

Zur Gefährdung unserer Küstengewässer durch über Ballastwasser und Schiffsbewuchs eingeschleppte Organismen: erste Untersuchungsergebnisse

Mark Dammer und Stephan Gollasch

Zusammenfassung

Damit ein Schiff unabhängig vom Beladungszustand stabil im Wasser liegt, muß ein Gewichtsausgleich durch Ballastwasser geschaffen werden. Dieses Wasser wird in den Häfen beim Be- und Entladen des Schiffes aufgenommen oder abgepumpt. Zusammen mit dem Ballastwasser können auch Pflanzen und Tiere (z. B. Algen, Kleinkrebse und Fische) mit aufgenommen werden, und so auf dem Seewege als „blinde Passagiere“ weite Strecken zurücklegen. Findet ein eingeschleppter Organismus am Ziel seiner Reise günstige Bedingungen vor, so kann er sich dort massenhaft ausbreiten, und so zum ökologischen und ökonomischen Schädling werden.

Ein Forschungsvorhaben von Umweltbundesamt, dem Institut für Meereskunde, Kiel, und der Universität Hamburg, soll nun klären, ob mit dem Schiffsverkehr eingeschleppte Organismen eine Gefahr für deutsche Gewässer darstellen.

Hazards Posed by Foreign Organisms Introduced into Our Coastal Waters Through Ballast Water and Marine Fouling (Summary)

Ballast water is used to balance a ship under different loading and weather conditions. The ballast water is loaded and discharged together with cargo operations. If plants and animals (e.g. algae, fish or crustaceans) are loaded with the ballast water, they can sail over long distances as "stowaways". If the organisms are discharged in a region where the abiotic and biotic factors are within their tolerance range, they can cause dangerous blooms and ecological effects on the habitate.

A joint research project of the Umweltbundesamt, Berlin, the Institut für Meereskunde, Kiel, and the University of Hamburg was to provide information on the risks posed by foreign organisms introduced to German waters.

Einführung

Bis zum Ende des letzten Jahrhunderts wurde in der Seefahrt Ballast aus Sand oder Gestein zum Ausgleichen des Ladungsgewichts verwendet. Später wurde dazu übergegangen, Seewasser als Ballast zu verwenden, da sich dieses schneller laden bzw. abpumpen ließ. Der Stahlschiffbau machte es zudem notwendig, mit Wasser gefüllte Tankzellen nicht nur zum Ladungsausgleich, sondern auch zur statischen Stabilisierung des Schiffsrumpfes zu verwenden. Der Aufbau einer solchen Tankanordnung ist in Abb. 1 schematisch dargestellt.

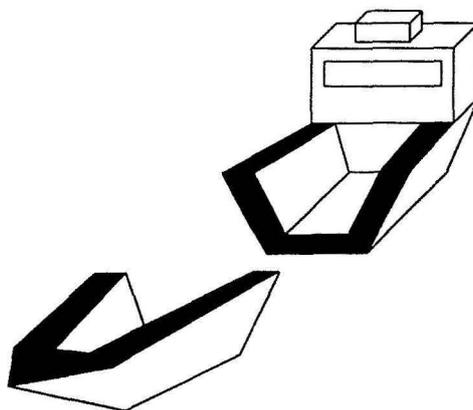


Abb. 1 Schematische Darstellung der Ballastwassertanks (schwarz) im Schiffsrumpf

Moderne Schiffe transportieren neben der Nutzlast bis über 10.000 Tonnen Ballastwasser. Ballast wird sowohl auf hoher See, als auch in Küsten- und Hafengewässern aufgenommen. Mit dem Ballastwasser gelangen auch Organismen in die Tanks. Mit dem Ablassen des Ballastwassers werden auch die fremden Organismen freigesetzt. Sie können sich ansiedeln, und so möglicherweise zu einer ökologischen Gefahr werden. Zwei allgemein bekannte Beispiele von verschleppten Organismen, für die der Seeverkehr als Vektor verantwortlich ist, sind

- die aus chinesischen Gewässern stammende Kieselalge *Biddulphia sinensis* (Ostenfeld [1908])
- und die Wollhandkrabbe *Eriocheir sinensis* (Peters [1933]), die erstmals Anfang dieses Jahrhunderts in der Nordsee gefunden werden konnten. Heute sind die eingeschleppten Arten heimisch geworden.

Es gibt mittlerweile schon genügend warnende Beispiele, die zeigen, daß der Eintrag von nicht heimischen Organismen in ein Gewässer mit Gefahren verbunden sein kann. So breitet sich die aus Europa nach Nordamerika verschleppte Zebrauschel *Dreissena polymorpha* in den Großen Seen massenhaft aus, und stellt nicht nur eine ökologische, sondern auch eine ökonomische Bedrohung dar, da sie Wasserzu- und -abflüsse von Fabriken und Kraftwerken verstopft (Roberts [1990]). Die ebenfalls aus Europa in die Großen Seen importierte Cladocere *Bythotrephes cederstroemi* bedroht dort heimische Fischbestände, da sie sich unter anderem von deren Futterorganismen ernährt (Sprules et al. [1990], Berg [1992]). Die Rippenqualle *Mnemiopsis leydii* breitet sich mittlerweile vor allem im Schwarzen Meer pestartig aus, nachdem sie aus Amerika dorthin verschleppt wurde (Harbison [1993]).

Bei vielen Organismen besteht die Möglichkeit der Bildung von Dauerstadien, die mit dem Ballastwasser aufgenommen werden. Diese Dauerstadien können sedimentieren, und so lange Zeit unbeschadet in den Tanks verweilen. Auf diese Weise können z.B. Dinoflagellatencysten über weite Strecken transportiert werden. Schlüpfen die Cysten dann in fremden Gewässern, so stellen die unter Umständen sogar giftigen Algen dort ein beträchtliches ökologisches Risiko dar (Hallegraeff und Bolch [1992]).

Ein Forschungsprojekt des Umweltbundesamts in Zusammenarbeit mit dem Institut für Meereskunde Kiel und der Universität Hamburg soll nun klären, ob es eine Bedrohung deutscher Gewässer durch die Einschleppung von Fremdorganismen gibt. Ein kurzer Überblick über die Arbeitsmethoden und erste Ergebnisse seien hier gegeben. Genaue Ergebnisse werden erst mit Abschluß des Forschungsvorhabens und der daran geknüpften beiden Doktorarbeiten zur Verfügung stehen.

Material und Methoden

Die Untersuchung umfaßte sowohl die Entnahme von Ballastwasserproben, als auch Probennahmen von Tanksedimenten und von Rumpfbewuchs. Vor einer Schiffsbeprobung war es zunächst notwendig zu ermitteln, ob sich Ballastwasser aus für die Fragestellung der Untersuchung relevanten Herkunftsgebieten an Bord befindet, und Vorgehensweise bei der Probennahme zu klären.

Ballastwasserproben wurden entweder mit Netzfängen durch einen geöffneten Tankdeckel „Manhole“ gewonnen, oder über Peilrohre, welche zur Füllstandsmessung des Tanks dienen, gepumpt und durch Planktonnetze filtriert. Es wurden je Probe ca. 100 Liter Ballastwasser gefiltert. Sedimentproben konnten nur aus geleerten und geöffneten Tanks entnommen werden. Dies war in der Regel nur bei eingedockten Schiffen möglich. Auch die Besichtigung und Beprobung der Schiffsaußenhaut war nur bei eingedockten und trockengelegten Schiffen möglich.

Die genommenen Ballastwasser-, Sediment- und Außenhautproben wurden anschließend mikroskopisch analysiert. Nur bei umfangreichem Organismenmaterial konnten auch Kulturexperimente angesetzt werden, um Aussagen über eine mögliche Etablierung der gefundenen Arten treffen zu können. Die botanischen Untersuchungen erfolgten in Kiel, die zoologischen in Hamburg.

Insgesamt wurden bis Juni 1994 275 Schiffe beprobt. Es wurden 122 Planktonproben, 111 Außenhaut- und 69 Sedimentproben genommen. Abb. 2 gibt eine Übersicht, wie sich die genommenen Proben auf die Herkunftsregionen des Ballastwassers, bzw. bei Außenhautproben die Herkunftsregionen der Schiffe, verteilen.

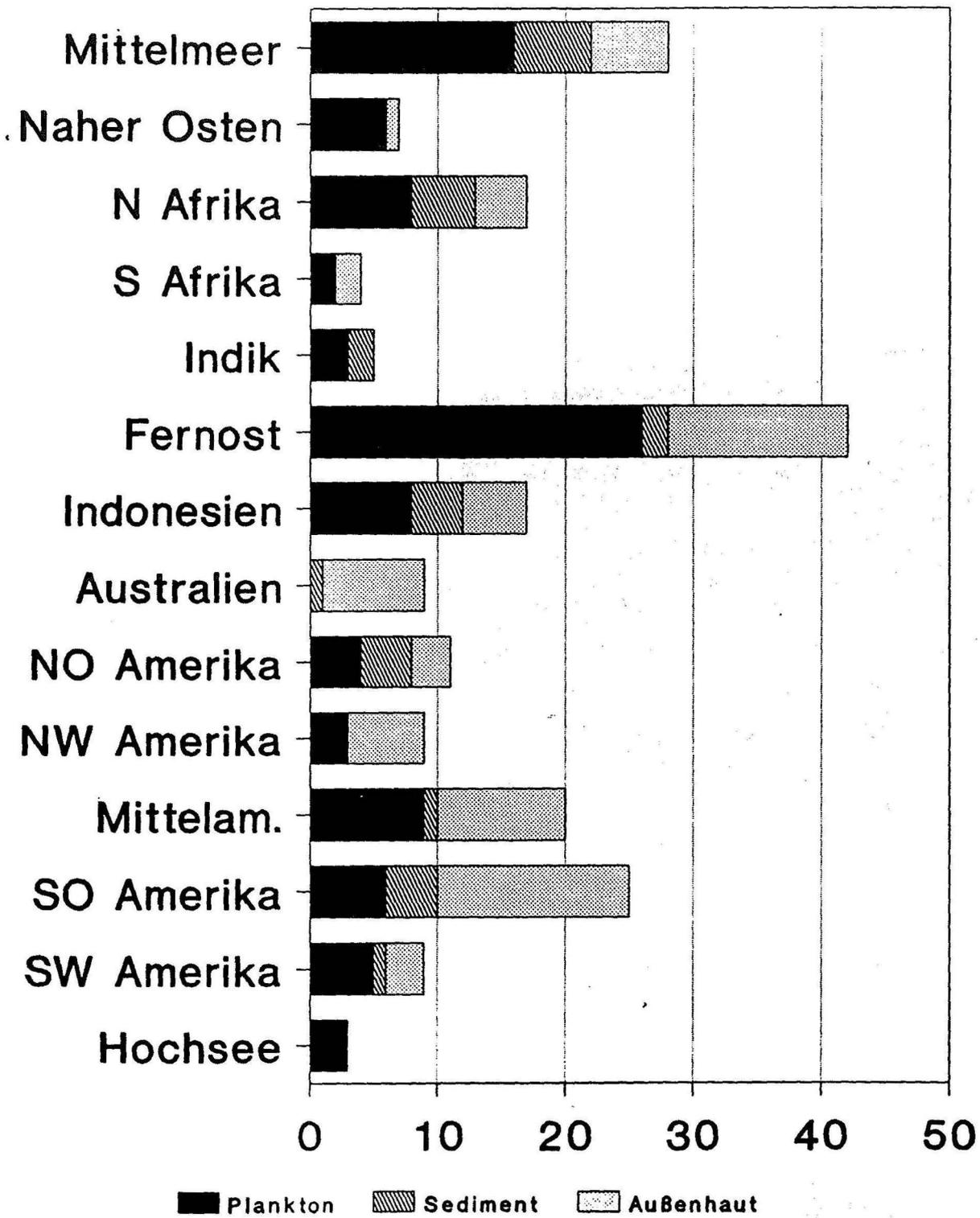


Abb. 2 Herkunft der untersuchten Proben

Ergebnisse

Um den Anteil der eingetragenen Planktonorganismen nach Herkunftsgebieten der Schiffe darzustellen, sind in den Abb. 3 und 4 die am häufigsten angetroffenen Taxa gegenüber 13 Herkunftsgebieten aufgetragen. Proben, in denen keine Organismen gefunden wurden, sind negativ markiert. Die Abbildungen 5 und 6 geben eine Übersicht über die unter jedem Taxon gefundenen Arten. Aufgrund des hohen Anteils an Crustacea wurden diese separat aufgeführt (Abb. 7). Die Anzahl der in einer Probe gefundenen pflanzlichen und tierischen Organismen schwankte zwischen Einzelfunden und mehreren Hundert auf 100 Liter Probenwasser.

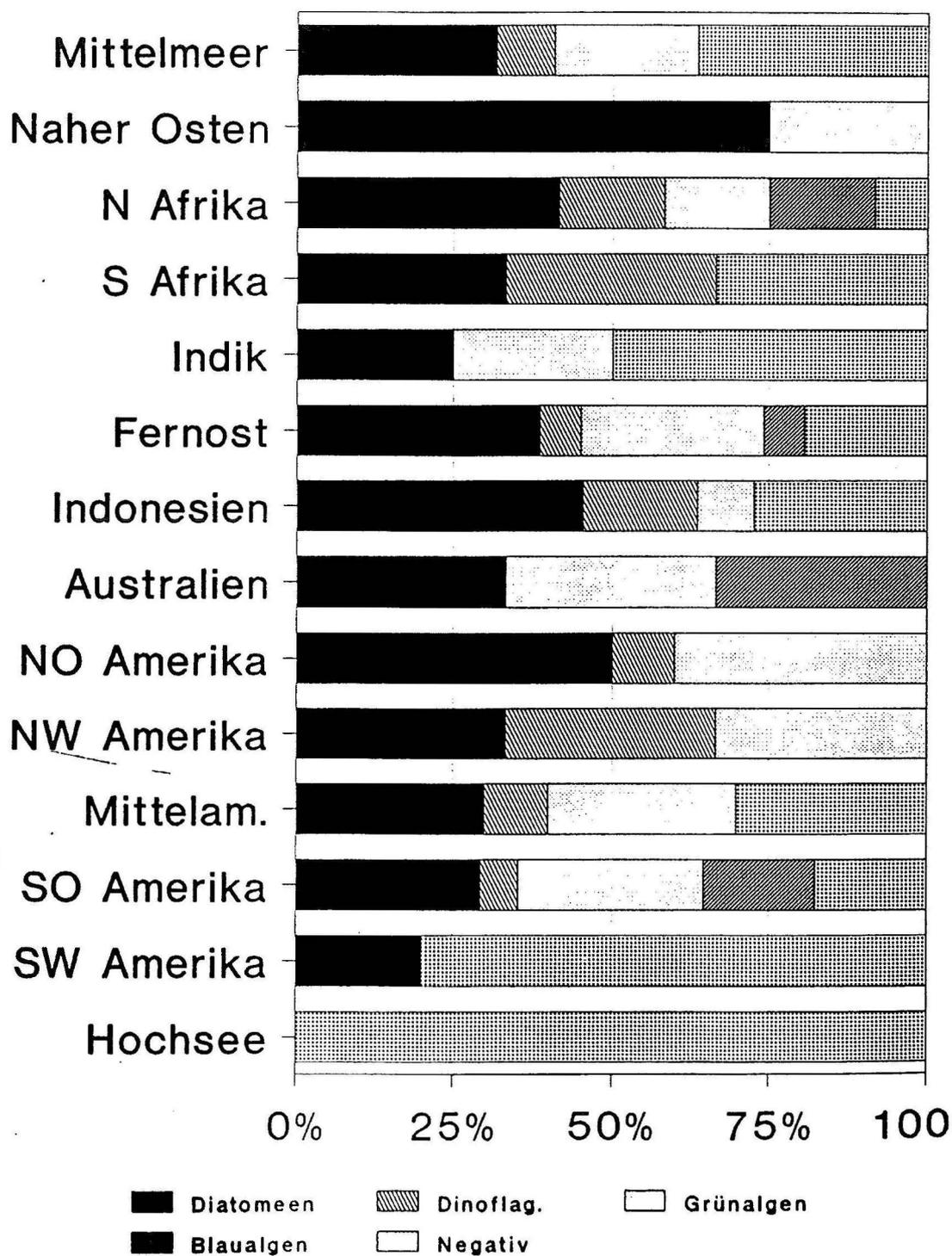


Abb. 3 Im Ballastwasser gefundenes Phytoplankton nach Regionen geordnet

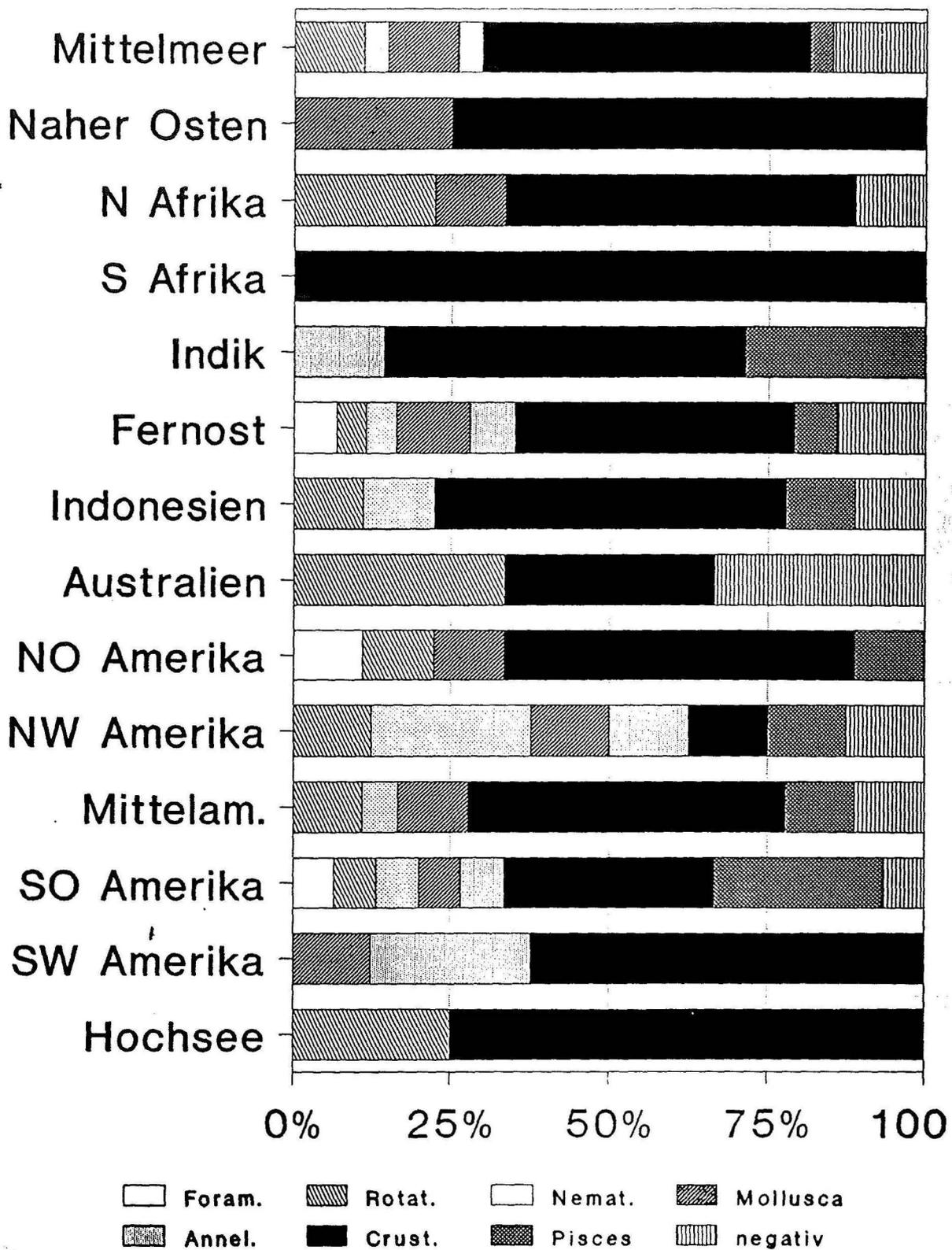


Abb. 4 Im Ballastwasser gefundenes Zooplankton nach Regionen geordnet

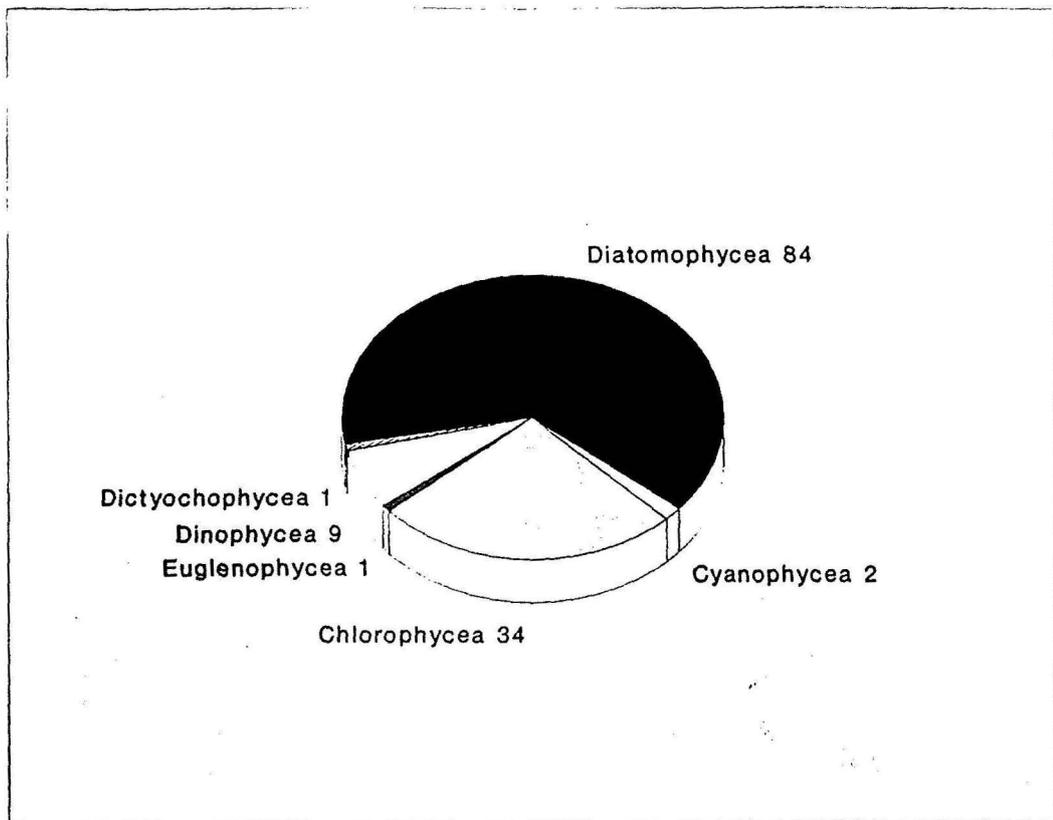


Abb. 5 Anzahl der gefundenen Phytoplanktonarten je Taxon

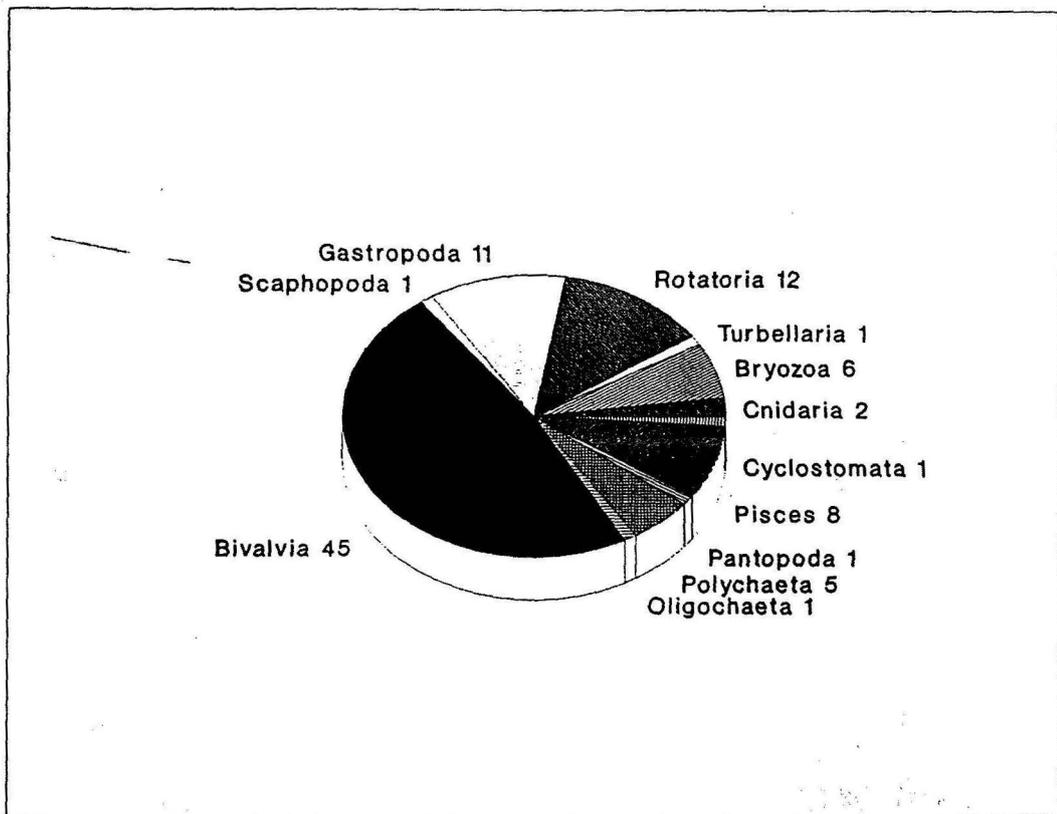


Abb. 6 Anzahl der gefundenen Zooplanktonarten (ohne Crustacea) je Taxon

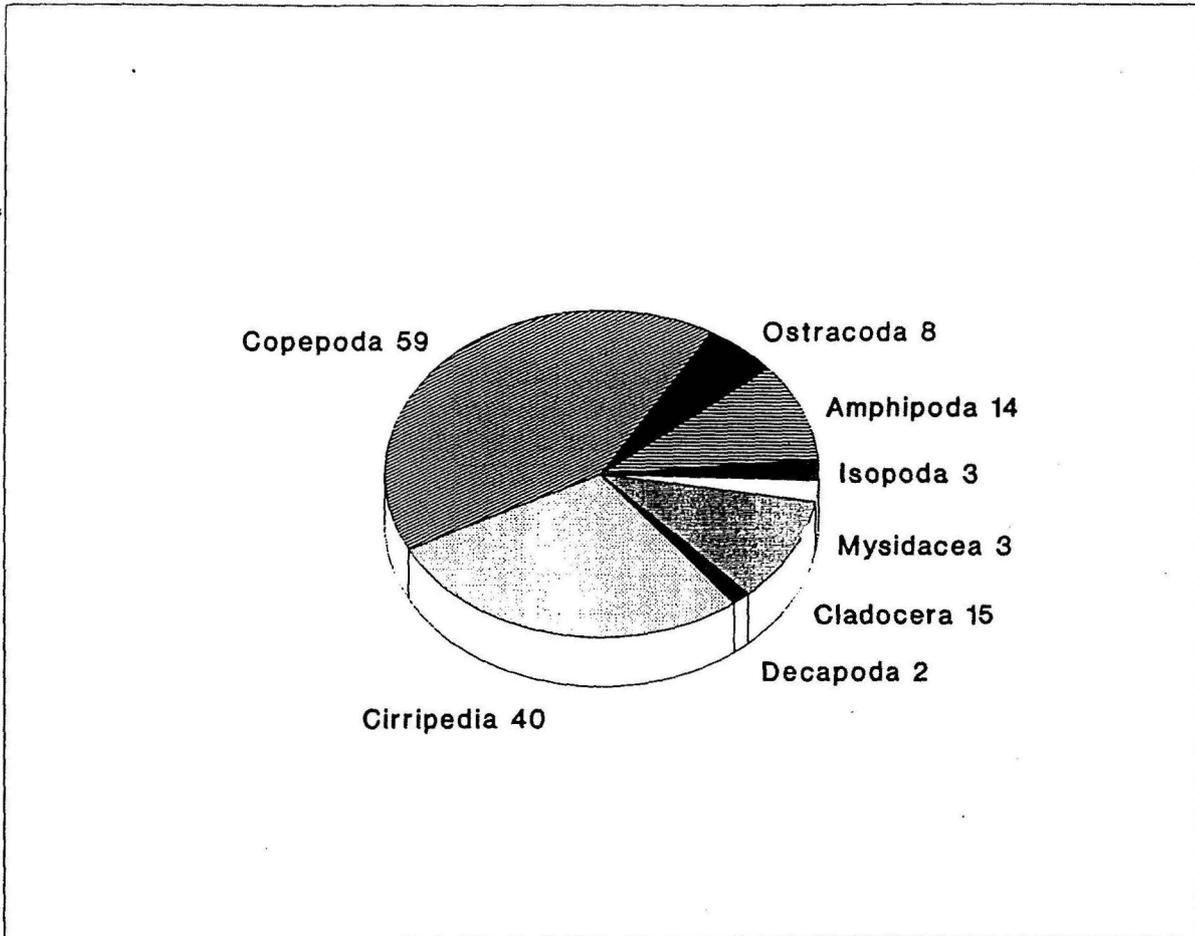


Abb. 7 Anzahl der gefundenen Crustaceenarten je Taxon

Ergebnisse der botanischen Untersuchung:

Bis jetzt konnten 131 Phytoplanktonarten aus 6 Taxa eindeutig identifiziert werden. In den Planktonproben wurden am häufigsten Vertreter der Gruppen Diatomophyceae und Chlorophyceae gefunden. Dinoflagellaten wurden nur in sehr wenigen Fällen angetroffen. Bei der Untersuchung der Sedimentproben wurden vor allem Cysten der Gattung *Protoperidinium* gefunden. Sämtliche Cysten waren geschlüpft. Es konnte keine Aussage darüber getroffen werden, ob die Cysten vor der Ballastaufnahme schon geschlüpft waren oder nicht.

Ergebnisse der zoologischen Untersuchung:

Es wurden 273 Arten in verschiedenen Entwicklungsstadien aus 20 Taxa präzise bestimmt. Über die in den Abb. 6 und 7 aufgeführten Taxa hinaus wurden Vertreter der Foraminifera, Nematoda und Nudibranchia angetroffen. Die Bestimmung dieser Organismen ist noch nicht abgeschlossen. Bei den bisherigen Bestimmungsarbeiten überwog der Anteil an Arthropoda (145 Arten oder 61,2%) gefolgt von Mollusca mit 57 Arten. Den Hauptanteil innerhalb der Planktonproben machten die Copepoda mit 59 Arten aus. Bei den Außenhautproben überwogen deutlich die Cirripedia, wogegen in den Sedimentproben hauptsächlich Foraminifera angetroffen wurden.

Diskussion

Die Betrachtung der Ergebnisse zeigt, daß sowohl pflanzliche, als auch tierische Organismen mit dem Schiffsverkehr nach Deutschland verfrachtet werden. Ähnliches wurde an der amerikanischen Ostküste (Carlton [1985]) und an australischen Küsten (Rigby et al. [1991]) festgestellt. Die Anzahl der in den Proben gefundenen Organismen mag auf den ersten Blick gering erscheinen. Durch die beachtliche Größe moderner Frachtschiffe, und die damit verbundenen hohen Ballastkapazitäten können jedoch schon beachtliche Populationen verschleppt werden. Wurden z. B. 30 Copepoden in 100 Litern Ballastwasser gefunden, so heißt dies, daß bei einem Tankvolumen von 400 Tonnen 120.000 Copepoden im Tank auf die Reise gehen. Oft werden mehrere Tanks zugleich gefüllt, bzw. leergepumpt, was zu einer Erhöhung der transportierten Organismenmenge führt.

Es ist aufgefallen, daß mit der Transportdauer die Artenvielfalt und die Überlebensrate der Plankter in den Ballastwassertanks sinkt. Vermutlich ist daher die lange Reisedauer von etwa 6–8 Wochen dafür entscheidend, daß nur in sehr wenigen Proben aus Australien Organismen gefunden wurden.

Die taxonomischen Auswertungen lassen allein noch keine konkrete Aussage über eine Gefährdung zu. Die mikroskopischen Untersuchungen ermöglichen lediglich eine Beurteilung der gefundenen Organismen anhand von äußerlichen Merkmalen, physiologische und ökologische Veränderungen werden jedoch nicht erfaßt. Zu diesem Zweck müssen weitere Untersuchungen und Vergleiche der biotischen und abiotischen Bedingungen im Herkunftsgebiet der Organismen, mit den Bedingungen am Zielpunkt, durchgeführt werden. Auch die Bedingungen im Ballastwassertank haben einen Einfluß auf die Überlebensfähigkeit der Organismen.

Von den noch nicht abgeschlossenen, unterstützenden Kulturexperimenten werden zuverlässigere Schlüsse über die Vitalität und Überlebensfähigkeit der eingeschleppten Organismen erwartet.

Danksagung

Wir danken dem Umweltbundesamt, Berlin, als Finanzgeber für die Projektrealisierung. Weiterhin bedanken wir uns bei den Reedereien, Werften, Hafenbetrieben, Schiffsmaklern und Schiffsbesatzungen, die uns durch ihre hilfreiche Unterstützung die Durchführung des Projektes erst ermöglicht haben. Technische Unterstützung und inhaltliche Anregungen erhielten wir insbesondere vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Dr. M. Rolke), dem Verband Deutscher Reeder (H. J. Golchert) und dem Germanischen Lloyd. Diese Veröffentlichung basiert teilweise auf dem Dissertationsvorhaben von S. Gollasch am Fachbereich Biologie der Universität Hamburg.

Literatur

- Berg, D. J., 1991: The spiny water flea, *Bythotrephes*: A newcomer to the Great Lakes. Ohio Sea Grant College Program.
- 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 pp.
- Hallegraeff, G. M. und Bolch, 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 pp.
- Harbison, R., 1993: The Invasion of the Black Sea and the Mediterranean by the American Comb Jelly *Mnemiopsis*. Abstract, Prepared for NEMO Workshop, Seattle, USA, 3 p.
- Ostenfeld, C. H., 1908: On the immigration of *Bidulphia sinensis* Grev. and its occurrence in the North Sea during 1903–1907. *Medd. Komm. Havunders.*, Ser. Plankton, **1**, (6), 1–46 pp.
- Peters, N., 1933: B. Lebenskundlicher Teil. In: Peters, N. & Panning, A. (eds.), Die chinesische Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis* H. MILNE-EDWARDS) in Deutschland. Akademische Verlagsgesellschaft mbH, Leipzig, 59–156 pp.
- Rigby, G. R.; Steverson, I. G.; Bolch, C. J. und Hallegraeff, G. M., 1991: The transfer and treatment of shipping ballast waters to reduce the dispersal of toxic marine dinoflagellates. Fifth International Conference on Toxic Phytoplankton Rhode Island, 1–8 pp.
- Roberts, L., 1990: Zebra mussel invasion threatens U.S. waters. *Science*, **249**, (21), 1370–1372 pp.
- Sprules, W. G.; Riessen, H. P. und Jin, E. H., 1990: Dynamics of the *Bythotrephes* invasion of the St. Lawrence Great Lakes. *J. Great Lakes Res.*, **16**, (3), 346–351 pp.