

Monitoringbericht:

Status und Verbreitung der Gebiets- fremden Arten (Neobiota) in deutschen Küstengewässern von Nord- und Ostsee

Ergebnisse des Rapid Assessments 2015

Stand: 31.08.2016

(Version 1)



Bearbeiter:

Erstellt im Rahmen des Projektes:

Erfassung, Bewertung und Kartierung benthischer Arten und Biotope

(AWZ-P4, Benthos)

Fachbetreuung im BfN:

Kathrin Heinicke, Fachgebiet Meeresschutzgebiete, Management, Monitoring,
Insel Vilm

Dieter Boedeker, Fachgebiet Grundlagen internationaler Meeresnaturschutz,
Insel Vilm

Impressum

Die dieser Veröffentlichung zu Grunde liegenden wissenschaftlichen Arbeiten wurden im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz durchgeführt. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	1
Summary.....	1
1 Einführung.....	2
2 Material & Methoden.....	4
2.1 Stationsnetz	4
2.2 Probenahme.....	6
3 Evaluierung des Stationsnetzes.....	8
4 Ergebnisse	9
4.1 Überblick	9
4.2 Neobiota an der Nordseeküste	25
4.3 Neobiota an der Ostseeküste.....	28
4.4 Entwicklungen und Veränderungen.....	28
5 Schlussfolgerungen und Ausblick	34
6 Literaturverzeichnis	37

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Das Stationsnetz der Rapid Assessment Untersuchungen 2015.	5
Abbildung 2: Schwerpunktmäßig wurden Aufwuchsgemeinschaften an Schwimmpontons untersucht (links, im Hafen von Emden) sowie Tiere und Pflanzen an Steinmolen und von Sedimentflächen (rechtes Foto, Wilhelmshaven, mit Austern bedeckte Steinbühne und Sedimentfläche).	7
Abbildung 3: Die pazifische Rotalge <i>Dasysiphonia japonica</i>	26
Abbildung 4: Bei Befall der Austernschalen mit dem Polychaeten <i>Polydora cf. websteri</i> zeigt das Schaleninnere dunkle Bereiche, in denen der Spionide Sediment akkumuliert.	34

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Mittlerer Salzgehalt an den untersuchten Häfen der Nord- und Ostsee (2009-15)	5
Tabelle 2: Gesamtartenliste der RA Untersuchungen 2015 (Neobiota in rot hervorgehoben)	10
Tabelle 3: Anzahl der eingeschleppten und kryptogenen Arten in den Nordseehäfen 2009 - 15	29
Tabelle 4: Anzahl der eingeschleppten und kryptogenen Arten in den Ostseehäfen 2009 - 15	29
Tabelle 5: Verteilung von Neobiota und kryptogenen Arten auf die Probestationen 2015 und Vorkommen der Arten seit 2009	30

Abkürzungsverzeichnis

AWI	Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BLMP	Bund-Länder-Messprogramm
HELCOM	Helsinki Kommission zum Schutz der Ostsee
i.d.R.	in der Regel
IOW	Leibniz Institut für Ostseeforschung Warnemünde
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume in Schleswig-Holstein
MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (2008/56/EG)
OSPAR	Oslo-Paris Konvention zum Schutz des Nordostatlantiks
RA(S)	Rapid Assessment (Survey)

Zusammenfassung

Das Neobiota Monitoring wurde 2015 in Form von ‚Rapid Assessment‘ Untersuchungen an den bisherigen Stationen fortgesetzt. Alle 8 in der Nordsee und 6 in der Ostsee beprobten Häfen haben sich als geeignet erwiesen. Es wurden insgesamt 214 Taxa identifiziert, von denen 55 Arten den Neobiota bzw. kryptogenen Arten zugerechnet werden. Dabei wiesen die Häfen an der Nordsee mit 43 erheblich mehr gebietsfremde Arten auf als die an der Ostsee mit 22 Spezies. Zehn davon kamen an beiden Küsten vor. Die meisten Arten wie auch Neobiota wurden in List und Hörnum auf Sylt gefunden. Neu nachgewiesen wurde die Rotalge *Dasysiphonia japonica* (List/Sylt) und Schalen der ponto-kaspischen Muschel *Dreissena bugensis* (Oderhaff). Der Polychaet *Polydora* c.f. *websteri* war bereits seit 2014 aus anderen Untersuchungen bekannt. Die Ausbreitung bzw. ein Neueintrag der Tunicate *Botrylloides violaceus* und der Rotalge *Antithamnionella spirographidis* wurde in Wilhelmshaven festgestellt. Weiter ausgebreitet hat sich auch die Pinselfelsenkrabbe *Hemigrapsus takanoi*, die nun auch in großer Zahl das Brackwasser bei Emden und Brunsbüttel besiedelt. Als Ergebnis der Evaluierung des Stationsnetzes in Verbund mit der Fach-AG „Neobiota“ wird das Programm ab 2016 um 3 Stationen erweitert und durch Bewuchsplatten ergänzt.

Summary

In 2015, the neobiota monitoring program in German coastal waters was continued. 14 sampling sites along the North- and Baltic Sea coast that had been surveyed before were sampled following a Rapid Assessment Survey protocol. Out of 214 identified taxa 55 were neobiota or cryptogenic species, 43 at North Sea harbors and 22 in the Baltic Sea, of whom 10 were detected in both sea areas. Highest numbers of neobiota were recorded from the harbors of List and Hörnum (both island of Sylt). Near List the pacific red algae *Dasysiphonia japonica* was first recorded for German coastal waters. In the Baltic Sea, shells of the ponto-caspian bivalve *Dreissena bugensis* were found in the Odra estuary. The polychaet *Polydora* cf. *websteri*, known for the Sylt tidal flats already since 2014, was detected in List and Hörnum. A dispersal or new introduction respectively was observed for the red algae *Antithamnionella spirographidis* and the colonial tunicate *Botrylloides violaceus*. Both were found in Wilhelmshaven, growing on floating pontoons. The decapod crab *Hemigrapsus takanoi* spread further, colonizing the brackish estuaries near Emden and Brunsbüttel in high numbers. As a consequence of the evaluation of the survey protocol, the program will be extended by 3 more sampling locations and settlement panels in 2016.

1 Einführung

Transozeanische Schifffahrt mit immer schnelleren Containerriesen, global reisende Kreuzfahrer, international agierende Marineeinheiten u.a. maritime Verkehrsströme sowie der Handel mit Aquakulturorganismen führen zunehmend zu einem weltweiten Austausch und Import mariner Organismen, deren Einschleppung unvorhersehbare Folgen haben kann. Auch der Bau von Kanälen und Wasserwegen vornehmlich im 19. Jahrhundert hat dazu beigetragen, dass ehemals geographische Ausbreitungsbarrieren entfielen und Wege zwischen weit voneinander entfernten Küsten entstanden. All dies führte und führt zu einem ständigen Zustrom von Arten aus „exotischen“ Ursprungsgebieten, die Neobiota, nicht-heimische, eingeschleppte oder gebietsfremde Arten genannt werden. Zusätzlich führt der Klimawandel zu einem Temperaturanstieg in den Weltmeeren und erleichtert es Arten aus wärmeren Gebieten sich auch an nordeuropäischen Küsten zu etablieren.

Neben den aktuellen Neuankömmlingen können deshalb auch so genannte ökologische Schläfer vom Klimawandel profitieren. Dies sind eingeschleppte Arten, die seit langem unauffällig in heimischen Lebensgemeinschaften siedeln, aber beispielsweise durch wärmere Sommer und das Ausbleiben strenger Winter plötzlich Massenvorkommen ausbilden mit potentiellen Konsequenzen für die heimische Flora und Fauna. Da die Folgen solcher Veränderungen häufig erst zeitversetzt erkannt werden, ist inzwischen eine erhöhte Aufmerksamkeit gegenüber dieser Problematik entstanden.

Sofern ihre Ansiedlung in den Küstengewässern mit negativen Auswirkungen und gravierenden ökologischen aber auch ökonomischen Konsequenzen verbunden ist, werden diese Neobiota als invasiv bezeichnet. Potentielle (negative) Auswirkungen der Neusiedler finden zunehmend internationale Beachtung. Folgerichtig haben gebietsfremde, eingeschleppte Arten daher Eingang in die europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) gefunden. Das Ausmaß ihres Vorkommens wird im Deskriptor 2 als ein Maß für den ökologischen Zustand der Meere herangezogen.

Infolgedessen unternehmen viele Nationen Anstrengungen diese unerwünschten Importe zu unterbinden oder zumindest zu minimieren. Voraussetzung dafür ist eine genaue Kenntnis des Status Quo an heimischen Küsten und das frühzeitige Erfassen von Neueinschleppungen was auch seinen Niederschlag in der Literatur in Form von nationalen und internationalen Neobiotalisten findet (Buschbaum et al. 2012, Gittenberger et al. 2010, Gollasch & Nehring 2006, Lackschewitz et al. 2015, Minchin et al. 2013, Wolff 2005). Über aktuelle Veränderungen können Einschleppungsraten berechnet und mittels eines Trend-Indikators abgebildet werden.

Das zeitnahe Erkennen von Neueinträgen setzt kontinuierliche Monitoring-Anstrengungen voraus. Vor diesem Hintergrund wurde 2009 ein erstes Neobiota-Monitoring vom Landesamt für Land-

wirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) in Schleswig-Holstein initiiert, das 2011 in die Förderung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) übergang. Die in diesem Projekt generierten Daten sind auch die Grundlage für einen nationalen Trend-Indikator.

Die wiederholte Überwachung an festgelegten Probestationen zeigt auch Schwerpunkte aktueller Neuansiedlungen auf, so genannte ‚hotspots of introductions‘, und lässt damit Rückschlüsse auf Einschleppungswege und verantwortliche Vektoren zu. Dies kann zu präventiven Maßnahmen führen und letztlich auch zu dem Versuch einer Eliminierung bevor sich die Neuankömmlinge weiter ausbreiten konnten. Für das Entfernen eingeschleppter Arten (‚eradication‘) sind im marinen Lebensraum Erfolgsaussichten überhaupt nur dann denkbar, wenn sie in einem sehr frühen Stadium durchgeführt werden. Dadurch erhöht sich auch die Wahrscheinlichkeit, Umweltschäden so gering wie möglich zu halten.

Da die angesiedelten Neobiota ökologisch sehr heterogen sind und vielfältigen taxonomischen Gruppen angehören, wären für eine systematische und umfassende Analyse zahlreiche unterschiedliche Probenahme-Strategien erforderlich, die einen großen zeitlichen und damit auch finanziellen Aufwand voraussetzen. Daher wurden in angelsächsischen Ländern bereits früh Schnellerfassungsprogramme entwickelt (Cohen et al. 1998, Hewitt & Martin 2001, Pederson et al. 2003, Cohen et al. 2005), die inzwischen weltweit an vielen Küsten erfolgreich angewendet wurden (Arenas et al. 2006, Ashton et al. 2006, Minchin 2007, Nall et al. 2014, Bishop et al. 2015 u.a.m.). Solche ‚Rapid Assessment Surveys‘ (RAS) erfassen das Vorkommen nicht-heimischer Arten an festgelegten Probestationen, wobei man bewusst auf die zeitaufwendige Analyse genauer Abundanzverhältnisse einzelner Arten verzichtet und lediglich eine semi-quantitative Abschätzung vornimmt. Basis für solche Untersuchungen sind gute und umfangreiche taxonomische Kenntnisse, die sich über alle in Frage kommenden taxonomischen Gruppen erstrecken. Eingeschleppte Arten müssen von nordost-atlantischen Taxa unterschieden werden, insbesondere, wenn Neuankömmlinge heimischen Organismen ähnlich sind. Neben Neobiota mit bekannter Einschleppungsgeschichte werden auch so genannte kryptogene Arten erfasst, deren Herkunft unsicher ist, bei denen es aber den gut begründeten Verdacht eines nicht-heimischen Ursprungs gibt. Durch die sichere Identifizierung aller im Untersuchungsgebiet vorkommenden Organismen können Neueinträge gebietsfremder Arten zeitnah erkannt werden. Ist die notwendige taxonomische Expertise vorhanden, sind Rapid Assessment Untersuchungen eine schnelle und mit vergleichsweise wenig Aufwand durchführbare Methode.

2 Material & Methoden

2.1 Stationsnetz

Große Häfen mit internationalem Schiffsverkehr und stark frequentierte Sportboothäfen bilden Einfallstore für die Ansiedlung exotischer Arten. Daneben kann der Handel mit Aquakulturorganismen einen wichtigen Vektor für die Einschleppung von Neobiota darstellen. In Flussästuaren und der östlichen Ostsee kommen darüber hinaus brackwassertolerante Süßwasserorganismen über die Binnenwasserstraßen in die Küstengewässer. Vor dem Hintergrund dieser Mechanismen von Einschleppungen wurde ein Stationsnetz festgelegt, das repräsentative Probestationen entlang der deutschen Nord- und Ostseeküste umfasst. Zwischen 2009 und 2011 wurden Probestationen in der östlichen deutschen Ostsee, die sich als ungeeignet erwiesen hatten, durch andere ersetzt. Seit 2012 werden die in Abbildung 1 dargestellten 8 Stationen an der Nordsee und 6 Stationen an der Ostsee jährlich auf das Vorkommen von Neobiota und kryptogenen Arten untersucht.

Die Nähe großer Häfen mit internationalem Schiffsverkehr stellt u.a. ein Kriterium für die Auswahl als Probestation dar, da Neobiota und ihre Jugendstadien sehr oft im Ballastwasser oder Bewuchs von Schiffen verbreitet werden. In großen Häfen selbst kann häufig nur unter schwierigen Bedingungen gearbeitet werden, so dass sich die Untersuchungen auf nahe gelegene kleinere Häfen konzentrieren, die logistisch leicht erreichbar und zu beproben sind. Sportboothäfen haben sich dabei als gut geeignet für die Untersuchungen erwiesen, da der Zugang in der Regel relativ problemlos zu bewerkstelligen ist. Über den Bewuchs der Unterwasserschiffe werden viele Arten durch Sportboote auch über nationale Grenzen hinweg sekundär verbreitet und Steganlagen in Marinas bieten Neuankömmlingen geeignete Hartsubstrate zur Ansiedlung. Insbesondere die in den Nordseehäfen verbreiteten Schwimmpontons werden durch Neobiota intensiv besiedelt, u. a. weil sie relativen Schutz vor bodenlebenden Prädatoren wie etwa Krabben bieten (Rogers et al. 2016). Vor Ort wurden primär anthropogene Hartsubstrate wie Hafenstrukturalen und Bootsstege auf ihre Bewuchsgemeinschaften („fouling communities“) untersucht, aber auch steinerne Küstenschutzanlagen sowie Sedimentböden. Eine zusätzliche Probestelle bildete das einzige deutsche Austernzuchtgebiet im Sylter Wattenmeer südlich des Ortes List.

Überleben, Ansiedlung und Etablierung eingeschleppter Arten ist neben der Verfügbarkeit geeigneter Habitate wesentlich von Umweltparametern abhängig, insbesondere vom Salzgehalt des Wassers. Die Probestationen umfassen ein sehr weites Spektrum an Salinitäten, das vom eumarin Milieu in einigen Nordseehäfen über mesohaline Brackwassergebiete der Flussmündungen und westlichen Ostsee bis nahezu ins Süßwasser des Oderhaffs reichen (Tabelle 1). Hinter den dort angegebenen Mittelwerten können sich erhebliche lokale und zeitliche Änderungen verber-

gen. An einzelnen Probestation, insbesondere in den Ästuaren, kann der Salzgehalt tidebedingt extrem schwanken, etwa, wenn bei ablaufendem Wasser große Mengen Süßwasser aus den Flussmündungen strömen oder sich lokal Süßwassereinleitungen bemerkbar machen. Andererseits kann auf den Wattflächen im Sommer der Salzgehalt des Restwassers bei Ebbe stark ansteigen bzw. bei Regen sinken. Solche Standorte erfordern von den dort ansässigen Organismen angepasste Verhaltensweisen und entsprechende physiologische Toleranzen.



Abbildung 1: Das Stationsnetz der Rapid Assessment Untersuchungen 2015.

Tabelle 1: Mittlerer Salzgehalt an den untersuchten Häfen (2009-15), n.b.: nicht beprobt

Nordsee								
Station	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	mittl. Salzgehalt
Emden	17	10	14	13	11	15	13	13
Bensersiel	29	27	30	25	30	30	30	29
Wilhelmshaven	30	30	30	30	30	32	30	30
Cuxhaven	20	14	15	17	16	18	21	17
Brunsbüttel	6	4	1	4	2	5	4	4
Büsum	25	22	26	25	25	27	26	25
Hörnum/Sylt	30	30	30	25	30	31	30	29
ListSylt	30	31	30	29	32	32	31	31
Ostsee								
Station	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	mittl. Salzgehalt
Flensburg	17	14	14	12	16	14	14	14
Kiel	18	14	14	15	12	19	14	15
Wismar	7	12	11	15	12	15	12	12
Rostock	11	11	6	11	12	16	10	11
Strelasund	n.b.	n.b.	n.b.	8	6	7	9	8
Oderhaff	n.b.	1	2	1	1	2	3	2

2.2 Probenahme

Das Konzept des RAS ist in der Vergangenheit international verbreitet angewendet worden (z.B. Pederson et al. 2003, Arenas et al. 2006, Minchin 2007, Gittenberger et al. 2010, Nall et al. 2014, Bishop et al. 2015, Collin et al. 2015 u.a.m.), da es zeit- und kostengünstig ist und bei notwendiger taxonomischer Expertise zu einem schnellen Überblick über die ansässigen Neobiota führt. Im Gegensatz zu vielen Monitoringprogrammen wird bei ‚Rapid Assessment‘-Untersuchungen auf eine quantitative Beprobung und das Erfassung von Abundanzen bewusst verzichtet. Die große Bandbreite der Organismen innerhalb eines enormen Größenspektrums und mit unterschiedlichsten Habitatansprüchen würde sonst eine Vielzahl von parallelen Methoden erforderlich machen. So sind beispielsweise einige eingeschleppte Rotalgen erst unter dem Mikroskop zweifelsfrei zu identifizieren, während andere Algen als große Einzelexemplare auftreten. Hier erscheint eine für alle Arten geltende Probenahmestrategie zur Quantifizierung nahezu unmöglich, da es einen enormen zeitlichen, arbeitstechnischen und finanziellen Aufwand bedeuten würde, der mit den vorhandenen personellen Mitteln nicht zu leisten ist und dessen Mehrwert hinsichtlich der angestrebten Erkenntnisse zweifelhaft ist. Aus diesen Gründen werden Abundanzen semi-quantitativ abgeschätzt.

Schwerpunktmäßig fanden unsere Untersuchungen in Häfen und ihrer näheren Umgebung statt, zusätzlich im Gebiet der Austernzucht im nördlichen Sylter Wattenmeer. Die folgenden Habitate wurden an allen Stationen genauer visuell inspiziert und beprobt (Abbildung 2):

- A. Stege, Schwimmpontons („floating piers“) und untergetauchte Hartsubstrate in Sportbootanlagen sowie das angrenzende freie Wasser, das von den Stegen aus per Kescher erreichbar war
- B. Steinmolen, Bühnen und/oder Steinschüttungen
- C. Eulitorale Sedimentflächen bzw. Sedimente mit darüber stehendem Flachwasser.



Abbildung 2: Schwerpunktmäßig wurden Aufwuchsgemeinschaften an Schwimmpontons untersucht (links, im Hafen von Emden) sowie Tiere und Pflanzen an Steinmolen und von Sedimentflächen (rechtes Foto, Wilhelmshaven, mit Austern bedeckte Steinbuhne und Sedimentfläche).

Der zeitliche Aufwand pro Habitat lag bei ca. 45 bis 90 min, war aber abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und der Anzahl der beteiligten Personen. In der Regel betrug die Aufenthaltsdauer an einer Station 3 - 4 Stunden, ggf. aber auch länger. Klares Ziel jeder Untersuchung war es, mit den tidebedingten zeitlichen Vorgaben und vorhandenen personellen Mitteln eine möglichst umfassende Kenntnis über die Neobiota im jeweiligen Gebiet zu erlangen.

Die zeitliche Reihenfolge, in der die Probestationen bearbeitet wurden, orientierte sich an den Untersuchungen der voran gegangenen Jahre, um eine chronologisch weitestgehend gute Übereinstimmung und damit Vergleichbarkeit hinsichtlich der Populationsdynamiken zu erzielen. Zeitlich konzentrierten sich die Untersuchungen 2015 auf den Spätsommer und Frühherbst, da dann die Abundanzen der meisten Organismen am höchsten sind und die Wahrscheinlichkeit steigt, auch die eher seltenen Arten zu finden.

Protokolliert wurde in allen Habitaten das gesamte makroskopisch erkennbare Arteninventar, um die Diversität an der Probestelle abschätzen und in Relation zu vorhandenen Neobiota setzen zu können. Die klare Zielvorgabe, die ansässigen Neobiota so vollständig wie möglich zu erfassen, erfordert die gezielte Beprobung verschiedener Lebensräume anstelle paralleler Zufallsproben, so dass exponierte und geschützte, sonnige und schattige, an der Wasseroberfläche wie auch möglichst tief gelegene Bereiche beprobt wurden. Ergänzt wurde dies durch Kescher- oder Siebfänge im freien Wasser mit der Maschenweite 1 mm.

An steinernen Küstenschutzanlagen wie Buhnen oder Molen wurden Algen, sessile wie mobile Fauna kontrolliert, die Unterseite von Steinen inspiziert und ggf. Tang von der Oberseite der Stei-

ne entfernt und durchsucht. Auf eulitoralischen Sedimentflächen wurde das Epibenthos protokolliert und Spuren von Endobenthos mittels Spaten und Sieb (1 mm) nachgegangen. Gestelle und Netzbeutel, in denen Austern gehältert werden, wurden äußerlich inspiziert und die nähere Umgebung abgesucht.

Neben der makroskopischen Bestandsaufnahme wurden an unterschiedlichen Stellen Kratzproben aus dem Bewuchs entnommen und in Gefäße überführt. Dichte Algenbedeckung, Muscheln, Seepocken u. a. bilden einen Mikrokosmos, der von einer Vielzahl kleiner und mäßig großer Arten besiedelt oder temporär aufgesucht wird, die im Freiland nur schwer auffindbar und erkennbar sind.

Siebreste aus Sedimentuntersuchungen und im Freiland nicht zu klärende Befunde aus allen Habitaten wurden zur späteren Laboranalyse mitgenommen. Diese Proben wurden im Labor sortiert und nach Möglichkeit lebend bearbeitet. Bei größerem Probenumfang und aufwendigeren taxonomischen Arbeiten, welche meist durch die geringe Größe der Organismen bedingt sind, wurde das Material in Formol (4%) oder Ethanol (75 %) fixiert und unter dem Binokular bzw. Mikroskop bestimmt. Die Identifizierung erfolgte nach gängiger Bestimmungsliteratur und für die meisten Neobiota anhand wissenschaftlicher Publikationen. Bei unklaren Befunden wurden Experten für die entsprechenden Gruppen kontaktiert.

Die Beprobung des Oderhaffs (Hafen Kamminke) erfolgte seit 2011 durch Mitarbeiter des Institutes für Ostseeforschung (IOW). Ab 2012 wurden dann sämtliche Probestationen in Mecklenburg-Vorpommern vom IOW bearbeitet. Abgestimmt mit den in Niedersachsen und Schleswig-Holstein durchgeführten Methoden wurden Bodenproben mittels eines Stechröhres (78,5 cm²) genommen und durch 1 mm Maschenweite gesiebt. Die Fauna im Flachwasser wurde mit einem Kescher über der Sedimentoberfläche und im freien Wasser gefangen, Oberflächen von im Wasser liegenden Steinen und von Holzpfählen abgekratzt und das Spektrum submerser Pflanzen erfasst.

3 Evaluierung des Stationsnetzes

Die in Abbildung 1 dargestellten Stationen werden seit 2012 kontinuierlich einmal jährlich mittels eines Rapid Assessment Verfahrens beprobt, 12 von ihnen bereits seit Beginn des Neobiota-Monitorings in 2009 (vgl. Tabelle 1). Alle 14 Standorte haben sich grundsätzlich als geeignet erwiesen.

Zusätzlich zur jährlichen Beprobung wurden in den Jahren 2013 – 2015 von den Küstenbundesländern umfangreiche Untersuchungen in Auftrag gegeben, in denen weitere Standorte nach dem HELCOM Port-Monitoring auf ihre Eignung als Monitoring Stationen geprüft wurden. Nach inten-

siver Diskussion innerhalb der BLMP Facharbeitsgruppe Neobiota wurde festgelegt, dass ab dem Jahr 2016 das Stationsnetz um 3 Standorte erweitert werden soll, wobei es sich in Niedersachsen um den Jade-Weser-Port handelt, an der Schleswig-Holsteinischen Ostseeküste um Travemünde und in Mecklenburg-Vorpommern um den Hafen Saßnitz/Rügen. Die seit 2012 bearbeiteten Stationen werden beibehalten.

Neben dem bisher durchgeführten RA-Protokoll sollen an allen Stationen zusätzlich Bewuchsplatten ausgebracht werden, die die Rapid Assessment Untersuchungen ergänzen. Dadurch sollen auch Organismen aus größeren Wassertiefen erfasst werden sowie kleine, seltenere Arten, die bei einer makroskopischen Feldanalyse übersehen werden könnten. Des Weiteren bietet sich dadurch die Möglichkeit, stärker quantitativ orientierte Informationen über Häufigkeiten und Abundanzen der Arten zu erhalten. Mit diesem nun geplanten erweiterten Rapid Assessment Verfahren wird eine stärkere Anbindung zu den Benthos Untersuchungen des HELCOM/ OSPAR Port-Monitorings geschaffen.

4 Ergebnisse

4.1 Überblick

Im Sommer 2015 wurden an den 14 Probestationen 214 Taxa identifiziert, deren Bestimmung, abgesehen von wenigen Ausnahmen, bis auf Artebene durchgeführt werden konnte. Diese Zahl entspricht sicher nicht annähernd dem vollständigen Arteninventar der Stationen, allerdings lag der Fokus der Untersuchungen auf dem Erkennen der vorhandenen Neobiota, so dass die Arbeiten sich zeitlich und von der Intensität her überwiegend in diese Richtung orientierten. Die Gesamtartenzahlen erlauben jedoch eine Einschätzung des relativen Artenreichtums bzw. der Artenarmut an der jeweiligen Station und eine Abschätzung des relativen Anteils von Neobiota. Von diesen 214 Taxa werden 55 Arten den Neobiota oder kryptogenen Arten zugerechnet (Tabelle 2).

Pflanzen (Algen und Tracheophyten) sind daran mit knapp 20% (41 Arten) beteiligt. Die verschiedenen Gruppen der Krebstiere (Crustacea) bilden mit über einem Viertel aller Arten (58 Spezies) die umfangreichste Fraktion und entsprechend stellten sie mit 18 Arten auch bei den Neobiota den größten Anteil (fast 33%).

Tabelle 2: Gesamtartenliste der RA Untersuchungen 2015 (Neobiota in rot hervorgehoben)

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
Algen														
Phaeophyceae	<i>Ascophyllum nodosum</i>	•												
	<i>Chorda filum</i>									•				
	Ectocarpaceae indet.		•	•	•	•	•	•	•	•				
	<i>Elachista fucicola</i>			•			•			•				
	<i>Fucus vesiculosus</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
	<i>Petalonia fascia</i>						•	•						
	<i>Sargassum muticum</i>						•	•						
Rhodophyceae	<i>Acrochaetium</i> sp.									•				
	<i>Aglaothamnion hookeri</i>	•					•	•						
	<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>		•	•			•		•	•				
	<i>Antithamnion cruciatum</i>									•				

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
<i>Antithamnionella spirographidis</i>			•											
<i>Antithamnionella ternifolia</i>							•	•						
<i>Ceramium cimbricum</i>							•							
<i>Ceramium tenuicorne</i>				•					•	•				
<i>Ceramium virgatum</i>			•				•	•	•	•				
<i>Chondrus crispus</i>							•	•						
<i>Dasya baillouviana</i>							•		•	•				
<i>Dasydiphonia japonica</i>								•						
<i>Gracilaria vermiculophylla</i>		•	• (drift)	•		•	•	•		•				
<i>Polysiphonia elongata</i>							•	•						
<i>Polysiphonia fucooides</i>			•				•	•		•				
<i>Polysiphonia harveyi</i>			•				•	•						
<i>Polysiphonia nigra</i>							•	•						
<i>Polysiphonia stricta</i>	•			•	•		•			•				
<i>Polysiphonia</i> sp.									•					
<i>Porphyra</i> sp.	•	•		•		•	•	•						

Ergebnisse des Rapid Assessments 2015

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
<i>Ralphsia</i> sp.							•							
Chlorophyta <i>Bryopsis hypnoides</i>			•					•						
<i>Bryopsis plumosa</i>										•				
<i>Chaetomorpha linum</i>		•					•		•					
<i>Cladophora albida</i>			•		•		•	•	•	•				
<i>Cladophora sericea</i>										•				
<i>Codium fragile fragile</i>			•											
<i>Enteromorpha</i> spp.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
<i>Ulva</i> sp.	•	•	•	•		•	•	•	•					
Bacillario- phyceae <i>Berkeleya</i> sp.						•	•	•						
Gefäßpflanzen														
<i>Salicornia decumbens</i>								•						
<i>Spartina anglica</i>		•		•		•								
<i>Zostera marina</i>								•		•				
<i>Zostera noltii</i>		•						•						
Porifera														
<i>Leucosolenia botryoides</i> /sp.			•				•	•						

		Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff	
	<i>Halichondria panicea</i>							•	•		•					
	<i>Sycon ciliatum</i>							•	•							
Coelenterata																
Ctenophora	<i>Beroe cucumis</i>			•	•		•									
	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	•	•	•					•		•					
	<i>Pleurobrachia pileus</i>		•													
Hydrozoa	<i>Campanularia sp.</i>								•							
	<i>Clava multicornis</i>										•					
	<i>Clytia hemisphaerica</i>							•								
	<i>Cordylophora caspia</i>					•										•
	<i>Hydractinia echinata</i>							•	•							
	Hydromeduse indet.						•	•								
	<i>Nemopsis bachei</i>						•									
	<i>Obelia geniculata</i>			•	•			•	•							
	<i>Obelia longissima</i>		•		•		•	•	•							
	<i>Sertularia cupressina</i> (drift)		•	•	•											
Scyphozoa	<i>Aurelia aurita</i>									•	•					

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
<i>Chrysaora hysoscella</i>							•							
<i>Cyanea lamarckii</i>								•						
Anthozoa <i>Haliplanella lineata</i>										•				
<i>Metridium senile</i>			•				•	•						
<i>Sagartia troglodytes</i>			•											
<i>Sagartiogeton undatum</i>							•	•						
Turbellaria														
<i>Notoplana atomata</i>	•				•									
Nemertini														
<i>Cyanophthalma obscura</i>													•	
<i>Lineus viridis</i>							•							
Hirudinea														
<i>Piscicola sp.</i>														•
Mollusca														
Polypicophora <i>Lepidochitona cinerea</i>		•	•			•	•	•						
Gastropoda <i>Acroloxus lacustris</i>														(•)
<i>Assiminea grayana</i>					•									

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
<i>Bittium reticulatum</i>									•					
<i>Buccinum undatum</i>							•							
<i>Crepidula fornicata</i>			•				•	•						
<i>Ecrobia (Hydrobia) ventrosa</i>									•		•	•	•	
<i>Hydrobia acuta neglecta</i>											•			
<i>Littorina littorea</i>		•	•	•		•	•	•	•	•				
<i>Littorina saxatilis</i>		•				•			•		•			
<i>Lymnaea stagnalis</i>														(•)
<i>Onchidoris sp.</i>										•				
<i>Peringia (Hydrobia) ulvae</i>	•	•		•		•		•	•		•	•	•	
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>												•	•	(•)
<i>Radix balthica</i>														(•)
<i>Tergipes tergipes</i>				•				•						
<i>Theodoxus fluviatilis</i>														(•)
<i>Valvata cristata</i>														(•)

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
<i>Valvata piscinalis</i>														(●)
<i>Viviparus contectus</i>														(●)
Bivalvia <i>Cerastoderma edule</i>				●		●	●	●	●					
<i>Cerastoderma glaucum</i>											●	●	●	
<i>Crassostrea gigas</i>	●	●	●	●		●	●	●						
<i>Dreissena polymorpha</i>					●									(●)
(<i>Dreissena bugensis</i>)														(●)
<i>Ensis americanus</i>							●	●						
<i>Macoma balthica</i>	●	●		●						●			●	
<i>Mya arenaria</i>		●		●		●		●	●		●	●	●	
<i>Mytilopsis leucophaea-ta</i>					●									
<i>Mytilus edulis</i>		●	●	●		●	●	●	●	●				
<i>Petricolaria pholadiformis</i>														
<i>Pisidium nitidum</i>														(●)
<i>Pisidium ponderosum</i>														(●)
<i>Scrobicularia plana</i>		●							●					
<i>Teredo navalis</i>			(● Röh-			●								

Ergebnisse des Rapid Assessments 2015

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
ren)														
Oligochaeta														
Oligochaeta spp.					•				•		•	•	•	•
Polychaeta														
<i>Alitta (Nereis) succinea</i>	•			•	•	•		•			•		•	
<i>Alitta (Nereis) virens</i>						•		•	•	•				
<i>Ampharete acutifrons</i>								•						
<i>Arenicola marina</i>		•	•	•		•	•	•	•	•	•			
<i>Boccardiella ligERICA</i>	•													
<i>Capitella capitata</i>				•		•								
<i>Eteone longa</i>				•						•				
<i>Harmothoe imbricata</i>							•			•				
<i>Harmothoe impar</i>									•					
<i>Heteromastus filiformis</i>	•	•	•	•		•		•						
<i>Lanice conchilega</i>			•				•	•						
<i>Malacocerus fuliginosus</i>							•							
<i>Marenzelleria neglecta</i>													•	
<i>Marenzelleria viridis</i>				•				•	•	•		•	•	

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
<i>Neoamphitrite figulus</i>								•						
<i>Nephtys caeca</i>										•				
<i>Nephtys hombergii</i> /sp.			•	•			•							
<i>Nereis diversicolor</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Platynereis dumerilii</i>										•				
<i>Polydora ciliata</i>							•	•						
<i>Polydora cornuta</i>						•			•	•		•	•	
<i>Polydora c.f. websteri</i>							•	•						
<i>Pomatoceros triqueter</i>							•							
<i>Pygospio elegans</i>		•		•			•	•						
<i>Scoloplos armiger</i>				•			•	•						
Syllidae indet.			•	•										
<i>Tharyx maryae</i>								•						
Crustacea														
Cirripedia														
<i>Amphibalanus improvisus</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Austrominius modestus</i>		•	•	•		•	•	•						
<i>Balanus crenatus</i>	•	•	•	•		•	•	•						

Ergebnisse des Rapid Assessments 2015

		Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
	<i>Semibalanus balanoides</i>		•	•	•		•	•	•						
Tanaidacea	<i>Heterotanaeis oerstedii</i>												•	•	
	<i>Sinelobus c.f. van-haareni</i>	•			•	•									
Mysidacea	<i>Neomysis integer</i>											•	•		•
	<i>Praunus flexuosus</i>			•	•		•	•		•		•	•	•	
	<i>Praunus inermis</i>										•				
Isopoda	<i>Cyathura carinata</i>												•		
	<i>Idotea balthica</i>							•	•	•	•				
	<i>Idotea chelipes</i>							•		•		•	•	•	
	<i>Idotea linearis</i>								•						
	<i>Jaera albifrons</i>									•					
	<i>Lekanesphaera hookeri</i>					•				•		•	•		
	<i>Lekanesphaera rugicauda</i>	•													
Amphipoda	<i>Apherusa bispinosa</i>								•						
	<i>Calliopius laevisculus</i>										•				
	<i>Caprella mutica</i>							•	•						
	<i>Corophium arenarium</i>				•										

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
<i>Corophium lacustre</i>	•				•									
<i>Corophium volutator</i>	•				•						•			
<i>Cryptorchestia cavimana</i>														•
<i>Dikerogammarus villosus</i>														•
<i>Echinogammarus marinus</i>		•												
<i>Echinogammarus trichiatus</i>														•
<i>Erichthonius punctatus</i>										•				
<i>Gammarus duebeni</i>											•			
<i>Gammarus locusta</i>				•		•	•	•		•	•		•	
<i>Gammarus marinus</i>				•										
<i>Gammarus oceanicus</i>					•						•			
<i>Gammarus tigrinus</i>												•	•	•
<i>Gammarus salinus</i>	•					•			•					
<i>Hyale pontica</i>				•										
<i>Jassa marmorata</i>							•	•						

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
<i>Leptocheirus pilosus</i>	•				•									
<i>Melita nitida</i>	•			•	•									
<i>Melita palmata</i>	•										•			
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>									•	•	•	•	•	
<i>Monocorophium acherusicum</i>			•			•	•	•						
<i>Monocorophium insidiosum</i>			•	•					•	•		•		
<i>Obesogammarus crassus</i>														•
<i>Platorchestia platensis</i>									•					
<i>Pontogammarus robustoides</i>														•
<i>Talitrus saltator</i>				•			•							
Decapoda <i>Cancer pagurus</i>			•				•	•						
<i>Carcinus maenas</i>	•	•	•	•	•	•	•	•		•		•		
<i>Crangon crangon</i>			•	•				•		•		•	•	
<i>Eriocheir sinensis</i>				•	•									
<i>Eupagurus bernhardus</i>							•	•						

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>		•	•	•		•	•	•						
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	•	•	•	•	•	•	•	•						
<i>Palaemon adspersus</i> (?)										•				
<i>Palaemon elegans</i>			•	•		•	•		•	•			•	
<i>Palaemon longirostris</i> (?)						•								
<i>Palaemon macrodactylus</i>	•		•	•	•									
<i>Rhitropanopeus harrisi</i>													•	
Pygogonoda														
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>							•							
Insecta														
<i>Anurida</i> sp.										•				
<i>Telmatogeton japonicus</i>	•	•		•	•	•	•	•	•	•				
Chironomidenlarve indet.	•			•	•				•	•			•	•
Chelicerata														
Acarina indet.					•				•	•				

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
Bryozoa														
<i>Alcyonidium mytili</i>				•			•	•						
<i>Bowerbankia gracilis</i>		•		•			•	•						
<i>Bugula plumosa</i>							•							
<i>Bugulina stolonifera</i>			•											
<i>Conopeum reticulum</i>							•	•						
<i>Conopeum seurati</i>							•							
<i>Cryptosula pallasiana</i>							•	•						
<i>Einhornia crustulenta</i>	•			•								•	•	
<i>Electra pilosa</i>							•	•		•				
<i>Tricellaria inopinata</i>			•											
Tunicata														
<i>Aplidium c.f. glabrum</i>							•	•						
<i>Botrylloides violaceus</i>			•				•							
<i>Botryllus schlosseri</i>			•		•	•	•	•						
<i>Ciona intestinalis</i>			•						•	•				
<i>Molgula manhattensis</i>			•		•	•	•	•						
<i>Styela clava</i>			•				•	•						

Ergebnisse des Rapid Assessments 2015

	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff			
Echinodermata																	
<i>Asterias rubens</i>			●				●	●	●	●							
<i>Psammechinus miliaris</i>								●									
Pisces																	
<i>Anguilla anguilla</i>							●										
<i>Pholis guanellus</i>							●										
<i>Pomatoschistus microps/sp.</i>			●	●			●	●									
Gesamtzahl der Taxa, davon Neobiota und kryptogene Arten																	
	214	55	30	37	54	18	60	27	44	92	88	44	55	21	22	24	11(23)
			9	10			14	10	14	22	25	7	8	2	5	6	7(10)
% Neobiota u. krypt. Arten			30	27	33		23	37	31	23	28	16	15	10	23	25	64 (43)

(●)(●) = leere Schalen

Hinsichtlich der absoluten Zahlen wiesen die Häfen der Nordsee und der westlichen deutschen Ostsee eine deutlich höhere Diversität auf als die Häfen der östlichen Ostsee. Das betraf nicht nur die Gesamtartenzahlen, sondern auch die Anzahl der Neobiota vor Ort. Neophyten wurden in den Häfen Mecklenburg-Vorpommerns nicht gefunden.

Die prozentualen Anteile der Neobiota lagen in den Nordseehäfen trotz hoher Gesamtartenzahlen in fast allen Fällen über denen der Ostsee. Eine Ausnahme bilden die Gemeinschaften des Oderhaffs, für das keine Daten zur Flora berücksichtigt werden konnten, und in dem eine auffällig hohe Zahl an Neozoen gefunden wurde. An der Station ‚Kamminke/ Oderhaff‘ herrschen fast limnische Bedingungen und brackwasser-tolerante Süßwasserorganismen dringen über den Flusslauf bis an die Küste vor, wo viele Arten allerdings ihre Ausbreitungsgrenze finden (z.B. *Echinogammarus trichiatus*). Euryhaline Arten, wie etwa *Gammarus tigrinus* oder *Dreissena polymorpha*, können auch an westlicher gelegenen Ostsee-Stationen vorkommen bzw. an der Mündung des Nord-Ostsee-Kanals in die Elbe, wo die Salinität bei auflaufendem Wasser zweistellige Werte annehmen können.

4.2 Neobiota an der Nordseeküste

Die Häfen der Nordseeküste wiesen mit 43 Arten fast doppelt so viele Neobiota und kryptogene Arten auf wie die der Ostsee (22 Spezies). Die Gründe dafür können vielfältig sein und entziehen sich einer monokausalen Erklärung. 10 Arten wurden im Sommer 2015 in beiden Seegebieten gefunden. Bei diesen Organismen handelte es sich i.d.R. um brackwasser-tolerante Spezies, die in der Nordsee die Flussästuare oder Häfen mit Süßwasserzufluss besiedeln (z.B. *Cordylophora caspia*, *Dreissena polymorpha*, *Amphibalanus improvisus*) oder solche, die ein extrem weites Salinitätsspektrum tolerieren, wie etwa die Sandklaffmuschel *Mya arenaria* oder die Diptere *Telmatogeton japonicus*. Letztere kommt sowohl im eumarinen Milieu von Nordseehäfen vor, wie auch an der finnischen Südküste, wo nahezu Süßwasserbedingungen herrschen (Raunio et al. 2009).

Die beiden Stationen auf Sylt (List und Hörnum) waren, wie auch in den früheren Jahren, mit Abstand die artenreichsten, sowohl hinsichtlich der Gesamtartenzahlen wie auch des Vorkommens von Neobiota (Tabelle 2). Ein wesentlicher Aspekt hierbei ist sicherlich die in diesen Gebieten angesiedelten Aquakulturen von Pazifischen Austern (List) und Miesmuscheln (Hörnum). Deren wiederholter Besatz mit Saatmuscheln stellte auch in der Vergangenheit eine potentielle Quelle für die Einschleppung neuer Arten dar.

Im Sommer 2015 wurden während der RA-Untersuchungen erstmals für die deutsche Küste zahlreiche Exemplare der Rotalge *Dasysiphonia japonica* (vormals *Heterosiphonia* j.) an der Austernzucht bei List/Sylt gefunden (Abbildung 3), wobei es sich um frische 10-15 cm hohe Thalli handelte. Die Art ist seit langem von vielen europäischen Küsten bekannt (Sjøtun et al. 2008) und gilt als invasiv (Savoie & Saunders 2013). Ob sie sich in Wattenmeer und Nordsee etabliert, müssen die Monitoring-Untersuchungen im Sommer 2016 zeigen. Kurz nach diesem Nachweis wurde auch von Helgoland der Fund eines kleinen Individuums gemeldet, das an der Haftscheibe einer driftenden *Himanthalia elongata* aus der Bretagne wuchs (R. Kühlenkamp, pers. Mitt.).



Abbildung 3: Die pazifische Rotalge *Dasysiphonia japonica*

Eine weitere für deutsche wie auch für nordwesteuropäische Küsten bisher unbekannt Art wurde bereits im Herbst 2014 identifiziert, wurde allerdings in den regulären RA-Untersuchungen des entsprechenden Jahres aus methodischen Gründen nicht gefunden. Dabei handelt es sich um den Polychaeten *Polydora* cf. *websteri*, der Gänge in die Schalen von Austern bohrt in denen er lebt, vergleichbar mit der kleineren heimischen Art *Polydora ciliata*. Im Kap. 4.4 (Entwicklungen und Veränderungen) wird darauf näher eingegangen. Im Sommer 2015 wurden aufgrund der Kenntnis um das Vorkommen dieses Polychaeten, Austern (außerhalb der eigentlichen Zuchtanlage) während des RA-Monitorings speziell auf diese Art hin untersucht und der Spionide sowohl in List als auch in Hörnum auf der Insel Sylt nachgewiesen.

Neben den beiden Stationen auf Sylt erwies sich auch der Standort Wilhelmshaven mit 18 nicht-heimischen und kryptogenen Arten als recht divers bezüglich Neobiota. Dabei sind die Vorkommen der Rotalge *Antithamnionella spirographidis* und der Tunicate *Botrylloides violaceus* beson-

ders hervorzuheben. Beide Arten waren von uns in früheren Untersuchungen lediglich in Hörnum/Sylt gefunden worden. Von *A. spirographidis*, die dort nur im Jahr 2012 vorgekommen war, gab es Ende September 2015 in Wilhelmshaven einen sehr auffälligen Bewuchs der Schwimmstege im Nassauhafen. Die zierliche, leuchtend rote Alge, die in ihrem Habitus den heimischen *Callit-hamnion*- und *Aglaothamnion* - Arten ähnelt, ist aus dem Rheindelta wie auch dem niederländischen Wattenmeer bekannt (Wolff 2005, Gittenberger et al. 2010) und könnte von dort aus durch sommerlichen Sportbootverkehr eingeschleppt worden sein. Für Hörnum war 2012 ein Eintrag mit Muschelsaat vermutet worden, da die Thalli an Miesmuschelaggregaten festgewachsen gefunden wurden.

Das erstmalige Auftreten von *Botrylloides violaceus* in Wilhelmshaven ist zukünftig weiter zu beobachten. Die koloniale Tunicate wurde 2011 erstmals von Groepler (Groepler 2016) auf Helgoland nachgewiesen und im Zuge regulärer RA-Untersuchungen im Sommer 2012 in Hörnum/Sylt entdeckt. Aufgrund dieses Befundes wurde im Sommer 2013 der nahe gelegene Hafen von Wyk/Föhr kontrolliert, in dem Muschelkutter aus den Niederlanden ihren Liegeplatz haben, und es wurde ein massiver Befall der Stege des Sportboothafens mit Kolonien der Tunicate festgestellt. Im Hörnum Sportboothafen hat sie sich seit 2012, ausgehend von wenigen kleinen Kolonien, rasant ausgebreitet und überwuchs 2015 im gesamten Sportboothafen großflächig verschiedenste künstliche Hartsubstrate sowie submerse Bewuchsorganismen. Eine ähnliche Entwicklung ist für den Sportboothafen in Wilhelmshaven nicht auszuschließen.

Eine weitere Auffälligkeit im Nassauhafen stellte das erneute Auftreten der Bryozoe *Tricellaria inopinata* dar. Die Art bildet bäumchenartige Kolonien und war zu Beginn der RA-Untersuchungen im Sommer 2009 in Wilhelmshaven, wie auch in den beiden untersuchten Häfen auf Sylt zahlreich angetroffen worden. In den darauffolgenden Jahren blieb sie jedoch verschwunden, obwohl aufgrund des früheren Vorkommens ein spezielles Augenmerk auf sie gerichtet war. Ob es sich 2015 um einen neuen Eintrag handelte oder ob die Bryozoe zwischenzeitlich unentdeckt geblieben war, kann nicht beurteilt werden.

Die Brackwasserhäfen von Emden und Brunsbüttel fallen durch vergleichsweise niedrige Diversitäten sowohl hinsichtlich der Gesamtzahlen als auch der Neobiota auf. Im Sommer 2015 wurde an beiden Stationen eine auffällige Zunahme in den Abundanzen der Japanischen Felsenkrabbe *Hemigrapsus takanoi* festgestellt. Die Verbreitung dieses decapoden Krebses, der seit 2014 auch in der Ostsee gefunden wird (Geburzi et al. 2015), dehnt sich offensichtlich aus und die Abundanzen nehmen zu. Während im Zuge von RA-Untersuchungen 2013 und 2014 wenige Einzelexemplare an diesen Stationen entdeckt wurden, waren die Krabben 2015 zahlreich in Emden und erweckte in den Elbbuhnen bei Brunsbüttel sogar den Eindruck, dass ihre Abundanzen die der heimische Strandkrabbe *Carcinus maenas* übertrafen.

4.3 Neobiota an der Ostseeküste

An den Stationen der Ostsee wurden insgesamt 22 Neobiota und kryptogene Arten nachgewiesen, von denen 12 Ostsee-spezifisch waren. Im Wesentlichen handelte es sich dabei um Crustaceen.

Wie auch in früheren Jahren war die Station im Oderhaff insofern außergewöhnlich, als bei äußerst geringem Salzgehalt sehr viele ponto-kaspische Arten auftreten, die über Wasserstraßen die Küste erreicht haben. Dabei können Organismen sowohl direkt über das Netz der Wasserwege aus dem ponto-kaspischen Raum bis in die Ostsee gelangt sein (z. B. *Dikerogammarus villosus*) oder aber es handelt sich um solche, die in den 1960er Jahren absichtlich als Fischfutter in osteuropäische Gewässer ausgebracht wurden (Arbaciauskas 2002) und von dort aus westwärts wanderten, wie etwa die Flohkrebse *Obesogammarus crassus* und *Pontogammarus robustoides*.

Neu war im Sommer 2015 der Fund der ponto-kaspischen Muschel *Dreissena bugensis*. Zwar wurden im Zuge der RA-Untersuchungen lediglich Schalen gefunden, jedoch war die Art im Verlauf anderer Arbeiten bereits 2014 und 2015 im deutschen Teil des Oderhaffs nachgewiesen worden (Meßner & Zettler 2015) und 2014 auch schon im polnischen Bereich aufgetaucht (Wozniczka et al. 2016). Die Muschel wurde in Deutschland erstmals 2007 im Main festgestellt, wohin sie vermutlich über den Main-Donau-Kanal gelangt war (Heiler et al. 2013) und scheint sich mithilfe von Binnenschiffen entlang der Wasserwege auszubreiten (Martens 2009).

Der 2014 erstmals für deutsche Küstengewässer nachgewiesene, ponto-kaspische Amphipode *Echinogammarus trichiatus* wurde 2015 erneut im Oderhaff angetroffen.

Genuine Brackwasser-Arten wie die Rundkrabbe *Rhithropanopeus harrisi* und der weit verbreitete Amphipode *Gammarus tigrinus*, beide von der nordamerikanischen Atlantikküste stammend und vor langem in europäische Gewässern eingeschleppt, sind ebenfalls feste Bestandteile in den Brackwasser-Lebensgemeinschaften der Ostsee.

4.4 Entwicklungen und Veränderungen

Seit Beginn des RA-Monitoringprogramms im Jahr 2009 wurden an den Probestationen der Nord- und Ostsee 64 Neobiota und kryptogene Arten nachgewiesen (die Muschel *Dreissena bugensis* bei RA-Untersuchungen nur durch Schalen). In der Nordsee ist die Anzahl mit 49 Arten (Tabelle 3) wesentlich höher als in der Ostsee (30 Arten; Tabelle 4).

Die Probestellen unterscheiden sich hinsichtlich des Neobiota-Vorkommens stark. Gleichzeitig ist bei der Betrachtung der zeitlichen Entwicklung an den einzelnen Stationen auch ein deutlicher Anstieg an fast allen Standorten zu verzeichnen.

Tabelle 3: Anzahl der eingeschleppten und kryptogenen Arten in den Nordseehäfen 2009 - 15

Station	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009-15
Emden	2	5	5	4	5	10	9	11
Bensersiel	11	11	9	11	12	13	10	16
Wilhelmshaven	9	14	10	12	13	13	18	23
Cuxhaven	10	10	11	14	11	12	14	19
Brunsbüttel	5	7	7	7	7	12	10	16
Büsum	10	12	12	12	14	15	14	19
Hörnum/Sylt	15	28	17	17	19	21	22	29
ListSylt	19	20	17	21	20	23	25	29
ges. Neobiota/kryptogene Arten	26	33	29	36	34	38	43	49

Tabelle 4: Anzahl der eingeschleppten und kryptogenen Arten in den Ostseehäfen 2009 - 15

Station	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009-15
Flensburg	5	5	5	5	5	7	7	8
Kiel	4	4 (5)	6	3	4	6	8	10 (11)
Wismar	3	3	5	2	2	3	2	8
Rostock	4	5	7	4	5	4	5	10
Strelasund	n.b.	n.b.	n.b.	6	8	6	6	9
Oderhaff	n.b.	8	8	7	10	13	7 (10)	14 (15)
ges. Neobiota/kryptogene Arten	7	16	15	16	18	22	20 (22)	28 (30)

Dies kann verschiedene Ursachen haben. Zum einen sind im Verlauf der 7 Jahre Probestellen und Methoden optimiert worden, d.h. zunehmende Erfahrungen mit den Gegebenheiten vor Ort führten zu zielgerichteten Untersuchungen und mehr Nachweisen, die eingesetzten Techniken wurden, wenn nötig, angepasst und die Probestellen ggf. gewechselt. Zum anderen besetzen die kürzlich eingeschleppten Arten zunehmend den verfügbaren Raum in den Küstengewässern und werden an immer mehr Stationen angetroffen. Beispiele dafür sind die Japanischen Felsenkrabben *Hemigrapsus* spp., von denen eine Art (*H. takanoi*) inzwischen auch die Ostsee erreicht hat. Und

schließlich werden nach wie vor neue Arten in deutschen Küstengewässern gefunden. Das kann Organismen betreffen, die aus deutschen Gewässern noch gar nicht bekannt waren, aber auch solche, die schon seit geraumer Zeit in den Binnengewässern vorkommen und nun die Küste erreichen, wie etwa *Echinogammarus trichiatus* oder *Dreissena bugensis*.

Andererseits können durch Umwelteinflüsse auch starke Schwankungen in den Abundanzen entstehen, etwa, wenn temperatursensitive Arten durch kalte Winter dezimiert werden oder sogar ganz verschwinden. Die in Tabelle 5 angegebenen Werte geben sowohl die im Sommer 2015 gefundenen Arten (rote Kreuze) wider, als auch alle in den Jahren 2009 – 2014 gefundenen Neobiota/kryptogene Arten an der betreffenden Probestation (schwarze Kreuze). Dies zeigt, dass wiederholte, kontinuierliche Beprobungen zu einer zunehmend vollständigeren Übersicht über die anwesenden Neobiota an einer Probestation führen.

Tabelle 5: Verteilung von Neobiota und kryptogenen Arten auf die Probestationen 2015 und Vorkommen der Arten seit 2009.

taxonomische Gruppe	Art	Seegebiet	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff	
Algen																	
Phaeophyceae	<i>Fucus evanescens</i>	O															x
	<i>Sargassum muticum</i>	N							x	x							
Rhodophyceae	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	N			x					x							
	<i>Antithamnionella ternifolia</i>	N							x	x							
	<i>Ceramium cimbrium</i>	N							x								
	<i>Dasya baillouviana</i>	N/O							x		x	x					
	<i>Dasysiphonia japonica</i>	N								x							
	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	N/O		x	x	x		x	x	x		x					
	<i>Polysiphonia harveyi</i>	N			x				x	x							
Chlorophyta	<i>Codium fragile fragile</i>	N			x					x							
Gefäßpflanzen																	

taxonomische Gruppe	Art	Seegebiet	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
	<i>Spartina anglica</i>	N	x	x		x		x								
Coelenterata																
Ctenophora	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	N/O	x	x	x	x		x	x	x	x	x				
Hydrozoa	<i>Cordylophora caspia</i>	N/O					x							x		x
	<i>Garveia franciscana</i>	N/O					x									
	<i>Nemopsis bachei</i>	N/O	x	x				x								
Anthozoa	<i>Haliplanella lineata</i>	O										x				
Mollusca																
Gastropoda	<i>Crepidula fornicata</i>	N		x	x					x	x					
	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	O											x	x	x	x(x)
Bivalvia	<i>Crassostrea gigas</i>	N	x	x	x	x		x	x	x						
	<i>Dreissena polymorpha</i>	N/O					x									x(x)
	(<i>Dreissena bugensis</i>)	(O)														(x)
	<i>Ensis americanus</i>	N/(O)		x		x				x	x					(x)
	<i>Mya arenaria</i>	N/O		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Mytilopsis leucophaea</i>	N					x									
	<i>Petricolaria pholadiformis</i>	N			x											
	<i>Teredo navalis</i>	N/O				x		x		x				x		
Polychaeta																
	<i>Alitta (Nereis) virens</i>	N/O		x		x		x	x	x	x	x				
	<i>Boccardiella ligerica</i>	N	x				x									
	<i>Marenzelleria neglecta</i>	O													x	
	<i>Marenzelleria viridis</i>	N/O				x	x			x	x	x	x	x	x	x
	<i>Polydora cf.</i>	N							x	x						

taxonomische Gruppe	Art	Seegebiet	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
	<i>websteri</i>															
	<i>Tharyx maryae</i>	N								x						
Crustacea																
Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>	N/O	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Austrominius modestus</i>	N		x	x	x		x	x	x						
Tanaidacea	<i>Sinelobus c.f. vanhaareni</i>	N	x			x	x									
Mysidacea	<i>Limnomysis benedeni</i>	O														x
	<i>Paramysis lacustris</i>	O														x
Amphipoda	<i>Caprella mutica</i>	N			x			x	x	x						
	<i>Chellicorophium curvispinum</i>	O														x
	<i>Cryptorchestia cavimana</i>	O														x
	<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	O														x
	<i>Dikerogammarus villosus</i>	N/O					x									x
	<i>Echinogammarus trichiatus</i>	O														x
	<i>Gammarus tigrinus</i>	N/O					x					x	x	x	x	x
	<i>Jassa marmorata</i>	N							x	x						
	<i>Melita nitida</i>	N	x			x	x									
	<i>Obesogammarus crassus</i>	O														x
	<i>Platorchestia platensis</i>	N/O								x	x	x	x	x	x	
	<i>Pontogammarus robustoides</i>	O														x
Decapoda	<i>Eriocheir sinensis</i>	N				x	x	x								
	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	N		x	x	x		x	x	x						
	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	N	x	x	x	x	x	x	x	x						
	<i>Palaemon macrodactylus</i>	N	x	x	x	x	x	x								
	<i>Rhitropanopeus harrisii</i>	O											x	x		

taxonomische Gruppe	Art	Seegebiet	Emden	Bensersiel	Wilhelmshaven	Cuxhaven	Brunsbüttel	Büsum	Hörnum	List	Flensburg	Kiel	Wismar	Rostock	Strelasund	Oderhaff
Insecta																
	<i>Telmatogeton japonicus</i>	N/O	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Bryozoa																
	<i>Bugula neritina</i>	N							x							
	<i>Bugulina stoloni-fera</i>	N			x				x							
	<i>Tricellaria inopi-nata</i>	N			x				x	x						
Tunicata																
	<i>Aplidium cf. glabrum</i>	N			x				x	x						
	<i>Botrylloides violaceus</i>	N			x				x							
	<i>Botryllus schlos-seri</i>	N			x			x	x	x						
	<i>Molgula manhat-tensis</i>	N		x	x	x		x	x	x						
	<i>Styela clava</i>	N			x			x	x	x						
Pisces																
	<i>Neogobius melano-stomus</i>	O											x			
Neobiota & kryptogene Arten 2015:			9	10	18	14	10	14	22	25	7	8	2	5	6	7
Neobiota & kryptogene Arten 2009-2015:			11	16	23	19	16	19	29	29	8	10	8	10	9	14

N: Nordsee

O: Ostsee

(): nur leere Schalen

Bedingt durch die Methodik werden einige Neobiota-Gruppen nicht erfasst, so etwa Endoparasiten oder Arten in sehr speziellen Habitaten. Um Kenntnisse über deren Vorkommen zu erlangen, sollte für eine umfassende Übersicht über die Neobiota in deutschen Küstengewässern auch auf andere Quellen zurückgegriffen werden. So leben die an der Nordseeküste etablierten parasitischen Copepoden *Mytilicola intestinalis*/*M. orientalis* im Darm von Miesmuscheln und Pazifischen Austern. Das bedeutet, zu ihrem Nachweis müsste eine mehr oder weniger große Anzahl von Muscheln geöffnet und im Labor untersucht werden. Ein anderes Beispiel ist der Polychaet *Polydora cf. websteri*, auf dessen Vorkommen wir durch eine gezielte Anfrage außerhalb eigentlichen Neo-

biota-Monitorings aufmerksam wurden. Der Spionide bohrt Gänge in die Schalen von Pazifischen Austern, ist deutlich größer als die verwandte, heimische Art *Polydora ciliata* und entsprechend sind die befallenen Bereiche in den Schalen großflächiger. Da die Würmer anoxisches Substrat in ihren Wohnbauten akkumulieren zeigt das Innere der Austernschalen dann auffällige schwarze Flecken, im englischen Sprachgebrauch ‚mud blister‘ (Schlammblasen) genannt. Der Polychaet wird auch als ‚mud worm‘ (Schlammwurm) oder ‚mud-blister worm‘ (Matschblasenwurm) bezeichnet (Abbildung 4). Diese dunklen, häufig regelrecht schwarzen Flecken haben in anderen Ländern zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Vermarktung befallener Austern geführt (Read 2010). Beide Beispiele zeigen, dass mittels RA das Vorkommen der überwiegenden, aber nicht aller Neobiota detektiert werden kann. Daher sind Erkenntnisse aus anderen Datenquellen eine notwendige Ergänzung für eine umfassende Kenntnis über die im Gebiet ansässigen Neobiota.



Abbildung 4: Bei Befall der Austernschalen mit dem Polychaeten *Polydora cf. websteri* zeigt das Schaleninnere dunkle Bereiche, in denen der Spionide Sediment akkumuliert.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die RA-Untersuchungen im Sommer 2015 haben an allen Stationen zusammen 55 nicht-heimische und kryptogene Arten nachgewiesen. Davon waren zwei bisher für deutsche Küstengewässer unbekannt – die Muschel *Dreissena bugensis* und die Rotalge *Dasysiphonia japonica*.

Seit Beginn des RA Monitoring-Programms im Jahre 2009 wurden insgesamt 64 Neobiota/kryptogene Arten in deutschen Küstengewässern gefunden. Damit hat sich das ‚Rapid Assess-

ment Survey' als geeignetes Verfahren für zeit- und kostengünstige Analysen des nicht-heimischen Arteninventars erwiesen, da, wie oben ausgeführt, nicht alle Neobiota in jedem Jahr nachgewiesen werden können. Nur kontinuierliche, wiederholte Untersuchungen können letztlich zu einer umfassenden Kenntnis über die anwesenden Neobiota in den Küstengewässern führen und Neueinträge detektieren. Im Rahmen der RA Untersuchungen wurden in den letzten Jahren zahlreiche Neobiota erstmals für deutsche Gewässer nachgewiesen (z.B. *Sinelobus cf. vanhaareni*, *Tricellaria inopinata*, *Bugula neritina*, *Antithamnionella spirographidis*, *Paramysis lacustris*, u.a.). Weitere, die aus anderen Gewässern bereits bekannt waren, wurden erstmals an der Küste gefunden (z.B. *Melita nitida* - vorher aus dem NOK bekannt, *Limnomysis benedeni*, *Echinogammarus trichiatus* und *Dreissena bugensis* (aus Binnengewässern). Darüber hinaus wurden Ausbreitungen von offenbar kürzlich angesiedelten Neobiota bzw. deren Neueinschleppung dokumentiert (z.B. *Hemigrapsus takanoi*, *Botrylloides violaceus*).

Management-Maßnahmen können eine Ausbreitung der bereits etablierten Spezies im marinen Raum i.d.R. nicht mehr stoppen, bezüglich Neueinträgen müssen aber präventive Maßnahmen wie eine Vektorkontrolle, z.B. des Ballastwassers, vorangetrieben werden.

Ihre Grenzen finden Rapid Assessment Surveys bei der Suche nach Arten, die in tieferen Wasserschichten vorkommen, sehr selten sind, bei sehr kleinen Arten mit geringen Abundanzen oder Arten, die in speziellen Habitaten vorkommen, die nicht beprobt werden. Um auch in diesen Bereichen Lücken zu schließen, sollte über eine Anpassung hinsichtlich der Methodik und über ein erweitertes Stationsnetz nachgedacht werden. Des Weiteren sollten Hinweise und Meldungen aus anderen Quellen mit den Daten des RAS zusammengeführt werden, um zu einem möglichst vollständigen Gesamtbild aller Neobiota-Vorkommen an der Küste zu kommen.

Als ein wichtiger Schritt wird das RA der Küstenbundesländer zukünftig nicht nur um drei Stationen erweitert, sondern methodisch an allen Stationen durch den Einsatz von Bewuchsplatten ergänzt. Damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, zu einem vollständigeren Bild über anwesende Neobiota zu gelangen.

Für ein dauerhaftes Konzept ist zusätzlich ein zentrales Daten-Management wünschenswert. In den Küstenämtern wird daher inzwischen über die Einrichtung einer zentralen Neobiota Plattform nachgedacht, die alle verfügbaren und bisher verstreut erhobenen Daten sammelt, bündelt, themenbezogen aufbereitet und die Zusammenarbeit der mit Neobiota befassten Stellen koordiniert. Neben umfangreichen Funktionen, mit denen Gremien, Ämtern und Institutionen zugearbeitet werden kann, könnten von dort aus auch Erkenntnisse zu Neueinschleppungen allgemein bekannt gemacht werden. Der im Freiland arbeitende Personenkreis würde damit z.B. für das mögliche Auftreten neuer Arten sensibilisiert werden. Insbesondere, wenn Neobiota heimischen Arten sehr

ähnlich sind, ist eine erhöhte Aufmerksamkeit gefordert, was letztlich in genaueren Daten resultieren würde. Zusätzlich könnten auch Erstfunde dokumentiert werden, die außerhalb offizieller Monitoring Programme gemacht werden, und damit das Gesamtbild der Neobiota-Vorkommen in deutschen Küstengewässern vervollständigen.

Die frühzeitige Entdeckung von Neuankömmlingen bietet auch für wissenschaftliche Fragestellungen die Möglichkeit, Kausalitäten und Konsequenzen einer Ansiedlung und ggf. Ausbreitung von Beginn an zu untersuchen. Welche Faktoren führen zu einer erfolgreichen Etablierung und Ausbreitung einer Art, welche zum Misserfolg? Die Beantwortung dieser Fragen kann auch das Management von Neobiota, ihrer Einschleppung und Ausbreitung an heimischen Küsten, vorantreiben.

6 Literaturverzeichnis

- ARENAS F, BISHOP J D D, CARLTON J T, DYRYNDA P J, FARNHAM W F, GONZALEZ D J, JACOBS M W, LAMBERT C, LAMBERT G, NIELSEN S E, PEDERSON J A, PORTER J S, WARD S, WOOD C A (2006) Alien species and other notable records from a rapid assessment survey of marinas on the south coast of England. *J Mar Biol Ass UK* 86: 1329-1337.
- ARBACIAUSKAS K (2002) Ponto-Caspian Amphipods and Mysids in the inland waters of Lithuania: History of introduction, current distribution and relations with native Malacostracans. In: E. Leppäkoski et al. (eds.) *Invasive aquatic species of Europe*, Kluwer Academic publishers, 104-115.
- ASHTON G, BOOS K, SHUCKSMITH R, COOK E (2006) Rapid assessment of the distribution of marine non-native species in marinas in Scotland. *Aquatic Invasions* 1(4), 209-213.
- BISHOP J D D, WOOD C A, LÉVÊQUE L, YUNNIE A L E, VIARD F (2015) Repeated rapid assessment surveys reveal contrasting trends in occupancy of marinas by non-indigenous species on opposite sides of the western English Channel. *Mar Poll Bull* 95: 699-706.
- BUSCHBAUM C, LACKSCHEWITZ D, REISE K (2012) Nonnative macrobenthos in the Wadden Sea ecosystem. *Ocean & Coastal Management* 68, 89-101.
- COHEN A N, MILLS C E, BERRY H, WONHAM M J, BINGHAM B, BOOKHEIM B, CARLTON J T, CHAPMAN J W, CORDELL J R, HARRIS L H, KLINGER T, KOHN A, LAMBERT C C, LAMBERT G, LI K, SECORD D, TOFT J (1998) Report of the Puget Sound Expedition, September 8-16, 1998; A Rapid Assessment Survey of Nonindigenous Species in the Shallow Waters of Puget Sound. Washington State Department of natural Resources, Olympia WA and United States Fish and Wildlife Service, Olympia WA.
- COHEN AN, HARRIS LH, BINGHAM BL, CARLTON JT, CHAPMAN JW, LAMBERT CC, LAMBERT G, LJUBENKOV JC, MURRAY SN, RAO LC, REARDON K, SCHWINDT E (2005) Rapid assessment survey for exotic organisms in southern California bays and harbors, and abundance in port and non-port areas. *Biol Invas* 7, 995-1002.
- COLLIN S B, TWEDDLE J F, SHUCKSMITH R J (2015) Rapid Assessment of marine non-native species in the Shetland Islands, Scotland. *BiolInvasions Rec* 4: 147-155.
- GEBURZI J C, GRAUMANN G, KÖHNK S, BRANDIS D (2015) First record of the Asian crab *Hemigrapsus takanoi* Asakura & Watanabe, 2005 (Decapoda, Brachyura, Varunidae) in the Baltic Sea. *Bio-Invasions Rec* 4: 103-107.
- GITTENBERGER A, RENSING M, STEGENGA H, HOEKSEMA BW (2010) Native and non-native species of hard substrata in the Dutch Wadden Sea. *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 33.

- GOLLASCH S, NEHRING S (2006) National checklist for aquatic alien species in Germany. *Aquatic Invasions* 1, 245-269.
- GROEPLER W (2016) Die Seescheiden von Helgoland. 2. Aufl. Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 673, 460 S.
- HEILER K C M, BIJ DE VATE A, EKSCHMITT K, VON OHEIMB P V, ALBRECHT C, WILKE T (2013) Reconstruction of the early invasion history of the quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*) in Western Europe. *Aquatic Invasions* 8: 53-57.
- HEWITT C L, MARTIN R B (2001) Revised protocols for baseline port surveys for introduced marine species: survey design, sampling protocols and specimen handling. Centre for Research on Introduced Marine Pests. Technical Report No. 22. CSIRO Marine Research, Hobart. 46 pp.
- LACKSCHEWITZ D, REISE K, BUSCHBAUM C, KAREZ R (2015) Neobiota in deutschen Küstengewässern (Untertitel: Eingeschleppte und kryptogene Tier- und Pflanzenarten an der deutschen Nord- und Ostseeküste) Hrsg.: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt, und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR), 216 S.
- MARTENS A (2009) Die Quagga-Muschel *Dreissena rostriformis bugensis* (Bivalvia: Dreissenidae) erobert den Main, Rhein und Neckar: Hinweise zu einem potentiellen Aufsitzer von Libellenlarven. *Mercuriale – Libellen in Baden-Württemberg* 9: 23-26.
- MEßNER U, ZETTLER M (2015) Die Quagga-Muschel *Dreissena (Pontodreissena) bugensis* (Andrusov, 1897) hat die Mecklenburgische Seenplatte und das Oderhaff erreicht (Bivalvia: Dreissenidae). *Lauterbornia* 80: 31-35.
- MINCHIN D (2007) Rapid coastal survey for targeted alien species associated with floating pontoons in Ireland. *Aquatic Invasions* 2(1), 63-70.
- MINCHIN D, COOK E, CLARK PF (2013) Alien species in British brackish and marine waters. *Aquatic Invasions* 8, 3-19.
- NALL C R, GUERIN A J, COOK E (2014) Rapid assessment of marine non-native species in northern Scotland and a synthesis of existing Scottish records. *Aquatic Invasions* 10: 107-121.
- PEDERSON J, BULLOCK R, CARLTON J, DIJKSTRA J, DOBROSKI N, DRYNDA P, FISHER R, HARRIS L, HOBBS N, LAMBERT G, LAZO-WASEM E, MATHIESON A, MIGLIETTA M-P, SMITH J, SMITH III J, TYRELL M (2003) Marine invaders in the northeast; Rapid assessment survey of non-native and native marine species of floating dock communities. MIT, Sea Grant College Program publication No. 05-3: 40 pp.
- RAUNIO J, PAASIVIRTA L, BRODIN Y (2009) Marine midge *Telmatogeton japonica* (Diptera: Chironomidae) exploiting brackish water in Finland. *Aquatic Invasions* 4: 405-408.

-
- READ G (2010) Comparison and history of *Polydora websteri* and *P. haswelli* (Polychaeta: Spiro-nidae) as mud-blister worms in New Zealand shellfish. New Zealand J Mar Freshwater Res 44: 83-100.
- ROGERS T L, BYRNES J E, STACHOWICZ J J (2016) Native predators limit invasion of benthic invertebrate communities in Bodega Harbor, California, USA. Mar Ecol Prog Ser 545: 161-173.
- SAVOIE A, SAUNDERS G W (2013) First record of the invasive red alga *Heterosiphonia japonica* (Ceramiales, Rhodophyta) in Canada. BioInvasions Rec 2: 27-32.
- SJØTUN K, HUSA V, PEÑA V (2008) Present distribution and possible vectors of introductions of the alga *Heterosiphonia japonica* (Ceramiales, Rhodophyta) in Europe. Aquatic Invasions 3: 377-394.
- WOLFF WJ (2005) Non-indigenous marine and estuarine species in The Netherlands. Zool. Meded. 79, 1-116.
- WOŹNICZKA A, WAWRZYNIAK-WYDROWSKA B, RADZIEJEWSKA T, SKRZYPACZ A (2016) The quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897) – another Ponto-Caspian dreissenid bivalve in the southern Baltic catchment: the first record from the Szczecin Lagoon. Oceanologia (2015), [http:// dx.doi.org/10.1016/j.oceano.2015.12.002](http://dx.doi.org/10.1016/j.oceano.2015.12.002).