

Nationalpark



Nationalpark
Schleswig-Holsteinisches
Wattenmeer

Wattenmeermonitoring 2000



Impressum

Herausgeber:

Landesamt für den Nationalpark
Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer
Am Schloßgarten 1
25832 Tönning
www.wattenmeer-nationalpark.de
E-Mail: info@nationalparkamt.de

**Redaktion und Grafikbearbeitung:**

Kai Eskildsen

Herstellung:

Westholsteinische Verlagsanstalt
Boyens GmbH & Co. KG, Heide
Dezember 2000

ISSN-Nr. 0946-7645

Titel:

Feldarbeiten zur Vegetationsentwicklung
der Salzwiesen auf der Hamburger Hallig
(Foto: Martin Stock)

Diese Broschüre wurde aus
100 % Recyclingpapier hergestellt.

Zitiervorschlag:

Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer (Hrsg.; 2001): Wattenmeermonitoring 2000 – Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Sonderheft, 76 S.

Die Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer dient der Veröffentlichung wissenschaftlicher Arbeiten aus allen Gebieten der Wattenmeerforschung. Die Verantwortung für den fachlichen Inhalt der Hefte tragen die Autorinnen und Autoren.

Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der schleswig-holsteinischen Landesregierung herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von Personen, die Wahlwerbung oder Wahlhilfe betreiben, im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

Ästuarie: Das Habitat für eingeschleppte Makroinvertebraten

Stefan Nehring

Einführung

Seitdem Menschen Handel betreiben, sind oftmals unbeabsichtigt exotische Organismen in neue Lebensräume verschleppt worden. Dass Schiffe allgemein einen Transportvektor für fremde Tier- und Pflanzenarten darstellen und damit ein Risiko für Ökosysteme bergen können, ist seit über 100 Jahren bekannt und vielfach beschrieben worden (KRAEPLIN 1900). Aber erst seit wenigen Jahren werden diese „Neubürger“ als globales Umweltproblem angesehen, insbesondere, wenn sie ökonomische Einbußen verursachen oder die Gefahr hierzu besteht. Oft werden auch ökologische Schäden vermutet, da die meist konkurrenzstarken Exoten spezialisierte heimische Arten in ihrem Bestand bedrohen können.

Gern zitierte spektakuläre Fälle stammen meistens aus entfernteren Gebieten, wie zum Beispiel die in das Schwarze Meer eingeschleppte amerikanische Rippenqualle *Mnemiopsis leidyi*, die die Erträge in der dortigen Anchovisfischerei um 90 Prozent sinken lies (SHUSHKINA & MUSAY-

EVA 1990). Zudem wird befürchtet, dass die geographische Ausbreitung der sogenannten Neozoa oder Neophyta zur Vereinheitlichung früher getrennter Biozöosen und daher zu Biodiversitätsverlust in den Gewässern führt.

Grundvoraussetzung für eine sachgerechte Einschätzung zum ökologischen Gefahrenpotential eingeschleppter Arten ist eine umfassende Analyse ihres Auftretens und ihrer Verbreitung. An der deutschen Nordseeküste ist aktuell im Vergleich zum Phytoplankton und dem Makrophytobenthos mit jeweils sieben eingeschleppten Arten das Makrozoobenthos mit 26 nichtheimischen Arten am stärksten betroffen. Aus diesem Grund eignet sich das Makrozoobenthos besonders für eine diesbezügliche Analyse.

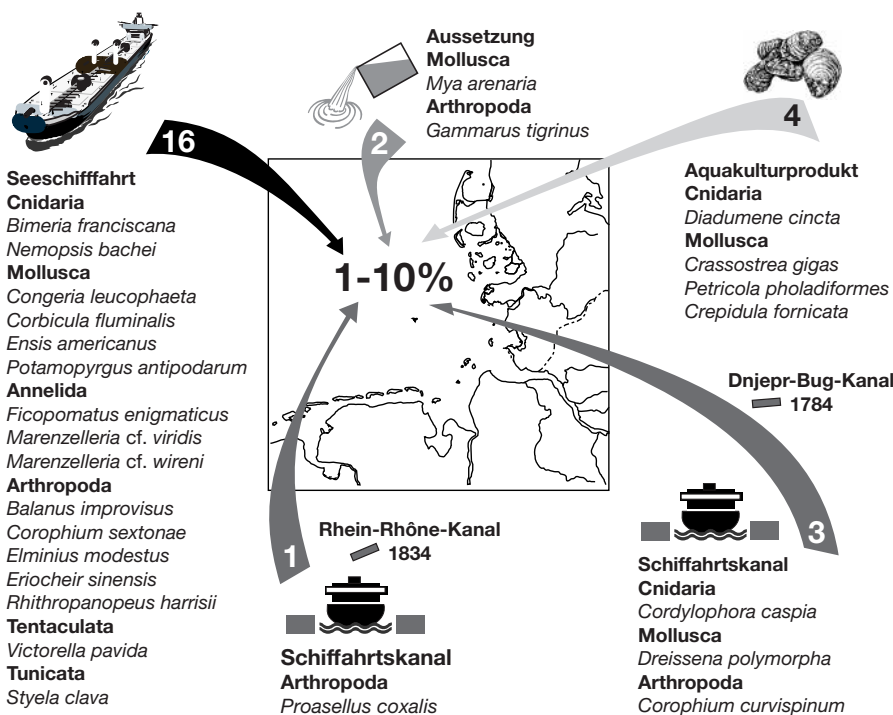
Transportvektoren

Potentielle Herkunftsgebiete für in die Nordsee integrierbare Tiere und Pflanzen sind vor allem durch vergleichbare abiotische Verhältnisse gekennzeichnet. Der größte Teil der Nordsee gehört zum Boreal, der kaltgemäßigten Klimazone. An der

deutschen Küste ist zusätzlich die Struktur mit Wattenmeer und Ästuarie ein wichtiger Faktor. Vergleichbare Bedingungen liegen teilweise auch in den kaltgemäßigten Regionen der Küste Süd- und Nordamerikas, Japans, Tasmaniens und Neuseelands vor. Die weitentfernte Lage verhindert jedoch einen intensiven natürlichen Faunenaustausch mit diesen Regionen. Schon eine Atlantiküberquerung mit der Meeresströmung, die mindestens zehn Monate in Anspruch nimmt, ist für Larven benthischer Organismen allgemein nicht zu überleben (THORSON 1961). Nur mit Hilfe von Driftkörpern wie Makroalgen oder Treibholz, die Habitat und Vorhandensein von Nahrungsressourcen bedeuten können, ist dies für einige wenige Arten zu schaffen. Organismen aus entfernten Regionen sind also in der Mehrzahl auf andere Vektoren angewiesen gewesen, wenn sie in der Nordsee auftauchten.

Schon in historischen Zeiten, beginnend mit den Transatlantikreisen der Wikinger, wurden fremde Arten in die Nordsee eingeschleppt. Subfossile Funde lassen vermuten, dass die Sandklaffmuschel *Mya arenaria* aus Nordamerika um 1000 durch die Wikinger nach Nordeuropa vermutlich bewußt als Nahrungsreserve mitgeführt und hier auch freigesetzt wurde (HESSLAND 1945, PETERSEN et al. 1992).

Haupttransportvektor für die deutsche Nordseeküste ist mit aktuell 16 eingeschleppten Makrozoobenthosarten die interkontinentale Seeschifffahrt (Abbildung 1), durch welche die Organismen vor allem als Aufwuchs an der Außenhaut aber auch im Ballastwasser neue Seegebiete



◀ Abbildung 1: Neozoa an der deutschen Nordseeküste. Eingeschleppte Makroinvertebraten, Transportvektoren und wichtige Kanäle mit Datum ihrer Eröffnung. Anteil der Neozoa am Gesamtartenbestand: 1% bei Helgoland, 3% im Wattenmeer, 7% in brackischen Kanälen und Gräben und 10% in den Ästuarie.



erreichen. Insgesamt vier Neozoa-Arten konnten sich bisher durch den Transfer von Aquakulturprodukten bei uns etablieren. Neben der seit 1986 ins Wattenmeer ausgebrachten und hier seit einigen Jahren sich reproduzierenden Pazifischen Auster *Crassostrea gigas* wurden durch die während der letzten 100 Jahre unzähligen Muschelkulturversuche unbewußt drei weitere Arten miteingeschleppt (Beispiel Amerikanische Pantoffelschnecke *Crepidula fornicata*). Aufgrund der limnischen Barriere spielt der Faunenaustausch über Kanäle für die deutsche Nordseeküste im Gegensatz zum Binnenbereich und der Ostseeküste (siehe NEHRING 1999a) eine untergeordnete Rolle. Es gelang aber bisher drei pontokaspischen Arten sowie der Mittelmeer-Assel *Proasellus coxalis* bis in den schwachbrackigen Bereich der Ästuarzone vorzudringen (Abbildung 1).

Verbreitung

Nach RACHOR et al. (1995) sind in der Nordsee insgesamt zur Zeit etwa 1.500 marine Makrozoobenthosarten bekannt. Davon werden im deutschen Nordseebereich schätzungsweise 800 gefunden. Allein für den Raum Helgoland sind über 650 Arten beschrieben. Bei einem Abgleich mit der aktuellen „Helgoländer Check-List“ von HARMS (2000) zeigt sich, das zurzeit hier nur sechs Neozoa vorkommen, was einem Anteil von etwa einem Prozent am Gesamtbestand entspricht. Für die offene Deutsche Bucht wäre hier noch ergänzend die Amerikanische Schwertmuschel *Ensis americanus* zu nennen. Im deutschen Wattenmeer, wo etwa 350 Makrozoobenthosarten vorkommen, beträgt der Neozoaanteil ungefähr drei Prozent. In der Brackwas-

serzone der Ästuarzone kommen bei einer Salinität von 0,5 bis 18 PSU etwa 200 Arten vor. Hier besitzen die Neozoa mit insgesamt 19 Arten (ca. 10 %) den höchsten Anteil am Artenspektrum (Tabelle 1). Für die brackigen Kanäle und Gräben an der deutschen Nordseeküste gibt es zurzeit keine Angabe für die Artenanzahl beim Makrozoobenthos. Durch vorliegende Untersuchungen ist davon auszugehen, dass die Artenanzahl etwa in der Größenordnung der Ästuarzone liegen wird. Der Anteil der Neozoa dürfte demnach bei etwa sieben Prozent liegen.

Auffällig ist, dass der größte Anteil der Neozoa sich in den Ästuarien etabliert hat. Hierfür sind wahrscheinlich mehrere Gründe verantwortlich:

- In den Ästuarien kommen die in den limnischen Bereich eingeschleppten salztoleranten Arten zuerst mit der Küste in Berührung (aktuell vier Arten, siehe Abbildung 1).
- Die Ästuarzone ist durch intensiven Verkehr von Seeschiffen aus Übersee charakterisiert (BMV 1992), wobei Ballastwasser oft aus brackigen Seegebieten stammt (GOLLASCH 1996).
- Knapp die Hälfte der Neozoa in den Nordseeästuarien gehört zur Gruppe der genuinen Brackwassertiere, die eine hohe Toleranz gegenüber wechselnden Umweltbedingungen und hierdurch eine hohe Überlebenswahrscheinlichkeit beim Transport besitzen (Tabelle 1).
- Wesentlich ist, dass im Brackwasser allgemein ein ausgeprägtes Artenminimum zu verzeichnen ist, also bei weitem nicht alle ökologischen Nischen voll ausgefüllt sind (Abbildung 2).

Tabelle 1: Neozoa an der deutschen Nordseeküste. Vorkommen und vierstufiger Etablierungsgrad eingeschleppter Makroinvertebraten in marinen und brackigen Gewässern (verändert nach NEHRING & LEUCHS 1999a). * genuine Brackwasserart; ¹⁾ nur bei Helgoland; ²⁾ nur bei Sylt; ³⁾ nur Hafenbecken in Emden.

	offene Deutsche Bucht	Wattenmeer	Ästuarzone	Kanäle, Gräben
Cnidaria				
Anthozoa <i>Diadumene cincta</i>	regelmäßig ¹⁾			
Hydrozoa <i>Bimeria franciscana</i>			ausgestorben?	regelmäßig
<i>Cordylophora caspia</i> *			häufig	häufig
<i>Nemopsis bachei</i> *			häufig	
Arthropoda				
Amphipoda <i>Corophium curvispinum</i>			selten	
<i>Corophium sextonae</i>	? ¹⁾	selten ²⁾		
<i>Gammarus tigrinus</i> *			selten	tw. häufig
Isopoda <i>Proasellus coxalis</i>			selten	tw. häufig
Cirripedia <i>Balanus improvisus</i> *	selten ¹⁾	selten	tw. häufig	regelmäßig
<i>Elminius modestus</i>	regelmäßig ¹⁾	häufig	häufig	häufig
Decapoda <i>Eriocheir sinensis</i>		regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig
<i>Rhithropanopeus harrisii</i> *			selten	regelmäßig
Mollusca				
Bivalvia <i>Congeria leucophaeta</i> *			selten	regelmäßig
<i>Corbicula fluminalis</i>			selten	
<i>Crassostrea gigas</i>		regelmäßig		
<i>Dreissena polymorpha</i>				regelmäßig
<i>Ensis americanus</i>	selten	häufig	häufig	
<i>Mya arenaria</i>	tw. häufig	häufig	regelmäßig	regelmäßig
<i>Petricola pholadiiformis</i>	selten	selten	selten	
Gastropoda <i>Crepidula fornicata</i>	selten	selten	selten	
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> *			selten	regelmäßig
Annelida				
Polychaeta <i>Ficopomatus enigmaticus</i>			häufig ³⁾	
<i>Marenzelleria cf. viridis</i> *			regelmäßig	?
<i>Marenzelleria cf. wireni</i> *		?	häufig	?
Tentaculata				
Bryozoa <i>Victorella pavida</i> *				regelmäßig
Tunicata				
Asciacea <i>Styela clava</i>		selten ²⁾		

Leere ökologische Nischen

Die deutsche Nordseeküste und speziell das Wattenmeer mit seinen Ästuarien sind aufgrund ihrer geologischen Geschichte und abiotischer Besonderheiten ein Lebensraum, der natürlicherweise durch „verarmte“ Lebensgemeinschaften charakterisiert ist. Zusätzlich lastet auf diesem



Gebiet eine Vielzahl von menschlichen Eingriffen, die zusätzlich dazu beitragen, dass nicht alle ökologischen Nischen besetzt sind. Dieses Phänomen ist für die erfolgreiche Etablierung fremder Arten von entscheidender Bedeutung.

Eiszeit

Die Nordsee ist geologisch betrachtet ein junges Gebilde. Durch die während der letzten 350.000 Jahre aufgetretenen Kalt- und Warmzeiten wurde die Nordsee mehrmals vollkommen unstrukturiert. Noch bei der letzten Kälteperiode, der Weichsel-Kaltzeit, lag der Spiegel der Nordsee in der Zeitspanne zwischen 115.000 bis 10.000 Jahre vor heute durchgehend mehr als 45 m unter dem heutigen Niveau. Teile der heutigen Nordsee waren durch Gletscher bedeckt beziehungsweise weitgehend trocken. Durch das Abschmelzen der Gletscher und durch das weitere Ansteigen des Meeresspiegels begann vor etwa 5.000 Jahren die Bildung der rezenten Watten (STREIF 1996). Die heute vorgefundene Artenvielfalt ist also das Resultat einer erst jungen Besiedlungsgeschichte, die bisher nicht ausgereicht hat, um in der Nordsee „gesättigte“ Lebensgemeinschaften komplett auszubilden.

Anthropogene Eingriffe

Vor allem der Küstenbereich unterliegt dermaßen vielfältigen zivilisatorischen Einflüssen, wie zum Beispiel Eindeichungen, Fischerei, Baggeraktivitäten, diffusen Schadstoffeinträgen, dass die natürliche Ausbildung von Lebensgemeinschaften anhaltend gestört wird. Hierdurch werden auf der einen Seite durch das anthropogen verursachte Artensterben ökologische Nischen frei, auf der anderen Seite neue, bisher nicht existente ökologische Nischen angeboten.

Brackwasser

Im Vergleich zur offenen Nordsee und dem Wattenmeer gibt es in den Ästuarien eine Besonderheit, die eine ganz entscheidende Rolle für die besonders erfolgreiche Etablierung fremder Arten spielt: das natür-

liche Artenminimum im Brackwasser. Dieses Phänomen, das REMANE (1934) anhand von Makrozoobenthosuntersuchungen aus der Ostsee nachgewiesen hat, findet sich auch bei den Makroinvertebraten der Elbe (Abbildung 2).

Durch verschiedene Monitoringprogramme sowie einer Vielzahl von speziellen Untersuchungen, die in den letzten Jahren vor allem durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde in der Elbe von der Quelle (in Zusammenarbeit mit dem tschechischen Masaryk Water Research Institute Prag) bis zur Mündung durchgeführt wurden, ist hier die Kenntnis zum Vorkommen einheimischer und eingeschleppter Makrozoobenthosarten besonders gut. Wie auch bei REMANE (1934) beschrieben, tritt im mesohalinen Bereich (5–18 ‰ Salinität) der Elbe die größte Artenarmut an einheimischen Tieren auf. Im Gegensatz dazu ist dieser Bereich durch die höchste Anzahl an Neozoaarten charakterisiert. Sowohl stromabwärts bis in den vollmarinen Bereich als auch stromaufwärts reduziert sich ihre Anzahl, wobei im Quellgebiet der Elbe bisher keine einzige Neozoaart gefunden werden konnte. Eine Analyse durch WOLFF (1999) für die niederländischen Ästuarien zeigte ebenfalls ein gehäuftes Vorkommen eingeschleppter Makroinvertebraten im Mesohalinalikum.

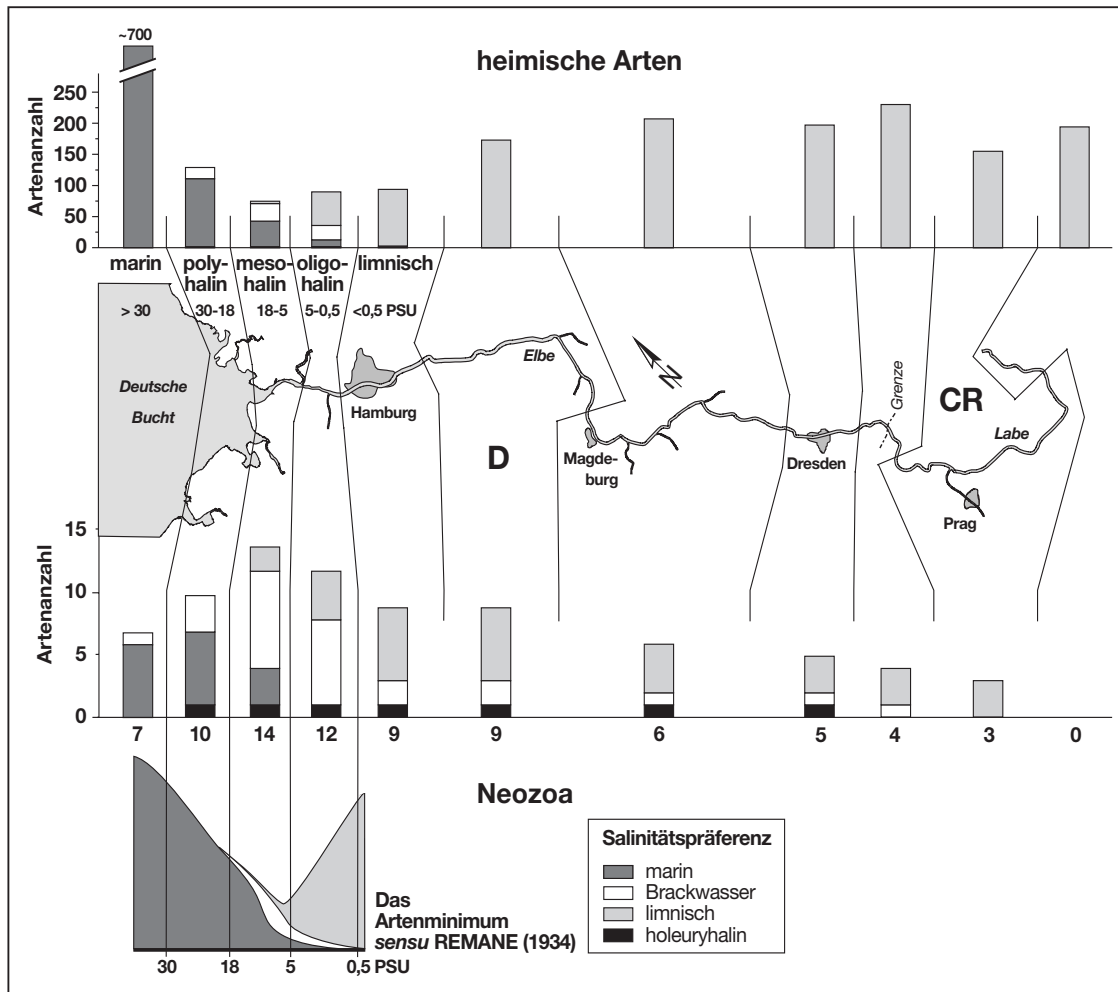
Aus diesen Erkenntnissen lässt sich die einfache Schlussfolgerung ziehen, dass, je „ärmer“ eine Lebensgemeinschaft ist oder je mehr freie ökologische Nischen in einem Lebensraum vorhanden sind, sich hier um so mehr fremde Arten potentiell ansiedeln können. Es ist gewissermaßen noch Platz für Einwanderer vorhanden, sofern diese – in den Ästuarien – das für die meisten Organismen lebensfeindliche Brackwasser ertragen. Vor allem Brackwasserarten sind für eine Besiedlung dieses Bereiches prädestiniert, wie es auch in der Elbe aktuell bei den Neozoa zu beobachten ist (Abbildung 2). Im meso- und polyhalinen Bereich ist diese Gruppe mit knapp 60 Prozent im Vergleich zu ihrem Anteil bei der heimischen Fauna mit gut 30 Prozent stark überrepräsentiert.

Vor dem Hintergrund, dass durch die vielfältigen anthropogenen Eingriffe in den Ästuarien einheimische echte Brackwasserarten stark zurückgedrängt wurden (MICHAELIS 1994), könnte die Etablierung einer „neuen“ Brackwasserfauna durch eingeschleppte Arten ein Gewinn für die Biodiversität darstellen. Eine umfassende Diskussion zu dieser Thematik hat bisher aber nicht stattgefunden, wie auch die im nachfolgenden Kapitel aufgeführten Beispiele verdeutlichen.

Gute Neobiota, schlechte Neobiota

Eingeschleppte Arten werden oft grundsätzlich als ökologisch und ökonomisch bedenklich eingestuft (GOLLASCH 1996). Prüft man dieses für den deutschen Küstenbereich, wird schnell deutlich, dass die Neozoa hier unter den Makroinvertebraten bisher keine eindeutigen Problemfälle darstellen.

Worin begründet sich die relative ökologische und ökonomische Unbedenklichkeit der bis heute an die deutsche Nordseeküste eingeschleppten Tierarten? In Inselbiotopen, wo die abiotischen Verhältnisse meistens ausgeglichen sind, können sich die Arten im Verlauf der gemeinsamen Evolution eng aufeinander abstimmen. Es entsteht ein festgefügtes Beziehungsnetz, in dem eingeschleppte Arten dramatische Auswirkungen verursachen können (DRAKE et al. 1989). In den deutschen Küstengewässern ist dies anders. Hier werden die Lebensgemeinschaften durch die Jahreszeiten, durch den Tiderhythmus mit Ebbe und Flut, durch wechselndes Abflußregime etc. immer wieder massiv gestört, so dass es nicht zu einem austarierten Beziehungsnetz kommt. Da spielt es mit Blick auf die Stabilität der verschiedenen Ökosysteme kaum eine Rolle, wenn Fremdlinge sich hier etablieren können. Sie werden einfach integriert, zumal – wie am Beispiel der Elbe gezeigt – die eingeschleppten Arten vor allem dann die besten Chancen für eine dauerhafte Etablierung besitzen, wenn sie eine poten-



◀ Abbildung 2: Makrozoobenthos und das Artenminimum im Brackwasser *sensu* REMANE (1934). Artenanzahl und Salinitätspräferenz einheimischer und eingeschleppter Makroinvertebraten im Gesamtverlauf der Elbe von der Quelle bis zur Mündung (ARGE ELBE 1991, BFG unveröffentl., HARMS 2000, NEHRING & LEUCHS 1999b, PETERMEIER et al. 1996, SCHÖLL & FUKSA 2000).

tielle freie ökologische Nische besetzen können.

Zu bedenken bleibt aber, dass es durch die verstärkte geographische Ausbreitung von Arten theoretisch weltweit zu mehr oder weniger identischen Faunengemeinschaften kommen kann und dadurch ein Biodiversitätsverlust zu befürchten ist. Jede Biodiversitätsstrategie wird aber Vorstellungen entwickeln müssen, welche die tragenden Elemente der Biodiversität sind und welche Rolle hierbei die eingeschleppten Arten spielen können (NEHRING 2000a).

Austern

Bis in die 1920er Jahre waren die sublitoralen Bänke der Europäischen Auster *Ostrea edulis* ein prägendes Strukturelement in dem an Hartsubstrat armen Wattenmeer. In seiner Umgebung konzentrierte sich das Meeresleben, da die Bänke einer Vielzahl von Begleitarten Lebensraum, Rückzugs-

gebiet, Nahrungs- und Laichplatz boten. Über 100 von den etwa 350 Makrozoobenthosarten des deutschen Wattenmeeres waren mit der Europäischen Auster vergesellschaftet, so dass KARL MÖBIUS (1877) den Begriff der »Biocoenosis oder Lebensgemeinschaft« entwickelte. Durch jahrelange kommerzielle Übernutzung der Austernbänke kam es jedoch zu einem völligen Verschwinden dieses Biototyps. Neben der Europäischen Auster wurden hierdurch auch viele typische Begleitarten wie zum Beispiel die Sandkoralle *Sabellaria spinulosa* oder die Meerhand *Alcyonium digitatum* stark in ihrem Bestand dezimiert.

Durch starke Brutfälle 1991 und 1994 hat sich die seit 1986 in einer Austernparzelle südlich von List im Sylter Wattenmeer kommerziell genutzte nichtheimische Pazifische Auster *Crassostrea gigas* auch außerhalb der Kultur vor allem als Epibiont

auf eulitoralischen Miesmuschelbänken des nordfriesischen Wattenmeeres ausbreiten können (REISE 1998). Schon seit Anfang der 1980er Jahre wird dieses Neozoon aus dem niederländischen und seit 1998 auch aus dem ostfriesischen Wattenmeer gemeldet (WEHRMANN et al. 2000).

Eine Änderung der Wattenmeerbiocoenose durch die Pazifische Auster verbunden mit einer großflächigeren Etablierung des Wattenmeer typischen Biotops Austernbank – wenn auch vor allem im Eulitoral – scheint bei den jetzigen abiotischen Bedingungen möglich. Eine kommerzielle Nutzung dieser freilebenden Bestände könnte es daher in absehbarer Zeit geben, wodurch der Verlust an nutzbaren Miesmuscheln vermutlich finanziell kompensiert werden könnte. Langfristig wird es durch *Crassostrea gigas* zu einer Strukturbereicherung, wahrscheinlich verbunden mit



Bestandserhöhungen von einheimischen Austernbankbegleitformen (z.B. der Seepocke *Verruca stroemia* und des Borstenwurmes *Pomatoceros triqueter*), im Wattenmeer kommen. Aus diesem Grund könnte aus der Etablierung dieser gebietsfremden Art ein möglicher Gewinn für die Biodiversität abgeleitet werden. Grundsätzlich sollte aber, wie auch im „Quality Status Report of the Wadden Sea“ gefordert, die Bestandsentwicklung von *Crasostrea gigas* überwacht werden, um die Auswirkungen auf die einheimischen Lebensgemeinschaften eindeutig dokumentieren zu können (NEHRING 1999b).

Schlickgras

Die Pazifische Auster ist aber nicht die erste eingeschleppte „keystone species“ im Wattenmeer. Als eine weitere wichtige Art wäre hier zum Beispiel das Schlickgras *Spartina anglica* zu nennen, das vor allem in den 1920er Jahren vielfach zur Landgewinnung in Nordeuropa angepflanzt wurde. Heute kommt das Schlickgras im gesamten Wattenmeer vor und hat das Bild der unteren Salzwiese deutlich verwandelt. REISE (1994) diskutiert das Vorkommen dieses Neophytons kritisch und merkt an, dass die ökologischen Folgen von Anpflanzungen mit Exoten oder gentechnisch erzeugten Arten nicht kalkulierbar sind. Aufgrund ihrer wichtigen Funktion als Pionierpflanze beim Erhalt und bei der Vergrößerung der Salzwiesen besitzt sie trotz ihres Status als eingeschleppte Art heute aber eine gewisse positive Naturschutzrelevanz (siehe STOCK & KIEHL 2000).

Ausblick

Abschließend bleibt festzustellen, dass bis heute – 10.000 Jahre nach der letzten Eiszeit – kein komplettes Artenspektrum für alle ökologischen Nischen in den deutschen Küstengewässern der Nordsee vorhanden ist. Damit sind weiterhin viele ungenutzte Möglichkeiten für eine Etablierung nichtheimischer Arten vorhanden.

Aufgrund erster ökologischer Hinweise

ist anzunehmen, dass Klimaveränderungen in nächster Zukunft zu umfangreichen Veränderungen in den Biocoenosen der deutschen Küstengewässer führen werden. Zusätzlich wird mit einer vermehrten Verschleppung fremder Tier- und Pflanzenarten zu rechnen sein, sollte bei der globalen Nutzung von alternativen Schiffsanstrichen nicht die Effektivität von tributylzinnhaltigen Farben erreicht werden (NEHRING 2000b).

Da aber eine abschließende Bewertung zum Status nichtheimischer Arten im Bezug auf Biodiversität und Naturschutz aussteht, sollte gerade im Rahmen von Monitoringprogrammen hier ein besonderer Schwerpunkt gelegt werden. Für das Wattenmeer könnte das TMAP in Zukunft das Instrument zur Beantwortung der Frage werden, inwieweit der Arteintrag unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen hierbei grundsätzlich als wesentlich zu erachten ist, ob er verhindert, ob eine gezielte Ausrottung schon etablierter Neobiota eingeleitet oder ob der „Natur“ freier Lauf gewährt werden sollte.

Literatur

ARGE ELBE (1991): Das oberflächennahe Zoobenthos der Elbe als Indikator für die Gewässerqualität. – Wassergütestelle Elbe, Hamburg, 108 S.

BMV (1992): Binnenschifffahrt und Bundeswasserstraßen – Jahresbericht 1991. – Bundesminister für Verkehr, Bonn, 69 S.

DRAKE, J. A., H. A. MOONEY, F. DI CASTRI, R. H. GROVES, F. J. KRUGER, M. REJMÁNEK & M. WILLIAMSON (Hrsg.) (1989): Biological invasions – A global Perspective. – John Wiley & Sons, New York, 525 S.

GOLLASCH, S. (1996): Untersuchungen des Arteintrages durch den internationalen Schiffsverkehr unter besonderer Berücksichtigung nichtheimischer Arten. – Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 312 S.

HARMS, J. (2000): Artenliste der Meeresstation Helgoland, Internet Version Stand Februar 2000. – <http://www.meeresforschung.de/html/helgoland/artenliste.htm> (siehe auch Helgoländer Meeresuntersuch. 47, 1–34, 1993).

HESSLAND, I. (1945): On the quaternary *Mya* Period in Europe. – Ark. Zool. (Stockholm), 37 A (8): 1–51.

KRAEPLIN, K. (1900): Ueber die durch den Schiffsverkehr in Hamburg eingeschleppten Tiere. – Mitt. Naturhist. Museum Hamburg 18: 185–209.

MICHAELIS, H. (1994): Der Schwund echter Brackwasserarten in Ästuaren und kleinen Mündungsgewässern. – In: Lozán, J. L., E. Ráchor, K. Reise, H. von Westernhagen & W. Lenz (Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. – Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin: 178–181.

MÖBIUS, K. (1877): Die Auster und die Austernwirthschaft. – Wiegandt, Hempel & Parey, Berlin, 126 S.

NEHRING, S. (1999a): Zur Rolle der Seeschifffahrt bei der Einschleppung fremder Tierarten (Makrozoobenthos) in deutsche Gewässer. – In: Gesellschaft für angewandten Umweltschutz und Sicherheit im Seeverkehr (Hrsg.): Umweltaspekte der Seeschifffahrt. – GAUSS Forum, Bremen: 101–110.

NEHRING, S. (1999b): Oyster beds and *Sabellaria* reefs. – In: De Jong, F., J. F. Bakker, C.J.M. van Berkel, N.M.J.A. Dankers, K. Dahl, C. Gätje, H. Marencic & P. Potel (Hrsg.): Wadden Sea Quality Status Report. – Wadden Sea Ecosystem No. 9: 146–147.

NEHRING, S. (2000a): Biodiversität und Naturschutz in aquatischen Systemen – zum Status eingeschleppter Tierarten. – Wasser & Boden 51 (1/2): 23–26.

NEHRING, S. (2000b): Das TBT-Dilemma. – Mitt. Dt. Gesell. Meeresforsch. 3/2000: 27–30.

NEHRING, S. & H. LEUCHS (1999a): Neozoa (Makrozoobenthos) an der deutschen Nordseeküste – Eine Übersicht. – Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Bericht BfG-1200: 131 S.

NEHRING, S. & H. LEUCHS (1999b): The BfG-Monitoring in the German North Sea estuaries: macrozoobenthos. – Senckenbergiana marit. 29, Suppl.: 107–111.

PETERMEIER, A., F. SCHÖLL & T. TITTIZER (1996): Die ökologische und biologische Entwicklung der deutschen Elbe – Ein Literaturbericht. – Lauterbornia 24: 1–95.



- PETERSEN, K. S., K. L. RASMUSSEN, J. HEI-NEMEIER & N. RUD (1992): Clams before Columbus? – *Nature* (Lond.) 359: 679.
- RACHOR, E., J. HARMS, W. HEIBER, I. KRÖNCKE, H. MICHAELIS, K. REISE & K.-H. V. BERNEM (1995): Rote Liste der bodenlebenden Wirbellosen des deutschen Wattenmeer- und Nordseebereichs. – *Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch.* 44: 63–74.
- REISE, K. (1994): Das Schlickgras *Spartina anglica*: die Invasion einer neuen Art. – In: Lozán, J. L., E. Rachor, K. Reise, H. von Westernhagen & W. Lenz (Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. – Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin: 211–214.
- REISE, K. (1998): Pacific oysters invade mussel beds in the European Wadden Sea. – *Senckenbergiana marit.* 28: 167–175.
- REMANE, A. (1934): Die Brackwasserfauna. – *Verh. dt. zool. Gesell.* 36: 34–74.
- SCHÖLL, F. & J. FUKSA (2000): Das Makrozoobenthos der Elbe vom Riesengebirge bis Cuxhaven. – Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, 29 S.
- SHUSHKINA, E. A. & E. I. MUSAYEVA (1990): Structure of planktic community of the Black Sea epipelagic zone and its variation caused by invasion of a new Ctenophore species. – *Oceanology* 30: 225–228.
- STOCK, M. & K. KIEHL (Hrsg.) (2000): Die Salzwiesen der Hamburger Hallig. – Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Heft 11, Boyens, Heide, 88 S.
- STREIF, H. (1996): Die Entwicklung der Küstenlandschaft und Ästuare im Eiszeitalter und in der Nacheiszeit. – In: Lozán, J. L. & H. Kausch (Hrsg.): Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. – Parey, Berlin: 11–19.
- THORSON, G. (1961): Length of pelagic larval life in marine bottom invertebrates as related to larval transport by ocean currents. – In: Sears, M. (Hrsg.): *Oceanography*. – Amer. Ass. Adv. Sci. Publication 67: 455–474.
- WEHRMANN, A., M. HERLYN, F. BUNGENSTOCK, G. HERTWECK & G. MILLAT (2000): The distribution gap is closed – First record of naturally settled Pacific Oysters *Crassostrea gigas* in the East Frisian Wadden Sea, North Sea. – *Senckenbergiana marit.* 30: 153–160.
- WOLFF, W. J. (1999): Exotic invaders of the meso-oligohaline zone of estuaries in The Netherlands: why are there so many? – *Helgoländer Meeresunters.* 52: 393–400.