

Folgen der Invasion von Aliens

Warum war „Holland in Not“?

Auswirkungen eingeschleppter Arten

Der Ausspruch „Holland in Not“ findet häufig Verwendung und ist weitgehend bekannt. Zumeist wird mit dieser Redewendung ein unvorhergesehenes Ereignis mit einschneidender oder sogar katastrophaler Wirkung beschrieben. Weitgehend unbekannt dagegen ist, dass diese Aussage auf das massenhafte Auftreten einer eingeschleppten nichtheimischen Art zurückgeht, dem Schiffsbohrwurm *Teredo navalis*.

Einschleppung

Die Einschleppung nichtheimischer Arten kann auf natürliche Weise durch den Transport einzelner Individuen, beispielsweise im Gefieder von Vögeln, durch den Aufwuchs auf Schildkröten, durch Meeresströmungen oder Wanderungen erfolgen. Geringfügige Klimaveränderungen können dann dazu führen, dass sich neue Arten ansiedeln. Schon die lokale Aufheizung von Gewässern durch Kraftwerksabwasser führte zur Ansiedlung nichtheimischer Arten (KÜHL 1977, CARLTON 1985).

Der weitaus größere Teil der in hiesigen Küstengewässern vorkommenden nichtheimischen Arten ist durch beabsichtigte oder unbeabsichtigte Aktivitäten des Menschen eingetragen worden. Der beabsichtigte Eintrag nichtheimischer Arten erfolgt zumeist für Aquakultur- oder Forschungszwecke. Als unbeabsichtigte Eintragungsmöglichkeit dagegen ist in erster Linie der Schiffsverkehr zu nennen. Im Ballastwasser, im Sediment in den Ballasttanks und im Aufwuchs an der

Schiffsaußenhaut werden unbeabsichtigt große Mengen nichtheimischer Arten transportiert, die z.B. beim Abpumpen des Ballastwassers in die Nordsee eingetragen werden (REISE 1991, ENO 1994, JANSSON 1994).

Nichtheimische Arten werden häufig

nach Europa eingeschleppt wurde (FÖRSTER (ed.) 1920).

Der Name Schiffsbohrwurm trägt, da *Teredo navalis* eine Muschelart ist. Sein wurmähnliches Aussehen hat ihm den Namen Bohrwurm eingetragen. Ursprünglich, vermutlich in warm-

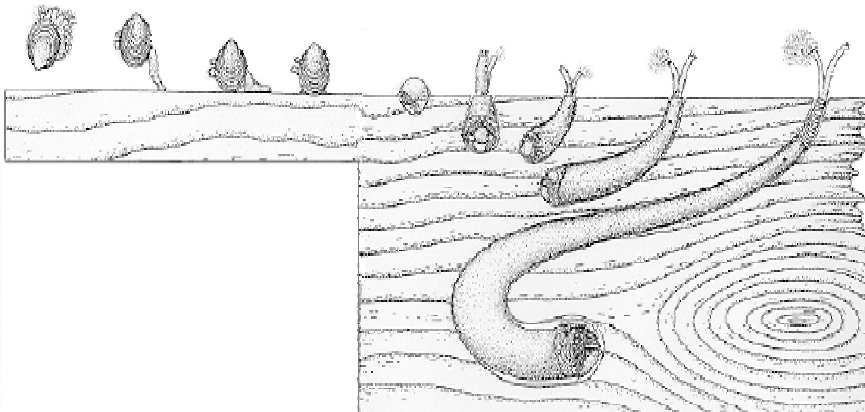


bezeichnet als Exoten, Aliens, Invasoren, Gäste, Neozoen oder eingeschleppte Arten. Allen gemeinsam ist das erstmalige Vorkommen in Regionen, wo diese in früheren Zeiten nicht auftraten. Nach Definition werden die Arten als nichtheimisch eingestuft, die nach 1492, dem Zeitpunkt der Entdeckung Amerikas durch Kolumbus, gefunden wurden. Eine der ersten dokumentierten nichtheimischen Arten, die im Bereich der Nordsee festgestellt wurde, ist der Schiffsbohrwurm *Teredo navalis*. Es wird vermutet, dass der Bohrwurm vor mehr als 250 Jahren, eingebort in hölzernen Schiffsrump-

gemäßigten Regionen und den Tropen Ostasiens beheimatet, wurde *T. navalis* seit Jahrhunderten durch Holzschiffe verbreitet. Die Muschel bohrt in alle im Seewasserbereich eingesetzten Holzarten Röhren und durchlöchert diese dadurch siebartig. Bei hohen Individuendichten ist ein Zusammenbruch der Holzteile unausbleiblich. So manche Holzschiffe sind ihr zum Opfer gefallen (EDMONDSON 1962).

Lebensweise und Entwicklung

T. navalis wird wenige Jahre alt und



durchläuft während der Entwicklung wie die meisten Muscheln ein planktisches Larvenstadium. Unter optimalen Bedingungen werden in drei bis vier Schüben pro Jahr bis zu fünf Millionen Eier erzeugt. Geschlüpfte Larven halten sich je nach Temperatur und anderen abiotischen Bedingungen von wenigen Tagen bis zu mehreren Wochen im freien Wasser auf und werden durch Meeresströmungen oder im Ballastwasser von Schiffen verbreitet, wie Funde in nordamerikanischen und deutschen Ballastwasseruntersuchungen belegen. Neben der Ausbreitung als Larve können auch ausgewachsene Tiere eingebohrt in Treibholz oder Holzschiffen über weite Strecken transportiert werden (FÖRSTER (ed.) 1920, TURNER und JOHNSON 1971, IBRAHIM 1989). In Australien wurde ein maximaler Neubefall von mehr als 100 Bohrmuscheln auf einer Holzfläche von 10 x 30 cm festgestellt (IBRAHIM 1989).

Der ausgewachsene Bohrwurm wird bis zu 20 cm lang. Mit zu Raspelwerkzeugen umgebildeten kleinen Muschelschalen bohrt er Röhren, die mit Kalkausscheidungen ausgekleidet werden, in und durch untergetauchtes Holz. Die so erzeugten Wohnröhren werden mit Kalk ausgekleidet. Als Vorteile der holzbohrenden Lebensweise sind in erster Linie Schutz und Nahrung zu nennen. Im Holz ist der Schiffsbohrwurm vor Fressfeinden und zu starker Strömung geschützt. Gleichzeitig ernährt sich die Muschel von dem Holz. Ein Wasseraustausch

durch die Röhre zur Umgebung ist notwendig, um die Sauerstoffzufuhr und Versorgung mit zusätzlicher Nahrung zu gewährleisten. Die Röhre kann jedoch mit Kalkplatten wochenlang verschlossen werden, wenn ungünstige Bedingungen auftreten (BECKER 1958).

In den Zeiten des Holzschiffbaus wurde der Schiffsbohrwurm nahezu weltweit verbreitet. Nach Angaben von Historikern wird sogar der Untergang der spanischen Armada 1588 bei ihrer Schlacht gegen die Engländer auf die Bohraktivität von *T. navalis* zurückgeführt. Die durch den Befall mit Bohrwürmern erzeugte Instabilität der damaligen Holzschiffe bewirkte ein Sinken der hölzernen Kriegsschiffe (WILLMANN 1989). Da der Stahlschiffbau die Bauweise aus Holz weitgehend ersetzt hat, erfolgt heute die Ausbreitung zumeist im Ballastwasser von Schiffen (FÖRSTER (ed.) 1920, IBRAHIM 1989).

T. navalis kommt auch in der westlichen Ostsee vor (LEPPÄKOSKI 1994), obwohl hier niemals Larven im freien Wasser festgestellt wurden (QUAYLE 1964). Es wurde vermutet, dass die Schiffsbohrwürmer mit Salzwassereintrüben aus der Nordsee in unregelmäßigen Abständen immer wieder eingetragen wurden. Erstmals 1997 wurden nun auch Larven im Bereich der Ostsee festgestellt. Diese fand man jedoch nicht im freien Wasser, sondern in der Mantelhöhle der Elterntiere. Dennoch wird dies als In-

diz für eine erfolgreiche Fortpflanzung angesehen (Gosselck pers. Mitt.).

Da das Vorkommen auf Brackwasser und Salzwasser mit Salzgehalten von 9 bis 35 ‰ beschränkt ist (BECKER 1958, PLATHE 1998), besteht keine Gefahr für die Süßwasserhäfen Hamburg und Bremen. Auf alle ausreichend marinen Bereiche könnten bei weiteren Massenentwicklungen jedoch erhebliche Kosten zukommen, wenn befallene hölzerne Installationen früher als vorgesehen ausgewechselt werden müssen.

Auswirkungen

In vielen Bereichen wird Holz zum Küstenschutz oder für die Errichtung von Bühnen, Hafenanlagen oder Pfahlbauten eingesetzt. Bei einem Massenbefall mit dem Schiffsbohrwurm kann es zum Zusammenbrechen und dadurch zu Überschwemmungen kommen. Auch Brücken sind durch die Aktivitäten von *T. navalis* zum Einsturz gebracht worden, nachdem der Schiffsbohrwurm durch seine Grabgänge die Tragkraft der Brückensstützpfiler einschränkte.

Ende des 17. Jahrhunderts entwickelte sich *T. navalis* in Nordwesteuropa, insbesondere in Holland und Dänemark, massenhaft. 1732 trat er an der holländischen Küste außergewöhnlich stark auf. Der Bohrwurm hatte unmerklich in solch erschreckendem Maße die Holzseewehre bevölkert, dass es auch bei leichten Stürmen zu Brüchen dieser Anlagen kam (WILLMANN 1989). Da in Holland weite Teile des Landes unter dem mittleren Wasserspiegel der Nordsee liegen, kam es zu Überflutungen großer Bereiche. Diese z.T. verheerenden Auswirkungen führten zu dem überlieferten Ausdruck „Holland in Not“ (FÖRSTER (ed.) 1920).

Die zerstörerische Lebensweise von *Teredo navalis* kann auch archäologische Schäden verursachen. Vor der Ostseeinsel Hiddensee wurde *T. navalis* im Holz gesunkener Koggen und in anderen wertvollen Holzschiffen



gefunden. Um diese unwiederbringlichen archäologischen Schätze erhalten zu können, müssen sie so schnell wie möglich geborgen werden.

Ein Massenaufkommen dieser Art wurde in den letzten 250 Jahren häufig verzeichnet. Bereits um 1800 wurden hölzerne Konstruktionen bei Cuxhaven innerhalb weniger Jahre zerstört. An der deutschen, dänischen, norwegischen, englischen und französischen Küste, auch im ganzen Mittelmeerraum sowie im Schwarzen Meer und Nordatlantik trat *T. navalis* um 1920 in Massen auf. Um 1920 war er weiterhin in der Ostsee zu finden, wo beispielsweise Fischereifahrzeuge an der pommerschen sowie west- und ostpreußischen Küste schwer beschädigt wurden. Schäden traten ebenso an hölzernen Hafenanlagen in der westlichen Ostsee im Bereich von Kiel und Flensburg auf (FÖRSTER (ed.) 1920). Um 1940 wurde an vielen Orten der südlichen Deutschen Bucht ein erneuter Massenbefall festgestellt. Ähnliche hohe Besiedlungsdichten wurden auch in den Jahren 1947 bis 1949 festgestellt und werden auch gegenwärtig bei dem verstärkten Auftreten des Bohrwurmes befürchtet.

Seit 1993 wurde wiederum in der Ostsee ein massiver Befall an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern und bei Langballigau (nahe Flensburg) festgestellt, gleichzeitig werden Vorkommen aus der Kieler Förde gemeldet.

Ebenfalls Anfang der 90er Jahre wurde aus Cuxhaven berichtet, dass Duckdalben in nur wenigen Jahren durch *T. navalis* so stark beschädigt wurden, dass diese ausgewechselt

werden mussten.

Bemerkenswert ist, dass diese aus wärmeren Gefilden stammende Art die hiesigen Wintertemperaturen und sogar Vereisungen ertragen kann. Geschützt vor Beschädigung durch Eisgang überlebte die *T. navalis* Population beispielsweise den überdurchschnittlich starken Eiswinter 1995/96.

Gegenmaßnahmen

In früheren Zeiten wurden Teeröl oder Farbanstriche mit Giftstoffen verwendet, um *T. navalis* und andere Organismen am Siedeln auf der Schiffsaußenhaut zu hindern. Eine weitere Methode war die „Metallverhäutung“ der Schiffe, die zumeist mit Kupferplatten erzielt wurde (FÖRSTER (ed.) 1920, BECKER 1958).



Bereits 1910 wurde der erfolgreiche Einsatz von „Höveling's Schiffsbodenfarbe“ bei der Bekämpfung der Bohrmuschel an 20 Fischerfahrzeugen erprobt (FÖRSTER (ed.) 1920). Um 1940 war die Rolle der holzerstörenden Tiere im Meer, ihre wirtschaftliche Bedeutung und deren Bekämpfung Gegenstand von Untersuchungen entlang der deutschen Nordseeküste.

In heutigen Tagen wird versucht, das Problem Herr zu werden, indem Alternativmaterial wie etwa Beton oder Kunststoffe Verwendung finden.

Andere Exoten

Der Schiffsbohrwurm ist jedoch nicht die einzige nichtheimische Art, die in unseren Küstengewässern gefunden

wird. Heimische aquatische Lebensgemeinschaften bestehen z.T. aus zugewanderten oder eingeschleppten Arten. Seit dem Ende des letzten Jahrhunderts sind etwa 170 nichtheimische Arten in Nord- und/oder Ostsee gefunden worden, d.h. jedes Jahr wurden durchschnittlich 1,7 nichtheimische Arten gefunden bzw. alle 7 Monate wurde eine neue nichtheimische Art festgestellt.

Im norddeutschen Wattenmeer beispielsweise liegt der Anteil exotischer Arten bei 5 bis 10 Prozent. Mit der Etablierung bereits einer einzelnen nichtheimischen Art geht grundsätzlich eine Veränderung einher, die mit drastischen negativen Auswirkungen verbunden sein kann, wenn die Neankömmlinge heimische Arten als Parasiten schädigen, Krankheiten verursachen, in Konkurrenz zu heimischen Spezies treten und sich dann auch noch in Massen entwickeln. Die Verdrängung heimischer Arten kann die Folge sein.

Für viele dieser eingeschleppten nichtheimischen Arten werden Schiffe als Transportmittel genannt. Neben der Ladung können beispielsweise Containerschiffe mehr als 20 000 Tonnen Ballastwasser transportieren. Große unbeladene Schüttguttransporter sind sogar in der Lage über 100 000 Tonnen Ballastwasser zu laden. Nach Schätzungen werden weltweit jährlich 10 Milliarden Tonnen Ballastwasser mit Schiffen transportiert. Der mit dem Ballastwasser aufgenommene Sedimentanteil lagert sich in den Ballasttanks ab und kann Schichten bis zu 50 cm Dicke erreichen (GOLLASCH 1996).

Außerdem wurden damals wie heute Organismen im Bewuchs an der Schiffsaußenhaut verschleppt. Die Schichtstärke des Schiffsaufwuchses erreicht eine Dicke bis zu 30 cm. Der Aufwuchs der Schiffsaußenhaut besteht zum größten Teil aus sessilen Arten, die sich als Larven am Schiffsrumpf festgesetzt haben. Im Schutz der Aufwuchsorganismen können auch vagile Arten über weite Strecken transportiert werden. Beispielsweise

wurden Krebse in leeren Gehäusen von Seepocken an Schiffen gefunden (MARQUARD 1926, BERTELSEN und USSING 1936, GOLLASCH 1996).

Schnellere Schiffe und künstliche Schifffahrtswege führten zur Verkürzungen der Reisedauer, wodurch die Anzahl der Schiffsankünfte in den Häfen stieg. Durch den damit verbundenen erhöhten Eintrag von Ballastwasser stieg die Individuenanzahl der verschleppten Arten, und die verkürzte Reisedauer erhöhte zusätzlich ihre Überlebenswahrscheinlichkeit im Ballasttank während der Schiffsreise. Der Hauptvektor für die Verschleppung von küstennah vorkommenden Arten ist vermutlich der Schiffstransport.

Umfang und Vielfalt

Schätzungen besagen, dass täglich 3 000 bis 4 000 Arten allein im Ballastwasser von Schiffen transportiert werden. Eine Bestandsaufnahme der mit Schiffen unbeabsichtigt in heimische Gewässer transportierten Arten während eines Forschungsvorhabens, finanziert vom Umweltbundesamt, Berlin, sollte feststellen, welche Organismen mit Schiffen in unsere Gewässer eingetragen werden. Im Untersuchungszeitraum 1992 bis 1995, der ersten europäischen Untersuchung dieser Art, wurden 211 Schiffe für eine Probenahme aufgesucht. In den 334 Proben (132 Ballastwasser-, 71 Sediment- und 131 Schiffsaußenhautproben) wurden 404 Arten bestimmt. Die Artenvielfalt reichte von mikroskopischen Algen über Muscheln, Schnecken und Krebse bis hin zu 15 cm langen Fischen, die im Ballastwasser gefunden wurden. Den überwiegenden Anteil machten die Krebse mit 139 Arten (54 %) aus. Bei der botanischen Untersuchung wurden neben Kieselalgen auch Grünalgen und in geringer Anzahl Panzerflagellaten gefunden. Von den 404 bestimmten Arten sind 160 nichtheimisch. Die geringste Anzahl nichtheimischer Arten wurde in

Ballastwasserproben, die höchste mit 83 Arten in den Außenhautproben gefunden. Von den 160 nichtheimischen Arten etablierten sich bereits vor langer Zeit 18 Arten in hiesigen Gewässern. Als Beispiel sei hier die chinesische Wollhandkrabbe genannt (GOLLASCH 1996, LENZ et al. im Druck). Ein weiterer Schwerpunkt war die Abschätzung des Gefahrenpotentials der angetroffenen nichtheimischen Arten im Hinblick auf ihre mögliche Etablierung und die damit verbundenen Auswirkungen auf heimische Gewässer. Die überwiegende Anzahl der eingetragenen Arten etabliert sich jedoch nicht in unseren Gewässern. Obwohl der Schiffsbohrwurm ein Gegenbeispiel darstellt, wird angenommen, dass aufgrund der kalten Wintertemperaturen Arten aus tropischen oder warmgemäßigten Herkunftsgebieten hier zumeist nicht überleben können. Das Ansiedlungspotential aller nichtheimischer Arten wurde entsprechend der klimatischen Übereinstimmung von Herkunfts- und Einwanderungsgebiet eingeschätzt. Für immerhin 32 Arten besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, an unseren Küsten gedeihen zu können. Die Arten mit dem höchsten Potential einer möglichen Ansiedlung traten zumeist im Ballastwasser auf. Somit wird dieses im Gegensatz zu Tanksediment und Aufwuchs der Schiffsaußenhaut als wichtigster Transportfaktor eingeschätzt (GOLLASCH 1996, LENZ et al. im Druck). Nach eigener Hochrechnung werden jährlich etwa 2,2 Millionen Tonnen Ballastwasser mit außereuropäischer Herkunft in heimischen Häfen gelenzt. Durchschnittlich wurde etwa ein Tier pro Liter Ballastwasser während der oben erwähnten Untersuchung festgestellt. Daraus ergibt sich ein Eintrag tierischer Organismen allein im Ballastwasser von sechs Millionen Individuen pro Tag oder etwa 70 Individuen pro Sekunde.

Die Lebensformtypen der mit Schiffen transportierten Arten im Ballasttank sind außer Planktonorganismen im Ballastwasser bodenlebende Organismen, die mit den Tanksedimenten

transportiert werden. Im Aufwuchs der Schiffsaußenhaut können drei Lebensformtypen transportiert werden:

1. Sessile Arten: Die Einschleppung kann erfolgen, wenn die Adulti am Schiffsrumpf ihre Verbreitungsstadien freigeben. Einige der sessilen Arten können sich vom Untergrund lösen (hemisessile Arten), wie Nesseltiere und Muscheln, wodurch der Eintrag in ein neues Biotop möglich ist.

2. Epizoen: Manche Epizoen können nur am Schiffsrumpf existieren, wenn sich ihr Aufwuchsorganismus, mit dem diese vergesellschaftet vorkommen, bereits angesiedelt hat. Einige Nesseltiere kommen beispielsweise auf Austern vor.

3. Vagile Arten: Im Schutz der Aufwuchsorganismen können vagile Arten über weite Strecken transportiert werden. Beispielsweise wurden Krabben (Brachyura) in leeren Gehäusen von Seepocken an Schiffen beobachtet (GOLLASCH 1996, LENZ et al. 1998).

Beispiele

Beispiele ökologischer und ökonomischer Auswirkungen verschleppter, nichtheimischer Arten zeigen sich zumeist erst bei deren Massenentwicklung. Bereits der Eintrag einer einzigen nichtheimischen Art kann gravierende ökologische und ökonomische Auswirkungen mit sich bringen, wie die folgenden Beispiele zeigen:



Der weltweite Anstieg von Planktonblüten in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts wird mit dem Transport

von Phytoplankton im Ballastwasser erklärt. Die aus Südostasien stammenden Panzerflagellaten der Gattungen *Gymnodinium* und *Alexandrium* wurden nahezu weltweit verschleppt (HALLEGRAEFF und BOLCH 1992). Einige dieser Arten produzieren Giftstoffe, die Fische und Meeressäuger schädigen, Aquakulturorganismen, wie beispielsweise Miesmuscheln und Austern, gefährden. Durch eine Anreicherung der Gifte in den Muscheln besteht bei deren Verzehr eine Gefahr für den Menschen.

Die zwischeneiszeitlich in unseren Gewässern aufgetretene Sandklaffmuschel *Mya arenaria* zählt heute zu den am häufigsten anzutreffenden Arten im Wattenmeer.



Sie ist vermutlich die erste mit Schiffen in unsere Breiten verschleppte Art. Auf das Jahr 1250 datierte subfossile Funde in Dänemark deuten darauf hin, dass die von der Ostküste Nordamerikas stammende Muschel im Sandballast von Schiffen der Wikinger eingeschleppt wurde.

Die Wollhandkrabbe *Eriocheir sinensis* ist eine aus China Anfang dieses Jahrhunderts (Erstfund 1912) vermutlich durch Schiffe in unsere Gewässer eingeschleppte Brachyurenart. Optimale Bedingungen in unseren Ästuaren führten zu einer Massenentwicklung. Diese katadromen Krebse verursachten Fangeinbußen, da sie die Beutetiere und Netze der Flussfischer schädigten. Da sie zusätzlich Uferbefestigungen durch Grabgänge beschädigten, wurde mit mäßigem Erfolg versucht, sie zu bekämpfen. Die ansteigende Gewässerverschmutzung trug entscheidend dazu bei, dass die Dichte der Nahrungstiere von *E. sinensis* zurückging und somit auch ihre

Bestandsdichte abnahm (PANNING und PETERS 1932, PANNING 1950). Nach der andauernden Verbesserung der Gewässergüte im Unterlauf von Elbe und Weser kommt es erneut zu einem Anstieg der Bestandszahlen der Wollhandkrabbe.

Die nordamerikanische Rippenqualle (Ctenophore) *Mnemiopsis leidyi*, die sich räuberisch von Zooplankton, bevorzugt von Fischlarven ernährt, wurde vor 1989 in das Schwarze Meer eingeschleppt. Als Folge der nach kurzer Zeit etablierten und massenhaft auftretenden Art sanken die Erträge in der dortigen Anchovisfischerei um 90 Prozent. *M. leidyi* breitet sich immer weiter aus und wurde bereits im östlichen Mittelmeer gefunden. Als Transportvektor wird Ballastwasser angegeben (SHUSHKINA und MUSAYEVA 1990, HARBISON 1993, REEVE 1993).

Borstenwürmer (Polychaeta) der Gattung *Marenzelleria*, die an der nordamerikanischen Atlantikküste verbreitet sind, traten zuerst 1983 an den Nordseeküsten und danach auch massenhaft in der Ostsee auf. Die Einschleppung erfolgte vermutlich mit Ballastwasser. Es wird eine Konkurrenz mit dem heimischen Polychaeten *Nereis diversicolor* vermutet (ESSINK und KLEEF 1988, 1993, REISE 1990). Im polnischen Teil des Frischen Haffs macht diese Art bis zu 97 Prozent der zoologischen Biomasse aus.



Die Borstenwürmer gelten als Ergänzung im Nahrungsspektrum junger Grundfische (ZMUDZINSKI 1993). Diese Aufzählung von Beispielen eingeschleppter Arten verdeutlicht die

möglichen Auswirkungen auf heimische Lebensgemeinschaften. Zumeist konkurrieren die exotischen mit den heimischen Arten um Raum und Nahrung. Oft zeigen sich die Einflüsse der nichtheimischen Arten erst bei deren Massenentwicklung. Daher sind Voraussagen über das Gefahrenpotential einzelner Arten nur schwierig abschätzbar. Es wurde festgestellt, dass grundsätzlich jede neue eingeschleppte Art das Potential zu schwerwiegenden Veränderungen heimischer Lebensgemeinschaften besitzt. Aus diesem Grund ist es wünschenswert, weitere Arteneinschleppungen durch den Menschen so gering wie möglich zu halten. Es ist jedoch ausdrücklich hervorzuheben, dass Arten, die durch ihre natürlichen Verbreitungsmöglichkeiten in heimische Regionen gelangen, in ihrer Ausbreitung nicht eingeschränkt werden sollten, um den natürlichen, dynamischen Austausch zwischen verschiedenen Lebensgemeinschaften nicht zu unterbinden.

Schlussbemerkung

Wie die oben erwähnte Untersuchung zeigte, ist jedes Schiff theoretisch in der Lage, nichtheimische Arten in ausreichend hoher Individuenanzahl für eine Ansiedlung (Gründerpopulation) in unsere Gewässer einzutragen. Da bereits die Einschleppung einzelner Arten dramatische oder katastrophale Auswirkungen hervorrufen kann, wie das Beispiel des Schiffsbohrwurmes *Teredo navalis* verdeutlicht, und in der oben erwähnten Schiffsstudie sogar 160 nichtheimische Arten festgestellt wurden, wird hier noch einmal deutlich auf die Notwendigkeit raschen Handelns hingewiesen. Wünschenswert und ein erster Schritt zur Minimierung des Organismeneintrages wäre die Umsetzung der Richtlinie der International Maritime Organization, die u. a. einen Wechsel des mitgeführten Küstenballastwassers auf hoher See vorschreibt. Weitere Verfahren, die den unbeabsichtigten Eintrag von Arten im Ballastwasser von Schiff-

fen verringern sollen, befinden sich in der Erprobungsphase. Ob diese Verfahren zur Anwendung kommen, wird sich nach weiteren Überprüfungen auf Effektivität, Praktikabilität und Finanzierbarkeit dieser Maßnahmen zeigen.

Literatur

- BECKER, G., 1958. Holzerstörende Tiere und Holzschutz im Meerwasser. - Holz als Roh- und Werkstoff 16: 204-215
- BERTELSEN, E., USSING, H., 1936. Marine tropical animals carried to the Copenhagen sydhavn on a ship from the Bermudas. - Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 100: 237-245
- CARLTON, J. T., 1985. Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: The biology of ballast water. - Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 23: 313-371
- EDMONDSON, C. H., 1962. Teredinidae, ocean travelers. - Occ. Pap. Bernice P. Bishop Mus. 23:(3), 45-59
- ENO, N. C., 1994. Non-native marine species in British waters. - Joint Nat. Cons. Comm., 1-32
- ESSINK, K., KLEEF, H. L., 1988. *Marenzelleria viridis* (Verril, 1873) (Polychaeta: Spionidae): A New Record from the Ems Estuary (The Netherlands / Federal Republic of Germany). - Zool. Bijdr. 38: 3-1
- ESSINK, K., KLEEF, H. L., 1993. Distribution and life cycle of the North American spionid polychaeta *Marenzelleria viridis* (Verril, 1873) in the Ems estuary. - Neth. J. Aquat. Ecol., 27: 237-246
- FÖRSTER, G. (ed.), 1920. Emil G.v.Höveling's Schiffsbodenfarbe. - Höveling, Hamburg, 40 pp.
- GOLLASCH, S., 1996. Untersuchungen des Arteintrages durch den internationalen Schiffsverkehr unter besonderer Berücksichtigung nichtheimischer Arten. - Dr. Kovac, Hamburg (Diss.) 314 pp.
- HALLEGRAEFF, G. M., BOLSCH, C. J., 1992. Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships' ballast water: implications for plankton biogeography and aquaculture. - J. Plankton Res. 14:(8), 1067-1084
- HARBISON, G. R., 1993. The invasion of the Black Sea and the Mediterranean by the American Comb Jelly *Mnemiopsis*. - NEMO Workshop, Seattle, USA, 3
- IBRAHIM, J. M., 1989. Teredinidae, shipworms. In: Shepherd, S. A. & Thomas, I. M. (eds.), Marine invertebrates of Southern Australia. South Australian Government Printing Division, Adelaide, Bd. 2, 900 pp.
- JANSSON, K., 1994. Unwanted aquatic organisms in ballast water. - MEPC 36: (INF. 20) 1-68
- KÜHL H., 1977. *Mercierella enigmatica* (Polychaeta: Serpulidae) an der deutschen Nordseeküste. - Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. 16:99-104
- LENZ, J, ANDRES, H.-G., GOLLASCH, S., DAMMER, M., 1998. Einschleppung fremder Organismen in Nord- und Ostsee: Untersuchungen zum ökologischen Gefahrenpotential durch den Schiffsverkehr. - UBA Project Water: 102 04 250, Umweltbundesamt, Berlin, Texte, 5, 273 pp. (plus various appendices and attachments)
- LEPPÄKOSKI, E., 1994. The Baltic and the Black Sea - Seriously contaminated by nonindigenous species? - Proc. Conf. Workshop. NOAA, 37-44
- MARQUARD, O., 1926. Die Chinesische Wollhandkrabbe, *Eriocheir sinensis* Milne-Edwards, ein neuer Bewohner deutscher Flüsse. - Fischerei 24: 417-433
- PLATHE, C., 1998. Der Holzfresser. - Die Profitaucher 2: 46-47
- PANNING, A., 1950. Der gegenwärtige Stand der Wollhandkrabbenfrage. - Neue Ergebn. und Probl. Zool., 719-732
- PANNING, A., PETERS, N., 1932. Wollhandkrabbe und Elbfischerei. - Hamb. Nachr. 6: 1-16
- QUAYLE, D. B., 1964. Distribution of introduced marine mollusca in British Columbia waters. - J. Fish. Res. Bd. Canada, 21: (5), 1155-1181
- REEVE, M. R., 1993. The impact of gelatinous zooplankton predators on coastal and shelf ecosystems. BOC theme session Dublin, September 1993. - ICES Dublin 1993, 1 p.
- REISE, K., 1990. Historische Veränderungen in der Ökologie des Wattenmeeres. - Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften, Vorträge, N: 382, 35-55
- REISE, K., 1991. Ökologische Erforschung des Wattenmeeres. Biologie der Meere. - Spektrum Akad. Verl., Heidelberg, 68-79
- SHUSHKINA, E. A., MUSAYEVA, E. I., 1990. Structure of planktic community of the Black Sea epipelagic zone and its variation caused by invasion of a new Ctenophore species. - Oceanology 30: (2), 225-228
- TURNER, R. D., JOHNSON, A. C., 1971. Biology of marine wood-boring Molluscs. In: Jones, E. B. G. & Eltringham, S. K. (eds.), Marine Borers, Fungi and fouling organisms of wood. - OECD Publications, Paris 27: 923, 259-301
- WILLMANN, R., 1989. Muscheln und Schnecken der Nord- und Ostsee. - Neumann-Neudamm, Melsungen, 310 pp.
- ZMUDZINSKI, L., 1993. Long-term changes in macrozoobenthos of the Vistula Lagoon. - Poster & abstract on: Second estuary symposium; Estuarine environments and biology of estuarine species. Gdansk, Poland.

Dr. Stephan Gollasch
Institut für Meereskunde, Kiel
Jeanette-Cornelie Riedel-Lorje
Institut für Frischwasser- und
Abwasserbiologie, Hamburg



Schiffe als Lebensraum

Durchschnittlich transportierte jedes Schiff* Ballastwasser, Aufwuchs an der Schiffsaußenhaut und Sedimente in den Ballasttanks. Jedes Schiff kann potentiell eine neue Art in ausreichender Anzahl für eine Etablierung in unseren Gewässern einschleppen.

Probe	Volumen	Individuenanzahl*
Ballastwasser **	310 Tonnen	0,3 Millionen Individuen
Schiffsbewuchs ***	1000 m ²	2,0 Millionen Individuen
Tanksedimente***	100 Tonnen	1,8 Millionen Individuen
Summe		4,1 Millionen Individuen

*Daten ermittelt bei Schiffsbesuchen in deutschen Häfen für eine Schiffsuntersuchung des Umweltbundesamtes 1992-1995

**nur Ballastwasser mit Herkunft außerhalb Nordwesteuropas. Durchschnittliche Summe des gesamten Ballastwassers an Bord der untersuchten Schiffe etwa 3500 Tonnen.

***Angaben geschätzt.

Auswirkungen von eingeschleppten Arten

Ökologie

- Beeinträchtigung heimischer Arten in Bezug auf Nahrung und Lebensraum (im ungünstigsten Fall sogar die Verdrängung heimischer Arten)
- Veränderungen der Habitatstruktur
- Veränderungen im Nahrungsgefüge
- Veränderungen des Genpools durch Hybridisierungen und Bastardisierungen mit heimischen Arten

Ökonomie

- Die Einschleppung von Aufwuchsorganismen kann zu erhöhten Reinigungskosten von z.B. Kühlwasseranlagen, Hafenanlagen und Schiffen führen
- Eingeschleppte Schädlinge (Krankheitserreger, Parasiten und toxische Algen) verringern die Erlöse aus Aquakulturen und Sportfischerei
- Algenblüten verschlechtern die Gewässergüte und können sich negativ auf die Tourismusbranche auswirken

