

# Bestandserfassung von *Sargassum muticum* auf dem Nordland im Rahmen einer Bioinvasionsphase

Forschungsauftrag im Rahmen einer Pilotstudie

## **Bericht** **September 2016**



Dr. Achim Wehrmann  
SENCKENBERG am Meer  
Abteilung Meeresforschung  
Südstrand 40  
26382 Wilhelmshaven

Auftraggeber:  
Nationalparkverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“, Virchowstr. 1, 26382 Wilhelmshaven



## **EINLEITUNG**

Der Japanische Beerentang *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt wird seit 2011 kontinuierlich auf dem *Crassostrea*-Riff des Nordlands (Rückseitenwatt der Insel Juist, östlich von Memmert) gesichtet. Hervorgehend aus den Einzelfunden vom November 2011 konnte sich bereits bis zum Herbst 2012 ein flächenhafter Bestand entwickeln. Eine erst im November 2012 genehmigte und durchgeführte Eradication-Maßnahme war daher zu diesem Zeitpunkt bereits erfolglos und musste auf Grund der Bestandsgröße abgebrochen werden. Seit dem Frühjahr 2013 wird der *Sargassum*-Bestand flächendeckend kartiert, um die standortbezogene Verbreitung des Neobioten ab einer frühen Invasionsphase verfolgen zu können (Markert & Wehrmann 2013 a/b, 2014, Wehrmann 2014). Der zeitliche Verlauf entspricht somit dem typischen Maßnahmen-Muster eines Bioinvasions-Managements: 1. Prävention (Risikoabschätzung, Früherkennung, Hot-spot Identifikation), 2. Ausrottung (Absammeln, mechanische Zerstörung), 3. Kontrolle (Ausbreitung verhindern) und 4. Überwachung (Monitoring).

Das Besiedlungsmuster von *Sargassum* folgt generell der SW-NO Ausrichtung des Austernriffes, konzentrierte sich dabei zunächst auf den tieferliegenden südwestlichen Bereich. Seit Herbst 2014 war zunächst eine stetige Ausdehnung des Bestandes in nordöstliche Richtung festzustellen. Dies wurde insbesondere durch sich tief in das Riff einschneidende neue Priele gefördert. Beobachtet wurden neben vereinzelt Algen in kleineren Gezeitentümpeln vor allem dichtere Bestände im Riff-durchziehenden Hauptpriel mit bis zu 35-60 cm langen Thalli. Nachdem der Bestand sich über den Winter 2015/2016 hinweg, nach einem starken Rückgang im Herbst 2015 (Wehrmann 2015), deutlich erholt hatte wurde im Herbst 2016 der niedrigste Bestand seit dem Frühjahr 2013 erreicht.

Gegenstand des vorliegenden Berichtes ist zum einen die Bestandsaufnahme von *Sargassum muticum* im September 2016, um die Populationsentwicklung des Neobioten in einer nun fortgeschrittenen Bioinvasionsphase zu dokumentieren. Darüber hinaus wurde die epiphytische Begleitfauna ein zweites Mal erfasst (Erstbeprobung Frühjahr 2016), um die Funktion von *Sargassum* als lebensraumgestaltende Art zu dokumentieren. Die Arbeitshypothese, dass die (Arten-)Anzahl an Sekundärbesiedlern während des Sommers saisonal leicht erhöht ist, hat sich nur hinsichtlich der Abundanz bestätigt, nicht jedoch hinsichtlich der Diversität. Zum anderen wird eine abschließende Empfehlung bezüglich des Risikopotentials von *Sargassum muticum* im Niedersächsischen Wattenmeer und zur generellen Strategie bei Erstfunden von Neobioten gegeben.

# Kartierung *Sargassum muticum* auf dem Nordland

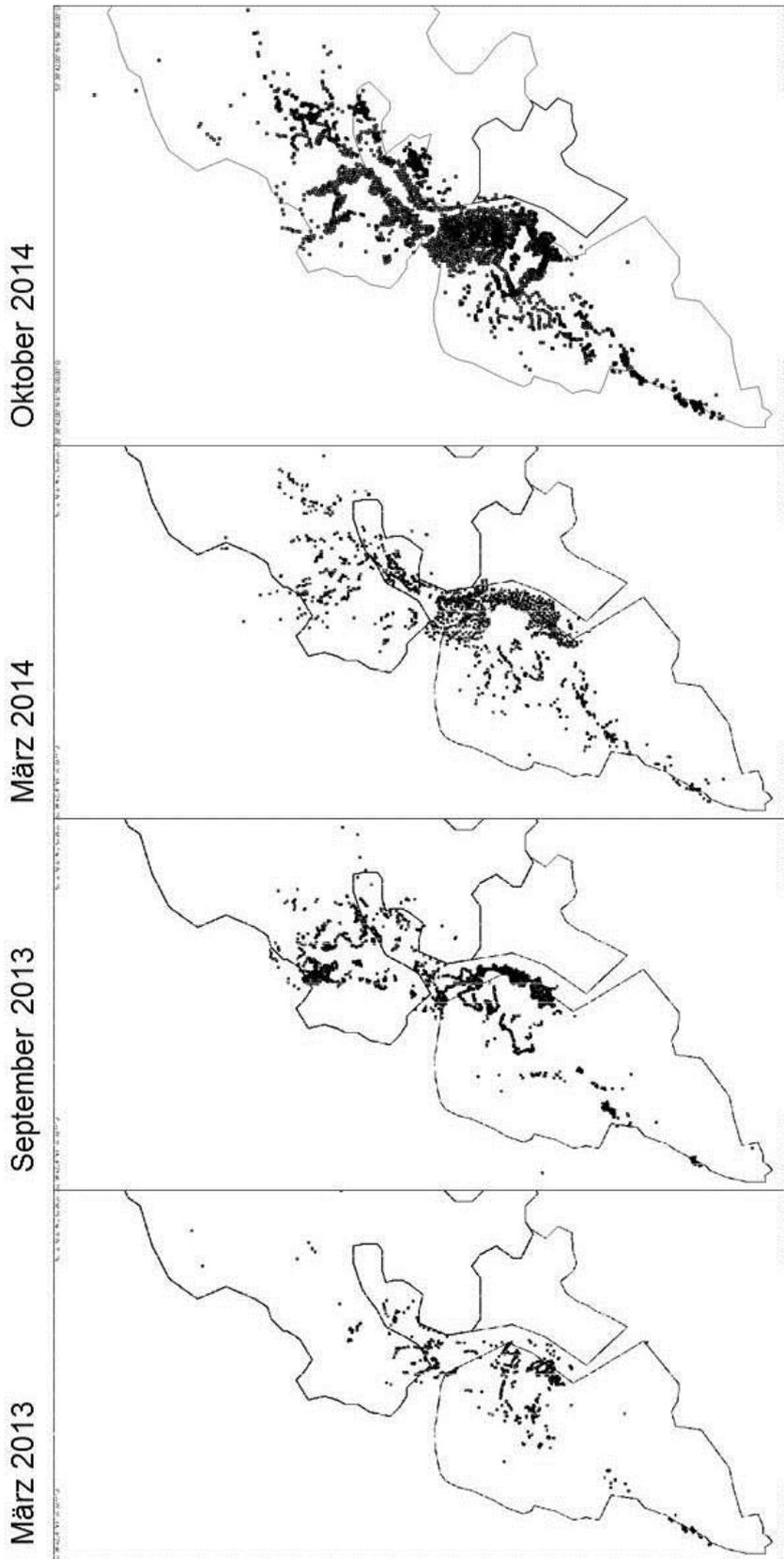
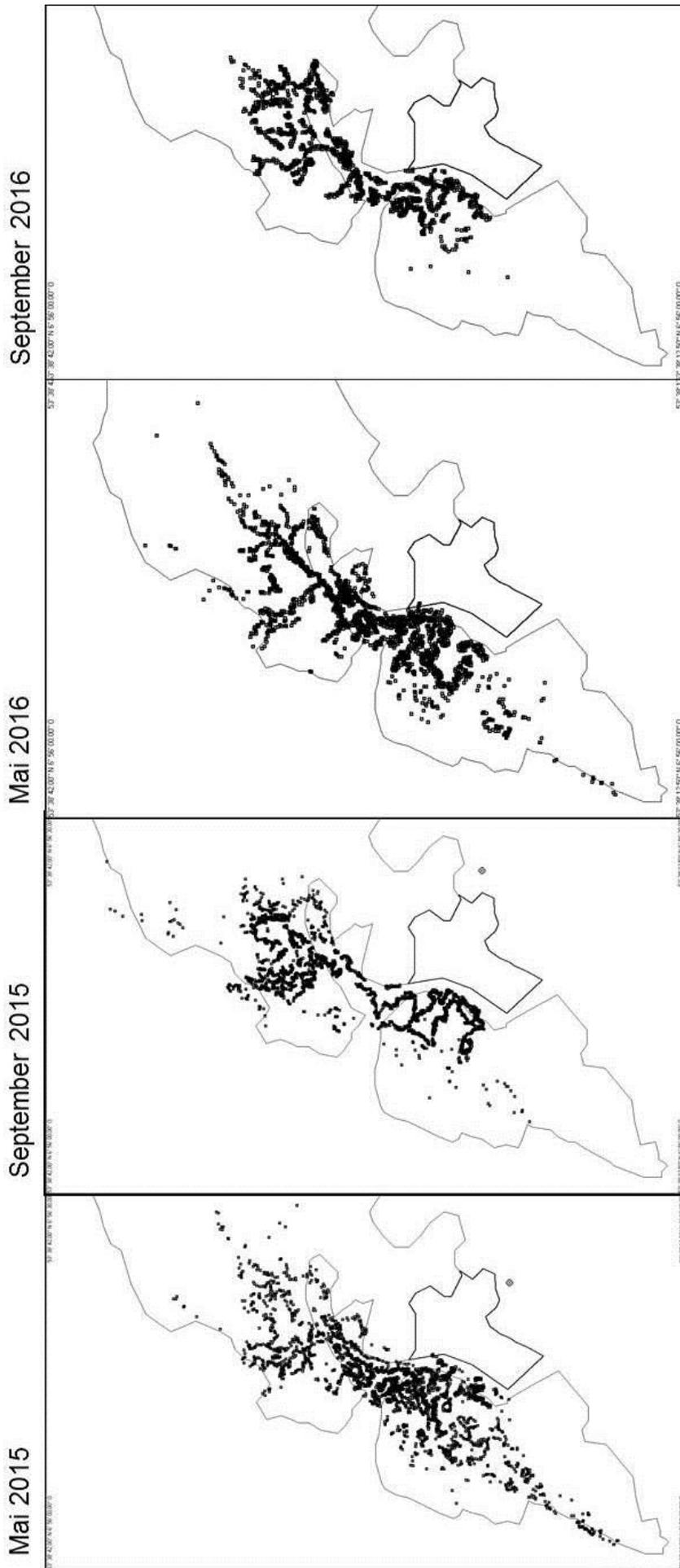


Abb. 1: Räumliche Verbreitung von *Sargassum muticum* auf dem Nordland-Riff.

# Kartierung *Sargassum muticum* auf dem Nordland



## METHODEN

### *Kartierung September 2016*

Die Bestandaufnahme des *Sargassum*-Vorkommens im Herbst 2016 (26. September 2016) wurde analog zu den vorangegangenen Vorhaben nach dem Kartierungsschema 2012/2013 durchgeführt (Markert & Wehrmann 2013 a/b). Jeder *Sargassum*-Fund wurde mit einer Koordinate belegt. Analog zu den bisherigen Kartierungen gilt, dass eine Koordinate nicht immer nur einer Pflanze entspricht, sondern dem Bestand auf 1m<sup>2</sup>. Bestimmte Areale in der das Riff durchziehenden Gezeitenrinne (Priel) wurden anhand von Umrisspunkten kartiert. Entsprechend flächig zusammenhängende Vorkommen wurden nachträglich innerhalb dieser Markierungen ergänzt, wobei auch hier eine Koordinate mehreren Algen entsprechen kann. Aufgrund der fortschreitenden Ausweitung des Bestandes in östl. Richtung wurde ab dem Frühjahr 2015, die Anzahl der Beobachtungstreifen gegenüber dem ursprünglichen Beprobungsschema um 6 (150m) ergänzt.

**Tabelle 1:** Anzahl der Koordinatenpunkte (m<sup>2</sup>) mit *Sargassum muticum* bei der jeweiligen Bestandserfassung auf dem Nordland-Austerriff.

2013		2014		2015		2016	
Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst
523	1.931	1.832	3.543	3.409	2.212	2.781	1.811

## ERGEBNISSE

Insgesamt wurden im Rahmen der Bestandserfassung im Herbst 2016 1.811 Koordinaten festgehalten, davon 1.140 direkt im Gelände sowie 671 die sich aus der nachträglichen Füllung flächendeckender Teilbestände ergaben. Die Bestandsdichte hat sich, verglichen mit der Frühjahrskartierung 2016 (2.781 Koordinaten), über den Sommer hinweg, wie bereits im Vorjahr; deutlich verringert (-35%)(Tab. 1). Dies betrifft insbesondere den Bereich des großen zentralen Priels, dessen östlichste Fortsetzung, sowie den südwestlichen Zipfel des Nordland-Riffes. Ungeachtet dessen setzt sich der seit Herbst 2015 zu beobachtende Trend fort, dass die Vielzahl an Gezeitenpools, eines der Haupthabitate von *S. muticum*, weiter zurückgeht. Dies betrifft sowohl den südwestlichen, wie auch den nordöstlichen Bereich des Vorkommens. Zudem ist der Hauptpriels von starker Sedimentumlagerung gekennzeichnet.

Eine entgegengesetzte Entwicklung, d.h. eine flächige Erweiterung des *Sargassum*-Bestands, findet seit dem Frühjahr 2015 im nördlichen Bereich des Nordland-Riffes statt. Hier hat sich mittlerweile ein weit verzweigtes Prielsystem entwickelt. Die aktuelle Kartierung bestätigt nochmals diesen Trend (s. Abb. 1). Die *Sargassum*-Bestände im südwestlichsten Zipfelbereich

sind nun ganz verschwunden. Das übergeordnete Südwest-Nordost-Besiedlungsmuster ist jedoch weiterhin bestimmend (Abb. 1).

Der *Sargassum*-Bestand setzt sich im Herbst 2016 zum überwiegenden Teil aus jungen Thalli zusammen, die nur selten eine Länge von 0,3 m überschritten. Stark sekundär mit filamentösen Braunalgen bewachsenen Thalli waren nur selten zu finden.

Der nördliche Rand des Nordland-Riffes im Übergang zum Juister Sandwatt war, wie bereits bei der Frühjahrkartierung festgestellt werden konnte, weiterhin stark mit *Ulva* sp. bzw. *Enteromorpha* sp. besiedelt.

#### *Epiphytischen Begleitfauna von Sargassum muticum*

*Sargassum muticum* gehört zu den sogenannten ‚lebensraumgestaltenden Arten‘ (engl. ecosystem engineering species) und stellen bei ausreichend dichten Beständen ein eigenes Subhabitat (Wattenmeer-spezifisch innerhalb der Austerriffe) dar. Vor diesem Hintergrund wurden im Bereich des Nordland-Riffes im Frühjahr und Sommer jeweils 10 Proben, 4 aus Gezeitentümpeln und 6 aus dem Hauptpriel, genommen. Der *Sargassum*-Thallus wurde mit einer 6L Plastiktüte umschlossen und mitsamt des Anheftungssubstrates (i.d.R. *Crassostrea gigas*) entnommen (für die weitere Methodik s. Wehrmann 2016).

Die Untersuchung zeigt, dass *Sargassum muticum* hauptsächlich von Anneliden und Amphipoden besiedelt wird. Dabei ist der Bereich der Haftscheibe dichter und diverser von sessilen Organismen bewachsen als der Thallus. Ursächlich hierfür ist die pseudo-perennierende Lebensform von *S. muticum*. Die größte Artenanzahl befindet sich allerdings in der mobilen Phase. Die Begleitfauna von *S. muticum* unterscheidet sich zudem deutlich von der der Pazifischen Auster (Markert et al. 2010). Zudem konnte ein Unterschied in der Begleitfauna zwischen Frühjahr und Sommer festgestellt werden. Im Frühjahr war die Begleitfauna artenreicher als im Sommer, wobei hingegen die Gesamtabundanz im Sommer über der im Frühjahr lag. Hierfür waren im Wesentlichen die Amphipoden verantwortlich. Abgesehen von den Polychaeten und Oligochaeten, die im Frühjahr in höheren Abundanzen vorkamen, waren die einzelnen Arten, wenn sie denn auftraten, im Sommer zahlreicher vertreten. Ein Unterschied in der Zusammensetzung der Begleitfauna in den unterschiedlichen Subhabitaten, d.h. Gezeitentümpel und Priele, konnte nicht festgestellt werden.

**Tabelle 2:** Mobile und sessile Begleitfauna von *Sargassum muticum* (Nordland Austerriff; 10 Proben Frühjahr, 10 Proben Sommer) mit einer Angabe darüber, mit welcher Individuenanzahl und in wie vielen von den jeweils 10 Proben (in Klammern) die Arten vorkommen. Übereinstimmung der Art mit anderen Untersuchungen (B06: Buschbaum et al. 2006; M10: Markert et al. 2010; R15: Rohde et al. 2015). Aus Middendorf (2016)

		Art	Anzahl Individuen (in Proben)		Übereinstimmung mit anderen Veröffentlichungen
			Frühjahr	Sommer	
<b>Annelida</b>	<b>Polychaeta</b>	<i>Allita succinea</i>	1 (1)		M10
		<i>Autolytus</i> sp.	2 (1)		B06
		<i>Capitella</i> sp.	1 (1)		
		<i>Enipo</i> cf. <i>kinbergi</i>	1 (1)		
		<i>Etone longa</i>	1 (1)		
		<i>Eumidia bahusiensis</i>	2 (2)		
		<i>Eumida sanguinea</i>	7 (1)		B06
		<i>Gattyana cirrhosa</i>	1 (1)	1 (1)	
		<i>Harmothoe extenuata</i>	3 (1)	2 (2)	M10
		<i>Harmothoe</i> cf. <i>glabra</i>	2 (1)	1 (1)	
		<i>Harmothoe imbricata</i>	19 (5)	6 (5)	B06, M10, R15
		<i>Harmothoe impar</i>	10 (4)	4 (3)	
		<i>Harmothoe (Antinoella) sarsi sarsi</i>	1 (1)		
		<i>Harmothoe</i> sp.	2 (1)	1 (1)	
		<i>Lanice conchilega</i>	1 (1)		
		<i>Lepidontus squamatus</i>		1 (1)	
		<i>Malmgrenia</i> cf. <i>lunulata</i>	1 (1)		
		<i>Mystides</i> sp.	1 (1)		
		<i>Nereididae</i> sp.	4 (2)		
		<i>Phseudomystides</i> sp.	1 (1)		
		<i>Phyllodocoida</i> spp.	13 (7)	6 (4)	B06
		Polychaeta indet.	12 (6)	3 (2)	M10
		<i>Polynoidae</i> sp.	7 (3)		
	<i>Scoloplos (Scoloplos) armiger</i>	1 (1)			
	<i>Syllidae</i> sp.	2 (1)		B06	
		Anzahl Arten	25 (24F/9S)	96 Ind.	25 Ind.
	<b>Nemertea</b>	Nemertea indet.	127 (9)	304 (10)	
	Anzahl Arten	1	127 Ind.	304 Ind.	
	<b>Oligochaeta</b>	Oligochaeta indet.	164 (10)	90 (10)	M10
	Anzahl Arten	1	164 Ind.	90 Ind.	
<b>Bryozoa</b>	<b>Ctenostomatida</b>	<i>Alcyonidium albidum</i>	(2)		
	<b>Cheilostomatida</b>	<i>Electra pilosa</i>	(10)	(7)	B06, M10
	Anzahl Arten	2 (2F/1S)			
<b>Cnidaria</b>	<b>Anthozoa</b>	Anthozoa spp.	2 (2)	9 (4)	M10
	Anzahl Arten	2 (2F/2S)			
	<b>Hydrozoa</b>	<i>Coryne</i> sp.	(8)	(10)	M10
		<i>Coryne</i> cf. <i>pusilla</i>	(2)		

		Hydrozoa indet.	(7)	(2)	M10	
		<i>Laomedea flexuosa</i>	(1)		M10	
		<i>Obelia longissima</i>	(9)			
		<i>Obelia cf. dichotoma</i>	(2)		B06, M10	
	Anzahl Arten	6 (6F/2S)				
<b>Crustacea</b>	<b>Amphipoda</b>	Amphipoda indet.	7 (2)	12 (5)		
		<i>Aoridae</i> sp.	1 (1)			
		<i>Chaetogammarus</i> sp.	5 (1)			
		<i>Corophium</i> sp.	11 (5)	82 (9)	B06	
		<i>Crassicorophium bonellii</i>	1 (1)	71 (4)		
		<i>Crassicorophium crassicorne</i>	3 (1)	15 (3)		
		<i>Echinogammarus marinus</i>		113 (10)		
		<i>Echinogammarus cf. pirloti</i>	2 (2)			
		<i>Echinogammarus cf. stoerensis</i>	2 (2)			
		<i>Gammarus</i> sp.	26 (6)	58 (8)		
		<i>Gammarus duebeni</i>		1 (1)		
		<i>Gammarus finmarchicus</i>		1 (1)		
		<i>Gammarus insensibilis</i>		1 (1)		
		<i>Isaeidae</i> sp.	3 (1)	139 (7)		
		<i>Jassa falcata</i>	1 (1)		B06	
		<i>Lysianassidae</i> sp.	1 (1)			
		<i>Microprotopus maculatus</i>	2 (1)	70 (2)		
		<i>Monocorophium cf. acherusicum</i>	6 (5)	51 (6)		
		<i>Monocorophium cf. insidiosum</i>	1 (1)	3 (2)		
		<i>Monocorophium sextonae</i>	46 (9)	196 (9)		
	Anzahl Arten	20 (16F/14S)	118 Ind.	813 Ind.		
		<b>Cirripedia</b>	<i>Amphibalanus improvisus</i>		(1)	
			<i>Austrominius modestus</i>	(3)		B06, M10
			<i>Balanus crenatus</i>	(3)	(5)	B06, M10, R15
			<i>Balanus</i> sp.	(2)		
			<i>Chthamalidae</i> sp.	(1)		
			<i>Cirrepedia</i> sp.	(2)	(8)	
			<i>Semibalanus balanoides</i>	(3)		M10, R15
		Anzahl Arten	7 (6F/3S)			
		<b>Isopoda</b>	<i>Jaera (Jaera) albifrons</i>		2 (2)	B06, M10
		Anzahl Arten	1 (1S)		2 Ind.	
		<b>Copepoda</b>	Copepoda indet.	21 (6)	110 (4)	
	<i>Tisbe cf. furcata</i>		1 (1)			
	Anzahl Arten	2 (2F/1S)	22 Ind.	110 Ind.		

	<b>Decapoda</b>	<i>Carcinus maenas</i>	2 (2)	29 (6)	B06, M10, R15
		<i>Crangon crangon</i>		1 (1)	M10
		<i>Hemigrapsus takanoi</i>	1 (1)	1 (1)	M10
		<i>Liocarcinus navigator</i>		6 (3)	
		Decapoda spp.		10 (5)	
	Anzahl Arten	5 (2F/5S)	3 Ind.	37 Ind.	
<b>Mollusca</b>	<b>Bivalvia</b>	<i>Bivalvia</i> indet. juv.	2 (2)		M10
		<i>Cerastoderma edule</i>		6 (2)	M10
		<i>Mytilus edulis</i>	50 (10)	59 (9)	B06, M10; R15
		<i>Scrobicularia plana</i>		1 (1)	
	Anzahl Arten	4 (2F/3S)	52 Ind.	66 Ind.	
	<b>Gastropoda</b>	<i>Littorina littorea</i>	10 (5)	18 (5)	B06, M10, R15
		<i>Littorina saxatilis</i>	1 (1)		
		<i>Crepidula fornicata</i>	1 (1)	1 (1)	B06, M10
		Anzahl Arten	3 (3F/2S)	12 Ind.	19 Ind.
<b>Echinodermata</b>		<i>Amphiura filiformis</i>	1 (1)	9 (3)	
		<i>Asterias rubens</i>		5 (2)	
	Anzahl Arten	2 (1F/2S)	1 Ind.	14 Ind.	
<b>Porifera</b>		Porifera indet.	(5)	(2)	
		Anzahl Arten	1 (1F/1S)		
<b>Pycnogonida</b>		<i>Acarí</i> sp.	5 (4)		
		Pantopoda indet.	11 (1)		
		Anzahl Arten	2 (2F)	16 Ind.	
<b>Foraminifera</b>		Foraminifera indet.	(1)		
		Anzahl Arten	1 (1F)		
		Individuen gesamt			
Artenanzahl gesamt		84	71	47	

## DISKUSSION

In 2015 wurde bei den Bestandsaufnahmen erstmals ein deutlicher Rückgang in der Bestandsdichte festgestellt, der sich im Wesentlichen während des Sommers 2015 vollzog. Im Herbst 2015 war ein Bestandsrückgang von 38% (gegenüber Herbst 2014) bzw. 35% (gegenüber Frühjahr 2015) zu verzeichnen. Entgegen dem bisherigen Trend, dass die Bestandsdichte über den Winter hinweg, saisonal bedingt, nur leicht zurück geht (Winter

2013/2014 -5%, Winter 2014/2015 -4%) konnte bei der Aufnahme im Frühjahr 2016 eine deutliche Zunahme des Bestandes festgestellt werden (Winter 2015/2016 +25%). Wie schon zum Herbst 2015 hin verringerte sich der Bestand über den Sommer hinweg erneut um -35%. Diese Entwicklung ist im Wesentlichen auf den Rückgang der Gezeitentümpel im südwestlichen Zipfel des Nordlandriffes und auf die hohe Sedimentdynamik im Hauptpriel zurückzuführen. Außerdem gab es im zweiten Sommer in Folge nur eine sehr untergeordnete Neubesiedlung. Ein saisonales Muster in der Bestandsentwicklung ist nicht erkennbar. Der Bestand scheint sich, nach einer anfänglich sehr starken Zunahme, auf einem niedrigen Niveau eingependelt zu haben. Somit zeigt auch die Bestandsentwicklung von *Sargassum muticum* eine typisch zu beobachtende Entwicklung von Bioinvasionen, gekennzeichnet durch eine zunächst exponentielle Ausbreitung, die nach erfolgreicher Etablierung auf einem bestimmten Niveau verweilt und zunehmend von inter- wie intraannuellen Fluktuationen geprägt wird.

### AUSBLICK UND EMPFEHLUNG

*Sargassum muticum* ist eine Alge des flachen, gut durchlichteten Sublittorals. Sie zeigt keine Toleranz gegenüber Trockenfallen. Das Sublittoral im niedersächsischen Wattenmeer ist auf Grund des extrem hohen Gehaltes an Suspensionsfracht sehr schlecht durchlichtet. Photische Bedingungen herrschen nur in den obersten Dezimetern der Wassersäule. Daher beschränken sich die derzeitigen Vorkommen von *S. muticum* auf dauerhaft wasserbedeckte und gut durchlichtete Priele und Gezeitentümpel des Intertidals (Funde außerhalb des Nordland-Austernriffes beschränken sich idR. auf abgerissene und verdriftete Thalli). Weitere Voraussetzung ist die Verfügbarkeit von Hartsubstraten zur Anheftung. Die Kombination dieser Bedingungen beschränkt die potentiell zur Besiedlung zur Verfügung stehenden Habitate auf die Austernriffe. Jedoch weisen nur wenige dieser Austernriffe dauerhaft wasserbedeckte und gut durchlichtete Priele bzw. Gezeitentümpel auf. **Eine großflächige und großräumige Besiedlung des niedersächsischen Wattenmeers durch *S. muticum* ist daher unwahrscheinlich.** Größere Bestände außerhalb des niedersächsischen Wattenmeers sind derzeit u.a. aus dem Sylter Rückseitenwatt bekannt (flaches Subtidal in Verbindung mit Austernriffen; Buschbaum et al. 2006).

Da *Sargassum muticum* gewöhnlich in dichten Beständen auftritt und somit ihren Lebensraum maßgeblich gestaltet/beeinflusst, wird sie als sog. ‚ecosystem engineering species‘ eingestuft. Das von ihr geschaffene Subhabitat zeichnet sich durch eine spezifische Begleitfauna aus, die sich von der des umgebenden Austernriffes unterscheidet (Buschbaum, 2006; Markert et al. 2010, Rohde et al. 2015, Dänhard et al. 2015, Middendorf, 2016) und für einzelne Organismengruppen (z.B. Fische, Anthozoen, Nacktschnecken, Hydrozoen, Amphipoden) von

besonderer Bedeutung sind (siehe auch Polte & Buschbaum, 2008). **Es ist daher zu erwarten, dass die Austernriffe und die Sargassum-Bestände geeignete Habitate für weitere gebietsfremde Arten darstellen und somit als ‚Bioinvasions Hot-spots‘ fungieren.** Das trifft für das Nordland-Austernriff in besonderem Masse zu.

‚Sargassum muticum auf dem Nordland‘ kann als **positives** und **negatives** Beispiel für die unterschiedlichen Maßnahmen/Handlungsabläufe im Rahmen eines Bioinvasions-Managements dienen:

### 1. Prävention (Risikoabschätzung, Früherkennung, Hot-spot Identifikation)

*Im Rahmen des zu dem Zeitpunkt noch stattgefundenen Austern-Monitorings und weiterer damit verbundener Untersuchungen im gesamten Bereich des Niedersächsischen Wattenmeers konnte die Einwanderung von S. muticum sehr früh festgestellt werden (November 2011), zudem auf einem als ‚Bioinvasions Hot-spot‘ bereits identifiziertem Austernriff.*

### 2. Ausrottung (Absammeln, mechanische Zerstörung)

*Der Vorschlag die Früherkennung von S. muticum für eine Eradication-Maßnahme zu nutzen wurde schnell aufgegriffen. Allerdings waren die internen Handlungsabläufe derart langsam, dass erst zum November 2012 (also 1 Jahr nach den Erstfunden) die notwendigen Genehmigungen und Mittel vorlagen. Das Eradication-Experiment musste auf Grund der zwischenzeitlichen Bestandsentwicklung erfolglos abgebrochen werden. Da sich invasive Arten in ihrem neuen Gebiet häufig explosionsartig in ihrem Bestand entwickelt ist ein sofortige Eradication-Maßnahme („rapid response“) Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Entfernung einer invasiven Art. Ebenso sind entsprechende Mittel und Ressourcen vorzuhalten bzw. kurzfristig bereit zu stellen.*

3. Kontrolle (Ausbreitung verhindern) *hat nicht stattgefunden*

### 4. Überwachung (Monitoring)

*Das Monitoring erfüllt zweierlei Dinge: zum einen dient es der Qualitätskontrolle von Eradication-Maßnahmen und/oder Bestandsregulierungen, zum anderen um (aut-)ökologisches Wissen zur invasiven Art in dem jeweiligen Gebiet zu generieren (kann sich deutlich von dem des Herkunftsgebietes unterscheiden). Zudem werden durch weitere Untersuchungen die Auswirkungen auf das Ökosystem erfasst. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können wiederum zur Erweiterung und/oder Anpassung von Maßnahmen/Handlungsabläufe genutzt werden.*

## LITERATUR

- Buschbaum C, Chapman AS, Saier B (2006) How an introduced seaweed can affect epibiota diversity in different coastal systems. *Marine Biology* 148: 743-754
- Dänhardt A, Markert A & Wehrmann A (2015) Non-indigenous pacific oyster reef as fish habitat in the Wadden Sea. Abstract 23. Coastal Ecology Workshop, Westerhever (Germany), 1-5 November 2015.
- Markert A, Wehrmann A & Kroencke I (2010) Recently established *Crassostrea*-reefs versus native *Mytilus*-beds: Differences in ecosystem engineering affects the macrofaunal communities (Wadden Sea of Lower Saxony, German Bight). – *Biologic Invasions*, 12 (1): 15-32.
- Markert A & Wehrmann A (2013 a) Bestandserfassung von *Sargassum muticum* auf dem Nordland im Rahmen einer Bioinvasionsphase. Forschungsauftrag im Rahmen einer Pilotstudie. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Bericht Juni 2013. 14 pp.
- Markert A & Wehrmann A (2013 b) Bestandserfassung von *Sargassum muticum* auf dem Nordland im Rahmen einer Bioinvasionsphase. Forschungsauftrag im Rahmen einer Pilotstudie. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Bericht November 2013. 16 pp.
- Markert A & Wehrmann A (2014) Bestandserfassung von *Sargassum muticum* auf dem Nordland im Rahmen einer Bioinvasionsphase. Forschungsauftrag im Rahmen einer Pilotstudie. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Bericht April 2014. 5 pp.
- Middendorf F (2016) Die invasive Braunalge *Sargassum muticum*: ein neues Habitat im Niedersächsischen Wattenmeer. Bachelor Thesis, 73 pp. [Univ. Oldenburg]
- Polte P & Buschbaum C (2008) Native pipefish *Entelurus aequoreus* are promoted by the introduced seaweed *Sargassum muticum* in the northern Wadden Sea, North Sea. *Aquatic Biology*, 3: 11-18.
- Rohde S, Markert A, Schupp P, Wehrmann A (2015) Neobiota-Basislinie in niedersächsischen Küstengewässern. Bericht erstellt im Auftrag des NLWKN und NLPV. 80 pp.
- Wehrmann A (2014) Bestandserfassung von *Sargassum muticum* auf dem Nordland im Rahmen einer Bioinvasionsphase. Forschungsauftrag im Rahmen einer Pilotstudie. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Bericht Oktober 2014. 6 pp.
- Wehrmann A (2015) Bestandserfassung von *Sargassum muticum* auf dem Nordland im Rahmen einer Bioinvasionsphase. Forschungsauftrag im Rahmen einer Pilotstudie. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Bericht September 2015. 7 pp.
- Wehrmann A & Fricke A (2015) Bestandserfassung von *Sargassum muticum* auf dem Nordland im Rahmen einer Bioinvasionsphase. Forschungsauftrag im Rahmen einer Pilotstudie. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Bericht Mai 2015. 9 pp.
- Wehrmann A (2016) Bestandserfassung von *Sargassum muticum* auf dem Nordland im Rahmen einer Bioinvasionsphase. Forschungsauftrag im Rahmen einer Pilotstudie. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Bericht Mai 2016. 10 pp.

## ELEKTRONISCHER ANHANG

- Text-Datei der Koordinaten September 2016: *Koordinaten SAR2016\_09 Koordinaten (4 Dateien)*