

TEXTE 5/2000

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

- Wasserwirtschaft -
Forschungsbericht 102 04 250
UBA-FB 99-053

Einschleppung fremder Organismen in Nord- und Ostsee: Untersuchungen zum ökologischen Gefahrenpotenzial durch den Schiffsverkehr

von

Prof. Dr. Jürgen Lenz ¹⁾

Dr. Horst-Günter Andres ²⁾

Dipl.-Biol. Stephan Gollasch ³⁾

Dipl.-Biol. Mark Dammer ¹⁾

¹⁾ Institut für Meereskunde an der Universität Kiel

²⁾ Taxonomische Arbeitsgruppe an der Biologischen Anstalt Helgoland, Zoologisches Institut und Museum, Universität Hamburg

³⁾ Zoologisches Institut und Museum, Universität Hamburg

Kurzfassung

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde eine Bestandsaufnahme der mit Schiffen unbeabsichtigt in heimische Gewässer transportierten Arten durchgeführt. Der Arbeitsschwerpunkt betraf die Erfassung der im Ballastwasser, Tanksediment und Schiffsbewuchs enthaltenen Organismen. Aufgrund der Ergebnisse einer Literaturrecherche und ergänzenden Kulturexperimenten wurde das Ansiedlungspotential der angetroffenen nichtheimischen Arten für deutsche Gewässer eingeschätzt.

Insgesamt wurden 211 Schiffe für eine Probenahme aufgesucht. Auf 186 Schiffen konnten insgesamt 334 Proben vom Ballastwasser (132), Sediment (71) und der Schiffsaußenhaut (131) genommen werden.

Die zu untersuchenden Schiffe wurden repräsentativ nach Schiffstyp und Herkunftsgebiet ausgewählt. Die Herkunftsgebiete der meisten Proben lagen in tropischen und warm-gemäßigten Regionen. Insgesamt sind 8.219,3 l Ballastwasser, durchschnittlich 62,3 l pro Probe, untersucht worden. Die abiotischen Faktoren Temperatur, Salinität, pH-Wert und Sauerstoffgehalt sind direkt nach der Probenahme an Bord gemessen worden. Bei keiner Probenahme wurden abiotische Bedingungen im Ballastwasser festgestellt, die als letal einzustufen wären.

Tanksedimente sind nach Öffnen der Ballasttanks mittels Durchziehen von PE-Flaschen beprobt worden. Insgesamt wurden 70 l Probenvolumen gewonnen. Außenhautproben eingedockter Schiffe sind durch Abkratzen der Organismen von der Schiffsaußenhaut genommen worden. Die insgesamt untersuchte Schiffsfläche betrug 3,93 m² (100 cm² pro Probe).

Nicht alle Proben enthielten Organismen. In 97 Ballastwasserproben (73,5 %), 53 Sedimentproben (74,6 %) und 129 Außenhautproben (98,5 %) wurden Organismen festgestellt. Als entscheidend für das Überleben im Ballasttank wurde die Toleranz gegenüber Schwankungen der abiotischen Parameter, insbesondere der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes, während einer Schiffsreise eingeschätzt. Den Schiffsbewuchs beeinflussende Faktoren sind insbesondere jahreszeitliche und Fahrtgebietsabhängige Schwankungen der Temperatur und des Salzgehaltes.

1. Flora

Im Ballastwasser wurden vor allem Diatomeen (95 Arten), Chlorophyceen (37 Arten) und Dinoflagellaten (8 Arten) gefunden. In den Sedimentproben wurden vor allem Diatomeen (18 Arten), Dinoflagellatencysten (16 Arten), Dinoflagellaten (3 Arten) und Chlorophyceen (2 Arten) gefunden.

In den untersuchten Außenhautproben wurden vor allem Grünalgen der Gattung *Enteromorpha* und Braunalgen der Gattung *Ectocarpus* gefunden. Unter den gefundenen Arten befanden sich keine nichtheimischen Arten. Sämtliche Arten sind weit verbreitet. Insgesamt wurden 11 nichtheimische Arten gefunden. 8 nichtheimische Diatomeenarten fanden sich in den Ballastwasserproben und 3 nichtheimische Dinoflagellatenarten wurden in den Sedimentproben gefunden.

Unter den 11 nichtheimischen Arten befinden sich zwei Dinoflagellatengattungen (*Alexandrium*, *Gonyaulax*), zu denen auch Gift produzierende Arten gehören. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, daß auch solche Arten mit Schiffen in Deutsche Gewässer gelangen können.

2. Fauna

In den Ballastwasserproben überwogen Copepoda mit 52 Arten (72,2 %) neben Rotatoria (10 Arten). Die maximale Artenanzahl einer Probe lag bei 12 Arten. Mit zunehmender Verweildauer des Ballastwassers im Tank nahm die Anzahl der Arten und der Individuendichte ab.

In den Sedimentproben überwogen Bivalvia (26 Arten oder 23,6 %) neben Cirripedia mit 17 Arten (15,5 %). Die höchste Artenanzahl in einer Probe lag bei 25 Arten.

Außenhautproben wurden neben Bivalvia (28 Arten oder 25,5 %) von Cirripedia (30 Arten oder 27,3 %) dominiert. Die maximale Artenanzahl in einer Probe betrug 15 Arten.

Bei der Auswertung der Artfunde nach Schiffs- und Tanktypen zeichneten sich Autotransporter bzw. Achterpiektanks mit vergleichsweise hohen Artfunden aus.

Innerhalb der 257 bestimmten Arten sind 150 Arten (58,4 %) als nichtheimisch eingeschätzt worden. Die Artenliste der Spezies, die andere Autoren im Ballastwasser feststellten, kann um 79 Arten ergänzt werden. Alle 110 in den Sedimentproben bestimmten Arten sind bei früheren Bestandsaufnahmen noch nicht im Tanksediment gefunden worden. In den Außenhautproben der vorliegenden Untersuchung wurden 57 Arten gefunden, die noch nicht als im Schiffsbewuchs vorkommend aufgelistet worden sind.

Nichtheimische Arten wurden in 37 Ballastwasserproben (37,8 %), 30 Sedimentproben (56,6 %) und in 126 Außenhautproben (97,7 %) festgestellt. Das Ansiedlungspotential der nichtheimischen Arten wurde entsprechend der klimatischen Übereinstimmungen von Herkunfts- und Einwanderungsgebiet in 3 Kategorien eingestuft. Ballastwasser wird für zukünftige Ansiedlungen nichtheimischer Arten als wichtiger Vektor eingeschätzt, da Arten mit dem höchsten Potential für eine mögliche Ansiedlung in unseren Gewässern im Gegensatz zu Sediment- und Außenhautproben zumeist im Ballastwasser gefunden wurden.

Die Hochrechnung des in heimischen Häfen gelenzten Ballastwassers aus außereuropäischen Regionen ergibt ein Volumen von etwa 2,2 Mio. t jährlich. Unberücksichtigt bleibt in dieser Kalkulation das bereits vor dem Festmachen des Schiffes gelenzte Ballastwasser im Zufahrtbereich der Häfen. Nach eigenen Ergebnissen wurde durchschnittlich etwa ein Individuum pro Liter Ballastwasser gefunden. Daraus ergibt sich ein Organismeneintrag von 6 Mio. Individuen pro Tag oder etwa 70 Individuen pro Sekunde.

Das Gefahrenpotential für den Eintrag nichtheimischer Arten in limnische Gewässer ist geringer als für ästuarine oder Seehäfen wie Bremerhaven oder Cuxhaven, da zumeist Ballastwasser aus brackigen oder marinen Bereichen verwendet wird.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, daß eine erhebliche Anzahl von Organismen mit dem Ballastwasser, im Ballasttanksediment oder im Aufwuchs an der Schiffsaußenhaut in unsere Küstengewässer und Häfen eingetragen wird. Jedes Schiff ist potentiell in der Lage, eine nichtheimische Art in ausreichend großer Individuenanzahl (Gründerpopulation) für eine Ansiedlung in unsere Gewässern zu transportieren. Da bereits eine eingeschleppte nichtheimische Art zu drastischen Schädigungen führen kann, wird der Notwendigkeit eines Handlungsbedarfes Nachdruck verliehen. Ohne sterilisierende Behandlungen des Ballastwassers werden weitere Arteinschleppungen zu verzeichnen sein. Wünschenswert und ein erster Schritt zur Minimierung des Organismeneintrages wäre die Umsetzung der IMO-Richtlinien zum Umgang mit Ballastwasser.

Summary

„Introduction of Non-Indigenous Organisms into the North Sea and Baltic Sea: Investigations on the Potential Ecological Impact through Ship Traffic“

During the investigation period 211 vessels were visited for sampling. It was possible to collect samples from 186 ships. A total of 334 samples were taken: 132 ballast water samples, 71 tank sediment samples, and 131 ship's hull samples. The vessels investigated were selected according to type of vessel and sea area of origin. The majority of samples originated from tropical and warm-temperate regions. A total of 8219 l ballast water were inspected, corresponding to an average of 62.3 l per sample.

The abiotic parameters temperature, salinity, pH value, and oxygen content were measured aboard immediately after sampling. In none of the ballast water samples were abiotic parameters estimated to be lethal.

After opening the tanks, sediment samples were collected by drawing polyethylene bottles through the sediment. A total of 70 l were collected. Hull samples were taken in dockyards by scraping off the fouling organisms. The total areas investigated amounts to 3.93 m², 100 cm² per sample. Not all samples contained organisms. Organisms were found in 97 ballast water samples (73.5%), 53 sediment samples (74.6%) and 129 hull samples (98.5%).

Among the factors determining survival in ballast water tanks, tolerance towards changing environmental conditions seems to be the most important factor as evidenced during a cruise from Singapore to Bremerhaven (Germany). Temperature and oxygen content were found to vary dramatically and, therefore, are important factors influencing the survival of organisms inside the ballast tanks. Fouling organisms have to tolerate a wide range of temperature and salinity changes due to seasonal and geographical differences.

1. Flora

The main phytoplankton groups recorded in ballast water were diatoms (95 species), Chlorophyceae (18 species), and dinoflagellates (8 species). The sediment samples contained diatoms (18 species), dinoflagellates (3 species) and their cysts (16 species) and Chlorophyceae (2 species). A maximum of 110 000 unicellular algae were recorded from 1 l of ballast water and 300 empty cysts per ml sediment.

In the hull samples investigated for macroalgae mainly green algae of the genus *Enteromorpha* and brown algae of the genus *Ectocarpus* were recorded. Non-indigenous species were not found. All species recorded are spread over a wide range of geographical areas.

A total of 11 non-indigenous phytoplankton species were recorded, 8 diatom species in ballast water, and 3 dinoflagellates in sediment samples. Among the 11 non-indigenous species were 2 dinoflagellate genera (*Alexandrium* and *Gonyaulax*) which are known for toxin production. Therefore, it cannot be ruled out that such species may be transported to German water by ship traffic.

2. Fauna

Copepoda with 52 species (72.2%) and Rotatoria with 10 species were the dominant groups in ballast water. The maximum number of species per sample was 12. With increasing age of ballast water (time period spent in the tank), the number of species and specimens decreased.

Bivalvia (26 species, 23.6%) and Cirripedia (17 species, 15.5%) were the most common groups in sediment samples. The highest species number per sample was 25. In the hull samples Bivalvia (28 species, 25.5%) as well as Cirripedia (30 species, 27.3%) also dominated. The highest species number per sample was 15. Regarding types of vessels and tanks, the highest number of species was recorded in car-carriers and aft peak tanks, respectively.

Of the 257 species identified, 150 (58.4%) were classified as non-indigenous species to German waters. The list of species recorded in ballast water samples by other authors is supplemented by 79 new species. All 110 species recorded in sediment samples in this study are not listed in former analysis of tank sediment. Among the organisms recorded in the hull samples there are 57 species which have not yet been listed as fouling organisms. on-indigenous species were recorded in 37 ballast water (37.8%), 30 sediment (56.6%) and 126 hull samples (97.5%).

The potential for establishment of non-indigenous species were classified into 3 categories according to how the climatic conditions in the area of origin compared with those in the port of destination. Ballast water is estimated as an important vector for future introductions of non-indigenous species in our waters, since most of the species with the highest potential for establishment were recorded in ballast water and not in sediment and hull samples.

The extrapolation of the amount of ballast water, discharged in German ports from regions outside of Europe, results in about 2.2 mill t per annum. Not included in this calculation is the volume of ballast water discharged in the outer fringes of the harbour and waterways before docking. In this study, about 1 animal per 1 l ballast water was recorded. This means an introduction of 70 organisms per second or 6 million per day.

The potential danger of non-indigenous species being introduced into freshwater areas like harbours of Hamburg and Bremen is less than in estuarine areas or sea ports like Bremerhaven and Cuxhaven, since most ballast water is taken from brackish water and marine seas.

The present study has demonstrated that a high number of organisms are introduced into German coastal waters and port areas by ballast water, tank sediments, and hull fouling. Every vessel from overseas is a potential carrier of organisms in sufficient numbers to establish a seed population in our waters. Since even a single introduced non-indigenous species may cause severe damage, it is necessary to develop preventive measures. Without special treatment of ballast water with a sterilizing effect further introductions of unwanted species will continue. It is recommended to follow the IMO guidelines for ballast water uptake and discharge as a first step to reduce the risk of further species introductions.