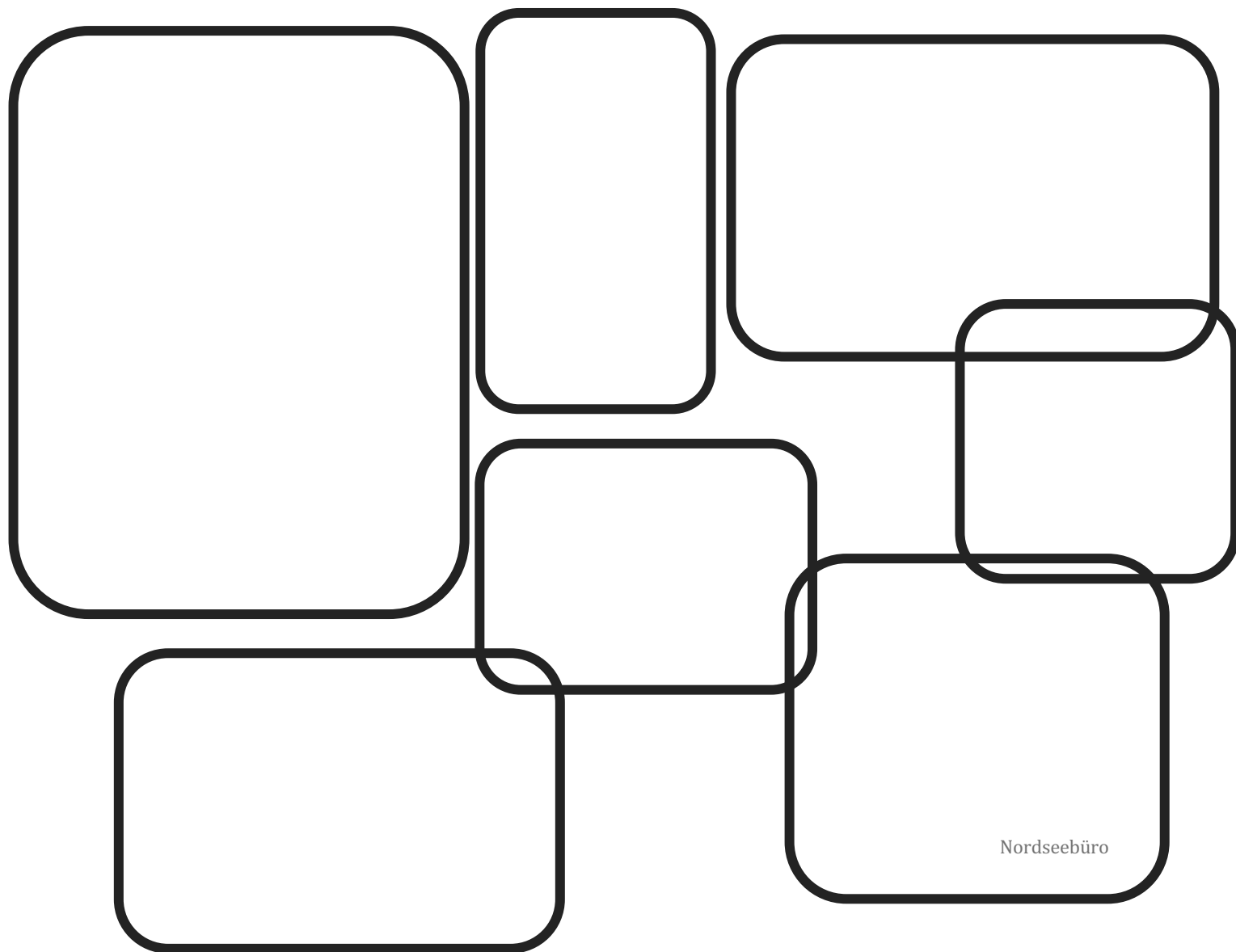


Gebietsfremde Arten (Neobiota) in vier Häfen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste 2021



Annika Cornelius, Christian Buschbaum

Alfred-Wegener-Institut, Wattenmeerstation Sylt

Im Auftrag der Nationalparkverwaltung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer



ALFRED-WEGENER-INSTITUT
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR-
UND MEERESFORSCHUNG
Nordseebüro

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Zusammenfassung	5
Einleitung	6
Methodik	8
2.1 Untersuchungsstationen und Probestationen	8
2.2 Rapid Assessment Survey	11
2.3 Besiedlungsplatten	15
Ergebnisse und Bewertung.....	16
3.1 Rapid Assessment Survey	16
3.2 Besiedlungsplatten	21
3.3 Vergleich zwischen Rapid Assessment Survey und Besiedlungsplatten.....	26
3.4 Veränderung und Entwicklung	27
Schlussfolgerung und Ausblick	30
Literaturverzeichnis	38

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 NORDSEEKÜSTE SCHLESWIG-HOLSTEIN MIT DEN VIER UNTERSUCHUNGS-STATIONEN (GIS).	8
ABBILDUNG 2 STANDORT LIST AUF SYLT: A) LUFTBILDAUFNAHME DES LISTER HAFENS MIT DEN POSITIONEN DER DREI BESIEDLUNGSPATTEN-EINHEITEN (LIST_MYA, LIST_FLUPSY, LIST_HINTERERDALBEN). B) LUFTBILDAUFNAHME LIST AUF SYLT MIT DEN DREI UNTERSUCHUNGSGEBIETEN IM RAPID ASSESSMENT SURVEY (LIST AUSTERNKULTUR, LIST HAFEN, LIST RINGBUHNE).	9
ABBILDUNG 3 STANDORT HÖRNUM: A) LUFTBILDAUFNAHME DES HÖRNUMER HAFENS MIT DEN POSITIONEN DER DREI BESIEDLUNGSPATTEN-EINHEITEN (HÖRNUM_RETTER, HÖRNUM_ECKE, HÖRNUM_KABEL). B) LUFTBILDAUFNAHME HÖRNUMER HAFENS MIT DEN DREI UNTERSUCHUNGSGEBIETEN IM RAPID ASSESSMENT SURVEY (HÖRNUM SANDBEREICH, HÖRNUM HAFEN, HÖRNUM BUDERSAND).	10
ABBILDUNG 4 STANDORT BÜSUM: A) LUFTBILDAUFNAHME DES BÜSUMER HAFENS MIT DEN POSITIONEN DER DREI BESIEDLUNGSPATTEN-EINHEITEN (BÜSUM_RETTER, BÜSUM_TIER, BÜSUM_SEGELHAFEN). B) LUFTBILDAUFNAHME BÜSUMER HAFENS MIT DEN VIER UNTERSUCHUNGSGEBIETEN IM RAPID ASSESSMENT SURVEY (BÜSUM PROMENADE, BÜSUM SEGLERHAFEN, BÜSUM HAFENBECKEN 4, BÜSUM AUßENDEICH).	10
ABBILDUNG 5 STANDORT BRUNSBÜTTEL: A) LUFTBILDAUFNAHME DES BRUNSBÜTTEL HAFENS MIT DEN POSITIONEN DER DREI BESIEDLUNGSPATTEN-EINHEITEN (BRUNSBÜTTEL_KANALHAFEN, BRUNSBÜTTEL_WSA, BRUNSBÜTTEL_PEGEL). B) LUFTBILDAUFNAHME BRUNSBÜTTEL SCHLEUSENGEBIET NORD-OSTSEE-KANAL MIT DEN VIER UNTERSUCHUNGSGEBIETEN IM RAPID ASSESSMENT SURVEY (BRUNSBÜTTEL DEICH, BRUNSBÜTTEL KANALHAFEN, BRUNSBÜTTEL STEGANLAGE WSA, BRUNSBÜTTEL OSTERMOOR).	11
ABBILDUNG 6 UNTERSUCHTE HABITATSTRUKTUREN IM RA. A) WEICHBODEN MIT AUFLIEGENDEN POCHES UM DIE AUSTERNZUCHTANLAGE LIST AUF SYLT, B) STEINSCHÜTTUNG BÜSUM (PROMENADE), C) SESSILE LEBENSGEMEINSCHAFT SCHWIMMSTEG HÖRNUM, D) STEINSCHÜTTUNG MIT VORGELAGERTEM WEICHBODEN HÖRNUM, E) WEICHBODENFLÄCHE BÜSUM (HAFENBECKEN 4), F) HARTSUBSTRAT SCHLEUSENHAFEN BRUNSBÜTTEL.	14
ABBILDUNG 7 A) EINHEIT VON BESIEDLUNGSPATTEN UND B) SCHEMATISCHE DARSTELLUNG EINER BESIEDLUNGSPATTENLEINE.	15
ABBILDUNG 8 UNTERSCHIEDLICH EXPONIERTE BESIEDLUNGSPATTEN. A) BÜSUM_TIER OBERE PLATTE, UNTERSEITE; B) BRUNSBÜTTEL_SCHLEUSENHAFEN, OBERE PLATTE, UNTERSEITE; C) LIST AUF SYLT_HINTERER DALBEN, UNTERE PLATTE, UNTERSEITE.	23
ABBILDUNG 9 SUMME DER NEOBIOTA, DIE IM GESAMTEN RAPID ASSESSMENT, IM RAPID ASSESSMENT SURVEY (RA) UND BEI DEN PATTENUNTERSUCHUNGEN GEFUNDEN WURDEN (ERA). 2019 FAND NUR DIE BESIEDLUNGSPATTEN UNTERSUCHUNGEN STATT.	30

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1 ÜBERSICHT DER DURCHFÜHRUNGSZEITRÄUME FÜR DAS RAS VON 2017-2021.	12
TABELLE 2 ABIOTISCHE UNTERSUCHUNGSDATEN DER IM RAHMEN DES RAS BEPROBTEN STATIONEN.	13
TABELLE 3 ZEITRAUM DER EXPOSITION DER BESIEDLUNGSPLETTENEINHEITEN AN DEN VIER UNTERSUCHUNGSSTATIONEN.	16
TABELLE 4 GESAMTANZAHL ALLER DER IM ERWEITERTEN RAPID ASSESSMENT (RA UND PLETTENUNTERSUCHUNGEN) AN DEN VIER UNTERSUCHUNGSSTANDORTEN IN 2021 ERFASSTEN ARTEN UND ANTEIL DER NEOBIOTA / KRYPTOGENEN ARTEN.	17
TABELLE 5 NEOBIOTA /KRYPTOGENE ARTEN, DIE 2021 IN RAPID ASSESSMENT UNTERSUCHUNGEN (RA) IN VIER SCHLESWIG-HOLSTEINISCHEN NORDSEEHÄFEN NACHGEWIESEN WURDEN.	19
TABELLE 6 GESAMTARTENZAHLEN UND PROZENTUALE ANTEILE DER NEOBIOTA AUF DEN BESIEDLUNGSPLETTEN 2021 (DIE SALINITÄTSWERTE BEZIEHEN SICH AUF MESSUNGEN BEI DER PLETTENENTNAHME).	22
TABELLE 7 NEOBIOTA UND KRYPTOGENE ARTEN, DIE 2021 AUF BESIEDLUNGSPLETTEN IN VIER SCHLESWIG- HOLSTEINISCHEN NORDSEEHÄFEN NACHGEWIESEN WURDEN.	24
TABELLE 8 ENTWICKLUNG DER GESAMT- NEOBIOTAZAHLEN IM GESAMTEM ERA (SCHNELLERFASSUNG UND BEWUCHSPLETTEN) AN DEN VIER UNTERSUCHUNGSSTATIONEN. *2019 WURDE KEIN RAPID ASSESSMENT SURVEY DURCHGEFÜHRT.	29
TABELLE 9 GESAMTÜBERSICHT ALLER DER IM ERWEITERTEN RAPID ASSESSMENT (RA UND PLETTENUNTERSUCHUNGEN) AN DEN VIER UNTERSUCHUNGSSTANDORTEN IN 2021 ERFASSTEN ARTEN, ROT: NEOBIOTA/KRYPTOGENE ARTEN.	32

Zusammenfassung

Seit 2009 finden in den deutschen Küstengewässern jährlich an ausgewählten Standorten Untersuchungen im Rahmen des spezifischen Neobiota Monitorings statt. Dabei werden an den vier Untersuchungsstationen (List auf Sylt, Hörnum, Büsum und Brunsbüttel) neben sogenannten Besiedlungsplatten (settlement panels) auch unterschiedliche Habitatstrukturen mit einer Schnellerfassungsmethode (Rapid Assessment Survey) untersucht. Die Gesamtartenanzahl im Neobiota Monitoring 2021 betrug 132 Taxa. Von diesen werden 44 als nicht heimische Arten angesehen. Dabei wurden im Rahmen des Rapid Assessment Surveys 40 Neobiota erfasst, sowie auf den untersuchten Besiedlungsplatten eine etwas niedrigere Anzahl mit 38.

Die meisten Neobiota wurden an den Stationen List auf Sylt (26) und Hörnum (20) gefunden. Die geringste Anzahl an eingeschleppten Arten wies der Standort Brunsbüttel auf (13). Besonders artenreich vertretene Gruppen unter den Neobiota waren die Krebstiere (Crustacea), Manteltiere (Tunicata) und Rotalgen (Rhodophyceae). In 2021 wurde keine neu eingeschleppte Art an den vier Standorten nachgewiesen. Die Gesamtzahl der nicht heimischen Arten war vergleichbar mit den vorherigen Jahren (2019: 38 Neobiota; 2020: 39 Neobiota). Dies wird vermutlich mit dem zweifachen Bearbeiterwechsel zusammenhängen. Ein konstanter Bearbeiter in einem Monitoring besitzt eine höhere Ortskenntnis und Erfahrung, was sich wiederum positiv auf die Untersuchungen auswirkt. Die Kombination beider Methoden und ein langfristig angelegtes und abgestimmtes Monitoring entlang der deutschen Küsten ist sinnvoll, um robuste und vergleichbare Daten über längere Zeiträume zu erfassen. Dadurch können Neobiota frühzeitig erfasst und aufgrund einer konstanten Datengrundlage Entscheidungen und Bewertungen getroffen werden.

Einleitung

Weltweit zeigen sich die Auswirkungen der Globalisierung, auch in Küstenökosystemen. Marinen Organismen bietet sich eine Vielfalt an Möglichkeiten ehemals vorhandene geographische Barrieren zu überwinden und sich außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsareals anzusiedeln. Transozeanischer Schiffsverkehr, Handel und Zucht von Aquakulturorganismen und anthropogene Bauwerke erlaubt den Organismen das Erreichen ehemals für sie ferner Küstengebiete. Diese neu eingebrachten Arten werden zusammenfassend als Neobiota (engl. non-indigenous species) bezeichnet. Ein kleiner Teil der neu eingebrachten Arten schafft es, sich dauerhaft im neuen Verbreitungsgebiet zu etablieren. Die nicht heimischen Arten können sich dann durch sekundäre Verbreitung, wie beispielsweise durch Sportboote, Strömungen oder den Transport im Gefieder von Vögeln weiter aus dem Ankunftsgebiet heraus verbreiten. Darüber hinaus gibt es Arten, deren Herkunft unklar ist, bei denen es jedoch den Verdacht gibt, dass sie ursprünglich aus einem anderem Meeresgebiet kommen. Diese als kryptogen bezeichneten Arten werden im vorliegenden Bericht im Begriff Neobiota miteingeschlossen.

Nicht heimische Arten können in ihren Ankunftsgebieten durch starkes unkontrolliertes Wachstum und eine großflächige Ausbreitung zu enormen ökologischen Veränderungen führen, was wiederum auch zu ökonomischen Folgen führen kann. Um mögliche Konsequenzen durch die Einschleppung und Etablierung eingeschleppter Arten zu verhindern oder wenigstens zu reduzieren, versuchen viele Staaten den Zustrom fremder Organismen zu unterbinden oder zumindest auf ein Minimum zu reduzieren. Transozeanischer Schiffsverkehr gilt als ein Hauptvektor für primäre Einträge von Neobiota, die im Ballastwasser oder angeheftet an den Rümpfen transportiert werden. Um dies zu reduzieren, wurde von der Internationalen Seeschifffahrt-Organisation (IMO) im Jahr 2017, das internationale Ballastwasser-Übereinkommen entwickelt und anschließend von den Mitgliedsstaaten ratifiziert. Auf Europäischer Ebene wurde in der EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MRSL) der Deskriptor 2 für die Erfassung und Bewertung von gebietsfremden Arten eingeführt. Um den Status eines Küstenökosystems hinsichtlich der eingewanderten Arten zu bewerten, ist eine detaillierte Kenntnis über das Auftreten und die Verbreitung der Neobiota notwendig. Aus diesem Grund wird an deutschen Küsten seit 2009 ein eigens entwickeltes und abgestimmtes Neobiota Monitoring entlang festgelegter Stationen durchgeführt. Die

erhobenen Daten erfassen die Neobiota und ihre abgeschätzte Häufigkeit. Diese Daten werden in die nationalen Neobiotisten eingearbeitet und dienen als Grundlage für die Bestimmung von Einschleppungsraten und der Berechnung des Trendindikators. Dieser vergleicht die Diversität der Neobiota zu definierten Zeitpunkten mit einem Ausgangswert, und gibt so Auskunft über den aktuellen Status im Vergleich zu vorherigen Jahren. International können die Untersuchungen dazu dienen Hinweise auf Verbreitungswege aufzuzeigen und potentielle künftige Einwanderungsgebiete zu ermitteln.

Das kontinuierlich stattfindende Monitoring kann auf nationaler Ebene ebenfalls dazu beitragen, Neueinschleppungen möglichst schnell zu erfassen und Hotspots von Einschleppungen aufzuzeigen, um so Maßnahmen gegen die Einschleppungen zu initiieren. Die Wattenmeerstation des Alfred-Wegener-Instituts (AWI) führt das Monitoring jährlich an vier Standorten in Schleswig-Holstein durch. Seit 2016 wird das Schnellerfassungsprogramm (Rapid Assessment Survey) durch das Ausbringen von Besiedlungsplatten (Settlement panels) ergänzt. Dies entspricht einer Anpassung an das internationale Monitoring Protokoll (HELCOM), da speziell mit der Plattenmethode standardisierte und vergleichbare Daten gewonnen werden können. Zudem bieten die Untersuchungen mit Besiedlungsplatten die Möglichkeit ein umfassenderes Bild der nicht heimischen Arten zu gewinnen, da sie das beproben tieferer Wasserschichten ermöglichen und dort vorkommende und oder zunächst seltene Neuankömmlinge frühzeitig erfasst werden können.

Die gewählten Untersuchungsstandorte eignen sich besonders gut für das Erfassen nicht heimischer Arten, da sie sich sowohl durch die primären wie auch durch die sekundären Eintragungs- und Ausbreitungsvektoren auszeichnen. Alle vier Standorte sind Sportboothäfen, die zudem in der Nähe internationaler Schifffahrtsrouten liegen. Außerdem zeichnet sich Brunsbüttel noch durch die direkte Lage zum Nord-Ostsee-Kanal aus und die beiden Standorte auf Sylt durch räumlich nahe Aquakulturanlagen.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse des erweiterten Rapid Assessment Surveys (Schnellerfassung und Besiedlungsplatten), des Jahres 2021 von den Standorten List auf Sylt, Hörnum, Büsum und Brunsbüttel dargestellt. Der Bericht ist Teil des umfassenden Neobiota Monitoring Programms der Küsten-Bundesländer.

Methodik

2.1 Untersuchungsstationen und Probestationen

Die Untersuchungen innerhalb des erweiterten Rapid Assessments (Abgekürzt eRAS, Kombination aus den Plattenuntersuchungen und der Schnellerfassungsmethode) fanden in vier ausgewählten Nordseehäfen entlang der schleswig-holsteinischen Küste statt (**Abbildung 1**). Dabei handelt es sich um die Häfen List auf Sylt (**Abbildung 2**), Hörnum (**Abbildung 3**), Büsum (**Abbildung 4**) und Brunsbüttel (**Abbildung 5**), welche seit 2009 Untersuchungsstationen des Neobiota Monitoring Programm an der deutschen Nord- und Ostseeküste sind. Die ausgewählten Stationen zeichnen sich aufgrund der gegebenen natürlichen Bedingungen und der anthropogenen Nutzung als Gebiete potenzieller primärer Einschleppungen aus. Alle vier Häfen, werden stark von nationalen und internationalen Sportbooten frequentiert, welche als wichtiger sekundärer Transportvektor für eingeschleppte Arten bekannt sind. Der Untersuchungsstandort Brunsbüttel zeichnet sich zudem durch eine hohe Anzahl von nationalen und internationalen trans-

ozeanischen Containerschiffen aus, welche den Nord-Ostsee-Kanal nutzen oder ihn passieren, um den international bedeutenden Hamburger Hafen zu erreichen/verlassen. Diesen internationalen Frachtschiffen kommt eine große Bedeutung für den Eintrag von nicht heimischen Arten zu. Am Standort Büsum findet man neben dem Sportbootverkehr ebenfalls noch Ausflugs- und Frachtschiffe, sowie Boote der Küstenfischerei und Versorgungs- und Baufahrzeuge von der Berufsschifffahrt. Als weiterer wichtiger Vektor für die Einschleppung gebietsfremder Arten gelten Aquakulturanlagen. Diese befinden sich in direkter Nähe zu den beiden nördlichen Untersuchungsstationen nahe Hörnum und List auf Sylt. In Hörnum befindet sich eine Zuchtanlage für Miesmuscheln (*Mytilus edulis*). Im Wattenmeer bei List auf

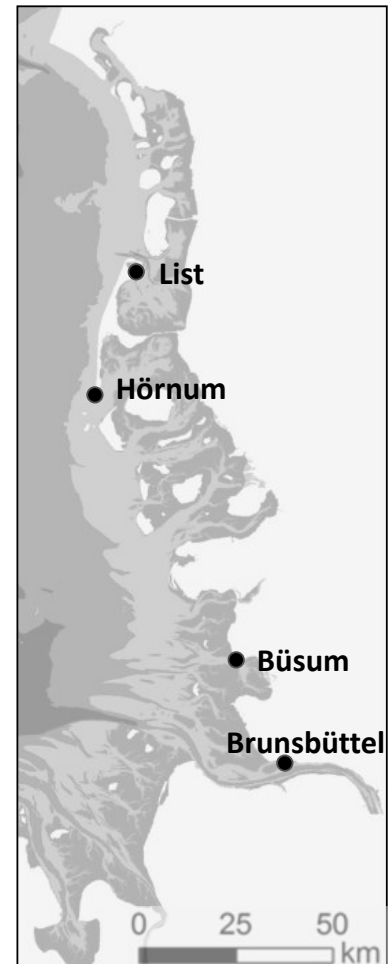


Abbildung 1 Nordseeküste Schleswig-Holstein mit den vier Untersuchungsstationen (GIS).

Sylt wird seit 1986, die Pazifische Auster (*Magallana gigas*) kultiviert. Die Saatmuscheln werden auf großen Zuchttischen in Netzbeuteln (Poche) im Gezeitenbereich ausgebracht. Beide Gebiete gelten somit als ein Ort potenzieller primärer Einschleppungen.

Im Schnellerfassungsprogramm (Rapid Assessment Surveys) werden an den Standorten unterschiedliche Habitate auf ihr Artenvorkommen hin untersucht. Beispielsweise werden am Untersuchungsstandort Sylt, neben einer Sedimentfläche, künstlichen Hartstrukturen im Hafen und das Gebiet rund um die Austernzuchtanlagen untersucht (**Abbildung 2b**). Ergänzend zur Schnellerfassungsmethode werden an den Standorten jeweils drei Leinen mit je drei Besiedlungsplatten pro Einheit ausgebracht (**Abbildung 2a und Abbildung 5**). Diese sollen vor allem die sessilen Organismen im Ökosystem erfassen, wobei im Schnellerfassungsprogramm auch die mobilen Organismen erfasst werden können.

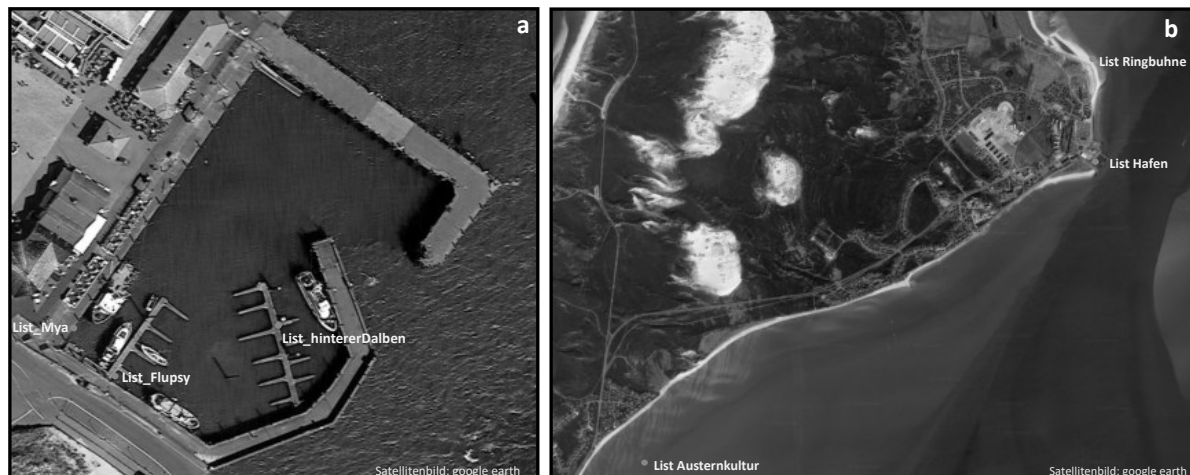


Abbildung 2 Standort List auf Sylt: a) Luftbildaufnahme des Lister Hafens mit den Positionen der drei Besiedlungsplatteneinheiten (List_Mya, List_Flupsy, List_hintererDalben). b) Luftbildaufnahme List auf Sylt mit den drei Untersuchungsgebieten im Rapid Assessment Survey (List Austernkultur, List Hafen, List Ringbühne).



Abbildung 3 Standort Hörnum: a) Luftbildaufnahme des Hörnum Hafens mit den Positionen der drei Besiedlungsplatteneinheiten (Hörnum_Retter, Hörnum_Ecke, Hörnum_Kabel). b) Luftbildaufnahme Hörnum Hafens mit den drei Untersuchungsgebieten im Rapid Assessment Survey (Hörnum Sandbereich, Hörnum Hafen, Hörnum Budersand).



Abbildung 4 Standort Büsum: a) Luftbildaufnahme des Büsumer Hafens mit den Positionen der drei Besiedlungsplatteneinheiten (Büsum_Retter, Büsum_Tier, Büsum_Seglerhafen). b) Luftbildaufnahme Büsumer Hafens mit den vier Untersuchungsgebieten im Rapid Assessment Survey (Büsum Promenade, Büsum Seglerhafen, Büsum Hafenbecken 4, Büsum Außendeich).

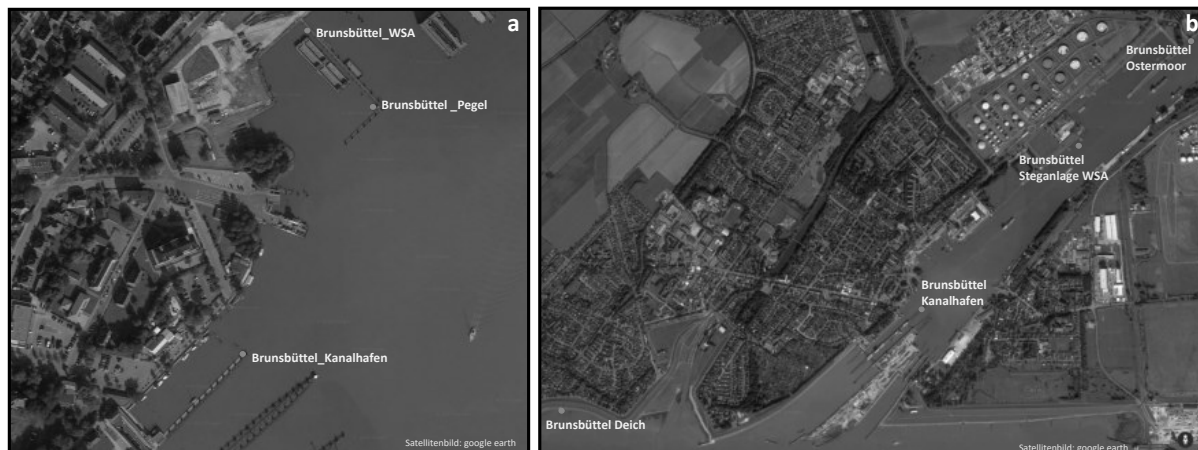


Abbildung 5 Standort Brunsbüttel: a) Luftbildaufnahme des Brunsbüttel Hafens mit den Positionen der drei Besiedlungsplatten-einheiten (Brunsbüttel_Kanalhafen, Brunsbüttel_WSA, Brunsbüttel_Pegel). b) Luftbildaufnahme Brunsbüttel Schleusengebiet Nord-Ostsee-Kanal mit den vier Untersuchungsgebieten im Rapid Assessment Survey (Brunsbüttel Deich, Brunsbüttel Kanalhafen, Brunsbüttel Steganlage WSA, Brunsbüttel Ostermoor).

2.2 Rapid Assessment Survey

Die Schnellerfassung der Arten wird mittels des Schnellerfassungsprogramms (Rapid Assessment RA) nach Gittenberger et al. (2010) und Buschbaum et al. (2012) seit 2009 an den Stationen durchgeführt. Das im elftem Jahr durchgeführte Konzept zeichnet sich durch eine zeit- und kosteneffektive Methode aus, um bei entsprechender taxonomischer Expertise einen sehr schnellen Überblick über die vorhandenen nicht heimischen Arten zu erlangen. Auf eine quantitative Beprobung der Arten wird bewusst verzichtet, da der Zeit- und Kostenaufwand nicht im Verhältnis zum Mehrwert an Erkenntnis steht. Stattdessen werden die Abundanzen der gebietsfremden Arten semiquantitativ abgeschätzt.

Zeitlich wurde die Schnellerfassung im Spätsommer/Frühherbst durchgeführt (**Tabelle 1**). Die meisten Organismen erreichen zu dieser Jahreszeit ihre maximalen Abundanzen. Somit ist die Wahrscheinlichkeit seltene oder nur vereinzelt auftretende Organismen zu finden, am höchsten. Es wurde versucht, die Untersuchungen nach Möglichkeit in deckungsgleichen Zeiträumen wie in den Jahren zuvor durchzuführen, um eine möglichst gute Übereinstimmung und damit Vergleichbarkeit bezüglich Populationsdynamiken zu erhalten. Dabei ist aber zu beachten, dass durch Mitarbeiterwechsel in den vergangenen Jahren die Zeiträume nur teilweise übereinstimmen (**Tabelle 1**).

Tabelle 1 Übersicht der Durchführungszeiträume für das RAS von 2017-2021.

Jahr	Standort	Untersuchungszeitraum RAS
2017	Büsum	24.08.2017
	Brunsbüttel	30.08.2017
	List auf Sylt	31.07./07.08.2017
	Hörnum	15.08./21.08.2017
2018	Büsum	16.08.2018
	Brunsbüttel	29.08.2018
	List auf Sylt	31.07./7.08.2018
	Hörnum	09.08./13.08.2018
2019	kein RAS	
2020	Büsum	03.09.2020
	Brunsbüttel	17.09.2020
	List auf Sylt	23.09.2020
	Hörnum	24.09.2020
2021	Büsum	29.09.2021
	Brunsbüttel	28.09.2021
	List auf Sylt	17.10./19.10.2021
	Hörnum	13.10.2021

Als abiotische Parameter wurden an allen Standorten, die Wassertemperatur und der Salzgehalt gemessen (**Tabelle 2**), da diese das Settlement, die Rekrutierung und die Etablierung von Arten maßgeblich beeinflussen. Die vier Untersuchungsstandorte weisen von Nord nach Süd einen sinkenden Salzgehalt auf. Während in List noch marine Bedingungen herrschen (26-30 PSU), weist der Standort Brunsbüttel eine Salinität von 5-6 PSU auf (Brackwasser). Es ist jedoch zu beachten, dass die gemessenen Salinitäten nur eine Momentaufnahme darstellen, welche aufgrund der Gezeiten einer starken Beeinflussung unterliegen. Starke Schwankungen treten ebenfalls bei den Temperaturen auf, da beispielsweise intensive Sonneneinstrahlung zu einem starken Temperaturanstieg im verbleibendem Restwasser führen kann. Infolge dessen erhöht sich der Salinitätsgehalt ebenfalls. Somit müssen die ansässigen Organismen eine hohe Anpassungsfähigkeit und eine breite physiologische Toleranz besitzen, um sich in diesem Lebensraum dauerhaft ansiedeln zu können.

Tabelle 2 Abiotische Untersuchungsdaten der im Rahmen des RAS beprobten Stationen.

Station	Datum	Salinität	Wassertemperatur
<i>List</i>			
<i>Hafen</i>	19.10.2021	30 PSU	18.3°C
<i>Austernkultur</i>	17.10.2021	26 PSU	18.5°C
<i>Hörnum</i>	13.10.2021	29 PSU	18.7°C
<i>Büsum</i>	29.09.2021	27 PSU	16.4°C
<i>Brunsbüttel</i>			
<i>Nord-Ostsee-Kanal</i>	28.09.2021	5 PSU	18.3°C
<i>Elbe</i>	28.09.2021	6 PSU	17.7°C

Im Rapid Assessment Survey wurden an den einzelnen Untersuchungsstationen vorwiegend anthropogene Hartsubstrate untersucht. Dabei handelt es sich beispielsweise um harte Küstenschutzstrukturen (Steinschüttungen, Buhnen, Steinmolen), Bootsstege, Kaimauern, Schwimmpontons, Fender oder Bojen. Neben den künstlichen Strukturen wurden aber auch natürliche Lebensräume, wie angrenzende Weichböden im vorgelagertem Watt mit einbezogen (**Abbildung 6**).

Innerhalb des RA wurden die einzelnen Habitatstrukturen makroskopisch untersucht und die erkannten Arten in einem Feldprotokoll dokumentiert. Ergänzend wurden Kratzproben von Hartsubstraten (beispielsweise Schwimmstegen), Siebproben von den Sedimentböden (1 mm Maschenweite) und Kescherproben aus dem Freiwasser um die Steganlagen genommen. Diese Detailproben wurden anschließend im Labor untersucht. Dies ist darin begründet, dass viele kleine und mäßig große Arten im Feld nicht eindeutig bestimmbar sind. Dabei wurde darauf geachtet die einzelnen Mikrohabitate möglichst umfassend zu erfassen. Es wurden sonnige und schattige Bereiche, exponierte und geschützte, flache und tiefe Bereiche einzeln untersucht und beprobt.



Abbildung 6 Untersuchte Habitatstrukturen im RA. A) Weichboden mit aufliegenden Poches um die Austernzuchtanlage List auf Sylt, B) Steinschüttung Büsum (Promenade), C) Sessile Lebensgemeinschaft Schwimmsteg Hörnum, D) Steinschüttung mit vorgelagertem Weichboden Hörnum, E) Weichbodenfläche Büsum (Hafenbecken 4), F) Hartsubstrat Schleusenhafen Brunsbüttel.

Die Proben wurden in Ethanol (75%) fixiert. Die Bestimmung im Labor erfolgte anhand gängiger Bestimmungsliteratur und wissenschaftlichen Publikationen, sowie mit Hilfe von Binokular und/oder Mikroskop. Bei Arten, wo keine eindeutige Bestimmung möglich war, wurden taxonomische Experten für die entsprechende Gruppe herangezogen. Die Nomenklatur erfolgte nach der WoRMS-Datenbank (World online Register of Marine Species).

Die Beprobung an den einzelnen Stationen dauerte zwischen 5-8 Stunden, dabei lag der zeitliche Aufwand pro Habitat zwischen 60-95 Minuten. Dies war abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und den Witterungsverhältnissen. Als abgeschlossen wurde die Untersuchung betrachtet, wenn nach 30 Minuten keine weiteren Neobiota mehr detektiert werden konnten. Die Beprobung wurde bei Niedrigwasser begonnen und möglichst in die Phase des auflaufenden Wassers hin ausgedehnt, um freischwimmende Organismen wie beispielsweise Hydromedusen, die mit dem Flutstrom passiv eingespült werden können, zu erfassen. Am Standort Brunsbüttel wurde, wie schon im vorangegangenen Jahr, zusätzlich zu den drei Stationen die Station Ostermoor (**Abbildung 5b**) untersucht. Die umfangreichen Erneuerungsmaßnahmen an der Steganlage WSA wurden zwar beendet, jedoch war der

Bewuchs in diesem Jahr nur äußerst schwach, so dass die Stelle Ostermoor mit beprobt wurde (zusätzlich wie in 2020).

2.3 Besiedlungsplatten

In jedem der vier Untersuchungsstandorte entlang der schleswig-holsteinischen Westküste wurden je drei Einheiten von Besiedlungsplatten ausgebracht. Jede Einheit bestand aus drei 15*15 cm großen PVC-Platten (**Abbildung 7**). Diese waren mittig mit einem Loch versehen durch welches ein Seil geführt wird. Am unteren Ende jeder Einheit ist ein Stein zur Stabilisierung befestigt. Dieser wird so ausgerichtet, dass er möglichst ohne Bodenkontakt kurz über dem Grund hängt. Die Platten werden aufgefädelt und fixiert und hängen senkrecht in der Wassersäule übereinander (**Abbildung 7**). Die unterste Platte wird 30-50 cm über dem Stein fixiert, eine weitere knapp unter der Wasseroberfläche und die dritte Platte wird mittig dazwischen positioniert. Die genutzte Methode ist angelehnt an die international gängige Vorgehensweise (z.B Bishop et al. 2015, Collin et al. 2015). Im HELCOM/OSPAR Port Survey Protocol werden Wassertiefen von 1,3 und 7 m für die Platten empfohlen. Diese empfohlenen Wassertiefen werden auf Grund des teilweise erheblichen Tidenhubs und der tideabhängigen, teilweise geringen Wassertiefen in den hier untersuchten Häfen nicht eingehalten. Insgesamt wurden so 36 Platten in dreier Einheiten an den vier Stationen ausgebracht. Die Einheiten wurden an störungsfreien Plätzen in den Häfen im Frühsommer ausgebracht und im Herbst wieder eingeholt (**Tabelle 3**). Die einzelnen Platten wurden separat in Plastikbehältern,

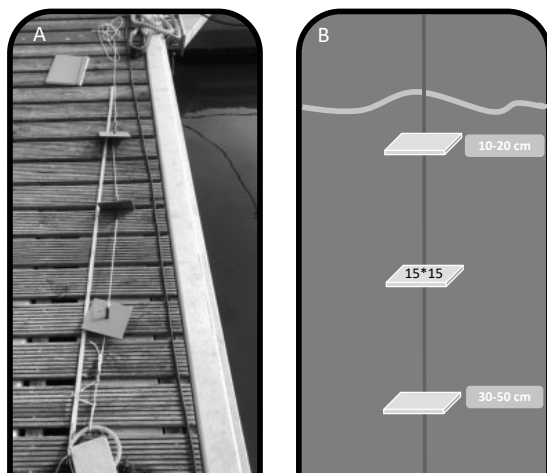


Abbildung 7 A) Einheit von Besiedlungsplatten und B) schematische Darstellung einer Besiedlungsplattenleine.

welche mit Seewasser gefüllt waren, gekühlt ins Labor transportiert. Der Bewuchs auf den Platten wurde fotografisch dokumentiert und makroskopisch bzw. mit Hilfe von Binokular und /oder Mikroskop identifiziert. Die Bestimmung erfolgte auch hier anhand gängiger Literatur und bei unklaren Organismen mit Hilfe von taxonomischen Experten. Die Nomenklatur der Arten erfolgte nach der WoRMS-Datenbank (World online

Register of Marine Species). Mittels der Besiedlungsplatten ist eine höhere Vergleichbarkeit der Daten mit anderen internationalen Untersuchungen möglich.

Tabelle 3 Zeitraum der Exposition der Besiedlungsplatteneinheiten an den vier Untersuchungsstationen.

Station	Platten ausgebracht	Platten eingeholt
List auf Sylt	05.07.2021	02.11.2021
Hörnum	09.07.2021	03.11.2021
Büsum	14.07.2021	29.09.2021
Brunsbüttel	14.07.2021	28.09.2021

Ergebnisse und Bewertung

3.1 Rapid Assessment Survey

Im Rahmen des Rapid Assessment Surveys 2021 wurden an den Standorten List auf Sylt, Hörnum, Büsum und Brunsbüttel insgesamt 40 Neobiota nachgewiesen (**Tabelle 4**). Dabei zählen neun gefundene Arten zu den Algen und Landpflanzen (Neophyta) und die anderen 31 Arten zur Fauna (Neozoa). Eine Gesamtanzahl von 132 Arten (die meist bis auf Artniveau bestimmt wurden) wurde erfasst (**Tabelle 9**). Im Hafen List auf Sylt wurde die größte Anzahl an Arten gefunden (88), nachfolgend Hörnum (67) und Büsum (54). Deutlich artenärmer ist der Standort Brunsbüttel. Hier wurden nur 30 Arten gefunden. Eine ähnliche Verteilung spiegelt sich auch in den absoluten Neobiota Anzahlen wider. In List auf Sylt wurden 26 Neobiota nachgewiesen, in Hörnum 20, in Büsum 14 und in Brunsbüttel 13. Die zahlenmäßig meisten Neobiota an den Standorten List auf Sylt und Hörnum lassen sich durch die Nähe zu den Aquakulturbetrieben erklären, wie auch durch die stark frequentierten Sportbootanlagen in den Sommermonaten. In den drei nördlicheren Häfen lag der prozentuale Anteil an nicht heimischen Arten aufgrund des dortigen Artenreichtums an heimischen Arten zwischen 25-29%. Wie auch in den vorangegangenen Jahren findet sich jedoch der höchste relative Anteil der Neobiota am Standort Brunsbüttel, wo 43% aller gefundenen Arten nicht heimisch sind. Dieses Ergebnis erklärt sich aus der generellen Artenarmut des Brackwasserbiotopes, welches sich auf die Biodiversität auswirkt. Gleichzeitig fordert das Habitat Brackwasser spezielle

physiologische Anpassungen, welche viele Neobiota besitzen, da sie ursprünglich aus Flussmündungen oder brackigen Küstengewässern stammen.

Tabelle 4 Gesamtanzahl aller der im erweiterten Rapid Assessment (RA und Plattenuntersuchungen) an den vier Untersuchungsstandorten in 2021 erfassten Arten und Anteil der Neobiota / kryptogenen Arten.

	LIST AUF SYLT	HÖRNUM	BÜSUM	BRUNSBÜTTEL	ALLE STATIONEN
GESAMTZAHL DER TAXA	88	67	54	30	132
DAVON NEOBIOTA	26	20	14	13	40
RELATIVER ANTEIL DER NEOBIOTA (%)	29	29	25	43	30

Die am stärksten vertretene Gruppe innerhalb der Neozoa und in der Gesamtartenanzahl waren die Crustacea mit 37 Arten von denen 12 Arten zu den Neobiota zählen. Dies entspricht dem Muster der vorhergegangenen Jahre. Zwei Crustaceaarten wurden an allen vier Stationen gefunden, die Japanische Felsenkrabbe *Hemigrapsus takanoi* und die Brackwasser Seepocke *Amphibalanus improvisus*. Weitere artenreiche Neozoagruppen waren die Mollusca (fünf Arten) und Tunicata (sechs Arten). Mit sechs nicht-heimischen Arten, stellen die Rhodophyta bei den Neophyta die artenreichste Gruppe dar. An der Station Brunsbüttel sind nur vereinzelt Vertreter typischer mariner Gruppen zu finden. Aufgrund des Brackwasserhabitats an diesem Standort gilt dies sowohl für die heimischen als auch nicht heimischen Arten.

Die Anzahl der gefundenen Arten im Rapid Assessment Survey entspricht in etwa der aus dem vorigen Jahr (2020: 39 Arten, **Tabelle 8**). Dies ist jedoch deutlich weniger als in den Jahren 2016-2017 mit im Schnitt 48 Arten. Ein möglicher Grund hierfür könnte der Mitarbeiterwechsel sein, welcher sowohl 2020, wie auch 2021, erfolgte. Sowohl die geringere Erfahrung wie auch die geringere Ortskenntnis könnten dazu geführt haben, dass vor allem unscheinbare Arten oder Arten welche nur in geringen Dichten vorkommen, nicht erfasst

wurden. Ein tatsächlicher Rückgang der Neobiota scheint unwahrscheinlich, da die Gesamtartenanzahlen niedriger waren als in den vorangegangenen Jahren. Dies spricht für eine Konstanz in der Bearbeitung (Bearbeiter/in) des Erfassungsprogramms für eingeschleppte Arten.

Tabelle 5 Neobiota /kryptogene Arten, die 2021 in Rapid Assessment Untersuchungen (RA) in vier schleswig-holsteinischen Nordseehäfen nachgewiesen wurden.

	List	Hörnum	Büsum	Brunsbüttel
Rhodophyta				
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	x			
<i>Agarophyllum vermiculophyllum</i>	x			
<i>Ceramium cimbricum</i>		x		
<i>Dasya baillouviana</i>	x			
<i>Dasysiphonia japonica</i>	x			
<i>Melanothamnus harveyi</i>				
Phaeophyceae				
<i>Sargassum muticum</i>	x			
<i>Undaria pinnatifida</i>	x	x		
Tracheophyta				
<i>Spartina anglica</i>		x		
Centrophora				
<i>Mnemiopsis leidyi</i>		x		
Cnidaria				
<i>Cordylophora caspia</i>			x	x
Gastropoda				
<i>Crepidula fornicata</i>	x	x		

Bivalvia				
<i>Ensis leei</i>		x		
<i>Magallana gigas</i>	x	x	x	
<i>Mya arenaria</i>	x			
<i>Mytilopsis leucophaeata</i>				x
Polychaeta				
<i>Alitta virens</i>	x		x	
<i>Marenzellaria viridis</i>	x			
<i>Polydora cornuta</i>	x			
Crustacea				
<i>Amphibalanus improvisus</i>	x	x	x	
<i>Austrominius modestus</i>	x		x	
<i>Caprella mutica</i>	x			
<i>Eriocheir sinensis</i>				x
<i>Gammarus tigrinus</i>				x
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	x	x	x	
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	x	x	x	x
<i>Melita nitida</i>				x
<i>Platorchestia platensis</i>				x
<i>Sinelobus cf. vanhaareni</i>				x
<i>Synidotea laticauda</i>				x

Insecta				
<i>Telmatogeton japonicus</i>				x
Bryozoa				
<i>Bugulina stolonifera</i>		x	x	
<i>Tricellaria inopinata</i>	x			
Tunicata				
<i>Aplidium glabrum</i>	x	x		
<i>Botrylloides violaceus</i>	x	x	x	
<i>Botryllus schlosseri</i>	x	x	x	
<i>Didemnum vexillum</i>	x		x	
<i>Mogula manhattensis</i>	x	x	x	
<i>Styela clava</i>	x	x	x	
Summe (ges. 40)	26	20	14	13

3.2 Besiedlungsplatten

Die Auswertung der Besiedlung aller 36 Platten aus den vier untersuchten Häfen ergab eine Besiedlung von insgesamt 109 Arten (die meist bis auf Artniveau bestimmt wurden). Dabei teilte sich die Gesamtartenanzahl in 38 nicht heimische Arten und 71 heimische Arten auf, was einem prozentualen Neobiota-Anteil von 34% entspricht (**Tabelle 6**). Bei neun der gefundenen Arten handelt es sich um Neophyta, die restlichen 31 sind Neozoen.

Die Artenzahlen in den vier Häfen weisen Unterschiede auf. List und Hörnum sind die artenreichsten, sowohl hinsichtlich der Gesamtartenanzahl, aber auch bezüglich der absoluten Zahl an Neobiota. In Brunsbüttel sind die erfassten Arten deutlich geringer als an den anderen Standorten mit 23 Arten insgesamt und 10 Neobiota. Dieses Muster entspricht

dem des Rapid Assessment Survey. Ebenso wie der relativ höchste Anteil von Neobiota mit beiden Methoden in Brunsbüttel gefunden wurde, in diesem Fall mit 43%.

Tabelle 6 Gesamtartenzahlen und prozentuale Anteile der Neobiota auf den Besiedlungsplatten 2021 (die Salinitätswerte beziehen sich auf Messungen bei der Plattenentnahme).

	LIST AUF SYLT	HÖRNUM	BÜSUM	BRUNSBÜTTEL	ALLE STATIONEN
GESAMTZAHL DER TAXA	58	48	34	23	109
DAVON NEOBIOTA	22	19	13	10	38
RELATIVER ANTEIL DER NEOBIOTA (%)	37	39	38	43	34

Algen (neun), Crustacea (neun) und Tunicata (sechs) sind die artenreichsten Gruppen auf den Besiedlungsplatten, sowohl hinsichtlich der Gesamtartenzahl, wie auch der Neobiota. Bis auf die Brackwasser Seepocke *Amphibalanus improvisus*, die auf den Platten aller vier Standorte gefunden wurde, unterschieden sich die Besiedlungen der Standorte deutlich. Unterschiedliche Zusammensetzungen finden sich zwischen den marin- und brackwassergeprägten Standorten. Im von Brackwasser dominierten Standort Brunsbüttel traten alle Arten hier auf und nicht an den anderen Stationen (**Tabelle 7**). Die einzige Ausnahme stellt die zuvor genannten Brackwasser Seepocke dar.

Dadurch wird noch einmal mehr, als im Rapid Assessment Survey, deutlich, dass die Brackwasser Lebensräume ein besonders spezifisches Artenspektrum aufweisen. Die im letztem Jahr erstmalig gefundene Nacktkiemer-Schnecke *Corambe obscura*, wurde auch in diesem Jahr erneut auf einer Platte in Büsum nachgewiesen.

Die Besiedlung von Ober- und Unterseite der Besiedlungsplatten unterschied sich je nach Standort, Wassertiefe und Exposition zur Wasseroberfläche stark (**Abbildung 8**). Auf einigen Platten sammelte sich deutlich sichtbar Sediment an und verhinderte die Besiedlung an der Oberseite der Platten. Durch die teilweise hohe Bedeckungsdichten einiger Arten, ist

anzunehmen, dass die Ansiedlung weiterer sessiler Arten nicht mehr möglich war (**Abbildung 8**). Auf den Plattenunterseiten wuchsen vorwiegend Manteltiere (Tunicata), Schwämme (Porifera) und Moostiere (Bryozoa). An den Oberseiten war vor allem in List auf Sylt und Hörnum dichter Bewuchs von Grün- und Rotalgen zu finden. Innerhalb der Algen ließ sich eine Zonierung erkennen; Grünalgen kamen auf der obersten Platte vor, Rotalgen vorzugsweise auf den tieferen Platten, was der natürlichen Artenverteilung entspricht.

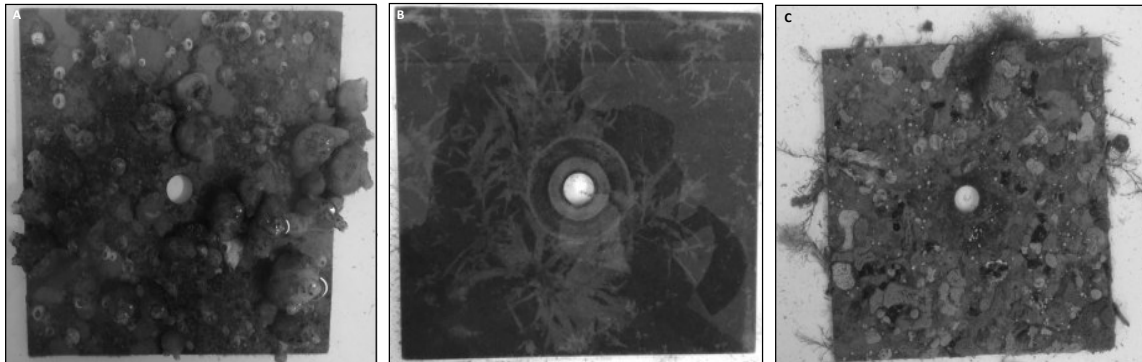


Abbildung 8 Unterschiedlich exponierte Besiedlungsplatten. A) Büsum_Tier obere Platte, Unterseite; B) Brunsbüttel_Schleusenhafen, obere Platte, Unterseite; C) List auf Sylt_hinterer Dalben, untere Platte, Unterseite.

Tabelle 7 Neobiota und kryptogene Arten, die 2021 auf Besiedlungsplatten in vier schleswig-holsteinischen Nordseehäfen nachgewiesen wurden.

	List	Hörnum	Büsum	Brunsbüttel
Rhodophyceae				
<i>Agarophyton vermiculophyllum</i>	x			
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	x			
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	x			
<i>Ceramium cimbricum</i>		x		
<i>Dasyia baillouviana</i>		x		
<i>Dasysiphonia japonica</i>	x			
<i>Melanothamnus harveyi</i>	x	x		
Phaeophyceae				
<i>Sargassum muticum</i>	x	x		
<i>Undaria pinnatifida</i>		x		
Cnidaria				
<i>Garveia franciscana</i>				x
Gastropoda				
<i>Corambe obscura</i>			x	
<i>Crepidula fornicata</i>	x	x	x	
Bivalvia				
<i>Dreissena polymorpha</i>				x

<i>Magallana gigas</i>	x	x	x	
<i>Rangia cuneata</i>				x
Polychaeta				
<i>Alitta virens</i>	x			
<i>Boccardiella ligERICA</i>				x
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>				x
<i>Pileolaria berkeleyana</i>	x			
<i>Streblospio benedicti</i>			x	
Crustacea				
<i>Amphibalanus improvisus</i>	x	x	x	x
<i>Austrominius modestus</i>	x	x	x	
<i>Gammarus tigrinus</i>				x
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	x	x	x	
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	x		x	
<i>Jassa marmorata</i>		x		
<i>Melita nitida</i>				x
<i>Sinelobus vanhaareni</i>				x
<i>Synidotea laticauda</i>				x
Bryozoa				
<i>Bugulina stolonifera</i>	x	x	x	
<i>Smittoidea prolifica</i>	x		x	

<i>Tricellaria inopinata</i>	x	x		
Tunicata				
<i>Aplidium glabrum</i>	x	x		
<i>Botrylloides violaceus</i>	x	x		
<i>Botryllus schlosseri</i>	x	x	x	
<i>Didemnum vexillum</i>		x		
<i>Molgula manhattensis</i>	x	x	x	
<i>Styela clava</i>	x	x	x	
Summe (ges. 38)	22	19	13	10

3.3 Vergleich zwischen Rapid Assessment Survey und Besiedlungsplatten

In allen vier untersuchten Häfen wurden beide Methoden zur Erfassung der nicht heimischen Arten eingesetzt. Im Jahr 2021 wurden 38 Neobiota mit Hilfe der Besiedlungsplatten nachgewiesen und 40 im Rahmen des Rapid Assessment Surveys. Dieser Unterschied erklärt sich zum einen durch den räumlich deutlich größeren Umfang im Rapid Assessment Survey. Zum anderen dadurch, dass vor allem mobile Arten, wie beispielsweise *Paleomon macrodactylus* und Arten welche die PVC-Platten nicht besiedeln können, wie zum Beispiel *Spartina anglica*, erfasst werden. Insgesamt konnten jeweils 12 Arten nur im Rapid Assessment Survey oder auf den Platten nachgewiesen werden. In den meisten Fällen finden sich auf den Platten kleine unscheinbare Arten, welche nur in geringen Abundanzen vorkommen. Die gefundenen Arten sind vergleichbar mit denen aus den letzten Jahren. Auffällig ist, dass die Artenanzahlen im Rapid Assessment Survey deutlicher gesunken sind als die Artenanzahlen auf den Platten. Dieser Umstand lässt sich auf den Bearbeiterwechsel zurückführen. Dies bekräftigt die Annahme, dass vor allem für das Rapid Assessment Survey eine sehr gute Ortskenntnis und eine langjährige Erfahrung in der Probennahme von Vorteil sind. Die Kombination der beiden Untersuchungsmethoden ist äußerst sinnvoll. Denn die

Besiedlungsplatten bieten eine gute Möglichkeit, Arten zu registrieren, die aufgrund ihrer geringen Größe oder geringer Dichten bei repräsentativen Kratzproben nicht erfasst werden. Das Rapid Assessment Survey bietet aufgrund der großen räumlichen Abdeckung und der unterschiedlichen Habitatstrukturen einen differenzierteren Überblick über das Artenspektrum gegenüber den Plattenuntersuchungen. In den letzten Jahren hat sich das Rapid Assessment Survey als ein zeit- und kostengünstiges Monitoring Tool für die Erfassung nicht heimischer Arten in deutschen Küstengewässern bewährt. Jedoch korreliert der Erfolg dieser Methode stark mit der Expertise der mit der Untersuchung befassten Person. Unabhängiger von der Erfahrung der bearbeitenden Person ist die Methode der Besiedlungsplatten. Hier werden lediglich Besiedlungsgemeinschaften und die damit assoziierten Organismen erfasst. Die erfassten Daten sind stärker quantitativ orientiert und durch die normierte Größe der Platten hat man eine gute Vergleichbarkeit zu anderen Untersuchungen. Zudem sind die Platten auch an Standorten einsetzbar, die nicht jederzeit leicht zugänglich sind (beispielsweise Industriehäfen) und es können erheblich tiefere Wasserschichten beprobt werden.

Jedoch kann keine der beiden genutzten Methoden bei einer einmaligen Untersuchung eines Standortes das komplette Neobiota-Arteninventar erfassen. Um ein umfassendes Bild der Neobiota in deutschen Küstengewässern abzubilden, ist ein langfristig angelegtes, kontinuierliches Monitoring aus den beiden Methoden notwendig.

3.4 Veränderung und Entwicklung

Insgesamt lag die Gesamtsumme der Neobiota an den vier Untersuchungsstationen im Jahr 2021 mit 44 Arten im Bereich des Vorjahres (49 Arten in 2020). Es wurden keine Arten nachgewiesen, die noch nicht in deutschen Küstengewässern nachgewiesen worden waren. Nicht jede potenziell vorkommende nicht heimische Art wird in jedem Jahr gefunden. Bei einem Vergleich der Artenspektren zwischen den einzelnen Jahren sind keine größeren Unterschiede zu finden. Einige Arten sind eher selten und auch das Vorhandensein mobiler Arten auf den Besiedlungsplatten variiert. Die Dynamik im Vorkommen eingeschleppter Arten, hängt mit ihrer typischen Ansiedlungs- und Ausbreitungsdynamik zusammen. Erst kürzlich eingeschleppte Arten weisen zunächst geringe Abundanzen auf, können somit

übersehen werden und dann doch wieder auftreten. In Jahren mit günstigen Siedlungsbedingungen (z.B. milde Winter und warme Sommer, geringer Prädationsdruck) breiten sie sich innerhalb der für sie physiologisch nutzbaren Areale hin aus, können dann jedoch bei ungünstigeren Bedingungen fehlen oder nur sporadisch auftreten. Andere eingeschleppte Arten treten nur temporär auf und werden nach einem einmaligem Fund nicht mehr erfasst. Ein Beispiel dafür ist die hochmobile Crustacea *Eriocheir sinensis*. Andere Arten, sogenannte Schläfer, treten nur bei günstigen Bedingungen in hohen Abundanzen auf. Eine Zu- oder Abnahme der Artenanzahl ist somit nicht zwangsläufig auf einen erfolglosen Etablierungsprozess von Neobiota oder einer Anstieg an Einschleppungen zurückzuführen. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit einer Bewertung der Neobiota in unseren Küstengewässern über längere Zeiträume.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Großteil der Arten gleichbleibend präsent ist, mit einzelnen kleineren Veränderungen. So wurde in 2021 *Marengelleria viridis* wieder in Watten bei List auf Sylt erfasst. In Hörnum konnte die Rotalge *Agarophyton vermiculophyllum* in 2021 nicht wieder gefunden werden, hingegen wurde aber die Amerikanische Schwertmuschel *Ensis leei* erfasst. Die Amerikanische Schwertmuschel ist ein gutes Beispiel dafür, dass die äußeren Bedingungen das Erfassen einer Art beeinflussen können. In diesem Beispiel ist es so, dass Abweichungen vom mittleren Tideniedrigwasser nach oben, das Detektieren der benthisch lebenden Muschel erschweren. Dies begründet sich, daraus dass diese Muschelart ihr Hauptvorkommen im tieferen Intertidal hat. Am Untersuchungsstandort Büsum konnten drei Arten nicht wieder erfasst werden (*Telmatogeton japonicus*, *Teredo navalis* und *Agarophyton vermiculophyllum*). Die Japanische Felsenmücke, *Telmatogeton japonicus* wurde, nach keinem Fund in 2020, in diesem Jahr wieder in Brunsbüttel erfasst. Die Unterschiede im Erfassen der Arten über die Jahre hinweg verdeutlichen die Notwendigkeit für eine konstante Untersuchung und langfristige Bewertung von Neobiota über längere Zeiträume.

Tabelle 8 Entwicklung der Gesamt- Neobiotazahlen im gesamtem eRA (Schnellerfassung und Bewuchsplatten) an den vier Untersuchungsstationen. *2019 wurde kein Rapid Assessment Survey durchgeführt.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Neobiota an allen 4 Untersuchungsstationen (eRAS)	52	52	47	38 *	49	44
Neobiota im RAS in allen 4 Untersuchungsstationen	47	49	47	*	39	40
Neobiota auf den Bewuchsplatten in allen 4 Untersuchungsstationen	29	28	36	38	38	38

Im Jahr 2021 gab es keinen Erstnachweis für eine eingeschleppte Art in den vier untersuchten Häfen. Insgesamt lässt sich jedoch eine relativ konstante Anzahl der nicht heimischen Arten erkennen (**Abbildung 9**). Die leichten Schwankungen sind sicherlich auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen. Zum einen können die methodischen Aspekte, wie zunehmende Erfahrung der Bearbeiter und die Optimierung der Probenstellen eine bessere Erfassung gewährleisten. Zum anderen können die biotischen Faktoren als Ursache herangezogen werden. So können klimatische Faktoren, wie das Ausbleiben langer Kälteperioden und ein leichter Temperaturanstieg das Überleben, Etablieren und Ausbreiten der Arten begünstigen.

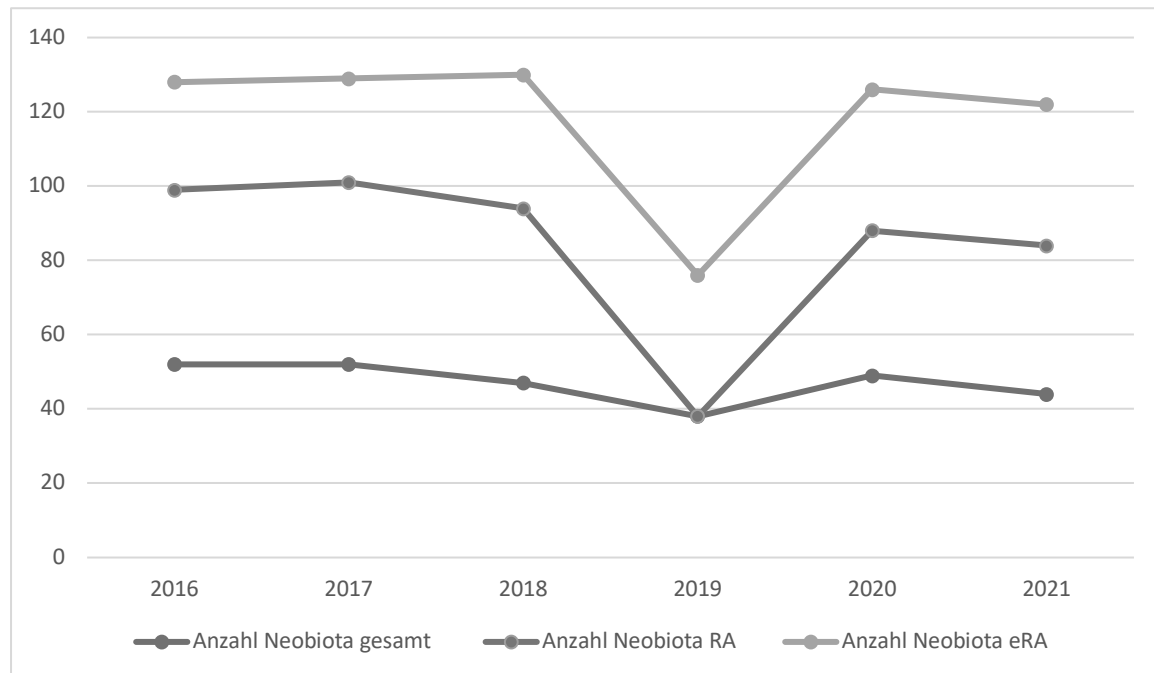


Abbildung 9 Summe der Neobiota, die im gesamten Rapid Assessment, im Rapid Assessment Survey (RA) und bei den Plattenuntersuchungen gefunden wurden (eRA). 2019 fand nur die Besiedlungsplatten Untersuchungen statt.

Schlussfolgerung und Ausblick

Im Sommer und Herbst 2021 wurden in den Monitoring Untersuchungen durch Besiedlungsplatten und das Rapid Assessment Survey insgesamt 44 Neobiota gefunden. Das Monitoring fand an vier Häfen entlang der schleswig-holsteinischen Küste statt (List auf Sylt, Hörnum, Büsum, Brunsbüttel). Mit Hilfe der Schnellerfassung wurden 40 nicht heimische Arten nachgewiesen, die Besiedlungsplatten erfassten 38 nicht heimische Arten. Die Anzahl der gefundenen Arten auf den Besiedlungsplatten, entspricht den Daten der vorherigen Jahren. Eine geringere Artenanzahl wurde jedoch im Rapid Assessment Survey im Vergleich zu den vorherigen Jahren deutlich. Grundsätzlich sind die Daten aus dem Rapid Assessment Survey schwerer zu vergleichen, da die Methode abhängig ist von subjektiven Faktoren und der Kompetenz des Bearbeiters. Dazu kommt, dass vor allem kleine und/oder selten vorkommende Arten übersehen werden können. Trotzdem sollte das Rapid Assessment Survey weiterhin in Kombination mit den standardisierten Besiedlungsplatten durchgeführt werden. Durch die Vielfalt an untersuchten Habitaten, ermöglicht das Rapid Assessment Survey die Erfassung von selten oder nur in Mikrohabitaten vorkommenden Arten.

Vergleichsweise kosten- und zeitgünstig, können so ein Großteil der im untersuchten Habitat vorkommenden Arten erfasst werden. Dies gilt insbesondere für größere und mobile Arten, kleinere können jedoch leichter übersehen werden. Zudem ist die taxonomische Expertise, die Ortskenntnis und die individuelle Erfahrung bei der Probennahme entscheidend für die Qualität der Daten. Um Defizite dieser Methode auszugleichen werden die standardisierten Besiedlungsplatten, nach dem internationalem Protokoll (HELCOM) für die Bewuchsgemeinschaften (fouling communities) mit untersucht. Die Besiedlungsplatten bieten in verschiedenen Wassertiefen, Planktonlarven und Reproduktionsstadien freie Ansiedlungsfläche, welche oftmals innerhalb bestehender Bewuchsgemeinschaften unter großem Raum- und Nahrungskonkurrenzdruck steht. So können Arten mit dieser Methode frühzeitig nach ihrer Ankunft erfasst werden.

Mit keiner der beiden Methoden lässt sich ein vollständiges Arteninventar der untersuchten Gebiete angeben. Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachteile, ergänzen sich und bilden in ihrer Kombination ein möglichst umfassendes Bild der Artengemeinschaft an einem Standort ab. Um ebenfalls eine räumliche und zeitliche Perspektiven zu gewinnen, ist es notwendig die Untersuchungen nicht einmalig an einem einzelnen Standort durchzuführen, sondern langfristig und kontinuierlich über ein abgestimmtes Monitoring. So wie es beispielsweise für die deutschen Küstengewässer erfolgt. Nur ein konstantes Erfassen der Arten unter gleichbleibender Methodik ermöglicht es fortlaufend aktuelle Daten über das Vorkommen, die Verbreitung und Ausbreitungsdynamiken der Neobiota zu haben.

So können (beispielsweise) auch seltene Arten oder Arten, welche nur bei günstigen Bedingungen in hohen Abundanzen auftreten (sogenannte Schläfer), erfasst werden. Die gewonnen Daten liefern wesentliche Erkenntnisse für die Identifikation wichtiger Vektoren für die Einschleppung, über Einschleppungs-Hotspots und Ausbreitungskorridore an unseren Küsten.

Die Daten sind die Grundlage für das nationale Neobiota Management, darüber hinaus erfüllen sie auch die Anforderungen der europäischen Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (EU-MSRL). Die geplante Plattform, auf welcher die Daten der einzelnen Monitorings aller deutschen Küstengewässer erfasst werden ist unerlässlich. Dies wird die Möglichkeit bieten alle Informationen zentral zu sammeln. Darüber hinaus entsteht eine Informationsquelle für beteiligte Institutionen, Wissenschaftler, Behörden und die interessierte Öffentlichkeit.

Tabelle 9 Gesamtübersicht aller der im erweiterten Rapid Assessment (RA und Plattenuntersuchungen) an den vier Untersuchungsstandorten in 2021 erfassten Arten, rot: Neobiota/kryptogene Arten.

	List	Hörnum	Büsum	Brunsbüttel
Rhodophyceae				
<i>Agarophyton vermiculophyllum</i>	x			
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	x			
<i>Aglaothamnion hookeri</i>		x		
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	x			
<i>Callithamnion corymbosum</i>	x	x		
<i>Ceramium cimbricum</i>		x		
<i>Ceramium circinatum</i>	x			
<i>Ceramium nodulosum</i>	x	x		
<i>Cladophora sericea</i>			x	
<i>Dasyia baillouviana</i>	x			
<i>Dasysiphonia japonica</i>	x			
<i>Melanothamnus harveyi</i>		x		
<i>Polysiphonia fucoides</i>	x	x		
<i>Polysiphonia nigra</i>	x	x		
<i>Polysiphonia stricta</i>				x
Phaeophyceae				
<i>Elachista fucicola</i>	x			
<i>Fucus vesiculosus</i>	x	x	x	

	List	Hörnum	Büsum	Brunsbüttel
<i>Ralfsia</i> sp.	x	x		
<i>Sargassum muticum</i>	x			
<i>Undaria pinnatifida</i>	x	x		
Chlorophyta				
<i>Bryopsis hypnoides</i>	x			
<i>Chaetomorpha linum</i>	x		x	
<i>Cladophora sericea</i>			x	x
<i>Enteromorpha</i> sp.	x	x	x	x
<i>Ulva</i> sp.	x	x	x	x
Tracheophyta				
<i>Puccinella maritima</i>	x			
<i>Salicornia europaeum</i>		x		
<i>Salicornia stricta</i>	x			
<i>Spartina anglica</i>		x		
<i>Zostera marina</i>	x			
Porifera				
<i>Halichondria bowerbanki</i>	x			
<i>Halichondria panicea</i>	x			
<i>Leucosolenia botryoides</i>	x			
<i>Sycon ciliatum</i>	x	x		
Ctenophora				
<i>Beroë cucumis</i>	x			
<i>Mnemiopsis leidyi</i>		x		
Cnidaria				
<i>Cordylophora caspia</i>			x	
<i>Metridium senile</i>	x			

	List	Hörnum	Büsum	Brunsbüttel
<i>Obelia genticulata</i>	x	x		
<i>Obelia longissima</i>	x	x	x	
<i>Sagartia troglodytes</i>				
<i>Sagartiogeton undatus</i>	x	x	x	
Polyplacophora				
<i>Lepidochitona cinerea</i>		x	x	
Gastropoda				
<i>Assiminea grayana</i>		x		
<i>Crepidula fornicata</i>	x	x	x	
<i>Littorina littorea</i>	x	x	x	
<i>Littorina saxatilis</i>		x	x	
<i>Peringia ulvae</i>		x		
<i>Polycera quadrilineata</i>	x			
Bivalvia				
<i>Cerastoderma edule</i>	x	x	x	
<i>Ensis leei</i>		x		
<i>Dreissena polymorpha</i>				x
<i>Limecola balthica</i>	x	x	x	x
<i>Magallana gigas</i>	x	x	x	
<i>Mya arenaria</i>	x			
<i>Mytilopsis leucophaeta</i>				x
<i>Mytilus edulis</i>	x	x	x	x
<i>Scrobicularia plana</i>			x	
Polychaeta				
<i>Alitta succinea</i>	x	x	x	x
<i>Alitta virens</i>	x		x	

	List	Hörnsum	Büsum	Brunsbüttel
<i>Arenicola marina</i>	x	x	x	
<i>Boccardiella ligérica</i>				x
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>				x
<i>Gattyana cirrhosa</i>	x			
<i>Harmathoe imbricata</i>	x	x		
<i>Hediste diversicolor</i>	x	x	x	
<i>Heteromastus filiformis</i>	x			x
<i>Lanice conchilega</i>	x	x	x	
<i>Marenzelleria viridis</i>	x			
<i>Nephtys hombergii</i>			x	
<i>Pileolaria berkeleyana</i>	x			
<i>Phyllodoce mucosa</i>	x			
<i>Polydora cornuta</i>	x			
<i>Pomatoceros triqueter</i>		x		
<i>Pygospio elegans</i>			x	
<i>Scoloplos armiger</i>	x	x		
<i>Spio martinensis</i>	x		x	
<i>Spio sp.</i>	x			
<i>Tubificoides benedii</i>			x	
Crustacea				
<i>Amphibalanus improvisus</i>	x	x	x	x
<i>Apocorophium lacustre</i>				x
<i>Austrominus modestus</i>	x	x	x	
<i>Balanus crenatus</i>	x	x	x	
<i>Cancer pagurus</i>	x			
<i>Caprella mutica</i>	x			
<i>Carcinus maenas</i>	x	x	x	x
<i>Corophium volutator</i>	x		x	x
<i>Crangon crangon</i>	x	x	x	
<i>Eriocheir sinensis</i>				x
<i>Gammarus locusta</i>	x	x		
<i>Gammarus salinus</i>		x	x	x

	List	Hörnum	Büsum	Brunsbüttel
<i>Gammarus tigrinus</i>				x
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	x	x	x	
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	x	x	x	x
<i>Idotea balthica</i>	x	x	x	
<i>Idotea chelipes</i>	x		x	
<i>Idotea linearis</i>		x		
<i>Jassa marmorata</i>		x		
<i>Lekanesphaera rugicauda</i>			x	x
<i>Leptocherius pilosus</i>				x
<i>Micropotopus maculatus</i>	x	x		
<i>Melita nitida</i>				x
<i>Monocorophium acherusicum</i>	x	x	x	
<i>Monocorophium insidiosum</i>		x	x	
<i>Pagurus bernhardus</i>	x		x	
<i>Palaemon elegans</i>	x	x	x	
<i>Palaemon longirostris</i>			x	x
<i>Palaemon serratus</i>	x			
<i>Palaemon varians</i>		x		
<i>Platorchestia platensis</i>				x
<i>Praunus flexuosus</i>	x	x	x	
<i>Semibalanus balanoides</i>	x	x	x	
<i>Sinelobus vanhaareni</i>				x
<i>Stenohoe marina</i>				x
<i>Synidotea laticauda</i>				x
<i>Talitrus saltator</i>		x		
Insecta				
<i>Telmatogeton japonicus</i>				x
Bryozoa				
<i>Alcyonidium mytili</i>	x			
<i>Amathia imbricata</i>	x			
<i>Bugulina stolonifera</i>	x	x	x	
<i>Conopeum seurati</i>	x	x	x	x

		List	Hörnum	Büsum	Brunsbüttel
<i>Electra pilosa</i>		x			
<i>Smittoidea prolifica</i>		x			
<i>Tricellaria inopinata</i>		x	x		
Echinodermata					
<i>Asteria rubens</i>		x	x		
Tunicata					
<i>Aplidium glabrum</i>		x	x		
<i>Botrylloides violaceus</i>		x	x	x	
<i>Botryllus schlosseri</i>		x	x	x	
<i>Ciona intestinalis</i>			x	x	
<i>Didemnum vexillum</i>		x		x	
<i>Molgula manhattensis</i>		x	x	x	
<i>Styela clava</i>		x	x	x	
Taxa gesamt	132	88	67	54	30
Davon Neobiota	44	26	20	14	13
		(%)	(%)	(%)	(%)

Literaturverzeichnis

- Buschbaum, C., Lackschewitz, D. & Reise, K.** (2012). Nonnative macrobenthos in the Wadden Sea ecosystem. *Ocean & Coastal Management* 68: 89-101.
- Gittenberger, A., Rensing, M., Stegenga, H. & Hoeksma, B.** (2010). Native and non-native species of hard substrata in the Dutch Wadden Sea. *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 33: 21-75.
- HELCOM** (2013): HELCOM ALIENS 2 – Non-native species port survey protocols, target species selection and risk assessment tools for the Baltic Sea. 34 pp.