



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

Meeresumwelt- Symposium

2007

**17. Symposium
4. bis 5. Juni 2007**

CCH - Congress Center Hamburg
Am Dammtor
20355 Hamburg

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt
und dem Bundesamt für Naturschutz
im Auftrag des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

© Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Hamburg und Rostock 2008
www.bsh.de

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

Inhalt

Vorwort	5
---------------	---

EHLERS, PETER Meerespolitik und Meeresumweltschutz	7
---	---

Meeresüberwachung

SCHWARZER, KLAUS und MARKUS DIESING Kartierung mariner Sedimente in der deutschen Nord- und Ostsee als Basis für die Erfassung benthischer Lebensräume	13
--	----

ZETTLER, MICHAEL L. Benthische Biodiversität am Beispiel der Natura-200-Gebiete in der deutschen Ostsee	29
--	----

MENN, IRIS Europäische Meeresstrategie-Richtlinie und Grünbuch Meerespolitik: Chancen und Risiken	33
--	----

LUCKAS, BERND Sind Algenblüten immer Harmful Algal Blooms (HABs)?	35
--	----

THEOBALD, NORBERT, WOLFGANG GERWINSKI, CHRISTINA CALIEBE und MICHAEL HAARICH Perfluorierte Verbindungen in der Meeresumwelt	39
--	----

KLOPPMANN, MATTHIAS, SIEGFRIED EHRICH und HORST KARL Große Schlangennadeln - Massenverbreitung und deren Effekte in der Nordsee	45
--	----

WIEMANN, ANNIKA Genetische Populationsdifferenzierungen von Schweinswalen in der Ostsee und angrenzenden Gebieten	53
---	----

ROLKE, MANFRED Das Standarduntersuchungskonzept über die Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK 3)	55
---	----

Fischerei und Umwelt

SCHACHT, KAROLINE Illegale Fischerei - Weltweit mehr als ein Verbrechen am Fisch	59
---	----

KAISER, MICHEL J. Impacts of Fisheries on Marine Biodiversity	63
--	----

PUSCH, CHRISTIAN Ökosystemgerechtes Fischereimanagement in marinen Schutzgebieten, das EMPAS-Projekt	67
--	----

Schifffahrt und Umwelt

OSTROWSKI, ROLF VON Aktuelle Entwicklungen bei der Umsetzung des Ballastwasserübereinkommens	79
HÖFER, THOMAS Neue Regeln für Chemikaliertanker: Besserer Umweltschutz unter MARPOL?	83
BETHGE, PETRA Regelung der Schiffsemissionen in Deutschland	93
BRENK, VOLKER Beeinträchtigung der Meeresumwelt durch Schiffsabgase	95
NETZBAND, AXEL und KLAUS RICKERT-NIEBUHR Grundgedanken für ein Sedimentmanagementkonzept für die Elbe vor dem Hintergrund europäischer Entwicklungen	99

Klima

ALHEIT, JÜRGEN Einfluss der Klimavariabilität auf Nord- und Ostsee	105
GARTHE, STEFAN Klima- und Ökosystemveränderungen am Beispiel von See- und Küstenvögeln	109
REISE, KARSTEN Klimabedingte Veränderungen im Wattenmeer	111
HAHLBECK, EDDA und KURT MACHETANZ Speicherung von CO ₂ in geologischen Formationen unter dem Meeresboden	115

Vorwort

Das 17. Symposium „Aktuelle Probleme der Meeresumwelt“ fand vom 4. bis 5. Juni 2007 in Hamburg statt. Das Symposium wird veranstaltet vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt, dem Bundesamt für Naturschutz und im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Wie bereits in den vergangenen Jahren kommt das BSH dem Wunsch nach Veröffentlichung der Vorträge mit diesem speziellen Symposiumsband nach. Damit ist beabsichtigt, die Vielzahl der vorgetragenen Informationen zu dokumentieren, einem größeren Kreis von Interessenten zugänglich zu machen und die Diskussion um die weiterhin aktuellen Probleme zu beleben.

Die Beiträge wurden ohne Reviewverfahren in unveränderter Form übernommen.

Meerespolitik und Meeresumweltschutz

Ansprache zur Eröffnung des 17. Meeresumweltsymposiums

PETER EHLERS

Ich heiße Sie alle sehr herzlich zu dem diesjährigen Symposium über aktuelle Probleme der Meeresumwelt willkommen. Mir ist es eine große Freude, erneut so viele Teilnehmer begrüßen zu können: Experten aus Wissenschaft und Verwaltung, aus Wirtschaft und Verbänden, die sich hier zusammengefunden haben, um zwei Tage lang ein breites Spektrum von Meeresumweltthemen zu diskutieren. Ein besonders herzlicher Gruß gilt Herrn Michael Müller, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesumweltministerium. Er wird in diesem Jahr den Auftaktvortrag halten zu einem Thema, das von großer Aktualität und nicht minder großer Brisanz ist: Folgen des Klimawandels für Meeresökosysteme und den Meeresschutz.

Seit 17 Jahren findet dieses Symposium statt. Seit 17 Jahren habe ich das Privileg, die Teilnehmer zu begrüßen und sie mit einigen einleitenden Bemerkungen auf die Veranstaltung einzustimmen. Natürlich ist es mein Bestreben, nicht jedes Jahr dasselbe zu sagen, sondern jeweils neue Aspekte und Schwerpunkte hervorzuheben. Das fällt mir nach so vielen Jahren zunehmend schwerer, nicht zuletzt deshalb, weil die Probleme, die uns unter den Nägeln brennen, vielfach dieselben geblieben sind, sich z.T. sogar noch verschärft haben. Ich bitte Sie deshalb um Verständnis, wenn ich vielleicht manches sage, was ich auch in früheren Jahren schon angesprochen habe.

In diesen Tagen und Wochen ist zumindest in der maritimen Szene die europäische Meerespolitik ein aktuelles Thema. Die einjährige Diskussionsphase zum Grünbuch der Europäischen Kommission geht in Kürze zu Ende. Die Deutsche EU-Ratspräsidentschaft hat als Beitrag dazu vom 2. bis 4. Mai in Bremen eine Europäische Konferenz „Die künftige Meerespolitik der EU: Eine europäische Vision für Ozeane und Meere“ durchgeführt. Die Kommission ist nun aufgefordert, bis Anfang Oktober einen Europäischen Aktionsplan für die Meerespolitik vorzulegen. In den Diskussionen ist immer wieder die Frage aufgeworfen worden, was eigentlich im Vordergrund einer Meerespolitik steht – die Meereswirtschaft oder der

Meeresumweltschutz. Dass beinahe zeitgleich eine Europäische Meeresstrategie einschließlich einer Meeresstrategie-Richtlinie entwickelt und durch das Grünbuch der Diskussionsprozess um eine Meerespolitik angestoßen werden, hat zu einiger Verwirrung geführt, verstärkt durch einige sprachliche Ungeschicklichkeiten und Unklarheiten. Doch für beides gilt ein integrativer Politikansatz; die Meeresstrategie wird nach den erklärten Vorstellungen der Kommission die Umweltsäule der zukünftigen umfassenden Europäischen Meerespolitik bilden.

Wenn man genau hinsieht, so meine ich, besteht zwischen den Aussagen zu Meerespolitik und Meeresstrategie gar kein wirklicher Gegensatz. Die Meerespolitik bezweckt die Stärkung einer nachhaltigen Meereswirtschaft. Der Begriff der Nachhaltigkeit umfasst, was gelegentlich übersehen wird, auch den Schutz der Umwelt. Eine Wortwahl, welche diesem Vorrang vor den anderen Komponenten einräumt, führt dabei jedoch genauso in die Irre wie die Zielbeschreibung, der Schutz der Meeresumwelt sei allein deshalb zu betreiben, um die maximale ökonomische Nutzung des Meeres zu ermöglichen. Nachhaltigkeit fordert vielmehr die ausgewogene Berücksichtigung ökonomischer, sozialer und ökologischer Belange. Verantwortungsvoller Meeresschutz bedeutet daher für uns, die wir uns diesem Thema verpflichtet fühlen, den Grundsatz der Nachhaltigkeit in seiner umfassenden Bedeutung einzufordern.

Gerade eine sachgerechte Balance zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Interessen ist nicht möglich ohne ausreichende Kenntnisse über die Geschehnisse im Meer und über die ökologischen Auswirkungen bestimmter Tätigkeiten. Und das wiederum geht nicht ohne Meeresumweltforschung, vor allem nicht ohne ein operatives, langfristig angelegtes Monitoring. Darüber besteht Einvernehmen. Dennoch werden die dafür notwendigen Kapazitäten unverändert zurückgefahren. Ich habe das an dieser Stelle schon verschiedentlich beklagt, zuletzt im vergangenen Jahr. Ohne Erfolg!

Inzwischen haben wir die „Gauss“ außer Dienst gestellt, weil uns Personal und Betriebsmittel fehlen. Sie ist verkauft und wird jetzt als Forschungsschiff außerhalb Deutschlands eingesetzt. Für die meereschemischen Untersuchungen haben wir in Hamburg-Sülldorf zwar einen Laborneubau realisieren können, aber das Personal haben wir seit den 90er Jahren um mehr als 25 %, bei den Wissenschaftlern sogar um die Hälfte reduzieren müssen. Anderen geht es nicht besser. Ich weiß und akzeptiere, dass Einsparungen zur notwendigen Konsolidierung der öffentlichen Haushalte unumgänglich sind. Wenn man sich von einer sinnvollen Meeresumweltüberwachung nicht gänzlich verabschieden will, sondern diese weiterhin für erforderlich, ja, möglicherweise sogar für erweiterungsbedürftig hält, muss man sich meines Erachtens von traditioneller Aufgabenteilung verabschieden und neue Wege gehen. Ein solcher könnte z.B. sein, die z.Z. noch von den verschiedensten Institutionen wahrgenommenen Teilaufgaben der Meeresumweltüberwachung zusammenzufassen und dadurch Synergien frei zu setzen

Wie wichtig die Meeresumweltüberwachung ist, zeigt der erste große Themenblock dieses Symposiums. Das reicht von perfluorierten Stoffen, einem typischen Verschmutzungsthema, bis hin zu Algenblüte, Populationsdifferenzierungen und Invasion fremder Arten, drängende Themen für Biodiversität und Habitatschutz. Die sehr unterschiedlichen Facetten gerade in diesem Themenblock will ich hier nicht im einzelnen ansprechen. Sie werden sich davon in Kürze selbst ein Bild machen können.

Morgen geht es dann um zwei Umweltbereiche, denen gerade in der öffentlichen Diskussion große Aufmerksamkeit zu teil wird: Fischerei und Umwelt sowie Schifffahrt und Umwelt. In beiden Problembereichen sind weitere Schutzmaßnahmen dringend erforderlich. Ich will das nicht im Einzelnen ausführen und den Vorträgen nicht vorgreifen. Nur eine Beobachtung: Bei vielen Themen des Umweltschutzes geht es immer noch um die Identifikation von Problemen und die Erörterung, welche Lösungsmöglichkeiten überhaupt in Erwägung zu ziehen sind. Anders im Schifffahrtsbereich. Hier liegen in sehr viel größerem Maße konkrete Lösungsvorschläge vor, die es international durchzusetzen und, wo dies bereits geschehen ist, national umzusetzen gilt.

Wie dies eine gute Dramaturgie vorsieht, haben wir den Themenblock „Klima“ ans Ende des Symposiums gesetzt. Mit diesem thematischen Höhepunkt schlagen wir den Bogen zu dem Auftaktvortrag am Anfang der Veranstaltung. Selbst wir im BSH, die

wir mit unseren Bewertungen im allgemeinen sehr zurückhaltend sind und uns nicht an Spekulationen beteiligen, sind aufgrund unserer Messungen inzwischen davon überzeugt, dass der Klimawandel auch in Nord- und Ostsee klar zu erkennen ist. Nun muss es darum gehen, schnellstmöglich größere Klarheit über die Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu erreichen. Die angedachte Speicherung von CO² unter dem Meeresboden ist in diesem Zusammenhang ein gerade wegen möglicher Umweltauswirkungen sehr wichtiger Aspekt.

Betrachtet man dieses Programm, so wird ein Kenner der Meeresumweltprobleme möglicherweise kritisieren, dass ein wichtiger Themenblock offenbar völlig fehlt. Die nach wie vor bedeutendste Verschmutzungsquelle, nämlich Einträge vom Lande aus, werden nicht gesondert behandelt. Gibt es in diesem Bereich keine Aktivitäten mehr? Ist das ein Anzeichen dafür, dass die Reduzierungsmöglichkeiten erschöpft sind? Keineswegs. Der eine oder andere Aspekt verbirgt sich hinter anderen Themen. Manches mussten wir aus Zeitgründen weglassen. An Aktivitäten jedenfalls fehlt es nicht. So arbeitet man im Ostseebereich an einem neuen ehrgeizigen Aktionsplan, bei dem die Verschmutzung vom Lande aus als Hauptursache der Eutrophierung besonderes Gewicht hat. Mein Vertreter im BSH, Herr Rühl, der die hierfür von den Ostseestaaten eingesetzte Task Force leitet, hätte gern über den aktuellen Sachstand berichtet, ist aber leider verhindert, weil seine Gruppe zeitlich parallel zu diesem Symposium tagt. Sie hat keinen anderen Termin für ihre unter großem Zeit- und Erfolgsdruck stehende Arbeit finden können. Ich bedauere das auch deshalb, weil Herr Rühl als Leiter der Abteilung Meereskunde des BSH einer der ständigen Förderer und Inspiratoren dieses Symposiums ist. Da er vor der nächstjährigen Veranstaltung in den Ruhestand tritt, hätte ich ihm gern bei dieser Gelegenheit für seine unermüdliche Arbeit und sein großes Engagement für das Symposium gedankt. Das werde ich bei anderer Gelegenheit nachholen. Vielleicht kann er ja – wenn auch als Pensionär – im nächsten Jahr über den dann hoffentlich äußerst erfolgreichen Abschluss seiner Anstrengungen berichten.

Danken möchte ich auch all denen, die das Symposium in diesem Jahr wiederum mit Rat und Tat - letzteres ist besonders wichtig – gefördert haben: Den Kolleginnen und Kollegen des Bundesumweltministeriums, bei denen es auch um finanzielle Taten geht, des Umweltbundesamtes und des Bundesamtes für Naturschutz genauso wie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BSH, bei denen naturgemäß

die Hauptlast der vorbereitenden Planung, Organisation und Durchführung liegt. Ganz ausdrücklich danken möchte ich auch den Referenten aus dem In- und Ausland, auf deren Beiträge wir schon sehr gespannt sind.

Diese Spannung möchte ich nicht unnötig verlängern. Ich wünsche uns allen bereichernde Vorträge, engagierte Diskussionen und einen nützlichen Erfahrungsaustausch, den wir sicherlich auch heute Abend in der einen oder anderen Weise fortsetzen können, wenn wir uns auf dem BSH-Empfang treffen, wozu ich Sie noch einmal sehr herzlich einlade.

Ich bitte nun Herrn Staatssekretär Müller, zu uns zu sprechen.

*Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. Dr. h. c. Peter Ehlers
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Straße 78
20359 Hamburg
Neptunallee 5
18057 Rostock*

Meeresüberwachung

Kartierung mariner Sedimente in der deutschen Nord- und Ostsee als Basis für die Erfassung benthischer Lebensräume

KLAUS SCHWARZER und MARKUS DIESING

Zusammenfassung

Die geologisch-sedimentologische Ausbildung des aus quartären Lockersedimenten aufgebauten Meeresbodens von Nord- und Ostsee bestimmt maßgeblich den Lebensraum, die Abundanz und die Diversität benthischer Fauna und Flora. Viele Organismen sind dabei an ganz bestimmte Lebensräume gebunden, wie z.B. die in beiden Schelfmeeren vorkommenden Hartsubstrate. Die flächendeckende und räumlich genaue Erfassung derartiger Substrate ist mit modernen hydroakustischen Vermessungsmethoden möglich. Vergleiche mit älteren Aufnahmen zeigen dabei trotz intensiver Sedimentbewegung eine hohe Stabilität der Sedimentverteilungsmuster.

Summary

The geological-sedimentological character of the sea-bottom of the North- and Baltic Sea, which is mainly built up of loose quaternary deposits, dominates the habitats, abundance and diversity of the benthic fauna and flora. Many organisms need special conditions like hard bottom substrates, which are common in both shelf seas. Based on mapping with modern hydroacoustic instruments combined with a precise positioning, the spatial distribution of special substrates can be estimated very precisely. A comparison with older data, which underwent a special georeferencing process, indicates that even under high sediment mobility sediment distribution patterns remain stable.

Einleitung

Die geologisch-sedimentologische Ausbildung des Meeresbodens bestimmt maßgeblich den Lebensraum, die Abundanz und die Diversität benthischer Fauna und Flora. So werden Hartsubstrate von anderen Lebensgemeinschaften besiedelt als Sandflächen oder gar Schlickgebiete. Das Erkennen der unterschiedlichen Habitate an sich, ihre räumlichen Abgrenzungen untereinander aber auch ihre Vernetzungen miteinander - letzteres erhöht erheblich die ökologische Qualität submariner Lebensräume - sowie ihre zeitlich-räumlichen Veränderungen setzen eine detaillierte Kenntnis über den geologischen Untergrund sowie die Sedimentbeschaffenheit, -verteilung und -dynamik an der Meeresbodenoberfläche voraus. Das gezielte Aufsuchen von Flächen, die einen bestimmten Habitattyp repräsentieren, erfordert demnach grundlegende Kenntnisse über die jüngere geologische Entwicklung einzelner Gebiete. Um ge-

netisch zusammenhängende Formen zu erfassen, ist eine großräumige und flächendeckende Kartierung des Meeresbodens notwendig. Dieses schließt neben der Erfassung von Sedimentverteilungsmustern ausdrücklich Kenntnisse über den oberflächennahen Untergrund ein.

Geologische Rahmenbedingungen

Der Meeresboden von Nord- und Ostsee ist überwiegend aus quartären Lockersedimenten aufgebaut. Während weite Bereiche der Nordsee letztmalig in der Saaleeiszeit (Ende vor ca. 128.000 Jahren) glazial beeinflusst wurden, war die Ostsee auch im Weichselglazial (Ende vor ca. 11.600 Jahren) vom Inlandeis bedeckt (vgl. Abb. 1). Typische Ablagerungen und geomorphologische Formen in glazial geprägten Gebieten sind Moränen und tief eingeschnittene Flusstäler. Letztere entstanden, als der

Schelf aufgrund des abgesenkten Meeresspiegels während der Glaziale exponiert war. Die Mächtigkeit der nach dem postglazialen Meeresspiegelanstieg abgelagerten Sedimente ist in Gebieten ohne ausgeprägte Sedimenteinträge durch Flüsse in der Regel auf nur auf wenige Meter beschränkt (ZEILER et al. [2000, 2004]).



Abb. 1: Maximale Ausdehnung des Inlandeises während der Saale- und der Weichsel-Kaltzeit in Mitteleuropa. Die Unterläufe von Ems, Weser und Elbe bildeten während der Weichsel-Kaltzeit ein zusammenhängendes Flusssystem, das durch das Elbe-Urstromtal in Richtung Nordatlantik entwässerte (aus: BERNER und STREIF [2000])

Die den Meeresboden verändernden und ausgleichenden Prozesse dauern somit im Nordseebereich, er ist durch zwei Meeresspiegelanstiegsphasen und die subaerische Exposition während des Weichselglazials beeinflusst worden, über einen wesentlich längeren Zeitraum an als im Ostseebereich. Zudem unterscheiden sich beide Meeresgebiete erheblich durch die hydrologischen Einwirkungen von Wellen und Tide mit den daraus resultierenden Strömungen. Dementsprechend ist der heutige Nordseeboden hinsichtlich der

räumlichen Verteilung sedimentologisch-geologisch-morphologischer Einheiten wesentlich großräumiger gegliedert als der Ostseeboden, wobei die regelmäßigen Tiden in küstennahen Bereichen einen entscheidenden Faktor für die Stabilität von Sedimentverteilungsmustern darstellen.

In der inneren Deutschen Bucht herrschen primär sandige und kiesige Sedimente unterschiedlicher Korngröße vor (FIGGE [1981]). Die gesamte Bucht wird durch das Elbe-Urstromtal, das sich in die Sedimente vorangegangener Glaziale eingeschnitten hat, dominiert (vgl. Abb. 1 und 3). Es ist trotz einer bis zu 16 m mächtigen, schluffig-sandigen Sedimentfüllung heute immer noch als lang gestreckte Vertiefung erkennbar (FIGGE [1980]).

Der Ostseeboden ist demgegenüber in seiner sedimentologisch-geologischen Beschaffenheit wesentlich heterogener aufgebaut und kleinräumiger gegliedert. Er wird durch die beim Abschmelzen der Inlandeismassen zurückgebliebenen Ablagerungen dominiert. Die einzelnen Rückzugsstadien sind dabei im westlichen Ostseeraum äußerst dicht geschart (Abb. 2). Durch das komplexe Wechselspiel von isostatischen Ausgleichsbewegungen aufgrund der Verringerung der Eisauflast, eustatischen Meeresspiegeländerungen durch das Abschmelzen der Eisschilde und lokalen tektonischen Bewegungen kam es zu einer Entwicklung, in deren Verlauf Süß- und Brack- bzw. Salzwasserphasen einander abwechselten (BJÖRCK [1995]).



Abb. 2: Übersicht über die pleistozänen Haupteisrandlagen in Norddeutschland und der südwestlichen Ostsee (DUPHORN et al. [1995] nach WOLDSTEDT und DUPHORN [1974], verändert)

Saale-Kaltzeit: sDR - Rehburger Phase des Drenthe Stadiums, sDL - Lamstedter Phase des Drenthe-Stadiums, sWa - Warthe-Stadium

Weichsel-Kaltzeit: wB - Brandenburger Stadium, wF - Frankfurter Stadium, wP - Pommersches Stadium, wRo - Rosenthaler Staffel, wFr - Franzburger Staffel, wV - Velgaster Staffel, wRü - Nordrügener Staffel, wBo - Bornholmer Staffel (jeweils des Mecklenburger Stadiums)

Die Bedeckung mit jungen marinen Sedimenten ist teilweise gering, an vielen Stellen, vor allem im Bereich ehemaliger Eisrandlagen, fehlt sie völlig. Diese Eisrandlagen bilden häufig Schwellen (z.B. Darßer Schwelle) die einzelne Becken voneinander trennen. Mit Ausnahme einiger, im Postglazial entstandener, organogener Ablagerungen in morphologischen Senken ist die Quelle der jungen, marinen Ablagerungen ausschließlich glazigenen Ursprungs. Sedimenteinträge in den deutschen Ostseeraum durch Flüsse sind vernachlässigbar.

Art und Verteilung der oberflächlich anstehenden Sedimente sind von IGNATIUS et al. [1981] für die gesamte Ostsee, von PRATJE [1948] für die süd-

westliche Ostsee und von SEIBOLD et al. [1971] für die Kieler Bucht beschrieben worden. Darüber hinaus existieren Kartenwerke wie die vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie herausgegebene Serie „Meeresbodensedimente in der westlichen Ostsee“ im Maßstab 1:100.000, von der die Blätter „Darß“ (Karte Nr. 2.901; TAUBER und LEMKE [1995] und „Falster - Møn“ (Karte Nr. 2.902; TAUBER et al. [1999] erschienen sind. Weitere Karten sind die Medianwert-Sortierungskarte der Deutschen Bucht nach Daten des Deutschen Ozeanographischen Datenzentrums (DOD) (vgl. Abb. 3) und die regionale Verteilung der Oberflächensedimente in der Pommerschen Bucht (vgl. Abb. 4, BOBERTZ [1996]).

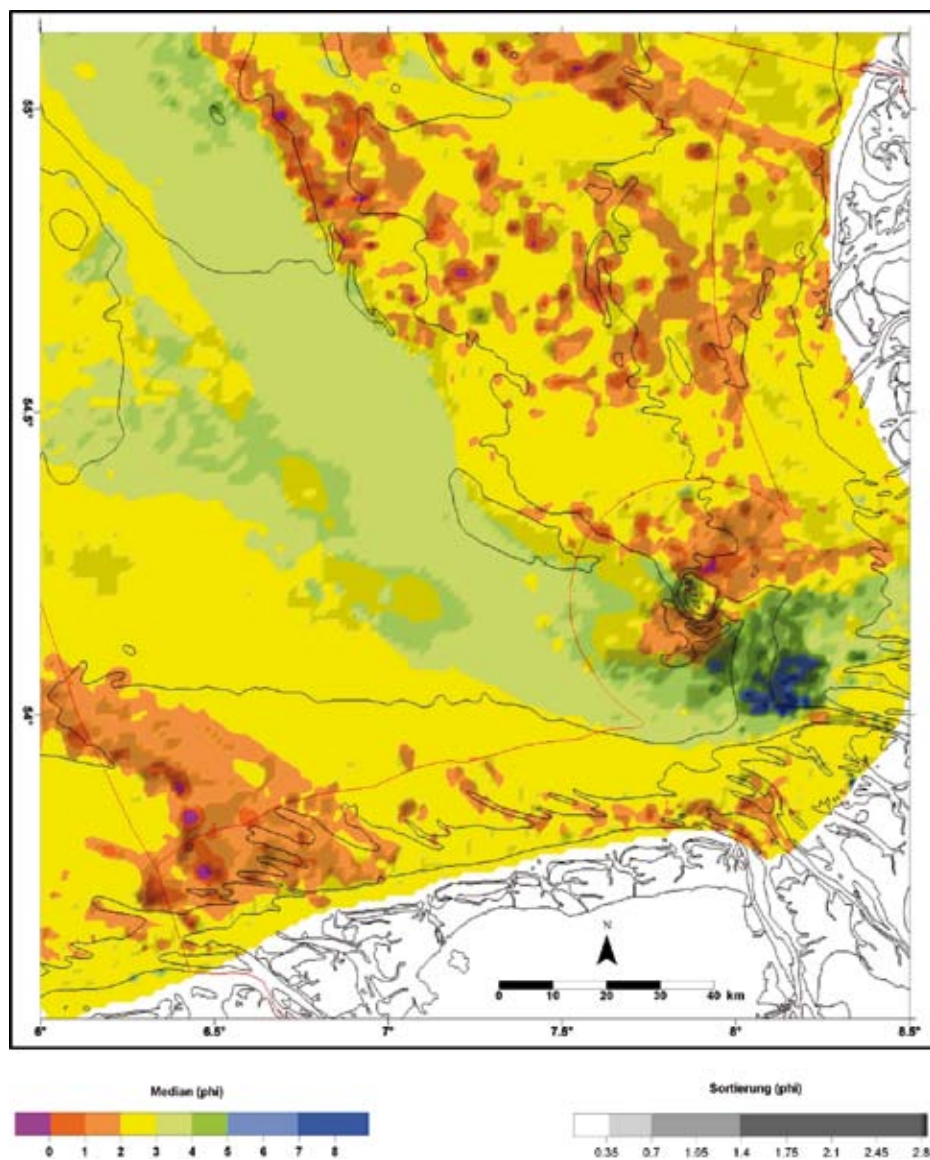


Abb. 3: Medianwert-Sortierungskarte der Deutschen Bucht nach Daten des DOD (Deutsches Ozeanographisches Datenzentrum)

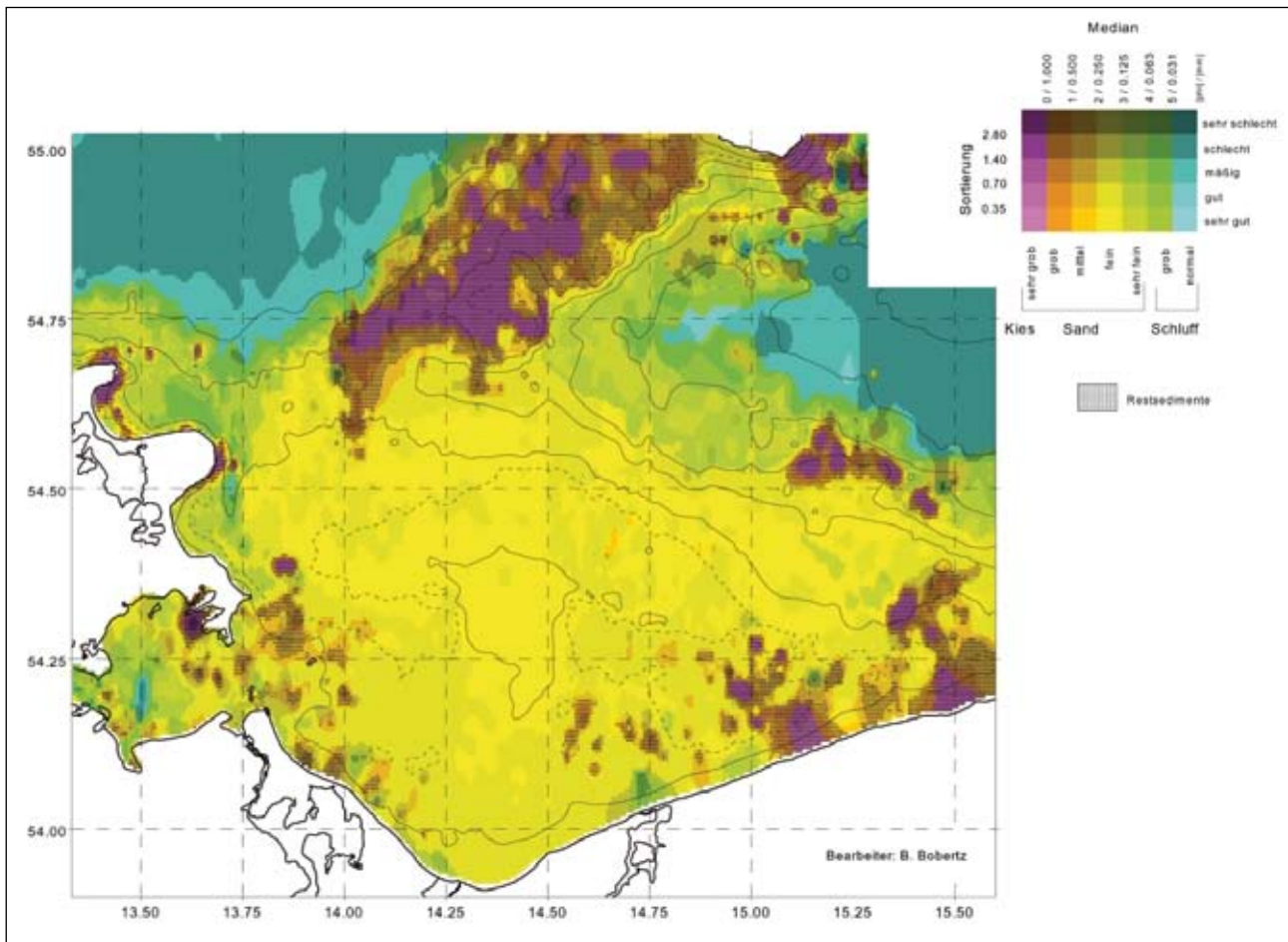


Abb. 4: Regionale Verteilung der Oberflächensedimente in der Pommerschen Bucht nach BOBERTZ [1996]

Methodik

Moderne schiffsgestützte Kartiermethoden mittels hochauflösender Flachseismik, Seitensicht-Sonar- und Fächerecholottechnik (LURTON [2002], vgl. Abb. 5) unterstützt durch genaue DGPS-Positionierung und anschließendem digitalen Datenprocessing erlauben heute eine großräumige, flächendeckende, aber dennoch äußerst detaillierte und unverzerrte Darstellung des Seegrundes (z. B. BOYD et al.

[2006], DIESING und SCHWARZER [2006], PENROSE et al., [2006]). Da bei diesen Kartierungen die Breite eines mit Schallimpulsen zu überstreichenden Bereiches sehr stark von der Wassertiefe abhängt - je geringer die Wassertiefe ist umso dichter liegen die Profillinien beieinander - nimmt die zu benötigende Schiffszeit in Abhängigkeit von der Wassertiefe für flacher werdende Bereiche zu. Die Kartierung des unmittelbaren Küstenbereiches erfordert dabei den größten Zeitaufwand.

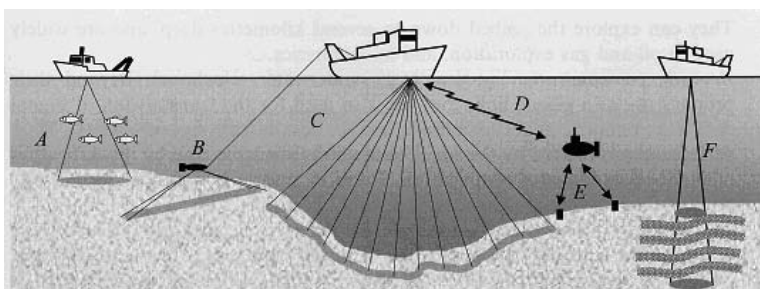


Abb. 5: Die unterschiedliche Anwendung hydroakustischer Systeme

- A – Single Beam Echolot,
- B – Side Scan Sonar,
- C – Fächerlot,
- D – Datenübertragungssystem,
- E – akustisches Positionierungssystem,
- F – Sedimentlot

(aus: LURTON [2002])

Eine Kartierung mit hydroakustischen Systemen hat gegenüber herkömmlichen Methoden, die im wesentlichen auf punktuellen Beprobungen (FIGGE [1981]) und anschließenden statistischen Auswerteverfahren basieren (TAUBER und LEMKE [1995], TAUBER et al. [1999], vgl. Abb. 3 und 4) den Vorteil, dass bestimmte Sedimenttypen, wie z.B. Steinfelder, hinsichtlich Ausdehnung, Steinhäufigkeit und Steingröße genau erfasst werden können. Die Abbildung 6 zeigt beispielhaft eine Seitensichtsonaraufnahme mit entsprechenden Interpretationshinweisen.

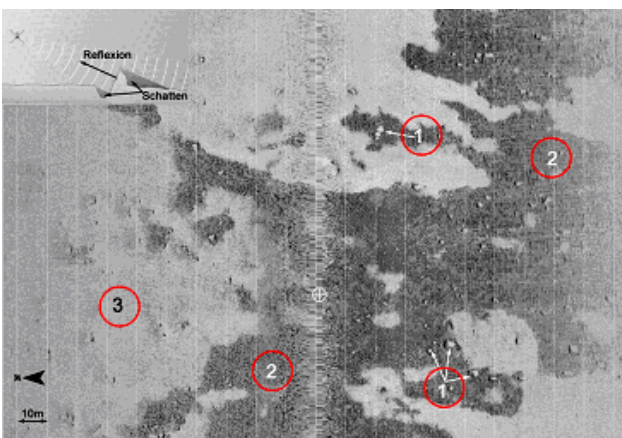


Abb. 6: Sonographie aus dem Bereich des Elbe-Urstromtales (Pos.: 54° 46,54' N, 7° 2,75' E). Helle Bereiche charakterisieren geringe Rückstreuungseigenschaften (Sande), dunkle Bereiche hohe Rückstreuungseigenschaften (Grobsande, Kiese und Steine). Die einzelnen Ziffern bedeuten: 1 = einzelne Steine auf einer Grobsedimentfläche, 2 = Grobsedimentfläche, 3 = dünne Sanddecke mit durchspießenden Steinen. Die Grenzen zwischen den unterschiedlichen Sedimenttypen sind scharf ausgeprägt
Quelle: DIESING und SCHWARZER [2006]

Demgegenüber liefert die punktuelle Beprobung mit den herkömmlichen Probenahmegeräten - in der Regel sind dies verschiedenste Greifer - eine Unterrepräsentation von Steinfeldern, da größere Steine und Blöcke damit nicht erfasst werden können. Videoaufzeichnungen werden häufig zur Kalibrierung und für Detailbeobachtungen herangezogen, aber auch sie sind aufgrund des begrenzten Bildausschnittes kein Instrument für flächenhafte, aber gleichzeitig detaillierte Kartierungen des Meeresbodens. Die Ausweisung scharfer Grenzen innerhalb von Sedimentverteilungsmustern sowie die Vernetzung von Strukturen und deren Kopplung mit der Morphologie sind weder durch Videoaufnahmen noch durch eine reine Sedimentbeprobung möglich.

Sind in einem Gebiet über einen längeren Zeitraum (Jahre bis Jahrzehnte) mehrfach Vermessungen mit gleichen hydroakustischen Systemen durchgeführt worden und gelingt es, diese Aufnahmen, die bis in die neunziger Jahre hinein mit Analogrecordern erfolgten, im Nachhinein zu georeferenzieren (KUBICKI and DIESING [2006]), so können Aussagen über die Veränderungen von Sedimentverteilungsmustern über die Zeit und über die Sedimentdynamik erarbeitet werden (DIESING et al. [2006]). Das Institut für Geowissenschaften (IfG) hat seit den 70er Jahren wiederholt einzelne Gebiete in Nord- und Ostsee kartiert (WERNER [2004], DIESING et al. [2006]) und entsprechende Untersuchungen zu den geometrischen Veränderungen von Sedimentverteilungsmustern durchgeführt.

Ergebnisse

Im Folgenden werden beispielhaft einige Ergebnisse aus Ost- und Nordsee basierend auf den Arbeiten des IfG vorgestellt.

Ostsee, Adlergrund

Der Adlergrund liegt im nordöstlichsten Bereich der deutschen Ostsee zwischen den Inseln Rügen und Bornholm (Abb. 7). Er bildet den südwestlichen Zipfel der Rönnebank. Hier treten Wassertiefen von zum Teil weniger als 5 m auf. Bisher sind hier mehr als 250 km² flächendeckend mit dem Seiten-Sicht Sonar und ausschnittsweise auch mit dem Fächerlot kartiert worden. Basierend auf diesen Daten lässt sich das Gebiet zunächst in drei Ablagerungsräume unterteilen: Restsediment, Wechsel von Fein- und Grobsand und Sand (vgl. Abb. 8). Die Sonographiedaten sind durch Krongrößenanalysen von Oberflächensedimentproben geeicht.

Die großräumige Aufteilung in die unterschiedlichen Sedimenttypen kann bei genauer Betrachtung weiter aufgegliedert werden. Abb. 9 zeigt den in Abb. 8 (linkes Bild) rot hervorgehobenen Bereich. Im Nordosten dieses Gebietes bilden Mittelsande lang gestreckte Bänder von 100 – 200 m Breite und mehreren Kilometern Länge. Gelegentlich spießen Steine durch die nur geringmächtige Sanddecke. Im Süden (Pfeil „a“ in Abb. 9) ist ein weiteres charakteristisches Muster ausgebildet. Es alternieren Grobsandstreifen mit Feinsandflächen (vgl. Abb. 10), wobei sich die Grobsandstreifen in der Regel in Depressionen von nur wenigen dm Tiefe befinden. Sie sind netzartig verbunden. Basierend auf Abbildungen von NIELSEN et al. [2004] ist nicht auszuschließen, dass ein Teil dieser Strukturen mit der Abbautätigkeit von Sand und Kies zusammenhängt.

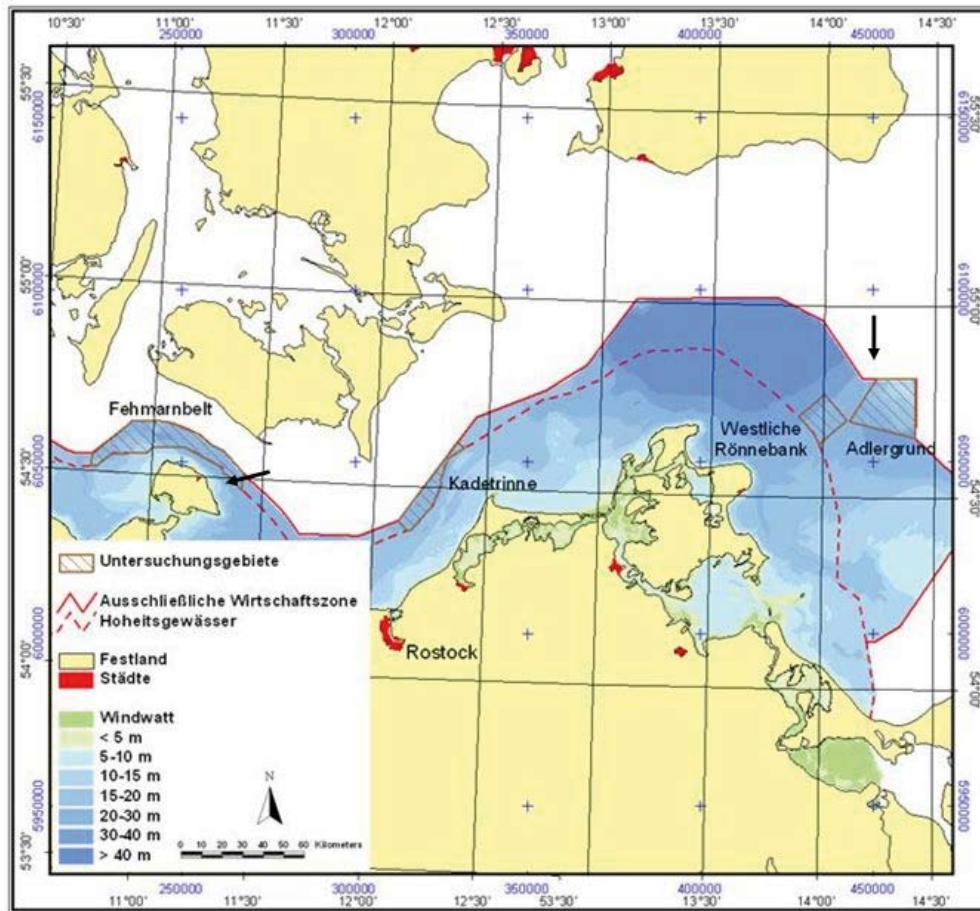


Abb. 7: Die Untersuchungsgebiete Adlergrund und Fehmarn

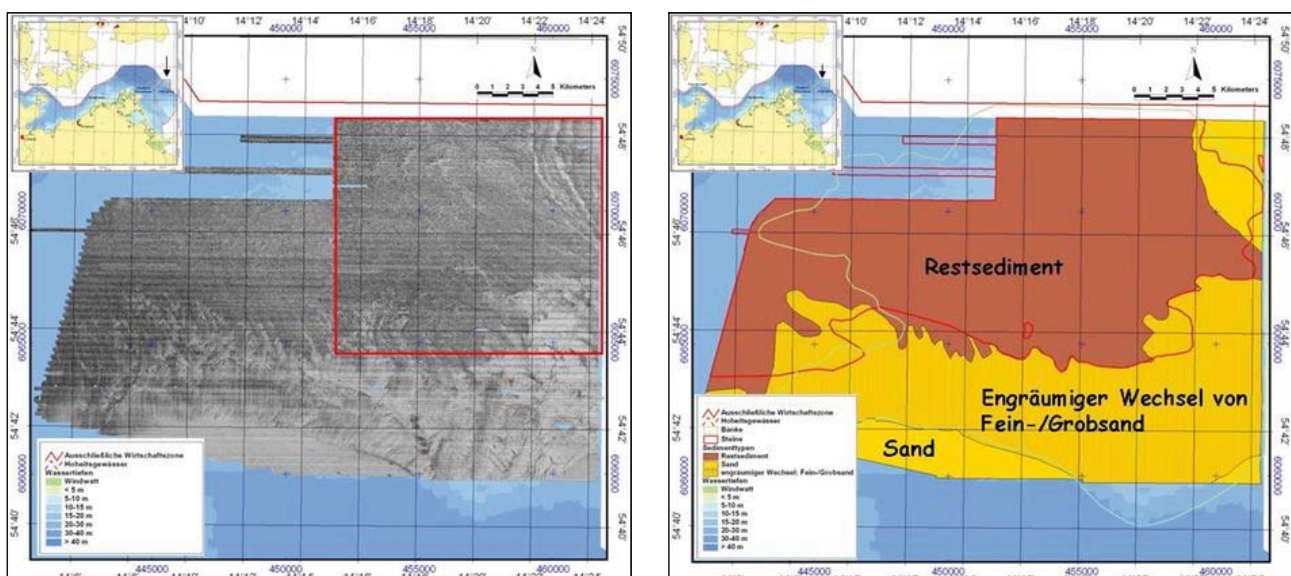


Abb. 8: Seiten-Sicht Sonar Mosaik des Adlergrundes (links) und Interpretation (rechts). Linke Seite: Restsedimente werden durch die dunkle Farbe repräsentiert, helle Flächen sind Fein- bis Mittelsande. Der rot hervorgehobene Bereich ist in Abb. 9 dargestellt. Rechte Seite: Interpretation des Seiten-Sicht Sonar Mosaiks des Adlergrundes

Im westlichen Bereich des in Abbildung 9 dargestellten Ausschnittes befinden sich E-W bis NE – SW streichende Rückenstrukturen. Sie sind aus Steinen mit einem Durchmesser von mehreren dm aufgebaut. Diese prägnanten Rücken haben ihre Basis in bis zu 24 m Wassertiefe und lassen sich bis in Wassertiefen von 14 m verfolgen (FELDENS et al. [2007]). Sie erreichen

höhen bis zu 7 m über dem Seegrund, Längen bis zu 1 km und haben Kammbreiten von mehreren 10er Metern. Sie sind netzartig miteinander verbunden (vergl. Abb. 12). Die steilen Südflanken dieser Rücken sind bis zu 25° geneigt (vgl. Abb. 11). FELDENS et al. [2007] interpretieren diese Strukturen als „Concertina Eskers“.

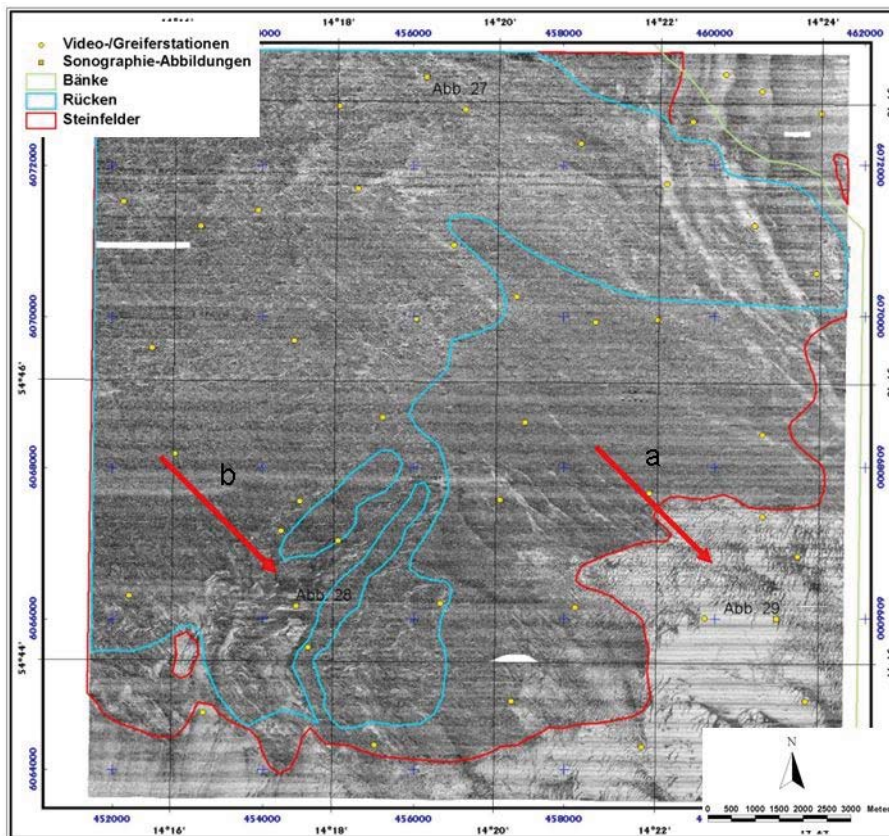


Abb. 9: Dieses Seitensicht Sonar Mosaik zeigt den in Abb. 8a rot markierten Ausschnitt. Es lassen sich deutlich drei Bereiche voneinander unterscheiden: Steinfelder, Wechsel von Grobsandstreifen mit feinen Sanden (Pfeil a) und Bereiche mit Rückenstrukturen (Pfeil b)

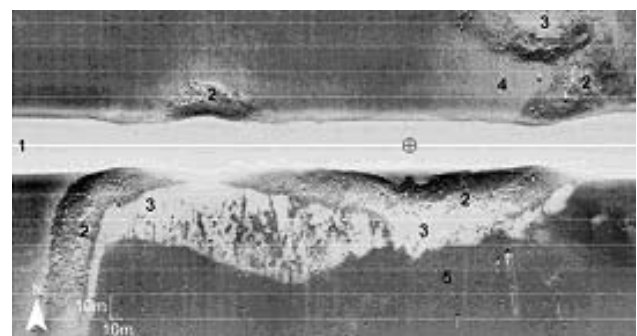


Abb. 10: Linke Seite: Roter Pfeil „a“ aus Abb. 9. Entzerrte Sonographie des Meeresbodens, Position: 54° 44,37' N, 14° 23,50' E.

1: Grobsandstreifen mit scharfer Begrenzung im W und gradueller Begrenzung im E.

2: Marine Sande. Rechte Seite (aus DIESING und SCHWARZER [2006]): Rückenstrukturen aus dem Bereich „Pfeil „b“, Position: 54° 44,433' N, 14° 17,533' E. Zur besseren Visualisierung des ausgeprägten, kleinräumigen Reliefs wurde die Sonographie nicht korrigiert. 1-Wassersäule, 2-Rücken, 3-akustischer Schatten, 4-Sande, 5-Oszillationsrippeln

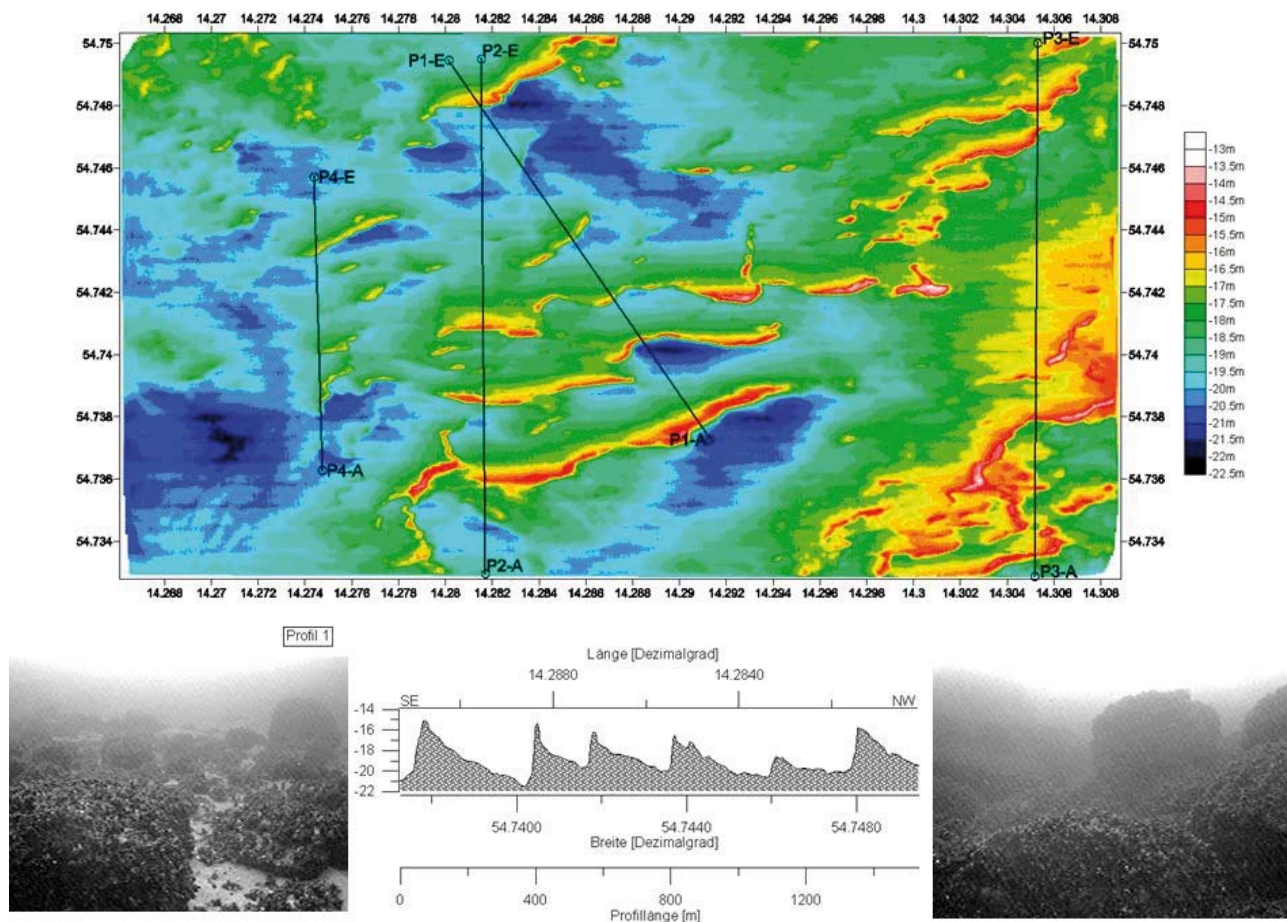


Abb. 11: Fächerlotaufnahme aus dem Bereich der Steirücken. Die Rücken sind asymmetrisch aufgebaut, mit steiler Flanke nach SE und flachem Hang nach NW weisend (weitere Erläuterungen s. Text)

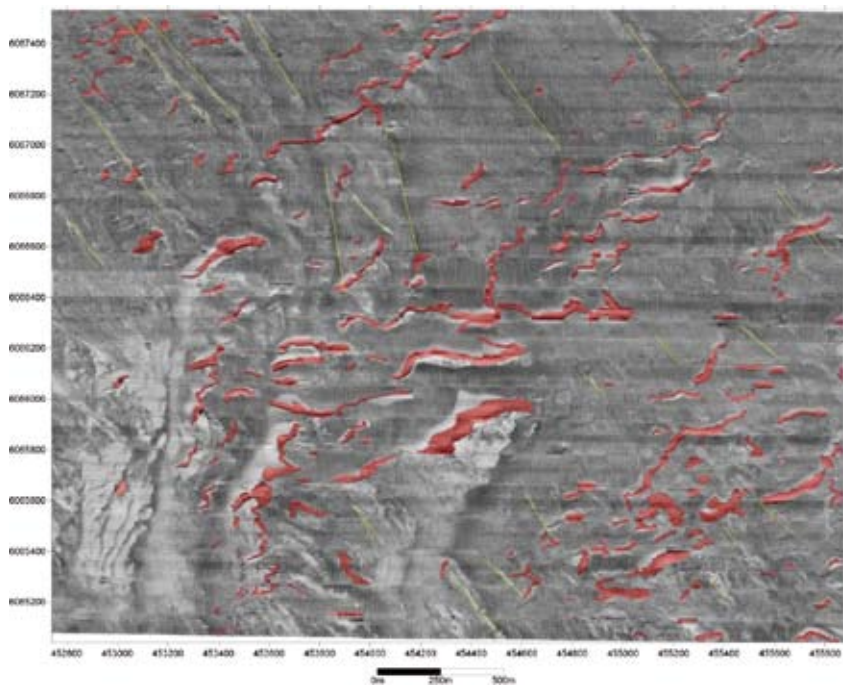


Abb. 12: Die morphologischen Steirücken (vgl. Abb. 11) bilden ein „Netz“, das sich über mehrere km² erstreckt

Fehmarn

In dem Untersuchungsraum Fehmarn sind die Bereiche westlicher Fehmarnbelt und südwestlicher Ausgang des Fehmarnsundes kartiert worden. Der Meeresboden des westlichen Fehmarnbelts weist unterschiedliche Rückstreuereigenschaften auf, denen sich charakteristische Sedimenttypen zuordnen lassen (Abb. 13, rechts). Im Bereich der submarinen Erhebungen Öjet sowie der Abrasionsplattform vor der Markelsdorfer Huk treten weit verbreitet Restsedimente auf. Diese gehen mit zunehmender Wassertiefe in Mischsedimente über. Diese Mischsedimentzone befindet sich an den Hängen des Vinds Grav und folgt damit seinem Verlauf, der einem ehemaligen Flussverlauf ähnelt. Im Rinnentiefsten ist dagegen vorwiegend schlickiger Sand/sandiger Schlick zur Ablagerung gekommen (Abb. 13, helle Bereiche im linken Bild). Lokal treten in der

Rinnenachse auch Mischsedimente auf, was auf eine stellenweise geringe Mächtigkeit der Schlicksedimente in der Rinne hindeutet. Sande finden sich im Bereich des Riesenrippelfeldes sowie nordwestlich davon. Die sedimentologischen Daten deuten darauf hin, dass die Rippelkörper überwiegend aus Mittelsanden bestehen. Die Rippelkämme sind in etwa N-S orientiert. Darüber hinaus existieren Sandbänder im Bereich der Abrasionsplattform vor der Markelsdorfer Huk.

Steine sind im Bereich der Rest- und Mischsedimentflächen weit verbreitet; es gibt jedoch auch Zonen, in denen keine Steine angetroffen werden (Abb. 13, linkes Bild). Im Bereich der Abrasionsplattform lassen sich mehrere lokale Anhäufungen von Steinen finden, während in anderen Arealen die Besatzdichte relativ gering ist. Relativ häufig treten Steine im flachsten Bereich des Öjet auf.

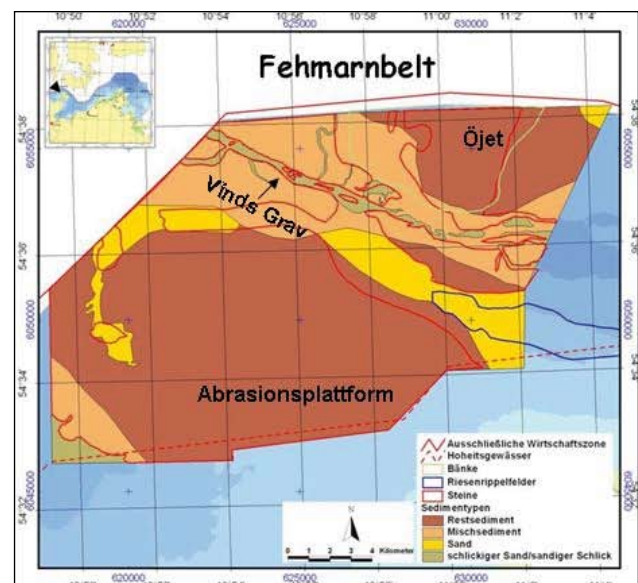
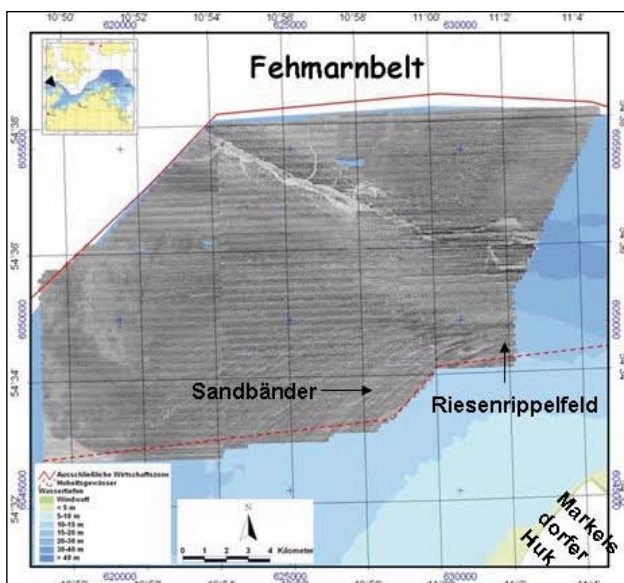


Abb. 13: Seiten-Sicht Sonar Mosaik des Fehmarnbeltes (links) mit Interpretation (rechts). Nähere Erläuterungen s. Text

Die Abb. 14 zeigt keine flächenhafte Kartierung des Seegrundes, sondern für das Küstenvorfeld zwischen dem südöstlichen Ausgang des Fehmarnsundes bis nach Dameshöved das Ergebnis einer Auswertung von Seiten-Sicht Sonaraufzeichnungen aus verschiedenen Jahren. Diese Aufnahmen wurden vor dem

Hintergrund bearbeitet, die Steinhäufigkeit hinsichtlich der Anzahl pro m^2 in diesem Gebiet zu erfassen. Es zeigt sich, dass Hartsubstrat bildende Steine häufig nicht vereinzelt vorliegen, sondern auf bestimmte Bereiche konzentriert sind. Eine Steindichte mit $> 2/m^2$ ist dabei als hoch einzustufen.

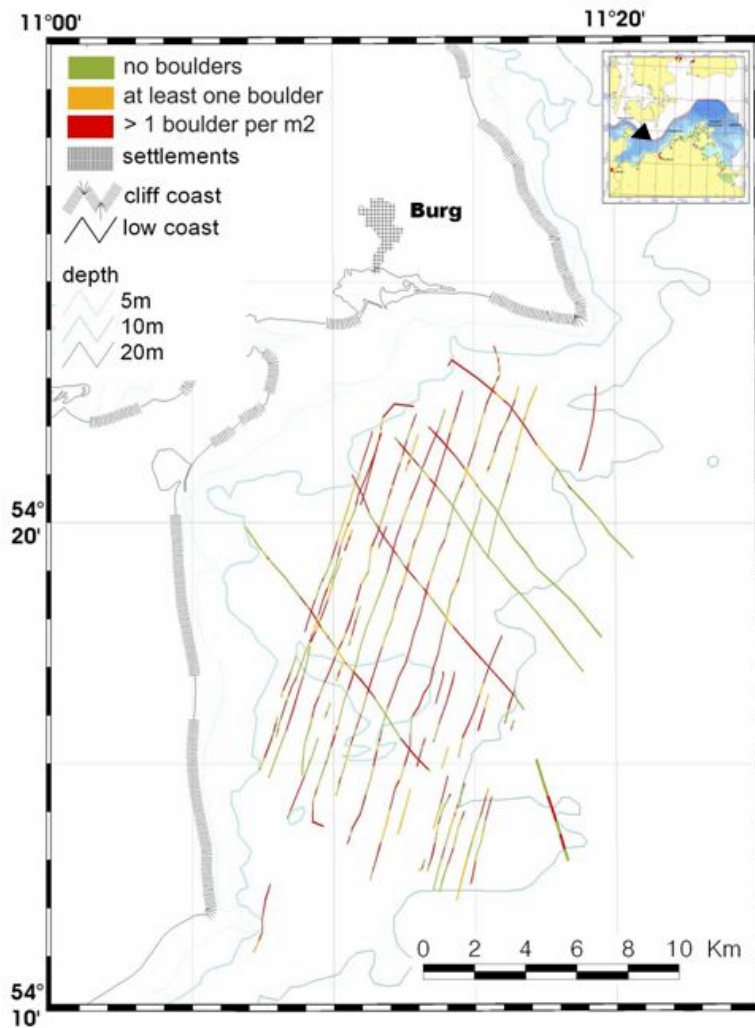


Abb.14: Vorkommen von Steinen im Küstenvorfeld zwischen Fehmarnsund und Dameshoved

Nordsee, Sylter Außenriff

Das dominierende morphologische Element in der Nordsee ist das tief eingeschnittene und im Postglazial mit jungen Sedimenten verfüllte Elbe-Urstromtal. An seiner Nordflanke befindet sich das Sylter Außenriff (SAR, vgl. Abb.15). Sind es in der Ostsee hoch liegende Abrasionsflächen, auf denen Hartsubstrate (Kiese und Steine) zu finden sind, so liegen Sedimente gleichen Typs im Bereich der Nordsee an den Hängen alter Flusseinschnitte, in Bereichen von 30 bis 40 m Wassertiefe (vgl. Abb. 16). Diese Sedimente mit hoher Rückstreuung sind aber ebenso wie in der Ostsee als Relikte von Moränenmaterial anzusehen. Die Zusammenhänge zwischen Sedimentbedeckung und Morphologie des Meeresbodens sind exemplarisch in Abb. 16 dargestellt. Hier sind die Sonardaten (Rückstreuungswerte in Graustufen codiert) über ein dreidimensionales

Höhenmodell der Meeresoberfläche gelegt, das aus Einstrahl-Echolotdaten durch Kriging mit vorgeschalteter Variogramm-Analyse errechnet wurde. Die Wassertiefen sind in Abb. 16 zusätzlich farb-codiert überlagert worden. Es zeigt sich eine NW-SE-streichende Vertiefung des Meeresbodens. Die maximalen Wassertiefenunterschiede zwischen dem tiefsten Teil der Mulde und der umgebenden Gebiete betragen bis zu ca. 10 m. Grobsedimente befinden sich hauptsächlich in der Muldenachse und auf der nordöstlichen Muldenflanke. Feinsande dominieren dagegen auf der gegenüberliegenden Flanke und dem umgebenden Meeresboden. Das Auftreten von Steinen korreliert im Wesentlichen mit der Verbreitung von Grobsedimenten innerhalb der Mulde. Sie sind folglich auf die Längsachse der Vertiefung sowie die NE-Flanke beschränkt, während die höher gelegenen Bereiche überwiegend mit Feinsanden bedeckt sind.

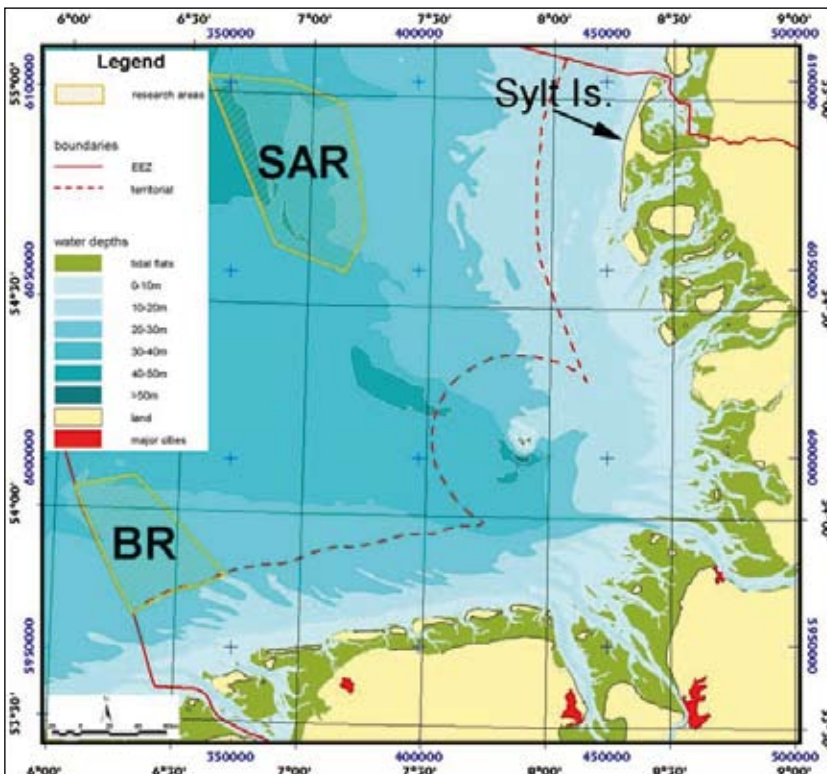


Abb. 15: Lage von Untersuchungsgebieten in der Nordsee
 SAR = Sylter Außenriff;
 BR = Borkum Riff

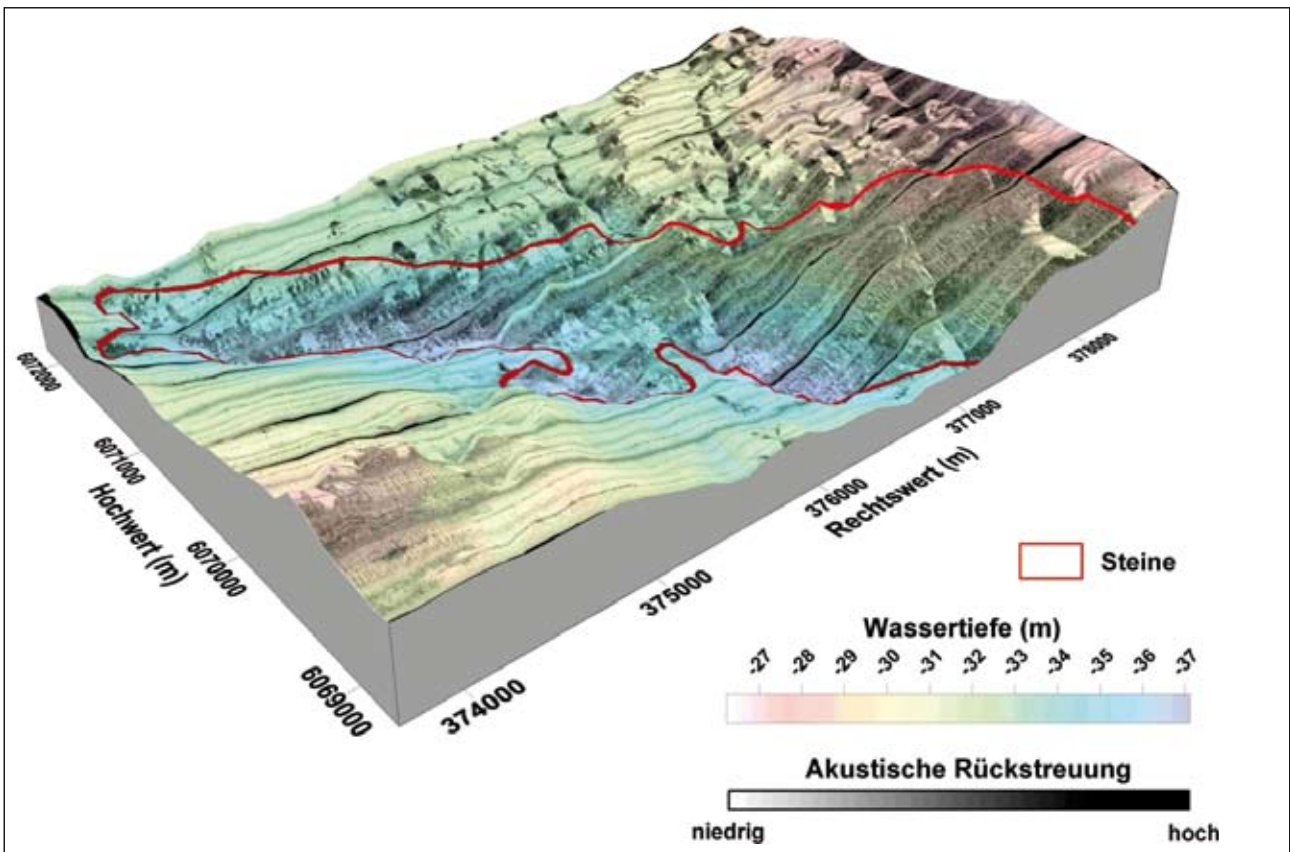


Abb. 16: Dreidimensionale Darstellung des Meeresbodens mit Überlagerung von Tiefendaten und Rückstreuungswerten (Blick von SW, 75-fach überhöht) (Quelle: DIESING and SCHWARZER [2006])

Um Hinweise über die Dynamik von Sedimentverteilungsmustern zu erhalten, wurden einige Gebiete des Sylter Außenriffs in einem zeitlichen Abstand von einem Jahr flächendeckend kartiert (Abb. 17). Die

heutige DGPS-Positionierung erlaubt einen direkten Vergleich der beiden Aufnahmen. Ihr Vergleich ergibt keine signifikanten Veränderungen über den Zeitraum von einem Jahr.

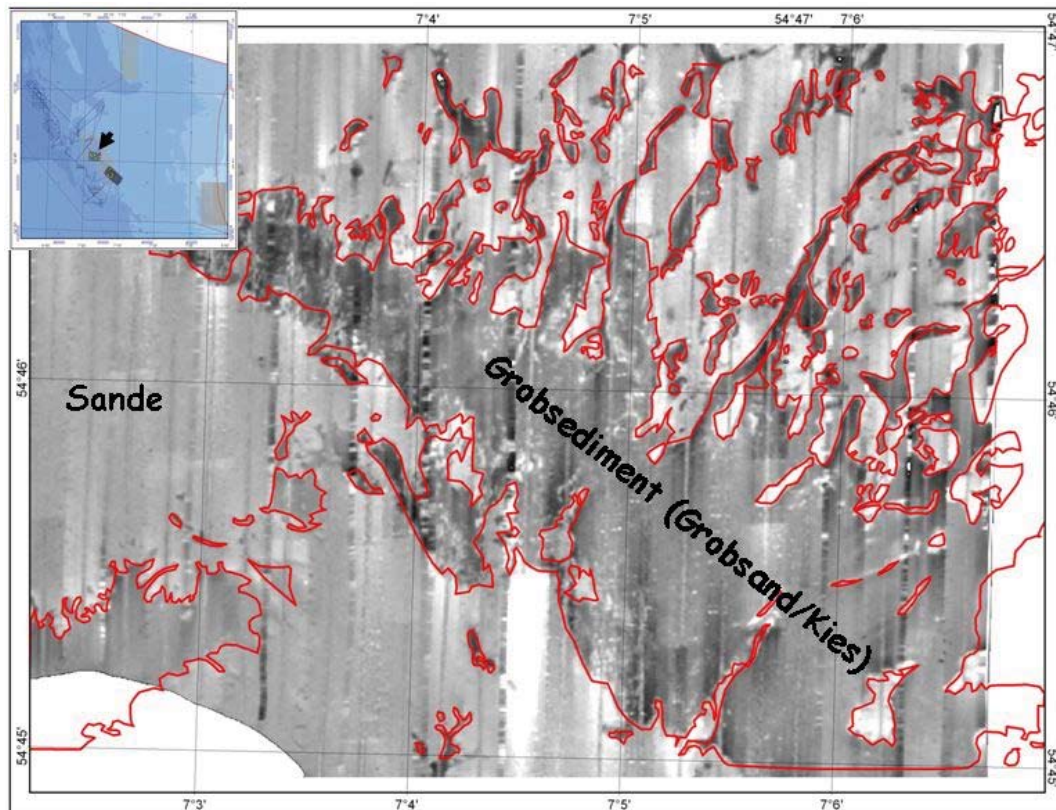


Abb. 17: Ergebnisse von Fächerlot-Vermessungen im Mai 2003. Dargestellt ist die räumliche Verteilung von Grobsediment (dunkelgrau) und Sanden (hell- bis mittelgrau) auf der Grundlage von Rückstreuwerten. Die rote Linie stellt die Grenze zwischen Grobsediment und Sanden aus der Vermessungen von Mai 2002 dar. Innerhalb dieses Zeitraumes kam es zu keinen nennenswerten Veränderungen in den Sedimentverteilungsmustern

Vergleiche mit länger zurückliegenden Seiten-Sicht-Sonaraufnahmen wurden ebenfalls durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen über eine längerfristige Entwicklung der Gebiete stellte sich heraus, dass die Genauigkeit der Positionierung mit der in den 70er und 80er Jahren angewandten DECCA-Methode nicht ausreichend ist. Daher wurden die analogen Sonographien von 1977 gescannt und anhand von stabilen Passmarken am Meeresgrund (z.B. Steine und Steingruppen) georeferenziert (KUBICKI und DIESING [2006]). Auf diese Weise gelang es, das Sedimentverteilungsmuster von 1977 auf der Basis der Archivdaten zu rekonstruieren (vgl. Abb. 18). Der Vergleich mit den modernen Verhältnissen zeigt im Wesentlichen eine sehr hohe Stabilität der Sedimentverteilungsmuster im Rahmen der von wenigen Dekametern liegenden Messgenauigkeit. Diese Mu-

ster zeichnen sich durch äußerst scharfe Sedimentgrenzen aus, wie sie in Abb. 19 dargestellt sind (DIESING et al. [2006]).

Die erarbeiteten Ergebnisse deuten darauf hin, dass Sedimentverteilungsmuster mit einem hohen Korngrößenkontrast („grob-fein“), wie sie auf dem Nordseeschelf weit verbreitet sind, zumindest auf Zeitskalen von einigen Dekaden stabil sind, obwohl das Sediment selbst häufig durch Strömungen und Seegang unter Sturmbedingungen mobilisiert wird. Es scheinen sich Gleichgewichtsbedingungen zwischen den hydrologischen Einwirkungen, der Bathymetrie und dem vorhandenen Sediment ausgebildet zu haben. Es handelt sich dabei um einen Rückkoppelungsprozess, der zur Selbstorganisation von Sedimentverteilungsmustern führt.

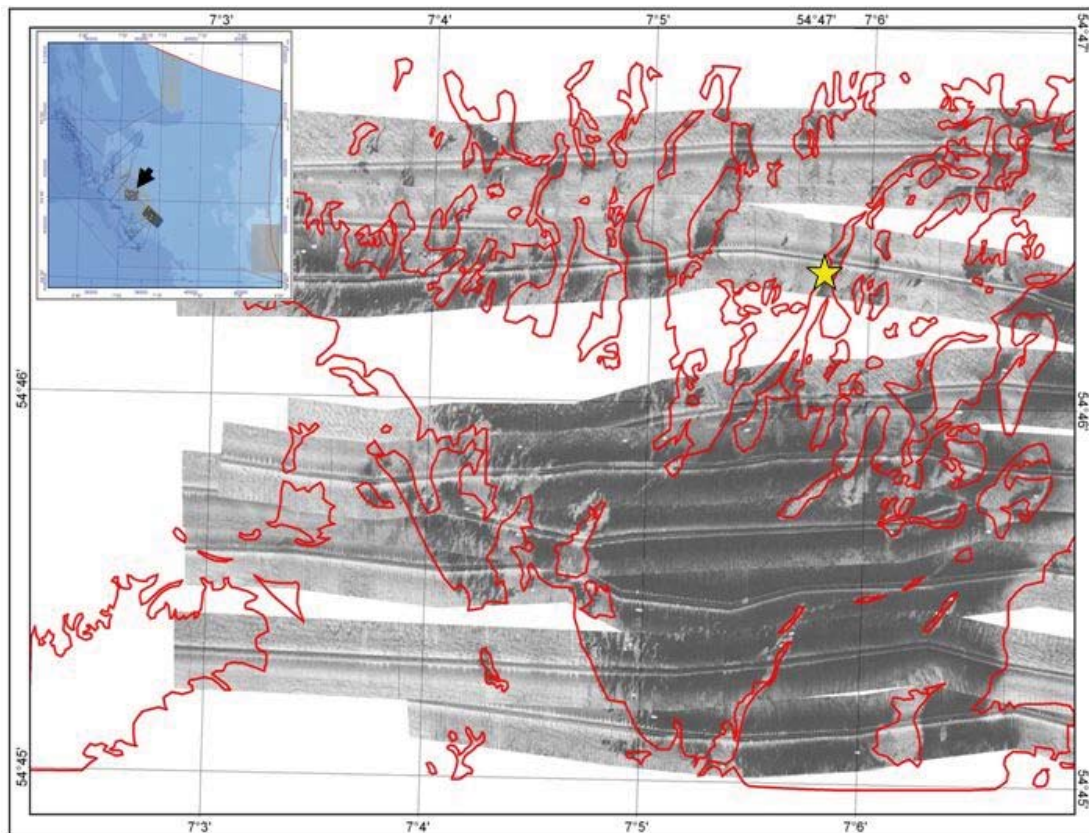


Abb. 18: Rekonstruiertes Mosaik auf der Grundlage von georeferenzierten analogen Seitensicht-Sonardaten von 1977. Die rote Linie stellt die Grenze zwischen Grobsediment und Sanden auf der Grundlage von Vermessungen im Mai 2002 dar. Selbst über den Zeitraum von 25 Jahren bleiben die Verteilungsmuster der Oberflächensedimente im Wesentlichen stabil

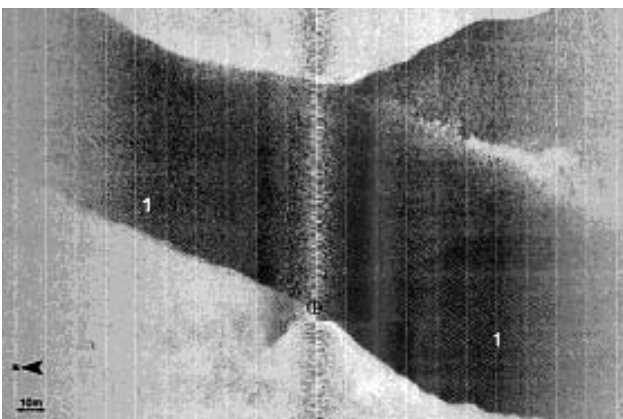


Abb. 19: Entzerrte Sonographie des Meeresbodens im Untersuchungsgebiet Elbe-Urstromtal: Rippelmarken (1) als Anzeiger von Sedimentumlagerung auf Grobsedimenten. Position: 54° 46.330' N, 7° 5.750' E (gelber Stern aus Abb. 18).

Zusammenfassung

In den Schelfmeeren Nordsee und Ostsee existieren Beziehungen zwischen den Sedimentverteilungsmustern bzw. dem Auftreten bestimmter Habitattypen und der Meeresbodentopographie. Während jedoch in der Ostsee Hartsubstrate nahezu ausschließlich an submarine Erhebungen bzw. deren Flanken gebunden sind (vgl. Adlergrund), treten derartige Flächen in der Nordsee auch in gegenüber der Umgebung morphologisch tiefer liegenden Bereichen auf (Sylter Aussenriff). Die Dichte von Steinen ist dabei in der Ostsee grundsätzlich höher als in der Nordsee. Vergleiche mit älteren Seiten-Sicht-Sonaraufnahmen zeigen weiterhin, dass Sedimentverteilungsmuster mit einem hohen und räumlich scharfen Korngrößenkontrast („grob – fein“), wie sie auf dem Nordseeschelf weit verbreitet sind, auf Zeitskalen von Dekaden stabil sind, obwohl das Sediment selbst durch Seegang und Strömungen häufig mobilisiert wird.

Habitate bestehen aber nicht nur aus Reliktsedimenten (Steinfeldern) d.h. aus den Resten der letzten Eiszeiten, wobei die Habitat formenden Sedimente am Ort verblieben sind, sondern sie werden auch durch junge marine Formen (Sandbänder und Riesenrippelfelder – so genannte Sand Waves – z.B. im Fehmarnbelt) gebildet, die durch die Umlagerung von Sedimenten entstehen und einer gewissen Dynamik unterliegen. Letztendlich ist jeder Meeresbodentyp ein Habitat. Die Verengung auf Hartsubstrate (Riffe) und Sandbänke kommt durch die besondere Hervorhebung dieser Habitate in der FFH-Richtlinie zustande.

Literatur

- BERNER, U. und H. STREIF, 2000: Klimafakten. Der Rückblick - ein Schlüssel für die Zukunft. 238 S.
- BJÖRCK, S., 1995: A review of the history of the Baltic Sea. 13.0-8.0 ka BP. *Quaternary International*, 27, 19-40, Oxford.
- BOBERTZ, B., 1996: Untersuchung der regionalen Verteilung granulometrischer Eigenschaften der Oberflächensedimente der Pommernbucht mit geostatistischen Verfahren und ihre genetische Interpretation. Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald, 53 S.
- BOYD, S.E., COGGAN, R.A., BIRCHENOUGH, S.N.R., and D.S. LIMPENNY et al., 2006: The role of seabed mapping techniques in environmental monitoring and management. *Sci. Ser. Tech. Rep.*, 127, 170 pp, Cafas Lowestoft.
- DIESING, M., KUBICKI, A., WINTER, C., and K. SCHWARZER, 2006: Decadal scale stability of sorted bedforms, German Bight, southeastern North Sea. *Continental Shelf Research*, 26, 902 – 916.
- DIESING, M. and K. SCHWARZER, 2006: Identification of submarine hard-bottom substrates in the German North Sea and Baltic Sea EEZ with high-resolution acoustic seafloor imaging. In: Nordheim, H. von, Boedeker, D. and J. Krause (eds.). *Progress in Marine Conservation in Europe - NATURA 2000 sites in German offshore waters*, 111 – 125.
- DUPHORN, K., KLIEWE, H., NIEDERMEYER, R.-O., JANKE, W. und F. WERNER, 1995: Die deutsche Ostseeküste. Sammlung geologischer Führer, 88, 281 S., Berlin, Stuttgart: Borntraeger.
- FELDENS, P., DIESEING, M. and K. SCHWARZER, 2007: Concertina eskers on the sea floor near Adler Grund (Southern Baltic Sea). *Terra Nostra*, Schriften der GeoUnion Alfred-Wegener-Stiftung. Vol. 2007/1-2, 80 – 81.
- Danksagung**
- Die durchgeführten Arbeiten wurden unterstützt aus Mitteln des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) und des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU). Beiden Institutionen wird für ihre Unterstützung aufrichtig gedankt.
- FIGGE, K., 1980: Das Elbe-Urstromtal im Bereich der Deutschen Bucht (Nordsee). *Eiszeitalter und Gegenwart*, 30, 203 – 211.
- FIGGE, K., 1981: Sedimentverteilung in der deutschen Bucht. Karte 2900, Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg.
- IGNATIUS, H., AXBERG, S., NIEMISTÖ, L., and B. WINTERHALTER, 1981: Quarternary geology of the Baltic Sea. In: Voipio, A. (ed.). *The Baltic Sea, Elsevier Oceanography Series*, 30, 54 – 104.
- KUBICKI, A. and M. DIESEING, 2006: Can old analogue sidescan sonar data still be useful? An example of a sonograph mosaic geo-coded by the DECCA navigation system. *Continental Shelf Research*, 26, 1858 – 1867.
- LURTON, X., 2002: *An Introduction to Underwater Acoustics – Principles and Applications*, 347 p.
- NIELSEN, P.E., JENSEN, J.B., BINDERUP, M., LOMHOLT, S., and A. KUIPERS, 2004: Marine Aggregates in the Danish Sector of the Baltic Sea: Geological Setting, Exploitation Potential and Environmental Assessment. *Zeitschrift für Angewandte Geologie*, 2, 87 – 109.
- PENROSE, J.D., SIWABESSY, P.J.W., GAVRILOV, A., PARNUM, I., and L.J. HAMILTON et al., 2006. *Acoustic Techniques for Seabed Classification*. Cooperative Research Centre for Coastal Zone and Estuary and Waterway Management, Tech. Rep., 32, 113pp.
- PRATJE, O., 1948. Die Bodenbedeckung der südlichen und mittleren Ostsee und ihre Bedeutung für die Ausdeutung fossiler Sedimente. *Dt. hydrogr. Z.*, 1, 45 – 61.
- SEIBOLD, E., EXON, N., HARTMANN, M., KÖGLER, F.-C., KRUMM, H., and G. F. LUTZE, et al., 1971: Marine geology of Kiel Bay. In: Müller, G. (ed.). *Sedimentology of parts of Central Europe*. Guidebook. Viii. Int. Sediment Congress, Frankfurt a.M.: 209 – 235.

- TAUBER, F. and W. LEMKE, 1995: Map of sediment distribution in the western Baltic Sea (1 : 100.000), Sheet "Darß". *Dt. hydrogr. Z.*, 47 (3), 171 – 178.
- TAUBER, F., LEMKE, W. and R. ENDLER, 1999: Map of sediment distribution in the western Baltic Sea (1 : 100.000), Sheet "Falster – Møn". *Dt. hydrogr. Z.*, 51 (1), 5 – 32.
- WERNER, F., 2004: Coarse-sand patterns in the south-eastern German Bight and their temporal variation and their hydrodynamic relationships. *Meyniana*, 56, 117 – 136.
- WOLDSTEDT, P. und K. DUPHORN, 1974: Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. 3. Aufl., 500 S., Stuttgart: Koehler.
- ZEILER, M., FIGGE, K., GRIEWATSCH, K., DIESING, M., and K. SCHWARZER, 2004: Regenerierung von Materialentnahmestellen in Nord- und Ostsee. *Die Küste*, 68, 67 - 98; Heide.
- ZEILER, M., SCHULZ-OHLBERG, J. and K. FIGGE, 2000: Mobile sand deposits and shoreface sediment dynamics in the inner German Bight (North Sea). *Marine Geology*, 170 (3-4), 363 - 380.

Anschrift der Verfasser:

*Dr. K. Schwarzer
Institut für Geowissenschaften
Küsten- und Schelfgeologie
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstr. 40 - 60
24098 Kiel
E-mail: kls@gpi.uni-kiel.de*

*Dr. Markus Diesing
Centre for Environment
Fisheries & Aquaculture Science
Pakefield Road
Lowestoft, Suffolk
NR33 OHT
United Kingdom*

Benthische Biodiversität am Beispiel der Natura-2000-Gebiete in der deutschen Ostsee

Benthic biodiversity on the example of Natura 2000 areas in the German Baltic Sea

MICHAEL L. ZETTLER

Zusammenfassung

Die Bewertung von Qualitätszuständen und die Charakterisierung bzw. Abgrenzung von Meeresschutzgebieten haben insbesondere durch das Inkrafttreten der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) in den letzten Jahren einen erheblichen Forschungsbedarf aufgedeckt. Das Makrozoobenthos wird dabei als eine Qualitätskomponente in marinen Lebensräumen angesehen und findet in vielerlei Hinsicht Anwendung. Eine Voraussetzung für die sinnvolle Nutzung der Information, die uns das Makrozoobenthos bietet, ist die Aussage zur Biodiversität (Artenverteilung). Andere Komponenten sind die Häufigkeit (Abundanz) und die Biomasse. Hierbei spielen sowohl räumliche als auch zeitliche Variabilitäten (oder auch Veränderungen) eine erhebliche Rolle. Um den Zustand der Meeresumwelt (hier das Makrozoobenthos) beurteilen zu können, sind Vergleiche mit Referenzzuständen notwendig, die in der Regel in der heutigen Zeit in der anthropogen beeinflussten Ostsee kaum noch zu finden sind. Umso notwendiger ist die Zusammenstellung historischer Daten, die es uns erlauben, die Arteninventare von Seegebieten zusammenzustellen. In Kombination mit Aussagen zur Autökologie ist es uns möglich, potentielle Artenlisten für die Naturräume zu modellieren. Außerdem können wir im Vergleich mit aktuellen Daten und in der Anwendung von Biodiversitätsindizes, Veränderungen erfassen und womöglich Aussagen über den Qualitätszustand („Ecological Quality“) treffen.

Die folgenden Vortrag präsentiert in kurzer Form die zusammengefassten Ergebnisse aus abgeschlossenen und laufenden Projekten der AG „Ökologie benthischer Organismen“ am Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde. Am Beispiel der geplanten NATURA-2000-Schutzgebiete in der AWZ der deutschen Ostsee wird die Artenvielfalt der bodenlebenden, wirbellosen Organismen (Makrozoobenthos) dargestellt. Auf Grund des starken Salzgehaltsgradienten von West (ca. 30 psu) nach Ost (ca. 5 psu) ist die organismische Besiedlung extrem verschieden. Sowohl die abiotischen als auch die biotischen Lebensumstände werden umrissen und dem Zuhörer ein Eindruck über die biologische Vielfalt der südlichen Ostsee vermittelt. Die Ergebnisse stellen in keinster Weise eine Vollständigkeit dar, sondern sind lediglich als ein erster Versuch zu verstehen, das Arteninventar für die einzelnen Seegebiete der südlichen Ostsee zusammenzufassen.

Summary

Quality status assessments of marine protected areas including their characterisation or delimitation which have been carried out during the past few years, especially since the Water Framework Directive and Habitats Directive entered into force, have revealed that there is considerable need for research. Macrozoobenthos is used as an indicator of the ecological quality of marine habitats in many respects. To be able to make meaningful use of macrozoobenthos data, information about biodiversity (distribution of species) is indispensable. Other relevant components are frequency (abundance) and biomass. Both spatial and temporal variability play an important role in this regard. In order to be able to assess the status of the marine environment (in this case that of macrozoobenthos), comparisons with a reference status have to be made but that is hardly possible any more in the Baltic Sea, which is exposed to strong anthropogenic influences. Therefore, the collection of historical data has become highly important because it allows us to compile species inventories of sea areas. By combining them with autecological findings, potential species lists for the habitats can be modelled. Moreover, in comparison with current data and applying biodiversity indices, changes can be recorded and an assessment of ecological quality may be possible.

The following talk outlines the results of completed and current projects of the working group „ecology of benthic organisms“ at the Leibniz Institute for Baltic Sea Research Warnemünde. On the example of planned NATURA 2000 protected areas in the EEZ of the German Baltic Sea, the species diversity of bottom-dwelling invertebrates (macrozoobenthos) is discussed. Owing to the strong salinity gradient from west (approx. 30 psu) to east (approx. 5 psu), the different areas exhibit extreme differences in their colonisation with organisms. Both biotic and abiotic habitats will be discussed, and an impression of the biological diversity of the southern Baltic Sea will be provided. The findings presented in no way constitute final results but are a first effort to compile a species inventory of the different areas in the southern Baltic Sea

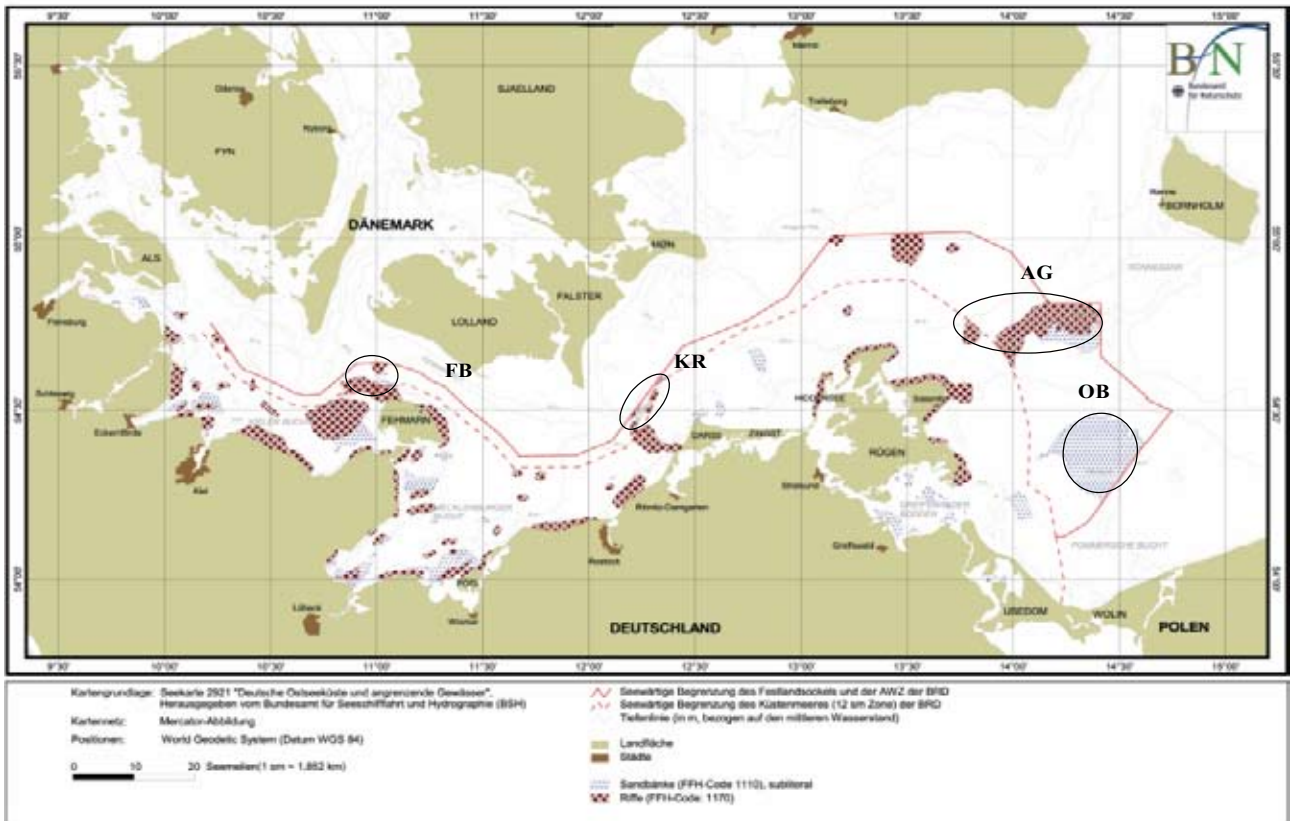


Abb. 3: Natura-2000-Schutzgebiete (verändert)
Quelle: Bundesamt für Naturschutz

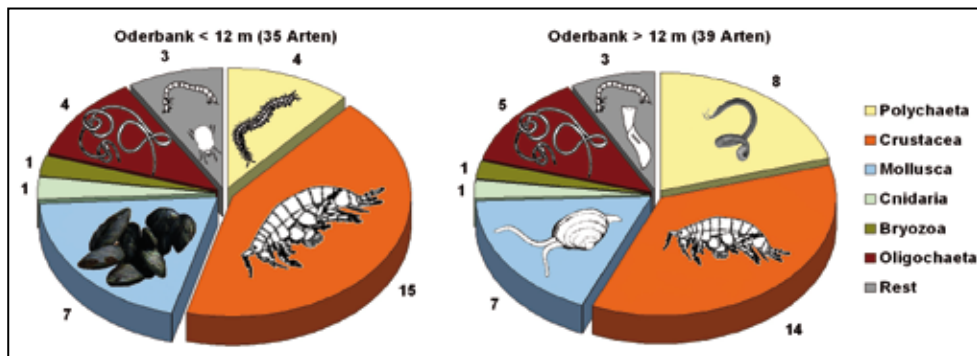


Abb. 4: Zusammensetzung (Artenzahl) des Makrozoobenthos auf der Oderbank im April und August 2004

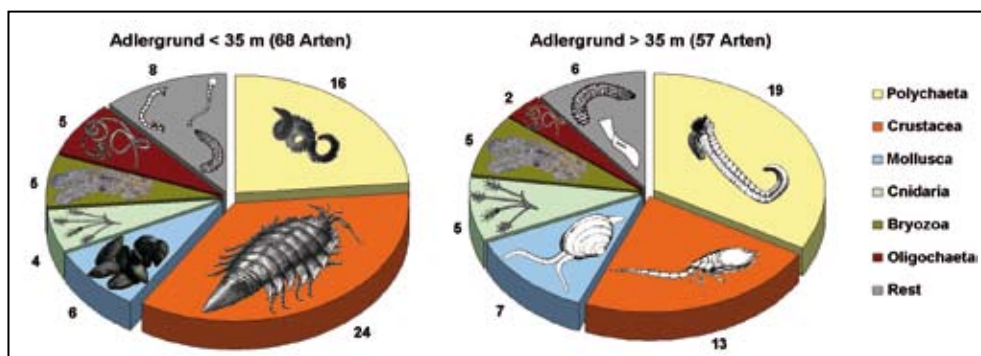


Abb. 5: Zusammensetzung (Artenzahl) des Makrozoobenthos am Adlergrund von April 2002 bis August 2004

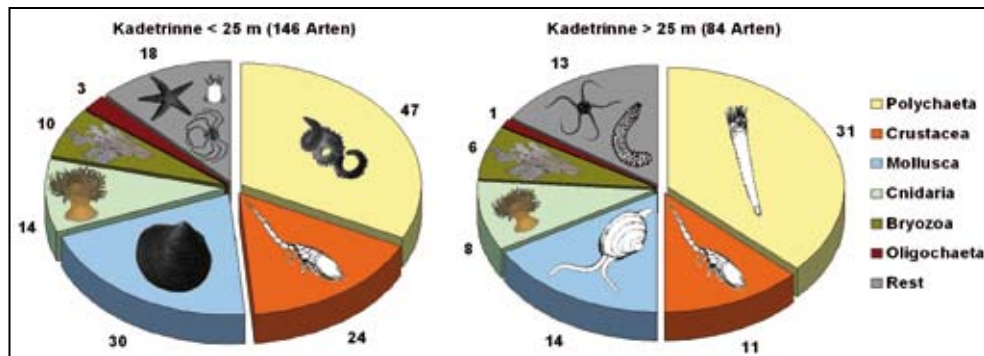


Abb. 6: Zusammensetzung (Artenzahl) des Makrozoobenthos in der Kadetrinne im August 2000 und April 2004

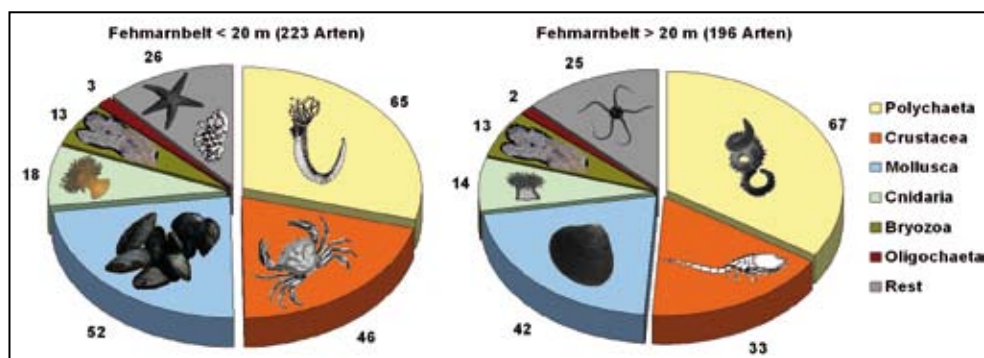


Abb. 7: Zusammensetzung (Artenzahl) des Makrozoobenthos im Fehmarnbelt von Mai 2003 bis August 2004

Zusammenfassung

Mehrere Faktoren beeinflussen die Biodiversität des Makrozoobenthos (MZB) in der Ostsee:

- Sowohl die Höhe als auch die Variabilität des Salzgehalts!
- Regelmäßige und ausreichende Sauerstoffversorgung!
- Entfernung zu Einströmbereichen aus dem Kattegat und Reproduktionszentren!
- Substrat- und Strukturvielfalt!
- Nahrungsverfügbarkeit, Konkurrenz und Predation!

Insgesamt konnten im deutschen Hoheitsgebiet der Ostsee bisher 667 Taxa des MZB nachgewiesen werden. Die geplanten NATURA-2000-Gebiete in der AWZ liegen verteilt am Salzgehaltsgradienten und spiegeln die Artenvielfalt des MZB und die FFH-Lebensraumtypen für Sandbank und Riff wider.

Anschrift des Verfassers:

*Dr. Michael L. Zettler
Leibniz Institut für Ostseeforschung Warnemünde
Seestr. 15
18119 Rostock*

Europäische Meeresstrategie-Richtlinie und Grünbuch Meerespolitik: Chancen und Risiken

European Marine Strategy and Green Paper: Risks and Opportunities

IRIS MENN

Zusammenfassung

Die Meere als unerschöpfliche Ressource? Die Menschheit hat sich längst selbst das Gegenteil bewiesen. Das gilt leider auch für die europäischen Gewässer. Doch noch gibt es Hoffnung, denn die politischen Ziele der EU sind klar: 1) Stopp des Verlustes der Artenvielfalt bis 2010 und 2) die Einrichtung eines Netzwerks von Schutzgebieten bis 2012. Die von der Europäischen Kommission im Oktober 2005 vorgelegte „Meeresstrategie-Richtlinie“ bietet eine Chance, diese Ziele in die Tat umzusetzen. Doch noch greift der Vorschlag zu kurz. Ebenso wie das neben der Meeresstrategie-Richtlinie vorgelegte „Grünbuch Meerespolitik“, mit dem eine integrierte, multidisziplinäre Meerespolitik vorangetrieben werden soll.

Die Meere als unerschöpfliche Ressource? Wir haben uns selbst das Gegenteil bewiesen: Die FAO berichtete im März 2007, dass 77 % der Fischbestände weltweit überfischt oder am Rande der Überfischung stehen. Nur 1 % dieser Bestände regenerieren derzeit. Die Menschheit sieht sich konfrontiert mit dem größten Artenverlust in den letzten 65 Millionen Jahren. 90 % der großen Räuber wie Tun- und Schwertfisch sind nahezu verschwunden. Grundschleppnetz-Fischerei zepflügt den Meeresboden 150 Mal schneller, als der Kahlschlag der Wälder an Land stattfindet.

Trotz Gemeinsamer Fischereipolitik in der Europäischen Union sieht die Situation in Europa nicht besser aus. Die Fischereikapazität steigt, doch die Fänge sinken - immer noch machen zu viele Schiffe Jagd auf zu wenig Fisch.

Die von der Europäischen Kommission im Oktober 2005 vorgelegte „Meeresstrategie-Richtlinie“ bietet eine Chance: Durch eine sektorübergreifende Politik mit praktischen Leitlinien könnte ein „guter Umweltzustand“ der europäischen Meere bis 2021 erreicht und damit der Schutz der Meere wie auch ihre lang-

Summary

The oceans as an endless resource? Humankind has long proved this to be wrong. Sadly this applies also to the European seas. But there is still hope, because the political objectives for Europe are clear: 1) stop the loss of biodiversity until 2010 and 2) a network of protected areas until 2012. The „Marine Strategy Directive“ published by the European Commission in October 2005 may give politicians the chance to fulfill their commitments. But the draft still has too many weaknesses. That also applies to the EU „Green paper“, which is aimed at pushing an integrated European marine policy forward.

fristige Nutzung gewährleistet werden. Die EU-Mitgliedsländer haben hiermit die einmalige Chance, ihre global bereits ausgesprochenen Verbindlichkeiten in die Tat umzusetzen.

Doch der bestehende Vorschlag greift aus mehreren Gründen zu kurz. So werden nicht alle Einflüsse des Menschen auf die Meere durch die Richtlinie berücksichtigt - die Fischerei sogar explizit ausgeschlossen. Und zum Erreichen eines „guten Umweltzustandes“ muss dieser explizit definiert werden, um den Mitgliedstaaten kein Schlupfloch zu bieten.

Neben der Meeresstrategie-Richtlinie ist auch das von der Kommission im Sommer 2006 vorgelegte „Grünbuch Meerespolitik“, mit dem eine integrierte, multidisziplinäre Meerespolitik vorangetrieben werden soll, zu erwähnen. Doch noch steht die maritime Wirtschaft, insbesondere Schifffahrt und Häfen, im Vordergrund und eine Integration von Umweltbelangen in alle relevanten Sektoren findet nur unzureichend Berücksichtigung. Auch die Fischerei, der maritime Wirtschaftssektor mit den größten Einfluss auch das Ökosystem, wird im derzeitigen Vorschlag nahezu ignoriert.

Die Herausforderung der nächsten Monate ist, eine Integration von Umweltbelangen in alle wirtschaftlichen Sektoren zu schaffen. Das Vorsorgeprinzip muss die grundlegende Basis für eine zukünftige Meerespolitik mit einem ökosystemaren Ansatz sein.

Meeresschutzgebiete sollten dabei ein wesentliches Element ein. Sie ermöglichen den Schutz von Arten und Lebensräumen und die Regeneration des Ökosystems. In Schutzgebieten steigen Abundanzen, Diversität und Produktivität. Die Widerstandsfähigkeit des gesamten Ökosystems wird

gestärkt. Gerade im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels nimmt dies an Bedeutung zu. Nur starke und gesunde Meere können dem Klimawandel entgegenreten und uns eine nachhaltige und somit langfristige Nutzung ihrer Ressourcen gewährleisten. Schutzgebiete können jedoch nicht allein stehen. Auch in den umliegenden Gebieten müssen wir zu einer ökologischen nachhaltigen Nutzung kommen. Hierfür müssen wir insbesondere unser Leben an Land ändern, da es über Verschmutzungen und Klimawandel die Meere ebenfalls beeinflusst.

	Meeresstrategie-Richtlinie	Grünbuch Meerespolitik
Herkunft	6 EFP	Initiative von Borg & Barroso
Ergebnis	legislativer Vorschlag	Diskussionpapier, keine gesetzliche Grundlage
Motivation	ökosystemarerer Ansatz	Wettbewerbsvorteile & Wirtschaftswachstum
Ziel	Aufhebung der sektoralen Aufsplitterung	integrierte Meerespolitik: 2-Säulen (Lissabon & Meeresstr.)
Prinzipien	Vorsorge-Prinzip & Verursacherprinzip	nachhaltige Nutzung von Ressourcen um das volle Potential der Meere auszuschöpfen
Federführung	Generaldirektion Umwelt	Generaldirektion Fisch und Maritime

GREENPEACE

Anschrift der Verfasserin:

*Dr. Iris Menn
Greenpeace e.V.
Große Elbstraße 39
22767 Hamburg*

Sind Algenblüten immer Harmful Algal Blooms (HABs)?

Are Algal Blooms always Harmful Algal Blooms (HABs)?

BERND LUCKAS

Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit der gegenwärtig erfolgenden Veränderung des Klimas wird auch das Phänomen der Harmful Algal Blooms (HABs) diskutiert. Vor allem das vermehrte Auftreten toxinproduzierender Algen infolge erhöhter Nährstoffzufuhr verbunden mit einer allgemeinen Erwärmung steht im Mittelpunkt der Debatte. Allerdings konnte bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden, dass die massenhafte Vermehrung bestimmter Mikroalgen generell zu einer starken Erhöhung des Anteils von mit Algentoxinen kontaminierten Lebensmitteln mariner Herkunft führt. Vielmehr deuten neuere Ergebnisse darauf hin, dass es entscheidend für die Einstufung einer Algenblüte als „harmlos“ oder „toxisch“ ist, ob bei ihrer Entwicklung weiterhin untoxisches Phytoplankton dominiert.

In den letzten Jahren wurde gehäuft das massenhafte Vorkommen von Algen in Küstengewässern und marinen Regionen beobachtet. In den Frühjahrsmonaten treten verstärkt Kieselalgen (Diatomeen) auf, während im Sommer eine Dominanz von Blaualgen (Cyanobakterien) vor allem im Brackwasser oder in Gebieten mit niedrigem Salzgehalt zu verzeichnen ist. Durch vermehrtes Algenwachstum kann es zu Trübungen, Verfärbungen oder Schaumbildungen kommen, und obwohl diese Algenblüten natürliche Erscheinungen sind, können negative Effekte damit verbunden sein.

Summary

In connection with the climate change issue, also the phenomenon of harmful algal blooms (HABs) is under discussion, with a focus on the increasing abundance of toxin producing algae due to higher nutrient availability and in the context of global warming. However, no clear proof has been furnished so far that the mass growth of certain microalgae generally has caused a strong increase in observed cases of marine food contamination with algal toxins. Rather, recent findings indicate that the classification of an algal bloom as either „harmless“ or „toxic“ depends crucially on whether or not non-toxic phytoplankton continues to be predominant during its development.

Einige Algen können beim Menschen bei Hautkontakt bzw. bei ungewollter Aufnahme mit dem Wasser allergische Reaktionen oder Übelkeit hervorrufen. Andere verursachen durch Ichthyotoxine massive Fischsterben. Auch wird immer wieder über Symptome von Vergiftungen bei Tieren und Menschen berichtet, deren Ursache cyanobakterielle bzw. marine Biotoxine sind. Dabei kann es je nach Toxingruppe zu Muskellähmungen (PSP-Toxine), zu Magen-Darm-Beschwerden (DSP-Toxine), zu Störungen der Reizübertragung (NSP-Toxine), zu Gedächtnisverlusten (ASP-Toxine) oder zu Leberschäden (Hepatotoxine) kommen.

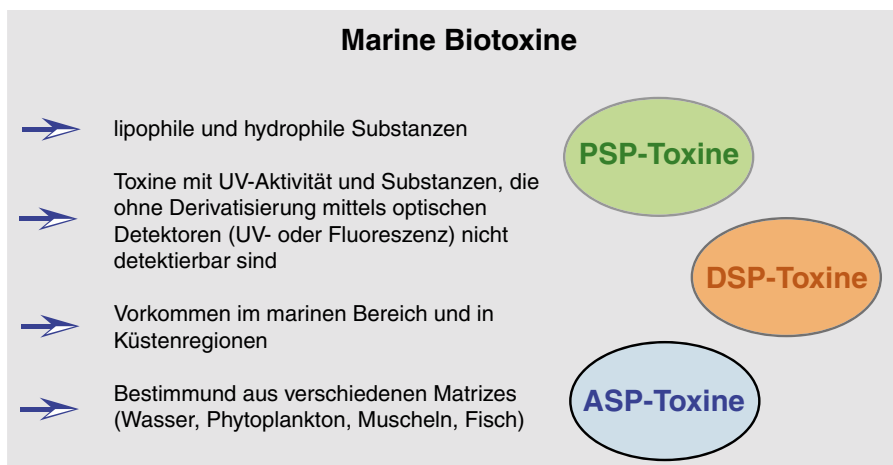


Abb. 1: Marine Biotoxine

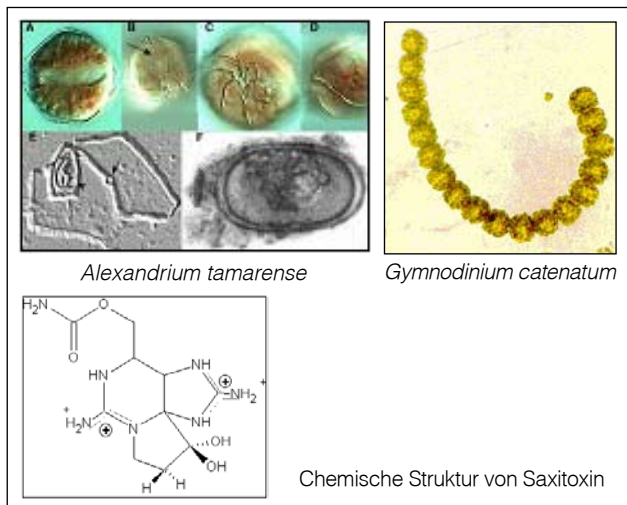


Abb. 2: Typische PSP-Toxinbildner

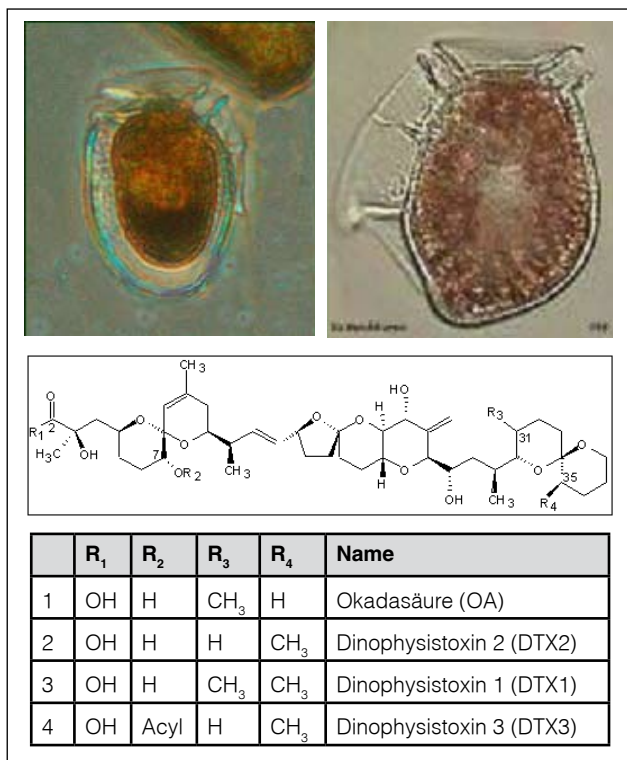


Abb. 3: Typische DSP-Toxinbilder
li.: *Dinophysis acuminata*, re.: *Dinophysis acuta*

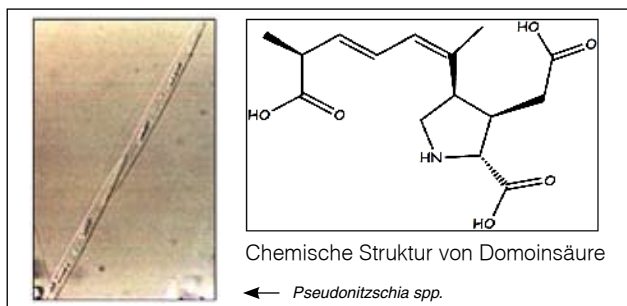


Abb. 4: Typische ASP-Toxinbilder

Da Mikroalgen am Anfang der marinen Nahrungskette stehen, können die Toxine bei stark algenhaltigem Wasser vor allem von Muscheln aufgenommen und hierin akkumuliert werden. Deshalb wurde in vielen Ländern ein Frühwarn-System auf der Basis von Monitoring-Stationen errichtet, um die Bildung und Ausbreitung von Algenteppichen zu überwachen. Dabei wird besonderer Wert auf die Kontrolle der Anwesenheit toxinbildender Algen im Phytoplankton gelegt, und zwar in enger Anlehnung an EU-Verordnungen hinsichtlich der Verkehrsfähigkeit von lebenden Muscheln (Verordnung (EG) Nr. 853/2004 und Verordnung (EG) Nr.854/2004 v. 29. April 2004). Folglich ist zu überprüfen, ob in den Erzeugungs- und Umsetzungsgebieten toxinproduzierende Planktonspezies anwesend und Biotoxine in lebenden Muscheln nachweisbar sind, wobei mögliche Schwankungen des Vorhandenseins von toxischem Plankton berücksichtigt werden müssen.

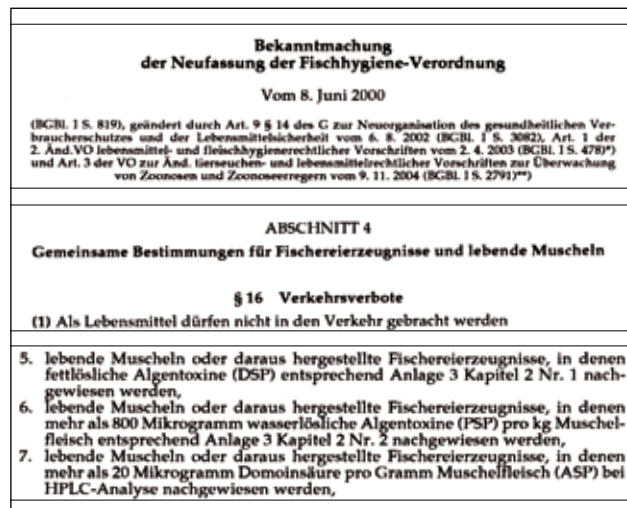
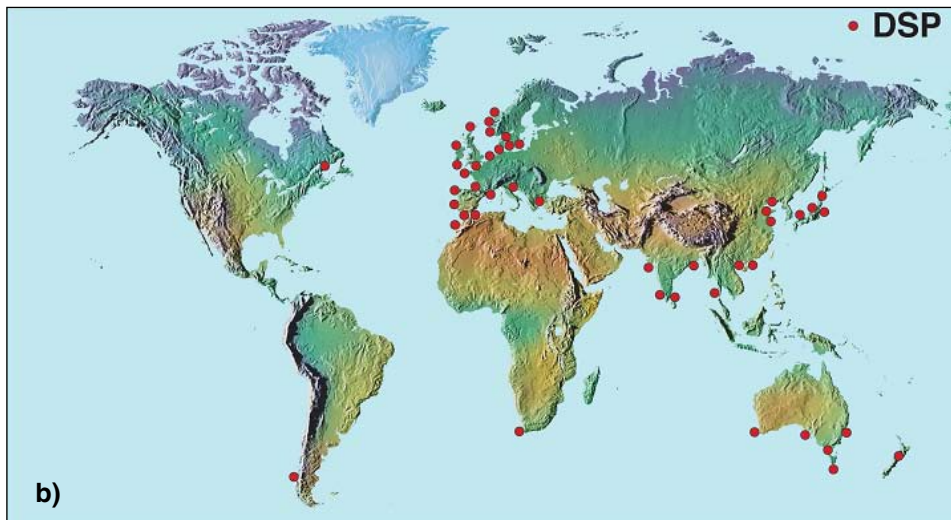


Abb. 5: In der Fischhygiene-Verordnung sind die Anforderungen an Muscheln hinsichtlich einer Kontamination mit Algentoxinen festgelegt

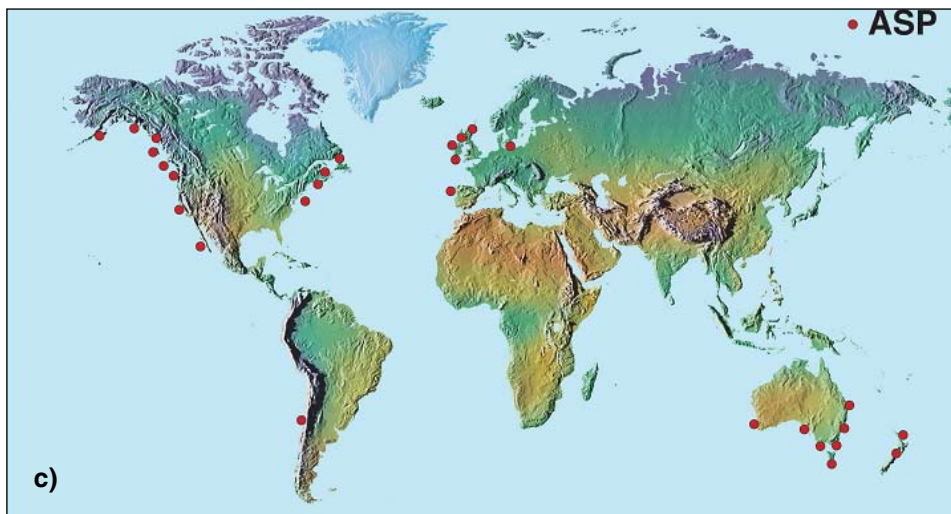
Die mit Hilfe des Plankton-Monitorings erhaltenen Informationen über das Vorhandensein toxischer Spezies innerhalb eines Blooms bilden die Grundlage für weiterführende Maßnahmen. Werden Veränderungen bei toxischen Populationen festgestellt, die zu Toxinakkumulationen in Krusten- und Schalentieren der jeweiligen Erntegebiete führen können, so ist die Probenahmehäufigkeit bei Muscheln zu erhöhen oder die Gebiete sind vorsichtshalber zu schließen, bis die Ergebnisse der Toxinanalysen vorliegen. Auf diese Weise soll verhindert werden, dass temporäre Schwankungen der Belastung mariner Organismen mit Biotoxinen dazu führen, dass Lebensmittel mariner Herkunft zum Konsumenten gelangen, deren Gehalte an marinen Biotoxinen über den in den entsprechenden EU-Verordnungen festgelegten Grenzwerten liegen.



Paralytic Shellfish
Poisoning - PSP



Diarrhetic Shellfish
Poisoning - DSP



Amnesic Shellfish
Poisoning - ASP

Abb. 6: HABs im Zusammenhang mit Toxinen im Jahr 2006
a) PSP, b) DSP und c) ASP

Schaut man sich die Ursachen dieser Toxizitätsschwankungen bei zum Verzehr bestimmten Meeresfrüchten an, so stellt man fest, dass in Abhängigkeit von lokalen und jahreszeitlichen Einflüssen die Bloom-Dynamik dazu führt, dass es je nach Populationsdynamik innerhalb des Phytoplanktons entweder zu einer Erhöhung oder zu einer Verminderung der Akkumulation von Algentoxinen in den Krusten- und Schalentieren des von einer Algenblüte betroffenen Gebietes kommt.

Eine Algenblüte ist also immer dann harmlos, wenn die sie bildenden Mikroalgen keine toxischen Substanzen produzieren, und sie bleibt ohne negative Auswirkungen, wenn bei ihrer Entwicklung weiterhin untoxisches Phytoplankton dominiert. Allerdings können auch harmlos beginnende Algenblüten zu HABs führen, wenn im Verlaufe der Ausbreitung des Algentepppiches in ihm der Anteil an toxischen Mikroalgen zunimmt. Deshalb kann die Frage „Sind Algenblüten immer Harmful Algal Blooms (HABs)?“ nicht eindeutig mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden.

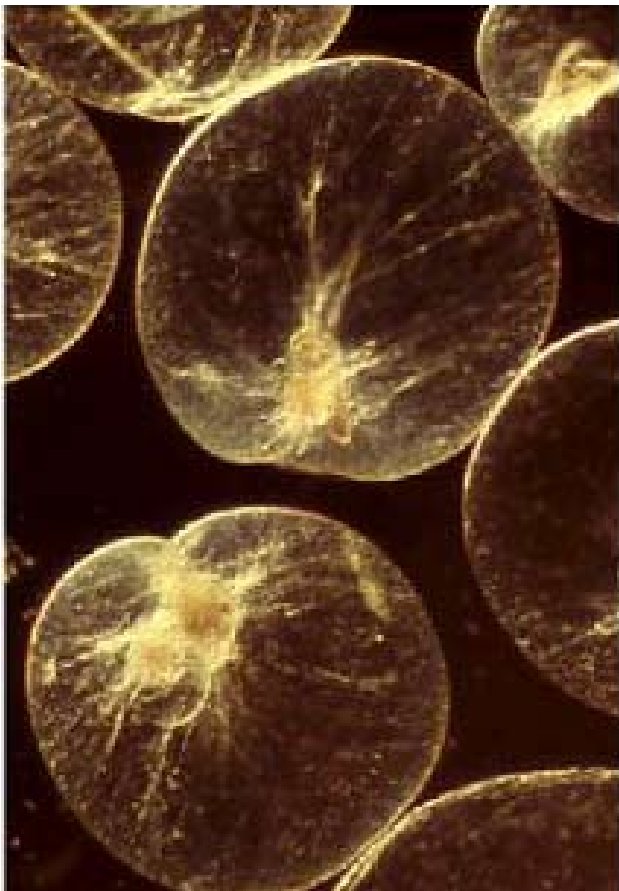


Abb. 7: *Noctiluca scintillans*, nicht toxisch



Abb. 8: „Red Tide“ verursacht durch *Noctiluca scintillans*
Seto Inland Sea, Japan, 6. Mai 1976

Anschrift des Verfassers:

*Prof. Dr. Bernd Luckas
Lehrstuhl Lebensmittelchemie
Institut für Ernährungswissenschaften
der Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Dornburger Str. 25
07743 Jena
(<http://www.uni-jena.de/luckas.html>)*

Perfluorierte Verbindungen in der Meeresumwelt

Perfluorinated compounds in the marine environment

NORBERT THEOBALD, WOLFGANG GERWINSKI CHRISTINA CALIEBE UND MICHAEL HAARICH

Zusammenfassung

Perfluorierte organische Säuren (PFC) sind relativ neue Umweltschadstoffe, über die bisher kaum Informationen aus der Nord- und Ostsee vorlagen. Nach Entwicklung empfindlicher Analysemethoden für ihre Bestimmung in marinen Umweltproben wurden Seewasserproben, Sedimente und Fischproben aus der Nord und Ostsee untersucht. Die Medianwerte für Meerwasser lagen in den Jahren 2003 bis 2005 im Bereich von 4 bis 2800 pg/L; die höchsten Konzentrationen wurden stets für PFOA und PFOS gefunden. Während in der westlichen Ostsee eine relativ gleichmäßige Konzentrationsverteilung vorlag, waren in der Nordsee deutliche Gradienten von der Küste zur offenen See zu beobachten. In der südlichen Nordsee konnten dadurch Elbe und Rhein/Schelde als bedeutsame Quellen für die PFC identifiziert werden. In Sedimenten der Deutschen Bucht und westlichen Ostsee wurden Medianwerte zwischen $< 0,02$ und $0,24 \mu\text{g/kg}$ Trockenmasse (Max. $2,4 \mu\text{g/kg}$) beobachtet. PFOS war meist die Verbindung mit den höchsten Konzentrationen. In Fischleber wurden Mediane von $< 0,1$ bis $7,8 \mu\text{g/kg}$ Feuchtgewicht gefunden, wobei PFOS stets die dominierende Verbindung war (Max. $26 \mu\text{g/kg}$). Im Vergleich zu anderen Schadstoffen sind die beobachteten Konzentrationen in allen Matrices bemerkenswert hoch und liegen im Bereich klassischer Schadstoffe (PAK, chlorierte Pestizide, Herbizide), z.T. sogar darüber.

Summary

Perfluorinated compounds (PFC) are relatively novel environmental pollutants, and hardly any data had been available on their occurrence in the North and Baltic Seas. Following the development of sensitive analytical methods for their determination in marine samples, sea water samples, sediments, and fish samples from the North and Baltic Seas were analysed. The median values for sea water in 2003 - 2005 were on the order of 4 - 2800 pg/L; the highest levels were always found for PFOA and PFOS. While concentrations in the western Baltic Sea were distributed rather evenly, there was a clear gradient in the North Sea from the coast to the open sea allowing the rivers Elbe and Rhein/Schelde to be identified as important sources of PFC in the southern North Sea. Median values between < 0.02 and $0.24 \mu\text{g/kg}$ dry matter (max : $2.4 \mu\text{g/kg}$) were found in sediment from the German Bight and western Baltic Sea. In most cases, PFOS was the compound with the highest concentrations. Median values of < 0.1 - $7.8 \mu\text{g/kg}$ wet weight were found in fish liver samples; PFOS always was the predominant compound. Compared to other pollutants, observed levels in all matrices were strikingly high. They were on the order of the classical pollutants (PAH, chlorinated pesticides, herbicides), and in some cases even higher.

Seit etwa fünf Jahren haben perfluorierte organische Carbon- und Sulfonsäuren (PFC) eine wachsende Aufmerksamkeit unter ökologischen Gesichtspunkten gewonnen. Diese wirtschaftlich bedeutsamen Stoffe werden für zahlreiche Anwendungen sowohl in der Industrie als auch im Konsumentenbereich genutzt: sie werden z.B. für die Oberflächenbehandlung von Textilien, Teppichen und Papier eingesetzt, ferner finden sie Verwendung in Schmiermitteln, Farben, Polituren, Nahrungsmittelverpackungen und Feuerbekämpfungsschäumen (Abb. 1). Aufgrund ihrer einzigartigen Eigenschaften werden sie in großen Mengen seit den 1950er Jahren synthetisiert und verwendet.

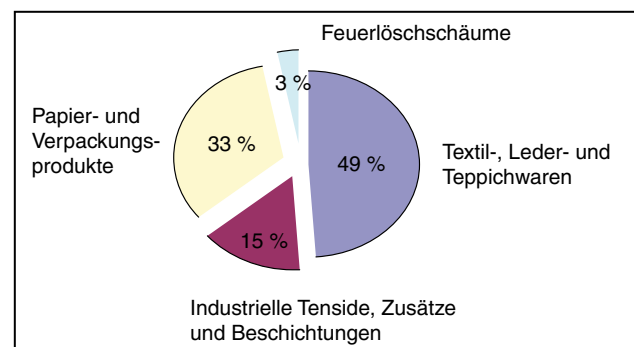


Abb. 1: Verwendung von PFOS und verwandter Substanzen in Europa

Aufgrund ihrer sehr stabilen Kohlenstoff-Fluor-Bindung sind diese Stoffe chemisch nahezu inert und zeigen eine große Beständigkeit in der Umwelt (Persistenz). Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) zeigt eine gewisse Bioakkumulationsfähigkeit und weist toxische Eigenschaften auf. Es wird daher von der OSPAR und der OECD als PBT-Stoff eingruppiert.

Obwohl PFC z.T. schon seit mehr als 50 Jahren produziert werden, gewannen sie als Umweltkontaminanten erst an Bedeutung, als ihre Bestimmung routinemäßig möglich wurde. Aufgrund ihres polaren Charakters entzogen sie sich den üblichen gaschromatographischen Verfahren und wurden erst mit dem routinemäßigen Einsatz von HPLC-MS-MS-Geräten „sichtbar“.

Bei Untersuchungen von Wasserproben aus der Nordsee und westlichen Ostsee konnten neun PFC mit Kettenlängen zwischen C4 und C10 nachgewiesen werden (Abb. 2). Auf allen Stationen wiesen

PFOA (Perfluorooctansäure) und PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) die höchsten Konzentrationen auf; für die übrigen PFC wurden stets geringere Gehalte beobachtet. Die Konzentrationen von PFOA und PFOS variierten in der Nordsee im Bereich von 30 pg/L bis 6 ng/L, wobei ein starker Gradient von den Küsten zur offenen See zu beobachten war. Elbe und Rhein/Schelde konnten in der südlichen Nordsee als deutliche Quellen identifiziert werden. Als regionale Besonderheit fiel auf, dass die Konzentrationen von PFOS aus den Fluss-Ästuaren zur offenen See hin stärker abnahmen als die von PFOA. Vor der Rhein/Schelde-Mündung wurden ferner als Besonderheit relativ hohe PFBS-Konzentrationen (3,9 ng/L) beobachtet.

In der westlichen Ostsee war die Verteilung sehr viel gleichmäßiger als in der Nordsee (PFOA: 0,47 bis 0,9 ng/L, PFOS: 0,33 bis 0,58 ng/L), vor der Odermündung wurden etwas erhöhte Konzentrationen festgestellt.

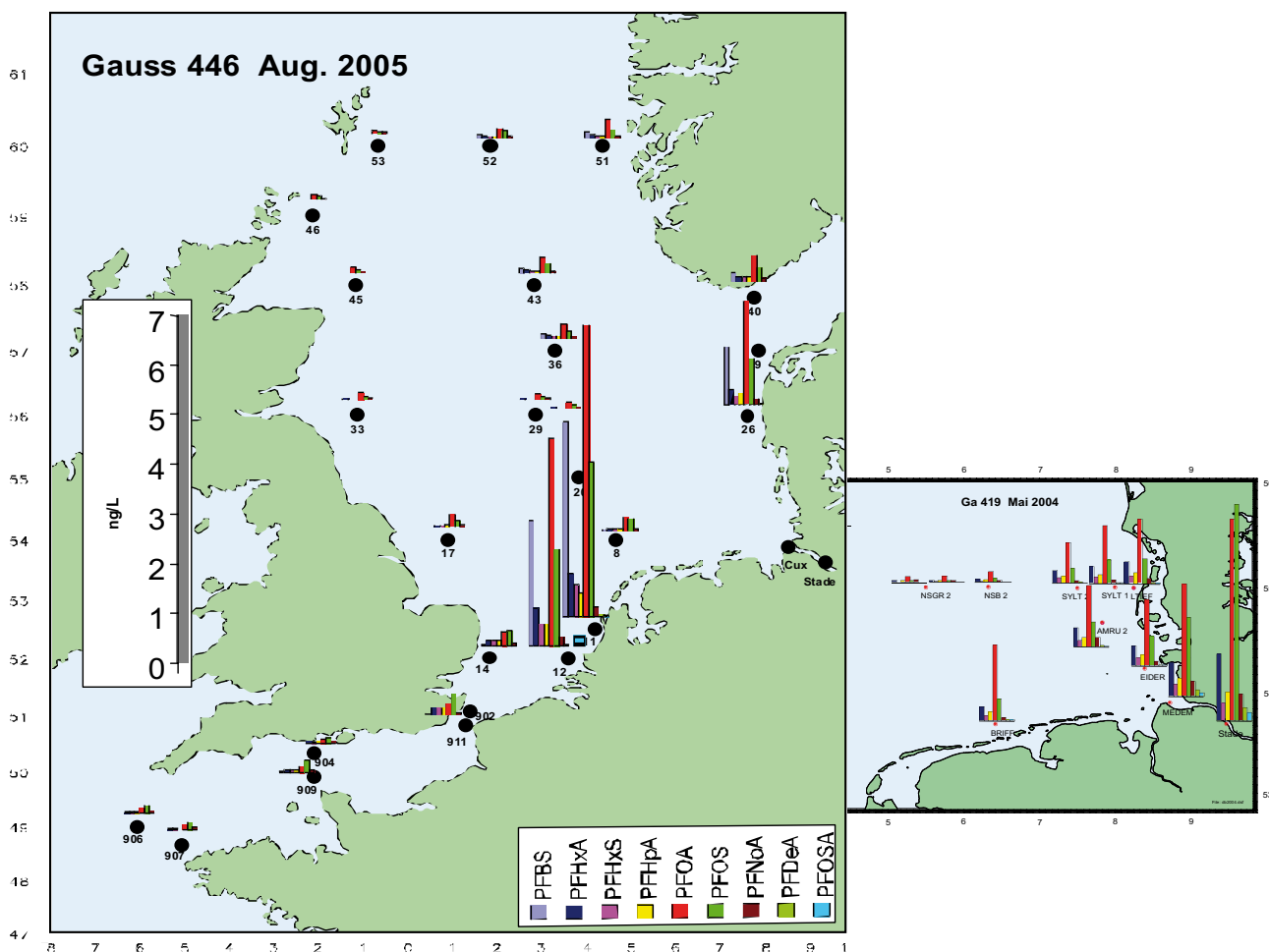


Abb. 2: PFC-Konzentrationen [ng/L] im Oberflächenwasser (5 m) der Nordsee im Mai 2004 und August 2005

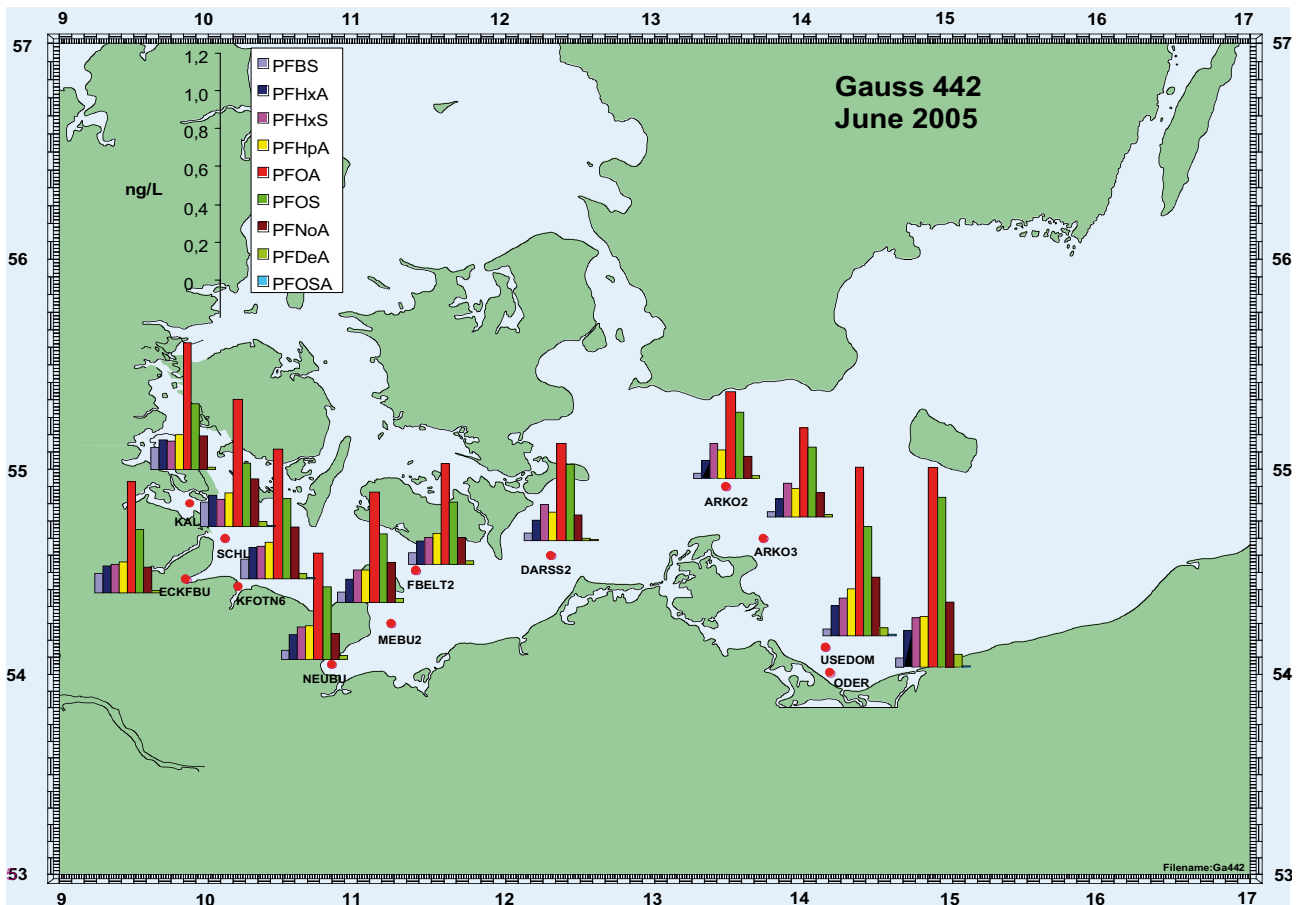


Abb. 3: PFC-Konzentrationen [ng/L] im Oberflächenwasser (5 m) der Ostsee im Juni 2005

Bei Untersuchungen von Proben aus industriefernen Gebieten des Nord- und Süd-Atlantiks zeigte sich, dass die PFC selbst in entlegenen Gebieten wie der Grönlandsee nachgewiesen werden konnten; PFOS und PFOA wurden dort in Konzentrationen von bis zu 67 pg/L gefunden.

Die beobachteten PFOA und PFOS-Konzentrationen im Meerwasser liegen in einem ähnlichen Bereich wie viele klassische Schadstoffe (HCH, PAH, Herbizide); im Vergleich zu lipophilen chlorierten Kohlenwasserstoffen (HCB, DDT, PCB) sind die Konzentrationen sogar erheblich höher.

In Oberflächensedimenten der Deutschen Bucht und westlichen Ostsee wurden PFOS und PFOA in der gleichen Größenordnung wie DDD, PCB oder HCB gefunden. PFOS weist eine höhere Affinität zu Sedimenten auf als die meisten übrigen PFC und wird entsprechend stärker darin angereichert. Daher wies auf den meisten Beprobungsstationen

PFOS die höchsten Gehalte der PFC auf. Die Konzentrationen von PFOS lagen im Bereich von 0,02 bis 2,4 µg/kg TM, die von PFOA im Bereich von 0,06 bis 1,57 µg/kg TM. Die höchsten Werte bezogen auf Trockenmasse (TM) wurden auf schlickreichen Stationen im Einflussbereich der Elbe (Deutsche Bucht) und in der westlichen Ostsee beobachtet. Nach „Normierung“ auf den TOC-Gehalt wurden für Sedimente aus der Deutschen Bucht deutlich höhere PFC-Werte berechnet als aus der Ostsee.

In Fischgewebsproben war PFOS in allen Proben die Komponente mit der höchsten Konzentration; die anderen PFC waren in deutlich geringeren Konzentrationen zu finden. In Leberproben wurden PFOS-Gehalte von 2,4 bis 25,6 µg/kg FG gefunden, in Muskelproben Werte von 0,65 bis 4,2 µg/kg FG. Die Werte lagen in einem Bereich, wie sie auch für andere persistente und bioakkumulierbare Stoffe wie DDE, PCB und HCB beobachtet werden.

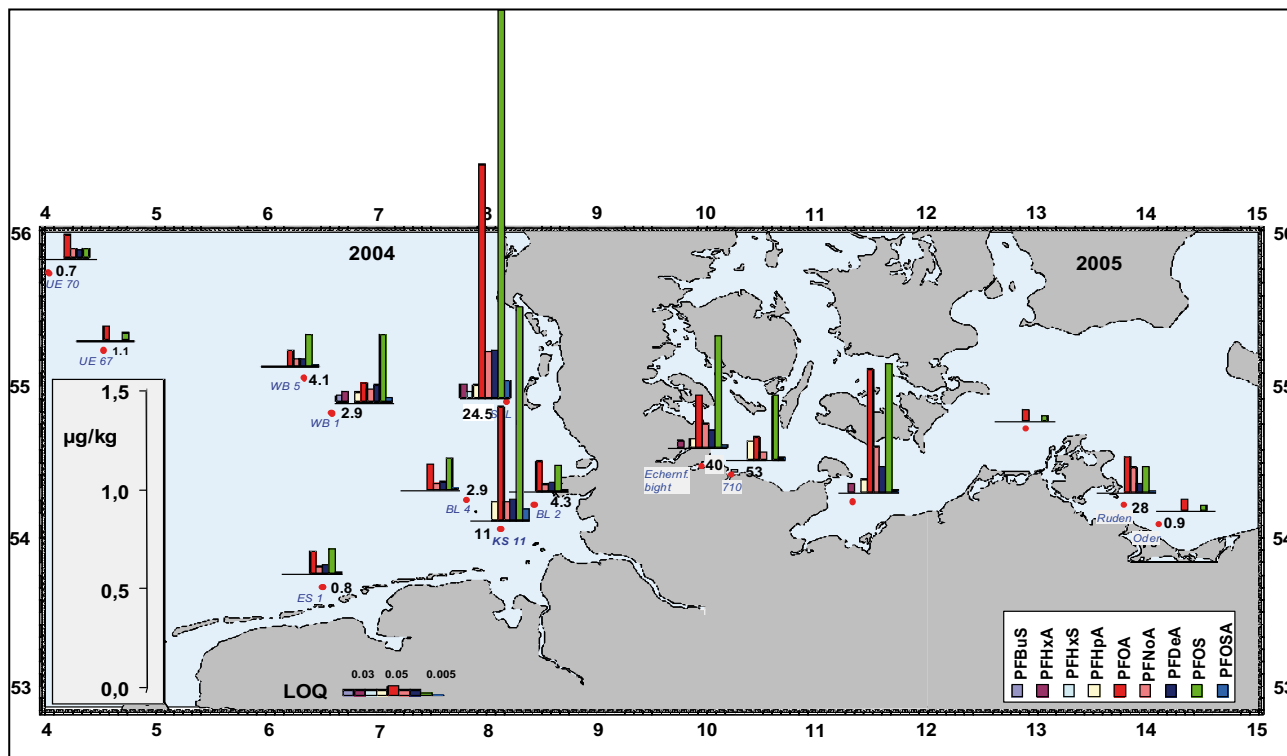


Abb. 4: PFC-Konzentrationen [$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM] in marinen Sedimenten (2004 und 2005)

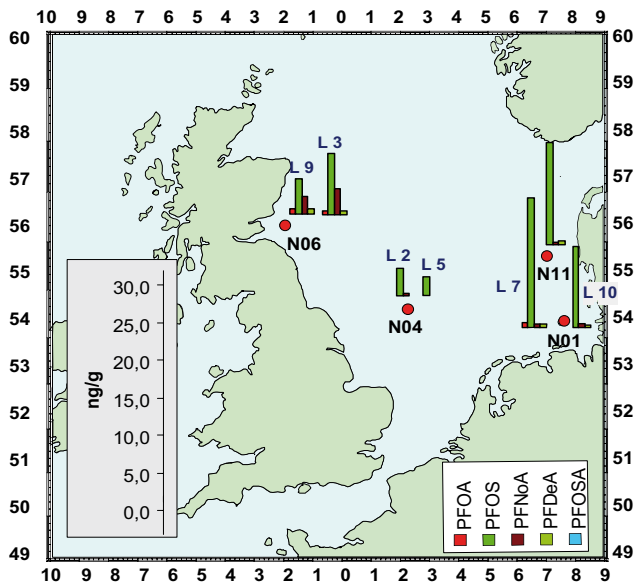
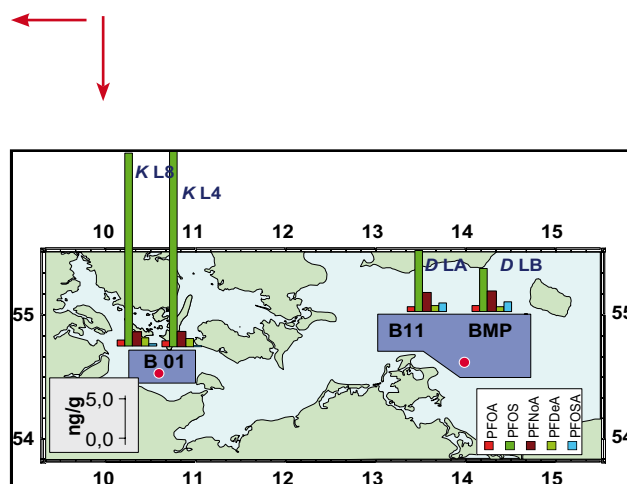


Abb. 5: PFC-Konzentrationen in Leberproben von Fischen

PFOA: 0,5 - 0,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ FG
 PFOS: 2,4 - 25,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ FG



Aufgrund der weiträumigen Verteilung und der relativ hohen Konzentrationen, in denen PFOA und PFOS in der Nord- und Ostsee gefunden wurden (ng/L Bereich für Wasser, $\mu\text{g}/\text{kg}$ Bereich für Sedimente und

Fischgewebe), wird empfohlen, die Stoffe als Routine-Überwachungsparameter für das nationale BLMP und die internationalen CEMP und COMBINE Monitoringprogramme zu übernehmen.

Zusammenfassung

- Die Analyseverfahren sind geeignet, die PFC in allen marinen Matrices (Wasser, Sediment, Biota) zu untersuchen.
- Die Zielkomponenten sind in allen Kompartimenten in der Nord- und Ostsee nachweisbar.
- Die Hauptkomponenten sind PFOA und PFOS.
- Die Konzentrationen liegen im Bereich anderer Schadstoffe.
- Elbe und Rhein/Schelde wurden als Eintragsquellen für die südliche Nordsee identifiziert.
- Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der PFC als neue Schadstoffgruppe.

Ausblick

- Übernahme der PFC in das Monitoringprogramm des BSH.
- Verbesserung der Datenlage in Biota (Zusammenarbeit mit der BFA-Fi).
- Erweiterung der Stoffpalette um potentielle Vorläufer-Verbindungen.
- Untersuchungen zur atmosphärischen Deposition (Zusammenarbeit mit der GKSS).

Literatur

THEOBALD, N., GERWINSKI, W., CALIEBE, C. und M. HAARICH, 2007: Entwicklung und Validierung einer Methode zur Bestimmung von polyfluorierten organischen Substanzen in Meerwasser, Sedimenten und Biota - Untersuchungen zum Vorkommen dieser Schadstoffe in der Nord- und Ostsee. UBA Bericht, 2007 (UFOPLAN 202 22 213).

Anschrift der Verfasser:

*Dr. Norbert Theobald
Christina Caliebe
Wolfgang Gerwinski
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Str. 78
20359 Hamburg*

*Dr. Michael Haarich
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume,
Wald und Fischerei
Institut für Fischereiökologie
FOE - Außenstelle
Marckmannstrasse 129 b, Haus 4
20539 Hamburg*

Große Schlangennadeln - Massenverbreitung und deren Effekte in der Nordsee

Impacts of the mass development of *Entelurus aequoreus* (snake pipefish) in the North Sea

MATTHIAS KLOPPMANN*, SIEGFRIED EHRRICH* und HORST KARL**

Zusammenfassung

Bis vor kurzem zählte die Große Schlangennadel (*Entelurus aequoreus*) in der Nordsee zu den eher seltenen Fischarten. Seit etwa 2003 hat diese Art aber zunächst im Nordostatlantik und nachfolgend in der Nordsee drastisch zugenommen. Vor allem in Gebieten, die im Einflussbereich Atlantischen Wassers liegen, kann dieser Fisch häufig im freien Wasser bis in die oberflächennahen Schichten angetroffen werden. In der Folge des nun hohen Angebots an Großen Schlangennadel nehmen vermehrt Seevögel diesen Fisch als Nahrung an. Zierlichere Seevogelarten wie die Dreizehenmöwe (*Rissa tridactyla*) können diesen Fisch aber nicht vollständig verschlucken und ihn aus diesem Grund nur unvollkommen verdauen. Speiballen von Dreizehenmöwen, die Große Schlangennadeln erbeutet hatten, zeigen typischerweise den angedauten Vorderteil des Fisches zusammen mit noch intaktem Schwanzteil. Viele Seevogelarten versuchen zudem mit Großen Schlangennadeln ihre Brut aufzuziehen. Von uns durchgeführte Nährwertanalysen an Großen Schlangennadeln zeigen jedoch, dass dieser Fisch zwar im Eiweißgehalt anderen potenziellen Beutefischarten gleichwertig ist, sein Fettanteil aber niedriger und der Mineralstoffanteil dagegen höher ist. Entsprechend ist der Energiegehalt gegenüber anderen Beutefischarten wie Hering, Sprott oder Sandaal geringer. Für adulte wie auch juvenile Seevögel scheint daher die Große Schlangennadel eine eher schlechte Nahrungsressource zu sein. Die Jungvögel verschmähen darüber hinaus oft die angebotenen Großen Schlangennadeln oder gehen an den schwer zu schluckenden Fischen zugrunde. Kräftige Einbrüche im Bruterfolg können daher mit der Verfütterung Großer Schlangennadeln in Zusammenhang gebracht werden.

Zur Zeit sind diese Effekte des Massenauftretens der Großen Schlangennadel nur in der nördlichen und westlichen Nordsee zu beobachten. In der südlichen Nordsee ist diese Fischart noch relativ selten. Ob es auch hier zu einer Massenvermehrung kommt, bleibt abzuwarten.

Summary

Until recently, the snake pipefish (*Entelurus aequoreus*) was a rather rare species in the North Sea. Since about 2003, however, the abundance of this species has increased dramatically, first in the North-East Atlantic Ocean and later in the North Sea. Especially in areas influenced by Atlantic water masses, this fish species is encountered frequently in open water including near-surface layers. Because of the high abundance of snake pipefish, seabirds are increasingly feeding on this species. Smaller bird species like kittiwake (*Rissa tridactyla*) are unable to swallow whole snake pipefish, and consequently digest them incompletely. Regurgitated casts of kittiwakes which had caught snake pipefish typically contained a partly digested upper part of the fish and an intact tail. Besides, many seabird species try to feed their chicks snake pipefish. Nutrient analyses carried out by us showed that although the protein content of snake pipefish is equivalent to that of other potential fish prey, their fat content is lower and the proportion of minerals higher. Accordingly, the caloric value of snake pipefish is lower than that of other fish prey, e.g. herring, sprat, and sand eel. Therefore, the snake pipefish appears to be a rather poor food resource for adult and juvenile seabirds. Moreover, young birds often refuse to eat snake pipefish or perish trying to swallow it. Dramatic declines in seabirds' breeding success may, therefore, be attributable to the feeding of snake pipefish.

Up to now, impacts of the mass occurrence of snake pipefish have only been observed in the northern and western North Sea. In the southern North Sea, this fish species still is relatively rare. It remains to be seen whether mass occurrences will spread to this area as well.

Die Große Schlangennadel (*Entelurus aequoreus*) ist eine auffallend langgestreckte, stricknadeldicke und –lange Fischart (Abb. 1), die bis vor kurzem eher durch ihr eigentümliches Brutverhalten als durch ihre Häufigkeit auffiel. Seit einigen Jahren wird aber eine starke Zunahme im Vorkommen dieser Art über ihr gesamtes Verbreitungsgebiet beobachtet. Erste systematische Beobachtungen über dieses Phänomen sind 2004 für den ozeanischen Bereich westlich der Britischen Inseln während der Beteiligung am Internationalen Ma-

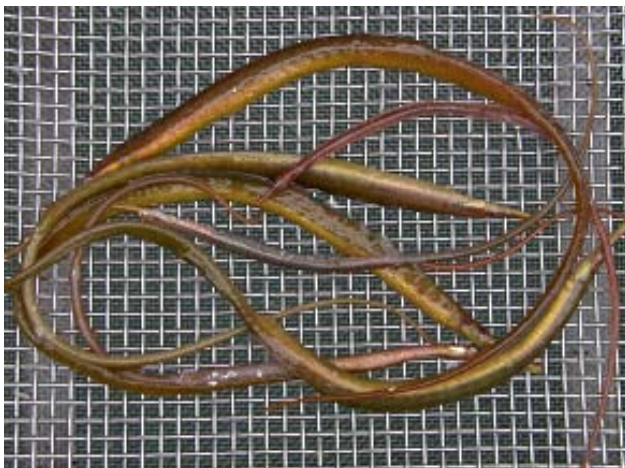


Abb. 1: Große Schlangennadel

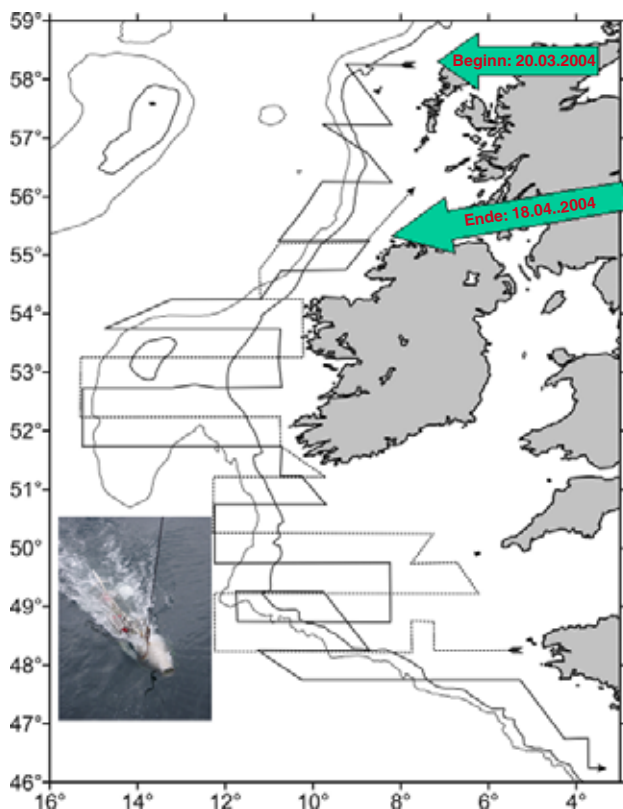


Abb. 2: Deutscher MEGS 16.03. bis 22.04.2004

keleneiersurvey (MEGS) gemacht worden: Auf fast allen Stationen westlich der europäischen Schelfkante konnte diese Art gefangen werden (Abb. 2 und 3), während auf vorangegangenen Probenahmen kein einziges Exemplar der Großen Schlangennadel in dem Gebiet nachzuweisen war. Die Tiere waren bis zu 35 cm lang, wobei es sich bei den größeren Exemplaren ausschließlich um Weibchen handelte. Alle Männchen trugen Eier auf ihren Bauchunterseiten (Abb. 4).

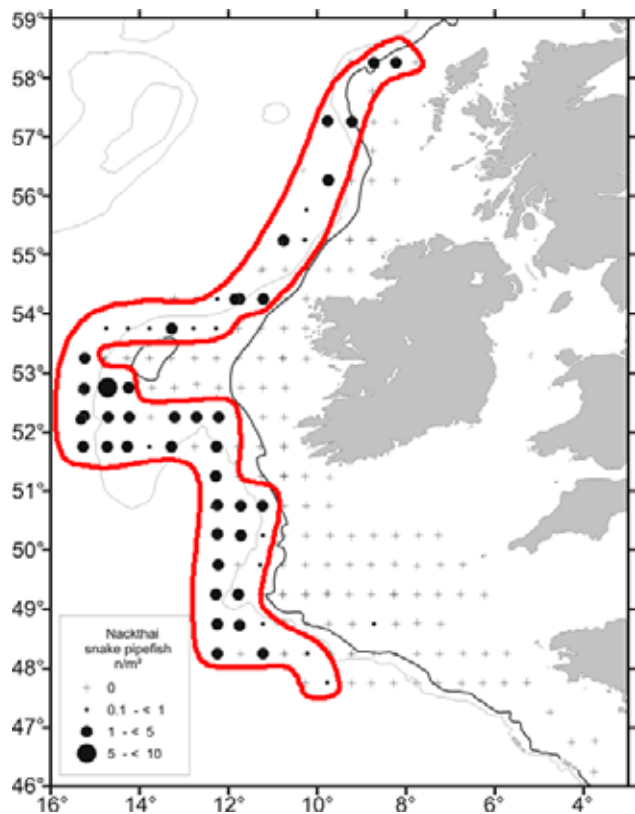


Abb. 3: Die Verbreitung der Großen Schlangennadel während des deutschen MEGS im März/April 2004

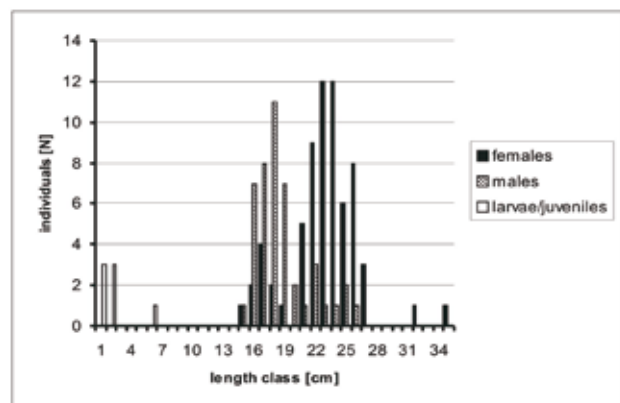


Abb. 4: Die Längenverteilung der während des deutschen MEGS im März/April 2004 gefangenen Großen Schlangennadeln

Das ausschließlich küstenferne Vorkommen dieses Fisches erschien zunächst befremdlich, da neuere Quellen die Große Schlangennadel als Küstenform beschreiben. Ältere Schriften belegen aber, dass sie als eine der wenigen Vertreter der Syngnathiden auch im offenen Ozean häufig sein kann. Seit 2005 ist das vermehrte Vorkommen dieser Art auch in der Nordsee auffällig, was Daten aus dem Heringslarvensurvey während des Internationalen Bodentrawl-Surveys (IBTS) im 1. Quartal und aus dem

Deutschen Kleinskaligen Bodentrawl-survey belegen (Abb. 5). Vor allem im Jahr 2006 haben die Nachweise aus Netzfängen des Instituts für Seefischerei deutlich gegenüber den Vorjahren zugenommen (Abb. 6). Auffallend war dabei, dass die meisten Großen Schlangennadeln in Gebieten auftauchten, die im Einflussbereich Nord-Atlantischen Wassers liegen. Diese Gebiete liegen im Norden der Nordsee, insbesondere östlich und südöstlich der Shetland Inseln sowie entlang der ostbritischen Küste.

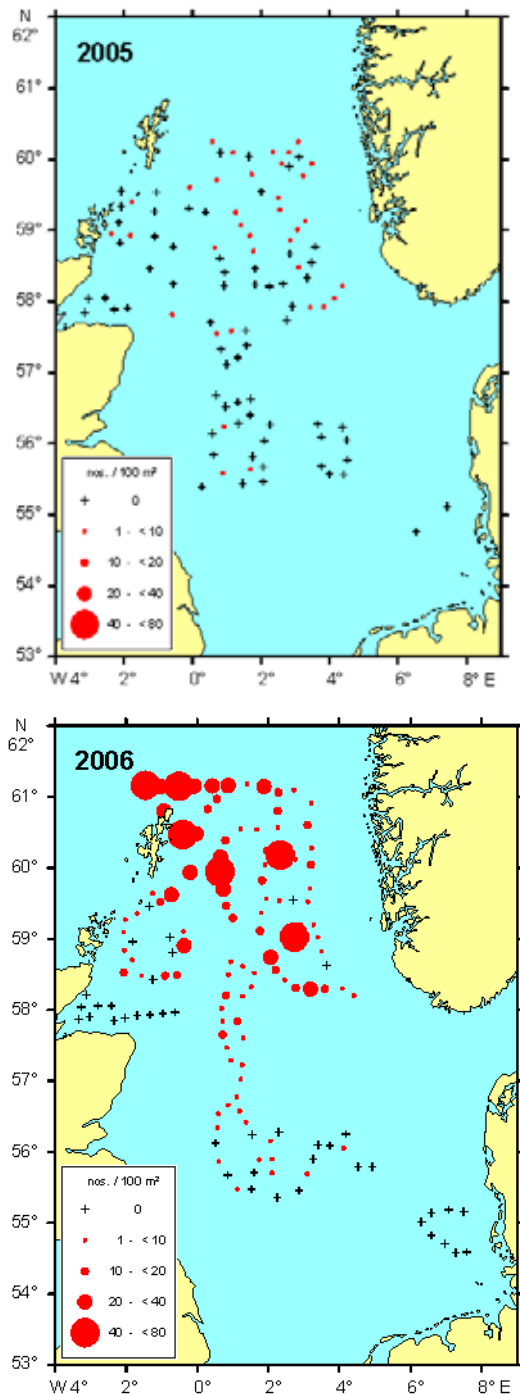


Abb. 5: Verbreitung der Großen Schlangennadel. Daten aus dem Heringslarvensurvey während des Internationalen Bodentrawl-Surveys (IBTS)

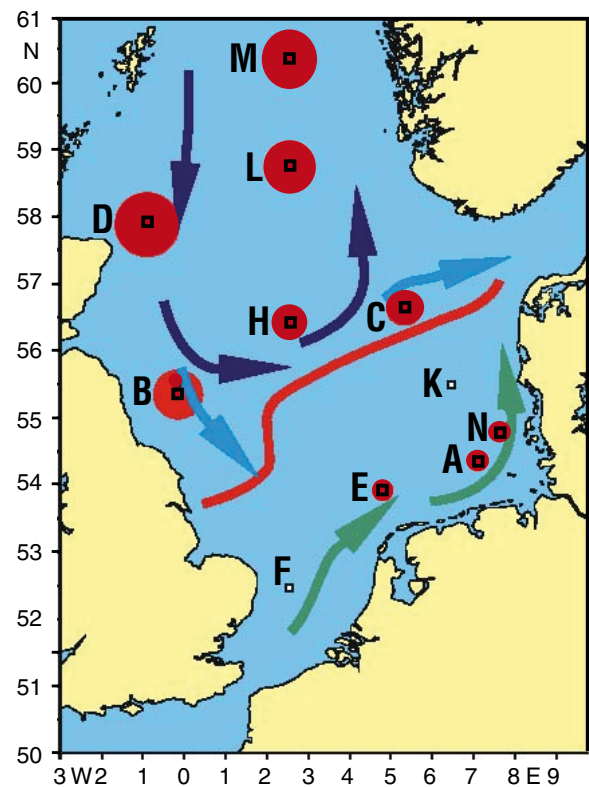


Abb. 6: Verbreitung der Großen Schlangennadel in der Nordsee am Beispiel der Netzfänge aus dem deutschen kleinskaligen Bodentrawl-survey. Die Boxen A bis M sind als Quadrate gekennzeichnet. Der Durchmesser der Kreise um die Boxen spiegelt die relative Häufigkeit der Großen Schlangennadeln wider. In den Boxen F und K wurden keine Großen Schlangennadeln gefangen. Die rote Linie kennzeichnet die südliche Grenz für atlantisches Wasser, blaue Pfeile kennzeichnen die generelle Richtung des Einstroms atlantischen Wassers aus dem Norden, grüne Pfeile die Strömungsrichtung des Einstroms aus dem Kanal

In Folge des massenhaften Vorkommens werden Große Schlangennadeln von vielen Seetieren inzwischen auch als Nahrung angenommen. Man findet sie in den Mägen verschiedener Fische und in den Mägen von Delfinen bald ebenso häufig wie in der See.

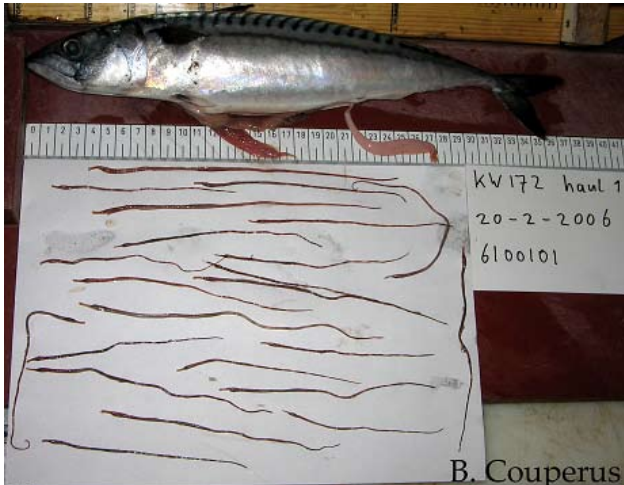


Abb. 7: Schlangennadeln im Mageninhalt der Makrele



Abb. 8: Mageninhalt eines Delfins
links im Bild: Große Schlangennadeln



Abb. 9: Schlangennadeln: Neue Nahrungsquelle auch für Haie?

Auch Seevögel nehmen die häufig an der Meeresoberfläche vorkommenden Großen Schlangennadeln auf und versuchen mit ihnen ihren Nachwuchs aufzuziehen.

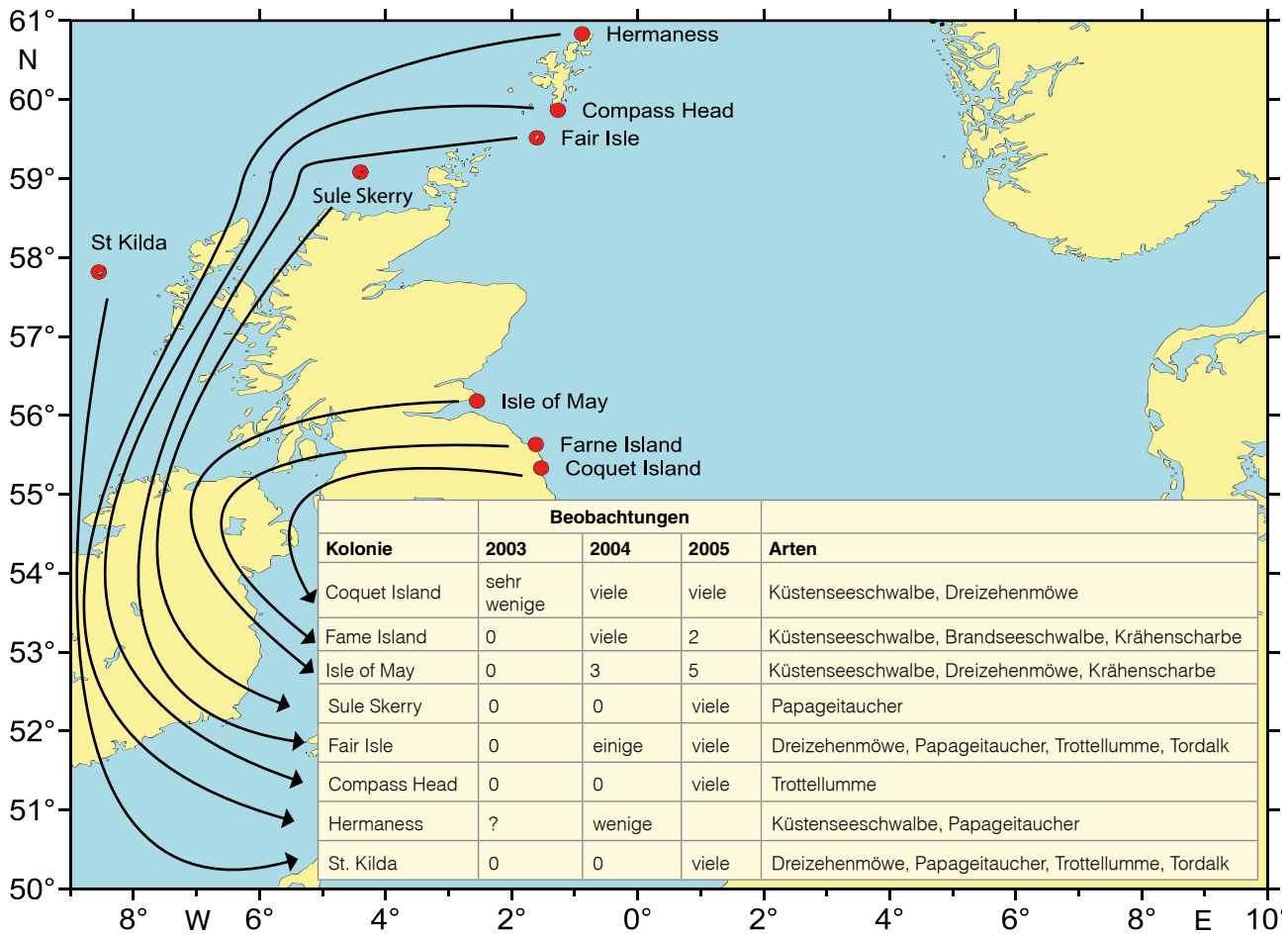


Abb. 10: Dreizehenmöwe mit Großen Schlangennadeln am Nistplatz
Foto: Mark Newell



Abb. 11: Verhungertes Küken der Dreizehenmöwe umgeben von verrottenden Großen Schlangennadeln
Foto: Mark Newell

Insbesondere Papageitaucher, einige Seeschwalbenarten und Dreizehenmöwen versuchten an Brutplätzen der schottischen und englischen Nordostküste, hauptsächlich mit diesem Fisch ihre Brut zu füttern. Auf Grund der besonderen Beschaffenheit der Großen Schlangennadel (lang gestreckter Körper, feste und knöcherne Struktur) sind die meisten Küken aber nicht in der Lage, diese Nahrung zu verwerten. Sie verschmähen sie und verhungern, da nicht genügend Alternativnahrung zur Verfügung steht, oder sie ersticken gar an den nicht zu bewältigenden Fischen.



Tab. 1: Beobachtungen über Verfüterung Großer Schlangennadeln an Küken in Vogelbrutkolonien

Dramatische Einbrüche im Bruterfolg der betreffenden Arten sind nach einem Wechsel zu Großen Schlangennadeln als Aufzuchtnahrung die Folge. Aber auch die Erwachsenen von vor allem zierlicheren Seevogelarten haben Probleme mit dem Fisch. So konnten vermehrt Dreizehenmöwen beobachtet werden, denen Große Schlangennadeln sprichwörtlich im Halse stecken blieben. An wieder hervorgewürgten Speiballen erkennt man, dass nur der Vorderteil der Großen Schlangennadel angehaut wird, während der Schwanz unversehrt bleibt. An der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel durchgeführte Nährwertanalysen zeigten zwar, dass der Proteingehalt und auch die Verdaulichkeit nicht weniger gut als von anderen Fischen ist. Der Fettgehalt ist aber niedriger bei erhöhtem Mineralstoffanteil. Folglich ist der Energiegewinn, der durch den Verzehr einer Großen Schlangennadel zu erzielen ist, als gering einzuschätzen.



Abb. 12: Dreizehenmöwen mit zum Hals heraushängenden großen Schlangennadeln

Fotos: Siegfried Ehrich, ISH Hamburg



Abb. 13: Oben: Eine Dreizehenmöwe würgt eine gefressene Große Schlangennadel hervor
 Unten: Speiballen von Dreizehenmöwen, die Große Schlangennadeln gefressen hatten
 Fotos: Siegfried Ehrich, ISH Hamburg

Probe Nr.	Wassergehalt %	Proteingehalt %	Mineralstoffgehalt %	Fettgehalt %
1	74,95	16,37	5,27	2,91
2	72,49	17,74	5,99	3,22
3	76,57	16,40	4,97	3,20
Mittelwert	74,74	16,72	5,37	3,11
STD	1,65	0,80	0,44	0,29

Tab. 2: Durchschnittliche Nährstoffgehalte in verschiedenen, aus mehreren Tieren bestehenden Proben

	Wasser %	Protein %	Mineralstoff %	Fett %	KCAL	KJ	Literatur
1 g Schlangennadel	74,7	16,7	5,4	3,1	0,95	3,96	
1 g Heringsfilet	65	18,0	1,6	14,9	2,06	8,61	OEHLenschläGER [2005]
1 g Sandaal	73,2	17,1	2,6	6,9	1,31	5,45	LICCIARDELLO et al. [1985]
1 g Sprott	75 - 66,8	5 - 17,4	3,9	16	2,16	5,8 - 9,5	HILTON et al. [1998]

Tab. 3: Der Nährstoffgehalt Großer Schlangennadeln im Vergleich zu anderen Fischarten

Zusammenfassung

- Seit 2005 ist ein starke Zunahme der Abundanz der Großen Schlangennadel in der Nordsee zu beobachten.
- Die Zunahme ist zur Zeit noch auf die nördliche und westliche Nordsee beschränkt.
- Die Einwanderung in die Nordsee erfolgt mit dem Einstrom atlantischen Wassers von Norden.
- Das hohe Angebot an Schlangennadeln verleitet Seevögel, diese Art als Nahrungsressource zu nutzen.
- Die Jungvögel sind zum großen Teil nicht in der Lage, diese Nahrung zu verwerten und gehen häufig daran zugrunde.
- Auch für Altvögel ist die Große Schlangennadel auf Grund des schlechteren Nährwertes und der Beschaffenheit keine wertvolle Nahrung.

Keeping quality of fresh and frozen Sand Lance, *Ammodytes* sp. *Marine Fisheries Review*, 47, 78- 82.

OEHLENSCHLÄGER, J., 1997: WEFTA interlaboratory comparison on nitrogen determination by Kjeldahl digestion in fishery products and standard substances. *Inf. Fischwirt.*, 44 (1), 31-37.

Zitierte Literatur und weitere Veröffentlichungen zum Thema

Harris, M.P., 2006: Seabirds and pipefish: a request for records. *Brit Birds*, 99, 148.

HARRIS, M.P., BEARE, D., TORESEN, R., NØTTESTAD, L., KLOPPMANN, M., DÖRNER, H., PEACH, K., RUSHTON, D.R.A., FOSTER-SMITH, J., and S. WANLESS, 2007: A major increase in snake pipefish (*Entelurus aequoreus*) in northern European seas since 2003: potential implications for seabird breeding success. *Mar. Biol.*, 151, 973 – 983. Published at Springer online first: <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-006-0534-7>

HILTON, G.M., HOUSTON, D.C. and R.W. FURNESS, 1998: Which compounds of diet quality affect retention time of digesta in seabirds? *Functional Ecology*, 12, 929-939.

KIRBY R., JOHNS D. and A. LINDLEY, 2006: Fathers in hot water: rising sea temperatures and a Northeastern Atlantic pipefish baby boom. *Biology Letters*, 2, 597-600.

KLOPPMANN, M.H.F. and J. ULLEWEIT, 2007: Off-shelf distribution of pelagic snake pipefish, *Entelurus aequoreus* (Linnaeus, 1758), west of the British Isles. *Mar. Biol.*, 151, 271 – 275. Published at Springer online first <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-006-0480-4>

KLOPPMANN, M., EHRIK, S. und H. KARL, 2007: Die Große Schlangennadel als Nahrung für Seevögel. *Seevögel*, 28, (1/2), 18 – 24.

LICCIARDELLO, J.J., RAVESI, E.M. and M.G. ALLSUP, 1985:

Anschriften der Verfasser:

Dr. Matthias Kloppmann
Dr. Siegfried Ehrich
Bundesforschungsanstalt für Fischerei
Institut für Seefischerei Hamburg
Palmaille 9
22767 Hamburg

Dr. Horst Karl
Bundesforschungsanstalt für Ernährung
und Lebensmittel
Standort Hamburg
Palmaille 9
22767 Hamburg

Genetische Populationsdifferenzierungen von Schweinswalen in der Ostsee und angrenzenden Gebieten

ANNIKA WIEMANN

Die Bewertung der Populationsstruktur einer Art ist wesentlicher Bestandteil der Entwicklung effektiver Naturschutzprogramme.

Schweinswale (*Phocoena phocoena*) sind weit verbreitet, aber einzelne Populationen können regional durch verschiedene umweltbedingte sowie anthropogene Faktoren bedroht sein. Eine verringerte Individuenzahl und die durch weibliche Philopatrie bedingte begrenzte Migration können die Ursache für geringen Genfluss zwischen Schweinswalbeständen sein.

Frühere Studien vermuten die Existenz einer in der Ostsee vorkommenden Subpopulation von Schweinswalen und beziehen sich auf die Ergebnisse von genetischen, morphologischen sowie toxikologischen Untersuchungen.

Im Rahmen eines integrativen Projekts, das als Grundlage für die Implementierung des Bestandserholungsplanes für die Schweinswale der Ostsee (Jastarnia Plan) dient, wurden verfügbare genetische Daten neu ausgewertet sowie neue Gewebeproben hinsichtlich der mitochondrialen DNA-Kontrollregion und 11 Mikrosatelliten-Loci der nukleären DNA untersucht.

Unsere Untersuchung konzentrierte sich auf die Populationsstruktur der Schweinswale. Wir verglichen die Daten der mitochondrialen Kontrollregion und der 11 Mikrosatelliten der Schweinswalpopulationen aus den Gebieten des Skagerrak, Kattegat, der Øresund/Beltsee Gegend, der Inneren Ostsee, sowie der südöstlichen Nordsee.

Die Daten wurden hinsichtlich der Probenart (Strandung/Beifang), Jahreszeit und des Geschlechts spezifiziert, um genetische Eigenschaften der mutmaßlichen Fortpflanzungseinheit zu evaluieren und um Artefakte wie post-mortale Drift oder saisonale Migration zu begrenzen.

Kernaussagen der Ergebnisse:

Aus den durchgeführten populationsgenetischen Untersuchungen lassen sich die folgenden vorläufigen Schlussfolgerungen bezüglich der Populationsstruktur des Schweinswals und der Existenz geographischer Management-Einheiten in den Studiengebieten ableiten:

- Der Schweinswalbestand vom Øresund/Beltsee-Gebiet (IIIb/c) bis möglicherweise in die nordwestliche Innere Ostsee (III d, schwedische Ostseeküste) hinein ist nach derzeitigem Kenntnisstand eine eigene Subpopulation.
- Der Schweinswalbestand in der östlichen Inneren Ostsee (III d, deutsche/polnische/litauische Küste) ist nach derzeitigem Kenntnisstand eine eigene Subpopulation.
- Die Schweinswalbestände von Skagerrak (III a) und südöstlicher Nordsee (IV b) gehören nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu verschiedenen Subpopulationen.

Anschrift der Verfasserin:

Annika Wiemann
AG Evolutionsbiologie/Spezielle Zoologie
Institut für Biochemie und Biologie
Universität Potsdam
Karl-Liebknecht-Straße 24-25, Haus 26
D-14476 Potsdam

Das Standarduntersuchungskonzept über die Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK 3)

MANFRED ROLKE

Mit dem Standarduntersuchungskonzept für die Untersuchungen von Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK) hat das BSH unter Mitwirkung von inzwischen annähernd 60 Experten eine Grundlage für die Anforderungen an eine Umweltverträglichkeitsstudie für Offshore-Windenergie-Antragsverfahren geschaffen. Das Konzept bietet Antragstellern von Offshore-Windparks einen Leitfaden für die Planung von Untersuchungen, die für ihren Antrag zur Erhebung von Informationen zur Beurteilung des Standortes aus Sicht der Umweltverträglichkeit erforderlich sind.

Das StUK ist nicht als starres Gerüst zu verstehen. Unterschiedliche Randbedingungen an verschiedenen Standorten oder der Gewinn neuer Erkenntnisse lassen Anpassungen des jeweiligen Untersuchungs- bzw. Überwachungsprogramms zu. Bei Bedarf wird das StUK fortgeschrieben.

Inzwischen liegt das StUK in der dritten aktualisierten Version vor. Die erste Version wurde im Dezember 2001 fertiggestellt, die dritte Version erschien im Februar 2007.



Das StUK behandelt Untersuchungsart und -umfang für die Schutzgüter Benthos, Fische, Vögel und Säuger. In einem allgemeinen Teil werden die Randbedingungen für den Untersuchungsumfang während verschiedener Phasen eines Projektes dargelegt. Dieser allgemeine Teil beinhaltet Angaben über den Zeitraum der Untersuchungen und über die Größe der Untersuchungsgebiete, für die Informationen für die einzelnen Schutzgüter vorgelegt werden müssen.

In einem speziellen Teil werden Art und Weise der Erhebung von Daten für die einzelnen Schutzgüter im Detail beschrieben. Bei der Gestaltung der Untersuchungen wurde Wert darauf gelegt, eine größtmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Untersuchungen zu gewährleisten.

Für die aktuelle Version des StUK wurden besonders die Anforderungen für die Überwachung während der Bau- und während der Betriebsphase von Offshore-Windenergieanlagen überarbeitet.

Die letzte Version des StUK wurde auf der BSH-Website publiziert unter:

<http://www.bsh.de/de/Produkte/Buecher/Standard/index.jsp>

Anschrift des Verfassers:

*Dr. Manfred Rolke
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Straße 78
20359 Hamburg*

Fischerei und Umwelt

Illegale Fischerei – Weltweit mehr als ein Verbrechen am Fisch

Illegal fishery – a worldwide threat to sustainable fisheries

KAROLINE SCHACHT

Zusammenfassung

Schon über Jahrzehnte gehört die industrielle Fischerei zu den größten Bedrohungen der Gesundheit der Meere. Hinzu kommt die illegale, unregulierte und undokumentierte (IUU-) Fischerei. Sie stellt in allen Ozeanen und nahezu allen Fischereien ein Problem dar. Insbesondere hochwertige Arten wie Tunfisch oder Kabeljau werden ohne Lizenz, über die Quote oder mit unerlaubtem Gerät gefangen. Die wirtschaftlichen, sozialen und Umweltauswirkungen sind erheblich: Auf bis zu 10 Mrd. Euro wird der jährlich Umsatz der illegalen Fischerei geschätzt. Zu oft entkommen die Täter unerkannt, weil es international an Kontrollen und abschreckenden Strafen mangelt.

Der Begriff der illegalen Fischerei – oder IUU (illegale, unregulierte und undokumentierte Fischerei) – hat sich etabliert, um eine ganze Reihe von verantwortungslosen Aktivitäten zu beschreiben. Dazu gehören zum Beispiel:

- das Übertreten der erlaubten Fangmengen/Quoten,
- das Fischen in geschützten oder unregulierten Gebieten,
- die falsche oder fehlende Berichterstattung über die Fänge,
- das Fischen mit nicht zugelassenem Gerät oder
- das Fahren eines Fischereischiffes unter Billigflagge oder ohne jede Flagge.

Mit illegal erbeutetem Fisch lässt sich viel Geld verdienen: Besonders betroffen sind die Bestände großer Fische, wie beispielsweise Kabeljau oder Tunfisch. Weil IUU-Fischer ihre Fänge nicht verbuchen, kann der tatsächliche Umfang ihrer Beute nur geschätzt werden. Für den Ostseedorsch werden bis zu 45%

Summary

For several decades now, industrial-scale fisheries have been among the major threats to marine environmental health. Another problem that occurs in almost all oceans and nearly all types of fisheries is illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing. Especially high-quality species like tunny and cod are caught without a licence, in excess of quota, or using illegal fishing gear. This practice has considerable economic, social, and environmental consequences: the annual turnover of illegal fisheries has been estimated at up to 10 billion Euro. Perpetrators are rarely convicted because there are few international controls and existing fines are no real deterrent.

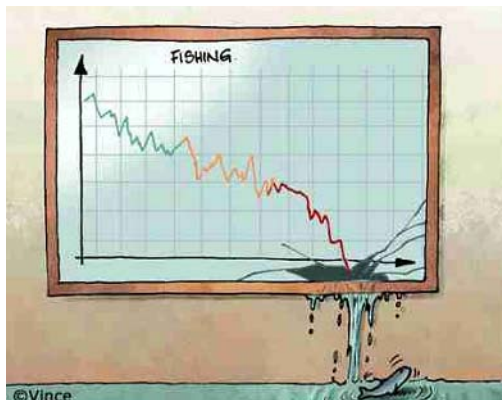
undokumentierte Fänge geschätzt. Der Wert der illegalen Tunfischfänge auf der Hochsee beläuft sich auf rund 580 Mio. US-Dollar pro Jahr. Das ist etwa die Hälfte des Wertes, den die Hochseefischerei insgesamt erzielt. Weltweit erwirtschaften die lizenzlosen Piraten bis zu 10 Mrd. Euro Umsatz mit ihren Aktivitäten.

Die IUU-Fischerei verursacht unter anderem:

- ökologische Folgen – IUU schädigt die Fischbestände: Schutz- und Managementmaßnahmen werden unterlaufen und unwirksam. Und die wissenschaftliche Bestandsanalyse wird zu einem Ratespiel, wenn weder die Zusammensetzung noch der Umfang der zusätzlichen Fänge irgendwo auftaucht.
- wirtschaftliche Folgen – es gibt nur einen Markt für Fisch und Fischprodukte, die illegale Ware verdirbt die Preise und die legalen Fischer erleiden erhebliche Wettbewerbsnachteile.

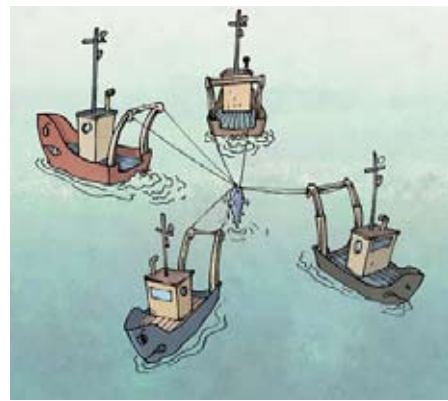
IUU-Fischerei bedroht die Fischbestände

- IUU trägt erheblich zur Überfischung bei
- IUU stellt weltweit bis zu 30 % der Gesamtfänge
- IUU-Fischer jagen vor allem große, wertvolle Fische (Tunfisch, Kabeljau) und Shrimps



Ursachen für IUU-Fischerei

- Weltweite Überfischung
- zu viele Fische und nicht genug Fisch
- Subventionen
- zu wenig Kontrolle
- zu viele Anreize
- zu geringe Strafen



Eine wichtige Ursache für IUU-Aktivitäten ist die Überkapazität der Flotten. Es gibt zu viele Schiffe, die Jagd auf immer weniger Fisch machen. Die weltweite Fangkapazität übersteigt die Regenerationsfähigkeit der Meeresressourcen derzeit bei Weitem.

Dabei wird IUU weltweit längst als eine der zentralen Bedrohungen angesehen, die eine nachhaltige Fischerei unmöglich macht und die gesamte marine Biodiversität schädigt. Seit 2001 gibt es den Internationalen Aktionsplan zur Bekämpfung von IUU der Food and Agriculture Organization (FAO) und seit 2002 einen entsprechenden Plan der Europäischen Gemeinschaft. Die Europäische Union arbeitet aktuell an einer neuen Richtlinie zur Bekämpfung der IUU-Aktivitäten. Deutschland kann von der Position der Ratspräsidentschaft derzeit die EU-Verhandlungen darüber mit dirigieren.

Weitere Faktoren und denkbare Lösungsansätze:

- ein zu geringes Kontrollniveau
die praktizierte Hafenstaatkontrolle ist nicht ausreichend, illegal gefangener Fisch landet dennoch auf dem EU-Markt. Die Regeln der Nordostatlantischen Fischereikommission (NEAFC) sollten gemeinschaftsweit umgesetzt werden;
- viel zu geringe Strafen
für die Umsetzung der Sanktionen sind die Mitgliedstaaten verantwortlich. Hier bestehen große Unterschiede in der Anwendung existierender Gesetze. Ernsthafte und wiederholte Regelverstöße müssen deutlich rigorosier bestraft werden, bspw. mit Lizenzentzug für die Fischerei und den Handel oder mit Subventionsstopp;
- keine Rückverfolgbarkeit des Fisches
damit die Märkte für die illegalen Fänge gesperrt werden können, muss es die Möglichkeit geben,

die Herkunft des Fisches zu bestimmen. Rückverfolgbarkeit kann dann als Werkzeug eingesetzt werden, mit dem der legale Markt gestützt wird.

- IUU-Täter entkommen unerkannt
Die Mitgliedstaaten wissen nicht, welche Schiffe in IUU-Aktivitäten verwickelt sind. Also gibt es keine „Schwarze Liste“ und es können keine Maßnahmen ergriffen werden.

IUU-Aktivitäten passieren nicht nur auf der Hochsee, auch innerhalb der ausschließlichen Wirtschaftszonen werden Fischereiregeln gebrochen. Ein erhebliches Problem haben eine Reihe von afrikanischen Staaten: Ihre Gewässer beherbergen umfangreiche Fischreichtümer, die heute meist von ausländischen Fischern ausgebeutet werden. Die Küstenländer verfügen oftmals nicht über die Kapazitäten, um angemessene Kontrollen durchzuführen.

Dennoch: Selbst wenn das Problem IUU morgen gelöst werden könnte, die weltweite Fischereikrise würde weiter bestehen. IUU ist ein schwerwiegendes, aber nicht das einzige Problem.

Anschrift der Vortragenden:

*Karoline Schacht
Internationales WWF-Zentrum
für Meeresschutz
Hongkongstraße 7
20457 Hamburg*

Impacts of Fisheries on Marine Biodiversity

MICHEL J. KAISER

The effects of fishing on biodiversity are recognised to be wide-spread, affecting organism from the largest whales to the smallest microbes. One of the most wide-spread agents of direct habitat modification is the use of fishing gears that are towed across the seabed. This source of habitat disturbance has been the subject of over 100 experimental manipulations conducted over the last 25 years. The use of meta-analysis approaches has enabled the general response of benthic biota to different fishing gears in different habitats. What emerges from this analysis is that the direct mortality caused varies among different fishing gears and different habitats. While this result is not surprising, it has important management implications. These empirical studies have formed the basis for the development of a body-size-based model of the response of benthic communities to fishing disturbance which they validated extensively with field data. This model has been used to demonstrate that the response of benthic biomass and production to fishing disturbance follows a negative power function such that relatively low levels of fishing intensity cause the greatest proportional loss of virgin biomass and production. Consequently, benthic communities in areas that are fished 2 or 3 times per annum differ little in absolute terms from similar benthic communities that are fished perhaps 10 or more times per annum. This finding is also applicable to other forms of chronic physical disturbance.

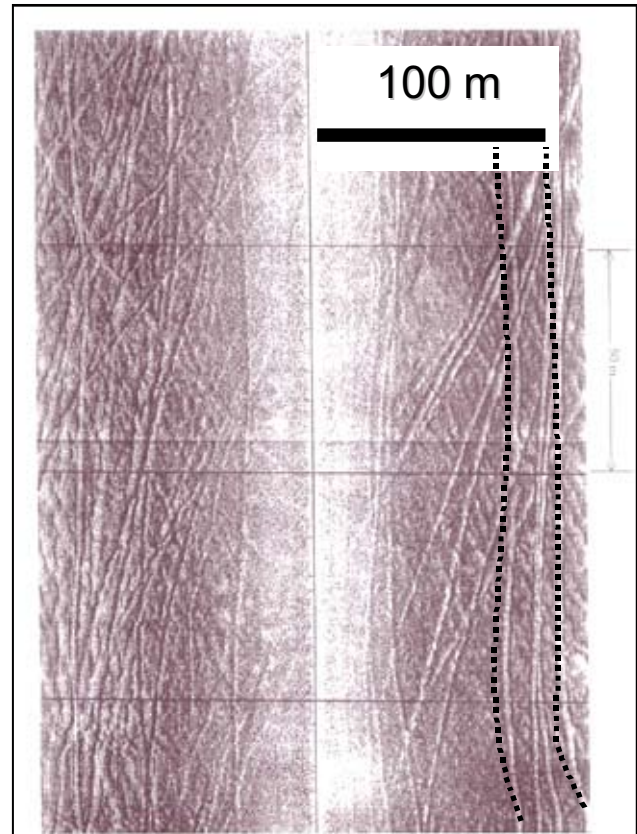
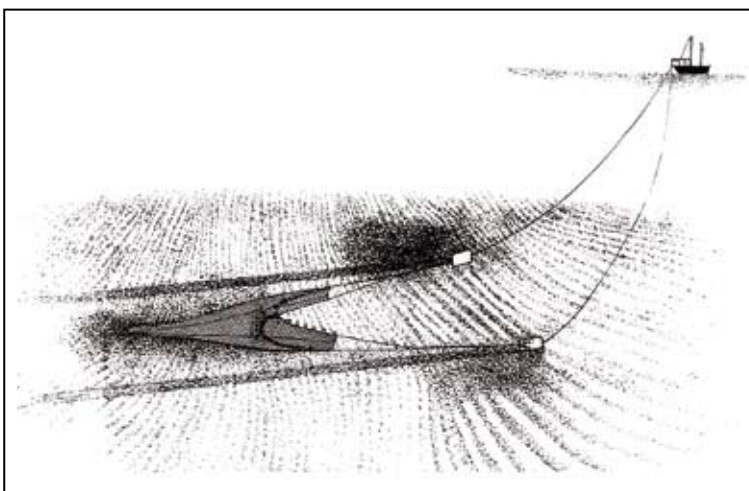


Fig. 1: Sidescan image of the sea floor showing trawl marks on muddy ground



Habitats important to fish are altered or possibly degraded on a global scale: seabed biomass is reduced by 50 % and production by 20 % (= fish food)

Fig. 2: Otter trawling on soft sediments

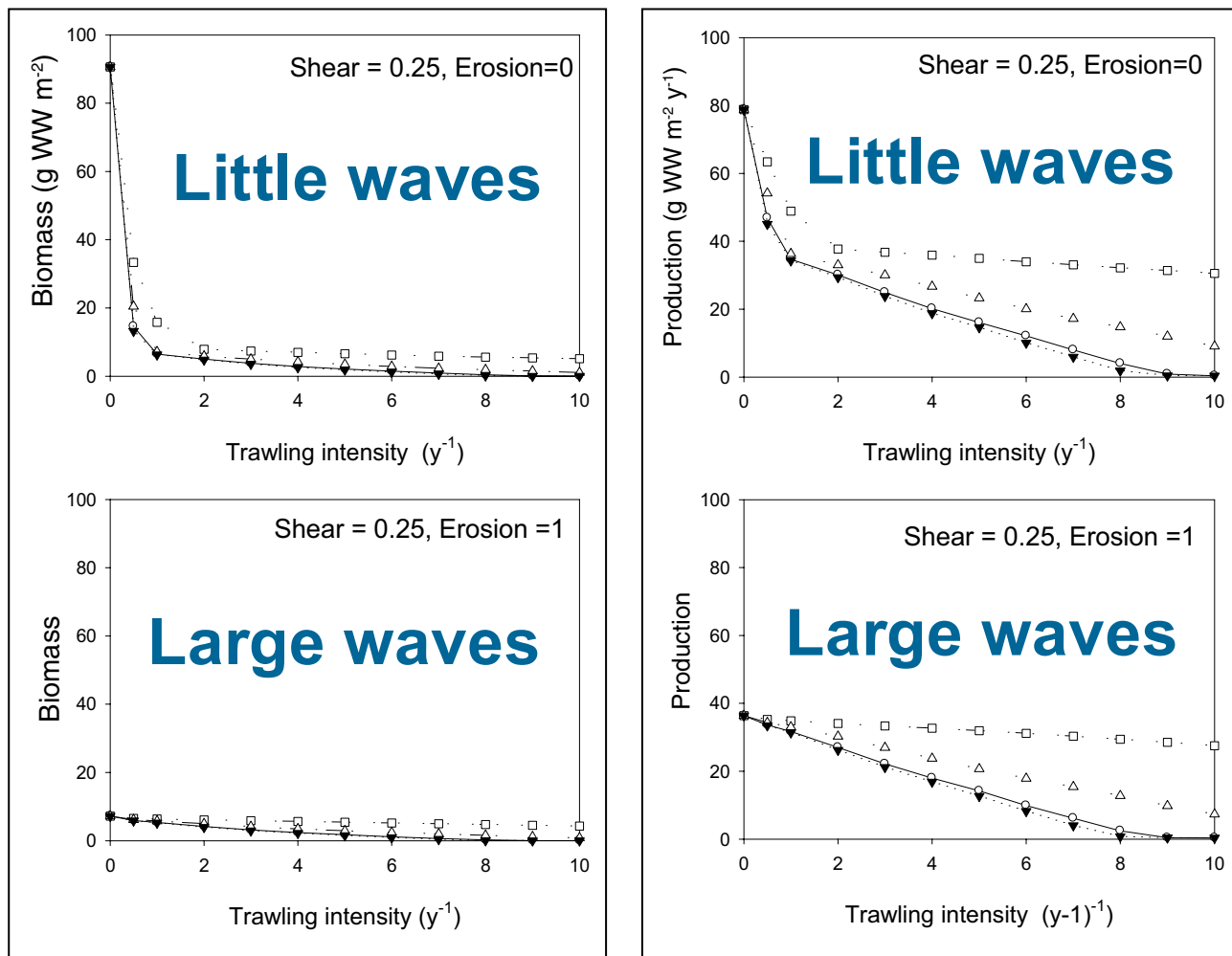


Fig. 3: Fishing can radically depress production in some habitats but not others (right: Production; left: Biomass)

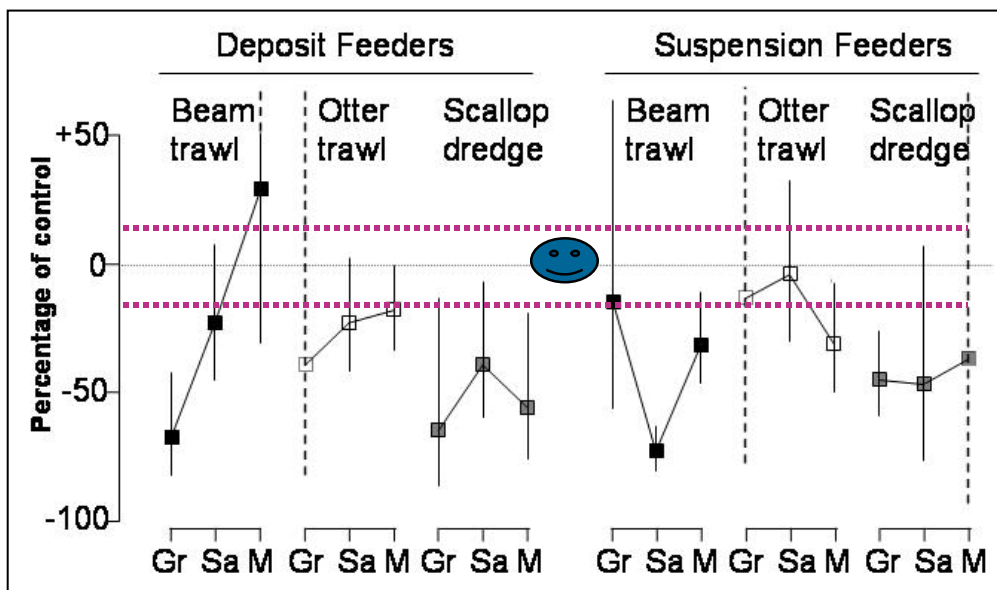


Fig. 4: The percentage response of abundance of fauna to fishing disturbance
 Different habitats: (Gr = gravel, Sa = sand, M = mud)

The preceding observations and predictions apply to seabed habitats on the continental shelf. As yet no-one has undertaken experimental manipulations of fishing disturbance in the deep sea. Nevertheless, the life-history of deep-sea biota is such that the consequences of physical impacts by fishing gear on the deep-sea benthos and associated habitats will be measured in terms of years to hundreds of years. Recent discoveries of cold water coral formations on the continental slope in the North Atlantic have coincided with clear evidence of the direct destruction of some of these structures by towed demersal otter gear. The sensitivity and vulnerability of such long-lived biogenic structures subsequently led to the creation of fishing-exclusion areas designed to protect these habitats.

Fishing can also modify habitat indirectly through changes in trophic interactions. This is most likely to occur in systems in which keystone species exist that exert a strong influence on other species at a higher or lower trophic level to themselves. Such systems are prone to 'trophic cascades'. Cascade effects are manifested

relatively quickly due to the strong linkage between the components in the system. In other more complex food-webs in which the linkages among different species are more complex, the entire removal of one species may have little or no effect on other components. The reason for this lack of response is that multiple species at each trophic level may utilise the same resources, thus any resources made available after the demise of one species will be utilised by another. This is a phenomenon termed 'diffuse predation'. Thus ecosystem complexity provides a buffer against the effects of harvesting specific species. However a current pressing challenge is to be able to understand when we risk over-stepping the threshold beyond which sufficient components of the ecosystem have been removed to alter its functioning. The latter has been thought to occur off the eastern coast of Canada. The removal of demersal fish biomass coupled with a reduction in benthic biomass has resulted in a breakdown in benthic-pelagic coupling. Consequently the system has undergone a phase shift such that most of the energy within this ecosystem is recycled within the pelagic compartment.

References

- BLYTH-SKRYME R.E., KAISER M.J., HIDDINK J.G., EDWARDS-JONES G. and P.J.B. HART, 2006: Conservation benefits of a marine protected area vary with fish life-history parameters. *Conservation Biology*, 20, 811-820. doi: 10.1111/j.1523-1739.2006.00345.x
- HIDDINK J.G., JENNINGS S. and M.J. KAISER, 2007: Assessing and predicting the relative ecological impacts of disturbance on habitats with different sensitivities. *Journal of Applied Ecology*, 44, 405-413.
- HIDDINK J.G., HUTTON T., JENNINGS S. and M. J. KAISER, 2006: Predicting the effects of area closures and fishing effort restrictions on the production, biomass, and species richness of benthic invertebrate communities. *ICES Journal of Marine Science*, 63, 822-830. doi:10.1016/j.icesjms.2006.02.006
- HIDDINK J.G., JENNINGS S. and M.J. KAISER, 2006: Indicators of the ecological impact of bottom trawl disturbance on seabed communities. *Ecosystems*, 9, 1190-1199. doi: 10.1007/s10021-005-0164-9.
- HIDDINK J.G., JENNINGS S., KAISER M.J., QUEIRÓS A.M., DUPLISEA D.E. and G.J. PIET, 2006: Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production and species richness in different habitats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63, 721-736.
- KAISER M.J., BLYTH-SKRYME R.E., HART P.J.B., EDWARDS-JONES G. and D. PALMER, 2007: Evidence for greater reproductive output per unit area in areas protected from fishing. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Science*, 64, 1284-1289.
- KAISER M.J., CLARKE K.R., HINZ H., AUSTEN M.C.V., SOMERFIELD P.J., and I. KARAKASSIS, 2006: Global analysis and prediction of the response of benthic biota and habitats to fishing. *Marine Ecology Progress Series*, 311, 1-14. This is a featured article and free to download.
- KAISER, M.J., 2005: Are Marine Protected Areas a red herring or fisheries panacea? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 62, 1194-1199.
- QUEIRÓS A.M., HIDDINK J.G., HINZ H., and M.J. KAISER, 2006: The effects of chronic bottom trawling disturbance on biomass, production and size-spectra of invertebrate infaunal communities from different habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 335, 91-103.
- TILLIN H.M., HIDDINK J.G., JENNINGS S. and M.J. KAISER, 2006: Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea basin scale. *Marine Ecology Progress Series*, 318, 31-45.

Address of Lecturer:
 Michel J. Kaiser D.Sc.
 Professor of Marine Ecology School of Ocean Sciences
 Bangor University
 Menai Bridge
 Anglesey
 LL59 5AB

Ökosystemgerechtes Fischereimanagement in marinen Schutzgebieten, das EMPAS – Projekt

CHRISTIAN PUSCH

Zusammenfassung

Das F&E-Vorhaben „Ökosystemverträgliches Fischereimanagement in marinen Schutzgebieten“ (Nov. 2005 bis Ende 2008) wird im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) vom Internationalen Rat für Meeresforschung (ICES) durchgeführt und soll die Datengrundlage schaffen, um Konflikte zwischen den Schutzziele in den marinen Natura-2000-Gebieten und der Fischerei in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee aufzuzeigen und ggf. Lösungsvorschläge erarbeiten. Basierend auf der Dokumentation der feinskaligen räumlichen und zeitlichen Verteilung des Fischereiaufwandes in marinen Natura-2000-Gebieten in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee und der Untersuchung der Auswirkungen von Fischereiaktivitäten auf geschützte Arten und Habitate wurden die wichtigsten Konflikte identifiziert. Das EMPAS Projekt wird sich auf die Auswirkungen der Grundschieppnetzfisherei auf die Lebensraumtypen Sandbänke und Riffe, sowie den Beifang von Schweinswalen und Seevögeln in der passiven Fischerei (inbes. Stellnetze) konzentrieren.

Auf der Grundlage der Konfliktanalyse und in Kooperation mit den relevanten Nutzergruppen sollen Vorschläge für das Management der marinen Natura-2000-Gebiete entwickelt werden, wie räumliche und zeitliche Regulierungen der Fischereiaktivitäten, oder der Ersatz schädigender Fanggeräte durch alternative ökosystemgerechte Fangmethoden (z.B. Fischfallen) in marinen Natura-2000-Gebieten.

Hintergrund

Die Fischerei ist eine der menschlichen Aktivitäten, die erhebliche Auswirkungen auf marine Arten und Habitate ausübt. Ökosystemare Auswirkungen der Fischerei auf das marine Ökosystem sind die Entnahme von Fischbiomasse von Zielarten, der Beifang von Nicht-Ziel-Arten wie Fischen, Seevögeln und marinen Säugetieren, die Störung und Veränderung von Bodenhabitaten, sowie der Beifang und Rückwurf von benthischen Wirbellosen (JENNINGS and KAISER [1998], JENNINGS et al. [2001], SEWELL and HISCOCK [2005], KAISER et al.[2006], HIDDINK et al. [2006, 2007]).

Summary

The research and development (F&E) Project “Environmentally Sound Fishery Management in Marine Protected Areas” is carried out by the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) on behalf of the Federal Agency for Nature Conservation (BfN). The main target of the project is the collection of data to identify potential conflicts between fishing activities and nature conservation targets in the German Exclusive Economic Zone (EEZ) of the North Sea and Baltic Sea and develop management options in order to solve them. Based on the documentation of the fine-scale spatial and temporal distribution of fishing effort in the marine Natura 2000 sites and the effects of fishing activities on protected habitats and species the main conflicts have been identified. The EMPAS Project will focus on the effects of demersal trawls on the protected habitat types sandbanks and reefs, as well as the by-catch of harbour porpoises and seabirds in static gear (gillnets).

Based on the results of the conflict analysis and participation of relevant stakeholders management options for the Natura 2000 sites should be developed, e.g. spatial and temporal restriction of fishing activities, or replacement of harmful fishing methods by alternative, ecologically sound fishing methods (e.g. fishtraps).

Im Mai 2004 hat Deutschland zehn Natura 2000 Gebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nord- und Ostsee an die EU Kommission gemeldet. Deutschland ist damit das erste EU-Mitgliedsland mit einem umfassenden Netzwerk mariner Natura 2000-Gebiete. Sie umfassen ca. 31 % der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (KRAUSE et al. [2006]). Dabei wurden acht Gebiete gemäß der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie und zwei Gebiete gemäß der Vogelschutzrichtlinie ausgewiesen (Abb 1). Die beiden SPAs (Special Protected Areas) in der AWZ der Nord- und Ostsee wurden im September 2005 als Naturschutzgebiete unter nationalen Schutz gestellt.

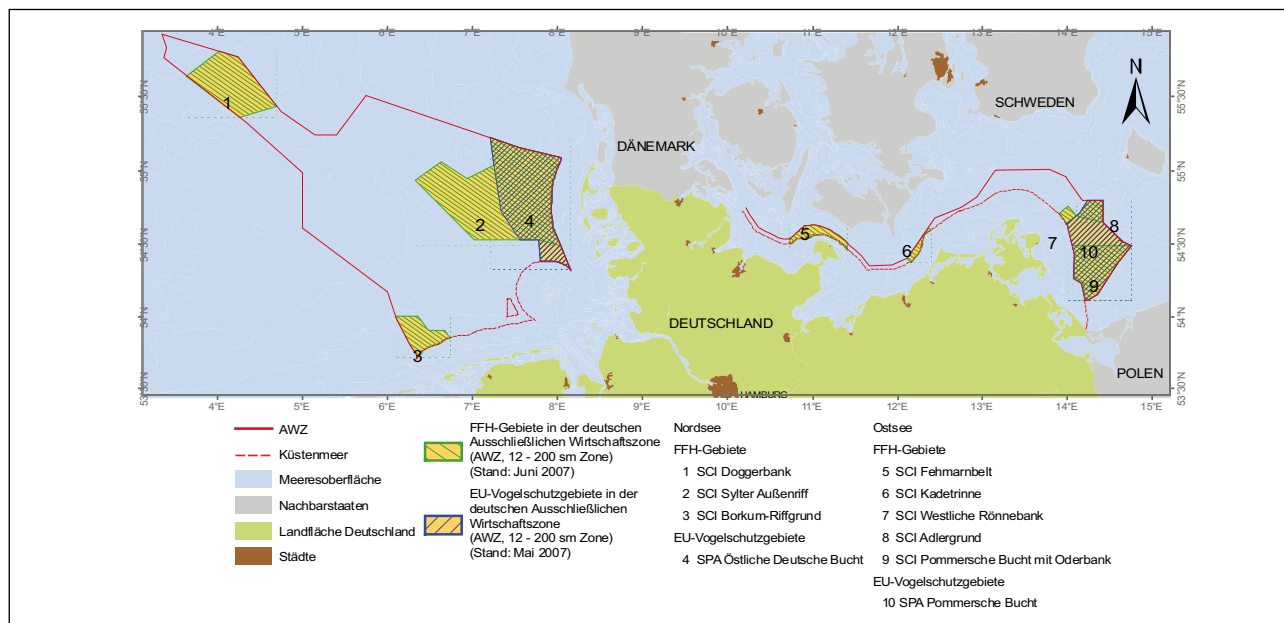


Abb.1: Natura 2000 Gebiete in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee

Das Bundesamt für Naturschutz und das Bundesumweltministerium sind entsprechend § 38 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) für die Auswahl, die Ausweisung und auch Verwaltung der Schutzgebiete zuständig. Gemäß Art. 6 (1) der FFH-Richtlinie sollen für die Gebiete Managementpläne erarbeitet werden, die die Bewahrung bzw. die Wiederherstellung des günstigen Erhaltungszustands der natürlichen Lebensräume und wildlebender Arten von gemeinschaftlichem Interesse gewährleisten.

Gemäß der Biodiversitätsstrategie der Europäischen Kommission sollen alle Mitgliedsstaaten die Meldung von marinen Natura-2000-Gebieten bis 2008 abschließen und ein kohärentes Netzwerk von Natura-2000-Schutzgebieten soll bis 2010 implementiert sein. Alle Mitgliedsstaaten sind verpflichtet, den günstigen Erhaltungszustand der Arten und Habitate, die gemäß der Habitat- und Vogelschutzrichtlinie geschützt sind, zu bewahren und falls nötig wiederherzustellen. Das EMPAS-Projekt hat somit eine Pilotfunktion für andere Mitgliedsstaaten, um das gemeinsame Ziel einer ökosystemgerechten Fischerei in marinen Natura-2000-Gebieten zu erreichen.

Das EMPAS Projekt

Das Forschungs- & Entwicklungsvorhaben „Ökosystemverträgliches Fischereimanagement in marinen Schutzgebieten“ (Laufzeit November 2005 bis Ende

2008) wird im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) vom Internationalen Rat für Meeresforschung (ICES) durchgeführt.

Wesentlicher Bestandteil des Projektes sind drei Workshops in denen unter Beteiligung von Meeresbiologen und Fischereiwissenschaftlern der EU-Anrainerstaaten von Nord- und Ostsee sowie Interessenvertretern der kommerziellen Fischerei, eine Konfliktanalyse zwischen den Naturschutzzielen und den Fischereiaktivitäten in den marinen Natura-2000-Gebieten in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee durchgeführt werden soll.

Der erste internationale Expertenworkshop fand vom 3. bis 5. April 2006 im ICES in Kopenhagen statt, an dem Vertreter des Naturschutzes und der Fischereiforschung aus acht europäischen Ländern sowie niederländische und dänische Vertreter der kommerziellen Fischerei teilnahmen. Im Ergebnis des Workshops wurde u.a. festgestellt, dass die Fischerei in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee im europäischen Kontext stattfindet. In der deutschen AWZ der Nordsee operieren Fischereifahrzeuge aus sechs EU-Mitgliedsstaaten, wobei die höchste Fischereiintensität von niederländischen, dänischen und Fischereifahrzeugen des Vereinigten Königreichs ausgeübt wird (ICES [2006]).

Ein weiteres Ergebnis des ersten Workshops war, dass die bisher verfügbaren Fischereidaten (ICES-Recht-

ecke 30 x 30 sm) für die Konfliktanalyse zwischen Fischereiaktivitäten und Naturschutzziele unzureichend sind. Zu diesem Zweck sind Fischereidaten mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung, wie die Daten des satellitengestützten Überwachungssystems (Vessel Monitoring System, VMS), und Logbuchdaten erforderlich.

Der zweite EMPAS-Workshop fand vom 10. bis 12. April 2007 im ICES ebenfalls in Kopenhagen, statt. Thematische Schwerpunkte waren die Evaluierung und Darstellung der Fischereiaktivitäten der einzelnen Anrainerstaaten in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee, die Beschreibung der Schutzgüter (Arten und Habitate), deren Erhaltungs- und Entwicklungsziele sowie ihre potentielle Gefährdung durch die Fischerei.

Schutzgüter

Die Beschreibung der Schutzgüter und deren Erhaltungs- und Entwicklungsziele in den Natura-2000-Gebieten ist ein wesentlicher Bestandteil des EMPAS-Projektes. Sie bildet die Grundlage für die Erarbeitung von Managementplänen, die die Bewahrung und ggf. die Wiederherstellung des günstigen Erhaltungszustands gewährleisten sollen.

Lebensraumtypen

Von den Lebensraumtypen von gemeinschaftlichem Interesse, deren Schutz die Ausweisung von Natura-2000-Gebieten erfordert (Anhang II der Habitat-Richtlinie), kommen in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee nur Riffe (Natura-2000-Kode 1170) und Sandbänke, die ständig schwach von Meerwasser überspült sind (1110) vor. Beide Lebensraumtypen haben wichtige ökologische Funktionen, indem sie als Rückzugsgebiet für gefährdete und im Rückgang befindlicher Arten, sowie als Fortpflanzungs-, Rast und Nahrungsgebiete dienen (BOEDEKER et al. [2006]). In Abb. 2 ist die räumliche Verteilung von Riffen und Sandbänken in der AWZ der Nord- und Ostsee dargestellt. In der deutschen AWZ der Nordsee wurden drei Natura-2000-Gebiete aufgrund des Vorkommens der beiden FFH-Lebensraumtypen ausgewiesen: Borkum-Riffgrund, Sylter Außenriff und die Doggerbank. Die beiden ersten Gebiete umfassen beide Lebensraumtypen, Sandbänke und Riffe, wohingegen die Doggerbank die größte Sandbank in der Nordsee repräsentiert (Tab. 1). In der Ostsee wurden fünf FFH-Gebiete aufgrund des Vorkommens von Riffen und Sandbänken ausgewiesen: Adlergrund, Fehmarnbelt, Kadetrinne, Pommersche Bucht mit Oderbank und Westliche Rönnebank (Abb 1, Tab. 2).

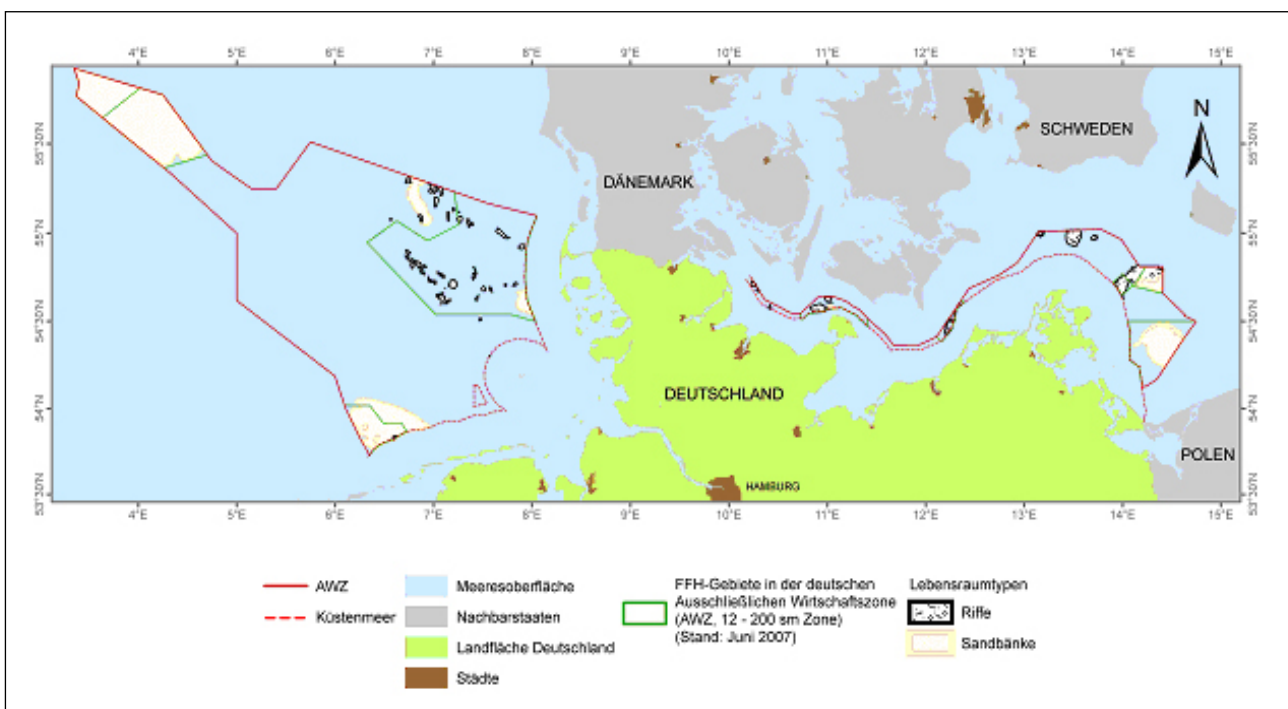


Abb. 2: Vorkommen der FFH-Lebensraumtypen Sandbänke und Riffe in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee

Der günstige Erhaltungszustand der Lebensräume bezieht sich nicht nur auf die physikalische Integrität der Strukturen, sondern auch auf den Erhaltungszustand der charakteristischen Arten, wie benthische Wirbellose und Makrophyten.

Arten

Die gemäß Anhang II der Habitatrichtlinie geschützten Arten umfassen nur einen kleinen Teil der gefährdeten und im Rückgang befindlichen Arten in den europäischen Meeren. So sind beispielsweise nur anadrome Fischarten durch die Habitatrichtlinie geschützt, jedoch keine gefährdeten marinen Fischarten oder marine Invertebraten (KRAUSE et al. [2006]). Tab. 1 und 2 geben einen Überblick über die Arten, die im Anhang II der Habitatrichtlinie aufgeführt sind und in den FFH-Gebieten der deutschen AWZ auftreten.

In der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee sind die drei marinen Säugetierarten Seehunde (*Phoca vitulina vitulina*), Kegelrobben (*Halichoerus grypus*) und Schweinswale (*Phocoena phocoena*) nachgewiesen. Seehunde und Schweinswale sind die häufigsten marinen Säugetiere in den deutschen Küstengewässern und der AWZ der Nordsee. Durch die strengen Kriterien der Habitatrichtlinie wurde nur das FFH-Gebiet Sylter Außenriff als Schutzgebiet für Schweinswale ausgewiesen, das ein wich-

tiges Nahrungs- und Fortpflanzungsgebiet für diese Art darstellt. In der Ostsee wurden Schweinswale in allen fünf FFH-Gebieten nachgewiesen, wobei sich eine klare Abnahme der Dichte von West nach Ost zeigte. Der Schweinswalbestand der zentralen Ostsee ist morphologisch und molekularbiologisch vom Bestand der westlichen Ostsee abgrenzbar (HUGGENBERGER et al. [2000], TIEDEMANN et al. [1996]). Die Schweinswalpopulation der zentralen Ostsee zeigt eine negative Bestandsentwicklung in vergangenen Jahrzehnten und wird auf der Grundlage von Flugzählungen auf ca. 600 Tiere geschätzt (HAMMOND et al. [2002]) und ist daher besonders stark durch die Beifangmortalität in Stellnetzen gefährdet.

Über das Vorkommen der sechs anadromen Fischarten des Anhangs II der Habitat-Richtlinie liegen bisher nur wenige Daten vor (THIEL and BACKHAUSEN [2006]). Die wichtigsten Arten in der deutschen AWZ sind die Finte (*Alosa fallax*) und das Flussneunauge (*Lampetra fluviatilis*). Es konnten bisher jedoch keine Gebiete mit erhöhten Konzentrationen dieser Arten in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee nachgewiesen werden, die für eine Ausweisung von FFH-Gebieten relevant sind. Nach Einschätzung von Experten befindet sich keine der anadromen FFH-Anhang II Fischarten in einem günstigen Erhaltungszustand, so dass die Beifangmortalität minimiert und eine kommerzielle Nutzung unterbleiben sollte (FRICKE [2007]).

Trivialname	Taxon	Borkum Riffgrund	Doggerbank	Sylter Außenriff
Habitattypen, Anhang I der HR 92/43/EEC				
Riff (Code 1110) [ha]		2277	0	15351
Sandbank (Code 1170) [ha]		52104	162370	8716
Marine Säugetiere, Anhang II der HR 92/43/EEC				
Kegelrobbe	<i>Halichoerus grypus</i>	i = P		i = 11-50
Schweinswal	<i>Phocoena phocoena</i>	i = 51-100	i = 501-1000	i = 1001-10000
Seehund	<i>Phoca vitulina</i>	i = 251-500	i = P	i = 1001-10000
Fische, Anhang II der HR 92/43/EEC				
Finte	<i>Alosa fallax</i>	i = P		i = P
Flussneunauge	<i>Lampetra fluviatilis</i>			i = P
Stör	<i>Acipenser sturio</i>			

Tab. 1: Relevante Arten und Lebensraumtypen, die gemäß Habitat Richtlinie (HR) in FFH-Gebieten in der deutschen AWZ der Nordsee geschützt sind. Habitatgröße in [ha]; "i" = geschätzte Populationsgröße; "P" = Vorkommen bestätigt, Populationsgröße jedoch unbekannt

Trivialname	Taxon	Adlergrund	Fehmarn Belt	Kadetrinne	Pommersche Bucht mit Oderbank	Westliche Rönnebank
Habitattypen, Anhang I der HR 92/43/EEC						
Riff (Code 1110) [ha]		11046	5701	2344	0	6531
Sandbank (Code 1170) [ha]		8657	446	0	47992	0
Marine Säugetiere, Anhang II der HR 92/43/EEC						
Kegelrobbe	<i>Halichoerus grypus</i>	i = P				
Schweinswal	<i>Phocoena phocoena</i>	i > 10	i > 100	i > 10	i = 251-500	i = 11-50
Seehund	<i>Phoca vitulina</i>		i = P			
Fische, Anhang II der HR 92/43/EEC						
Finte	<i>Alosa fallax</i>				i = P	
Flussneunauge	<i>Lampetra fluviatilis</i>					
Stör	<i>Acipenser sturio</i>				i = P	

Tab. 2: Relevante Arten und Lebensraumtypen, die gemäß Habitat Richtlinie (HR) in FFH-Gebieten in der deutschen AWZ der Ostsee geschützt sind. Habitatgröße in [ha]; "i" = geschätzte Populationsgröße; "P" = Vorkommen bestätigt, Populationsgröße jedoch unbekannt

Für die Auswahl von Schutzgebieten gemäß der Vogelschutzrichtlinie (Special Protection Areas, SPAs) wurden Konzentrationen von Seevögeln durch Schiffs- und Flugzählungen identifiziert (KRAUSE et al. [2006]). Im Bereich der Nordsee wurde ein großes SPA (Östliche Deutsche Bucht) ausgewiesen, das das wichtigste Überwinterungs-, Rast- und Nahrungsgebiet von Arten des Anhang I der Vogelschutzrichtlinie, insbesondere Sterntaucher (*Gavia stellata*) und Prachtaucher (*Gavia arctica*), darstellt. In der deutschen AWZ der Ostsee wurde das Schutzgebiet Pommersche Bucht ausgewiesen, das ein wichtiges Mauser- und Überwinterungsgebiet für mehr als 500.000 Seevogelarten wie Eisente (*Clangula hyemalis*), Samtente (*Melanitta fusca*), Trauerente (*Melanitta nigra*), Sterntaucher (*Gavia stellata*), Prachtaucher (*Gavia arctica*), Schwarzhalsttaucher (*Podiceps grisigena*), Ohrentaucher (*Podiceps auritus*), Grillteiste (*Cephus grylle*) und andere darstellt.

Fischereiaktivitäten

Einer der wesentlichen Bestandteile des EMPAS-Projektes ist die Analyse der feinskaligen räumlichen und zeitlichen Verteilung der Fischereiintensität in den marinen Natura-2000-Gebieten und ihre Auswirkungen auf Arten und Habitate. Im Projektverlauf

konnten große Fortschritte bei der Dokumentation der Fischereiaktivitäten in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee erzielt werden (ICES [2006, 2007]).

Im Rahmen des EMPAS Projektes wurden die Fischereimethoden in der deutschen AWZ identifiziert, die das höchste Gefährdungspotential für die Schutzgüter in den Natura 2000 Gebieten in der deutschen AWZ darstellen (ICES [2006, 2007]). Basierend auf dieser Analyse wird sich das EMPAS Projekt auf die Auswirkungen der Grundschieppnetzfisherei auf die Lebensraumtypen Sandbänke und Riffe, sowie den Beifang von Schweinswalen und Seevögeln in der passiven Fischerei konzentrieren. Dabei werden auch die Störungseffekte von Fischereifahrzeugen auf Seevögel und die mögliche Konkurrenz um Nahrungsressourcen zwischen der Fischerei und fischfressenden Seevögeln und Schweinswalen berücksichtigt.

Grundschieppnetze

Die Grundschieppnetzfisherei zählt zu den wichtigsten Fangmethoden in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee und wird mit Scherbrettnetzen und Baumkurren durchgeführt. Die Baumkurrenfischerei ist auf die Nordsee beschränkt. In der Ostsee wird die Grundschieppnetzfisherei ausschließlich mit Scherbrettnetzen betrieben (PEDERSEN et al. [submitted]).

Die Scherbrettnetzfischerei konzentriert sich in der Nordsee auf Gebiete nördlich 55° N, wogegen in der Ostsee diese Form der Fischerei großflächig in küstennahen und küstenfernen Gebieten durchgeführt wird. Die Natura-2000-Gebiete in der deutschen AWZ werden in unterschiedlichem Maße durch die Grundschieppnetzfischerei beeinflusst. Beispielsweise im Bereich des FFH-Gebiet Sylter Außenriff findet eine intensive Baumkurrenfischerei mit kleineren Fahrzeugen (≤ 300 PS Maschinenleistung), größeren Fahrzeugen (> 300 PS) und großen Fahrzeugen mit extra schweren Fanggeräten statt.

Die kleinen Baumkurrenfahrzeuge dominieren in den küstennahen Gebieten, in denen große Fahrzeuge ausgeschlossen sind, weil hier eine Schutzzone für juvenile Plattfische (sog. Schollenbox) existiert. Größere Baumkurrenfahrzeuge nutzen intensiv die westlichen Bereiche des Schutzgebietes, wobei die Riffbereiche offensichtlich gemieden werden (Abb. 3). Speziell in diesem Bereich operieren große Baumkurrenfahrzeuge mit extra schweren Fanggeschirren, die in der Lage sind, auch über strukturreichen Grund zu fischen und eine akute Gefährdung für die ökologisch sensiblen Riffbereiche darstellen (Abb. 4).

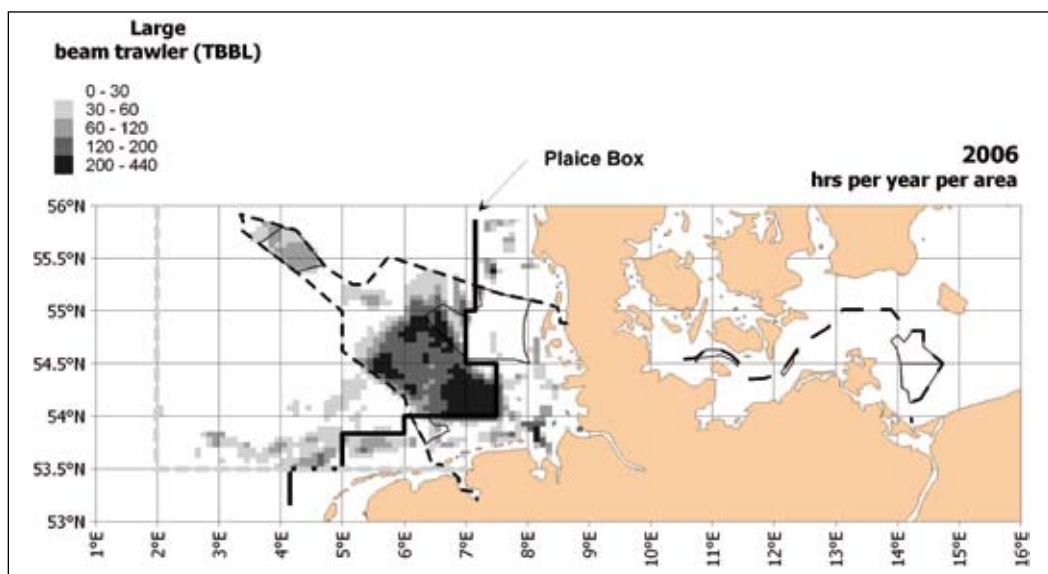


Abb. 3: Verteilung des Fischereiaufwandes (Stunden/ Jahr/ Gebiet) großer Baumkurrenfahrzeuge (> 300 PS) in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee, basierend auf VMS- (Vessel Monitoring System) Daten im Jahr 2006 (nach PEDERSEN et al. [submitted])

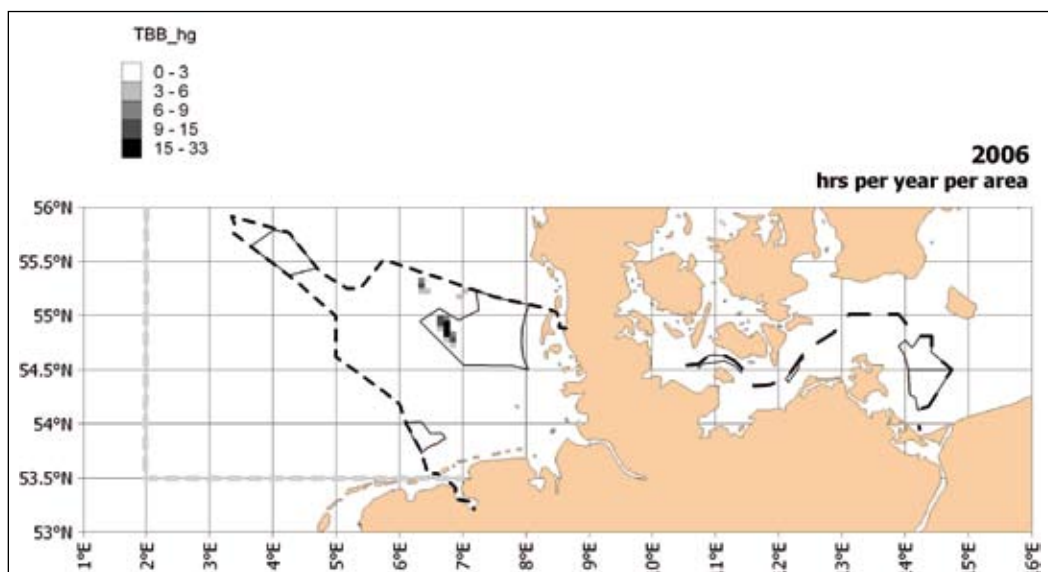


Abb. 4: Verteilung des Fischereiaufwandes (Stunden/ Jahr/ Gebiet) großer Baumkurrenfahrzeuge (> 300 PS) mit extra schweren Fanggeräten in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee, basierend auf VMS- (Vessel Monitoring System) Daten im Jahr 2006 (nach PEDERSEN et al. [submitted])

Scherbrettnetze und Baumkurren haben erhebliche negative Auswirkungen auf den Meeresboden und die assoziierten Benthosorganismen. Die Auswirkungen umfassen die Umlagerung von Sedimenten, das Entfernen von Hartsubstraten und die Schädigung biogener Hartstrukturen und führen generell zu einer Abnahme der Komplexität der Habitatstruktur (KAISER et al. [1998]). Der Meeresgrund wird durch Baumkurrenfischerei nivelliert (TUCK et al. [1998]), Sandripel entfernt und Schill an der Oberfläche exponiert (LINDEBOOM and DE GROOT [1998]), so dass insgesamt die Heterogenität des Lebensraums abnimmt.

Die Fischerei mit Scherbrettnetzen und insbesondere mit Baumkurren führt zu hohen Mortalitätsraten benthischer Invertebraten, die mit der Zielart gefangen und über Bord gegeben werden (Discard) und von Individuen, die sich in der Schleppspur befinden und nicht vom Netz erfasst, aber vom Fanggerät lethal geschädigt werden (PHILIPPART [1998]). Die Auswirkung von Grundschleppnetzen auf Benthosarten erhöht sich mit zunehmender Größe und Fragilität der Organismen, sowie mit abnehmender Mobilität der Arten. Die selektive Mortalität durch Grundschleppnetze hat in zahlreichen Gebieten der Nordsee die Artenzusammensetzung der Benthosgemeinschaft von großen, langsam wachsenden Arten hin zu kleinen, schnell wachsenden Arten mit hohen Reproduktionsraten verschoben (JENNINGS et al. [2001], DUPLISEA et al., [2002]).

Die Auswirkungen der Grundschleppnetzfischerei auf die Lebensraumtypen Sandbänke und Riffe in den marinen Natura-2000-Gebieten der Nordsee werden im Rahmen eines weiteren BfN-Forschungsvorhabens durch Wissenschaftler des Alfred-Wegener Instituts untersucht.

Stellnetze

In der Ostsee findet eine intensive Fischerei mit Grundstellnetzen zum Fang von Heringen, Dorschen und Plattfischen statt, wogegen in der Nordsee nur geringe Stellnetzaktivitäten zu verzeichnen sind. Die Analyse der Satelliten gestützten VMS Daten zeigt Schwerpunkte der Fischereiaktivität im Bereich Kriegersflak und im nördlichen Bereich der Pommerschen Bucht (Abb. 5). Ein Großteil des Fischereiaufwandes in der Stellnetzfisherei in der deutschen AWZ und in den Küstengewässern wird von kleinen (< 15 m), nicht VMS pflichtigen Fahrzeugen betrieben. Das führt dazu, dass die Intensität der Stellnetzfisherei durch die alleinige Analyse von VMS-Daten unterschätzt wird. Für die Konfliktanalyse zwischen der Stellnetzfisherei und der Verteilung von Seevögeln und Schweinswalen ist daher die Auswertung weiterer Datenquellen, wie Logbücher und Flugbeobachtungen erforderlich.

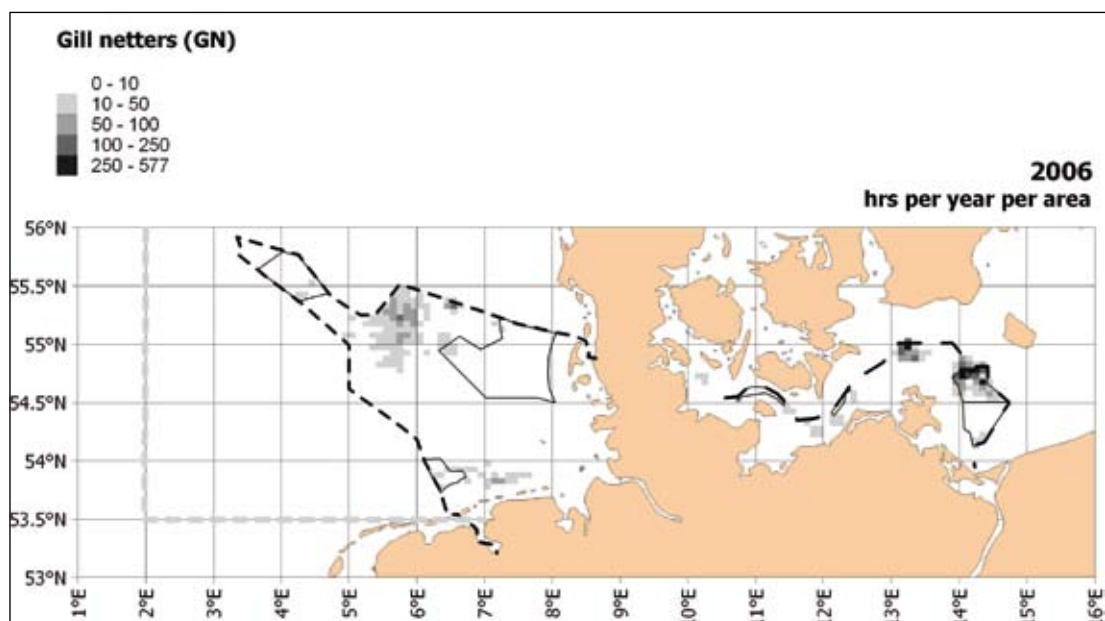


Abb. 5: Verteilung der Fischereiintensität (Stunden/ Jahr/ Gebiet) von Stellnetzfahrzeugen in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee, basierend auf VMS-(Vessel Monitoring System) Daten im Jahr 2006 (nach PEDERSEN et al. [submitted])

Grundstellnetze sind verantwortlich für hohe Beifangmortalität von Seevögeln in den deutschen Küstengewässern der Ostsee (KIRCHHOF [1982], SCHIRMEISTER [2003]). Die höchsten Beifangraten treten in Gebieten auf, in denen sich die Nahrungshabitate der Seevögel und die Fanggebiete der Stellnetzfisherei

überlagern (Abb. 6). Obwohl bisher keine detaillierten Daten zur Beifangmortalität von Seevögeln in der deutschen AWZ vorliegen, lässt die hohe räumliche Überschneidung von rastenden und überwinternden Seevögeln mit den Fanggebieten der Stellnetzfisherei eine hohe Beifangrate in diesen Gebieten erwarten.

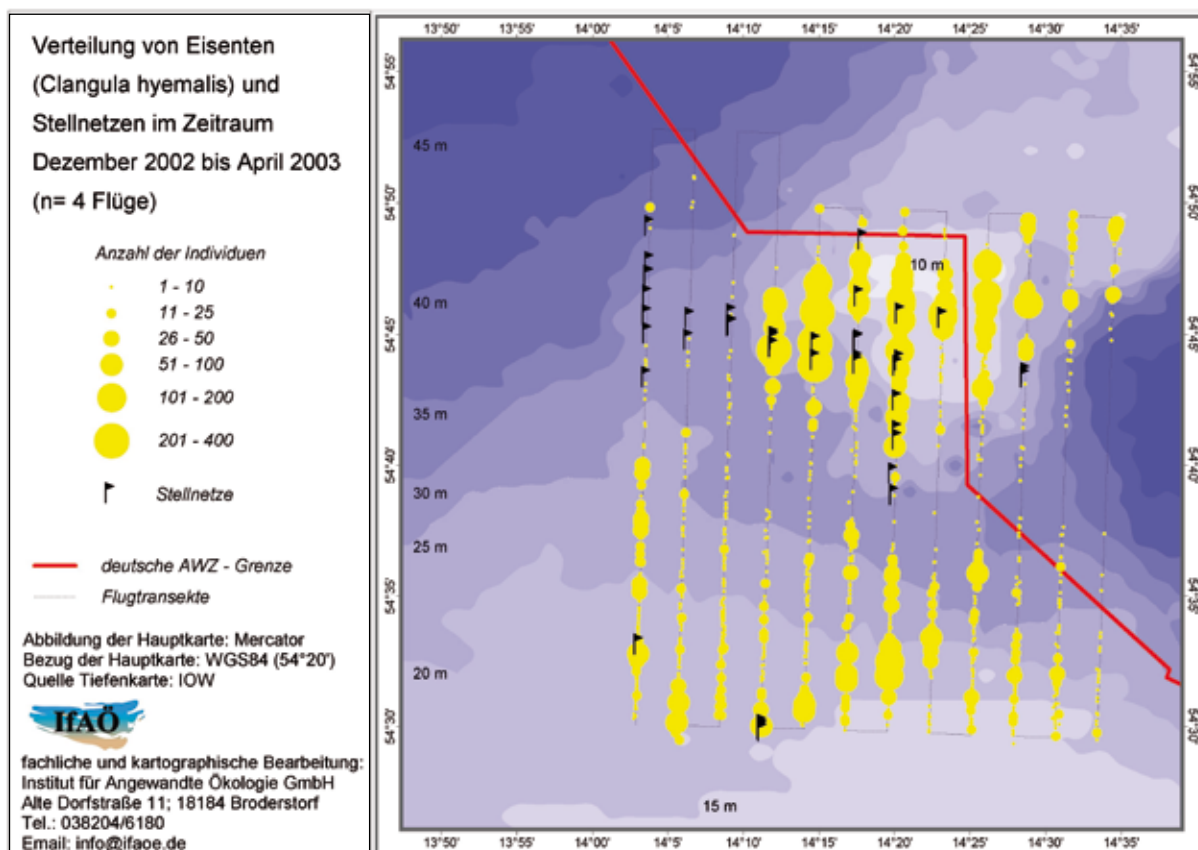


Abb. 6: Räumliche Verteilung von Eisenten und passiven Fanggeräten im Bereich des FFH-Gebiet Adlergrund

Schätzungen von Ornithologen gehen davon aus, dass jedes Jahr in der Pommerschen Bucht mehr als 10.000 Seevögel in Stellnetzen ertrinken (BELLEBAUM IfaÖ [mündl. Mitteilung]). Zu den häufigsten Opfern in Stellnetzen zählen fischfressende Vogelarten wie Taucher, Säger und Lummen, sowie Meerestenten, die sich von bodenlebenden Wirbellosen ernähren (ERDMANN [2006]). Die am stärksten betroffenen Arten in der Pommerschen Bucht sind Eisenten, Trauerenten und Sterntaucher (SCHIRMEISTER [2003]). Das BfN hat im Herbst 2007 ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit dem Institut für angewandte Ökologie (IfaÖ) initiiert, um durch entsprechende Monitoring-Programme die Datengrundlage über die Beifangmortalität von rastenden und überwinternden Seevögeln in der deutschen AWZ der Ostsee wesentlich zu verbessern.

Grundstellnetze sind weiterhin verantwortlich für den Beifang von Schweinswalen, die sich in den Netzen verfangen und ertrinken. Die Beifänge allein durch die deutschen Stellnetzfisher wurden von RUBSCH und KOCK [2004] auf 57 Individuen in der westlichen Ostsee und 25 Individuen in der zentralen Ostsee geschätzt. Wissenschaftler gehen davon aus, dass marine Säugetierpopulationen eine anthropogen verursachte Mortalität von 1 bis 2 % tolerieren können. ASCOBANS (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Sea) hat einen Referenzwert für die maximal tolerierbare Mortalität durch anthropogene Aktivitäten von 1,7 % vorgeschlagen. Dieser Referenzwert bezieht sich nur auf Populationen, die sich nahe ihrer carrying capacity befinden. Da sich der Schweinswalbestand in der zentralen Ostsee weit entfernt von seiner carrying

capacity befindet, ist der tolerierbare Verlust durch die Fischerei nahe 0. Die momentane Beifangmortalität durch die Stellnetzfischerei stellt somit eine akute Gefährdung für die Schweinswalpopulation der zentralen Ostsee dar.

Ausblick und Managementempfehlungen

Im Rahmen des abschließenden EMPAS Workshops im Juni 2008 sollen auf der Grundlage der räumlich und zeitlich konkretisierten Konfliktanalyse Managementempfehlungen für die marinen Natura-2000-Gebiete in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee erarbeitet werden. In marinen Natura-2000-Gebieten, in denen Fischereiaktivitäten stattfinden, die negative Auswirkungen auf Arten und Habitate haben und den günstigen Erhaltungszustand der Schutzgüter gefährden, wird es erforderlich sein, Managementmaßnahmen einzuführen, die eine Harmonisierung der Schutzziele und Fischereiaktivitäten gewährleisten. Mögliche Managementoptionen sind z.B.

- Räumliche und zeitliche Regulierungen der Fischerei (Zonierungskonzepte in Natura-2000-Gebieten)
- Modifikation von Fanggeräten zur Minimierung der ökologischen Auswirkung (z.B. Bariumsulfat markierte Stellnetze zur Minimierung von Schweinswalbeifängen)
- Einführung alternativer, ökosystemgerechter Fangmethoden (z.B. Langleinen, Fischfallen).

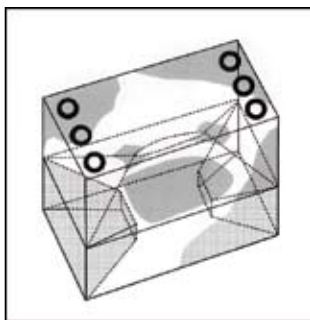


Abb. 7: Fischfalle zum Dorschfang (Skizze), die im Rahmen eines BfN-Pilotprojektes in der kommerziellen Fischerei eingesetzt wird

Das BfN hat zwei Forschungsprojekte in der Nord- und Ostsee initiiert, um ökosystemgerechte Fangmethoden zu identifizieren. In der Ostsee (Pommersche Bucht) wurde ein Pilotprojekt auf den Weg gebracht, in dem in Kooperation mit kommerziellen Fischereibetrieben Fischfallen (s. Abb. 7) als Alternative

zu den beifangintensiven Stellnetzen im Hinblick auf ökosystemare Auswirkungen, Selektivität und Fangeffizienz untersucht werden. Erste Ergebnisse sind vielversprechend und zeigen, dass beim Einsatz von Fischfallen kein Beifang von Seevögeln und marinen Säugetieren auftritt und negative Effekte auf den Meeresboden vermieden werden.

Die Ergebnisse der bisherigen EMPAS-Workshops (WKFMPA) und die Zwischenberichte für die Jahre 2006 und 2007 sind im Internet unter <http://www.ices.dk/iceswork/workinggroups.asp> veröffentlicht.

Literatur

- BOEDEKER, D., KRAUSE, C. und H. VON NORDHEIM, 2006: Interpretation, identification and ecological assessment of the Natura 2000 habitats „sandbank“ and „reef“ In: von Nordheim, H., Boedeker, D., and Krause, J. C. (Eds). Progress in Marine Conservation in Europe. Chapter 4. Springer Verlag: 47–64.
- ERDMANN, F., 2006: Bycatch of seabirds and waterfowl in set nets of Baltic Sea coastal fisheries. Meeresumwelt Symposium 2006, 100 -113.
- HAMMOND, P.S., BERGGREN, P., BENKE, H., BORCHERS, D. L., and A. COLLET et al., 2002: Abundance of Harbour Porpoise and Other Cetaceans in the North Sea and Adjacent Waters. *Journal of Applied Ecology*, 39, 361-376.
- HIDDINK, J.G., JENNINGS, S., KAISER, M.J., QUELROS, A.M., and D.E. DUPLISEA et al., 2006: Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63, 721-736.
- HIDDINK, J.G., JENNINGS, S. AND M.J. KAISER, 2007: Assessing and predicting the relative ecological impacts of disturbance on habitats with different sensitivities. *Journal of Applied Ecology*, 44, 405-413.
- HUGGENBERGER, S., BENKE, H. and C.C. KINZE, 2000: Geographical variations of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena* L.) populations in the North and Baltic Seas using morphometric comparisons. *European Research on Cetaceans*, 13, 262 - 266.

- DUPLISEA, D. E., JENNINGS, S., WARR, K. J. and T.A. DINMORE, 2002: A size-based model of the impacts of bottom trawling on benthic community structure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 59, 1785-1795.
- FRICKE, R., 2007: Impact of fishing activities on FFH-Annex II fish species. In: Ecologically sound fisheries and fishing gear. Workshop Report. BfN Skripten. In press.
- ICES, 2007: Report of the Workshop on Fisheries Management in Marine Protected Areas (WKFMMMPA), 10–12 April 2007. ICES CM 2007/MHC:06. 61 pp + 2 annexes.
- ICES, 2006: Report of the Workshop on Fisheries Management in Marine Protected Areas (WKFMMMPA), 3–5 April 2006. ICES CM 2006/MHC:10. 98 pp.
- JENNINGS, S. and M. J. KAISER, 1998: The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 34, 201–352.
- JENNINGS, S., PINNEGAR, J. K., POLUNIN, N. V. C., and K.J. WARR, 2001: Impacts of trawling disturbance on the trophic structure of benthic invertebrate communities. *Marine Ecology Progress Series*, 213, 127-142.
- KAISER, M.J., D.B. EDWARDS, P.J. ARMSTRONG, K. RADFORD and N.E.L. LOUGH et al., 1998: Changes in megafaunal benthic communities in different habitats after trawling disturbance. *ICES J. Mar. Sci.*, 55, 353-361.
- KAISER, M.J., CLARKE, K.R., HINZ, H., AUSTEN, M.C.V., and P.J. SOMERFIELD et al., 2006: Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Marine Ecology Progress Series*, 311, 1–14, 2006.
- KIRCHHOF, K., 1982: Wasservogelverluste durch die Fischerei an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. *Vogelwelt*, 103, 81-89.
- KRAUSE, J. C., BOEDEKER, D., BACKHAUSEN, I., HEINICKE, K., and A. GROSS et al., 2006: Rationale behind site selection for the NATURA 2000 network in the German EEZ. In: von Nordheim, H., Boedeker, D., and Krause, J. C. (Eds). *Progress in Marine Conservation in Europe*. Chapter 4. Springer Verlag: 65–95.
- LINDEBOOM, H. J. and S. J. DE GROOT, 1998: The effects of different types of fisheries on the North sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-Rapport 1998-1, 404 S.
- PEDERSEN, S.A., FOCK, H., KRAUSE, J.C., PUSCH, C., and A. SELL et al.: Natura 2000 sites and Fisheries in German Offshore Waters. *ICES Journal of Marine Science*. submitted.
- PHILIPPART, C. J. M., 1998: Long-term impact of bottom fisheries on several by-catch species of demersal fish and benthic invertebrates in the south-eastern North Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 55, 342-352.
- RUBSCH, S. and K.-H. KOCK, 2004: German part-time fishermen in the Baltic Sea and their by-catch of harbour porpoise. ASCOBANS. 11th Advisory Committee Meeting Document AC11/Doc. 10(P), Jastrzebia Góra, Poland, 14 pp.
- SCHIRMEISTER, B. 2003: Verluste von Wasservögeln in Stellnetzen der Küstenfischerei. *Meer und Museum*, 17, 160-166.
- SEWELL, J. and K. HISCOCK, 2005: Effects of fishing within UK European Marine Sites: guidance for nature conservation agencies. Report to the Countryside Council for Wales, English Nature and Scottish Natural Heritage from the Marine Biological Association. Plymouth: Marine Biological Association. CCW Contract FC 73-03-214A. 195 pp.
- THIEL, R. and I. BACKHAUSEN, 2006: Survey of Natura 2000 fish species in the German North and Baltic Sea. In: von Nordheim, H., Boedeker, D., and Krause, J. C. (Eds). *Progress in Marine Conservation in Europe*. Chapter 4. Springer Verlag, 157–178.
- TIEDEMANN R., HARDER J., GMEINER C., and E. HAASE, 1996: Mitochondrial DNA sequence patterns of Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from the North and the Baltic Sea. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 61, 104-111.
- TUCK, I.D., HALL, S.J., ROBERTSON, M.R., ARMSTRONG, E., and D.J. BASFORD, 1998: Effects of physical trawled disturbance in a previously unfished sheltered Scottish sea loch. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 162, 227-242.

Anschrift des Verfassers:

*Dr. Christian Pusch
Bundesamt für Naturschutz
Insel Vilm
18581 Putbus Insel Rügen*

Schifffahrt und Umwelt

Aktuelle Entwicklungen bei der Umsetzung des Ballastwasserübereinkommens

ROLF VON OSTROWSKI

Dieser Vortrag berichtet von den aktuellen Entwicklungen bei der Umsetzung des Ballastwasserübereinkommens und knüpft damit an die Informationen aus dem letzten Jahr an. Es ist seitdem auch einiges passiert: u.a. ein vermehrtes Auftreten der Rippenqualle in der Ostsee im letzten Jahr - einem sehr ungebetenen Gast an dieser Stelle. Ich werde zunächst eine Rückblende auf die Problematik vornehmen, die Zielsetzung des Übereinkommens noch einmal in Erinnerung rufen und mich dann zu den aktuellen Entwicklungen bei der IMO und den regionalen Übereinkommen wie HELCOM und OSPAR äußern. Ich werde dann über die derzeit beim BSH laufenden Zulassungsverfahren für Ballastwasserbehandlungsanlagen berichten.

Im Februar 2004 wurde bei der IMO im Rahmen einer diplomatischen Konferenz das sogenannte internationale Übereinkommen von 2004 zur Überwachung und Behandlung von Ballastwasser und Sedimenten verabschiedet. Ziel dieses Übereinkommens ist die Minimierung der Gefahren einer Einschleppung fremder Arten durch das Ballastwasser von Schiffen. Dies kann im Wesentlichen durch zwei Maßnahmen erreicht werden: Zum einen durch den Ballastwasseraustausch und zum anderen durch die Ballastwasserbehandlung. Beim Ballastwasseraustausch sollen mindestens 95 % des Ballastwassers getauscht werden, was im Regelfall durch dreimaliges Durchpumpen der Tanks gewährleistet werden kann. Ballastwasserbehandlung an Bord von Schiffen soll schrittweise, je nach Ballastwasserkapazität und Baujahr der Schiffe, ab 2009 bis 2016 eingeführt werden. Zuständig für die Umsetzung des Ballastwasserübereinkommens in Deutschland und damit auch für die Genehmigung von Ballastwasserbehandlungsanlagen ist das BSH. Begleitend zum Übereinkommen werden 14 sogenannte „Guidelines“ erarbeitet, die eine einheitliche Umsetzung dieses Übereinkommens gewährleisten sollen und bereits überwiegend fertiggestellt sind. Der Standard, der durch die Behandlung von Ballastwasser erreicht werden soll,

findet sich in der Regel D-2 des Übereinkommens. Das Ballastwasser muss nach der Behandlung beim Ablassen je m³ weniger als 10 lebensfähige Organismen einer Größe von mehr als 50 µm und auch weniger als 10 lebensfähige Organismen in einem Bereich von 10 bis 50 µm Größe enthalten. Ferner gibt es in Regel D-2 Anforderungen an die mikrobiologischen Qualitätsstandards des Ballastwassers. Es ist eine große Herausforderung, diese Standards im laufenden Schiffsbetrieb einzuhalten. Es geht dabei schließlich um große Mengen von Ballastwasser und damit auch um die Sicherheit und Stabilität des Schiffes.

Um diesen Standard einhalten zu können, und hiermit kommen wir dann jetzt zu den aktuellen Entwicklungen bei der IMO, ist natürlich geeignete und sehr leistungsfähige Technologie erforderlich. Im Übereinkommen ist eine weltweite Erhebung und Überprüfung vorgesehen, um rechtzeitig vor Inkrafttreten des Übereinkommens Aussagen treffen zu können, ob überhaupt die geeignete Technologie vorhanden ist, die für die Umsetzung der Anforderungen des Übereinkommens erforderlich ist. Dies erfolgt, indem die Mitgliedstaaten die IMO über die jeweils bei ihnen vorhandene Technologie und den Stand der Entwicklung informieren. Dieser sogenannte Review (Regel D-5) hat bereits zweimal stattgefunden, bei der 53. und 55. Sitzung des MEPC und er wird auch bei der 56. Sitzung wieder stattfinden. Insgesamt sind in diesem Zusammenhang 19 jetzt bekannte Systeme vorgestellt worden, die aussichtsreich scheinen, die Anforderungen der Ballastwasserbehandlung zu erfüllen. Vier Systeme davon stammen aus Deutschland. Die Systeme arbeiten fast alle mit sogenannten aktiven Substanzen. Der Begriff „Aktive Substanzen“ erklärt sich schon fast von allein. Dabei handelt es sich um solche Substanzen, die entweder dem Ballastwasser zugesetzt werden, um die Organismen unschädlich zu machen, oder aber um solche, die im Ballastwasser gebildet werden, z.B. Radikale, die sich bei der UV-Bestrahlung bilden. Die ca. 19 Systeme

könnten geeignet sein, die Kriterien des Ballastwasserübereinkommens zu erfüllen. Es ist in diesem Zusammenhang festzustellen, dass es derzeit noch keine genehmigten und einbaufertigen Systeme gibt. Geeignete Technologie ist vorhanden, eine endgültige Genehmigung ist aber noch nicht erteilt worden. Die IMO geht aber anhand der durchgeführten Erhebungen davon aus, dass bis zum 01.01.2009 zugelassene Anlagen vorhanden sein werden. Ca. 500 Schiffe wären in einer ersten Tranche ab 2009 ausrüstungspflichtig. Die Zulassungsverfahren für Anlagen, die aktive Substanzen verwenden, werden zumindest teilweise, soweit eine aktive Substanz verwendet wird, bei der IMO durchgeführt. Die Fragen der Umweltverträglichkeit, Arbeitssicherheit und Schiffssicherheit, werden dort von einer Expertengruppe untersucht. Diese Expertengruppe hat derzeit aber nur eine Kapazität von ca. 2 Sitzungen im Jahr; und dabei können jeweils nur etwa drei Systeme begutachtet werden, d.h., dort kann sich ein Engpass bilden, wenn die Anlagen zeitnah für den Markt verfügbar sein müssen. Diese Arbeitsgruppe verfasst nach Prüfung der Systeme eine Empfehlung an das MEPC, aufgrund derer dann eine Entscheidung der IMO hinsichtlich des oben beschriebenen Begutachtungsgegenstands erfolgt. Das ist ein gestuftes Verfahren, bei dem zunächst erst einmal eine erste Teilgenehmigung, ein sogenanntes „Basic Approval“ erteilt wird, das den Hersteller in die Lage versetzt, mit seinem System zu proben und zu testen, nachdem eine grundsätzliche Umweltverträglichkeit festgestellt wurde und dann später das sogenannte Final Approval, das dann also die abschließende Entscheidung der IMO darstellt. Bisher wurden vier erste Teilgenehmigungen, also Basic Approvals, für Systeme in Kombination mit aktiven Substanzen erteilt und ein Final Approval könnte eventuell auch schon in diesem Jahr erteilt werden, wenn die Bewertung entsprechend ausfällt.

Gleichzeitig werden bei der IMO noch die bereits angesprochenen Guidelines, die der einheitlichen Umsetzung des Übereinkommens dienen sollen, weiterentwickelt und stehen kurz vor der Fertigstellung.

In Deutschland sind derzeit zwei Verfahren für die weltweit gültige Zulassung einer Ballastwasserbehandlungsanlage anhängig, und zwar im Hinblick auf ein sogenanntes Type Approval, die für jede Anlage notwendige abschließende Genehmigung. Neben der Zulassung der IMO hinsichtlich der Umweltverträglichkeit, Arbeitssicherheit und Schiffssicherheit bei Einsatz von aktiven Substanzen müssen nämlich auch die nationalen Verwaltungen die Anlagen untersuchen, insbesondere im Hinblick auf biologische

Wirksamkeit der Anlage. Schafft sie wirklich den D-2-Standard und verfügt sie über die nötige technische Leistungsfähigkeit? Was hat sich da bisher getan? Zwei Anträge liegen vor. Zunächst einmal musste eine ganz grundsätzliche Einschätzung der Eignung des Systems erfolgen. Die Antragsteller sind in der Phase, dass sie ihre Tests, insbesondere landgestützte Tests im Hinblick auf die biologische Wirksamkeit durchführen können, um zu beweisen, dass die Anlagen die geforderten Standards einhalten. Dazu mussten natürlich auch erst einmal sogenannte Testprotokolle entwickelt werden. Ein Hersteller ist in Zusammenarbeit mit dem niederländischen NIOZ-Institut tätig. Der andere Hersteller hat eine Testanlage in Bremerhaven aufgebaut. Es handelt sich insgesamt eine völlig neue Materie, weil es solche Untersuchungen in dieser Form bisher noch nie gab. Es waren also zunächst einmal Untersuchungsmethoden zu entwickeln. Dies erfolgte in Zusammenarbeit mit anderen Behörden, aber auch externen Sachverständigen. Die Untersuchungen sind sehr anspruchsvoll. Das Wasser, das zu Testzwecken verwendet wird, muss teilweise unterschiedliche Salzgehalte und auch eine Mindestanzahl von Organismen aufweisen. Man kann also nicht einfach mit Leitungswasser testen, vielmehr müssen die Tests den Vorgaben der relevanten Guidelines entsprechen. Diese bieten aber nur einen groben Rahmen und bedürften einer Konkretisierung. Alle Verfahren müssen qualitätsgesichert sein, denn die Ergebnisse müssen auch später reproduzierbar sein. Bisher sind die Tests, speziell die in Holland durchgeführten, sehr gut ausgefallen. Es scheint also, als würden die Anlagen die Kriterien erfüllen. Mit diesen Zulassungsverfahren leistet Deutschland einen ganz wesentlichen Beitrag dazu, dass die Voraussetzungen für die Umsetzung des Übereinkommens erfüllt werden. Denn wie ja schon eingangs gesagt: Ohne geeignete Technologien und geprüfte und zugelassene und an Bord einbaufähige Technologie kann das Übereinkommen nicht umgesetzt werden. Am Verfahren beteiligt sind: Das BSH als zuständige Behörde für die Erteilung der Genehmigungen, die Klassifikationsgesellschaften hinsichtlich der technischen Aspekte, das Bundesinstitut für Risikobewertung und das Bundesumweltamt für die Bereiche der Chemie und der Toxikologie, die See-Berufsgenossenschaft für die Arbeitssicherheit sowie externe Biologen, die die Wirksamkeit der Anlagen beurteilen müssen.

Auch im Rahmen der regionalen Übereinkommen, z.B. bei HELCOM, wird an der Umsetzung des Übereinkommens gearbeitet. HELCOM hat einen sogenannten „Baltic Sea Aktionsplan“ in Vorbereitung und ein Aspekt dieses Aktionsplans ist auch eine

sogenannte „Road Map“ zur Implementierung des Ballastwasserübereinkommens in der Ostsee. Die Ostsee hat besondere Schwierigkeiten beim Ballastwasseraustausch. Denn sie ist vergleichsweise flach und nicht so groß, so dass die Kriterien für einen wirksamen Ballastwasseraustausch kaum einzuhalten sind. Umso wichtiger ist dort die baldige Verfügbarkeit der Anlagen.

Im Bereich von OSPAR gibt es ebenfalls zahlreiche Aktivitäten. Dort soll bereits in diesem Jahr ein freiwilliger Ballastwasseraustausch bei Eintritt in das OSPAR-Gebiet stattfinden. Gleichzeitig bemüht man sich dort um eine vertiefte Risikoerfassung und -einschätzung.

Anschrift des Vortragenden:

*Rolf von Ostrowski
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Straße 78
20359 Hamburg*

Neue Regeln für Chemikaliertanker: Besserer Umweltschutz unter MARPOL?

New regulations for chemical tankers: Better environmental protection under MARPOL?

THOMAS HÖFER

Zusammenfassung

Nach einer zehnjährigen Entwicklung trat im Januar 2007 eine grundlegend überarbeitete Anlage II¹⁾ des MARPOL-Übereinkommens²⁾ in Kraft.

Der Transport vieler flüssiger Massengüter, die keine Mineralöle sind, erfolgt nun unter deutlich verschärften Anforderungen des revidierten Chemikaliertankercode (IBC Code). Durch deutlich verschärfte Vorschriften wurde sowohl der Meeresumweltschutz als auch der Gesundheitsschutz an Bord erheblich verbessert.

Zuständigkeiten

IMO

Zuständig für die Bereitstellung globaler Vorschriften zum Seetransport ist die Internationale Seeschiff-fahrtsorganisation³⁾ mit dem Sitz in London. Die Entwicklung technischer Perspektiven und die Detailgestaltung von Anforderungen zum Transport flüssiger Massengüter erfolgt dort in einer Arbeitsgruppe, die aus rund 30 Vertretern der Mitgliedsstaaten und internationalen Interessenverbänden besteht, die an diesem Bereich des Seetransports beteiligt sind. Hierzu gehören insbesondere wichtige Heimatländer der Schiffseigner (wie Norwegen), der wichtigsten Hafenstaaten (wie der Niederlande und der USA) und der wichtigsten Herstellerländer (wie Deutschland und Malaysia). Zusammen mit den Verbänden

Summary

After a ten-year development, a completely revised Annex II¹⁾ to the MARPOL Convention²⁾ entered into force.

Transports of many bulk liquids other than mineral oils are now subject to the much stricter requirements of the revised International Bulk Chemical Code (IBC code). The severer requirements protect both the marine environment and human health on board ships.

der Reeder (wie IPTA⁴⁾) vertreten diese Personen Positionen, die ihnen politisch oder aufgrund ihrer Interessen vorgegeben sind. Entwürfe dieser Arbeitsgruppe werden im zuständigen Unterausschuss⁵⁾ mit größerer Beteiligung von rund 100 Delegationen erörtert; neue Aufträge und Leitlinien werden von dort an die Arbeitsgruppe ausgegeben.

Die Vorschriften für flüssige Massengüter sind Teil des MARPOL-Übereinkommens und werden in der Anlage II dieses Übereinkommens formuliert, soweit der Schutz der Meeresumwelt betroffen ist. Zur praktischen Umsetzung existiert ein Internationaler Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung gefährlicher Chemikalien als Massengut, der sogenannte Chemikaliertankercode. In diesem Code verbinden sich Umweltschutz- und Sicherheitsvorschriften.

¹⁾ Regeln zur Überwachung der Verschmutzung durch als Massengut beförderte schädliche flüssige Stoffe; Anlage II MARPOL

²⁾ Internationales Übereinkommen von 1973 zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe; MARPOL

³⁾ International Maritime Organization; IMO

⁴⁾ International Parcel Tanker Association; IPTA

⁵⁾ Unterausschuss für flüssige Massengüter und Gase, IMO SC BLG

GESAMP

Zur unabhängigen wissenschaftlichen Bewertung der Gefahren flüssiger Massengüter ist eine GESAMP-Arbeitsgruppe tätig. GESAMP steht für „IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection“, eine wissenschaftliche Beratergruppe der genannten Sonderorganisationen der Vereinten Nationen. Derzeit führt GESAMP wissenschaftliche Bewertungen für die IMO zu flüssigen Massengütern und Ballastwasserbehandlungstechniken, die Biozide einsetzen, durch. In früherer Zeit wurden auch Chemikalien bewertet, die verpackt befördert werden. Erst kürzlich erschien eine umfangreiche Studie von GESAMP zum Eintrag von Mineralöl in die Meere¹⁾.

GESAMP wurde seitens der Vereinten Nationen 1969 gegründet, um Themen zum Meeresumweltschutz für die erste internationale Umweltkonferenz in Stockholm im Jahr 1972 aufzubereiten. Ein Ergebnis dieser Konferenz war die Einsicht, ein Übereinkommen zum Umweltschutz bei der Seeschifffahrt zu schaffen. Hieraus entstand 1973 das MARPOL-Übereinkommen. Zu diesem Zeitpunkt wurde die GESAMP-Arbeitsgruppe zur Bewertung der Gefahren von Stoffen, die mit Schiffen befördert werden, gegründet²⁾. Sie veröffentlichte 1982 eine grobe Richtlinie zur Bewertung von Gefahren von Chemikalien³⁾. Sieben Jahre später wurde eine Überarbeitung veröffentlicht⁴⁾, die Kriterien für die Einstufung der Gefahren dokumentiert.

Gründe für eine Revision der Vorschriften und Leitlinien

Regulatorische Ebene

Die Anlage II von MARPOL wurde zusammen mit dem Grundtext des Übereinkommens bereits 1973 formuliert, trat aber erst 1987 in Kraft. Sowohl technisch als auch wissenschaftlich waren die Grundlagen der Vorschriften bereits innerhalb weniger Jahre veraltet. Anwendungsprobleme kamen hinzu. Erfahrungen im Vollzug machten klar, dass die Regeln schwer verständlich gestaltet waren. Die Anzahl der Einstufungen von Stoffen, die Zahl der Verschmut-

zungskategorien, erwies sich als zu groß. Ende der neunziger Jahre entstand der Ruf nach einer gestalterischen Überarbeitung sowohl der Anlage II als auch des Chemikaliientankercodes.

Seit Mitte der neunziger Jahre betonte Martin Böckenhauer vom Germanischen Lloyd als Vorsitzender des Unterausschusses für flüssige Massengüter und Gase zusätzlich die seines Erachtens unnötigen Unterschiede zwischen den Vorschriften zum Schiffsentwurf und Schiffbau zwischen Öltankern unter Anlage I und zu Chemikaliientankern unter Anlage II des MARPOL-Übereinkommens. Er forderte eine Harmonisierung. Arbeitsgruppen wurden gegründet, zu Öltankern unter der Leitung Norwegens, zu Chemikaliientankern unter der Leitung der Niederlande.

Meeresverschmutzung

In dieser Zeit wurden an den Küsten der Niederlande, Deutschlands und Kanadas tote verschmierte Seevögel angespült, die nachweislich mit Produkten kontaminiert waren, die aus Tankschiffen stammten: insbesondere Palmöl und Paraffin. Aufnahmen der Luftüberwachung in der Nordsee zeigten, dass legale Einleitungen von Ladungsresten zu aufschwimmenden Lachen und einer Anschwemmung dieser Stoffe an der niederländischen Küste führten.

Der Bundesanzeiger der USA veröffentlichte eine Stellungnahme zu den Gefahren von Pflanzenölen⁵⁾. Es wurde erklärt, dass auch Pflanzenöle und ähnliche Stoffe, die auf der Wasseroberfläche auf schwimmen, sogenannte Floater, unter die Vorschriften fallen würden, die eigentlich für die Gefahren von Mineralölen formuliert worden waren. Hiermit verbunden waren Anforderungen an den Schiffsbau und Rücklagen für Schadensersatzansprüche bei Tankerunfällen.

Die spektakulären Unfälle mit Öltankern hatten zu Vorschriften geführt, die in den kommenden Jahren Doppelhüllen für die meisten Öltanker verlangten. Die wissenschaftlichen und regulatorischen Bewertungen machten deutlich, dass auch Stoffe, die auf dem Wasser aufschwimmen (Floater), aber nicht Mineralöle sind, zukünftig in Doppelhüllentankern befördert werden müssten. Dagegen bestand jedoch erheblicher Widerstand von Seiten derjenigen, die die Interessen der Eigner von Chemikaliientankern vertraten.

¹⁾ Estimates of oil entering the marine environment from sea-based activities. GESAMP Reports & Studies No. 75

²⁾ GESAMP Working Group for the Evaluation of the Hazards of Substances Carried by Ships; GESAMP EHS

³⁾ The evaluation of the hazards of harmful substances carried by ships. GESAMP Reports & Studies No. 17

⁴⁾ The evaluation of the hazards of harmful substances carried by ships: Revision of GESAMP Reports and Studies No. 17. GESAMP Reports and Studies No. 35

⁵⁾ Policy Statement on Vegetable Oils under the Oil Pollution Act

Wirtschaftliche Bedeutung nachwachsender Rohstoffe

Mit zunehmender wirtschaftlicher Bedeutung nachwachsender Rohstoffe wurden zunehmend Tankschiffe für Pflanzenöle, besonders für Palmöl, verlangt. Der Chemikaliientankercode legte für diese Güter jedoch keine besonderen Transportbedingungen fest. Sie konnten in einfachen Schiffen ohne Doppelhülle befördert werden. Es verbreitete sich die Einschätzung, dass hierzu Tankschiffe, die als Öltanker zukünftig nur noch eingeschränkt zulässig wurden, nach leichtem Umbau eingesetzt werden könnten. Als Studien zeigten, dass Pflanzenöle inzwischen 25 bis 30% des gesamten Frachtvolumens der flüssiger Massengüter ausmachten, schwenkten auch die Reeder auf eine Verschärfung der Transportvorschriften ein, da fallende Frachtraten zu befürchten waren, wenn entsprechende Marktverschiebungen aufträten. Damit war der Weg frei für einen zügigen Abschluss der Arbeiten an der Revision der Vorschriften.

Technischer Stand

Um das System der zulässigen Mengen, die ins Meer als Ladungsreste eingeleitet werden, zu vereinfachen, war eine Verringerung der zulässigen Restmengen nach der Entladung notwendig. Eine Anhörung von Herstellern der in Laderäumen verwendeten Pumpen in einer Anhörung bei der IMO ergab, dass eine deutliche Verringerung der Rückstandsmengen technisch möglich geworden war. Für die revidierten Vorschriften wurden daraufhin strengere Anforderungen an die im Tank verbleibenden Volumen formuliert und zudem ein Einsatz dieser effizienten Technik in allen Fällen gefordert.

Wissenschaftliche Kritik

Bewertung und Einstufung der Umweltgefahren basierten auf Kriterien, die 1968 bis 1972 wissenschaftlich aktuell waren. So standen nur akute Wirkungen auf die im Wasser lebenden Organismen im Focus. Die hierzu geäußerte Kritik von Greenpeace wurde sowohl vom Umweltausschuss der IMO als auch von GESAMP anerkannt. Zur Überarbeitung der wissenschaftlichen Grundlage der Bewertung flüssiger Massengüter wurde eine Expertengruppe gegründet an der sowohl Umwelt- und Industrieverbände als auch Experten von IMO und GESAMP teilnahmen.

Zusätzliche Aspekte der Bewertung der Gefahren für Umwelt und Gesundheit konnten in dieser Arbeitsgruppe identifiziert werden. Weder biotischer Abbau noch abiotischer Abbau von Stoffen im Meer war zum Beispiel bisher bei der Bewertung berücksichtigt worden. Entsprechende Testverfahren waren Ende der 1960er Jahre nicht bekannt. Auch die Notwendigkeit der Einbeziehung zusätzlicher Aspekte zur Bewertung der Gesundheitsgefahren wurde erkannt.

Umweltkonferenzen der Vereinten Nationen

Als GESAMP daraufhin ein neues Einstufungssystem zu entwickeln begann, mussten Entwicklungen, die an anderer Stelle international stattfanden, berücksichtigt werden. Die Umweltkonferenz von Rio de Janeiro¹⁾ hatte den Aufbau und die Einführung eines global harmonisierten Systems für die Bewertung von Gefahren und deren Abstufungen gefordert. Die Konferenz von Johannesburg²⁾ bestätigte den Kurs und forderte die Einführung des „Globally Harmonized System of the Classification and Labelling of Chemicals (GHS)“ bis zum Jahre 2008.

Die vom GHS berücksichtigten Aspekte betreffen physikalische Gefahren und Gefahren für Mensch und Umwelt, unter anderem kritische Eigenschaften wie:

- entzündbare Flüssigkeiten
 - Stoffe, die, in Kontakt mit Wasser, entzündbare Gase entwickeln
 - oxidierende Flüssigkeiten
 - Stoffe, die korrosiv gegenüber Metallen wirken
- und
- Giftigkeit
 - Haut- und Augenreizung
 - krebserzeugende Wirkung
 - Gefahren für das Leben im Wasser.

Revidierter Bewertungsleitfaden von GESAMP

Die Arbeiten waren zu Beginn der Revisionsarbeiten bei GESAMP und der IMO inzwischen sehr weit unter Koordination der OECD gediehen und GESAMP kopelte sich in diese Beratungen ein, führte die neuen Kriterien als erste Einrichtung der Vereinten Nationen in eine Richtlinie ein. Damit konnte auch die IMO den

¹⁾ United Nations Conference on Environment and Development, UNCED

²⁾ World Summit on Sustainable Development, WSSD

in Johannesburg gesetzten Zeitrahmen für die neuen Tankervorschriften einhalten. Noch vor der Herausgabe der offiziellen Version des GHS seitens der Vereinten Nationen („Purple Book“) veröffentlichte GESAMP seine überarbeiteten Richtlinien für Bewertung und Einstufung von Chemikalien ¹⁾:

ments erarbeitet wurde ²⁾, das auch bereits in den Bereichen der Nordsee, der Ostsee und des Mittelmeeres auch unter Einbindung der IMO genutzt wurde, wurde Entwicklungsgrundlage der Kriterien von GESAMP für die Erkennung solcher Stoffe (Floating substance; F):

- Dichte \leq Meerwasser (1025 kg/m³ @ 20 °C)
- Dampfdruck \leq 0,3 KPa
- Löslichkeit \leq 0,1 % (for liquids)
 \leq 10 % (for solids)

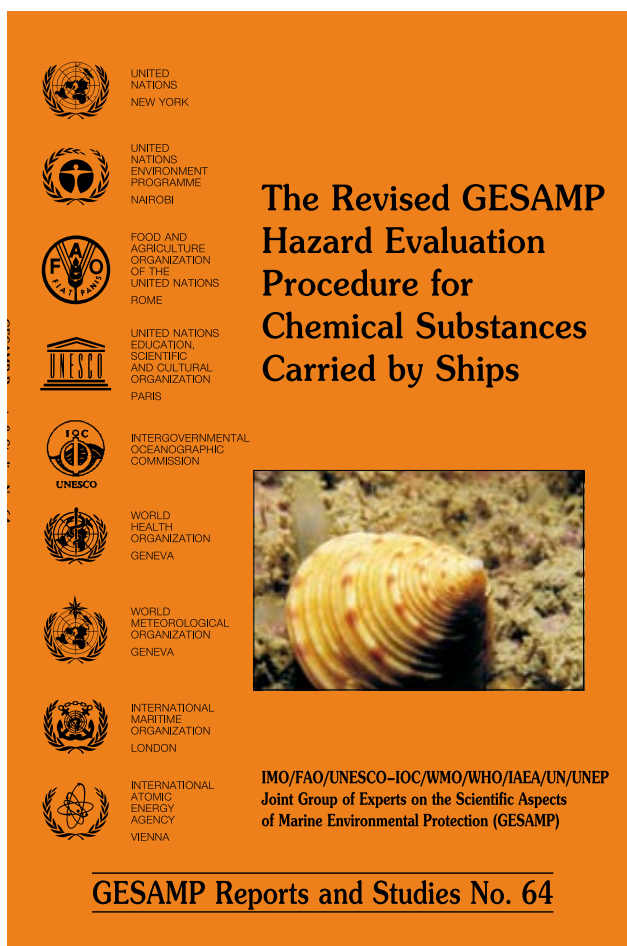
Auch die längerfristige aquatische Toxizität wurde neu in die Bewertung einbezogen, für die im Rahmen des GHS jedoch zu dieser Zeit noch keine Einigung erzielt worden war. Auch besondere Gesundheitsgefahren wurden nun von GESAMP für die Stoffe bewertet und gesondert ausgewiesen. Hierzu gehörten: krebserzeugende, erbgutverändernde und fruchtschädigende Wirkungen, die Erzeugung von Allergien und die Gefahr, beim Verschlucken Lungenschäden zu erzeugen (Aspirationsgefahr).

Aus praktischer Sicht gefordert wurden grobe Empfehlungen, die als erste Richtschnur für Evakuierungsempfehlungen nach Tankerleckagen dienen könnten. Hierzu wurde von GESAMP ein abgestuftes Bewertungssystem entwickelt.

A/B Gefahren für das Leben im Meer
(A 1-2) biologische Anreicherung, biologischer Abbau
(B 1-2) akute aquatische Toxizität, chronische aquatische Toxizität
(siehe Tabelle 1)

C/D Gefahren für die menschliche Gesundheit
(C 1-3) Akute Toxizität oral, dermal, inhalativ
(D 1-3) Reizung und Ätzung an Haut und Augen, besondere Gesundheitsgefahren
(siehe Tabelle 2)

E Wechselwirkungen mit anderen Meeresnutzungen
(E 1-3) Geschmack, Verteilung im Wasser, Gefahren an Küste / Strand
(siehe Tabelle 3)



Zusätzlich zu den im GHS verankerten Aspekten wurden physikalisch-chemische Kriterien festgelegt, anhand derer Floater, Stoffe, die auf dem Wasser aufschwimmen, identifiziert werden konnten. Hierzu stellte GESAMP fest, dass die Tendenz eines Stoffes, einen schlickigen Teppich auf der Wasseroberfläche oder dem Seeboden zu bilden, von physikalisch-chemischen Eigenschaften bestimmt wird. Das Bewertungssystem, das im Rahmen des Bonn-Agree-

¹⁾ The revised GESAMP Hazard Evaluation Procedure for Chemical Substances Carried by Ships. GESAMP Reports and Studies No. 64

²⁾ Standard European Behaviour Classification system for evaluating the short term behaviour of chemicals spilled at sea

Columns A and B Aquatic Environment					
Numerical Rating	A Bioaccumulation and Biodegradation			B Aquatic Toxicity	
	A1 Bioaccumulation		A2 Biodegradation	B1 Acute Toxicity LC/EC/IC ₅₀ (mg/l)	B2 Chronic Toxicity NOEC (mg/l)
	log POW	BCF			
0	< 1 or > ca. 7	not measurable	R: readily biodegradable NR: not readily biodegradable	> 1000	> 1
1	≥ 1 - < 2	≥ 1 - < 10		> 100 - ≤ 1000	> 0.1 - ≤ 1
2	≥ 2 - < 3	≥ 10 - < 100		> 10 - ≤ 100	> 0.01 - ≤ 0.1
3	≥ 3 - < 4	≥ 100 - < 500		> 1 - ≤ 10	> 0.001 - ≤ 0.01
4	≥ 4 - < 5	≥ 500 - < 4000		> 0.1 - ≤ 1	> 0.0001
5	≥ 5	≥ 4000		> 0.01 - ≤ 0,1	
6				< 0.01	

Tab. 1: Einstufungskriterien von GESAMP zu den Gefahren für das Leben im Meer

Columns C and D Human Health (Toxic Effects to Mammals)						
Numerical Rating	C Acute Mammalian Toxicity			D Irritation, Corrosion and Long term health effects		
	C1 Oral Toxicity LD ₅₀ (mg/kg)	C2 Dermal Toxicity LD ₅₀ (mg/kg)	C3 Inhalation Toxicity LD ₅₀ (mg/kg)	D1 Skin irritation and corrosion	D2 Eye irritation and corrosion	D3 Long-term health effects
0	> 2000	> 2000	> 20	not irritating	not irritating	C - Carcinogen M - Mutagenic R - Reprotoxic S - Sensitising A - Aspiration haz T - Target organ systemic toxicity L - Lung injury N - Neurotoxic I - Immunotoxic
1	> 300 - ≤ 2000	> 1000 - ≤ 2000	> 10 - ≤ 20	mildly irritating	mildly irritating	
2	> 50 - ≤ 300	> 200 - ≤ 1000	> 2 - ≤ 10	irritating	irritating	
3	> 5 - ≤ 50	> 5 - ≤ 200	> 0.5 - ≤ 2	severely irritating or corrosive 3A Corr. (≤ 4 hr) 3B Corr. (≤ 1 hr) 3C Corr. (≤ 3 m)	severely irritating	
4	≤ 5	≤ 50	≤ 0.5			

Tab. 2: Einstufungskriterien von GESAMP zu den Gefahren für die menschliche Gesundheit

Column E Interference with other uses of the sea			
E1 Tainting	E2 Physical effects on wild-life and benthic habitats		E3
		Numerical rating	Interference with Coastal Amenities
NT: not tainting (tested) T: tainting test positive	Fp: Persistent Floater F: Floater S: Sinking Substances	0	no interface <i>no warning</i>
		1	slightly objectionable <i>warning, no closure of amenity</i>
		2	moderately objectionable <i>possible closure of amenity</i>
		3	highly objectionable <i>closure of amenity</i>

Tab. 3: Einstufungen von GESAMP für den Bereich Wechselwirkungen mit anderen Meeresnutzungen

Wissenschaftliche Bewertungen flüssiger Massengüter

In den folgenden Jahren bewertete die GESAMP-Arbeitsgruppe alle als flüssiges Massengut beförderten Chemikalien entsprechend dieser neuen Richtlinie. In einem ersten Durchgang wurden bis 2003 bereits 680 Stoffe, im zweiten Durchgang dann mehr als 800 Stoffe bewertet. Insgesamt gingen 1.000.000

Prüfungsergebnisse bei den Experten ein, die zur Bewertung von über 150.000 Endpunkten führten. Insgesamt erfolgten bis Anfang 2007 rund 16.000 Einstufungen von Gefahren. Damit entstand nicht nur die erste umfangreiche Einstufung von Stoffen nach dem GHS, sondern auch eine wissenschaftlich aktuelle Bewertung aller beförderten flüssigen Massengüter wie sie letztmalig Anfang der 1970er Jahre vorlag. Die Abbildung zeigt eine Übersicht über die Darstellung der Bewertungen:

ANNEX 4 - GESAMP/EHS COMPOSITE LIST

New GESAMP Hazard Profiles

Name	EHS TRN	Ala	Alb	Al	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3
Acetic acid	13	0	0	0	R	1	NI	1	1	1	3C	3		NI	D	3
	64	RTECS No AF1225000			CAS No:						64-19-7					
Acetic anhydride	12	0	0	0	R	1	NI	1	0	2	3	3	A	NI	D	3
	65	RTECS No AK1925000			CAS No:						108-24-7					
Acetochlor	2047	3	2	2	NR	4	NI	1	0	(1)	0	0	S	NI	S	2
	66	RTECS No AB5457000			CAS No:						34256-82-1					
Acetone	15	0	0	0	R	0	0	0	0	0	1	2		NT	DE	2
	67	RTECS No AL3150000			CAS No:						67-64-1					
Acetone cyanohydrin	14	0	0	0	R	4	NI	3	4	3	(3)	(3)		NI	D	3
	68	RTECS No OD9275000			CAS No:						75-86-5					
Acetonitrile	16	0	0	0	R	1	NI	1	1	2	1	2		NI	D	2
	69	RTECS No AL7700000			CAS No:						75-05-8					
Acetonitrile (Low purity grade)	2333	0	NI	0	R	3	NI	1	1	2	1	2		NI	D	2
	2876	RTECS No			CAS No:											
Acid oil mixture from soybean, corn (maize) and sunflower oil refining	2306	(0)	NI	(0)	(R)	(0)	NI	0	(0)	(1)	(1)	1		NI	Fp	2
	2006	RTECS No			CAS No:											

Abb. 2: Auszug aus der Stoffliste von GESAMP mit Einstufungen in Spalten

Zuordnung von Beförderungsbedingungen

Aufgrund der Einstufungen von GESAMP konnten in der Arbeitsgruppe der IMO auch die Kriterien für die Beförderungsansprüche erarbeitet werden. Drei neue Verschmutzungskategorien („Pollution Categories“) wurden festgelegt, für die Kriterien aus der Gefahrenbewertung von GESAMP zugrunde gelegt wurden. Deutlich mehr Stoffe wurden bezüglich ihrer Einleitung in die Meeresumwelt eingeschränkt. Die zuläs-

sigen Mengen wurden erheblich verringert. Zukünftig sollte eine Abgabe von Ladungsresten nur noch unter der Wasserlinie erfolgen, damit eine weitere Verdünnung und Verwirbelung durch die Antriebsschraube erfolgt. In allen Fällen wurde eine Leerung der Tanks bis zum technisch Möglichen verlangt. Um auch alte Tanker einzubeziehen, die für einige neue Anforderungen nicht umgerüstet werden könnten, wurden angepasste Sonderregelungen festgelegt, die zulässige Restmengen spezifischer Ladungsrückstände nach Entleerung der Tanks festlegten, die in die Umwelt eingeleitet werden dürfen.

Einleitungskategorie	Tanker ab 2007	Tanker 1986 - 2006	Tanker vor 1986	Andere Schiffe
X	Vorwäsche 75 Liter	Vorwäsche 150 Liter	Vorwäsche 150 Liter	nicht zulässig
Y	75 Liter	150 Liter	350 Liter	nicht zulässig
Z	75 Liter	350 Liter	950 Liter	Neubau: 75 Liter Übrige: Leerung bis zum technisch möglichen Stand
OS	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt

Tab. 4: Zulässige maximale Einleitungsmengen für Tankschiffe nach Anlage II MARPOL

Die Einstufungen der gefährlichen Eigenschaften der Stoffe durch GESAMP dienten als Grundlage für die Festlegung der technischen Ansprüche an eine sichere Beförderung in Tankschiffen. Insgesamt führten die neue wissenschaftliche Bewertung, die Einführung der GHS-Kriterien und die zusätzlichen Aspekte zu erheblich strengeren Einstufungen der meisten flüssigen Massengüter.

Wo bisher 230 Stoffe keinen speziellen Chemikali-entanker verlangten, werden nunmehr nur noch 35 Stoffe frei gestellt. Viele wichtige in großem Volumen beförderte Massengüter wie Ethylacetat, Ethylenglykol, Methanol, Methylethylketon und MTBE wurden dem Chemikali-entankercode unterstellt. Nur noch wenige Stoffe galten als so ungefährlich, dass eine Einleitung in das Meer als relativ unkritisch angenommen wurde. Hierzu zählen:

- Apple Juice / Apfelsaft
- Clay Slurry / Lehmschlamm
- Coal Slurry / Kohleschlamm
- Glucose Solution / Zuckerlösung
- Hydrolised Vegetable Protein / Eiweiß-Lösung
- Kaolin Slurry / spezielle Schlammerde

- Molasses / Zuckersirup
- Lecithin / Lezithin
- Sorbitol solution / Zuckeralkohol-Lösung
- Water / Wasser.

Für Floater, vor allem Pflanzenöle und Paraffin, wurden eine Tankdoppelwand (mindestens 76 cm) und ein Doppelboden, der 1 bis 2 Meter abhängig von der Schiffsbreite ausmachen muß, eingeführt. Für Fettsäuren, alle Pflanzenöle und Paraffin, die bisher nicht einmal dem Chemikali-entankercode unterworfen waren, wurde diese Anforderung des Code eingeführt.

Das Prinzip „Ohne Daten keine Zulassung“

Die nur zögerliche Mitarbeit der Erzeuger flüssiger Massengüter verzögerte die Fertigstellung der revidierten Vorschriften erheblich. Daten und Untersuchungsberichte wurden GESAMP nicht zügig und in vollem Umfang übergeben. Als auch Hinweise, Bitten und Ermahnungen wenig Veränderung brachten, beschlossen die beiden obersten zuständigen

Ausschüsse der IMO, der Umweltausschuss¹⁾ und der Schiffssicherheitsausschuss²⁾, dass ohne die Bewertung eines Grunddatensatzes keine Beförderung mehr möglich sein sollte. Es wurde eine kurze Frist zur Einreichung gesetzt, deren Einhaltung die Hersteller vor besondere logistische Probleme stellte. Trotz dessen gingen nunmehr die notwendigen Studien in großer Zahl ein. Bewertungen konnten noch fertig gestellt werden, um unter geänderten Vorschriften Transportzulassungen zu ermöglichen. In vielen Fällen wurden bei diesem Verfahren bisher verdeckt gebliebene Gefahren von Stoffen, deren Beförderung seit Jahrzehnten zugelassen war, deutlich.

Bewertung

Der positiven Entwicklung im Sinne eines besseren Meeresumweltschutzes und Gesundheitsschutzes lagen bei der Neugestaltung der Vorschriften und Bewertungsgrundlagen drei miteinander verknüpfte Auslöser zugrunde:

- Verschmutzung von Meer und Küste durch Ladungen, die bisher als ungefährlich für die Umwelt betrachtet wurden;
- Überarbeitung der wissenschaftlichen Bewertung von Meeresschadstoffen, die bisher auf Prinzipien beruhte, die in den späten 1960er Jahren entwickelt wurden;
- Entwicklung und Einführung des „Global Harmonisierten Systems“ zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (Kurzname GHS).

Damit ging die Revision der Vorschriften für besseren Meeresumweltschutz auf Initiative einiger Mitgliedstaaten, auf Kritik von Nicht-Regierungsorganisationen und auf Ergebnisse der Weltumweltkonferenz in Rio de Janeiro zurück. Die zur gleichen Zeit angestoßene Verschärfung der Transportanforderungen für Öltanker sowie die Einführung der Doppelhülle in den Vorschriften machte die Reeder der Chemikaliertanker zu Bündnispartnern. Sie befürchteten eine Verschiebung alter Öltankertonnage (Einhüllenschiffe) in den Chemikaliertankermarkt. Diese Konstellation unterstützte in der Internationalen Seeschiffahrtsorganisation eine Verschärfung der Anforderungen und der Gefahrenbewertungen zu flüssigen Massengütern.

Es mussten 900 Produkte toxikologisch und ökotoxikologisch neu bewertet und von der IMO eingestuft werden. Wichtige Verbesserungen zum Meeresumweltschutz ergeben sich durch:

- die Anforderung zum Transport in Doppelhüllenschiffen für solche Stoffe, die auf der Wasseroberfläche auf schwimmen;
- die unabhängige wissenschaftliche Neubewertung aller zur Beförderung zugelassenen Stoffe;
- die Einschränkung der zugelassenen Ladungsrückstände, die in das Meer eingeleitet werden dürfen;
- die Verringerung der Mengen solcher Einleitungsgenehmigungen.

Bezogen auf die beförderten Mengen, müssen weit mehr als 50% aller zugelassenen Stoffe ab Januar 2007 unter schärfer regulierten Auflagen befördert werden.

Als Bilanz der Veränderungen kann festgestellt werden:

- Kriterien des GHS wurden vollständig eingeführt
- Floater müssen in Schiffe Doppelhülle und Unterwasserabgabe
- Wissenschaftliche Bewertungen aller Stoffe wurden aktualisiert
- Prinzip: „Ohne Daten keine Zulassung“ ist eingeführt
- Verringerte Abgabemengen wurden fest geschrieben
- eine unbegrenzte Einleitung ist nicht mehr zulässig
- es erfolgten über 200 Höherstufungen von Produkten
- für fast alle flüssigen Massengüter wird ein Chemikaliertanker gefordert
- Vorschriftentexte sind verbessert in Bezug auf Gestaltung und Gliederung.

Entgegen aller in den Jahren der Beratung geäußerten Befürchtungen, dass die Tankerbranche die Verschärfung der Beförderungsbedingungen wirtschaftlich kaum verkraften könnte, wurde deutlich, dass globale Vorschriften zu keinen Konkurrenzverschiebungen oder Belastungen einzelner Reeder führten. Stattdessen kam es zu einer erheb-

¹⁾ Marine Environmental Protection Committee; MEPC

²⁾ Maritime Safety Committee; MSC

lichen Zunahme der Bestellungen für neue moderne Doppelhüllentanker, die die Bedingungen des neuen Chemikaliëntankercodes in vollem Umfang erfüllen können. Die Kosten für einen solchen Schiffsneubau betragen derzeit je nach Größe 30 bis 60 Millionen Euro.

Die Revision führte zu einer erheblichen Verringerung der Belastung der Meeresumwelt:

- Anspülungen von Fetten und Ölen in Deutschland sind nun rechtswidrig.
- Fast alle flüssigen Massengüter sind unter regulierten Bedingungen zu befördern.
- Besserer Schutz bei Havarien durch Doppelhülle für mehr Stoffe (v.a. Floater).
- Geringere Einleitungsmengen in das Meer – immer verwirbelt unter Wasser.
- Zeitgerechte Umsetzung der Ziele der Umweltkonferenzen von Rio de Janeiro und Johannesburg zum GHS.

Anschrift des Verfassers:

*Dr. Thomas Höfer
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
Thielallee 88-92
14195 Berlin
thomas.hoefler@bfr.bund.de*

Regelung der Schiffsemissionen - Revision MARPOL Anlage VI

PETRA BETHGE

Die Emissionen in der Seeschifffahrt sind in MARPOL Anlage VI (Internationales Übereinkommen von 1973 zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe) der Internationalen Seeschifffahrtsorganisation IMO sowie in der EG Schwefelrichtlinie (RL 2005/33/EG) geregelt. MARPOL Anlage VI ist seit Mai 2005 in Kraft und wird auf Initiative D, FIN, IT, NL, NOR, SE und UK vom Umweltausschuss (Marine Environment Protection Committee, MEPC) der IMO überarbeitet.

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung betreibt die Überarbeitung der Luftreinhaltevorschriften in der Seeschifffahrt als Schwerpunktthema.

Hauptanliegen ist die Senkung die SO_x - und NO_x -Emissionen. Aber auch die Partikel gewinnen verstärkt durch die Feinstaubdebatte im Kfz-Bereich erheblich an Bedeutung.

Die Revision sollte ursprünglich auf der 56. MEPC-Sitzung dieses Jahres abgeschlossen werden. Aufgrund neuer Vorschläge ist jedoch erst mit einem Abschluss im Frühjahr 2008 auf der 57. MEPC-Sitzung zu rechnen.

Worauf kommt es an?

Ziel der Revision muss sein,

- effektiven Umweltschutz zu gewähren,
- klare, überschaubare Regeln aufzustellen, die von der Industrie eingehalten werden können,
- Vorschriften zu entwickeln, die durchsetzbar sind
- und allen Seiten eine Langzeitperspektive bieten, auf die sich die Beteiligten innerhalb einer angemessenen Übergangszeit einstellen können.

Wesentliche Ursache der hohen Emissionswerte in der Seeschifffahrt ist der Schwefelanteil im Brennstoff. Darüber hinaus sind die mangelhaften Verbrennungseigenschaften des Schweröls, das in der Regel gefahren wird, für hohe Emissionswerte, insbesondere bei Partikeln, ursächlich. Auch Schwermetalle und andere Reststoffe, die sich im Schweröl befinden,

gelangen über die Abgase in die Luft. Die Verbesserung der Qualität des Treibstoffes ist daher maßgeblich. Derzeit gilt weltweit ein Grenzwert von maximal 4,5% Schwefelanteil im Brennstoff. Die Ostsee und die Nordsee sind sogenannte Schwefelemissionsüberwachungsgebiete, SECAs, in denen ein maximaler Schwefelanteil von 1,5% im Brennstoff zugelassen ist.

Die Bundesregierung verfolgt ein Konzept, dass sowohl kurzfristige, schnell umsetzbare als auch langfristige Maßnahmen vorsieht, die im Rahmen der Revision von MARPOL Anlage VI eingeführt werden sollen.

Kurzfristig sollte das bestehende SECA-Konzept ausgebaut werden. Dabei sollte der Grenzwert von 1,5% bis 2015 auf einen maximalen Schwefelanteil von 0,5% verschärft werden. Ab 2010 wird nach der EG-Schwefelrichtlinie bereits 0,1% als Grenzwert für Hilfsmaschinen am Liegeplatz gelten.

Darüber hinaus setzt sich das BMVBS dafür ein, dass weitere Meeresgebiete zu SECAs ausgewiesen werden. Dafür müssen die Anliegerstaaten entsprechender Meeresgebiete einen Antrag in der IMO stellen. Wünschenswert ist, dass alle Europa umschließenden Gewässer, insbesondere das Mittelmeer, als SECA ausgewiesen werden. Dies ist nicht nur umwelt-, sondern auch standortpolitisch sinnvoll. Da die Antragserfordernisse recht streng sind, befürwortet die Bundesregierung eine Vereinfachung der Anforderungen.

Langfristig verfolgt die Bundesregierung die Einführung eines Mindeststandards für Schiffstreibstoffe. Dabei ist das Ziel, vom heute üblichen Schweröl zu leichteren Produkten, den Destillaten mit geringem Schwefelanteil zu kommen. Angestrebt wird, global einen maximalen Schwefelanteil von 0,5% innerhalb der nächsten 10 bis 15 Jahre einzuführen. Unter der deutschen Ratspräsidentschaft wurden am 29. Mai dieses Jahres Ratschlussfolgerungen gefasst, denen zufolge die EU Mitgliedstaaten sich für die Einführung einer Treibstoffspezifikation in der IMO im Rahmen der Revision von MARPOL Anlage VI einsetzen wollen.

Im Hinblick auf die NO_x -Emissionen strebt Deutschland eine Verschärfung der Grenzwerte in zwei Schritten an. Zunächst sollte ausgehend vom geltenden Grenzwert (Tier I) als 2. Stufe (Tier II) ab ca. 2010/2011 eine Reduktion um 20 bis 30% erzielt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass dieser Grenzwert durch die innermotorische Optimierung des Verbrennungsprozesses erreicht werden kann. Als 3. Stufe werden derzeit zwei unterschiedliche Konzepte diskutiert. Einerseits wird vorgeschlagen, global für alle Neubauten die Emissionen um 40 bis 50% ausgehend vom geltenden Tier I-Standard zu reduzieren. Der Vorteil läge darin, dass möglicherweise auch dieser Wert noch durch die Optimierung des Verbrennungsprozesses erreicht werden kann, ohne auf Abgasnachbehandlungsanlagen setzen zu müssen. Denn heute haben Abgasnachbehandlungsanlagen häufig das Problem, dass sie bei geringer Last nicht betrieben werden können, was gerade die Fahrtgebiete in Küstennähe betrifft. Andererseits wird vorgeschlagen, ab 2015 in auszuweisenden Sondergebieten eine Reduktion um 80% vorzuschreiben. Hiernach werden künftig Abgasnachbehandlungsanlagen wie Katalysatoren erforderlich sein. Um diese mit dem erforderlichen Maß an Verlässlichkeit betreiben zu können, spielt die Treibstoffqualität eine entscheidende Rolle, so dass auch aus diesem Grund der Ausstieg aus dem Schweröl geschafft werden muss.

Aufgrund der langen Lebensdauer der Schiffsmotoren wird darüber hinaus geprüft, inwiefern es möglich und praktikabel ist, auch Motoren unter dem geltenden Tier I-Standard zu erfassen, die bislang aufgrund ihres Alters keiner Emissionsgrenze unterliegen. Dies betrifft alle großen 2- und 4-Takt-Motoren, die vor 2000 gebaut wurden.

Um die Partikelemissionen zu reduzieren, ist als erster Schritt erforderlich, die Qualität des Treibstoffes zu verbessern. Messungen haben erwiesen, dass allein wegen des hohen Aschegehaltes schon etwa 80% der Partikel reduziert werden können, wenn statt Schweröl saubere Treibstoffe verwendet werden. Die Verwendung sauberer Treibstoffe würde darüber hinaus den Weg ebnen, künftig Techniken zu entwickeln und einzusetzen, die auch die kleineren Partikel erfassen und effektiv reduzieren. Solange Schweröl verwendet wird, können weder die Motoren auf eine verbesserte Emissionsbilanz ausgelegt, noch Filter eingesetzt werden.

Die Seeschifffahrt ist der einzige Verkehrsträger, ohne konkrete Treibstoffspezifikation, die auch auf die Belange der Umwelt und der Gesundheit ausgerichtet ist. Dies soll sich ändern.

Die Qualität der Treibstoffe ist maßgeblich, wenn es darum geht, die Emissionen in der Seeschifffahrt zu reduzieren. Die Verwendung sauberer Treibstoffe hat aber auch darüber hinaus zahlreiche Vorteile für Umweltschutz und Schiffssicherheit.

Der Arbeitsaufwand an Bord würde erheblich reduziert, da ein Großteil der heute erforderlichen Aufbereitung des Treibstoffes nicht mehr erforderlich wäre. Dies hätte zur Folge, dass auch wesentlich weniger Ölschlamm und ölhaltige Abfälle entstehen und entsorgt werden müssen. Hierin liegt, abgesehen von den Emissionen, einer der wesentlichsten Vorteile der Verwendung von sauberer Treibstoffen. Die Entsorgung des Ölschlammes und ölhaltiger Abfälle ist nach wie vor ein aktuelles Thema und damit verbundene Schwierigkeiten wie auch illegale Einleitungen könnten somit überwunden werden. Darüber hinaus könnten sich die Motorenhersteller der Entwicklung eines neuen Maschinentyps widmen, der nicht mehr darauf auszulegen ist, auch Schweröl verbrennen zu können. Die Entwicklung könnte sich neben der Verlässlichkeit weit mehr als heute auch darauf konzentrieren, die Effizienz zu steigern und die Emissionen zu reduzieren.

Die Verfügbarkeit der Treibstoffe ist Voraussetzung und vor allem eine Frage der Zeit. Gemeinsam mit der Industrie muss daher eine angemessene Übergangszeit ermittelt werden. Wir gehen davon aus, dass die Industrie in der Lage ist, sich innerhalb von 10 bis 15 Jahren entsprechend umzustellen. Dabei muss damit gerechnet werden, dass die Schiffstreibstoffe wesentlich teurer werden. Um eine Wettbewerbsverzerrung zu vermeiden, ist unbedingt erforderlich, dass die Vorschriften über die IMO eingeführt und somit für alle Flaggen gleichermaßen verbindlich werden.

An der Revision der Anlage VI zu MARPOL wird sich zeigen, ob die IMO sich in ihrer Rolle als führende Institution für den Umweltschutz in der Seeschifffahrt behaupten kann.

Anschrift der Verfasserin:

*Petra Bethge
German Embassy
First Secretary Transport
23 Belgrave Square
London SW1X 8PZ*

Beeinträchtigung der Meeresumwelt durch Schiffsabgase

VOLKER BRENK

Der Gütertransport mit Seeschiffen ist sehr energieeffizient. Der vergleichsweise gute Wirkungsgrad von Dieselmotoren hat alle anderen Antriebsarten in der Handelsschifffahrt weitgehend verdrängt. Der Wirkungsgrad des Motors nimmt mit höherer Verbrennungstemperatur zu, die CO₂-Emissionen nehmen ab und die Bildung von Stickoxiden nimmt zu.

In Rückstandsölen aus der Mineralölverarbeitung, die als Schiffstreibstoffe verwendet werden, sind zahlreiche Schadstoffe wie z.B. toxische polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Metalle und Schwefel angereichert. Der große Preisvorteil, der für Schiffsbetreiber aus der Verwendung dieser Öle resultiert, hat zur Folge, dass andere Schiffstreibstoffe- zum Schaden der Umwelt und der Gesundheit- weitgehend ersetzt worden sind.

Ölverschmutzungen auf dem Meer sind zum großen Teil auf die Aufbereitung dieser Rückstandsole an Bord der Seeschiffe zurückzuführen. Die extrem hohe Schwefelkonzentration im Schweröl führen zu sehr hohen SO₂-Konzentrationen und zur Partikelbildung im Abgas. Es entstehen Gesundheitsschäden durch Schädigung der Atmungsorgane und des Herz-/Kreislaufsystems. Stickoxide tragen außer zur Versauerung der Luft auch zur Eutrophierung des Meeres sowie zur Bildung von Ozon bei.

Die volkswirtschaftlichen Schäden für die Gesundheit und die Umwelt überschreiten die finanziellen Vorteile für die Schifffahrt durch die niedrigen Schwerölpreise erheblich.

Durch die Vermeidung von Temperaturspitzen beim Verbrennungsprozess lässt sich die Bildung von NO_x zwar minimieren aber nicht vermeiden. Die Vermeidung von NO_x-Emissionen ist nur durch eine Abgasbehandlung mit einem Katalysator möglich. Dem Einsatz von Partikelfiltern, wie bei anderen Motoren, steht der sehr hohe Asche- und Schwefelanteil im Abgas von schwerölbetriebenen Dieselmotoren entgegen. Die Entschwefelung der Abgase in einer mit Seewasser betriebenen Abgaswäsche führt besonders

in den Küsten- und Hafengewässern zu einem ungelösten Abwasserproblem, und die Verträglichkeit mit den in der Schifffahrt bekannten Katalysatoren zur NO_x-Reduzierung ist ungelöst; darum lassen sich umweltverträgliche Abgasgrenzwerte für SO₂, NO_x und für Partikel nur gemeinsam durch Verwendung schwefelarmer Schiffstreibstoffe und den Verzicht auf Schweröle erreichen.

Ein anderer Aspekt, der zunehmend an Relevanz gewinnt, ist der Beitrag des Schiffsverkehrs zum Klimawandel. Dabei können neben CO₂ auch andere Emissionen eine wichtige Rolle spielen. Auch wenn die Möglichkeiten zur CO₂-Minimierung bei Seeschiffen wegen der hohen Energieeffizienz beschränkt sind, sollte das bestehende Potenzial technisch wie operationell genutzt werden. Eine wirkungsvolle Möglichkeit besteht in Geschwindigkeitsbeschränkungen. Der Seeverkehr kann auch durch Verlagerung der Transporte von Land auf See zur Minderung der Emissionen beitragen, wenn dabei auf hohe Schiffsgeschwindigkeiten verzichtet wird.

Schlussfolgerungen

- Auf den Ozeanen wirken die SO₂-, NO_x- und Partikelemissionen der Klimaerwärmung entgegen.
- Durch die hohen Wirkungsgrade der üblichen Schiffsdieselmotoren ist der Beitrag der Seeschifffahrt an der Klimaerwärmung durch CO₂-Emissionen gering.
- Die Schäden, die die Schifffahrt durch die Eutrophierung, Versauerung und Folgen für die Gesundheit in Europa verursacht, sind sehr hoch.
- Schweröl ist die wichtigste Ursache für die Luftverschmutzung und die Meeresverschmutzungen durch die Seeschifffahrt.
- Die Kosten für die Vermeidung von Luftverschmutzung betragen in der Schifffahrt nur einen Bruchteil der Kosten an Land.
- Etwa 2/3 des Seeverkehrs findet in Gebieten statt, in denen die Luftreinhaltung durch die Seeschifffahrt erheblich verbessert werden muss.

	NO _x -Stickstoffoxide	SO ₂ -Schwefeldioxid	CO ₂ -Kohlendioxid	PAH Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	VOCs Flüchtige Organische Verbindungen	PM Primärpartikel
Klimawirksamkeit	Nitratpartikel (Sekundärpartikel)	Sulfatpartikel (Sekundärpartikel)	primär			sekundär
Eutrophierung	primär					
Versauerung	primär	primär				
Gesundheitsschädigung	primär	primär		primär		primär
Bildung von bodennahem Ozon	sekundär				sekundär	

Tab. 1: Schadstoffe der Schiffsabgase und ihre Folgen

	Global	Regional	Lokal
Klimawirksamkeit	X		
Eutrophierung		X	
Versauerung		X	
Bildung von bodennahem Ozon		X	
Gesundheitsschädigung			X

Tab. 2: Regionale Abhängigkeit der Folgen von Schiffsabgasen

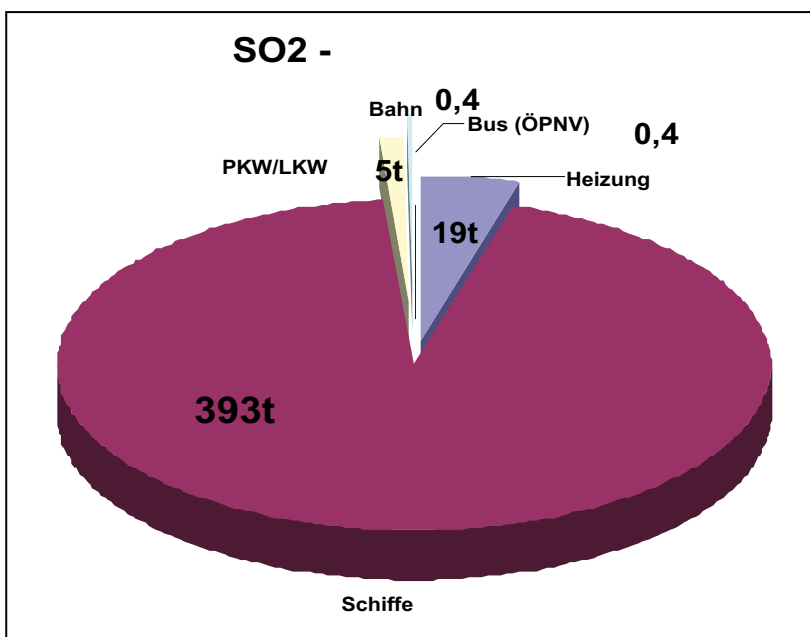


Abb. 1: Emissionsbilanzen

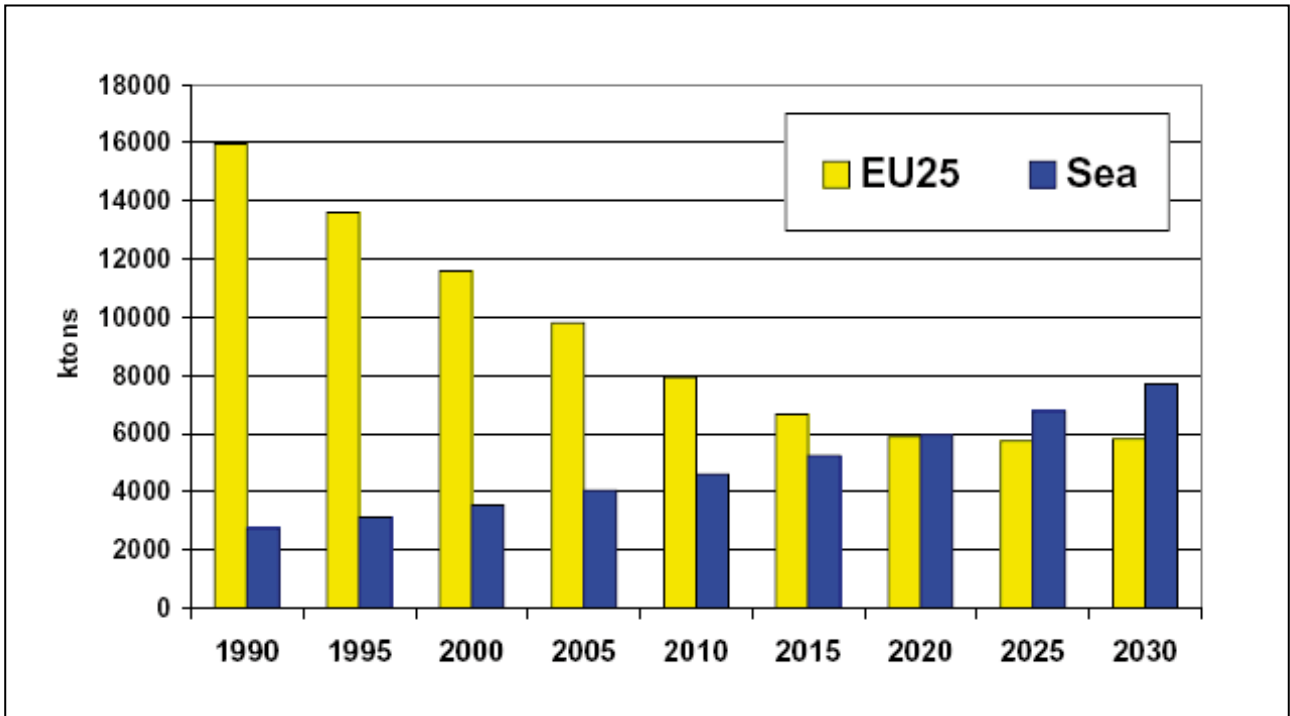


Abb. 2: NOx-Emissionen in den Jahren 1990 bis 2030
 ■ Emissionen in 25 EU-Staaten, ■ Emissionen auf See

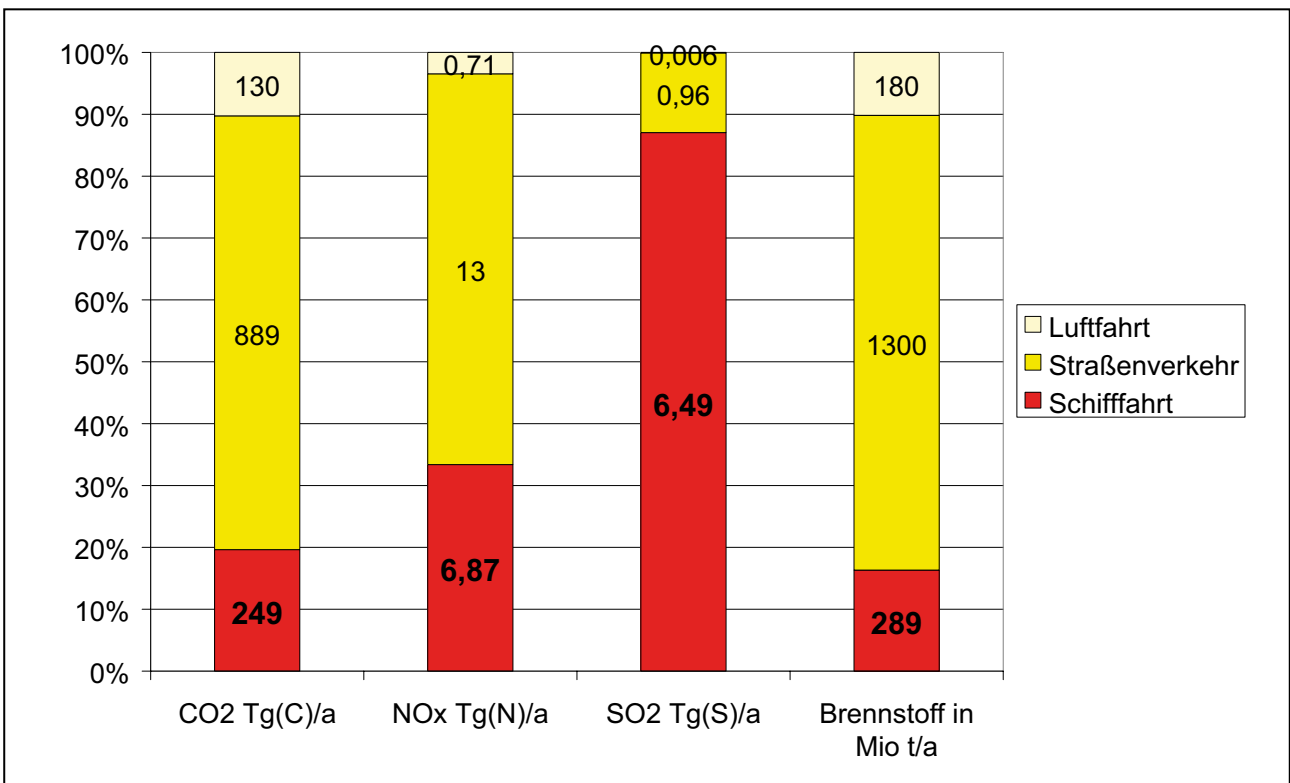


Abb. 3: Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln

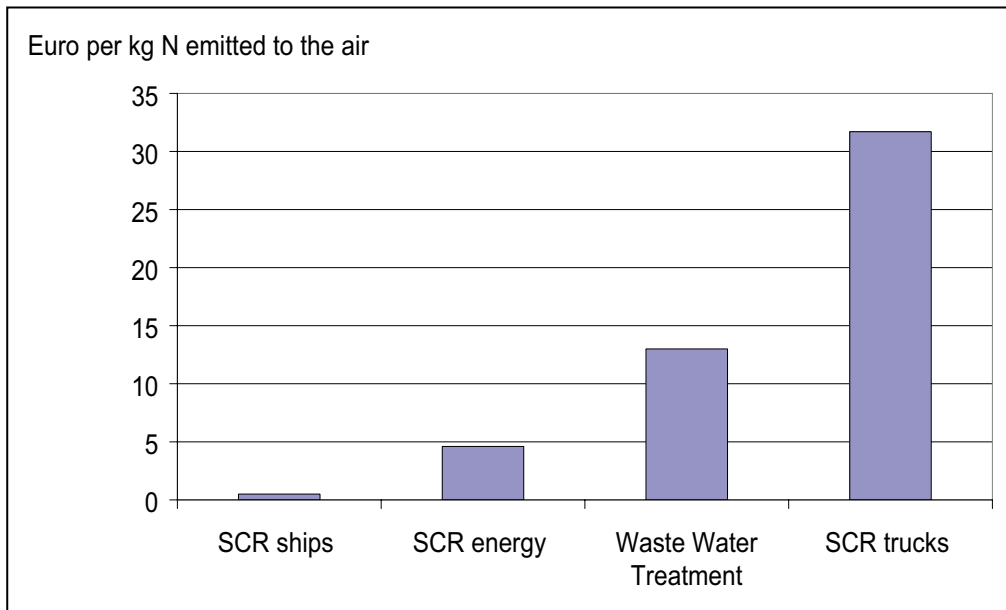


Abb. 4: (SCR) Katalysatoren zur NO_x -Behandlung

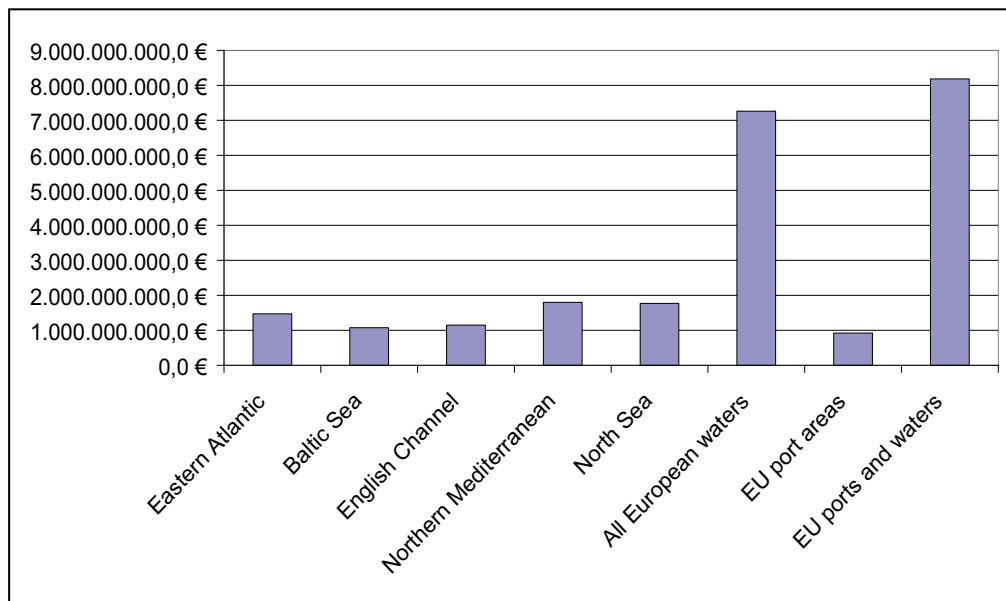


Abb. 5: Wirtschaftlicher Nutzen der Emissionsreduzierung in einzelnen Seegebieten

Anschrift des Verfassers:

Volker Brenk
 Umweltbundesamt (UBA)
 Fachgebiet I 3.2
 Bismarckplatz 1
 14193 Berlin

Grundgedanken für ein Sedimentmanagementkonzept für die Elbe vor dem Hintergrund europäischer Entwicklungen

Basic ideas for an Elbe sediment management concept against the background of European developments

AXEL NETZBAND UND KLAUS RICKERT-NIEBUHR

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund europäischer Regelungen wie der Wasserrahmenrichtlinie und den stark gestiegenen Baggergutmengen in Hamburg ist für die Elbe ein übergreifendes Sedimentmanagementkonzept zu entwickeln. Dabei sind auch die Entwicklungen zu berücksichtigen, die sich in anderen europäischen Ländern zeigen.

Summary

Against the background of European regulations, e.g. the EU Water Framework Directive, and a strong increase in the volume of dredged material at Hamburg, an overall sediment management concept has to be developed for the river Elbe taking into account developments in other European countries.

Wie in jedem Ästuar, das schifffahrtlich genutzt wird, sind an der Elbe regelmäßige Unterhaltungsarbeiten erforderlich. Im Verantwortungsbereich der WSV und der HPA fallen dabei

jährlich rund. 20 Mio. m³ Baggergut an. In Europa werden jährlich ca. 200 Mio. m³ Sedimente gebaggert, davon deutlich über die Hälfte im Bereich der Nordsee.

Land	See (Millionen m ³)	Binnenland (Millionen m ³)	Summe (Millionen m ³)
Belgien/Flandern	5	9,2	14
Dänemark	4,5		5
Frankreich	50	6	56
Deutschland	41	5	46
Irland	0,8		1
Italien	4		4
Niederlande	19	9	28
Portugal	4		4
Spanien	8,5		9
Schweden	1,38	0,1	1
Großbritannien	30	0,7	31
Summe			198

Tabelle 1: Jährliche Baggergutmengen in Europa

Die Ablagerung von Baggergut im Meeresbereich ist schon seit langem durch internationale Vereinbarungen, wie OSPAR und London, geregelt. Dagegen sieht die Wasserrahmenrichtlinie bisher kaum entsprechende Regelungen vor. Ein aktuelles WFD-CIS Dokument besagt:

„Sedimenttransport wird nicht direkt durch EU-Gesetze angesprochen. Einige internationale Konventionen regulieren verschiedene Aktivitäten in der Meeresumwelt, wie z.B. die Unterbringung von Baggergut in Ästuaren oder Küstengebieten. ... Angesichts der Wirkungen von Sedimenten auf Wassernutzungen und / oder aquatische Lebensräume können zusätzliche Maßnahmen, die sich mit Sedimenttransportmanagement befassen, Bestandteil von (Teil-) Flussgebietsmanagementplänen sein, um die Ziele der WRRL zu erreichen.“

Das europäische Sediment-Netzwerk SedNet hat bereits 2004 folgende Empfehlungen ausgesprochen:

- EU policy development: Integrate sustainable sediment management into the European Water Framework Directive.
- Sediment management: Find solutions that carefully balance the socio-economic and environmental values and that are set within the context of the whole river system.
- Research: Improve our understanding of relation between contamination (hazard) and its actual impact to ecology and develop strategies to assess and manage the risks involved.

Das sogenannte Round-Table-Gespräch von SedNet im November 2006 hat am Beispiel von 5 grundsätzlich unterschiedlichen europäischen Flussgebieten festgestellt:

- Sedimentmanagement ist Thema in allen Flussgebieten.
- Jeder Fluss hat seine natürlichen Eigenheiten, Geschichte, Nutzungen, Herausforderungen.
- Eine besondere Herausforderung besteht durch EU-Gesetze und -Politik.
- Der gute ökologische Status erfordert die Berücksichtigung von Sedimentthemen.
- Sediment-Qualitätsziele sollten nur als Screening-Werte herangezogen werden
- Sedimentquantität und -qualität sind eng verbunden und können nicht getrennt werden.

Von Bedeutung für die europäische Entwicklung ist die Diskussion in den Niederlanden. Dort wurde

2004 der sogenannte Chemical Toxicity Test (CTT) zur Baggergutbewertung eingeführt. Er beinhaltet neben chemischen Parametern auch ökotoxikologische Testverfahren. Dabei galt die Vorgabe, dass die Anwendung des CTT nicht zu einer Zunahme der zu entsorgenden Baggergutmengen führt. 2006 erfolgte eine Revision der niederländischen Sedimentpolitik. Wenn Problemsubstanzen im Baggergut vorhanden sind, soll eine Prävention vordringlich im Rahmen der Umsetzung der WRRL erfolgen, Baggergutmanagement ist nicht mehr Teil der Präventionspolitik. Die Umlagerung von Baggergut im Gewässer ist das zentrale Element.

Dies liegt im Übrigen auch auf der Linie von OSPAR. Die Baggergutrichtlinie von 2004 besagt:

„Die Schadstoffbelastung von Sedimenten in Ästuaren und Meeressedimenten als Ergebnis historischer wie aktueller Einleitungen stellt nach wie vor ein Problem für den Umgang mit Baggergut dar. Hohe Priorität soll der Identifikation von Eintragsquellen, der Reduzierung und der Vermeidung von weiteren Schadstoffeinträgen sowohl von direkten als auch indirekten Einleitungen gegeben werden.“

Hierzu hat SedNet einen Vorschlag erarbeitet: Eine weiträumige Schadstoffkontamination ist ein Problem für den Fluss und das Meer und kann nur im Flussgebiet gelöst werden. Nordseeschutz beginnt an der Quelle. Eine Lösung sollte in einem 3-Schritt-Vorgehen unter Betrachtung aller Interessen und Nutzer, in dem die tatsächlichen sogenannten ‚Areas of risk‘ ermittelt werden. Dies geschieht derzeit in der ad-hoc-Arbeitsgruppe Schadstoffe der FGG Elbe. Die Sanierung ist eine Langfristaufgabe. Sie erfordert ein Gesamtkonzept mit Prioritätensetzung.

	UK Baggergut gesamt	Elbe Schweb- stofffracht	HH Land- behandlung
Masse	15.800.000	ca. 500.000	528.000
Cadmium	5,5	5,2	1,7
Quecksilber	4,9	1,0	1,0
Kupfer	533	71	68
Jahr	2004	2004	2005

Abb. 1: Vergleich der Frachten
Alle Angaben in Tonnen pro Jahr

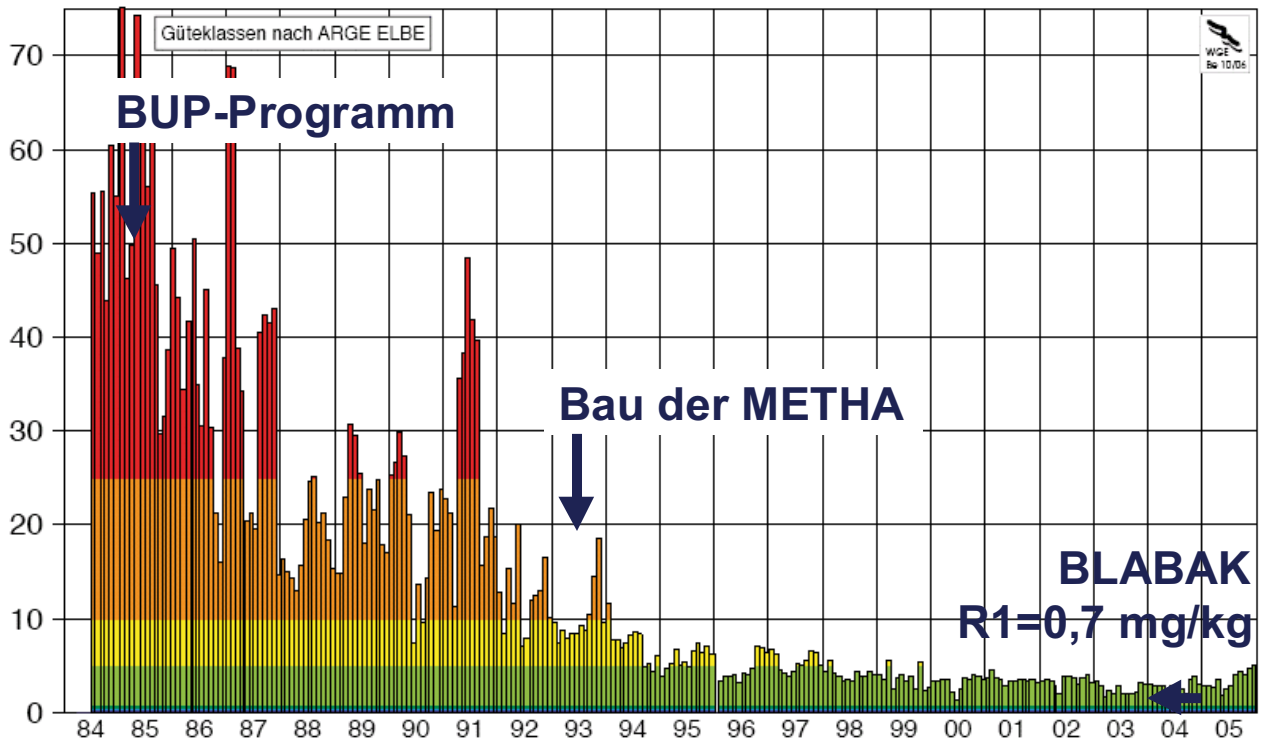


Abb. 2: Quecksilber in Elbe-Schwebstoffen

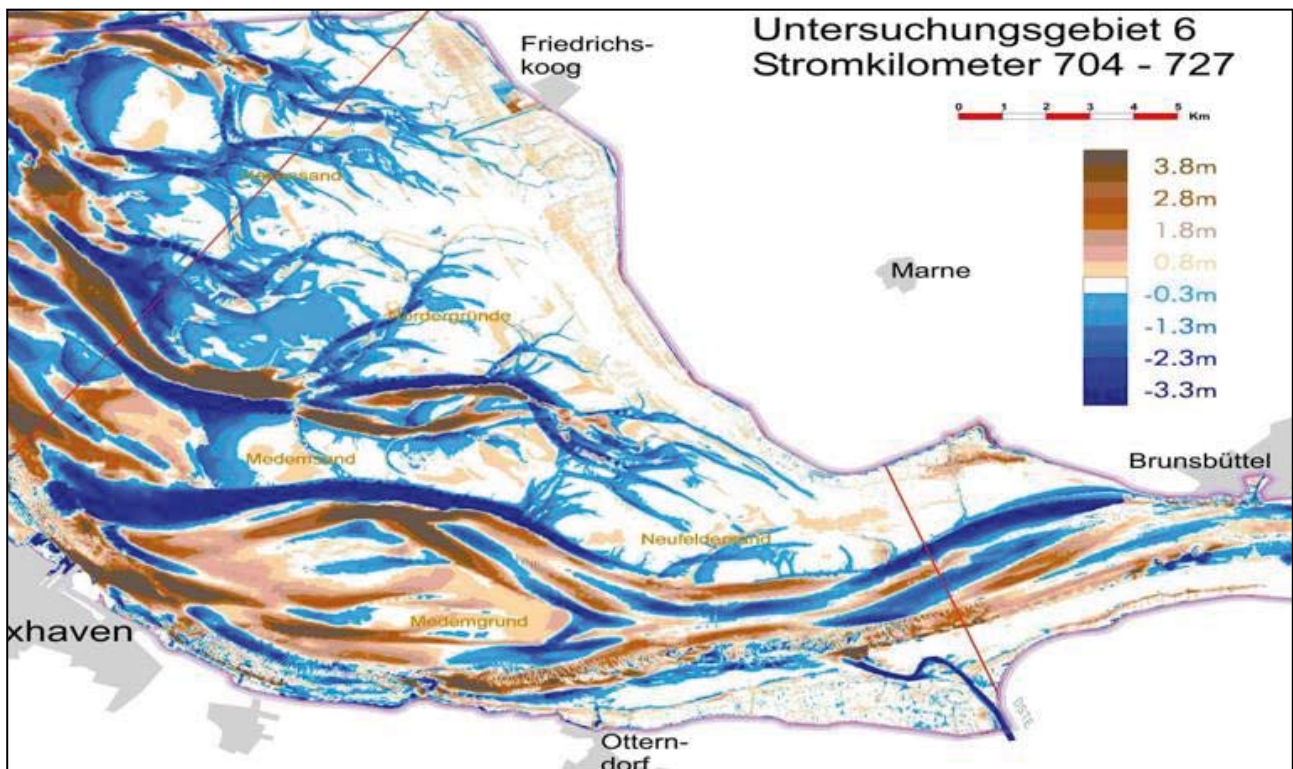


Abb. 3: Gelände-Differenzmodelle der Jahre 1998 bis 2002
Unter- und Außenelbe

Für den Umgang mit Baggergut in Europa kann festgestellt werden:

- Die Umlagerung im Gewässer ist weithin gebräuchlich.
- Als Option für belastetes Baggergut wird teilweise die subaquatische Unterbringung eingesetzt.
- Die Verwertung von Baggergut spielt praktisch keine Rolle.
- Bei der Verwendung wird Baggergut direkt und gezielt für wasserbauliche oder Naturschutzmaßnahmen eingesetzt.

Übersetzt für das Sedimentmanagement der WSV und der HPA an der Tideelbe bedeutet dies das Ruhen auf 4 Säulen:

- Reduzierung der die Schadstoffbelastung verursachenden Einträge als Aufgabe im Flussgebiet (Aufgabe der Flussgebietsgemeinschaft und der IKSE).
- Weiterer Betrieb der Landentsorgung von höher belastetem Baggergut in Hamburg (METHA-Anlage mit 1,2 Mio. m³ Baggergut p.a., Bau einer dritten Hügeldeponie auf Hamburger Gebiet).
- Umlagerung von Baggergut im Gewässer (integriertes, Verwaltungsgrenzen übergreifendes Konzept).
- Beeinflussung der Hydrodynamik mit dem Ziel der Reduzierung von Baggermengen.

Weitere Informationen sind zu finden unter:

www.SedNet.org
www.Tideelbe.de

Anschriften der Verfasser:

*Axel Netzband
Hamburg Port Authority
Dalmannstr. 1
20457 Hamburg*

*Klaus Rickert-Niebuhr
Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord
Hindenburgufer 247
24106 Kiel*

Klima

Einfluss der Klimavariabilität auf Nord- und Ostsee

JÜRGEN ALHEIT

Marine Ökosysteme sind großskaligen, langfristigen Schwankungen auf der Dekadenskala unterworfen, die offensichtlich durch Klimavariabilität gesteuert werden, wie eine Reihe von Beispielen aus Nordpazifik und -atlantik zeigen. Solche Klimaschwankungen können marine Lebensgemeinschaften und trophodynamische Beziehungen völlig umkrempeln und Änderungen in den Dominanzverhältnissen von Schlüsselarten induzieren. Die Nordatlantische Oszillation (NAO) ist das dominante Signal der Klimavariabilität über dem Nordatlantik. Sie beeinflusst u.a. regionale Temperaturen, Niederschlag, Windstärke und -richtung auf der Dekadenskala. Der Winterindex der NAO wechselte in den späten achtziger Jahren (1987-89) relativ abrupt von einer negativen in eine positive Phase über (Abb. 1). Dieser klimatische Wechsel führte zu sogenannten „Regime Shifts“ in der Nordsee (NS) und der zentralen Ostsee (ZOS), die alle trophischen Ebenen im Pelagial dieser beiden benachbarten Schelfmeere erfaßte. Dabei zeigten sich ansteigende Luft- und Wassertemperaturen als direkte und indirekte Antriebskräfte physikalischer und biologischer Schlüsselprozesse in den Ökosystemen. So nahm nach 1987 die Phytoplanktonbiomasse in beiden Systemen zu, und die Wachstumsperioden des Phytoplanktons erstreckten

sich über einen längeren Zeitraum. Die Zusammensetzung der Phyto- und Zooplanktongemeinschaften sowohl in der NS als auch in der ZOS änderte sich nachhaltig. Die Abundanz der Dinoflagellaten in der ZOS erhöhte sich, während gleichzeitig die der Diatomeen abnahm (Abb. 2). Wichtige Copepodenarten, die essentielle Bestandteile der Fischnahrung sind, unterlagen gravierenden Änderungen in ihrer Biomasse. Die Abundanz von *Calanus finmarchicus* (NS) und *Pseudocalanus acuspes* (ZOS) sank auf äußerst niedrige Werte, wohingegen *C. helgolandicus* (NS), *Temora longicornis* und *Acartia spec.* (ZOS) langfristig deutlich häufiger auftraten als in den vorangehenden Jahrzehnten (Abb. 3). Diese Änderungen in der Biomasse verschiedener Copepodenarten führten zu dramatischen Konsequenzen in der Biomasse, der Fischerei und den Erträgen der wichtigsten kommerziell genutzten Fischarten. Der Nordseekabeljau nahm ab, der Ostseekabeljau verharrte auf niedrigen Werten, und die Ostseesprotte erreichte vorher nie festgestellte hohe Erträge. Die synchronen „Regime Shifts“ in NS und ZOS resultierten in profunden Änderungen in den Systemen. Die Reaktion der Fischbestände auf die in den unteren Trophiestufen klimatisch bedingten Änderungen fiel bei den drei Fischarten jedoch völlig unterschiedlich aus.

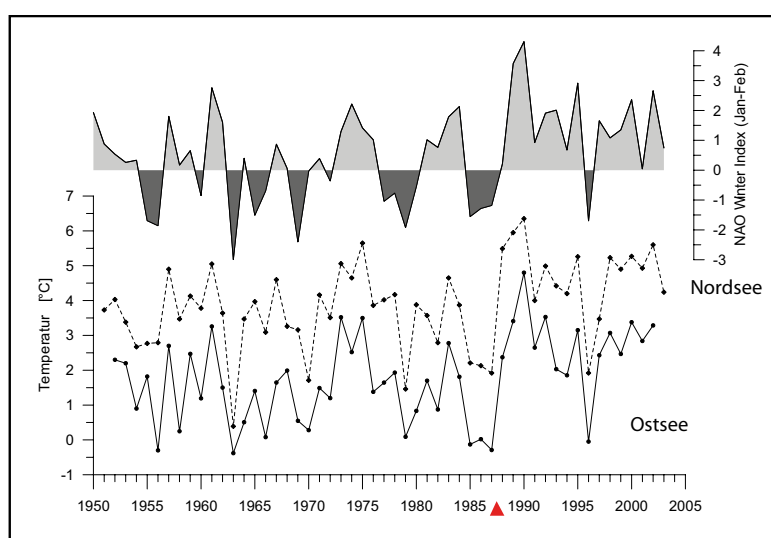


Abb. 1: NAO-Winter-Index, jährliches Temperaturminimum IWW (Intermediate Winter Water) des Bornholm Beckens Station K2 (durchgezogene Linie) und jährliche SST-Anomalie Helgoland Reede (gestrichelte Linie)

Quelle: ALHEIT, J., MÖLLMANN, C., DUTZ, J. et al., 2005: Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES J. mar. Sci.*, 62, 1205-1215.

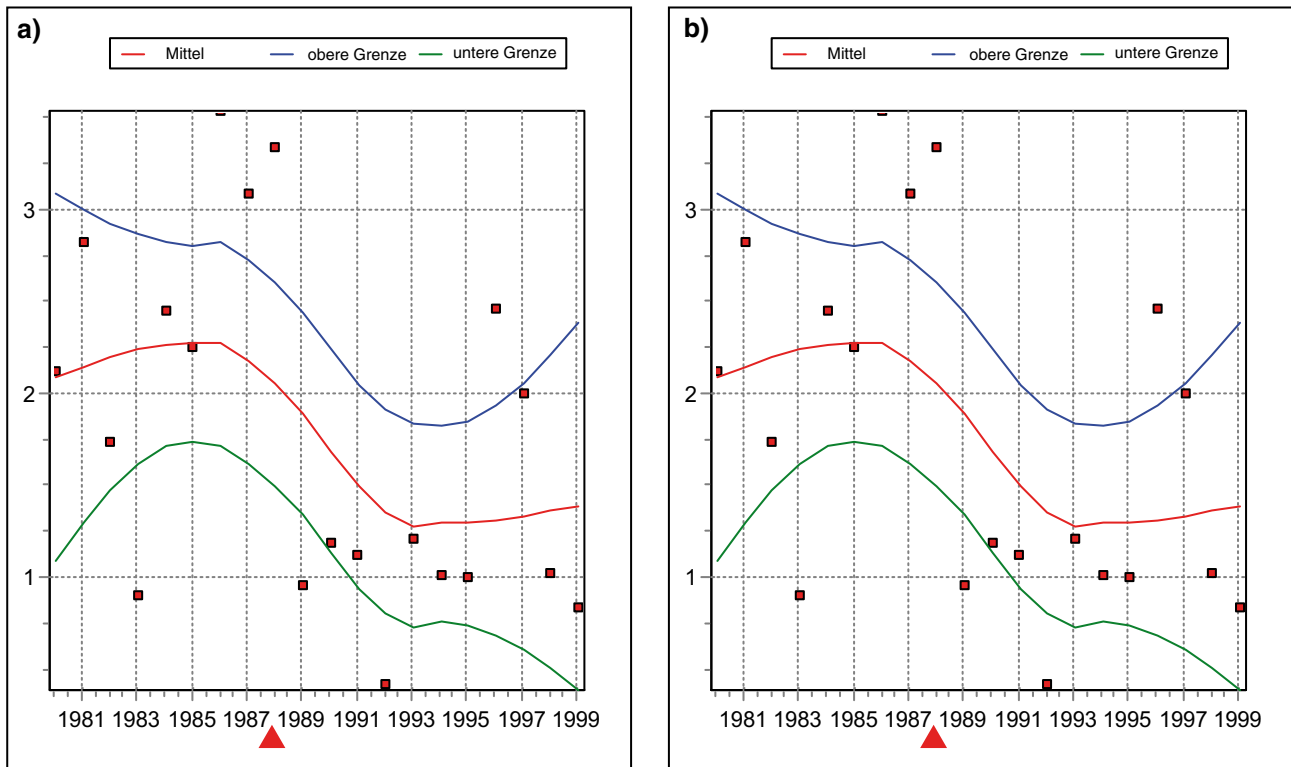


Abb. 2: Trend (a) Daitomeen- und (b) Dinoflagellaten-Biomasse (in mg m^{-3} als \log_{10} , Mittelwerte März bis Mai) in der Gotlandsee
 Quelle: ALHEIT, J., MÖLLMANN, C., DUTZ, J. et al., 2005: Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES J. mar. Sci.*, 62, 1205-1215.

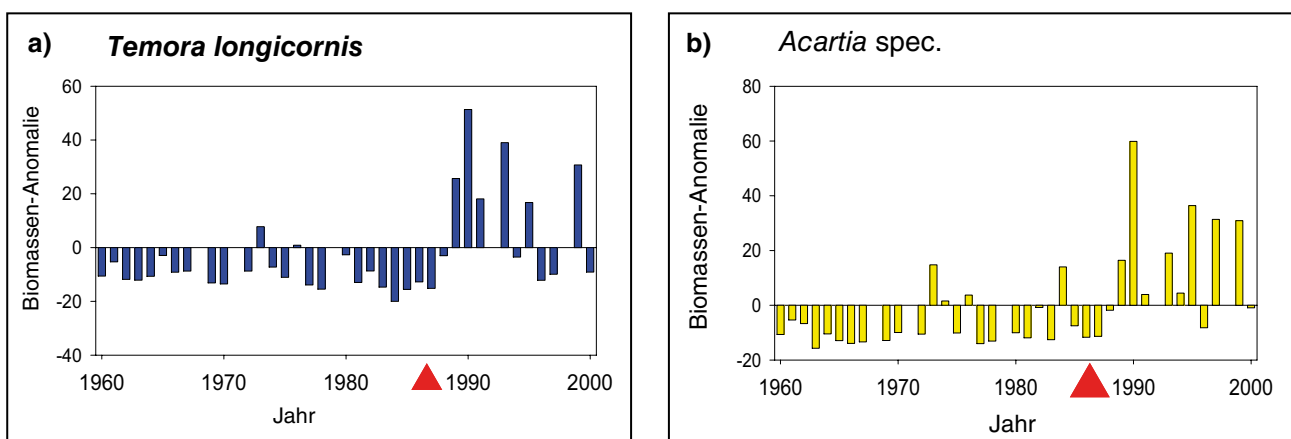


Abb. 3: Biomassenanomalien von a) *Temora longicornis* und b) *Acartia spec.* in der zentralen Ostsee von 1960 bis 2000
 Quelle: ALHEIT, J., MÖLLMANN, C., DUTZ, J. et al., 2005: Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES J. mar. Sci.*, 62, 1205-1215.

Nicht alle in den letzten Jahrzehnten registrierten langfristigen, periodischen Veränderungen sind der NAO zuzuschreiben. Die seit Mitte der neunziger Jahre beobachtete verstärkte Einwanderung von Sardinen und Sardellen in die Nordsee - im Falle der Sardelle auch in die westliche Ostsee - steht eher mit der AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation) in Zusammenhang, deren Perioden nicht mit denen der NAO kongruent sind. Unabhängig von den tief-

greifenden Veränderungen in den Schelfmeeren infolge der Klimavariabilität sind jedoch auch stetige Änderungsprozesse festgestellt worden, die vermutlich auf die globale Erwärmung zurückzuführen sind. So wird seit einigen Jahrzehnten eine stetige Verschiebung von marinen Faunengrenzen nach Norden registriert, die ebenfalls zu erheblichen Änderungen in den trophischen Prozessen der Schelfökosysteme des Nordatlantiks geführt hat.

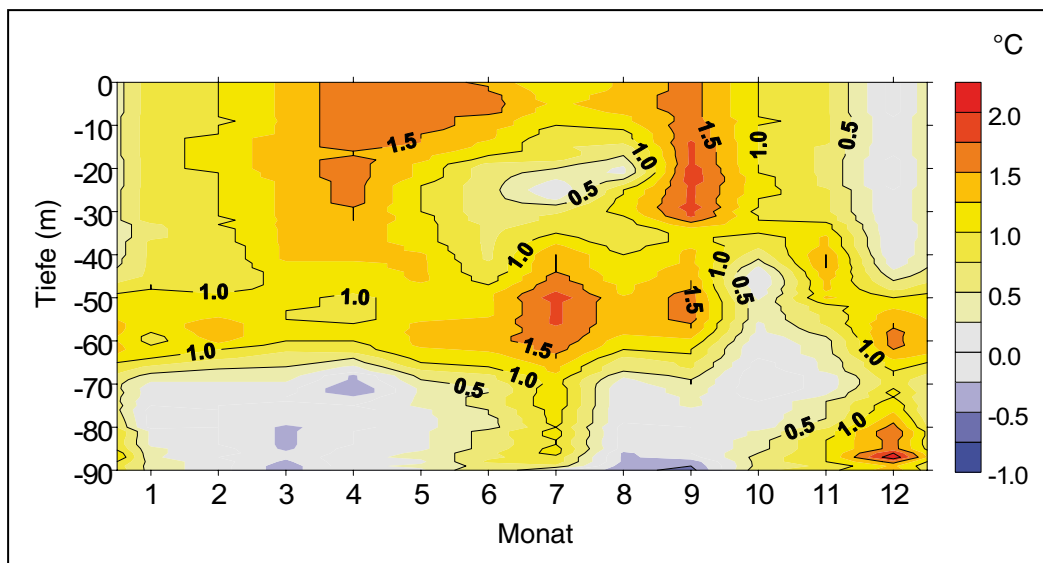


Abb.4: Differenz der monatlichen Temperaturmittelwerte (K) in der zentralen Bornholmsee (Station K2) zwischen den Perioden 1970 - 1987 und 1988 - 2003

Quelle: ALHEIT, J., MÖLLMANN, C., DUTZ, J. et al., 2005: Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES J. mar. Sci.*, 62, 1205-1215.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Jürgen Alheit
Leibniz Institut für Ostseeforschung Warnemünde
Seestraße 15
18119 Rostock

Klima- und Ökosystemveränderungen am Beispiel von See- und Küstenvögeln

STEFAN GARTHE

Veränderungen der Meeresumwelt wirken sich gut erkennbar auf See- und Küstenvögel aus. Besonders auffällig sind derartige Veränderungen bei räumlichen Verteilungsmustern, Brut-, Durchzugs- und Winterbeständen, der Zusammensetzung der Nahrung, der Nahrungssuche sowie dem Zugverhalten. Den geographischen Schwerpunkt dieses Vortrags bildet die Nordsee, auch wenn einige Bezüge zu angrenzenden Meeresgebieten gegeben werden.

Generell lässt sich feststellen, dass verschiedenartige Einflüsse überlappend wirken. Ausgeprägte anthropogene Nutzungen wie die Fischerei haben nachhaltig die See- und Küstenvogelfauna geprägt. Klimatische Veränderungen wirken über Änderungen der Nahrung (also v.a. Fische) und des Habitats (also hydrographische Phänomene) auf Seevögel ein.

Exemplarisch werden folgende konkrete Beispiele im Vortrag angesprochen:

- Bruterfolg der Dreizehenmöwe in der nördlichen Nordsee sowie unter dem Einfluss von Industriefischerei und Meerestemperatur-Änderungen.
- Zunahme von Seenadeln und Schwimmkrabben in der Nahrung von Seevögeln.
- Veränderungen in der Wahl der Überwinterungsgebiete von Basstölpeln.

Daneben soll ein Überblick über die Bestandsentwicklung der wichtigsten See- und Küstenvögel in der Nordsee gegeben werden, mit Nennung der dafür wahrscheinlichsten Ursachen.

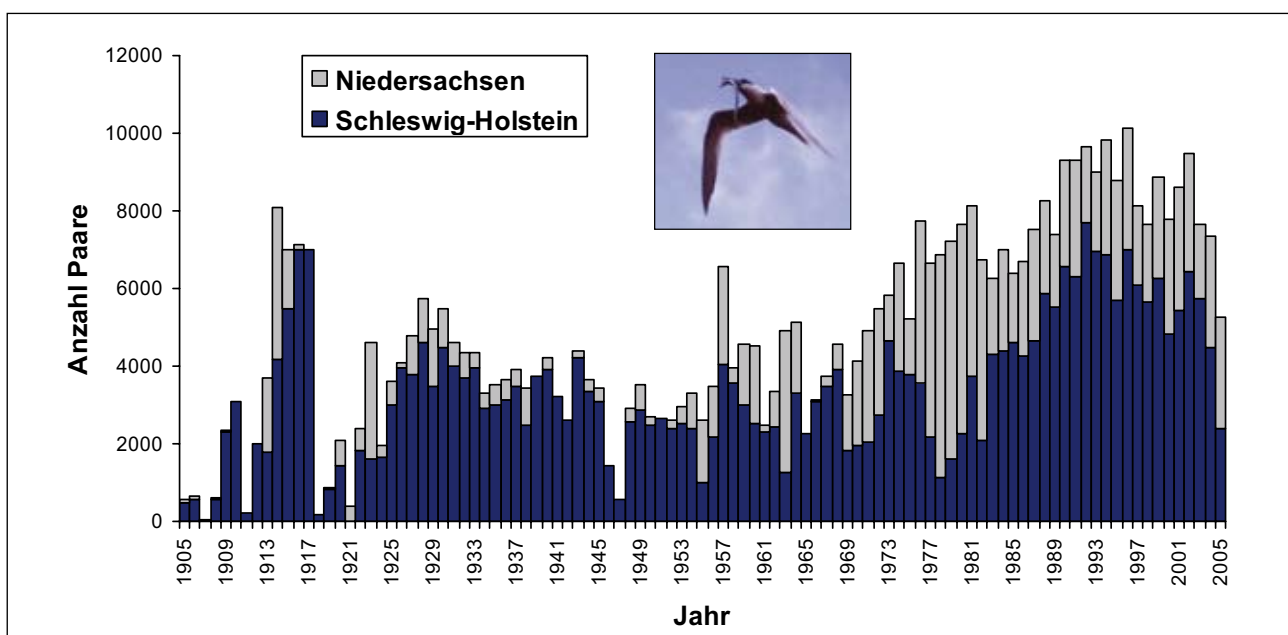


Abb. 1: 100 Jahre Brutbestandsentwicklung: Brandseeschwalbe an der deutschen Nordseeküste
Quelle: GARTHE and FLORE [2007], J. Ornithol.

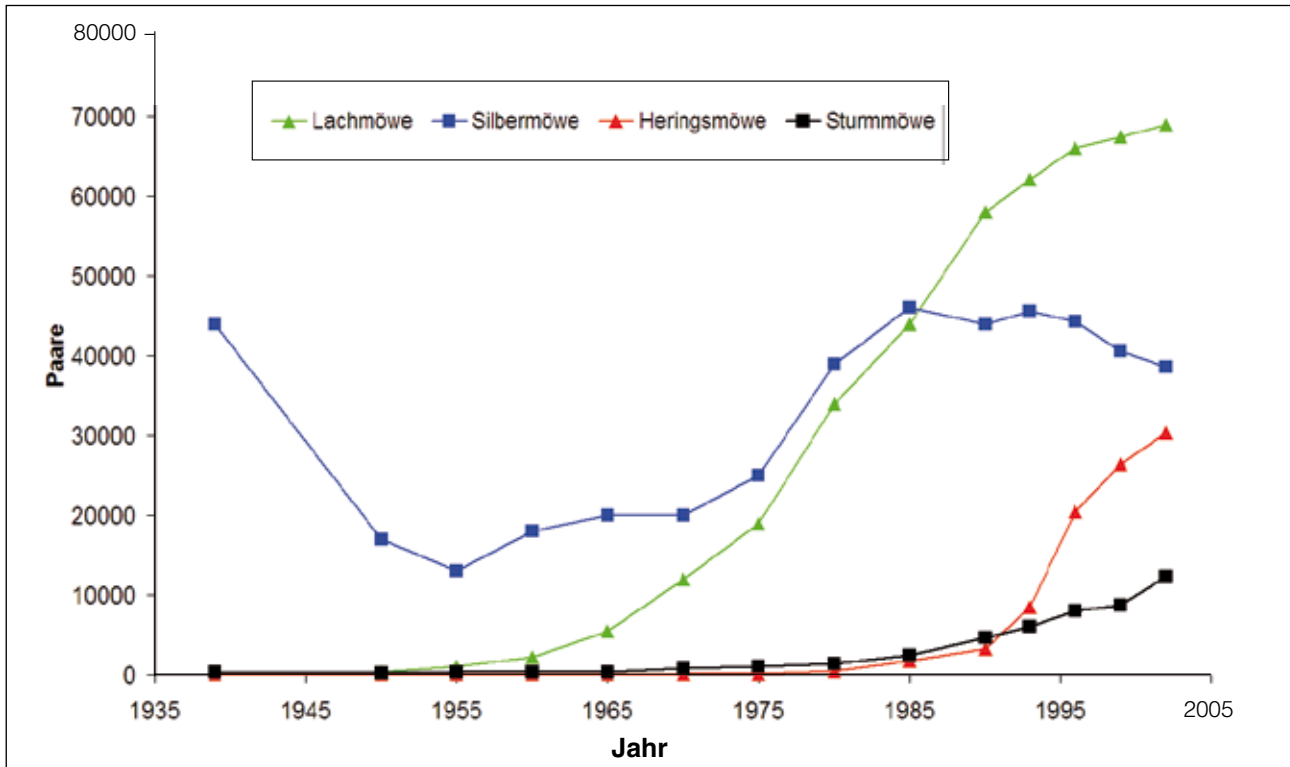


Abb. 2: Brutbestand Möwen deutsche Nordseeküste
Quelle: GARTHE et al. [2000], Vogelwelt; B. Hälterlein und T. Krüger (pers. Mitt.)



Abb. 3: Bestände auf Nordsee:
Trends 1980er → 1990er (Sommer)



Abb. 4: Bestände auf Nordsee:
Trends 1980er → 1990er (Winter)

Anschrift des Verfassers:

Dr. Stefan Garthe
Forschungs- und Technologiezentrum
Westküste (FTZ)
Universität Kiel
Hafentörn 1
25761 Büsum

Klimabedingte Veränderungen im Wattenmeer

Climate-related changes in the Wadden Sea

KARSTEN REISE

Zusammenfassung

Die rasche Erwärmung während der letzten 15 Jahre sowie die Zunahme der Invasionen aus Übersee führen zu einer ökologischen Revolution in der aquatischen Fauna und Flora an der Nordseeküste. Da die meisten eingeschleppten Arten von wärmeren Küsten stammen als dem Wattenmeer, profitieren sie in besonderem Maße und manche können nun erst ihr ökologische Potential voll entfalten. Beispiele sind die Pazifische Auster, Amerikanische Pantoffelschnecke und das *Spartina*-Gras.

Von Anbeginn befindet sich das Wattenmeer durch Meeresspiegelveränderungen, Sturmfluten, Warm- und Kaltphasen sowohl morphodynamisch als auch ökologisch in einem fortlaufenden Prozess der Transformation. Auf lange Sicht wird die Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs vor eingedeichten Ufern die bedeutendste Folge der globalen Erwärmung sein, weil dann immer weniger Wattboden bei Ebbe frei fallen wird, die Hydrodynamik zunimmt und darum schlackige Watten weiter versanden werden.

Aktuell sind biologische Reaktionen zu beobachten, die zumindest modellhaft für Prognosen herangezogen werden könnten, sollte sich die Erwärmung ohne tiefe Einschnitte fortsetzen. Die meisten Arten im Watt tolerieren höhere Temperaturen. Diese ermöglichen aber auch Zuwanderungen oder begünstigen die Ausbreitung neuer Arten. Das gilt insbesondere für Importe aus Übersee. Einer Einfuhr der Pazifischen Auster *Crassostrea gigas* wurde stattgegeben in dem Glauben, im kalten Nordseewasser könnte sie sich nicht vermehren. Das tat sie doch und schließlich ermöglichten ihr eine Serie besonders warmer Sommer eine massive Invasion auf den Watten (DIEDERICH et al. [2005]). Bei Sylt sind inzwischen alle Muschelbänke von diesen Austern überwachsen. Gleichzeitig fiel bei den Miesmuscheln die Rekrutierung gering aus. Das ist möglicherweise die Folge milder Winter, von denen muschelfressende Krebse und Seesterne profitieren (NEHLS et al. [2006]).

Summary

Rapid warming over the past 15 years and an increase in non-indigenous species are leading to an ecological revolution in the aquatic fauna and flora in the North Sea coastal waters. Most of the accidental introductions originate from warmer waters than the North Sea. They therefore benefit from recent warming, which allows them to fully unfold their ecological potential. Examples given are the Pacific oyster *Crassostrea gigas*, American slipper limpet *Crepidula fornicata*, and *Spartina* grass.

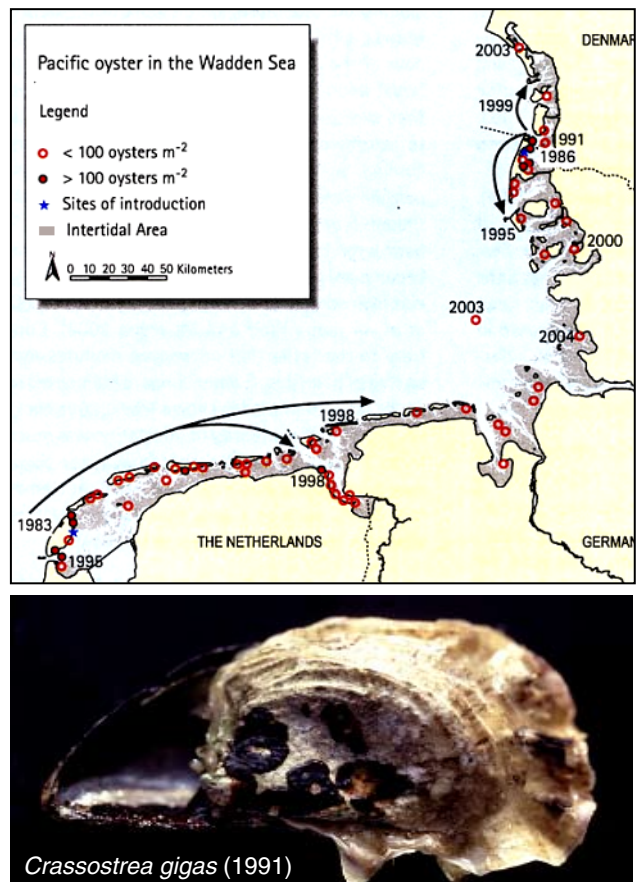


Abb. 1: Invasive Ausbreitung der Auster *Crassostrea gigas* ausgehend von Texel (1983) und Sylt (1991) mit geschlossener Verbreitung seit 2004. Quelle: REISE et al. [2005]

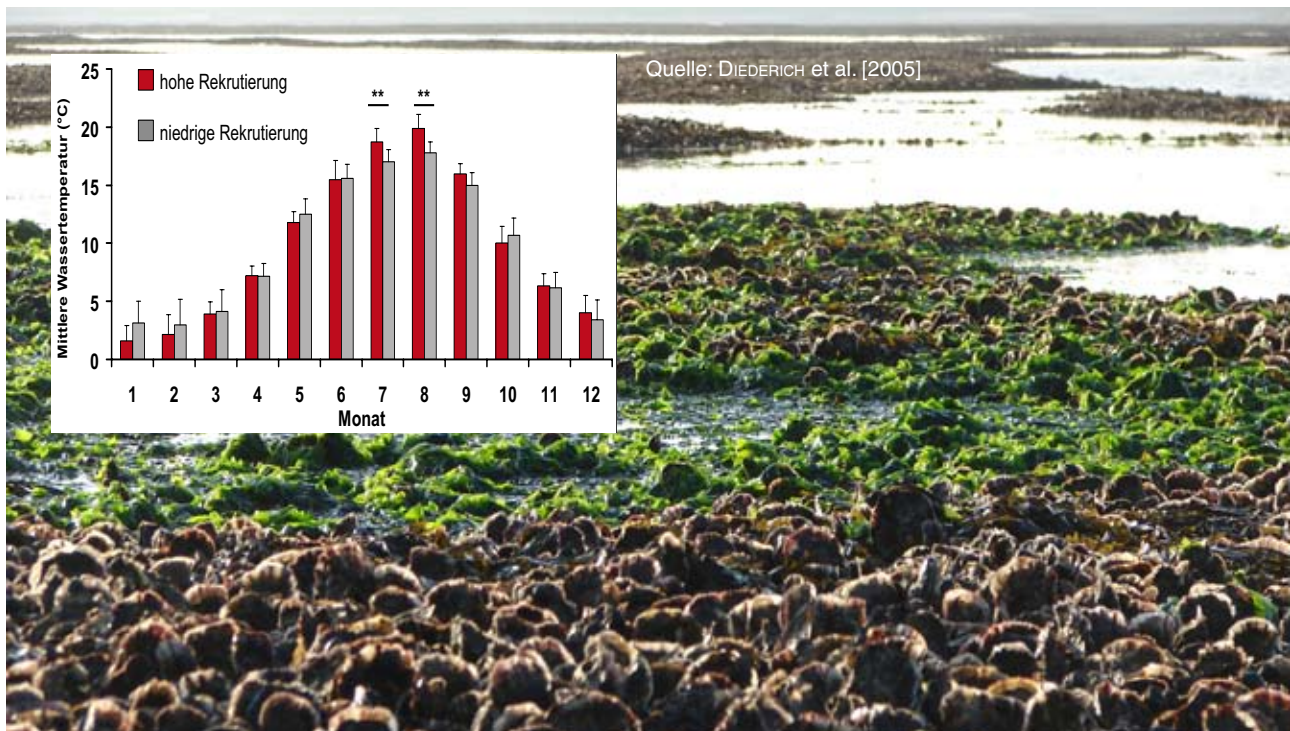


Abb. 2: Vermehrung der Pazifischen Auster nur in warmen Sommern: Signifikant höhere Wassertemperatur in den Monaten Juli und August in Jahren mit starkem Brutfall gegenüber Jahren mit keinem oder geringem Brutfall (Sylter Watt; Zeitraum 1987 - 2003)

Ausbleibende Eiswinter in Kombination mit besonders warmen Sommern erlaubten den aus Amerika stammenden Pantoffelschnecken *Crepidula fornicata* eine zuvor nur von der französischen Atlantikküste bekannte Massenentwicklung (THIELTGES et al. [2004]). Stellenweise bilden diese sich wie Muscheln ernährenden Schnecken regelrechte Pflaster auf dem Meeresgrund etwas unterhalb der Gezei-

tenzone. Das geschieht oft auch dort, wo einst die einheimische Auster *Ostrea edulis* lebte, bevor ihr Bestand dem Raubbau zum Opfer fiel. Günstig für die sich im Spätsommer fortpflanzenden Pazifischen Austern und Amerikanischen Pantoffelschnecken ist ein starkes Phytoplankton-Aufkommen im Herbst. Das ist gute Nahrung für den Nachwuchs dieser Neozoen.

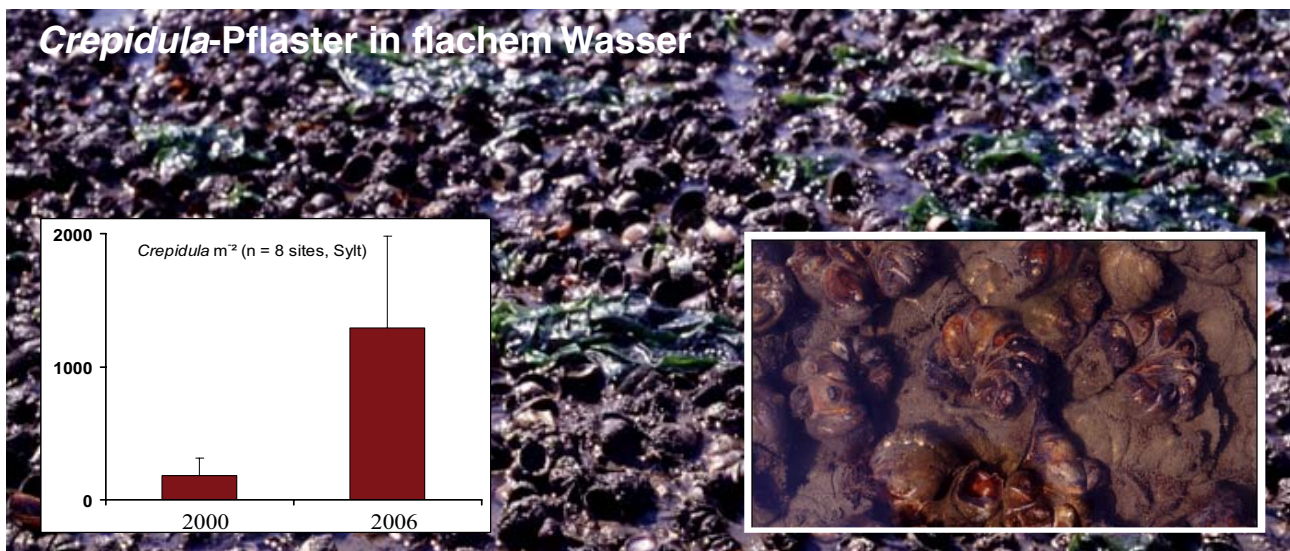


Abb. 3: Vor rund 70 Jahren eingeschleppte Pantoffelschnecken *Crepidula fornicata* breiten sich im flachen Sublitoral des Sylter Wattens seit 1997 rasant aus, weil seitdem diese frostempfindliche Art vom Ausbleiben strenger Winter profitieren konnte.

An seiner nördlichen Verbreitungsgrenze dehnt sich das Schlickgras *Spartina anglica* in Habitate aus, wo es früher nicht wuchs. Das Schlickgras entstand durch Kreuzung aus amerikanischem *S. alterniflora* und afro-europäischem *S. maritima*. In monospezifischen Be-

ständen verdrängt dieses in Europa neu entstandene Schlickgras andere Arten im oberen Gezeitenbereich und in der Salzwiese. Die erneute Ausbreitung dieses Neophyten korreliert mit erhöhten Frühjahrstemperaturen der letzten 15 Jahre (LOEBL et al. [2006]).



Abb. 4: Vor rund 80 Jahren wurde das *Spartina*-Gras im Wattenmeer eingeführt und konnte sich über die letzten 15 Jahre erneut ausbreiten, weil die Frühjahrstemperaturen zunahmten (oben). Am Sylter Wattufer entstand zwischen Seegrasswiese und Salzwiese ein dichter Bestand

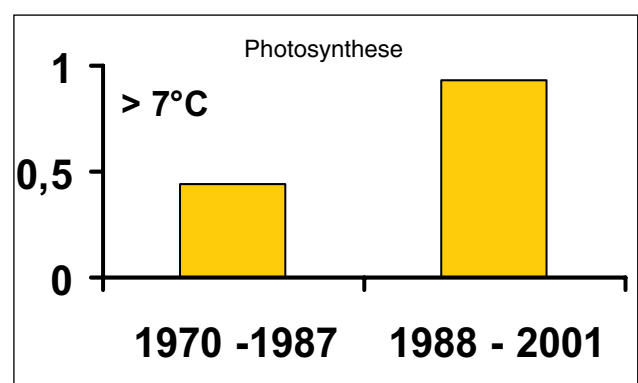
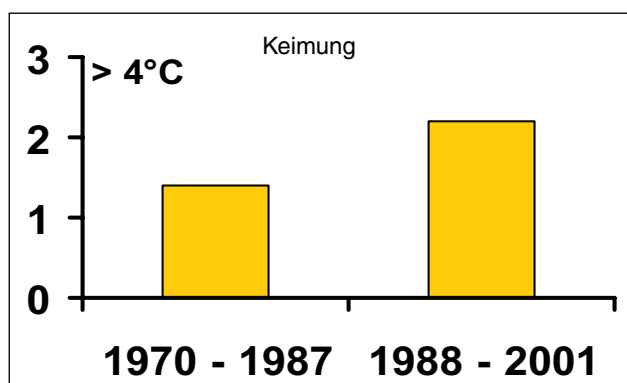


Abb. 5: Anzahl der Monate mit monatlichem Mittel der Tagestemperatur im Frühjahr (Februar bis Mai) über 4 °C und 7 °C

Die ausgewählten Beispiele zeigen, wie die Erwärmung universelle Invasoren begünstigt und damit irreversiblen Veränderungen Vorschub leistet. Eine Konsequenz daraus ist, dass sich historische Zustände kaum noch als Referenz für die Qualitäts-

stufen der EU-Wasserrahmenrichtlinie eignen. Eine andere Konsequenz ist die weltweite Angleichung in der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften temperierter Küsten. Welche Risiken das birgt, ist noch unklar.

Literatur

- DIEDERICH, S., NEHLS, G., BEUSEKOM, J. VAN, and K. REISE, 2005: Introduced Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the northern Wadden Sea: invasion accelerated by warm summers? *Helgol. Mar. Res.*, 59, 97-106.
- LOEBL, M., BEUSEKOM, J. VAN and K. REISE, 2006: Is spread of the neophyte *Spartina anglica* recently enhanced by increasing temperatures? *Aquatic Ecology*, 40, 315-324.
- NEHLS, G., DIEDERICH, S., THIELTGES, D. and M. STRASSER, 2006: Wadden Sea mussel beds invaded by oysters and slipper limpets: competition or climate control? *Helgol. Mar. Res.*, 60, 135-143.
- REISE, K., DANKERS, N. and K. ESSINK, 2005: Introduced species. In: Essink et al. (Eds.) Wadden Sea Quality Status Report 2004. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven. *Wadden Sea Ecosystem*, 19, 155 - 161.
- THIELTGES, D., STRASSER, M., BEUSEKOM, J. VAN and K. REISE, 2004: Too cold to prosper – winter mortality prevents population increase of the introduced American slipper limpet *Crepidula fornicata* in northern Europe. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 311, 375-391.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Karsten Reise
Alfred-Wegener-Institut für
Polar- und Meeresforschung
Wattenmeerstation Sylt
Hafenstr. 43
25992 List

Speicherung von CO₂ in geologischen Formationen unter dem Meeresboden

EDDA HAHLBECK und KURT MACHETANZ

Klimaschutz ist Meeresschutz. Der Anstieg von CO₂ in der Atmosphäre bedroht die Meeresumwelt, einerseits durch direkte Einträge von CO₂ in das Meerwasser, andererseits indirekt über Temperaturerhöhung. Auch der Meeresspiegelanstieg und häufigere und stärkere Stürme können für Küstenregionen und Inseln negative Folgen haben. Die grosstechnische Abtrennung von CO₂ aus der Verbrennung fossiler Energieträger und anschließende Einlagerung (Carbon Capture and Sequestration; CCS) kann einen Beitrag zur Stabilisierung und Verringerung von CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre leisten. Jedoch besteht die Gefahr, dass hierbei kurzfristiger Klimaschutz auf Kosten der Meeresumwelt betrieben wird.

Was ist CCS?

Carbon Capture and Sequestration: Abtrennung von CO₂ aus der Verbrennung fossiler Energieträger und anschließende

- Einlagerung in geologische Formationen unter dem Land oder dem Meer
- Einleitung in Meerwasser
- Lagerung auf dem Meeresgrund
- Mineralisierung

[Klimaschutz auf Kosten der Meeresumwelt?](#)

Das **Umweltbundesamt** spricht sich für CCS als Übergangslösung zur Begrenzung des Klimawandels aus. Das Amt hat die Aufgabe, die Risiken dieser Technologie für die Meeresumwelt zu bewerten und daraus Anforderungen an die Sicherheit der Speicher abzuleiten. Diese Arbeit wird in einem vom Umweltbundesamt vergebenen Forschungsvorhaben durch Juristen und Wissenschaftler der Universitäten Göttingen, Hamburg und Kiel unterstützt. Eine Bewertung der Risiken der Einlagerung im Meeres-

untergrund wird durch die angestrebte dauerhafte Lagerung erschwert, d.h. es müssen Risikoszenarien für Tausende von Jahren erstellt werden. Große Wissensdefizite gibt es noch vor allem bei chemischen Reaktionen mit dem Speichergestein, der Empfindlichkeit von Meeresökosystemen und biologischen Prozessen.

Was macht das Umweltbundesamt?

- **Stellungnahmen:**
 - CSS ist Übergangstechnologie
 - Keine offene Einleitung in das Meerwasser
- **Aufgaben:**
 - Bewertung der Risiken
 - Anforderungen an die Sicherheit der Speicher
 - Ausgestaltung des rechtlichen Rahmens
- **Forschungsvorhaben**
Institut für Völkerrecht der Georg-August-Universität, Göttingen und
IFM-GEOMAR, Kiel

Die Einleitung von CO₂ in das offene Meer – auch in große Tiefen – wird vom Umweltbundesamt ausnahmslos abgelehnt. Obwohl die sicherste Art der Speicherung unter dem Meeresgrund in Meerestiefen liegen mag, in denen CO₂ in Form von Hydraten oder als Flüssigkeit - aufgrund seiner höheren Dichte als Seewasser - festgehalten werden könnte, werden zukünftige Betreiber mit hoher Wahrscheinlichkeit aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus vor allem küstennahe Schelfmeere in Betracht ziehen. In diesen Tiefen hat CO₂ noch eine geringere Dichte als Wasser, was die Risiken im Fall von Leckagen vergrößert. CO₂ kann während des Transportes, der Injektion in Speicherformationen oder als Ergebnis von Unfällen lokal in erheblichen Mengen austreten

und direkt zum Erstickungstod von Organismen oder zur Versauerung des Meerwassers führen. Schwieriger abzuschätzen sind diffuse Leckagen von kleinen Mengen über größere Zeiträume. CO_2 kann mit geologischen Speicher- und Deckschichten reagieren und immobilisiert werden, jedoch können durch diese Prozesse wiederum andere Stoffe, wie giftige Schwermetalle, herausgelöst werden. Ein langsames Entweichen über lange Zeiträume würde auch den Sinn der Technologie zur Begrenzung des Klimawandels in Frage stellen. Weiterhin muss bei der Risikobewertung berücksichtigt werden, dass das Gas, das in die Speicherformation eingepresst wird, kein reines CO_2 ist. Je nach Herkunft des Rohstoffs und verwendeter Abscheidetechnologie können weitere Stoffe absichtlich oder unabsichtlich eingemischt sein. Auch wenn der Anteil dieser möglicherweise gefährlichen Stoffe gering ist, kann er bei den großen CO_2 -Mengen, die unter dem Meeresboden entsorgt werden sollen, erheblich sein.

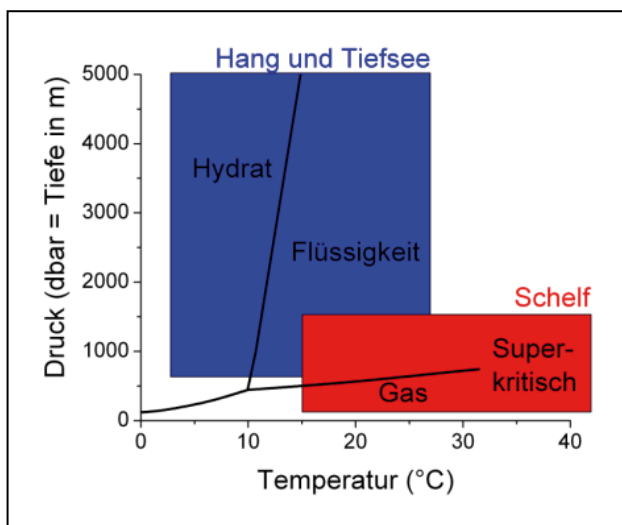


Abb. 1: Speicherung von CO_2 unter dem Meeresboden :
Speicheroptionen
Quelle: IFM-Geomar

CO_2 aus Abgasströmen ist Abfall, und dessen Einlagerung unter dem Meeresboden ist demnach als eine Art der Abfallentsorgung auf See zu sehen. Dies war bisher im Rahmen internationaler Meeresschutzabkommen verboten. Für die Unterzeichnerstaaten des Protokolls von 1996 zur London („Dumping“)-Konvention von 1972 gilt das generelle Verbot der Abfallentsorgung. Jedoch ist seit diesem Frühjahr als eine Ausnahme die CO_2 -Einlagerung in geologischen Formationen erlaubt. Ebenso wird eine solche Erlaubnis mit hoher Wahrscheinlichkeit in das Übereinkommen zum Schutz der Meeresum-

welt des Nordatlantiks (OSPAR) eingeführt werden. Nach beiden Konventionen bedarf es in jedem Fall der Genehmigung durch die staatlichen Behörden. Die Anforderungen, die in diesen Genehmigungen an die Betreiber gestellt werden müssen, werden in Leitfäden festgelegt. Das Umweltbundesamt ist an den internationalen Diskussionen und Verhandlungen zur Entwicklung dieser Leitfäden beteiligt. Im Rahmen dieser Leitfäden werden nur lokale und regionale Auswirkungen betrachtet. Damit bleibt ein wichtiger Aspekt unberücksichtigt – die Definition und Einhaltung von höchstzulässigen Leckageraten, um globale Effekte wie die Rückemission von CO_2 in die Atmosphäre über sehr lange Zeiträume zu verhindern. Auch die Frage der langfristigen Haftung ist auf internationalem Niveau noch nicht geklärt.

Fazit:

1. Für einen effektiven Klimaschutz muss die Speicherung langfristig und sicher sein.
2. CCS als eine Technologie für den Klimaschutz darf nicht auf Kosten der Meeresumwelt erfolgen.

Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) ist die zuständige Genehmigungs- und Überwachungsbehörde für bergbauliche Vorhaben in den norddeutschen Bundesländern Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen. Das umfasst auch den schleswig-holsteinischen Teil der Ostsee sowie die deutsche Nordsee, die zugleich auch OSPAR-Gebiet ist.

Im norddeutschen Raum liegen ca. 90 % der Erdöl- und Erdgasspeicher Deutschlands (ca. 120 Kavernen, und etwa 10 Poren- und Aquiferspeicher). Desweiteren wird im südoldenburgischen und hannoverschen Raum in großem Umfang korrosives Erdgas mit schwefelwasserstoff- und CO_2 -Anteilen gefördert und gehandhabt. Es liegen daher etwa 50 Jahre Erfahrung mit der Speicherung und dem Umgang mit derartigen Gasen vor. Darüber hinaus stehen dem LBEG die Bohrungsinformationen aus der Explorationstätigkeit der Kohlenwasserstoffindustrie in einem Umfang zur Verfügung, der bundesweit einmalig ist.

An den intensiven OSPAR-Aktivitäten in den Jahren 2006 und 2007, insbesondere zur Entwicklung der technischen, geologischen und organisatorischen Rahmenbedingungen für eine sichere CO_2 -Einlagerung und -Verwahrung in geologischen (hier: submarinen) Strukturen, hat das LBEG intensiv mitgewirkt.

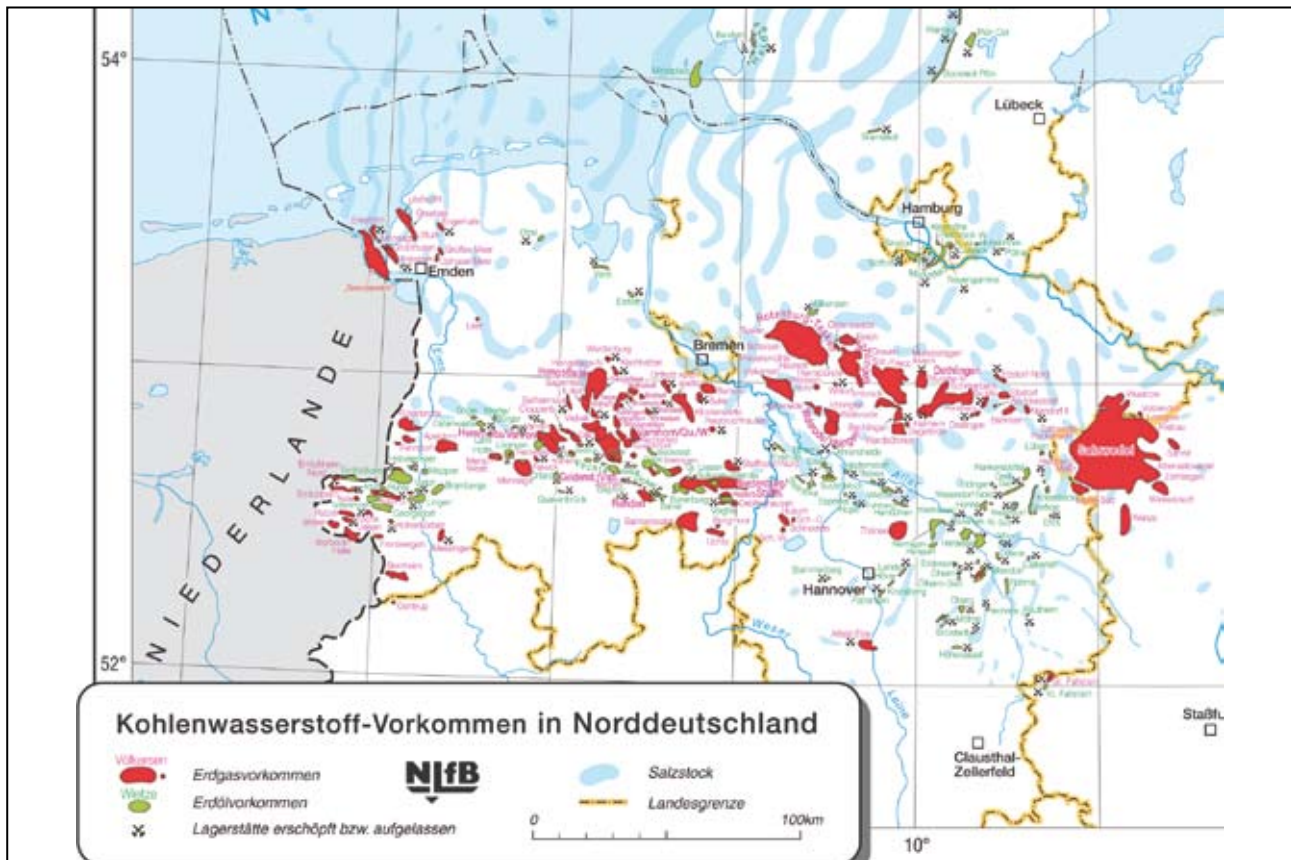


Abb. 2: Lagerstätten und potentielle Speicherformationen (ca. 10 Poren- und Aquiferspeicher sowie etwa 120 Kavernen)

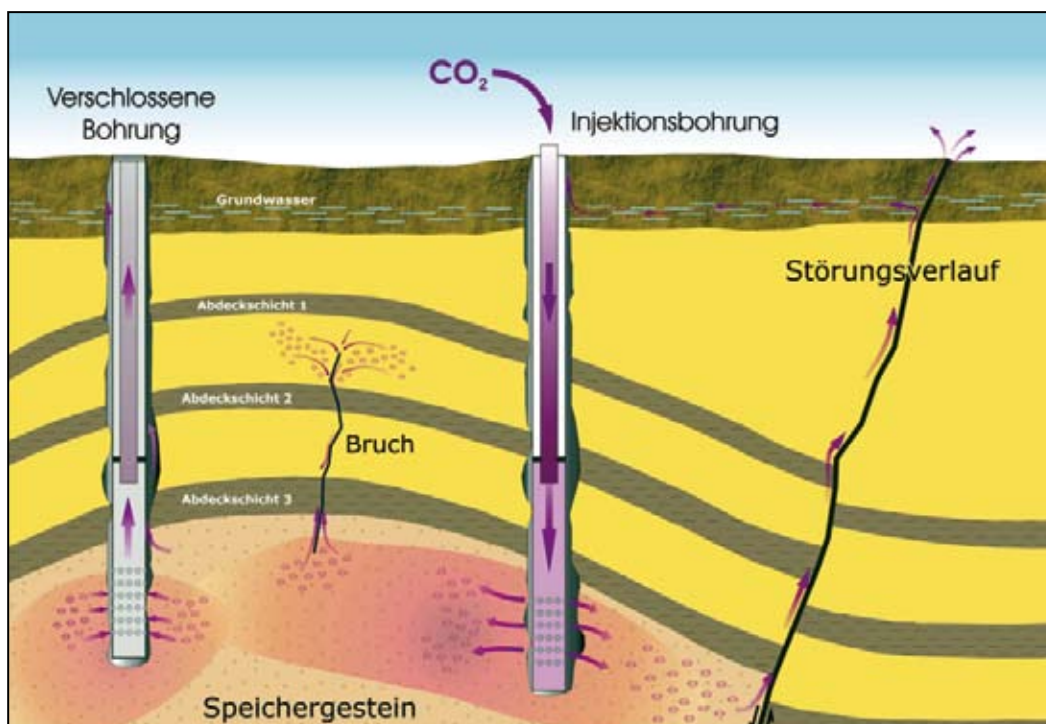


Abb. 3: Geologische Fragen zur Sicherheit
Quelle: BGR

Wesentliches Ergebnis der von OSPAR initiierten Arbeit ist ein Leitfaden - das „Framework for Risk Assessment and Management of Storage of CO₂ in Sub-Seabed Geological Formations – FRAM“. Darin werden die erforderlichen Schritte und Maßnahmen vorgegeben, um einen submarinen CO₂-Speicher sicher einrichten und betreiben zu können. Das LBEG unterstützt die BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) bei der Erarbeitung eines bundesweiten CO₂-Katasters. Darüber hinaus ist angedacht, die Strukturgeologie des Nordseeraumes zusammenfassend darzustellen, um die Standort-suche für potentielle CO₂-Deponien zu erleichtern.

Als Fazit ist festzuhalten, dass die wesentlichen technisch-geologischen Risiken für den Betrieb eines CO₂-Speichers bekannt sind, jedoch für jeden Standort individuell geprüft werden müssen.

Erkennbaren Forschungs- und Entwicklungsbedarf gibt es aus bergtechnischer Sicht insbesondere hinsichtlich der langfristigen Bohrlochintegrität. Hier sind weitere Optimierungen im Bereich der Korrosionsbeherrschung an metallischen Einbauten und Zementen erforderlich.

Annex 1	
Framework for Risk Assessment and Management of Storage of CO₂ Streams in Sub-seabed Geological Formations (FRAM)	
<p>Result of the Expert Workshop on Technical and Environmental issues of storage of CO₂ in sub-seabed geological formations, October 25-27 2006, London, United Kingdom. Further updated during the OSPAR ICG-CO₂ workshop, February 14-16 2007, Rijswijk, the Netherlands and following the meetings of the Offshore Industry (12-16 March 2007) and Biodiversity (26-30 March 2007) Committees of OSPAR.</p> <p>Edited by C.C. Karman (Chris.Karman@tno.nl) A.F.B. Wildenborg (Ton.Wildenborg@tno.nl) A. Tacoma (Aart.Tacoma@rws.nl)</p>	
0.	INTRODUCTION AND SUMMARY 2
1.	PROBLEM FORMULATION 6
2.	SITE SELECTION AND CHARACTERISATION 9
3.	EXPOSURE ASSESSMENT 12
4.	EFFECTS ASSESSMENT 16
5.	RISK CHARACTERISATION 18
6.	RISK MANAGEMENT 21
	APPENDIX I - INFORMATION NEEDS FOR RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT 26
	APPENDIX II - ISSUES SUBJECT TO FURTHER RESEARCH TO IMPROVE THE RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT 29
	APPENDIX III - GLOSSARY 32
	APPENDIX IV - LITERATURE 36

Abb. 4: Hauptinhalte des „FRAM“

Anschrift der Verfasser:

*Dr. Edda Hahlbeck
Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau*

*Kurt Machetanz
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie
An der Marktkirche 9
38678 Clausthal-Zellerfeld*