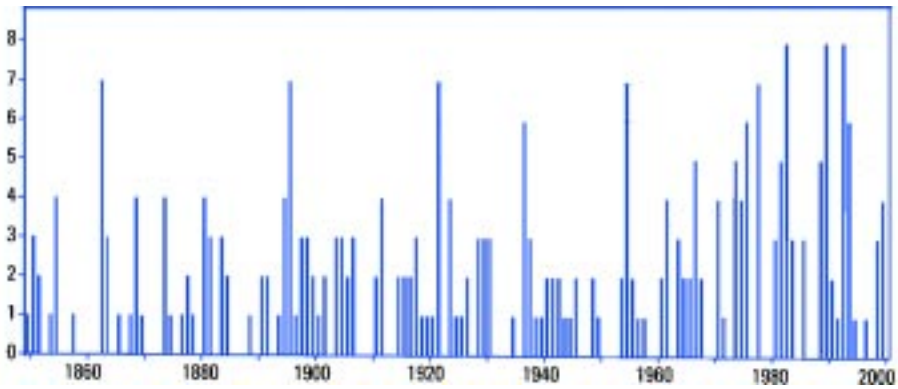


Abb. 3: Jährliche Anzahl der Sturmfluten in Cuxhaven seit 1850. Ab 1960 treten mehr Sturmfluten auf (vgl. Abb. 1 und 3 - ähnliche Veränderung der Temperatur und des NAO-Index)

Die Nordatlantische Oszillation (NAO), Sturmwinter über dem Nordatlantik und die Bedeutung der ozeanischen Wassertemperaturen.

Die Nordatlantische Oszillation (NAO) wird charakterisiert durch die gemeinsame Nord-Süd-Verschiebung von Azoren-Hoch und Island-Tief bei gleichzeitiger Veränderung der Zentraldruckwerte dieser beiden Aktionszentren. Dabei geht eine Nordwärtsverlagerung einher mit einer Erhöhung des Drucks im Azorenhoch und einer Absenkung des Zentraldrucks im Islandtief, so dass bei dieser sogenannten NAO–Plus Lage die atmosphärische Strömung in den Monaten November–März durch einen großen Druckunterschied mit übernormal starken Südwest-Winden (*Abb. 4*) zwischen Island und den Azoren intensiviert wird. Dies führt gleichzeitig zu milden Wintern in Mitteleuropa und deutlich unternormalen liegenden Temperaturen zwischen Westgrönland und den östlichen Bundestaaten der USA sowie in Westafrika. Die NAO ist der dominierende Faktor für die Klimavariabilität im atlantisch-europäischen Raum, was unterstrichen wird durch die Korrelationen zwischen dem NAO-Index und den bodennahen Temperaturen.

Die NAO zeigt auf kurzen Zeitskalen (unter 1 Jahr) auch einen massiven Einfluss auf das Geschehen im Ozean. So führen die mit der NAO zusammenhängenden anomalen Impuls- und Wärmeflüsse zu großskaligen Anomalien der Oberflächentemperaturen (SST) im Nordatlantik, die ihre größte Abweichung etwa 1–3 Monate nach der NAO-Anomalie erhalten. Auf langen Zeitskalen (mehreren Jahrzehnten) übt jedoch der Ozean wieder einen Einfluss auf die NAO aus. Dies läßt sich aus numerischen Experimenten mit atmosphärischen Modellen ableiten, die mit den beobachteten Temperaturen des 20. Jahrhunderts angetrieben werden.

Die NAO wird typischerweise anhand von 30–90 Tage Mitteln untersucht. Bei einer Untersuchung von täglichen Daten schält sich das charakteristische NAO-Verhalten auf Zeitskalen von 7–10 Tagen heraus. Damit erhalten wir eine Zeitskalentrennung zwischen der NAO und den synoptischen Ereignissen, zu denen auch die Sturmtiefs gezählt werden. Entsprechend kann man keinen 1:1 Zusammenhang zwischen Sturmaktivität und NAO Zustand annehmen. Behindert wird eine statistische Analyse zwischen dem Auftreten extremer Tiefdruckgebiete und großräumigen Zirkulationsmustern zudem durch die Stichprobenentnahme; zu Beginn des 20. Jahrhunderts gab es vergleichsweise wenig Schiffsbeobachtungen. Unter Umstände wurden extreme Tiefdruckgebiete gar nicht erfasst; auch die Routenberatung führt immer mehr Schiffe weit um Orkantiefs herum, so dass systematisch die Probenahme bei Druckmessungen verändert wird. Nur seit Ende des Jahrhunderts gibt es Satellitendaten mit einer nahezu lückenlosen räumlichen Überdeckung. Die Anzahl von Tiefdruckgebieten zwischen 1881 und 1994 mit Zentraldruck unterhalb eines Schwellwertes aus täglichen Druckkarten wurden auf einem 5° x 10° Gitter ausgezählt, um die Datenunwägbarkeiten zu minimieren. Die Korrelation dieser Zeitreihe mit dem NAO-Index ist schwach positiv, es werden weniger als 20% der Varianz durch den linearen Zusammenhang beschrieben.

Gekoppelte Atmosphäre – Ozean Modelle zeigen typischerweise einen schwachen, aber kohärenten Anstieg des NAO-Index als Antwort auf steigende Treibhausgaskonzentrationen, wenn man Zeitskalen von über 40 Jahren betrachtet. Ob dies allerdings auch einen statistisch nachweisbaren Zusammenhang für steigende Sturmtätigkeit bedeutet, ist angesichts des schwachen Zusammenhangs zwischen NAO- und Sturmindizes z.Z. noch unklar.

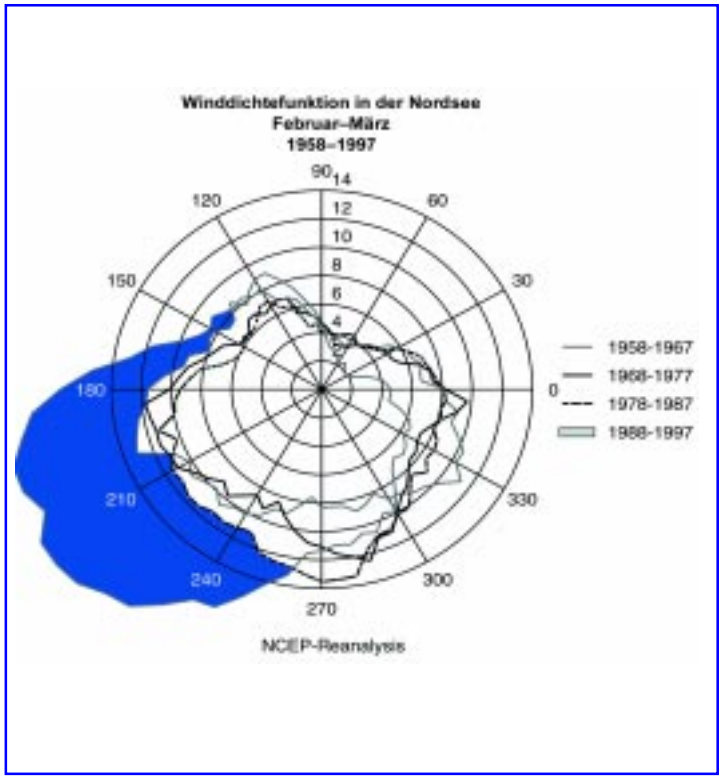


Abb. 4: Veränderung der Winde in der Nordsee bezüglich ihrer Richtung und Stärke. Dargestellt sind die winterlichen Dekadenmittel für die Monate Februar/März für die vier letzten Dekaden. Die Winddichte-Funktion ist das Produkt aus Häufigkeit des Auftretens und Windstärke für eine gegebene Windrichtung (Nach SIEGISMUND & SCHRUM, 2001: Decadal changes in the wind forcing over the North Sea, Climate Research 18, 39-45).

Einfluss der Atlantikströme auf das Klima

Die Weltmeere bedecken rund 71% der Erdoberfläche und sie absorbieren über das Dreifache etwa der Sonnenenergie im Vergleich zu den Landoberflächen. Sie sind daher eine wichtige Komponente des Klimasystems. Durch ihre riesige Wärmekapazität dämpfen sie Temperaturschwankungen, aber sie spielen auch eine wesentlich aktivere und dynamischere Rolle. Meeresströme transportieren große Wärmemengen – etwa ebensoviel wie die Atmosphäre. Doch anders als die Atmosphäre ist der Ozean zwischen Landmassen eingeschlossen, so dass ein Wärmetransport in bestimmte Regionen gelenkt wird.

Eine Region, in der der Einfluss der Meeresströmungen sich besonders stark bemerkbar macht, ist der Nordatlantik. Er ist Teil eines globalen, auch die Tiefsee einschließenden Strömungssystems (*Abb. 5*). Der Golfstrom und sein verlängerter Arm, der Nordatlantikstrom, spielen eine wichtige Rolle in diesem globalen System, das als thermohaline Zirkulation bezeichnet wird. Der Ausdruck beschreibt die Antriebskräfte: Temperatur (thermo) und Salzgehalt (halin) des Meerwassers bestimmen die Dichteunterschiede, die die Strömung antreiben. Warmes Wasser strömt dabei in der Nähe der Oberfläche nach Norden, gibt die Wärme an die Luft ab, sinkt gekühlt und damit dichter nach unten und strömt in 2–3 km Tiefe wieder gen Süden. Dabei wird dauerhaft eine Wärmemenge in die Atmosphäre abgegeben, die der Leistung von einer halben Million Großkraftwerken entspricht.

Vergleicht man Orte in Europa mit vergleichbaren Orten auf dem amerikanischen Kontinent, wird die Klimawirkung deutlich. Bodö in Norwegen hat mittlere Temperaturen von -2°C im Januar und 14°C im Juli; in Nome, an der Pazifikküste Alaskas auf demselben Breitengrad, herrschen dagegen -15°C im Januar und nur 10°C im Juli. Auf Satellitenbildern erkennt man, wie die warme Atlantikströmung das europäische Nordmeer eisfrei hält. Änderungen im Verlauf dieser Strömung haben in der Klimageschichte, vor allem während der letzten Eiszeit, immer wieder zu abrupten Klimawechseln geführt. Das Verhalten der Strömung kann in aufwendigen Computersimulationen nachvollzogen, mit ausgefeilten Methoden der nichtlinearen Dynamik analysiert, aber in Grundzügen auch mit wenigen einfachen Gleichungen verstanden werden.

Der Vortrag stellt jüngste Erkenntnisse zu den Ursachen und Mechanismen vergangener abrupter Klimawechsel vor, wobei Instabilitäten der Atlantikströmungen eine zentrale Rolle als nicht-linearer Verstärker spielen. Er diskutiert vor diesem Hintergrund die Gefahr möglicher künftiger Strömungsänderungen im Atlantik.

Das El-Niño-Phänomen, ein Beispiel für die Jahreszeitenvorhersage

Seit der fundamentalen Arbeit von Lorenz (1963) wissen wir, dass die theoretische Grenze für Wettervorhersagen bei etwa zwei Wochen liegt. Dies resultiert aus dem chaotischen Charakter der Atmosphäre, der dazu führt, dass noch so kleine Fehler in den Anfangsbedingungen rasch anwachsen und sich die Güte von Wettervorhersagen innerhalb einiger Tage schnell vermindert. Da die Wettervorhersage mathematisch gesehen ein Anfangswertproblem darstellt und wir den Anfangszustand niemals exakt bestimmen können, werden wir diese theoretische Grenze der Wettervorhersagbarkeit von etwa zwei Wochen auch in der Zukunft nicht verlängern können.

Jenseits dieser theroretischen Grenze der Wettervorhersagbarkeit gibt es aber dennoch eine Vorhersagbarkeit in der Atmosphäre, die man als jahreszeitliche oder saisonale Vorhersagbarkeit bezeichnet. Bei der Jahreszeitenvorhersage geht es im Gegensatz zur Wettervorhersage nicht darum, einzelne Wetterelemente, wie z.B. die Zugbahn eines Tiefdruckgebiets, vorherzusagen, sondern darum, das über einen bestimmten Zeitraum gemittelte Wetter, das Klima, vorherzusagen. Dies kann z.B. der Niederschlag gemittelt über eine bestimmte Region und eine Jahreszeit sein.

Die saisonale Vorhersagbarkeit hat ihren Ursprung in langsamen Veränderungen der Randbedingungen, wie z.B. Anomalien der Meeresoberflächentemperatur oder der Meerestopographie. Derartige Anomalien sind in der Lage, unter bestimmten Umständen das Klima zu bestimmen, und das Klima ist dann vorhersagbar, wenn die Anomalien in den Randbedingungen selbst vorhersagbar sind. Das herausragende Beispiel für die saisonale Vorhersagbarkeit ist das El-Niño-Phänomen. El-Niño ist eine im Mittel etwa alle vier Jahre wiederkehrende Erwärmung des äquatorialen Pazifik, die sich nicht nur regional sondern auch global auswirkt. El-Niño Ereignisse sind heute etwa 6 Monate im voraus vorhersagbar.

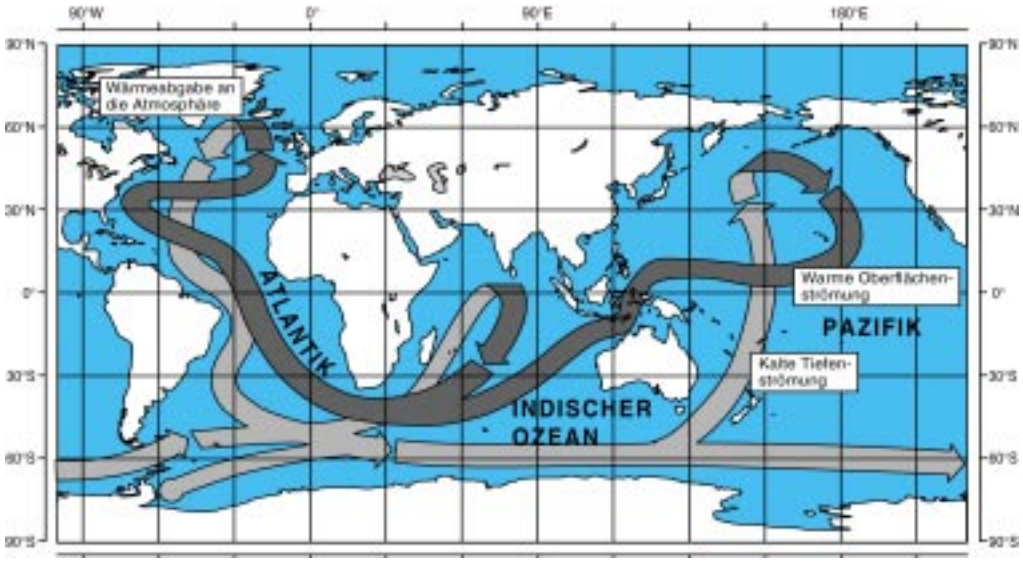


Abb. 5: Das große marine Förderband mit kalter Tiefenströmung und warmer Oberflächenströmung (Quelle: DKRZ/MPI-Hamburg).

Soll überschüssiges CO_2 ins Meer versenkt werden? – oder gibt es bessere Strategien zum Klimaschutz?

Der beobachtete globale Klimawandel hat Klimaschutzmaßnahmen angestoßen. Um den großen anthropogenen Anteil am Klimawandel nicht weiter wachsen zu lassen, müssen die Konzentrationen der langlebigen Treibhausgase nach der völkerrechtlich verbindlichen Klimakonvention langfristig stabilisiert werden, wozu drastische Emissionsminderungen notwendig werden. Angesichts der starken Abhängigkeit der globalen Energieversorgung von kohlenstoffhaltigen, fossilen Brennstoffen wird dabei an die Speicherung des Abgases CO_2 in ehemaligen Lagerstätten fossiler Brennstoffe oder von Kohlenstoffverbindungen im Ozean gedacht. Der Ozean könnte rein physikalisch sehr große Mengen Kohlenstoff (Teratonnen) zusätzlich aufnehmen. Da die ökologischen Folgen bisher auch nicht annähernd erforscht sind, verbietet sich die CO_2-Speicherung nach dem Vorsorgeprinzip. Aber auch die Düngung eisenarmer Ozeangebiete mit dem Mikronährstoff Eisen zur Erholung der Phytoplanktonproduktion und eines teilweisen Exports des Kohlenstoffs durch marinen Schnee in die Tiefsee ist nur angedacht, nur in lokalen Experimenten oberflächlich studiert und daher keine ernstzunehmende Alternative. Wie dennoch Klimaschutz und ausreichende Energieversorgung für alle Menschen im 21.Jahrhundert erreicht werden könnten, soll abschließend anhand der Empfehlungen des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) vorgestellt werden

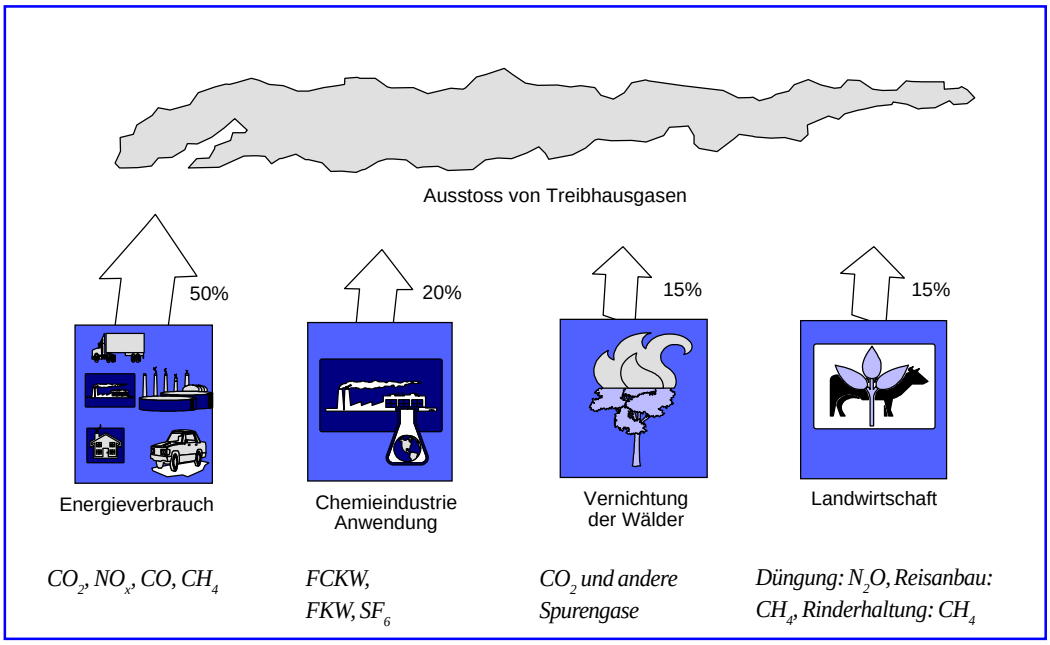


Abb. 6: Hauptquellen der global emittierten Treibhausgase (Quelle: Climate of the 21st Century: Changes and Risks – Scientific Facts)

Experimentelle Meeresforschung: Eisendüngung im Ozean.

In den letzten Jahren haben mehrere im offenen Ozean durchgeführte Eisendüngungsexperimente den endgültigen Beweis für eine lang umstrittene These erbracht: Die Fruchtbarkeit der landfernen Ozeane wird durch die Zufuhr vom windgetragenen, eisenhaltigen Staub von den Kontinenten gesteuert. So hat das Experiment EISENEX, das von FS Polarstern im November 2000 in den stürmischen Gewässern des Antarktischen Zirkumpolarstroms durchgeführt wurde, gezeigt, dass allein Eisenmangel das Wachstum des dortigen Planktons begrenzt. Diese Erkenntnis hat weitreichende Konsequenzen: Sie stützt die Vorstellung, dass der Planet Erde als zusammenhängendes System funktioniert und stellt zugleich der Menschheit ein neues Werkzeug zur Verfügung, in dieses System einzugreifen.

Mathematische Modelle zeigen, dass der 1000 km breite Zirkumpolarstrom im globalen Kohlendioxidhaushalt eine entscheidende Rolle spielt, die von der Produktivität der Algen bestimmt wird. EISENEX wurde durchgeführt, um die Modellergebnisse mit Messungen zu überprüfen. Von einer konzentrierten Eisenlösung angeregt, wuchsen die Planktonalgen im Experimentierfleck doppelt so schnell heran wie das ungedüngte Plankton außerhalb des Flecks. In drei Wochen bauten die gedüngten Algen fünfmal mehr Biomasse auf, trotz häufiger Stürme und des heftigen Fraßdrucks, der durch die Frühjahrsvermehrung des Zooplanktons ausgeübt wurde. Das Experiment ermöglichte die genaue Untersuchung der Wechselwirkungen innerhalb des planktischen Nahrungsnetzes. Allerdings konnte das Schicksal der erzeugten Algenbiomasse nicht ausreichend lange verfolgt werden. Dies ist aber entscheidend für den Kohlenstoffhaushalt: Verbleibt die von der Blüte erzeugte organische Materie in der Deckschicht, und wird dort von Bakterien und Zooplankton (kleine Planktontiere) abgebaut, findet keine langfristige Aufnahme des CO_2 statt. Sinkt dagegen ein Teil dieser Materie aus der Oberflächenschicht herab, wird der Atmosphäre entsprechend viel CO_2 über Jahrzehnte bis Jahrhunderte entzogen.

Trotz dieser Lücken in unserem Kenntnisstand wird eine großräumige Eisendüngung des Südlichen Ozeans als Lösung für das menschengemachte Treibhausproblem von einigen Firmen schon länger angepriesen. Patente sind bereits angemeldet worden, um Eisendüngung für die großflächige Aquakultur einzusetzen. Die internationale Wissenschaftlergemeinde möchte diesen kommerziellen Bestrebungen Einhalt gebieten, bevor nicht fundierte Kenntnisse über die Auswirkung von großräumiger Eisendüngung vorliegen. Auf jeden Fall müssen mehr Experimente wie EISENEX durchgeführt werden, um Klarheit in dieses sich entwickelnde, brisante Thema zu bringen. Diese erfolgreich erprobte Technik hat eine neue Ära in der Meeresforschung eröffnet: Der Übergang von einer beobachtenden zu einer experimentellen Wissenschaft.

Methaneis im Meeresboden – globale Bedeutung und Gefahren

Natürliche Gashydrate sind eisähnliche, feste Verbindungen aus Gas (wie z.B. Methan, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff) und Wasser, die sich bei hohem Druck und niedrigen Temperaturen unter natürlichen Bedingungen in Sedimenten am Meeresgrund und auf Kontinenten in Dauerfrostböden bilden. Aufgrund der großen Verfügbarkeit von Methan in Meeressedimenten bilden sich im Ozean vorwiegend Methanhydrate, die aufgrund ihrer käfigartigen Molekülstruktur in einem Kubikmeter Methanhydrat bis zu 164 Kubikmeter Gas enthalten. Nach bisherigen Untersuchungen werden von Geowissenschaftlern weltweite Abschätzungen vorgenommen, die zeigen, dass ungefähr 10.000 Gigatonnen Kohlenstoff in Gashydraten vorhanden sind. Diese Menge ist etwa doppelt so groß, wie die Kohlenstoffmenge in allen bisher bekannten Lagerstätten fossiler Brennstoffe, wie Kohle, Erdöl und Erdgas, zusammen (ca. 5.000 Gigatonnen). Die immensen Mengen an Methan in natürlichen Gashydratvorkommen stellen daher eine Energieressource dar, die möglicherweise in der Zukunft genutzt werden kann. Bisher ist aber keine Technologie entwickelt, um den technisch schwierigen Abbau zu bewerkstelligen.

Da Methanhydrate nur bei tiefen Temperaturen und/oder höheren Drücken stabil sind, stehen sie in sensiblem Gleichgewicht mit den Umgebungsbedingungen. Klimaänderungen, Temperaturschwankungen im Ozean oder auch Meeresspiegelschwankungen können daher sehr schnell zur Gashydratfreisetzung führen. Dabei kann das in Methanhydraten fixierte Methan in die Atmosphäre entweichen und zusätzlich den Treibhauseffekt verstärken. Bei Methanhydratfreisetzung in Meeressedimenten durch Änderungen der Druck- und Temperaturbedingungen kommt es im umgekehrten Fall zu einer Destabilierung vor allem der oberen Kontinentalhänge, wobei große Rutschmassen in die Tiefsee gleiten, mit verheerenden Folgen für die Tiefseeökologie. Bei entsprechender Größe der Rutschung kommt es zur Auslösung von mehrere Meter hohen Flutwellen (Tsunamis), die je nach Küstenmorphologie Küstenstädte stark schädigen. Weltweit wird daher zur Zeit Methanhydratforschung betrieben, wobei die Motive der einzelnen Länder sehr unterschiedlich sind. In Europa (stellvertretend sind Deutschland und Norwegen) stehen die Fragen der Klimawirksamkeit und der globalen Beeinflussung, sowie die Fragen der natürlichen Wechselwirkungen mit dem umgebenden Meeresmilieu im Vordergrund. Andere Länder, wobei Japan an erster Stelle zu nennen ist, planen oder betreiben bereits Grundlagenforschung mit dem erklärten Ziel, natürliche Methanhydratvorkommen in 15–20 Jahren zur Energiegewinnung abzubauen (Mehr Informationen in http://www.gashydrate.de).

Welche Folgen hat der Anstieg des Meeresspiegels für Mensch und Natur an der Küste?

Bis zum Jahr 2100 erwartet das IPCC als mittlere Schätzung einen allgemeinen Meeresspiegelanstieg von 50 cm gegenüber heute. Dies ist wenig mehr als der Anstieg des mittleren Tidehochwassers an vielen Pegeln der deutschen Nordseeküste schon während des zurückliegenden Jahrhunderts, aber gut doppelt so viel wie der rekonstruierte Anstieg bezogen auf die letzten vier Jahrhunderte. An einer naturbelassenen Küste ist ein solcher Anstieg kein Problem. An den zumeist steilen Felsufern verlagern sich lediglich die Siedlungszonen der Algen und Tiere nach oben. Komplexer ist das Geschehen an den flachen Küsten aus Sand und Schlick. Hier ist ein Anstieg des Meeresspiegels stets mit Umlagerungen der Sedimente verbunden. In den meisten Fällen werden sich solche Küsten durch Rückverlagerung des Ufers bei gleichzeitiger Aufhöhung des vorgelagerten Meeresbodens den veränderten Wasserständen anpassen. Die Pflanzen und Tiere des Uferbereiches sind hinreichend flexibel, um sich bei solchen Veränderungen weiterhin behaupten zu können.

Für den Menschen stellt sich an dicht besiedelten Küsten die Situation völlig anders dar. Metropolen ballen sich an Flussmündungen und Feriensiedlungen an sandigen Stränden. Tief liegende Küstenmarschen werden landwirtschaftlich intensiv genutzt und sind durch Sackungen oft schon unter das Meeresniveau geraten. Während an Stränden Sandverluste durch künstliche Aufspülungen kompensiert werden, sind Flüsse durch Sperrwerke und Küstenmarschen mit Deichen vor steigendem Wasser geschützt. Vielerorts wurden künstliche Uferverfelsungen in den Sand oder auf weichen Grund gesetzt. Diese anthropogenen Küsten fordern zunehmende Unterhaltungskosten bei weiterhin oder verstärkt steigendem Meeresspiegel. Sie verhindern die natürliche Anpassung der Küstenmorphologie an veränderte Wasserstände. Es kommt zur Küstenstauchung und das Risiko der Sturmflutungen wächst. Die flachen Übergangsbiotope werden vom ansteigenden Meer vor den starren Ufern zerrieben. Pflanzen und Tiere des ursprünglich breiten Übergangs zwischen Land und Meer bleiben dabei auf der Strecke.

Abb. 7: Der vom Menschen geschaffenen Küste fehlt die Nachhaltigkeit.

Wenn die Ufer fixiert sind und davor die Natur sich selbst überlassen wird, dann geht sie buchstäblich und unausweichlich baden. Je nach Ausgangsbedingungen hilft entweder eine kontrollierte Rücknahme erstarrter Ufer und deplazierter Infrastrukturen oder kompensierend das Vorspülen naturnaher Sedimentdepots. In beiden Fällen werden Puffer gegen die zunehmende Konfrontation zwischen Land und Meer geschaffen. Die Pflanzen und Tiere der Übergangsbiotope fänden ein dynamisches Refugium und für die Menschen an der Küste sinkt das Risiko.

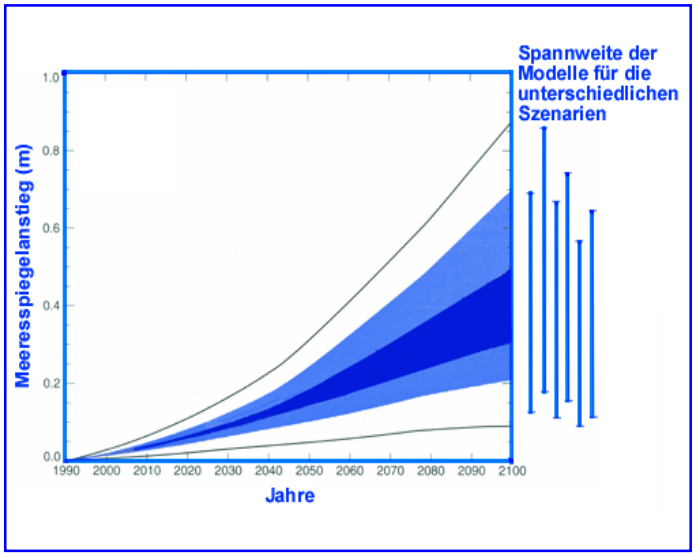


Abb. 8: Globaler Meeresspiegelanstieg bis 2100 aufgrund sechs verschiedener Szenarien. Danach wird der Meeresspiegelanstieg bis 2100 im Mittel 50 cm betragen. (Quelle IPCC 2001).

DIE »ÜBERNUTZUNG« DER MEERE

Der Mensch wird in der Zukunft – wie auch in der Vergangenheit – vom Meer abhängen. Nur die Verhältnisse haben sich verändert. Die schwerpunktmäßige Nutzung der Küsten als Erholungsgebiet zum Baden und zum Fischfang, durch die Landwirtschaft, für Häfen und Schifffahrt und auch zur Salzgewinnung wurde und wird immer mehr durch viele neue Nutzungsformen überlagert, die in ihrer Anzahl und Intensität alarmierend zunehmen.

Diese Aktivitäten haben sich nicht nur innerhalb der nationalen Wirtschaftszonen bis zu 200 Seemeilen weit ins Meer hinaus ausgebreitet, sondern sie sind bereits in weite Bereiche der Hoch- und Tiefsee vorgedrungen. Für den Küstenbereich sind vor allem folgende Nutzungen zu nennen, Nutzungen, die aus der zunehmenden Anzahl von Großstädten (Megacities) und Siedlungen resultieren, wie der Auf- und Ausbau von Industrie- und Hafenanlagen, und die damit verbundenen Belastungen durch Abwässer sowie durch Land-, Schiffs- und Luftverkehr mit ihren oft unvermeidbaren Folgen wie z.B. des Küstenschutzes und der Landgewinnung bis hin zu Kanalisierungen der Flussmündungen. Andere Nutzungen wie die Fischerei und die Aquakultur werden zunehmend intensiviert, und neue werden erschlossen, wie z. B. die »offshore« Gas- und Ölförderung, Sand- und Kiesgewinnung sowie die Nutzung von Windenergie in Windenergieparks mit ihren Stromkabeln bzw. Rohrleitungen. Hinzu kommt allenthalben ein intensiver werdender Tourismus, eine stetige Zunahme der Wasser-Sportfahrzeuge, und nach wie vor das Militär mit seinen Übungsplätzen zur Erprobung neuer Waffen.

In der Hoch- und Tiefsee nimmt die Anzahl der Nutzungen ebenfalls zu. Es sind vor allem zu nennen: eine intensivierte Fischerei, die Installation einer großen Anzahl von Gas- und Ölförderanlagen, die Verlegung von Kommunikationskabeln, die Endlagerung von Rest-/Abfallstoffen sowie Gewinnung von Energie durch Verwendung von Heißwasser. Bereits in der Planung ist die Entnahme von Erzen zur Gewinnung von Wertmetallen und von Methaneis als neue Energiequelle. Hier sind die Risiken für Meeresumwelt und Klima nicht abschätzbar.

Bis heute werden diese Nutzungen im Offshorebereich fast »planlos« genehmigt. Aufgrund der Dichte der Nutzungen vor allem in Küstennähe und der Höhe der notwendigen Investitionen ist die Gefahr von Konflikten beträchtlich gewachsen. Eine vorausschauende Raumnutzungsplanung ist dringend notwendig. Dabei muss der Naturschutz in der Raumnutzung besonders berücksichtigt werden. Seriöse ökonomische Studien zeigen, dass die Dienste des Meeres für die Menschen grob gerechnet einen globalen Wert von 23 Trillionen US $ haben, ein Wert, der von Politikern und Ökonomen bis heute nur sehr langsam erkannt wird (s. Begleitbuch). Bis jetzt wurde der Wert eines Meeresgebietes nur aufgrund der dort vorhandenen Rohstoffe wie Gas- und Öl oder Fischereiressourcen bestimmt. Der Dienste des Meeres für unsere Gesellschaft gibt es viele, und die Aufnahme von Abwässern und Abfällen, die Bereitstellung von Naturstoffen, die Möglichkeit zur Erholung der arbeitenden Bevölkerung, die positive Beeinflussung des Klimas durch das Meer, seine Rolle im globalen Wasserkreislauf, die Bereitstellung von »Straßen« für den Seetransport sind nur einige wichtige, die aus unserer Zeit nicht wegzudenken sind.. Eine gesunde Meeresumwelt ist daher von hervorragender Bedeutung sowohl für die Wirtschaft als auch für die Gesellschaft.

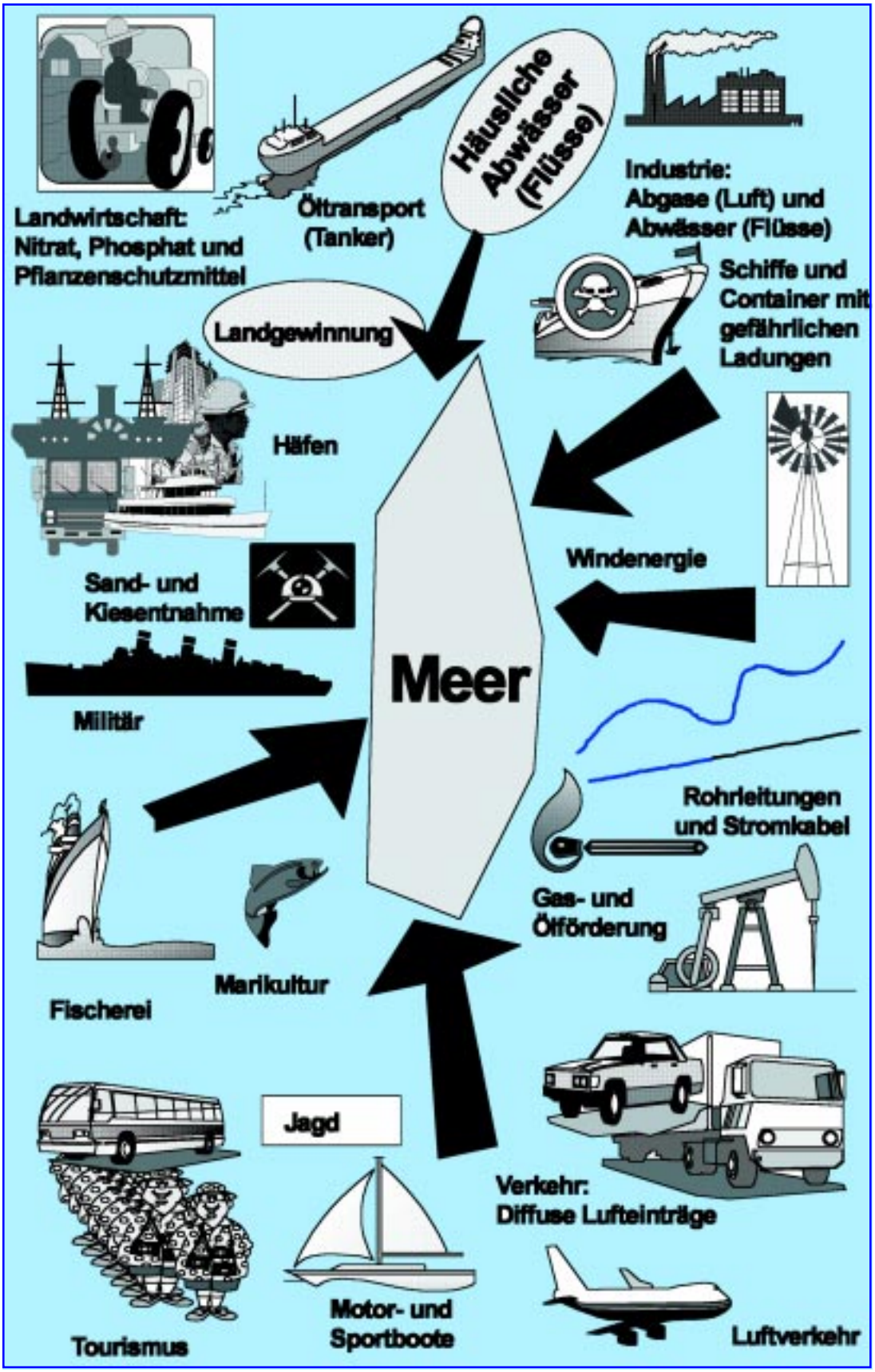


Abb. 9: Einige wichtige Nutzungen des Meeres.

SCHIFFSVERKEHR

Die Globalisierung des Welthandels wird zu einer Verstärkung vor allem des Schiffsverkehrs führen. Die Schiffswege in der Nordsee gehören zu den am meisten befahrenen Routen der Welt. Täglich fahren über 400 Schiffe durch die Straße von Dover, die gleichzeitig von rund 600 Fahrzeugen überquert wird (s. Begleitbuch). Die Gefahr von Schiffsunfällen mit schwerwiegenden Folgen wie der Untergang der PRESTIGE (2002) nimmt zu. Die Emissionen der Schiffe sind beträchtlich, da sie aus Kostengründen vorzugsweise mit Dieselmotoren ausgerüstet sind, die schweres Bunkeröl als Treibstoff verwenden. Meist handelt es sich um ein Abfallprodukt aus Raffinerieprozessen, das unter Freisetzung stark schwefelhaltiger Abgase brennt. Neben der unfallbedingten Ölverschmutzung ist auch die betriebsbedingte illegale Freisetzung von Ölen zu erwähnen. Außer diesen Gefahren sind die ökologischen Auswirkungen durch Einbringen von Schiffsabfällen und Schiffsabwässern beträchtlich. Hinzu kommt die Gefährdung durch Ballastwasser, das zur Trimmung der Schiffe geladen wird und in oder nahe den Bestimmungshäfen geleichtert wird. Viele der im Ballastwasser mitgeschleppten Organismen vermehren sich in der »neuen Heimat« massenhaft. Beispielsweise sind in der Nordsee bis jetzt 170 Arten bekannt, die auf diese Weise importiert wurden (s. Kap. 3.5.3 im Begleitbuch). Schließlich soll die TBT-Verschmutzung des Meeres genannt werden. Hochgiftige zinnorganische Verbindungen (TBT) werden seit 1970 in Schiffsanstrichen verwendet. Betroffen sind weltweit zwei Drittel aller Schiffe. Aus diesen Gründen werden hohe TBT-Konzentrationen in Häfen und auf Schifffahrtswegen gemessen. TBTs verursachen z.B. bei Schnecken eine Störung im Hormonsystem und führen zur Vermännlichung der weiblichen Tiere, wodurch ihre Fortpflanzung unmöglich gemacht wird (s. Kap. 3.3.6 im Begleitbuch).

Größer, schneller, weiter ... Welche Gefahren birgt der moderne Schiffstransport?

Tankerunfälle prägen aufgrund ihrer »Medienwirksamkeit« (verölte Küsten und Meerestiere) das Thema Ölverschmutzung in Öffentlichkeit und Politik. Sie sind jedoch nur für 5–10% der Ölverschmutzung der Meere verantwortlich. Insbesondere die MARPOL-Vorschriften (Maritime Pollution) der IMO (für Schifffahrt zuständige UNO-Organisation) haben zu einer deutlichen Abnahme der Ölverschmutzung durch Schiffe geführt. Schiffe erlauben bei niedrigen bis moderaten Geschwindigkeiten aufgrund des geringen Energieverbrauchs einen effizienten Transport. Je größer das Schiff, desto günstiger sind in der Regel die spezifischen Transportkosten (pro Tonne und Kilometer). Zum Vergleich: Um das gleiche Verhältnis von transportierter Masse zu installierter Leistung wie ein großer Tanker zu haben (0,07 kW/t), müsste ein durchschnittlicher Personenwagen mit 70 Watt (Glühbirne) angetrieben werden! Die Kehrseite der Medaille sind die potentiell sehr großen Ölmengen, die nach einer Kollision mit einem anderen Schiff oder einem Felsen austreten können. Problematisch erscheint Fachleuten aber eher der Umstand, dass die Gesetzgebung den Betrieb alter Schiffe mit niedrigem Sicherheitsstandard teilweise über Jahrzehnte erlaubt, was mitunter den Bau moderner, sicherer Schiffe aus Kostengründen verhindert. Sehr große Schiffe können zudem zu Problemen auf Wasserwegen und im Hafen führen. Das Ausbaggern von

Abb. 10: Die immer größer werdenden Container-Schiffe (Pers.Mitt. Volker Bertram - Leicht verändert).

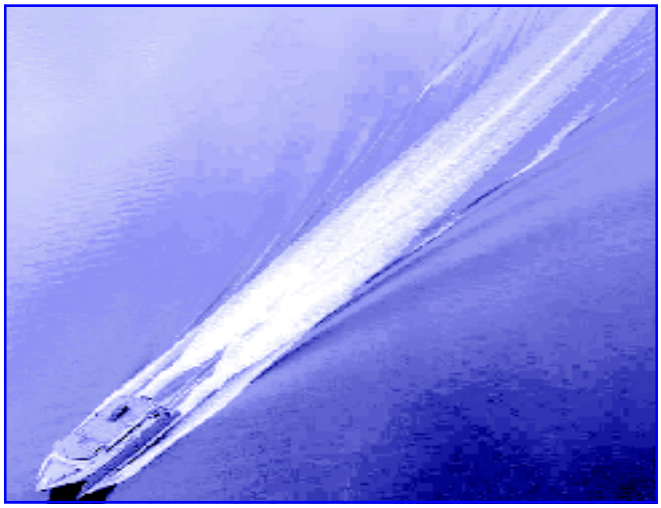


Abb. 11: Sehr schnelle Schiffe können mit ihrer Wellenbildung zu Erosion an Üferböschungen führen. Quelle: Queen's University Belfast.

Wasserwegen kostet nicht nur den Staat viel Geld: So werden natürliche Flussläufe weiter kanalisiert, Süßwasserwattflächen und Uferlandschaften zerstört und den Flüssen ihre natürliche Dynamik genommen. Zudem wirkt sich das Druckfeld des fahrenden Schiffes und seines Propellers auf seine Umgebung aus. Damit werden Tunnel zusätzlich belastet, Hafenanlagen unterspült, die Lebewesen auf der Gewässersohle beeinträchtigt usw. Mit zunehmender Geschwindigkeit steigt der Brennstoffverbrauch von Schiffen rapide an und zwar etwa mit der zweiten bis dritten Potenz, d.h. bei doppelter Geschwindigkeit wird die achtfache Treibstoffmenge verbraucht. Schnelle Schiffe mit 30 Knoten können dann schon einen spezifischen Brennstoffverbrauch (pro Kilometer und transportierten Kilogramm) wie LKW erreichen, bei 50 Knoten sogar den von Flugzeugen! Zudem können schnelle Schiffe in Ufernähe zu Problemen führen. Bei schnellen Schiffen sind die erzeugten Wellen besonders lang, was in einigen Fällen zu Ufererosion und Schäden an anderen verankerten Schiffen geführt hat. Geeignete Schiffsentwürfe und Betriebsempfehlungen könnten aber helfen, derartige Probleme weitgehend zu vermeiden.

Zusammenfassend erscheint moderner Schiffstransport immer noch als umweltfreundliche Alternative. Die wesentlichen Probleme sind erkannt und die Rahmenbedingungen begünstigen die Entwicklung noch umweltfreundlicherer Schiffe in der Zukunft. Das Hauptproblem der Schifffahrt ist zur Zeit die Überalterung der Flotte mit Substandard-Schiffen, die nach Ansicht vieler Schiffbau-Ingenieure ein unakzeptables Risiko für die Umwelt darstellen.

Gefährdung der Meeresumwelt durch Öl

Trotz harter Wettbewerbsbedingungen nahmen die weltweit durch den Schiffsverkehr transportierten Gütermengen in den vergangenen 30 Jahren um mehr als 200 Prozent zu. Weit mehr als die Hälfte der beteiligten Frachter und Tanker sind älter als 15 Jahre und unterliegen damit einem deutlich erhöhten Unfallrisiko. Eine besondere Bedrohung für Meeresorganismen besteht durch den Transport von Rohöl und seinen Produkten, da ca. 40 Prozent des globalen Erdölverbrauchs auf dem Seeweg transportiert werden. An der Verschmutzung der Meere durch Öle sind eine Vielzahl einzelner Substanzen beteiligt. Rohöle, zum Beispiel, stellen Stoffgemische aus mehr als 10.000 unterschiedlichen Verbindungen dar, wobei der größte Anteil auf Kohlenwasserstoffe entfällt. Zusätzlich sind aber auch u.a. Schwefel, Stickstoff, Schwermetalle, Phenole und organische Säuren enthalten sowie Substanzen, die der industriellen Verarbeitung entstammen, und solche, die durch Verbrennung und durch organische Abbauprozesse entstehen. Unter »chronischer Ölverschmutzung« durch die Seeschiffahrt werden Kontaminationen verstanden, die auf das Waschen von Öltanks und die Entsorgung von ölhaltigen Rückständen ins Meer zurückzuführen sind. Legale Einleitungen von Ölbestandteilen werden so durch illegale überlagert. Die Luftüberwachung illegal entsorgter Ölteppiche auf der Meeresoberfläche zeigt eine deutliche Konzentration entlang der Hauptschifffahrtswege.

Ölunfälle führen in unregelmäßigen Abständen zu oft gravierenden aber lokal begrenzten Schäden an der Meeresumwelt. Immerhin wurden in den letzten 10 Jahren ca. 170.000 t Öl durch nur drei Unfälle (BRAER, 1993; SEA EMPRESS, 1996 und ERIKA, 1999) in die Nordsee eingetragen; wobei die geringe Menge der PALLAS im Jahr 1998 mit ca. 200 t nicht eingerechnet ist. Das Ausmaß der nach einem Ölunfall beobachteten Folgen variiert in weiten Grenzen zwischen nur kurzzeitig auftretender Mortalität einiger Organismen und jahrzehntelangen Auswirkungen auf ganze Lebensgemeinschaften. Nach Ölunfällen auf hoher See wurden im allgemeinen nur kurzzeitige Effekte beobachtet. In Küstennähe treten dagegen längerfristige Effekte von mehr als 20 Jahren auf. Art, Zustand und Menge des Öls bestimmen im allgemeinen den Grad der Auswirkungen, wobei, wie der Unfall der

PALLAS zeigte, auch kleine Ölmengen zu großen Schäden bei Seevögeln führen können. Von besonderer Bedeutung ist die Empfindlichkeit der betroffenen Küste, die grundsätzlich mit abnehmender hydrodynamischer Energie ansteigt. Wie gerade die jüngsten Erfahrungen zeigen, bleiben Ölunfälle offenbar ein schwer zu kontrollierendes Problem, solange keine harmonisierte Überwachung der Schiffssicherheit in europäischen Gewässern besteht.

Ist die Seeschifffahrt ein umweltfreundliches Transportmittel?

Die Seeschifffahrt ist, bezogen auf die Transportleistung, umweltfreundlicher als alle anderen Transportmittel. Diese Aussage ist aber nur sinnvoll, wenn man die Wahl zwischen unterschiedliche Verkehrsmitteln hat. Das ist aber nicht so, weil niemand mit den Lkw nach Hongkong oder mit einem Seeschiff von Hamburg nach München fährt. In keinem Industriebereich sind die unausgeschöpften Reduktionspotentiale zum Schutz der Umwelt so groß, wie in der Seeschifffahrt. In der Industrie und im Verkehr werden weitreichende und kostspielige Maßnahmen zur Reduzierung der Schwefeldioxidemissionen realisiert, gleichzeitig sind die schwefelreichen Rückstandsöle der Treibstoff der Seeschifffahrt. Die Spülsäume an der Küste sind seit Jahrzehnten durch Abfälle aus der Schifffahrt verschmutzt und die Ölverschmutzungen der Seevögel durch die Aufbereitung minderwertiger Brennstoffe an Bord der Seeschiffe nehmen kein Ende. Wiederholt zeigte sich, dass die Verursacher die Kosten für die notwendige Schiffssicherheit einsparen und billigend in Kauf nehmen, dass den Opfern der Ölkatastrophen an der Küste schwerer Schaden zugefügt wird. Solange es bestimmten Flaggenstaaten erlaubt wird, ihre Verpflichtungen aus dem Seerechtsübereinkommen fortgesetzt und vorsätzlich zu verletzen, und solange das Stimmrecht der Flaggenstaaten im MARPOL-Übereinkommen an den Anteil der Tonnage an der Welthandelsflotte gebunden ist, wird sich dieser Zustand nur mit sehr kleinen Schritten über viele Jahrzehnte verbessern.

Sicherheit und Umweltschutz im Schiffstransport

Durchschnittlich fahren jährlich über 8.000 Tanker durch die Kadetrinne (Ostsee). Dies entspricht über 20 Schiffen pro Tag. Davon fahren 1–5 Tanker, die älter als 20 Jahre sind und keine Doppelhülle haben. Die Verkehrsdichte durch die Straße von Dover ist noch deutlich höher. In den nächsten Jahren erwartet man eine weitere Erhöhung des Schiffsverkehrs. Bis 2020 wird allein bei den wichtigsten Häfen der südlichen Nordsee von einer Verdopplung des Containerumschlags ausgegangen.

Die erzielten Fortschritte durch Verbesserung der verschiedenen Brennstoffe wie Heizöle, Benzin und Diesel im Binnenland und die Fortschritte in der Autoindustrie und in den Hausheizungen zum Schutz der Umwelt werden teilweise durch den Schiffsverkehr zunichte gemacht. Der Grund ist der, dass die in der Erdölindustrie abgetrennten Verunreinigungen (Rückstandöl) als Treibstoff in Schiffen verwendet werden dürfen. Die in hoher Menge freigesetzten Stoffe (CO_2, SO_2, NO_x und Ruß) verstoßen gegen die internationalen Bemühungen, das Klima der Erde zu schützen, da sie auch direkt oder indirekt klimarelevante Substanzen sind.

Das Flaggenstaatprinzip ist das größte Hindernis, um die dringend notwendig Reduzierung der Schwefelemissionen zu erzielen. Der Tonnageanteil der Flaggenstaaten mit einem Fremdflaggenregister nimmt ständig zu, das heißt, dass zunehmend zwischen den Nationalitäten der Schiffseigner und den Flaggenstaaten zu unterscheiden ist. Von den 206 Flaggenstaaten entfallen auf die ersten 20 Flaggenstaaten mit der größten Tonnage zwischen 55 und 65% der Schwefelemissionen. Schiffe halten sich die meiste Zeit in unmittelbarer Küstennähe auf. Nur etwa 20% der Seeschiffe befinden sich auf der Hohen See. In Hamburg und Travemünde z.B. stammen 60% der Schwefelemissionen aus dem sogenannten ruhenden Verkehr. Dieser entsteht dadurch, dass die Seeschiffe während der Liegezeit in den Häfen ihren erheblichen Energiebedarf durch eigene Hilfsdiesel decken, die qualitativ minderwertigen Treibstoff verwenden.

Zu große Schiffe auf zu kleinen Flüssen: Konzept eines umweltfreundlichen Schiffes

Mit einem umweltfreundlichen Schiffe strebt man das Minimum der Umweltfolgenkosten bei vorgegebener Transportarbeit an. Unter Umweltfolgenkosten sind zu verstehen: Schäden durch Schiffs-Emissionen bei Normalbetrieb in Luft, Wasser, Böden und am Klima – Schäden an Fluß- und Küstenlandschaften durch Ausbau für die Schifffahrt – Umweltschäden durch Schiffskatastrophen.
Bei einer Optimierung, d.h. einer Minimierung aller Kosten ergeben sich Widersprüche: Je flacher und kürzer und wendiger ein Schiff ist, desto geringer sind seine Anforderungen an den Fahrwasserausbau; je größer und schwerfälliger das Schiff ist, desto geringer sind aber seine auf die Transport-Arbeits-Einheit bezogenen Emissionen wie auch die Transportkosten.

Voraussetzung für die Berechnung von Umweltfolgenkosten sind quantitative ökologische Folgenanalysen, also Berechnungen der Schäden von z.B. einer Million Tonnen SO_2 oder einer Fluß-Staustufe auf das Grundwasser. Diese Zahlenangaben findet man bisher nur vereinzelt und fast ausschließlich für Abgase, Lärm und Erschütterungen, also nicht für den Ausbau der Fahrwasser für die Schifffahrt. Aus diesen

Gründen kann »das umweltfreundliche Schiff« z.Z. quantitativ nur in Bezug auf den Antrieb definiert werden. Für die Weltschifffahrt wird hochgerechnet, dass die Umweltfolgenkosten pro Tonne und Seemeile durch den Umstieg von Rückstandsölen auf Land-Diesel halbiert werden könnten. Natürlich um den Preis der Mehrkosten für Land-Diesel gegenüber dem z.Z. an Bord verfeuerten Raffinerie-Rückstandsöl. Die übrigen Umweltwirkungen der Schifffahrt können noch nicht in diesem Ausmaß in Geldmengen ausgedrückt werden. Es fehlen vor allem ökologische Kosten-Nutzen/Schaden-Analysen. Deshalb folgt hier nur eine Liste von Kriterien und Hinweisen, die teilweise willkürlich sind, aber derzeit schon berücksichtigt werden müssen.

- Die Schiffsgröße soll den beabsichtigten Fahrgebieten angepasst werden, also so klein sein, dass möglichst kein weiterer Verkehrswasserbau nötig ist (es gibt ohnehin in Europa keine Flüsse mehr die sowohl natürlich wie auch schiffbar sind), aber in diesem Rahmen so groß, dass alle Betriebs-Emissionen und -Kosten pro Transportarbeit minimiert werden können.
- Propulsions- und Manövriereinrichtungen sollen so weit redundant sein, daß sich das Schiff auch unter schwierigsten Bedingungen retten kann.
- Tanks und Laderäume mit gefährlichen Vorräten/Ladungen müssen von der Außenhaut durch überwachte Räume getrennt sein.
- Die als Treibstoff üblichen Rückstandsöle sind durch an Land gebräuchliche Dieselöle zu ersetzen. Dadurch würde die Emissionen von CO_2, SO_2, NO_x, Ruß, Ölschlämme drastisch reduziert.
- Moderate Geschwindigkeit: der Einsatz von 6 langsameren »Bulkern« anstelle von 5 schnelleren kann bei gleicher Jahrestransportarbeit etwa 35% CO_2 einsparen.
- Keine toxischen Beschichtungen auf der Schiffsaußenhaut zur Bewuchsverhinderung , sorgfältiges Beobachten der toxischen Alternativen zu TBT. Es besteht die Gefahr größeren Treibstoffverbrauches, wenn die neuen »Antifoulings« nicht die Oberflächenglätte erreichen wie die alten.
- Im Ballastwasser von Schiffen werden Lebewesen aus Küsten- und Flussgebieten zwischen den Kontinenten als blinde Passagiere transportiert. Sie können große Schäden anrichten, wenn sie sich ohne ihre natürlichen Feinde in neuen Siedlungsgebieten ausbreiten. Durch Ballastwasser-Austausch auf hoher See kann diese Gefahr zwar vermindert werden, es müssen jedoch bessere Techniken (z.B. steriles Industriewasser als Ballast) entwickelt werden
- Weltweit standardisierte Entsorgung von Müll, Abwässern, Ladungsresten, ölhaltigem Bilgenwasser, Treibölschlämmen, alten Schmier- und Betriebsmitteln ist endlich durchzusetzen und zu kontrollieren.
- Mittelfristig sollen neuartige Antriebskonzepte mit Photovoltaik, Brennstoffzelle, (Hilfs-) Segel entwikkelt werden.

Brauchen Containerschiffe neue Häfen?

Die großen Universalhäfen der Hamburg-Antwerpen-Range (also der Hafenkette zwischen Hamburg und Antwerpen) werden ihre Containerumschlaganlagen massiv – auch zu Lasten anderer, an Bedeutung abnehmender Hafenfunktionen – ausbauen. Dies wird jedoch nicht ausreichen. Sowohl im Elbe-Weser-Mündungsbereich als auch im Rhein-Maas-Mündungsbereich wird deshalb langfristig zumindest jeweils ein zusätzlicher großer Containerhafen entstehen. Nach dem derzeitigen Diskussionsstand dürfte es sich dabei um die Standorte Wilhelmshaven (Jade-Weser-Port) und Vlissingen handeln.

Innerhalb des kalkulatorischen Abschreibungszeitraums für heutige Infrastrukturinvestitionen (mindestens 30 Jahre) wird es zu mehr als einer Verdoppelung der Nachfrage nach Umschlagkapazitäten kommen, gleichgültig, welches Szenario weltwirtschaftlicher Entwicklung zugrunde gelegt wird. Dies gilt auch für den südlichen Nordseeraum.

Diese Trends insbesondere im Containerumschlag, sowie die an vielen Orten laufenden Maßnahmen zur Verbesserung der Umschlagkapazitäten sind mit erheblichen Negativwirkungen für die Nordsee und insbesondere die Nordseeküste verbunden (s. Kap. 2.3.2 im Begleitbuch):

- Belastungen durch den Hafenausbau: Die Auswirkungen der Hafenerweiterungen beispielsweise an der Außenschelde und an der Rotterdamer Maasvlakte. Betroffen sind nicht nur der Flächenverbrauch im Bereich der Häfen sondern Veränderungen im gesamten Küstensystem.
- Belastungen durch sog. Fahrwasseranpassungen: Die durch Fahrwasserverbreiterungen und streckenweise auch -vertiefungen bewirkten Veränderungen in Fließgeschwindigkeiten und Fließrichtungen, vielfach bis weit vor die Küste hinaus, mit ihren Auswirkungen für die Deichsicherheit müssen beachtet werden.
- Belastungen durch die Zunahme des Schiffsverkehrs: Der Einsatz von minderwertigen Ölen als Treibstoff ist mit extremen Rußemissionen und umfangreichen Rückständen in Form von Ölschlämmen (»sludge«) und Illegalem Ablassen von Ölschlämmen auf hoher See verbunden. Selbst bei einem Beheben durch intensivere Kontrolle bleibt die Rußemission, die für einen großen Teil des Öleintrags in die Nordsee verantwortlich ist.

FISCHEREI

Eine der ältesten Nutzungen des Meeres ist die Fischerei. Mit Zunahme der Nachfrage nach Meeresprodukten und der technischen Entwicklung wurde die Fischerei mehr und mehr verbessert und intensiviert. Seit den 1960er Jahren wird die Fangkapazität der Flotten durch höhere Maschinenleistungen, verbesserte Fangtechnik und Einführung moderner Ortungssysteme sowie automatisierte Verarbeitung um das Vielfache erhöht. Heute wird die Mehrzahl der nutzbaren Meeresfischbestände bis an die Grenze des Möglichen befischt. Während Schwarmfische wie der Nordatlantische Hering, die Makrelen oder auch die Peruanischen Sardellen sich nach Zusammenbrüchen in den letzten Jahrzehnten wieder erholt haben und gute Fänge erlauben, zeigen einige der wertvolleren Bodenfischarten, allen voran der Kabeljau und seine Verwandten, deutliche Übernutzungserscheinungen bis hin zum (ökonomischen) Kollaps.

Das Überfischungsproblem: Konsequenzen für Bestände und Fischerei

Diese Entwicklung ist trotz Einführung der 200smWirtschaftszonen durch die Küstenstaaten, trotz intensiver wissenschaftlicher Kontrolle der Bestandsentwicklungen und trotz internationaler Organisation der wissenschaftlichen Beratung und des Managements weltweit zu beobachten. Der Fischereiaufwand ist nur in Ausnahmefällen der Ertragsfähigkeit der Fischbestände angepasst.

> Die Fischbestände der EU werden seit 1983 im Rahmen der Gemeinsamen Europäischen Fischereipolitik (GFP) bewirtschaftet. Alle zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung erforderlichen Instrumente, wie eine leistungsstarke Fischereiforschung, internationale Kooperation, Management- und Kontrollmechanismen sind in der GFP vorhanden. Trotzdem hat sich der Zustand auch vieler europäischer Fischbestände in den letzten 20 Jahren dramatisch verschlechtert, und die Ertragslage der Fischerei ist unbefriedigend. Allein in der Nordsee wurden in den 1970er Jahren von den wichtigsten Bodenfischarten (Kabeljau, Schellfisch, Wittling, Seelachs, Scholle und Seezunge) 1,2 Mio. t jährlich gefangen; im Jahr 2001 waren es nur noch 310.000 t. Heute gilt der Nordseekabeljau – der allein zeitweise Fischereierträge von über 300.000 t im Jahr erlaubte – als völlig erschöpft und sollte nicht mehr gezielt befischt werden.

Die Problematik ist allgemein bekannt und dennoch erscheint Abhilfe schwer erreichbar. Bedingt ist dieses Problem u.a. durch Unverantwortlichkeit, aber auch durch ökologische Phänomene, die dafür sorgen, dass die Konsequenzen der Überfischung sowie der Erfolg von Managementmaßnahmen nicht immer gleich offensichtlich sind.

Hohe natürliche Fluktuationen im Nachwuchserfolg der Bestände lassen jede konkrete Vorhersage über Bestands- und Ertragsentwicklungen unsicher werden, um so mehr, je längerfristig die Vorausschau ist. Fischerei nimmt selbst gravierenden Einfluss nicht nur auf die durchschnittliche Größe einzelner Bestände, sondern vor allem auch auf die Variabilität und damit auf die Unsicherheit in der künftigen Entwicklung. Sie beeinflusst selektiv Bestandsstruktur, Größenverteilung sowie auch genetische Eigenschaften und hat damit bedeutende Auswirkungen auf die Produktivität der Bestände, die Wechselbeziehungen in den Lebensgemeinschaften und die Reaktion dieser Gemeinschaften auf Veränderungen in den Umweltbedingungen. Fischereiliche und natürliche Einflüsse können nicht getrennt bewertet werden, da die Wirkung dieser Einflüsse durch ihr Zusammenspiel bestimmt wird.

Nachhaltige Nutzung kann nur erreicht werden, wenn die für die Lebensstrategie der Fische charakteristischen Bestandsstrukturen erhalten bleiben und die selektiven Einflüsse durch die Fischerei gering gehalten werden. Aufgrund der nicht vermeidbaren Unsicherheiten in den Bestandseinschätzungen erhalten darauf basierende Empfehlungen zur Fangbegrenzung bei der Entscheidung über Fangquoten in der Regel weniger Gewicht als drängende politische und soziale Zwänge. Ökologisch vertretbare, nachhaltige und ökonomisch lohnende Fischerei erfordert einen Wechsel von der Begrenzung der Fangmenge zur Begrenzung der Fischereikapazität, die jeweils sinnvoll an die regionalen biologischen Produktionsbedingungen angepasst sein muss.

Die Überfischung hat zunächst eine Reduktion der Altersgruppen zur Folge, wobei die Anzahl der Fische höherer Jahrgänge im Bestand abnimmt. Die Anzahl der geschlechtsreifen Tiere (SSB) reduziert sich und der Anteil der Erstlaicher steigt. Erfahrungsgemäß produzieren diese Tiere Geschlechtsprodukte schlechter Qualität und in geringer Menge, was weniger Nachkommen und eine erhöhte Rate von embryonalen Missbildungen zur Folge hat. Die SSB soll oberhalb einer bestimmten Grenze liegen, um die Nutzung innerhalb sicherer biologischer Grenzen zu halten. Aufgrund dieser Entwicklung nehmen die Kosten für den Fischer zu. Er muss länger arbeiten, um den gleichen Ertrag bei einer nachhaltigen Fischerei zu erzielen.

Dynamik der Überfischung und Verschiebung in der Artenzusammensetzung.

Überfischung führt häufig zu unerwünschten Änderungen im Ökosystem, die nur schwer rückgängig zu machen sind. Überfischung ist auch ökonomisch nicht sinnvoll, da die Kosten weit über und die Fänge mittelfristig weit unter den Werten liegen, die mit nachhaltiger Fischerei erbracht würden. Die Analysen der Anlandungsstatistiken des Nordostatlantik und der Nordsee verglichen mit den globalen Statistiken zeigen, dass heute über die Hälfte der Weltbestände überfischt oder zusammengebrochen sind. Dieser Trend verstärkte sich in den letzten Jahren, auch im Nordostatlantik und in der Nordsee. Im Ökosystem Nordsee verschiebt sich die Artenzusammensetzung zugunsten kleiner Tiere. Größere Exemplare von Scholle, Seezunge, Schellfisch, Wittling und Kabeljau sind hier äußerst selten geworden. Ihre aktuelle Nutzung basiert hauptsächlich auf dem Fang von nur 3 bis 4 Altersgruppen. Es sind seit langem nicht nur drastische Rückgänge den Populationsgrößen und das Fehlen älterer Tiere dieser Nutzfischbestände festzustellen, sondern auch eine Zunahme von Arten weiter unten im Nahrungsnetz wie Sandaale, Stintdorsch, Sandgarnelen und Kaisergranat, die wichtige Beutetiere der o.g. Raubfische sind.

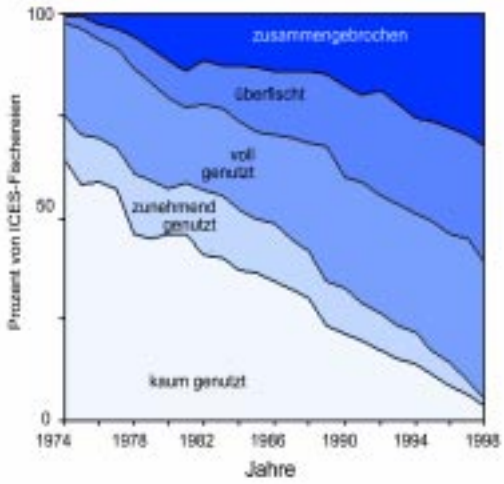


Abb. 12: Trends im Zustand der Fischereien des Nordostatlantik und der Nordsee

Maßnahmen zur nachhaltigen Nutzung der Fischbestände

Die Ursachen für die negative Entwicklung in der Fischerei sind bekannt: Zu viele bzw. zu fangstarke Fischereifahrzeuge entnehmen einen zu großen Anteil der jährlich nachwachsenden Fischproduktion; die derzeitige *Überkapazität* in Europa wird auf mindestens 30–50% der Flottenstärke geschätzt. Dabei sind die über die Gesamtfangmengen (TAC) und Quoten geregelten Anlandungen durchaus an die Ertragsmöglichkeiten angepasst: diese Mengen werden jährlich auf Grund wissenschaftlicher Gutachten der Fischereiforschungsinstitute und des Internationalen Rates für Meeresforschung (ICES) festgelegt. Problematisch sind die wesentlich höheren tatsächlich getätigten Fänge, von denen ein Großteil ungenutzt und in der Regel tot wieder über Bord geworfen wird. Nach Berechnungen der Fischereiforscher wurden beispielsweise im Jahr 2001 aus der Nordsee weniger Schellfische angelandet (40.000 t) als durch die Quoten erlaubt war (61.000 t). Im selben Jahr wurden aber 118.000 t gefangene (vor allem junge) Schellfische ungenutzt über Bord gegeben. Diese Verschwendung kann dazu führen, dass es in den nächsten Jahren zu einem Zusammenbruch der Schellfischfischerei in der Nordsee kommt.

Die Festlegung von *Anlandemengen* allein kann also den verschwenderischen Umgang mit den Ressourcen nicht verhindern. Vielmehr muss eine *Reduktion der Fangkraft der Flotten* so vorgenommen werden, dass auch die Fänge in einem Maße zurückgehen, dass der Erhalt der Fischbestände garantiert ist. *Alle gefangenen Fische müssen angelandet und auf die Quoten angerechnet werden*, so dass für jeden einzelnen Fischer ein Anreiz besteht, *selektiv zu fangen*. Eine Kontrolle der Einhaltung solcher Vorschriften auf See ist nur in wenigen Fällen möglich – aus diesem Grund müssen die Fischer selbst stärker in die Verantwortung für eine nachhaltige Bewirtschaftung ihrer Fischbestände genommen werden und von der Berechtigung der Regeln überzeugt werden. Festgestellte Verstöße gegen die Fischereigesetze müssen europaweit mit deutlich spürbaren Strafen (z.B. *Lizenzentzug*) geahndet werden können.

Aber auch eine gut geregelte Fischerei kann ungewollte und unvermeidbare negative Auswirkungen auf die Meeresumwelt ausüben. Parallel zu einem besseren Fischereimanagement muss deshalb den marinen Ökosystemen in Zukunft mehr Raum für *ungestörte Entwicklung* eingeräumt werden. Das derzeitige Konzept einer beinahe flächendeckenden Nutzung der Meere erlaubt keinen durchgreifenden *Schutz potentiell sensibler Arten und Habitate*. Die Einrichtung von *marinen Schutzgebieten* in besonders ausgewiesenen Meereszonen könnte die notwendigen Refugien schaffen, um die absehbare weitere Intensivierung der Fischerei und anderer Nutzungsformen des Meeres zu kompensieren und so zugleich zum Nutzen der Fischer und der Konsumenten zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Fischbestände beitragen.

Wie nachhaltig sind die Fangmethoden der Fischerei?

Große Flächen des Meeresbodens in der Nordsee werden ein- oder sogar mehrfach im Jahr mit Fischereigeschirr bestrichen. Doch werden nicht nur Seezungen und Schollen gefangen. Jährlich gehen allein in der südlichen Nordsee schätzungsweise 150.000 t nicht-marktfähiger Beifangfisch und rund 85.000 t tote oder geschädigte Wirbellose als Beifang wieder über Bord, die sogenannten »Discards«. Schiffsfolgende Seevögel profitieren zuerst von den Discards. Der größte Anteil des Beifangs jedoch sinkt auf den Meeresboden (rund 80% der Plattfische und 90% der Wirbellosen). Inzwischen ist deutlich, dass die Menge an Bodentieren, die durch die Einwirkungen des Bodengeschirrs geschädigt werden und in der Schleppspur zurückbleiben, die Discardmenge um das rund 3–5fache übersteigt.

Weitere Effekte der Fischerei auf das marine Ökosystem sind: Ausdünnung der Bestände großer Räuber, Habitatnivellierung, Reduzierung sessiler Tierkolonien, regelmäßige Störung des Bodengefüges, Aufwirbelung und schnellere Remineralisation von Nährstoffen und Verschiebung des Größenspektrums der Bodenfauna. Weltweit sind diverse destruktive aber selten nachhaltige Fischereitechniken im Gebrauch. Welche Folgen haben diese Eingriffe auf das Bodenökosystem und für den Fischstand? Und hat die Fischerei möglicherweise das Bodenökosystem bereits verändert? Im letzten Jahrzehnt sind diese Fragen innerhalb europäischer Projekte eingehend erforscht worden. Es fehlt nicht an alternativen Fischereitechniken, um Beifang zu vermeiden und vor allem die Effekte auf das Bodenleben zu vermindern. Genannt seien hier Sortiergitter, Quadratmaschen, Fluchtfenster und der Einsatz von schonenden Stimulierungs-/Scheuchtechniken wie Wasserjets oder elektrische Pulse.

Für die Zukunft ist eine Kombination der beschriebenen Techniken aussichtsreich: Stimulationstechniken, um den »richtigen« Fisch ins Netz zu bekommen und das Benthos zu schonen, und gleichzeitig Schaffung von Fluchtfenstern im Netz für weniger Beifang. Es bleibt die Frage, ob solche Maßnahmen ausreichen und ob nicht ein Fischereimanagement nötig ist, welches außer dem Fisch auch andere Komponenten des marinen Ökosystems berücksichtigt (s. auch Kap. 3.4.6 im Begleitbuch).

Tödliche Bedrohung Beifang: Wale und Delfine sterben in der Fischerei

Fast jeder Buckelwal verfängt sich einmal im Leben in einem Fischernetz, so eine Bilanz von Wissenschaftlern anlässlich der 54. Jahrestagung der Internationalen Walfang-Kommission (IWC) im Jahr 2002. Nach Fotos von 99 Buckelwalen vor der Ostküste Nordamerikas trugen über 70% aller Buckelwale Abdrücke und Wunden von Fanggeschirren. Auch Zwerg-, Finn- und Blauwale sowie Nordkaper, geraten in die nicht für sie aufgestellen Fallen, wie Spuren im Bereich der Schwanzflossen, aber auch anderer Körperteile, dokumentieren.

Wie viele Wale sich aus solchen »Beifängen« wieder befreien können und wie viele verenden, ist unbekannt. Schätzungen gehen bei den bis 16 Meter großen Buckelwalen von Todesraten bis 16% und bis 70% bei den mit neun Metern kleineren Zwergwalen aus. Noch höher dürfte die unbeabsichtigte fischereiliche Sterblichkeit bei Kleinwalen Delfinen und Tümmlern ausfallen. Wissenschaftler befürchten, dass Nordkaper, manche Buckelwale sowie andere gefährdete Bestände großer und kleiner Wale, wie der Vaquita im Golf von Kalifornien (knapp 500 Tiere) und Schweinswale in der Ostsee (höchstens noch 600) und im Schwarzen Meer aussterben, auch wenn sie nicht mehr gezielt bejagt werden. Die Kleinen Tümmler in der Ostsee, wie Schweinswale auch heißen, leiden besonders unter der Stellnetz- (auf Dorsch und Plattfische) und Treibnetzfischerei (auf Lachse). Obwohl die langen Hochsee-Treibnetze durch einen Beschluss der Vereinten Nationen – und in der EU Treibnetze von mehr als 2,5 km Länge – seit 1992 verboten sind, besteht absurder Weise für die besonders sensible Ostsee und ihre überstrapazierten Fischbestände eine Ausnahmeregelung. Die Folge: Die etwa 300 Lachsfischer haben rund um das Jahr zusammen durchschnittlich 6.300 km Treibnetz in der Ostsee ausgesetzt.

Abb. 13: Tödlich »verstrickt« – als Beifang angelandeter toter Schweinwal (Foto: H. Vesper).

Obwohl weder die Bestandsgröße der kleinen Wale noch die Beifangzahlen exakt bekannt sind, gehen Wissenschaftler davon aus, dass der Ostsee-Schweinswal aufgrund der geringen Populationsdichte eine Beifangrate von >2 Ind./Jahr auf längere Sicht nicht verkraften kann. Nachträglich gestrandete (und oft aus den Netzen »entsorgte«) Todfunde sprechen aber dafür, dass in jedem Jahr viel mehr Schweinswale im Ostsee-Beifang umkommen. In der Nordsee gehen allein dänischen Fischern nach einer Untersuchung von 1992–1994 mindestens 7.000 Schweinswale in die Netze, die für Kabeljau, Steinbutt und Seezunge ausgebracht werden. Mit weiteren Anrainerstaaten zusammen, dürfte die Todesrate in der Nordsee bei über 10.000 Tieren liegen – und auf Dauer Schweinswale auch hier nicht überleben lassen.

Zwar existiert mittlerweile im Rahmen des Kleinwale-Abkommens ASCOBANS (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas) ein Rettungsplan für den Ostseeschweinswal, der z.B. die Umrüstung von Treibnetzen auf Langleinen und von Stellnetzen auf Fischreusen fordert, doch bleibt abzuwarten, ob der Plan im August 2003 auch verabschiedet – und dann umgesetzt wird. In einem vergleichbaren Projekt, im Golf von Maine, konnte der Beifang durch eine Kombination von veränderten Fanggeschirren, temporären Fischfangverboten, dem Einsatz von Beobachtern auf Fangbooten und von sogenannten Pingern, Tongebern, die die Wale vor den Netzen vertreiben, deutlich reduziert werden.

Statistiken der USA lassen weltweit eine Beifangrate von mindestens 60.000 Walen, Delfinen und Tümmlern pro Jahr vermuten. Das ist eine Todesrate von mindestens 150 pro Tag. Andere Nicht-Zielarten, wie Seevögel, Robben, Schildkröten und Fische sind nicht mitgerechnet. Ein Beispiel: Allein in den letzten fünf Jahren wurden in antarktischen Gewässern mindestens 400.000 Albatrosse und Sturmvögel in der Langleinenfischerei getötet; 90.000 noch im Jahr 2001, obwohl die Probleme nicht nur bei CCAMLR (Commission for the Conservation of Antarctic Living Resources) bekannt sind.

Vermutlich verenden weit mehr als 60.000 Walartige in der Fischerei, zumal die Beifänge in den USA, auf deren eher positiven Statistiken die Hochrechnungen beruhen, während der letzten 10 Jahre um etwa zwei Drittel zurückgegangen sind. Nur wenige andere Länder bemühen sich um Reduzierung oder führen wenigstens zuverlässige Statistiken. Zudem beinhalten die US-Daten keine Angaben über Hochseefangflotten (distant water fishing fleets), Sport- und Hobbyfischerei (recreational fishing) oder örtliche Fischerei für den direkten Verbrauch (small-scale subsistence fishing). Diese zuletzt genannte Fischerei durch Küstenbewohner aber findet in vielen Entwicklungsländern statt und dürfte zusätzlich einen signifikanten Anteil am Beifang auch von Waltieren haben. Bei uns wäre noch die Nebenerwerbsfischerei zu nennen. Der Wissenschaftsausschuss der Internationalen Walfang-Kommission (IWC) fordert seit mehr als zehn Jahren, Konsequenzen aus den keineswegs »nachhaltigen« Beifang-Quoten zu ziehen. Doch bislang hat kaum eine Fischereination wirklich gehandelt. Und die Dunkelziffer – nicht nur in Fernost – ist groß.

Dass Gesetze auch halten können, was sie versprechen, zeigte sich in den USA, als die Öffentlichkeit »delfinfreundlichen« Thunfisch verlangte. Es war bekannt geworden, dass in der Ringwaden zum Thunfang Abertausende von Delfinen, die es auf dieselben Futterfische abgesehen haben wie die Thunfische, ertränkt wurden. In nur 30 Jahren, zwischen 1959–1989 wurden in der »Eastern Tropical Pacific (ETP) Rindwadenfischerei« über 7 Mio. Delfine (hauptsächlich drei Arten) im Beifang getötet. Der »Marine Mammal Protection Act« der USA verlangt in solchen Fällen eine Strategie, an der alle Beteiligten mitarbeiten, Fischer, Fischereimanager, Wissenschaftler und Verbände. Die Thunfischer haben es immerhin geschafft, den Beifang drastisch zu reduzieren; manche allerdings haben es vorgezogen, unter Fremdflagge – ohne delfinfreundliche Bestimmungen – zu operieren.

Abb. 14:
Ein 12-m-großer Pottwal verstrickt in einem Kiemennetz vor der türkischen Mittelmeerküste. Das Tier wurde durch das Türkische Meeresforschungsstiftung (TUDAV) und die Türkische Marine gerettet (Foto: Ayhan Dede). Mit freundlicher Genehmigung von ACCOBAMS, Monaco.

NUTZUNGS-KONFLIKTE

Die Nutzung der Meere nimmt zu und wird aufgrund der wirtschaftlichen Entwicklung intensiver. Gefährliche Ladungen mit veralteten Schiffen werden vor Naturschutzgebieten, touristischen Zentren und wertvollen Fangplätzen transportiert. Landwirtschaftliche und andere toxische Abfälle gelangen weiterhin ins Meer, wo Fische zum menschlichen Verzehr gefangen werden. Windparke werden in oder an wertvollen Naturgebieten geplant. Fischer im Verbund mit staatlichem Subventionismus drücken die Bestände ans Ende der Regenerationsfähigkeit. Urlauber werden durch marinen Motorsport vertrieben. Die Konfliktstrukturen sind bereits sehr komplex und neue Nutzungen wie Aquakultur und Gewinnung von Windenergie mit riesigen Investitionen kommen hinzu (s. Kap. 2.3.12 im Begleitbuch). Konflikte sind unausweichlich. Es liegt im Interesse aller Sektoren unserer Gesellschaft die Risiken auf Fehlentwicklungen zu minimieren. Die Vielfalt und Dichte der Nutzungen in der Nordsee und die hinzu kommenden Raumnutzungen erfordern dringend eine Richtlinie zur Raumplanung.

Gas- und Ölförderung

Die Ölförderung im marinen Bereich gewann vor allem ab den 1960er Jahren an Bedeutung. In der Nordsee wurde das erste Ölfeld 1967 vor der dänischen Küste entdeckt. 1969 gelang der erste wirtschaftlich verwertbare Ölfund vor dem norwegischen Gebiet. Die umfangreichsten Entdeckungen gelangen in den Jahren 1973 und 1974. Zwischen 1984 und 1993 stieg die Anzahl der Installationen (Öl und Gas) von 143 auf 438 an und 1999 gab es insgesamt 616 Installationen (s.Kap. 2.3.10 im Begleitbuch).

Im Zeitraum von 1984 bis 1993 wurde durch verschiedene Maßnahmen die gesamte Ölverschmutzung aus Ölförderanlagen trotz Vermehrung der Anlagen um ca. 60% reduziert. Dieser Rückgang beruhte in erster Linie auf der Verbesserung der Spültechnik, die zu einer Verringerung des Öleintrags über kontaminiertes Bohrklein um 83% führte. Ab 1993 stieg der Öleintrag in die Nordsee aufgrund der Zunahme des Produktionswassers erneut an, die auf das Alter der Anlagen und die Intensivierung der Offshore-Aktivitäten zurückzuführen war. Mit der Einleitung vom Produktionswasser ins Meer werden außerdem toxische Chemikalien abgegeben, die zur Optimierung der Spülung und dem Korrosionschutz dienen.

Abb. 15: Ölförderung in der Nordsee (Foto: H.v.Westernhagen).

Mit der Installation von Gas- und Ölanlagen, die eine Größe von bis zu 0,5 km² aufweisen, gehen der Fischerei Fanggründe verloren. Hinzu kommen die Rohrleitungen, die quer durch die Nordsee verlegt wurden (s. Kap. 2.3.11 im Begleitbuch).

Nutzung von Windenergie im Meer

Die Förderung der erneubaren Ernergien zum Schutz des Klimas hat zu einem Boom im Industriebereich der Windenergie geführt: Bis zum Jahr 2001 stieg die Anzahl der Windkraftanlagen an Land auf rd. 11.400 mit einer installierten Leistung von rd. neun Gigawatt (s. Kap. 2.3.9 im Begleitbuch). Das Wachstum der Windkraft an Land hat sich verlangsamt, da geeignete Standorte knapp geworden sind. Daher sollen geeignete Seestandorte an der Küste erschlossen werden. Zum Einstieg in die marine Windenergienutzung beschloss 2002 die Bundesregierung die Strategie zum »Ausbau der Windenergienutzung auf See«, die unter Wahrung des Vorsorgeprinzips verwirklicht werden soll. Ähnliche Ziele in allen Nordseeanrainerländern zeigen die wachsende Bedeutung dieses Wirtschaftszweigs vor allem im Küstenbereich.

Die Suche nach geeigneten Standorten für Windparke ist mit Zielkonflikten verbunden. Aus verschiedenen Gründen werden küstennahe Standorte besonders bevorzugt, weil die Investitionskosten für Seekabel klein gehalten werden können. Die Anlagen unterliegen dort geringeren Wellenkräften.

Bau- und Wartungsfahrzeuge haben kürzere Wege zurückzulegen. Allerdings werden küstennah erhebliche Konflikte mit dem Tourismus und dem Landschaftsbild erwartet, weil die geplanten Windkraftanlagen beträchtliche Höhen haben.

Da die technologischen und die ökologischen Risiken noch nicht ausreichend bekannt sind, sind die Erwartungen zum Teil spekulativ. Eine Bewertung der Windparkauswirkungen auf die Meeresumwelt z.B. auf den Vogelzug, auf überwinternde Rastvögel oder der Habitatnutzung durch Meeressäuger wie Schweinswale und Seehunde sowie zu den Themen Schalleintrag ins Meer und Schiffskollision ist schwer und kann vor dem Bau der Anlagen nur auf theoretischer Grundlage vorgenommen werden. Um mehr Informationen zu gewinnen, ist die Errichtung von Forschungsplattformen an potenziellen Standorten für Windenergieanlagen geplant. Neben abiotischen Messungen (Wind, Wellen, Strömung und Eisgang) soll ein biologisches Untersuchungsprogramm mit Priorität zunächst auf vogelkundlichen Radaruntersuchungen.durchgeführt werden. Ferner sollen Erfahrungen aus schwedischen und dänischen Windparkprojekten berücksichtigt werden.

Windparke im Meer werden zwar mit Sicherheitsabstand zu Schiffsrouten geplant und für den Verkehr gut sichtbar gekennzeichnet, jedoch können Manövrierfehler und technische Probleme an Bord zu gefährlichen Situationen führen. Die Windenergieparke können ein Hindernis für die Schifffahrt darstellen. Schiffsunfälle, bei denen Verluste von Menschenleben, Sachschäden und katastrophale Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu befürchten sind, können nicht völlig ausgeschlossen werden.

Tourismus an der Küste

Der Tourismus gilt als die größte Industrie der Welt. Die Umsätze zeigen, dass dieser Zweig bei weitem noch nicht seine volle Entwicklung erreicht hat. Die Anzahl der internationalen Touristen nahm von 170 Mio. im Jahre 1971 auf 635 Mio. 1998 zu. Die jährlichen Ausgaben der Touristen stiegen im gleichen Zeitraum von 21 Billionen auf 439 Billionen US $. Die Weltorganisation für den Tourismus (WTO) schätzt für das Jahr 2020 eine Zunahme der internationalen Touristen auf 1.5 Billionen mit einer jährlichen Ausgabe von rund 2 Trillionen US $.

Betroffen durch diese Entwicklung ist vor allem der Tourismus an der Küste sowie die touristischen Seereisen. Insgesamt kann der Tourismusdruck auf die Umwelt nicht übersehen werden. An der Küste sind Störungen für Küstenvögel und Seehunde sowie Beeinträchtigungen z.B. der Inselvegetation praktisch unvermeidbar. Ein weiteres Problem sind Strandmüll und Lärm. Um derartige Beeinträchtigungen in Grenzen zu halten, sind Maßnahmen wie Geschwindigkeitsbegrenzungen für PKW und Boote, Verbote von Erholungsaktivitäten in ökologisch sensiblen Bereichen und zeitliche Regulierungen zu verstärken. Wenn der Tourismus gut geplant ist und an die lokalen Bedingungen angepasst wird, kann er zur nachhaltigen lokalen Entwicklung beitragen, da die erforderlichen Resourcen erneuerbar sind (s. Kap. 2.3.5 im Begleitbuch).

Die touristischen Seeschiffe transportieren eine große Anzahl von Gästen, die bis rund 5000 Personen je Schiff betragen kann. An Bord entstehen täglich immense Mengen an Müll, die zum großen Teil vermeidbar sind. Da die besuchten ausländischen Häfen meistens nicht über entsprechende Entsorgungsmöglichkeiten verfügen, werden diese Abfälle und Abwässer unbehandelt ins Meer geworfen.

Da die meisten Nutzungen des Meeres an der Küste konzentriert sind, besteht für den Küstentourismus eine Reihe von aktuellen und potentiellen Konfliktfeldern. Wie oben angedeutet liegen unmittelbare Konfliktfelder beispielsweise zwischen dem Tourismus und den Interessen des Natur- und Umweltschutzes vor. Auch der Bau von Anlagen zur Gewinnung von Windenergie in der Nähe von touristischen Zentren ist mit Konflikten beladen. Zu diskutieren ist, inwieweit der Tourismus (Nachfrager und Anbieter) zur Minimierung der Konflikte bzw. der Konfliktrisiken selbst einen Beitrag leisten kann, und welche Rolle politischen Entscheidungsgremien zukommt.

Abb. 16: Der Tourismus nimmt auch an der Küste zu.

Naturschutz als Raumnutzung

Natur braucht Raum. Der Schutz natürlicher Lebensräume ist global, national und regional nur mit großen Flächen zu erreichen. Auf der ganzen Welt, vor allem dort, wo Menschen dicht gedrängt zusammen leben, ein hoher Industrialisierungsgrad erreicht ist und die Infrastruktur wächst, nimmt der Druck auf verbliebene Naturflächen zu. Naturschutz konkurriert mit anderen Nutzungsansprüchen. Häufig führt dies zu Konflikten. Ein Beispiel dafür ist die Novellierung des Nationalparkgesetzes in Schleswig-Holstein im Jahr 1999. Schon kurze Zeit später wurden neue, unterschiedliche Ansprüche gestellt. Kompromisse, die ausgehandelt wurden, hielten nur über kurze Zeiträume. Die Planungen für Offshore-Windparks in den deutschen Meeresgebieten und die Ausweisung von Meeresschutzgebieten sind ein weitere Beispiele für die gegenläufigen Ansprüche von Nutzern und Schützern.

Meeresverschmutzungen oder Schiffsunfälle bergen besondere Risiken für die Küstenregionen. Diese Probleme vor Ort können nur auf internationaler Ebene gelöst werden. Dabei liefern regionale Schutzgebiete wie der Nationalpark-Schleswig Holsteinisches Wattenmeer wichtige Argumente, wie das Beispiel der Ausweisung des Wattenmeeres als PSSA (Besonders Empfindliches Meeresgebiet) zeigt. Die Umweltminister der Küstenländer haben für diese Gebiete eine besondere Verantwortung, der sich das Schleswig-Holsteinische Umweltministerium stellen wird.

Nutzungen im Meer und Ihr Konfliktpotential

Durch technische Entwicklungen und durch die zunehmende Bevölkerung wird das Meer immer stärker als Quelle für Nahrung, Gewinnung von Rohstoffen und als Transportweg genutzt. In einigen Fällen sind wir an die Grenzen des Ertrages gestoßen, wie z.B. in der Hochsee- und Küstenfischerei, so dass der Weltfischfang über die letzten Jahre nicht mehr ansteigt sondern eher abnimmt. Als alternative Lösung wird weltweit versucht über Marikultur die Fischproduktion zu erweitern. Damit tauchen neue Probleme wie Nährstoffeinträge, Einträge von Antibiotika und der große Raumbedarf auf (s. Kap. 2.3.12 im Begleitbuch).

Bei der Gas – und Olförderung traten erhebliche Umweltschäden auf, die jedoch heutzutage durch verbesserte Gesetzgebung und Regulierung sowie durch technische Verbesserungen an den Anlagen stark zurückgegangen sind.

Die Probleme mit der Badewasserqualität haben sich durch die verbesserte europäische Gesetzgebung stark reduziert. Die ökonomische Nutzung der Badestrände spielt auch einen wichtige Rolle bei der Bekämpfung von ungeklärten Einträgen mit Colibakterien.

Einträge von Schadstoffen haben sich wie die der Nährstoffe verringert. Jedoch gibt es hier noch kein grünes Licht. Die hohen diffusen Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft sorgen noch immer für Eutrophierungseffekte z.B. in der Ostsee im Sommer 2002. Die Einträge von Schadstoffen sind deswegen nicht gelöst weil immer neue Stoffe auftreten wie z.B. die östrogen-wirksamen Verbindungen. Solche Stoffe verursachen biologische Effekte, die jedoch nicht einfach auf eine Reduktion der Populationsgrößen zu extrapolieren sind. Auch wegen des Auftauchens von immer wieder neuen Verbindungen sollte man wachsam bleiben.

Heutzutage spielen die Raumnutzungsprobleme die wichtigste Rolle bei der Nutzung der Meere und den dazu gehörigen Konflikten. Dies wird klar bei der Betrachtung der Entwicklung der Offshore Windkraftanlagen in der Nordsee. Durch die Verlagerung der WKAs auf die offene Nordsee ist das Problem der Raumnutzung und die nicht vorhandenen Planungsrichtlinien an die Öffentlichkeit getreten. Die Vielfalt der Nutzungen in der Nordsee sind unversehens zu einem Problem geworden, weil auch Gebiete für schutzwürdige Organismen (Vögel, Meeressäuger) eingerichtet oder vorgehalten werden müssen.

VERSCHMUTZUNG UND SCHUTZ DES MEERES

Die Einleitung von Abfällen und Abwässern ins Meer ist so alt wie die menschliche Zivilisation. Mit dem Wachstum der Weltbevölkerung nahm vor allem das Volumen von Abwässern erheblich zu, schwerwiegende Probleme sind zudem durch naturfremde, oft hoch wirksame Spuren- und Abfallstoffe gegeben. Heute lebt jede dritte Person auf der Welt nicht weiter als 100 km vom Meer entfernt. Man schätzt, dass bereits 44% der Weltbevölkerung innerhalb des Küstenbereichs von 150 km leben. Gleichzeitig mit der Bevölkerung nimmt auch der Tourismus an der Küste zu, was den Druck auf die Meeresumwelt noch weiter erhöht.

Neben dem Strandmüll, der von den Schiffen und Touristen stammt, gibt es zwei Gruppen von Stoffen, die das Meer besorgniserregend belasten. In der ersten Gruppe sind die Pflanzennährstoffe N und P zu nennen, die zu einer Eutrophierung der Gewässer führen mit oft explosionsartigen Algenvermehrungen und Sauerstoffmangel. Besonders die Einträge vom Stickstoff sind trotz der Verbesserung der Kläranlagen und Kraftfahrzeuge sowie vereinzelter Reduktionen der Überdüngung in der Landwirtschaft noch sehr hoch. Böden und Grundwasser sind oft noch hoch belastet. Die hieraus resultierenden Belastungen machen zwei Drittel der N-Verbindungen aus; sie gelangen vor allem über die Flüsse ins Meer. Der Rest stammt aus dem Verkehr und intensiver Viehzucht, deren Emissionen über die Luft ins Meer transportiert werden (s. Kap. 2.1 im Begleitbuch).

Zu der zweiten Gruppe gehören die Schwermetalle und die synthetisch hergestellten organischen Substanzen, die in der Industrie, in der Landwirtschaft und auch in Haushalten verwendet werden. Von den ca. 18 Mio. bekannten organischen Verbindungen ist bislang bei etwa zweitausend Substanzen bekannt oder gibt es Grund zur Annahme, dass sie umwelt- und gesundheitsschädlich sind. Viele dieser Verbindungen gelangen ins Meer über die Flüsse, die Atmosphäre, unmittelbar durch Einleitungen, durch die Schiffsverkehr oder durch industrielle Aktivitäten sowie Erdöl- und Erdgasförderung. Zu diesen Schadstoffen, die sich in der marinen Nahrungskette anreichern, gehören die lange bekannten, schwer abbaubaren chlorierten Stoffe wie PCB, DDT, Lindan, a-HCH oder Dieldrin und TBT. Sie gelangen immer noch ins Meer trotz Verboten und Schutzmaßnahmen sowie Einschränkungen (s. Kap. 3.3.2 im Begleitbuch).

Die Gas- und Ölförderung war früher auf flache Meeresgebiete beschränkt. Die heutige Technik erlaubt die Gewinnung von Gas- und Öl bis zu einer Wassertiefe von 2000 m. Leckagen sind jedoch dort viel schwerer zu kontrollieren. Aufgrund der Empfindlichkeit dieser Gebiete und der dort sehr langsam ablaufenden biologischen Prozesse sind die entsprechenden Folgen von großer Reichweite. Die Entnahme von Gashydraten und Mineralien auf Hochsee wird dort in der nächsten Zukunft zu empfindlichen Störungen des Ökosystems auf dem Meeresboden führen. Die Remobilisierung von Stoffen, die über Jahrtausende nach und nach abgelagert wurden, wird gravierende Folgen für alle Prozesse auch im freien Wasser haben.

Der größte Effekt für das marine Ökosystem ist die beschleunigte Zerstörung bzw. Veränderung der Lebensräume. Auch im Laufe der Vergangenheit gab es natürliche Veränderungen der Lebensräume, aber in Zeiträumen, die Anpassungen der Pflanzen und Tiere erlaubten. Schnelle Zerstörungen und gravierende Veränderungen können geschehen durch Entnahme von Sand- und Kies, Landgewinnung, Verklappung von Abfällen und Baggergut, Bodenerosion, Fischerei, Entnahme von Mineralien u.a.. Die Hälfte der weltweiten Feuchtgebiete wurde vor allem in Europa und Nordamerika während des 20. Jh. zerstört. Viele andere sind gefährdet.

Der Schutz der Lebensräume und damit der Biodiversität muss vor allem in intensiv genutzten Gebieten, aber nicht nur dort, durch Einrichtung von Meeresschutzgebieten und durch ein integriertes Küstenmanagement sowie konsequenten Umweltschutz gewährleistet

Auswirkungen von Schadstoffen auf marine Säuger – Mit Anmerkungen über das Seehundsterben im Wattenmeer

Die einzigen bei uns heimischen Meeressäuger sind der Schweinswal, sowie der Seehund und die Kegelrobbe. Alle anderen in der Nordsee angetroffenen Arten wie Pottwale, Weissschnauzendelphine oder Sattelrobben sind Besucher oder »Irrgäste«. Die marinen Säuger sind durch verschiedene internationale Abkommen geschützt, in denen unter anderem Forschungsarbeiten zu den Auswirkungen von Schadstoffen auf die Gesundheit der Tiere empfohlen werden. Für den Schweinswal z.B. wird vermutet, dass neben der hohen fischereibedingten Sterblichkeit im Beifang der Stellnetzfischerei auch gesundheitliche Auswirkungen der Schadstoffbelastungen für seinen Rückgang verantwortlich sind.

Wale und Robben stehen im marinen Ökosystem am oberen Ende der Nahrungspyramide. Sie reichern mit der aufgenommen Nahrung Schadstoffe in ihrem Körper an und sind somit Indikatoren für den Zustand des marinen Milieus. Zahlreiche toxikologische Untersuchungen haben in marinen Säugern hohe Konzentrationen von Chlorkohlenwasserstoffen festgestellt (s. Kap. 3.3.1 im Begleitbuch). Diese Substanzen werden als endokrin wirksam (»hormonartige Wirkungen«) eingestuft. Bisher gibt es nur wenige Erkenntnisse über die Auswirkungen dieser Schadstoffe auf marine Säuger.

Die wenigen hierzu durchgeführten Untersuchungen fanden fast ausschließlich an Robben statt, während bei Walen nur wenige gesicherte Erkenntnisse vorliegen. Holländische Versuche an Seehunden ergaben Hinweise auf ein Versagen bestimmter Funktionen des Immunsystems, die z.B. für die Abwehr von Viruserkrankungen verantwortlich sind. Ferner wurden Veränderungen an den Knochen, den Fortpflanzungsorganen, der Schilddrüse und den Nebennieren mit hohen PCB-Belastungen in Zusammenhang gebracht.

Völlig überraschend brach in der Nord- und Ostsee 2002 nach nur 14 Jahren erneut ein Seehundsterben aus. Die ersten Fälle wurden wiederum auf der dänischen Insel Anholt beobachtet, und wiederum war für die Seuche das Seehundetaupevirus (PDV) verantwortlich. Bis Januar 2003 waren ca. 23.000 Robben an PDV gestorben. Es ist jedoch noch völlig unklar, woher das Virus kam. Ebenso ist offen, ob die Seuche eine natürliches Phänomen ist oder durch den Menschen beeinflusst wird. Nationale und internationale Forschungsvorhaben werden diese Fragen in Zukunft hoffentlich beantworten können (s. Kap. 3.5.6 im Begleitbuch).

Die Jahrhundertflut 2002 in der Elbe und die kurz- und langfristige Auswirkungen für die Nordsee

Anfang bis Mitte August 2002 fielen im Einzugsgebiet der Elbe extrem starke Niederschläge, die zu einem Hochwasser mit katastrophalen Auswirkungen führten. Weite Gebiete und zahlreiche Kommunen mit ihren Klär- und Industrieanlagen, inklusive z.T. hoch kontaminierter Altlastflächen entlang des Elbelaufes waren überschwemmt. Befürchtungen, dass die Mobilisierung von Schad- und Nährstoffen aus den Überflutungsflächen die Wasserqualität des Elbelaufes, der Tideelbe und letztendlich der Deutschen Bucht und der Nordsee beeinträchtigt hatte, haben sich für einige Stoffe mehr, für andere weniger bestätigt. So stiegen z.B. die Konzentrationen von Arsen, Blei und Quecksilber deutlich an (s. Kap. 2.2.3 im Begleitbuch).

Die Abschätzung der durch das Elbehochwasser verursachten zusätzlichen Jahresfrachten ergibt je nach Element eine Zunahme von 4–19%. Bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen wurde eine signifikante Änderung in der Zusammensetzung des »Schadstoffcocktails« im Elbewasser beobachtet. Bei allen anderen untersuchten Schadstoffen liegen die Konzentrationen weitgehend im Bereich der vorangegangenen Jahre. Lediglich in der Stoffgruppe der »Triazine« wurden beim Atrazin, Prometryn, Simazin und Terbuthylazin höhere Konzentrationen vor Cuxhaven nachgewiesen.

Überwachung des Meeres mit Hilfe von ENVISAT

Am 1. März 2002 wurde ENVISAT, der bisher größte und leistungsfähigste Erderkundungssatellit der Europäischen Weltraumagentur ESA gestartet. Ausgestattet mit 10 Messgeräten kann er gleichzeitig Eigenschaften der Atmosphäre, der Landoberflächen und des Meeres erkunden. Das Spektrometer MERIS kann z.B. Konzentrationen von Phytoplankton und Schwebstoffen im Meerwasser aus der Änderung der Wasserfarbe bestimmen. Algenteppiche können Anzeichen für eine Belastung des Meerwassers wie z. B. anthropogene Eutrophie (durch nährstoffreiche Abwässer, Einträge aus der Landwirtschaft, atmosphärische Einträge aus Verbrennungsprozessen) oder für eine Veränderung des Meeresklimas sein. Beide Parameter sind natürliche Frühwarnsysteme und werden regelmäßig aufgezeichnet. An Schwebstoffen lagern sich toxisch wirkende Spurenstoffe an. Sie können als Indikatoren für Küstengewässer dienen, in denen mit erhöhten Schadstoffkonzentrationen zu rechnen ist.

Deas Radiometer AATSR tastet die Oberfläche von Landmassen und Ozeanen im sichtbaren und infraroten Licht ab und bestimmt deren Oberflächentemperatur auf 0.3°C genau. Hiermit können Langzeitreihen über Änderungen des Meeresklimas aufgestellt werden. Auf diese Weise können Verlagerungen von Meeresströmungen, wie des Golfstroms, erfasst werden,der einen entscheidenden Einfluss auf

das europäische Klima hat. Wind und Wellen werden mit dem Radar ASAR und dem Radar Altimeter 2 (RA-2) gemessen. Mit den Messdaten werden Wettermodelle angetrieben und es wird untersucht, ob sich aufgrund von Klimaänderungen die Häufigkeit von Extremwellen ändert. Extremwellen mit mehr als 30 m Höhe und steilen Flanken können selbst große Schiffe verschlingen oder schwer beschädigen und Ölbohrplattformen und Windkraftanlagen auf See aus ihren Verankerungen reißen.

Mit den beiden Radargeräten wird auch die Eisbedeckung der Erde untersucht, die ebenfalls ein wichtiges Klimasignal ist. Änderungen in der Eisbedeckung im Bereich weniger Millimeter oder Zentimeter können so erfasst werden (s. Kap. 5.1 im Begleitbuch).

Lehre aus dem Tankerunfall »Prestige«

Am 19. November zerbrach der Einhüllen-Öltanker »Prestige« (Baujahr 1976, Länge 243,5 m) vor der spanischen Küste und sank. Er hatte 77.000 t. Schweröl geladen. Rund 30.000 t gelangten bisher ins Meer und an die Küsten. Über 40.000 t Öl blieben in den Tanks des in 3.600 m Tiefe liegenden Wracks, aus dem weiterhin große Mengen Öl ausströmen. Rund tausend Kilometer Küste von Spanien und Frankreich wurden verschmutzt. Durch die Ölpest wurden zwischen 50.000 und 100.000 Arbeitsplätze der Region gefährdet. Die spanische und französische Regierung mussten viele Millionen Euro für den Kampf gegen die Ölpest aufbringen.

Unmittelbar nach der Katastrophe wurde in Deutschland die Frage diskutiert, wie stark die deutsche Nord- und Ostseeküste durch Tankerunfälle gefährdet ist, denn noch am 6. November 2002, war die »Prestige« durch die Kadetrinne (das Verkehrstrennungsgebiet südlich von Gedser) gefahren. In Europa entbrannte erneut eine Diskussion darüber, ob die Tanker auf den Weltmeeren eigentlich sicher seien und wie man in Zukunft die europäischen Küsten besser vor Tankerunfällen schützen könne.

Allein 1996 liefen rund 270.000 Schiffe die 50 wichtigsten Häfen der Nordsee und im Bereich des Englischen Kanals an (OSPAR 2000). Viele dieser Schiffe, die täglich vor unseren Küsten fahren, sind als bedenklich und potentiell gefährlich einzustufen, weil sie keine Doppelhülle besitzen und älter als zwanzig Jahre sind. Falls diese Schiffe nicht verboten werden, ist der nächste Unfall schon programmiert. Wir können nur hoffen, dass dies nicht in der Nord- oder Ostsee geschieht, da eine ökologische Erholung mehrere Jahrzehnte dauern kann. Betroffen wären nicht nur die Umwelt und die Natur sondern alle »maritimen« Wirtschaftszweige wie Fischerei, Aquakultur, und Tourismus (s. Klappentext und die Kap. 2.3.4, 3.3.4 und 3.3.5 im Begleitbuch).

Abb. 17:
Der Frachter »Pallas« lief auf Grund vor Amrum. 244 t schweres Öl wurden freigesetzt und 16.000 Seevögel starben (Der Tanker »Prestige« hatte ca. 70.000 t schweres Öl an Bord) (s. Begleitbuch).

Abb. 18:
Durch Ölverschmutzung sterben immer noch viele Tausende von Tieren vor allen Seevögeln.

Aktuelle Erfordernisse, Konzepte und Ansprüche des Meeresnaturschutzes

Eine erhebliche Anzahl der in den europäischen Meeren vorkommenden Arten und Lebensräume sowie die marinen Ökosysteme als Ganzes sind in ihrem Bestand und ihrer Ausprägung durch die anthropogene Belastung mit Nähr- und Schadstoffen, durch die Überfischung und die regelmäßige Störung des Meeresgrundes durch Fischereigeschirr, durch zunehmende Installationen von technischen Bauwerken, Kabeln oder Pipelines, die Schifffahrt und den marinen Bergbau (Gas, Öl, Kies und Sand) gefährdet.

Zur Minimierung der Belastungen der Meere, und zur Erreichung einer ökosystem-verträglichen Nutzung der Meeresressourcen wurden in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von nationalen und internationalen Instrumenten geschaffen.

In Deutschland sind dies vor allem Regelungen durch das neue Bundesnaturschutzgesetz und die Veränderung der Seeanlagenverordnung vom April 2002.

Im Bereich der EU sind die wichtigsten Initiativen die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, die Vogelschutz-Richtlinie, die Wasserrahmen-Richtlinie, die aktuelle Neuformulierung der Gemeinschaftlichen Fischereipolitik und der Entwurf einer EU-Strategie zum Schutz und Erhalt der Meeresnatur und -umwelt.

Auf der erweiterten internationaler Ebene haben vor allem die Biodiversitäts-Konvention, HELCOM, die Nordseeschutzkonferenz und jüngste OSPAR-Initiativen Anstöße zur Einrichtung eines Systems von repräsentativen Meeresschutzgebieten gegeben.

Sehr aktuell sind Fragen, inwieweit die bestehenden Konzepte und Instrumente den wichtigsten Erfordernissen und Ansprüchen des modernen Meeresnaturschutzes in Nord- und Ostsee gerecht werden und welche weiteren Veränderungen und Konzepte zur Verbesserung des Meeresnaturschutzes notwendig sind. Mittelfristig sollte es zu einer planerischen Gesamtschau im Sinne einer Raumordnung kommen; die Einzelfallbetrachtung z.B. der deutschen Seeanlagen-Verordnung wird den Schutzerfordernissen für große Ökosysteme in keiner Weise gerecht (s. Kap. 3.5.1 und 5.2 im Begleitbuch).

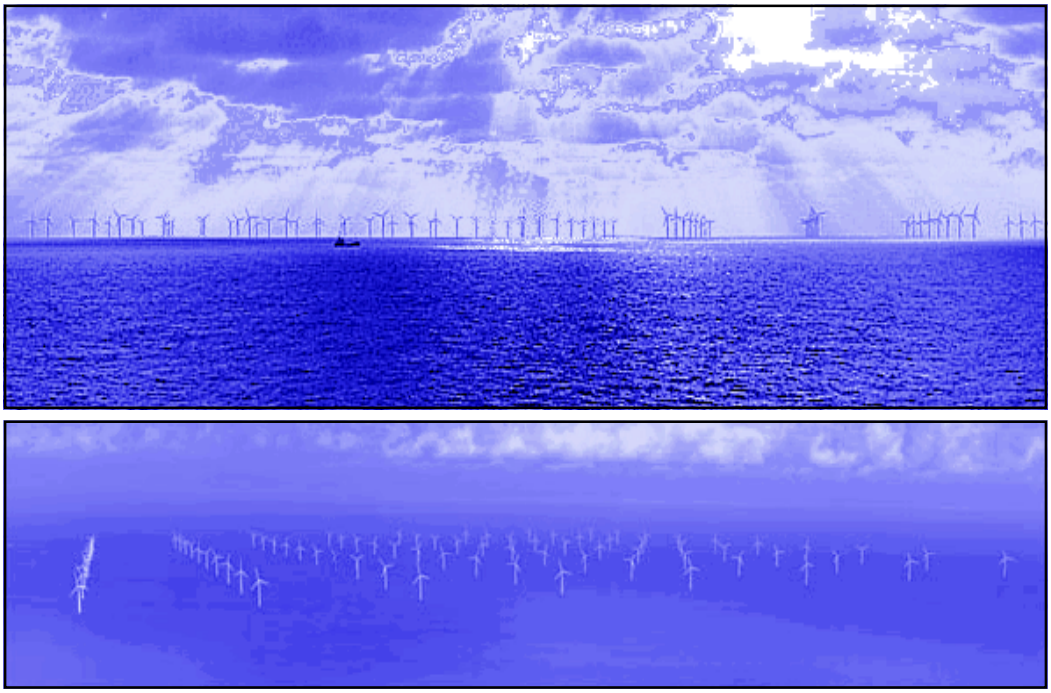


Abb. 19: Visualisierungen des Windparks »Horns Rev«
(Quelle: Internetseite ELSAM – essential energy, Dänemark
http://www.hornsrev.dk/Engelsk/default_ie.htm)

Schutzgebiete für Hoch- und Tiefsee

Während der letzten Dekaden ist der Mensch in fortschreitendem Maße in die Bereiche des hohen Ozeans vorgedrungen und hat damit die im allgemeinen bis 200 Seemeilen vor die Küsten hinausreichenden Ausschließlichen Wirtschaftszonen verlassen. Für letztere besitzen die Staaten nach Ratifizierung des Seerechts von 1982 das Recht der Nutzung, aber sie haben damit auch die Pflicht übernommen, Nachhaltigkeit für die natürlichen ökologischen Zusammenhänge bei allen Eingriffen in dieses System zu sichern. Für die Bereiche der Hohen See sind internationale Regelungen bisher nur durch einige regional wirksame Konventionen sowie für den Tiefseebergbau erlassen worden. Das Seerecht lässt die Fragen nach dem Schutz der Hohen See weitgehend offen, Ergänzungen sind jedoch kurzfristig erforderlich. Die Notwendigkeit für solche Maßnahmen ergibt sich aus der Interessenlage der verschiedenen Nutzer der Ressourcen von Hoch- und Tiefsee:

Ressource	***Nutzung***
Raum:	Verlegung von Kommunikationskabeln
	Endlagerung von Rest-/Abfallstoffen
	Erarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnisse
Fisch:	Gewinnung von Eiweiß für die Ernährung der Menschen
Erze:	Gewinnung von Wertmetallen
Methaneis:	Gewinnung von Energie
Heißwasser:	Gewinnung von Energie
Mikroben:	Gewinnung von genetisch interessanten Organismen
Tiere:	Gewinnung von genetischem Material

Die Verabschiedung von Schutzmaßnahmen für einige Bestände bestimmter Fischarten, die über dem mittleren Kontinentalhang und über Seebergen leben und wegen ihrer Fragilität, wenn überhaupt nur bedingt nachhaltig genutzt werden können, ist in besonderem Maße akut. Neben der Industrie muss im Interesse der Gesellschaft auch die Wissenschaft als gleichberechtigter »Nutzer« des Tiefseeraumes anerkannt werden.

Stärke und Schwäche der Meeresschutzpolitik am Beispiel OSPAR

Seit fast genau einem Jahrzehnt sitzen die Nicht-Regierungsorganisationen (NGOs) bei den Gremien zum Schutz von Nordsee (INK), Ostsee (HELCOM) und Nordostatlantik (OSPAR-Kommission) als aktive Beobachter mit am Verhandlungstisch. Vor fünf Jahren fassten die UmweltministerInnen der Ostsee- und Nordostatlantikstaaten in Helsinki bzw. Sintra weitgehende Beschlüsse zum Schutz der Meeresumwelt. Vor drei Jahren wurde der bisher umfassendste Bericht über den Zustand des Nordostatlantik (QSR 2000) und seiner fünf Regionen vorgelegt. Was hat sich getan seit der Verabschiedung internationaler Strategien zur Erhaltung der natürlichen Vielfalt und der Ökosysteme, zur Vermeidung gefährlicher und radioaktiver Stoffeinträge, zur Eindämmung der Eutrophierung und zu Praktiken in der Öl- und Gasindustrie?

Verklappung auf See: Die Beendigung der Verklappung und Verbrennung von Industrieabfällen (inklusive Klärschlamm) fällt in die Zeit vor Sintra und gehört zu den historischen Stärken des früheren Oslo-Abkommens. Seit dem Inkrafttreten des neuen OSPAR-Abkommens im Jahr 1998 ist sie fest verankertes Völkerrecht. Vielfach wird das Thema damit als abgeschlossen angesehen, obwohl es nach wie vor dringenden Handlungsbedarf gibt, um die erneute Freisetzung giftiger Altlasten (z.B. Verklappung von TBT-haltigem Hafenschlick) zu unterbinden und Rechtslücken (CO_2-Dumping) zu schließen (s. Kap. 2.3.4 im Begleitbuch).

Offshore-Industrie: Der in Sintra gefasste Beschluss zur Entsorgung ausgedienter Öl- und Gasplattformen schiebt auch in diesem Sektor dem Missbrauch des Meeres als Müllkippe einen Riegel vor (s. Kap. 2.3.10 im Begleitbuch). Er lässt freilich Schlupflöcher für Ausnahmeanträge. Das Schicksal von aufgegebenen Pipelines und »cutting piles« bleibt ebenfalls ungeregelt. OSPAR verabschiedete im Jahr 1999 zudem eine Strategie zur Offshore-Industrie, die auf den umweltverträglichen Betrieb von Offshore-Anlagen zielte. Trotz bestehender Vorschriften kann aber auch heute noch nicht von »clean production« auf See gesprochen werden. Obwohl der Offshore-Sektor in die Zuständigkeit von OSPAR fällt, mangelt es an den erforderlichen Vorgaben für Neuanlagen und eine Bewertung kumulativer Umweltauswirkungen, um den Schutz empfindlicher Arten und Lebensräume dort sicherzustellen, wo das Meer noch nicht wie in Teilbereichen der Nordsee zum »Industriepark« verändert ist: Barentssee und

Keltische Gewässer. Viele Umweltverbände fordert die konsequente Durchführung strategischer Umweltprüfungen (SEA) für alle Offshore-Planungen unter voller Berücksichtigung der Naturschutzbelange.

Gefährliche Stoffe: Das von OSPAR wie HELCOM gleichermaßen verabschiedete Ziel, den Eintrag von langlebigen, giftigen und biologisch anreicherbaren Stoffen (einschließlich hormonähnlich wirkenden Chemikalien) bis zum Jahr 2020 zu beenden und langfristig ihre Konzentration im Meer auf fast Null (bzw. natürliche Hintergrundwerte) zu bringen, ist visionär und aus vorsorglicher Sicht notwendig. Unter großem Arbeitsaufwand wurden daher ca. 400 Chemikalien(gruppen) definiert, die nicht mehr ins Meer gelangen dürfen: Industriechemikalien, Agrarpestizide und Biozide, Inhaltsstoffe von Konsumgütern usw. Es war ein großer und wichtiger Schritt, dass diese Liste im August 2002 von der OSPAR-Kommission im Internet veröffentlicht wurde und dass mehr als 40 Prioritätsstoffe definiert und dafür Hintergrunddokumente und Maßnahmenkataloge entwickelt bzw. schon verabschiedet wurden. Dennoch liegt der letzte Beschluss der Paris-Kommission zum Anwendungsverbot eines Meeresschadstoffes acht Jahre zurück: das Verbot der kurzkettigen Chlorparaffine im Jahr 1995, in der beabsichtigten Tragweite mit dem Anwendungsverbot für PCBs in den 1970er Jahren oder dem Anwendungsverbot für TBT-haltige Schiffsanstriche durch die Internationale Schifffahrtsorganisation in jüngster Zeit durchaus vergleichbar (s. Kap. 2.2.2 im Begleitbuch).

Eutrophierung: Während der Vorsorgeansatz für Umweltchemikalien in den 1990er Jahren zumindest auf dem Papier festgeschrieben war, gab es zum Thema Nährstoffe und Überdüngung noch bis 1998 eine kontroverse Debatte zwischen jenen, die eine konsequente Reduzierung an den Quellen (Kommunen, Landwirtschaft und Straßenverkehr) fordern und jenen, die sich auf Verdünnung und Abbau in der Meeresumwelt verlassen wollten (s. Kap. 2.1 und 3.2 im Begleitbuch). Die Verabschiedung der OSPAR-Strategien und -Prozeduren hat glücklicherweise eine Umkehr der Beweislast bewirkt: Algenpest und Sauerstoffnot gilt es nicht erst zu beweisen, um Maßnahmen zu fordern. Dennoch ist OSPAR noch immer weit davon entfernt, den Stickstoffeintrag auf das angestrebte Niveau zu reduzieren, und z.B. im Agrarsektor umweltbelastende Massentierhaltung an Land weniger attraktiv werden zu lassen.

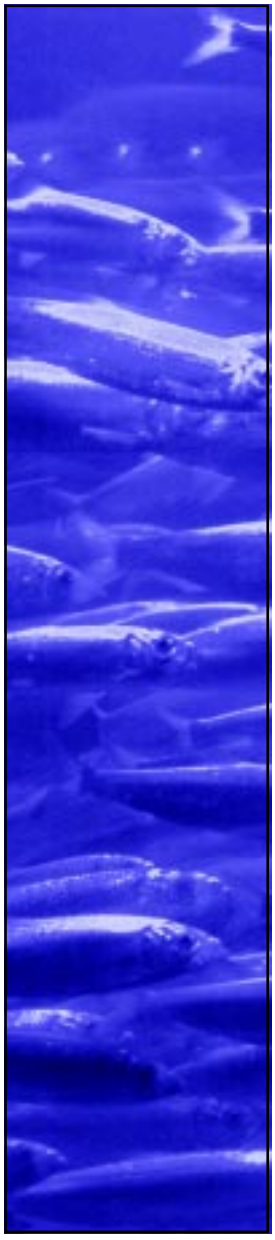
Schutz- von Arten und Lebensräumen, Meeresschutzgebiete: Dieser Bereich wird vielfach als die zukünftige Herausforderung der Nordostatlantikstaaten angesehen. Jedoch nur dann, wenn auch die OSPAR-Strategien zum Meeresumweltschutz (Schadstoffe, Nährstoffe, Öl usw. s.o.) konsequent umgesetzt werden, bleibt die Qualität der Meeresumwelt und Funktionsfähigkeit der Meeresökosysteme gesichert. Die schutzbedürftigen Bodenlebensräume und -lebensgemeinschaften sind immens, denn sie reichen von Ästuar und Watt über Sandbänke bis zu Kaltwasserkorallenriffen, Seebergen, heißen Quellen und Weichböden der Tiefsee. Es wird erwartet, dass sich die OSPAR- und HELCOM-Staaten, ganz im Einklang mit der Erklärung der 5. INK und des Johannesburg-Gipfels dazu verpflichten, bis zum Jahr 2010 ein ökologisches Netzwerk von Meeresschutzgebieten mit gutem Management einzurichten. Eine Liste von Schutzgebieten in der Ostsee wurde bereits erarbeitet. Für Nordsee und Atlantik ist ein solches Konzept in Vorbereitung.

Fischerei: Die Reform der EU Fischereipolitik von 2002 ist gerade unbefriedigend ausgefallen. Es widerspricht dem gesunden Menschenverstand, dass im Rahmen eines Abkommens zum Schutz der Meeresumwelt zwar eine intensive Bestandsaufnahme der ökologischen Auswirkungen der Fischerei betrieben wird, daraus aber keine Konsequenzen gezogen werden (s. Kap. 2.3.7 und 3.4 im Begleitbuch). Im OSPAR-Zustandsbericht (QSR) 2000 wurde die alarmierende Feststellung getroffen, dass sich 40 von 60 kommerziell genutzten Fischbeständen im Nordostatlantik außerhalb sicherer biologischer Grenzen befinden und an den empfindlichen Tiefseefischbeständen gravierender Raubbau betrieben wird. Auch was die ökologischen Begleitschäden der Fischereiprakti-

Abb. 20: Schwarzer Fleck im Wattenmeer als Folge der Eutrophierung (Foto: M.E. Böttcher) (s. Kap. 3.2.2. im Begleitbuch).

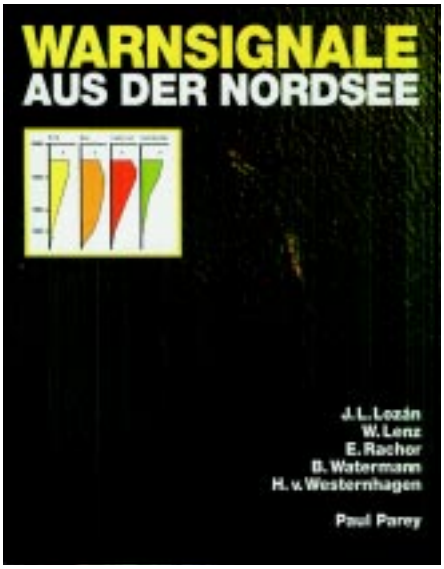
Abb. 21: Verschiebung in der Fischfauna als Folge der Überfischung: Große Fische werden selten und kleine häufiger. Der Einfluß der Überfischung und der Klimaänderung überlagern viele aktuelle Probleme in marinem Ökosystem (Foto: Hein von Westernhagen).

ken betrifft, nehmen die Warnsignale aus dem Meer von Tag zu Tag zu: So gelten in manchen Bereichen des Nordostatlantik bis zu 50% der artenreichen Kaltwasserkorallenriffe als geschädigt oder zerstört. Den Lebensgemeinschaften der Seeberge, in deren Nähe sich begehrte Tiefseefischbestände aufhalten, ist durch das intensive Trawling ein ähnliches Schicksal gewiss. Aus den flacheren Schelfmeeren gibt es keine positiveren Nachrichten: der Beifang von Schweinswalen in der südlichen Nordsee und am Keltischen Schelf gilt als so hoch, dass sich der Bestand nicht selbst erhalten kann. Nach wie vor ist die Fischerei in der Klassifizierung A (höchste Umweltbeeinträchtigung) als Verursacher der Hälfte aller negativen Effekte im Nordseesystem führend.



Schifffahrt: Wie im Falle der Fischerei, gibt es auch bei Fragen der umweltverträglichen Schifffahrt einen Schwachpunkt in der Praxis der OSPAR-Kommission, obwohl die Abgrenzung der Kompetenzen (zur Internationalen Schifffahrtsorganisation IMO) hier weit weniger sensibel ist: Während die meisten IMO-Regeln unbestritten globalen Charakter haben, ist regionales Handeln von Staatengruppen nicht nur im Rahmen von Anträgen auf Sondergebietsstatus für Meeresgebiete möglich (wie für die Nordsee erfolgreich durchgesetzt und seit 1999 in Kraft), sondern auch wenn z.B. Maßnahmen gegen die Einschleppung fremder Arten mit dem Ballastwasser ergriffen sollen (s. Kap. 3.5.3 im Begleitbuch). Dasselbe gilt für die Ausweisung sog. Besonders Empfindlicher Seegebiete (PSSA) in denen u.a. Navigations-, Bergungs-, Schutzhafen-, Überwachungs- und Meldeverfahren verbindlich vorgeschrieben werden können, weil hohes Verkehrsaufkommen, schwierige Fahrwasser und empfindliche Ökosysteme zusammenkommen. Anders als HELCOM und INK schöpft OSPAR das Potenzial regionaler Maßnahmen und Initiativen zur Schifffahrt nicht aus. Die Tatsache, dass Schiffsbetrieb und Unfälle verheerende Folgen für die Ökosysteme haben können, ist nicht erst seit *Erika* und *Prestige* bekannt (s. Kap. 2.3.3, 3.3.4 und 3.3.5 im Begleitbuch).

Ökosystemansatz und Meeresraumplanung: Es ergibt sich bereits zwingend aus Anlage V zum OSPAR-Abkommen, dass ein holistischer Ökosystemansatz generell verfolgt werden muss. Dieses Konzept wird häufig nur auf die Fischerei bezogen, hat aber in Wirklichkeit Gültigkeit für das Management aller menschlicher Aktivitäten und Nutzungen. Es ist eine Stärke von OSPAR, dass für chemische und radioaktive Schadstoffe Vorsorgeprinzip, Minimierungs- und Eliminierungsgebot in diesem Rahmen nicht angetastet wurde und das Umweltqualitätsziel die Nullbelastungbleibt. Leider fehlt es jedoch noch an der Bereitschaft, den Ökosystemansatz von Anfang an mit der Raumplanung für Nutzungen auf See und unter Berücksichtigung des Schutzbedarfs auf See (z.B. Meeressschutzgebiete, Natura 2000, PSSAs usw.) zu verbinden. Dadurch besteht die Gefahr eines ungleichen Wettlaufs zwischen Schutz und Nutzung wie am Beispiel der Offshore-Windparkplanung in jüngster Zeit beobachtet werden kann (s. Kap. 2.3.12 im Begleitbuch).

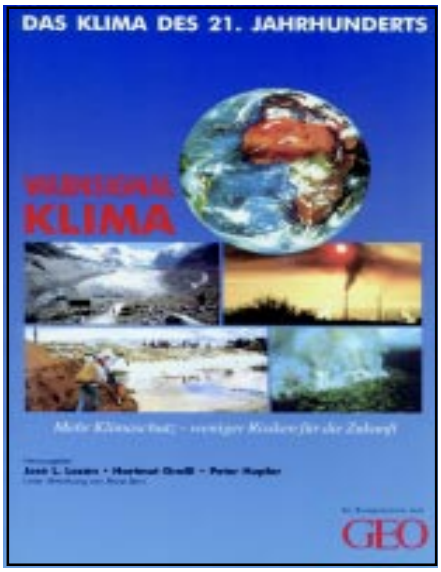


Warnsignale aus der Nordsee
(1990) 428 Seiten
mit 186 Abbildungen, 4 Tafeln und 54 Tabellen
Hrsg.: José L. Lozán / Walter Lenz / Eike Rachor / Burkard Watermann / Hein v. Westernhagen

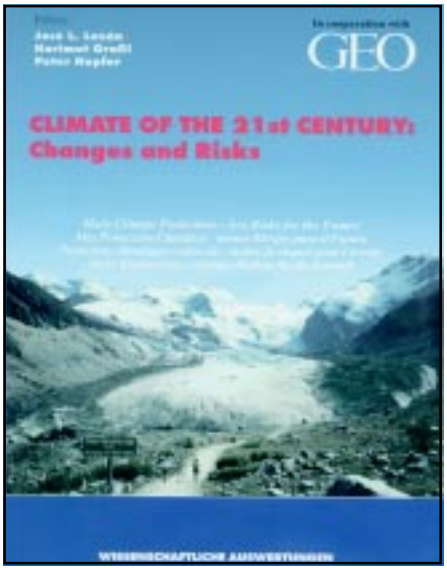
Warnsignale aus dem Wattenmeer
(1994) 387 Seiten
mit 205 Abbildungen, 4 Tafeln und 41 Tabellen
Hrsg.: José L. Lozán / Eike Rachor / Karsten Reise / Hein v. Westernhagen / Walter Lenz

Warnsignale aus der Ostsee
(1996) 385 Seiten
mit 210 Abbildungen, 15 Tafeln und 47 Tabellen
Hrsg.: José L. Lozán / Reinhard Lampe / Wolfgang Matthäus / Eike Rachor / Heye Rumohr / Hein v. Westernhagen

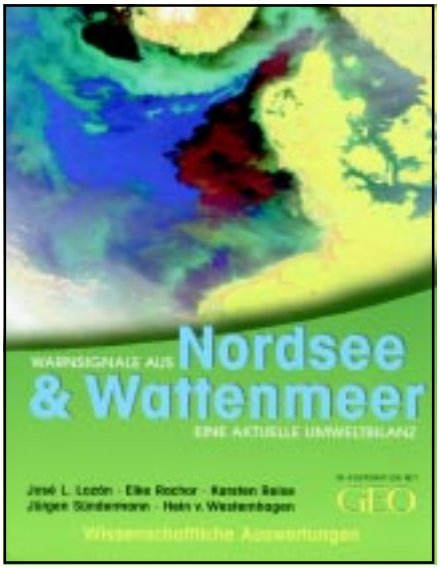
Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren
(1996) 398 Seiten
mit 160 Abbildungen, 4 Tafeln und 60 Tabebellen
Hrsg.: José L. Lozán / Hartmut Kausch



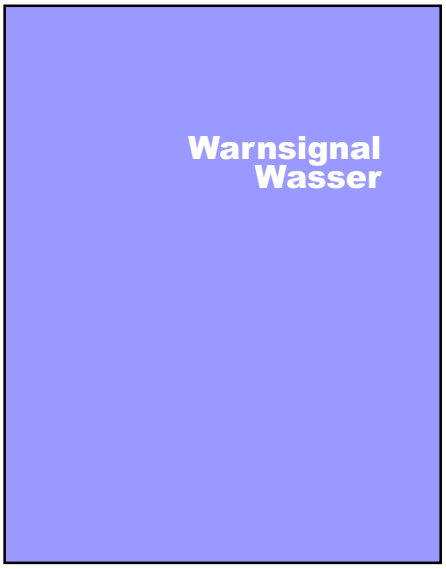
Warnsignal Klima –
Das Klima des 21.Jahrhunderts
(1998) 464 Seiten
mit 195 Abbildungen, 46 Tabellen und 10 Tafeln
Hrsg: José L. Lozán / Hartmut Graßl / Peter Hupfer



CLIMATE OF THE 21st CENTURY:
Changes and Risks
(2001) 448 Seiten (Englisch)
mit 207 Abbildungen, 12 Tafeln und 66 Tabellen
Eds: José L. Lozán / Hartmut Graßl / Peter Hupfer



Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer
Eine Aktuelle Umweltbilanz
(2003) 448 Seiten
mit 251 Abbildungen, 50 Tabellen und 8 Tafeln.
Hrsgs.: José L. Lozán / Eike Rachor / Karsten Reise
Jürgen Sündermann / Hein v. Westernhagen



Warnsignal Wasser:
Wissenschaftliche Fakten
(200?)

Universität Hamburg | GKSS | ZMAW | AWI

WARNSIGNALE AUS DEM MEER

Öffentliches Symposium (31.März-2.April 2003) –
Universität Hamburg – Martin-Luther-King-Platz
http://www.rrz.uni-hamburg.de/WarnsignalMeer Anmeldung erforderlich)
Anerkannt durch die Stadt Hamburg als Veranstaltung zur politischen Bildung

Meer schützen – weniger Riskieren

Eröffnungsvortrag: Prof. Dr. Klaus Töpfer (Executive UNEP-Director)

Meer und Klima

Vorträge: Wärmere Ozeane - mehr Überschwemmungen? – Der NAO-Index und die Sturmhäufigkeit – Was passiert wenn der Golfstrom seinen Verlauf ändert? – El Niño und seine Beeinflussung durch den Menschen – Soll überschüssiges CO_2 ins Meer versenkt werden? – Düngung des Meeres – ein Risiko? – Das Marine Methaneis am Meeresgrund - Bedeutung und Gefahren – Folgen des Meeresspiegelanstiegs

Übernutzung des Meeres – Schiffsverkehr (Podiumsdiskussion)

Vorträge: Größer, schneller, weiter – welche Gefahren birgt der moderne Schiffstransport? – Gefährdung der Meeresumwelt durch Öltransport – Sicherheit und Umweltschutz im modernen Schifftransport – Zu große Schiffe auf zu kleinen Flüssen - Konzept eines Umweltfreundlichen Schiffes – Brauchen Containerschiffe neue Häfen?

Übernutzung des Meeres – Überfischung (Podiumsdiskussion)

Vorträge: Das Überfischungsproblem: Konsequenzen für Bestände und Fischerei – Verschiebung in der Fischfauna inforge einer zu intensiven Fischerei – Maßnahme für eine nachhaltige Nutzung der Fischbestände – Wie nachhaltig sind die Fangmethoden – Tödliche Bedrohung von Lebenswesen durch die Fischerei - Das Beispiel Meeressäugetiere

Übernutzung des Meeres – Nutzungskonflikte

Vorträge: Über 400 Gas- und Ölförderanlagen in der Nordsee – Nutzung von Windenergie im Meer – Tourismus an der Küste – Natur als Nutzungsraum – Überblick aller Nutzungen im Meer und Ihr Konfliktpotential

Verschmutzung und Schutz der Meere

Vorträge: Auswirkungen von Schadstoffen auf marine Säuger - Seehundsterben 2002 im Wattenmeer – Jahrhundertflut 2002 in der Elbe und die Auswirkungen für die Nordsee – Überwachung des Meeres mit Hilfe von ENVISAT – Lehre aus dem Tankerunfall PRESTIGE – Konzepte und Ansprüche des Meeresnaturschutzes – Schutzgebiete für Hoch- und Tiefsee – Stärke und Schwäche der Meeresschutzgebiete

12 Filme über aktuelle Meeresprobleme
Besonders für Studenten und Schulklassen
(Eintrittfrei)

Ausstellungen vom 24.März bis 4.April
ASCOBAN: Gefährdung der Schweinswale
MARUM: Meeresforschung im nächsten Jahrzehnt

Organisation: Dr. J.Lozán (JLLozan@t-online.de)

José L. Lozán / Eike Rachor / Karsten Reise
Jürgen Sündermann / Hein v. Westernhagen (Hrsg.)

Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer

Eine Aktuelle Umweltbilanz

☐ (2003) 448 S. mit 251 Abbildungen, 50 Tabellen und 8 Tafel. Broschiert. EUR 25,-

Die Nordsee ist mit einer Fläche von ca. 750.000 km² und einem Einzugsgebiet von über 840.000 km² (ohne Ostsee), in dem mehr als 185 Millionen Menschen aus 12 europäischen Nationen leben, das wichtigste Randmeer des Nordostatlantik.

Nach wie vor steht die Nordsee und der Zustand ihres Ökosystems im Zentrum des Interesses aller Anlieger nicht nur wegen ihrer ökologischen Bedeutung, sondern auch aufgrund ihrer vielseitigen Nutzung; sei es durch die Produktion von Nahrung, die Gewinnung von Energie und Rohstoffen oder andere Nutzungsmöglichkeiten wie als Wasserstrasse oder Erholungsgebiet.

Nach jahrelangen Bemühungen zur Verringerung der Schadstoffbelastung findet der Leser im vorliegenden Buch die neuesten Ergebnisse zur aktuellen Umweltsituation in der Nordsee. Dazu gehören auch Informationen zur Gewinnung von Offshore-Windenergie und mögliche Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere, zum Robbensterben 2002 sowie zu Folgen des Elbe-Hochwassers im selben Jahr. Ein abschliessendes Kapitel befasst sich mit der Frage, was getan werden soll, um die Nordsee angemessen zu überwachen, gegen Missbrauch zu schutzen und auch ihre Biodiversität in Schutzgebieten zu erhalten. Insgesamt haben sich über 120 Fachleute an diesem Werk beteiligt.

Das Buch ist an einen großen Interessentenkreis gerichtet, nämlich alle, die am Schutz der Nordsee interessiert sind, besonders Studierende, Lehrer und Wissenschaftler sowie Umweltorganisationen.

Restexemplare zum Sonderpreis (Nur wenige Exemplare)

☐ **Warnsignale aus der Ostsee** • 385 Seiten • EUR 20,- (nur 8,- EUR)
Hrsg.: José L. Lozán / Reinhard Lampe / Wolfgang Matthäus / Eike Rachor / Heye Rumohr.

☐ **Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren** • 398 Seiten • EUR 22,- (nur 8,- EUR)
Hrsg.: José L. Lozán / Hartmut Kausch

☐ **Warnsignale aus dem Wattenmeer** • 387 Seiten • EUR22,- (nur 8,- EUR)
Hrsg.: José L. Lozán / Eike Rachor / Karsten Reise /Hein v. Westernhagen / Walter Lenz

☐ **Warnsignale aus der Nordsee** • 387 Seiten • EUR22,- (nur 8,- EUR)
Hrsg: José L. Lozán / Eike Rachor / Burkard Watermann / Hein v. Westernhagen / Walter Lenz

☐ **Warnsignal Klima** (1998) • 464 Seiten • EUR25,-
Hrsg.: José L. Lozán / Hartmut Graßl / Peter Hupfer

☐ **Climate of the 21st. Century: Risks and Changes**
(2001) • 448 Seiten • EUR 30,- (nur 15,- EUR)
Hrsg.: José L. Lozán / Hartmut Graßl / Peter Hupfer

Direkte Bestellung:
Büro: Wissenschaftliche Auswertungen
Imbekstieg 12
D-22527 Hamburg
Tel/Fax: 040-4304038
email: jLLozan@t-online.de

WISSENSCHAFTLER INFORMIEREN DIREKT

Ein Beitrag zum Meeres- und Klimaschutz

Mit freundlicher Unterstützung von:

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung AWI

Das Reportage-Magazin

Max-Planck-Institut für Meteorologie MPI

GKSS Forschungszentrum Geesthacht

Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften ZMAW

Universität Hamburg

Deutsche Gesellschaft für Meeresforschung (DGM) e.V.

Gesellschaft zum Schutz der Meeressäugetiere e.V. GSM

Norddeutsche Stiftung für Umwelt und Entwicklung

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Wissenschaft und Forschung

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt