

Ostseeriffe in Schleswig-Holstein

Folgeprojekt "Mehr Arten" aus dem Jahr 2017

*Vorgelegt durch die Forschungstauchergemeinschaft submaris
Uli Kunz, Philipp Schubert, Dr. Florian Huber, Christian Howe, Robert Marc Lehmann*

*Körnerstraße 29 | 24103 Kiel
email: info@submaris.com
web: www.submaris.com*



Im Auftrag des Landesamts für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein

**Endbericht, April 2018
Az 0608.451709**



Inhalt

Einleitung.....	1
Material und Methoden.....	3
Untersuchungsgebiete	3
Tauchgänge	5
Unterwasser-Staubsauger.....	5
Probenahme.....	6
Laborarbeit.....	9
Statistische Analyse.....	9
Bestimmende Taxonomen:	9
Ergebnisse	11
Artenliste.....	11
Artenzahlen	11
Arten-Areal-Kurven (nur Fauna).....	14
MDS-Plot und weitere statistische Analysen	16
Diskussion.....	17
Artenbestimmung und Artenzahlen.....	17
Aufwand der Probenahme	19
Abschließende Betrachtung	21
Vorschlag für Rifftypen.....	22
Literatur.....	24

Einleitung

Zur Umsetzung der EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) müssen in den nächsten Jahren in einem vernünftigen finanziellen und personellen Rahmen anwendbare Bewertungskriterien entwickelt werden, mit denen einzelne Lebensräume auch über mehrere Jahre zuverlässig untersucht und ökologisch bewertet werden können.

Das Ziel ist eine nachvollziehbare Aussage über den ökologischen Zustand der untersuchten Habitate und eine Abschätzung anthropogener Einflüsse auf das Ökosystem.

Für den FFH-Lebensraum 1170 "Riffe" gibt es zwar ein Bewertungsschema, das aber bisher nicht allgemein eingesetzt werden kann (Monitoring-Kennblatt FFH-LRT Riffe, 2011). Einerseits ist die biologische Variabilität der einzelnen zu bewertenden Riffe sowohl zeitlich als auch räumlich sehr hoch, andererseits herrscht nach wie vor kein Konsens über die geologische Einordnung bzw. Struktur eines Riffes, die aber als Kriterium zur Bewertung herangezogen werden.

Wir haben in den Jahren 2014, 2015 und 2016 an Flachwasserriffen der südwestlichen Ostsee in einer Tiefe zwischen sieben und neun Metern gearbeitet und dazu beigetragen, einige Bewertungskriterien und ihre Erfassung kritisch zu hinterfragen und ihre Anwendung im Feld zu überprüfen.

Bei der jährlichen Vorstellung unserer Ergebnisse mit anderen Arbeitsgruppen aus Nord- und Ostsee im März 2017 im Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) wurde die Vermutung geäußert, dass auf den von uns untersuchten Riffen deutlich mehr Arten zu finden sein müssten als von uns erfasst (pers. Komm. M. Zettler / IOW).

Zur Beprobung des kompletten Aufwuchses eines Riff-Steins und der Erfassung möglichst vieler Lebewesen bis auf Artniveau ist der Einsatz von Forschungstauchern zwingend notwendig, wie unsere eigenen Arbeiten (Schubert et. al 2015, 2016, 2017) sowie die Betrachtungen anderer Arbeitsgruppen (Beisiegel et. al 2017) gezeigt haben.

Mit geschleppten Videokameras bzw. hochauflösenden Fotoaufnahmen des Meeresbodens lassen sich nur äußerst prominente Arten ansprechen und die restlichen Lebewesen häufig nur bis zum Familienniveau bestimmen.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Untersuchung liegt nun ähnlich wie im Jahr 2016 auf einer genauen Betrachtung des Aufwuchses der Steine (Makroalgen und Makrozoobenthos). Insbesondere soll herausgefunden werden, woher die Unterschiede zwischen den gefundenen Artenzahlen unserer Arbeitsgruppe und der Arbeitsgruppe des IOW stammen könnten.

Mögliche Gründe für die Unterschiede könnten methodischer Natur sein und sich auf unterschiedliche Probenflächen, den Beprobungszeitraum oder die Methode der Probenahme zurückführen lassen. Denkbar ist auch, dass die verschiedenen Untersuchungsgebiete verantwortlich sind für die beobachteten Unterschiede, da sie sich sowohl in Tiefe als auch Region unterscheiden. Natürlich wären auch taxonomische Ungenauigkeiten oder große Unterschiede im Fachwissen der bearbeitenden Arbeitsgruppen ein möglicher Grund.

Um einen Vergleich mit unseren bisherigen Ergebnissen und unserer Arbeitsweise zu ermöglichen, haben wir die Untersuchungsmethode aus den Vorjahren beibehalten und auf jedem untersuchten Stein nach dem Auszählen eines rechteckigen Rahmens (25x25 Zentimeter, zur Erfassung der Makrophyten) eine Kratzprobe der gleichen Fläche wie in den Vorjahren entnommen (0,01 m²).

Zusätzlich haben wir pro Stein eine weitere Kratzprobe von einer zehnfach so großen Fläche (0,1 m²) entnommen, um eine Vergleichbarkeit zu den Arbeiten von Zettler et al. im Fehmarnbelt zu gewährleisten, bei denen diese Fläche beprobt wurde.

Uns ist bewusst, dass die Riffe in der Kieler Bucht und im Fehmarn-Belt nicht als einheitlicher Lebensraum betrachtet werden können, sie bedecken unterschiedliche Flächen, zeigen unterschiedlichen Bewuchs, liegen in verschiedenen Tiefenzonen und werden mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht das gleiche Artinventar aufweisen.

Der vorliegende Bericht soll ein weiterer Beitrag sein, in dieser Phase der Grundlagenforschung möglichst viele Parameter so genau wie möglich zu erfassen, um für die folgende Phase des regelmäßigen operativen Monitorings zuverlässige Arbeitsprozesse zu entwickeln, die eine kostengünstige und möglichst effiziente Bewertung des Lebensraumtyps Riffe erlauben.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete

Die Übersichtskarte zeigt die beiden untersuchten Flachgründe nördlich der Kieler Förde (Stollergrund) sowie am Ausgang der Eckernförder Bucht (Mittelgrund).

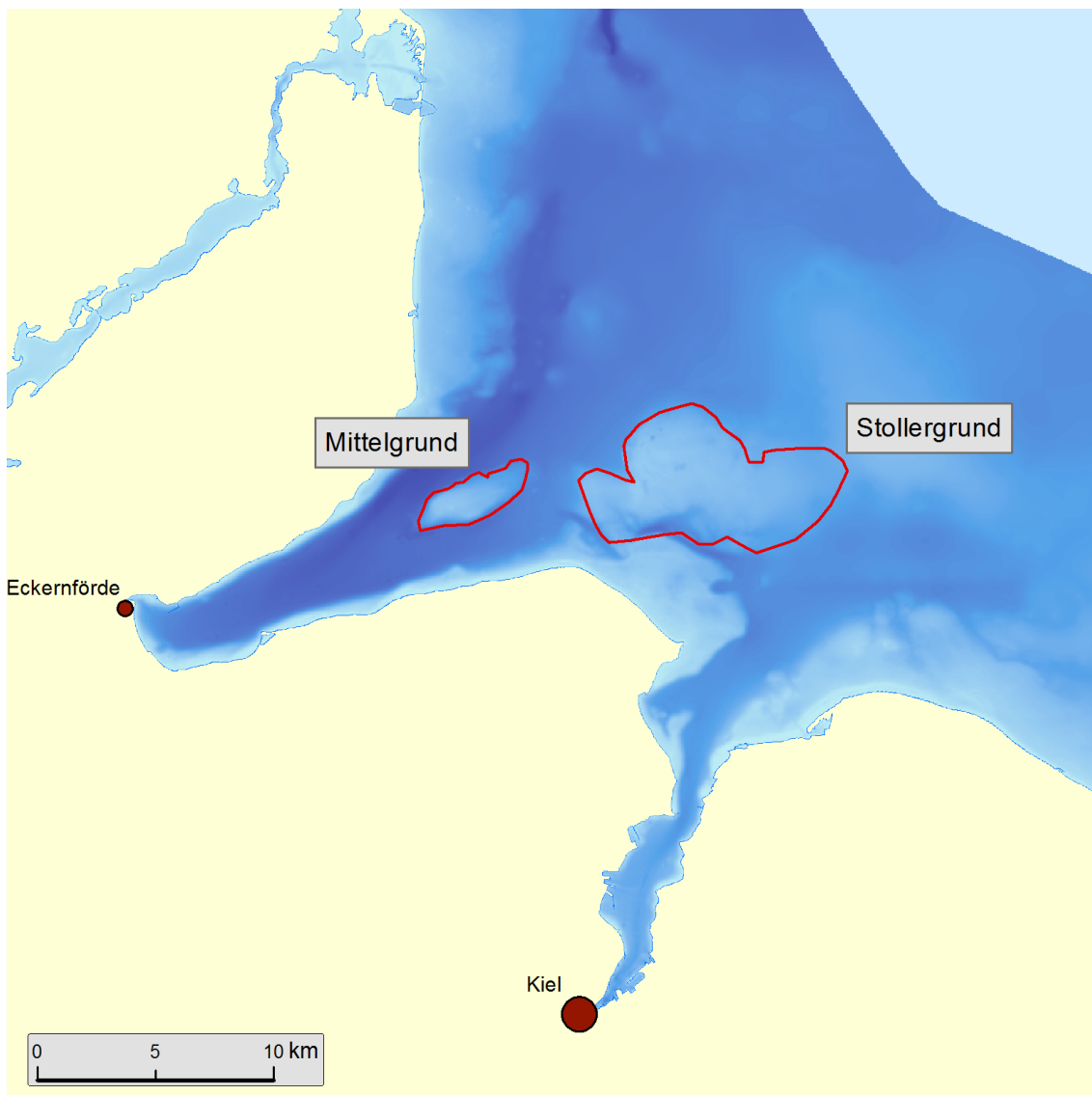


Abbildung 1: Lage und Ausdehnung der beiden untersuchten Flachgründe nördlich der Kieler Förde (Stollergrund) und am Ausgang der Eckernförder Bucht (Mittelgrund).

Im Jahr 2017 haben wir die beiden Flachgründe Mittelgrund und Stollergrund untersucht, die im Folgenden kurz beschrieben und anhand ihrer Lage und Ausdehnung charakterisiert werden.

Mittelgrund

Lage	Im Ausgang der Eckernförder Bucht
Entfernung zum Ufer [km]	ca. 2,5
Ausdehnung [ha]	440
Tiefenbereich [m]	6-25
Beprobt am	4.09.2017
Position der Rahmenauszahlung 2017	N 54°30.551', E 10°03.051'

Der Mittelgrund ist inselartig und fällt nach außen in Tiefen von bis zu 25 Meter ab. Er besteht hauptsächlich aus Grobsand mit vereinzelt kleinen bis mittelgroßen Steinen. Steinpackungen mit Zwischenräumen konnten wir bisher nicht entdecken. Die Lage ist stark exponiert bei östlichen und mäßig exponiert bei westlichen Windrichtungen.

Der Algenbewuchs im Jahr 2017 wird von einer *Coccotylus/Phyllophora*-Gemeinschaft gebildet. Hervorzuheben ist eine ebenfalls hohe Dichte an *Delesseria sanguinea*, *Ceramium spec.* und *Phycodrys rubens*. Die fädige Braunalge *Pilayella littoralis* findet sich teilweise flächendeckend auf den genannten Arten aufwachsend.

Die Lage in der Eckernförder Bucht ist durch zahlreiche anthropogene Störungen gekennzeichnet. Im Norden und Süden schließen sich militärische Warn- und Übungsgebiete an, die ganze Bucht ist ein stark frequentiertes Revier für Sportboote. In ca. 11 Kilometer Entfernung befindet sich der Ausfluss des Klärwerks Bülk, des größten Klärwerks Schleswig-Holsteins.

Stollergrund

Lage	In der Kieler Bucht vor Stohl
Entfernung zum Ufer [km]	ca. 3
Ausdehnung [ha]	4.150
Tiefenbereich [m]	7-20
Beprobt am	23.10.2017
Position der Rahmenauszahlung 2017	N 54°31.593', E 10°11.007'

Der Stollergrund ist inselartig, hat eine sehr große Ausdehnung und fällt flach in Tiefen von bis zu 20 Meter ab. Landseitig von ihm befindet sich die tiefe Stollergrundrinne (max. Tiefe ca. 23 Meter). Er besteht hauptsächlich aus Mittelsand. Die vorhandenen Steine sind klein bis mittelgroß (< 80 Zentimeter). Die Lage ist mäßig exponiert.

Der Algenbewuchs am Beprobungstag wird dominiert von *Coccotylus truncatus*, *Phyllophora pseudoceranoides* wurde von uns hier nicht gefunden. Die Steine sind vergleichsweise spärlich bewachsen, hervorzuheben ist eine mäßige Dichte der Rotalge *Polyides rotundus*. Die am Mittelgrund (im Sept. 2017) in hohen Dichten wachsende fädige Braunalge *Pilayella littoralis* fehlt hier (im Okt. 2017).

Die Lage zwischen Eckernförder Bucht und Kieler Förde ist durch zahlreiche anthropogene Störungen gekennzeichnet. Der Stollergrund ist ein sehr stark frequentiertes Revier für Sportboote und Austragungsort diverser Regatten. Es werden Kutterausfahrten für Angler zum Stollergrund angeboten. In nur 5 Kilometer Entfernung befindet sich der Ausfluss des Klärwerks Bülk, des größten Klärwerks Schleswig-Holsteins.

Tauchgänge

Die Tauchgänge fanden in einer Wassertiefe zwischen sieben und acht Meter statt. Für die Beprobung der Steine waren zwei Taucher gleichzeitig im Einsatz. Die Forschungstaucher hatten für die zu erwartende Tauchzeit ausreichend Atemgas in Doppelflaschen dabei (Doppel-12 Liter Stahl, 220 bar). Für den Betrieb des Unterwasser-Staubsaugers trug jeder Taucher noch eine weitere Stageflasche (11 Liter Aluminium, 220 bar) bei sich. Alle Tauchgänge waren Nullzeittauchgänge.

Unterwasser-Staubsauger

Bei unserem Staubsauger handelt es sich um den Nachbau eines Geräts aus der Arbeitsgruppe von Prof. Martin Wahl am GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung. Durch Drücken des Handgriffs einer handelsüblichen Druckluft-Pistole wird aus der über einen Inflatorschlauch angeschlossenen Stageflasche Druckluft in das PVC-Rohr geleitet, die bei korrekter Haltung des Saugers nach oben-hinten austritt. Der dabei entstehende Sog lässt am vorderen Ende des Saugers Wasser einströmen. Mit dieser Methode lassen sich Algenteile und im Wasser treibende und schwimmende Lebewesen einsammeln, die nach der Passage des Rohres in einem feinen Netz am Ende des Saugers aufgefangen werden. Das an einem Ende geschlossene Netz besitzt am offenen einen PVC-Ring, der auf die Ausstromöffnung des Saugers geschraubt werden kann.

Dadurch lässt sich ein volles Netz abschrauben und kann für die Beprobung eines weiteren Steins durch ein neues, leeres Netz ersetzt werden.

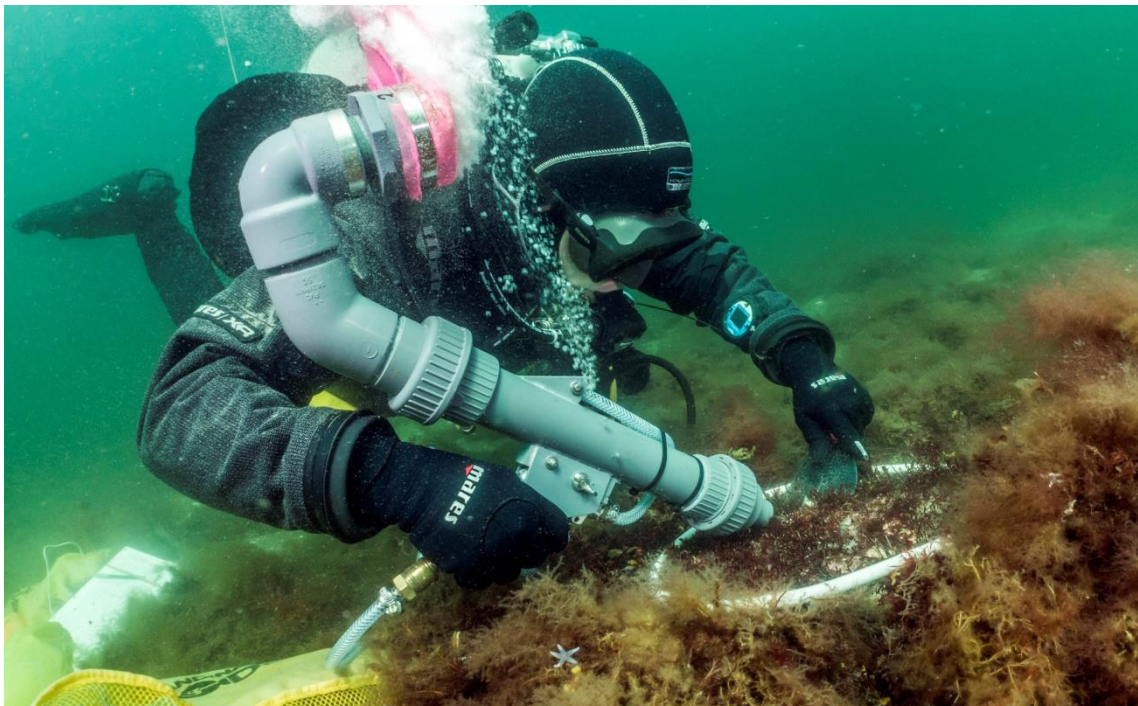


Abbildung 2: Ein Forschungstaucher von Submaris setzt den Unterwasser-Staubsauger ein. Auf dem Bild ist zur Veranschaulichung nur ein Taucher abgebildet, im Regelbetrieb würde ein Taucher den Spachtel zum Kratzen benutzen, der andere Taucher den Sauger einsetzen. Am oberen Ende des PVC-Rohrs ist das Sammelnetz zu sehen, in dem die angesaugten Organismen landen.

Das von uns verwendete Netz hat eine Maschenweite von 0,6 Millimetern (siehe Abbildung). In einer früheren Phase der Untersuchung in den Vorjahren haben wir uns mit dem Auftraggeber am LLUR darauf verständigt, nur Arten zu erfassen, die größer als 1,0 Millimeter sind. Mit dem feinen Netz sollten diese Organismen zuverlässig zurückgehalten werden.

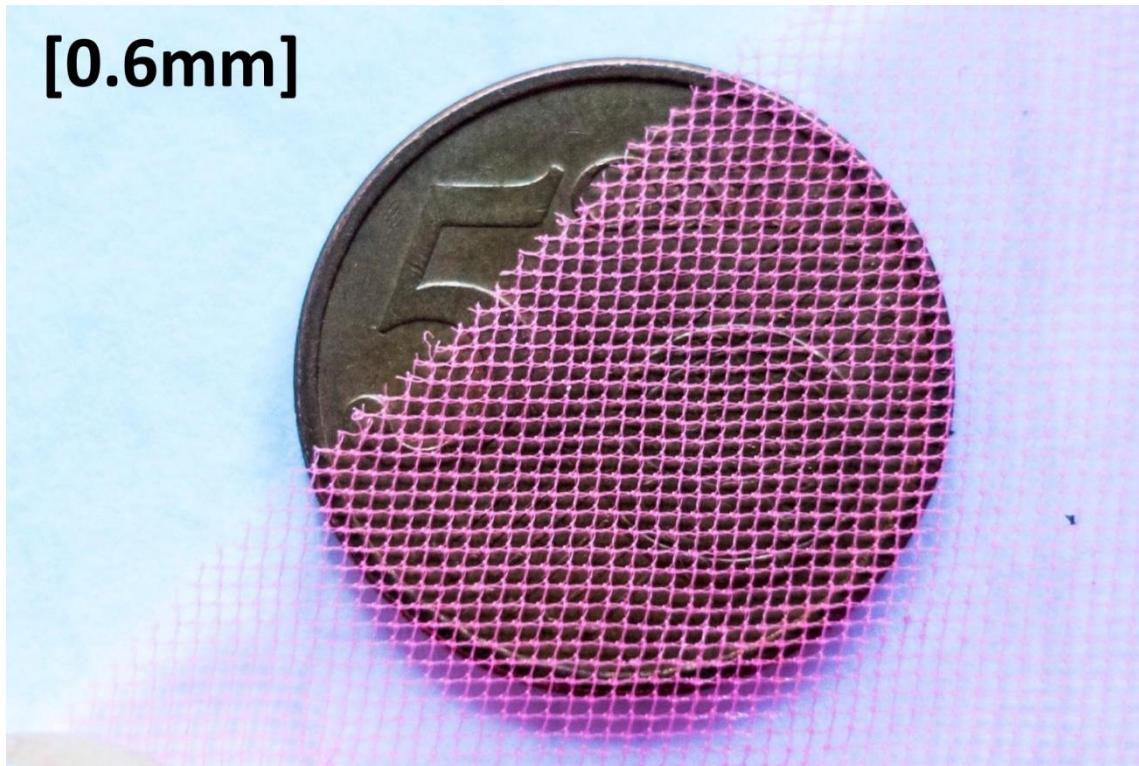


Abbildung 3: Das von uns verwendete Netz im Größenvergleich zu einer Fünf Cent Münze. Die Maschenweite von 0,6 Millimeter sollte ausreichend sein, alle für das Monitoring benötigten Arten zu erfassen.

Probenahme

Die Untersuchung der fünf ausgewählten Riffsteine pro Standort beinhaltete die Auszählung eines Zählrahmens (25x25 Zentimeter) und die Entnahme von Kratzproben. An geeigneten Stellen auf der Oberseite der vorgefundenen Steine wurde der Rahmen platziert, der Bewuchs bis auf Artniveau (wenn möglich) bestimmt und die prozentuale Flächenbedeckung (Flora) bzw. die Anzahl (Fauna) der jeweiligen Art ermittelt.

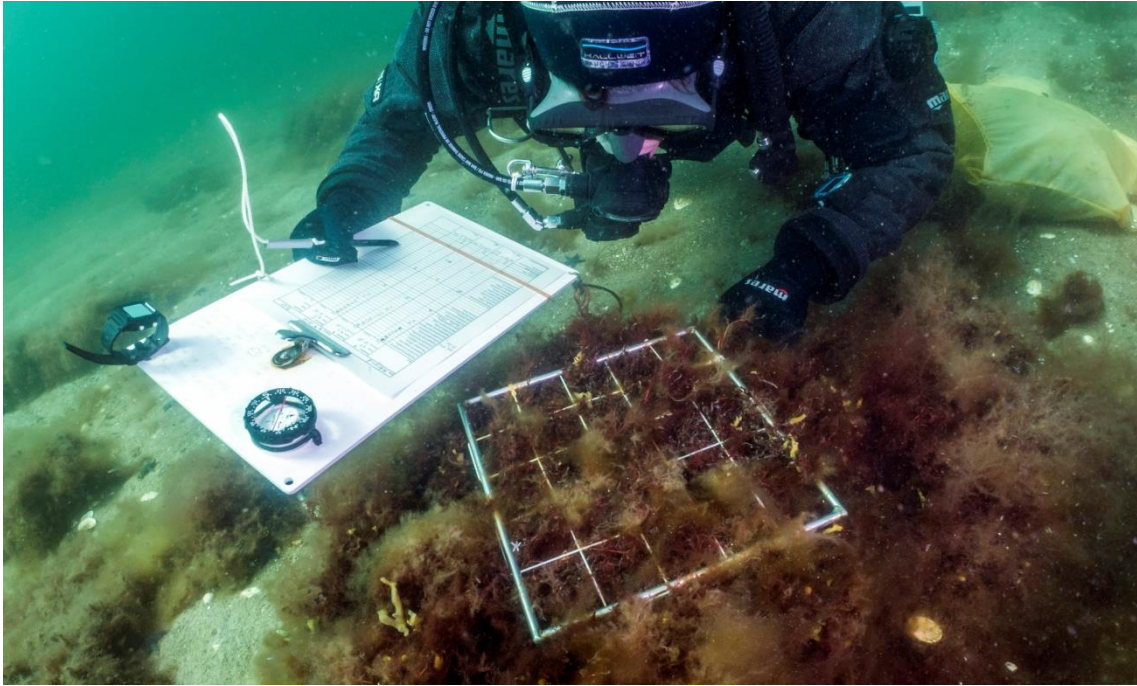


Abbildung 4: Ein Forschungstaucher bestimmt mit dem Zählrahmen den prozentualen Bedeckungsgrad der am Mittelgrund gefundenen Makrophyten.

Da auf den Steinen der ausgewählten Flachgründe meist ein dichter Aufwuchs an Makrophyten mit einem hohen Anteil fädiger Algen zu finden ist, haben wir uns entschlossen, die Entnahme des kompletten Aufwuchses in zwei Schritten durchzuführen, um eine mögliche Beschädigung von Organismen und ein Verstopfen des Saugers durch die große Menge fädiger Algen zu vermeiden.

Zuerst wurde der Großteil der Makrophyten vorsichtig vom Taucher entfernt durch 'Zupfen'. Diese Zupfproben wurden unter Wasser in Plastiktüten überführt. Dann wurde mit einem Spachtel der restliche Aufwuchs auf dem Stein vollständig entfernt und alle Organismen mit dem Unterwasser-Staubsauger aufgenommen.

Pro Stein wurden zwei Flächen mit dieser Methode beprobt und freigekratzt: Ein Quadrat mit einer Kantenlänge von 10 Zentimeter (beprobte Fläche $0,01 \text{ m}^2$) und ein Kreis mit einem Durchmesser von 36 Zentimeter (beprobte Fläche $0,1 \text{ m}^2$).

Ein Taucher kratzte dabei auf der Oberfläche des Steins, der zweite Taucher saugte zeitgleich die abgelösten Organismen auf.

Nach der Benutzung des Staubsaugers auf der kleinen Fläche wurde der hintere Teil des Netzes, der die aufgesammelten Organismen enthielt, mit einem Kabelbinder abgetrennt. Die Kratzproben der großen Fläche sammelten sich dann davor. Durch diese Methode konnte die Zahl der mitzuführenden Sammelnetze reduziert werden.



Abbildung 5: Ein Forschungstaucher entnimmt die Zupfprobe. Der größte Teil der Makrophyten wird zusammen mit der darin enthaltenen Fauna per Hand abgerissen und in einen Plastikbeutel überführt. Damit kann eine schonende Beprobung des dichten Bewuchses gewährleistet werden.

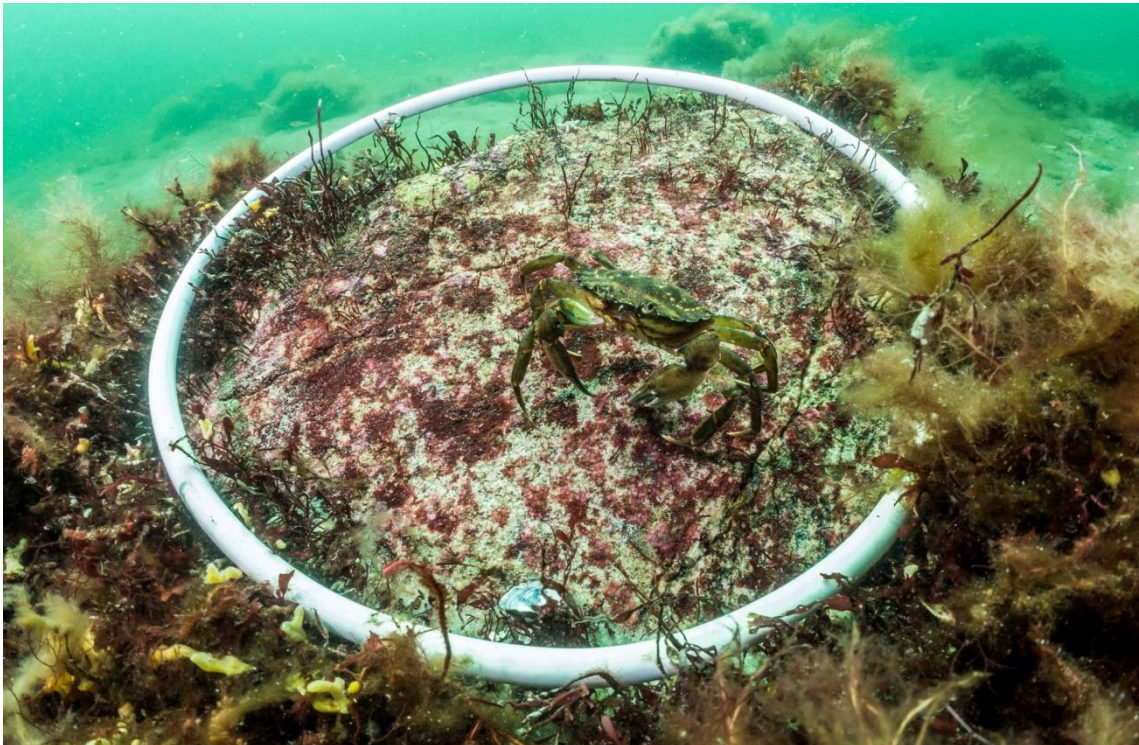


Abbildung 6: Die freige kratzte Fläche von 0,1 m² auf einem Stein am Mittelgrund. Die hochmobile Strandkrabbe *Carcinus maenas* betrat den Ring erst nach der Entnahme aller Arten.

Laborarbeit

Der Inhalt der über Nacht im Kühlschrank gelagerten Beutel mit den Zupf- und Kratzproben wurde am nächsten Morgen im Labor in eine weiße Schale überführt und sortiert nach folgenden taxonomischen Großgruppen: Polychaeta, Amphipoda, Mollusca, Crustacea, Hydroidea und Anthozoa.

Die unter Wasser nicht bestimmbar, beziehungsweise nicht sichtbaren, kryptischen oder sehr kleinen Makrophyten wurden nachbestimmt und in die Liste der gefundenen Arten aufgenommen.

Nur zweifelsfrei von uns erkannte Arten aus dem Makrozoobenthos wurden sofort eingetragen, alle weiteren Organismen haben wir für die spätere Bestimmung durch spezialisierte Taxonomen mit Ethanol (70%) in Eppendorf Röhrchen eingelegt und für den Versand vorbereitet.

Statistische Analyse

Die statistische Analyse der Gemeinschaftsdaten der Kratz- und Rahmenproben erfolgte mit dem Programm PRIMER (Version 6.1). Es kamen eine Reihe von multivariaten Methoden zum Einsatz: neben MDS-Plot-Analysen (s.u.) und ANOSIM (Analysis of similarities) auch SIMPER (Similarities Percentages) und Arten-Areal-Kurven. Für eine genaue Erläuterung dieser Methoden wird auf das PRIMER Manual (v6.0) verwiesen.

Bestimmende Taxonomen:

Wir haben für die Bestimmung der gefundenen Arten aus dem Makrozoobenthos die Hilfe von Spezialisten in Anspruch genommen, um sicherzustellen, dass wir im Rahmen der Untersuchung keine Arten übersehen oder falsch bestimmen.

Polychaeten:

Dr. Andreas Bick | Universität Rostock | Institut für Biowissenschaften
Universitätsplatz 2
18055 Rostock

Mollusca (ohne Opisthobranchia):

Holger Ossenbrügger
Fierabendwinkel 43a
24119 Kronshagen

Amphipoda:

Christian Lieberum | Forschungsbereich 3: Marine Ökologie
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Hohenbergstraße 2
24105 Kiel

Michael Sswat | Forschungsbereich 2: Marine Biogeochemie
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel

Hydrozoa:

Die Hydrozoen lassen sich im eingelegten Zustand leider nicht mehr eindeutig bestimmen, sodass wir diese Proben nicht weitergegeben haben.



Abbildung 7: Eine Zupfprobe wird im Labor sortiert. Jedes Stück einer Alge wird nach anhaftenden oder aufsitzenden Organismen abgesucht, die dann zur weiteren Betrachtung und Bestimmung in Petrischalen überführt werden.



Abbildung 8: Im Labor werden die gefundenen Arten entweder direkt bestimmt oder in Eppendorf Tubes in Ethanol eingelegt und zur genauen Artbestimmung an Spezialisten verschickt.

Ergebnisse

Artenliste

Die Artenliste zeigt die von uns oder den Spezialisten bestimmten Arten, die in den Proben enthalten waren oder schon vor Ort am Meeresboden bestimmt werden konnten. Sämtliche Algenarten wurden schon am Meeresboden erkannt, teilweise wurden bei der Laborarbeit in einzelnen Proben Algenarten nachgetragen, die in sehr kleiner Menge vorkamen.

Artenzahlen

Tabelle 2 zeigt die Zahl der gefundenen Arten auf den Flachgründen Mittelgrund und Stollergrund in den Jahren 2014 bis 2017. Die folgenden Abbildungen zeigen den Zusammenhang in grafischer Form. Die Gesamtartenzahl am Mittelgrund schwankt nur leicht und sinkt im Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr von 57 Arten auf 52 Arten.

Am Stollergrund war die Gesamtartenzahl in den Jahren 2014 bis 2016 nahezu konstant, steigt aber im Untersuchungsjahr 2017 auf 63 an.

Die Zahl der Makroalgenarten liegt beim Mittelgrund immer deutlich über der Zahl der gefundenen Algen am Stollergrund.

Die Arten im Makrozoobenthos am Stollergrund steigen im Jahr 2017 stark auf 53 an, beim Mittelgrund zeigt sich nur eine leichte Steigerung von 30 im Jahr 2016 auf 36 im Jahr 2017. Bemerkenswert ist das starke Abfallen der gefundenen Makroalgenarten an beiden Flachgründen im Untersuchungsjahr 2017 gegenüber dem Vorjahr (41 % weniger Algen am Mittelgrund und 47 % weniger Algen am Stollergrund).

Tabelle 1: Übersicht der gefundenen Arten unserer Untersuchung der Riffsteine am Mittelgrund und am Stollergrund in 2017, unterteilt in Algen (Flora) und Makrozoobenthos (Fauna).

	Art	Mittelgrund	Stollergrund
Flora	1 <i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	x	
	2 <i>Ahnfeltia plicata</i>		x
	3 <i>Brongniartella byssoides</i>	x	x
	4 <i>Bryopsis hypnoides</i>	x	
	5 <i>Bryopsis plumosa</i>	x	
	6 <i>Ceramium tenuicorne</i>	x	x
	7 <i>Ceramium virgatum</i>	x	x
	8 <i>Coccotylus truncatus</i>	x	x
	9 <i>Delesseria sanguinea</i>	x	x
	10 <i>Phycodrys rubens</i>	x	x
	11 <i>Polyides rotundus</i>	x	x
	12 <i>Phyllophora pseudoceranoioides</i>	x	
	13 <i>Polysiphonia elongata</i>	x	
	14 <i>Polysiphonia fucoides</i>	x	x
	15 <i>Pilayella littoralis</i>	x	
	16 <i>Spermothamnion repens</i>	x	x
	17 <i>Ulva lactuca</i>	x	
Fauna	18 <i>Acanthodoris pilosa</i>		x
	19 <i>Alcyonidium sp.</i>	x	
	20 <i>Amphithoe rubricata</i>	x	x
	21 <i>Apherusa bispinosa</i>	x	x
	22 <i>Asterias rubens</i>	x	x
	23 <i>Bittium reticulatum</i>	x	x
	24 <i>Brachystomia scalaris</i>		x
	25 <i>Cadlina laevis</i>	x	
	26 <i>Caprella septentrionalis</i>		x
	27 <i>Carcinus maenas</i>		x
	28 <i>Corbula gibba</i>		x
	29 <i>Corophium arenarium</i>		x
	30 <i>Cuthona gymnota</i>		x
	31 <i>Dendrodoa grossularia</i>	x	x
	32 <i>Dexamine spinosa</i>	x	x
	33 <i>Diaphana minuta</i>		x
	34 <i>Echinocyamus pusillus</i>	x	x
	35 <i>Electra pilosa</i>	x	x
	36 <i>Elysia viridis</i>	x	
	37 <i>Facelina dubia</i>		x
	38 <i>Gammarus locusta</i>	x	
	39 <i>Halichondria panicea</i>	x	x
	40 <i>Haliclona oculata</i>		x
	41 <i>Halisarca dujardini</i>	x	x
	42 <i>Harmothoe imbricata</i>	x	x
	43 <i>Harmothoe impar</i>	x	x
	44 <i>Hiatella arctica</i>	x	
	45 <i>Idotea balthica</i>		x
	46 <i>Idotea granulosa</i>		x
47 <i>Jaera albifrons</i>		x	
48 <i>Kurtiella bidentata</i>		x	
49 <i>Lacuna pallidula</i>		x	
50 <i>Lepidochitona cinerea</i>		x	
51 <i>Leptocheirus pilosus</i>		x	
52 <i>Leucosolenia spec.</i>	x	x	
53 <i>Limecola balthica</i>		x	
54 <i>Lineus viridis</i>	x	x	
55 <i>Littorina littorea</i>	x	x	
56 <i>Marshallora adversa</i>	x	x	
57 <i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	x	x	
58 <i>Modiolarca subpicta</i>	x		
59 <i>Modiolus modiolus</i>		x	
60 <i>Monocorophium insidiosum</i>	x	x	
61 <i>Musculus discors</i>		x	
62 <i>Mya arenaria</i>		x	
63 <i>Mytilus edulis</i>	x	x	
64 <i>Nereimyra punctata</i>	x		
65 <i>Nereis pelagica</i>	x	x	
66 <i>Nicolea zostericola</i>	x	x	
67 <i>Nymphon brevirostre</i>		x	
68 <i>Onchidoris muricata</i>	x	x	
69 <i>Parapleustes bicuspis</i>		x	
70 <i>Parvicardium pinnulatum</i>	x	x	
71 <i>Peringia ulvae</i>		x	
72 <i>Platynereis dumerilii</i>	x	x	
73 <i>Psammechinus miliaris</i>	x	x	
74 <i>Retusa truncatula</i>		x	
75 <i>Rissoa membranacea</i>	x	x	
76 <i>Scoloplos armiger</i>	x		
77 <i>Sunamphitoe pelagica</i>	x	x	
78 <i>Tenellia adspersa</i>		x	
79 <i>Urticina felina</i>	x		
	Arten Flora	16	10
	Arten Fauna	36	53
	Arten Gesamt	52	63

Tabelle 2: Die Zahl der gefundenen Arten im Vergleich der Beprobungsjahre. Im ersten Jahr der Untersuchung wurde der Mittelgrund noch nicht beprobt.

	2014	2015	2016	2017
Mittelgrund Flora		20	27	16
Mittelgrund Fauna		29	30	36
Mittelgrund Gesamt		49	57	52
Stollergrund Flora	10	11	19	10
Stollergrund Fauna	34	33	27	53
Stollergrund Gesamt	44	44	46	63

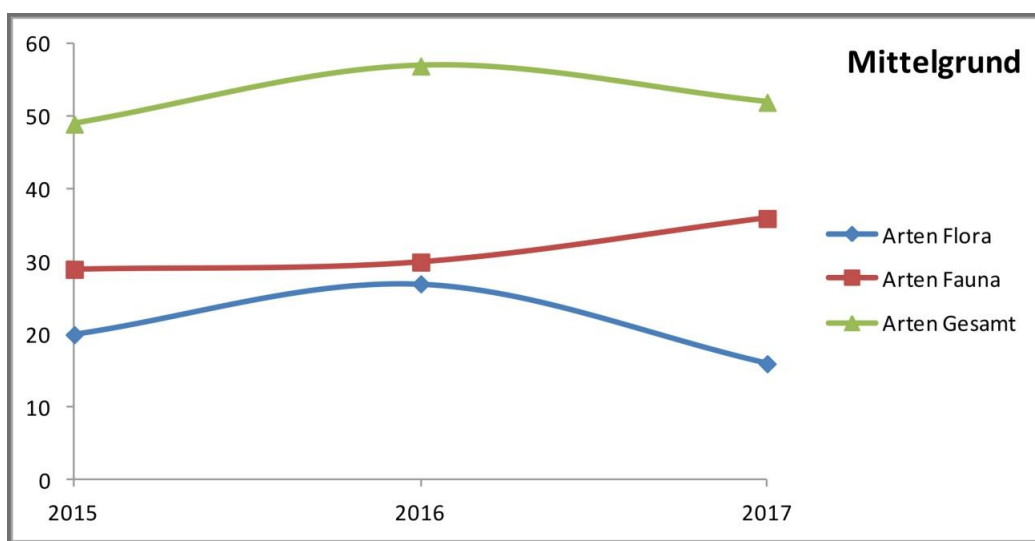


Abbildung 9: Die Zahl der gefundenen Arten am Flachgrund Mittelgrund in den Jahren 2015, 2016 und 2017. Die grünen Dreiecke zeigen die Gesamtartenzahl.

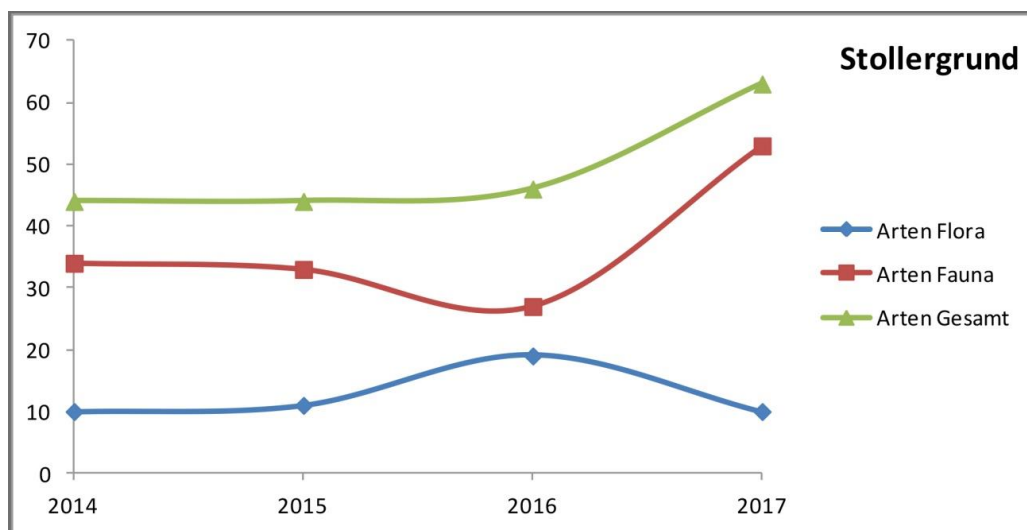


Abbildung 10: Die Zahl der gefundenen Arten am Flachgrund Stollergrund in den Jahren 2014 bis 2017. Die grünen Dreiecke zeigen die Gesamtartenzahl.

Arten-Areal-Kurven (nur Fauna)

Arten-Areal-Kurven (AAK) zeigen die nichtlineare Zunahme der gefundenen Arten bei linearer Zunahme der Probenfläche. Dieser Zusammenhang resultiert bei ansteigender Untersuchungsfläche in immer flacher ansteigenden AAK, die sich somit asymptotisch einem Grenzwert annähern. Die Abflachung des Kurvenverlaufs zeigt sich allerdings nur bei ausreichender Probenzahl, beziehungsweise Probenfläche. Da der Fokus im aktuellen Projekt auf dem Vergleich der bisherigen Kratzprobengröße (0,01 m²) mit der 2017 erstmals beprobten, größeren Fläche von 0,1 m² liegt und daher insgesamt nur fünf Proben je Standort und Probenfläche genommen wurden, erreichen die AAK kaum den für sie typischen asymptotischen Verlauf. Erwartungsgemäß sind aber die AAK der großen Proben nach 5 Proben etwas flacher als die der kleinen Proben vom gleichen Standort. Dies zeigt sich auch in der mittleren Zunahme der Artenzahl zwischen Probe 4 und 5: bei den kleinen Proben der beiden Standorte liegt diese bei 3,2 (SG), bzw. 2,4 (MG) Arten. Bei den großen Proben beträgt die durchschnittliche Artenzahlzunahme 2,4 (SG), bzw. 0,8 (MG) Arten. Insgesamt zeigt sich jedoch, dass fünf Proben auch bei der Beprobung von großen Probenflächen meist nicht ausreichen, eine befriedigende Anzahl von vorhandenen Arten zu finden, da die AAK nicht ausreichend asymptotisch abflachen.

Für die Berechnung der AAK wurden die Daten der Fauna-Artenaufnahme aus Excel in das Programm PRIMER (V 6.1) importiert. Berücksichtigt wurden dabei alle Fauna-Arten, wobei die Abundanzen der Zupf- und Kratzproben vorher kombiniert wurden, so dass sich für jeden Standort zwei AAK ergeben: je eine der kleinen Probenflächen (0,01 m²) und eine der großen Probenflächen (0,1 m²).

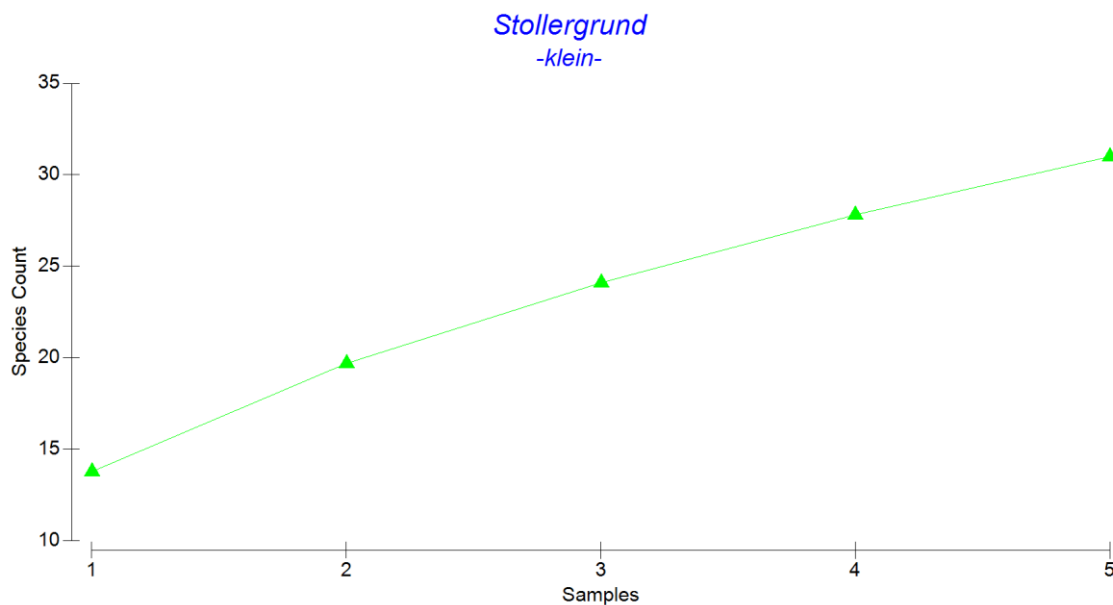


Abbildung 11: Arten-Areal-Kurve der Fauna-Arten vom Stollergrund für die dort in den kleinen Kratz- und Zupfproben gefundenen Arten (Fläche 0,01 m²). Genutzter Parameter: observed species counts, max. 999 Permutationen.

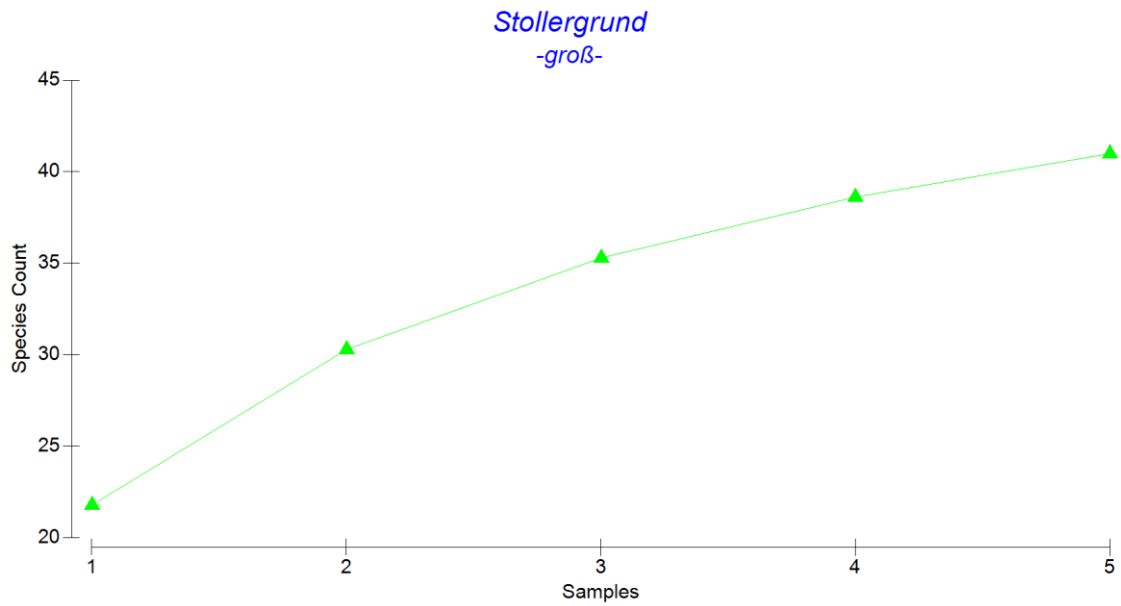


Abbildung 12: Arten-Areal-Kurve der Fauna-Arten vom Stollergrund für die dort in den kleinen Kratz- und Zupfproben gefundenen Arten (Fläche 0,1 m²). Genutzter Parameter: observed species counts, max. 999 Permutationen.

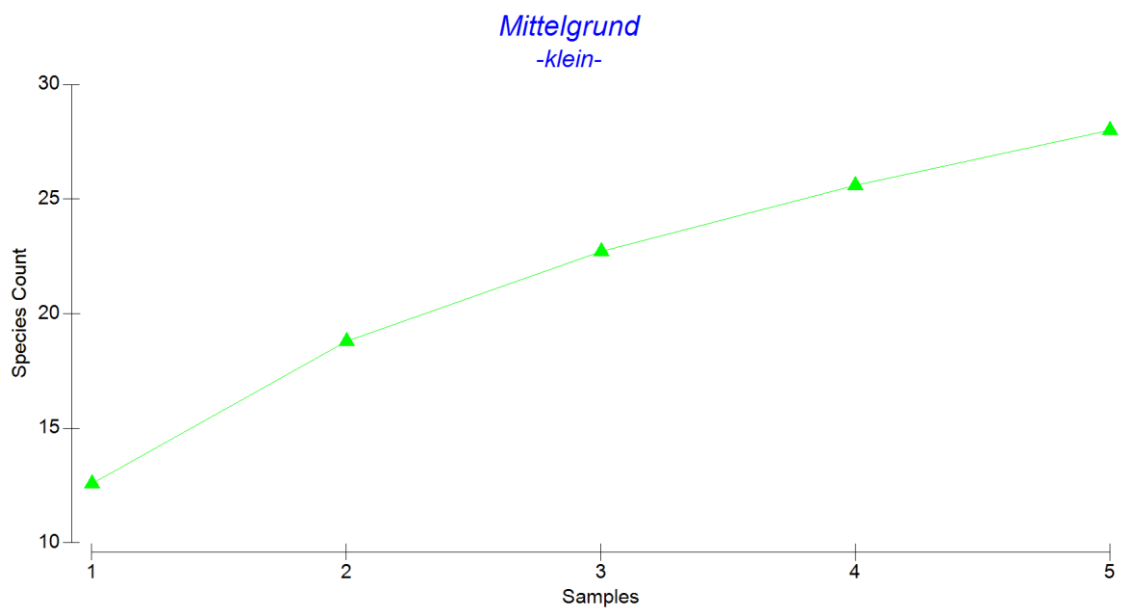


Abbildung 13: Arten-Areal-Kurve der Fauna-Arten vom Mittelgrund für die dort in den kleinen Kratz- und Zupfproben gefundenen Arten (Fläche 0,01 m²). Genutzter Parameter: observed species counts, max. 999 Permutationen.

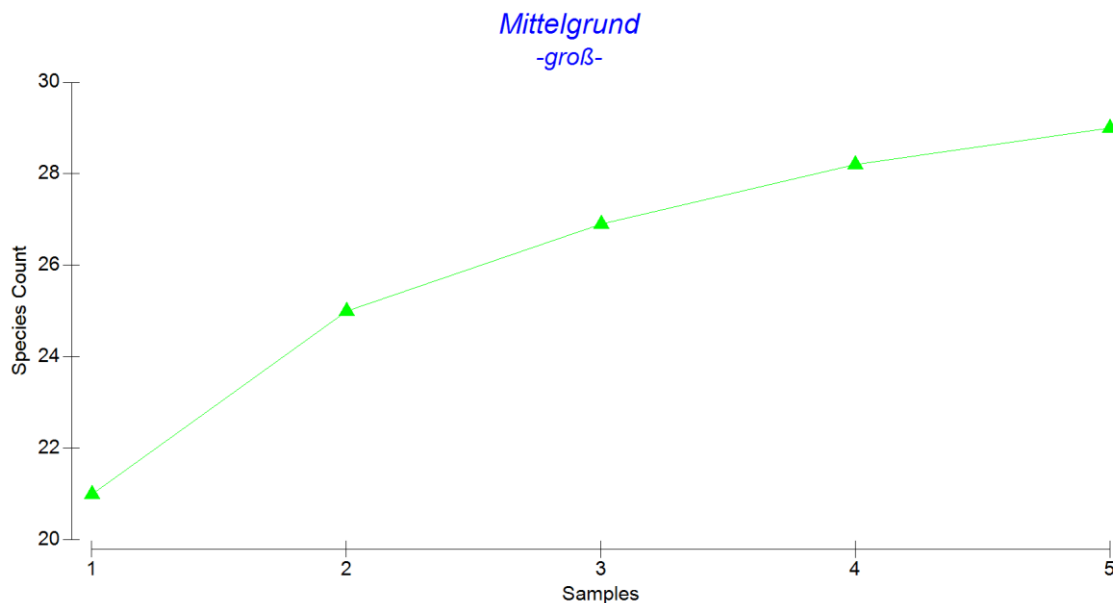


Abbildung 14: Arten-Areal-Kurve der Fauna-Arten vom Mittelgrund für die dort in den großen Kratz- und Zupfproben gefundenen Arten (Fläche 0,1 m²). Genutzter Parameter: observed species counts, max. 999 Permutationen.

MDS-Plot und weitere statistische Analysen

MDS (multidimensionale Skalierung) ist ein Verfahren der multivariaten Statistik. MDS-Plots stellen grafisch die Ähnlichkeiten zwischen zwei (und mehr) Proben dar. In unserem Fall die Ähnlichkeiten der Artzusammensetzung und Abundanzen einer Probe mit der einer anderen Probe.

In Abbildung 15 ist der MDS-Plot für die Fauna aller Proben von beiden Standorten dargestellt. Eingeflossen sind in diese Analyse wie schon bei den AAK alle Fauna-Arten aus den kombinierten Zupf- und Kratzproben, also je Probennummer zwei Proben (groß und klein), je Standort dementsprechend zehn Proben.

Der MDS-Plot zeigt, dass die Proben sich hinsichtlich der untersuchten Probenfläche (groß oder klein) stärker ähneln, als hinsichtlich des Ortes (Stollergrund oder Mittelgrund). Insbesondere die kleinen Probenflächen zeigen untereinander eine größere Unähnlichkeit, als die großen Probenflächen untereinander. Die Proben der großen Probenflächen am Mittelgrund sind sich dabei am ähnlichsten und bilden eine enge Gruppe (Abbildung 15).

Unterstützt wird diese grafische Analyse des MDS-Plots durch die ANOSIM (Analysis of similarities). Hier zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen beiden Faktoren (Ort und Probenfläche) jeweils signifikant sind und mehr als 57 % der beobachteten Varianz erklären (two-way crossed ANOSIM: Global R=0,578, p=0,001). In einer nachgeschalteten SIMPER-Analyse (Similarities percentages, Bray-Curtis similarity) zeigt sich, dass für die beobachteten Unterschiede vor allem die sehr abundanten Arten verantwortlich sind. Die Proben der beiden Probenorte unterscheiden sich zu 62,18 %, den größten Anteil daran haben die Arten *Bittium reticulatum* (21,5 %), *Asterias rubens* (19,7 %), *Dexamine spinosa* (9,0 %), *Microdeutopus gryllotalpa* (8,0 %) und *Platynereis dumerilii* (6,1 %).

Die Proben von verschiedenen Probenflächen (groß vs. klein) unterscheiden sich zu 66,08 %, den größten Anteil daran haben die Arten *Bittium reticulatum* (27,2 %), *Asterias rubens* (24,0 %), *Platynereis dumerilii* (9,4 %), *Onchidoris muricata* (4,1 %) und *Parvicardium pinnulatum* (3,4 %).

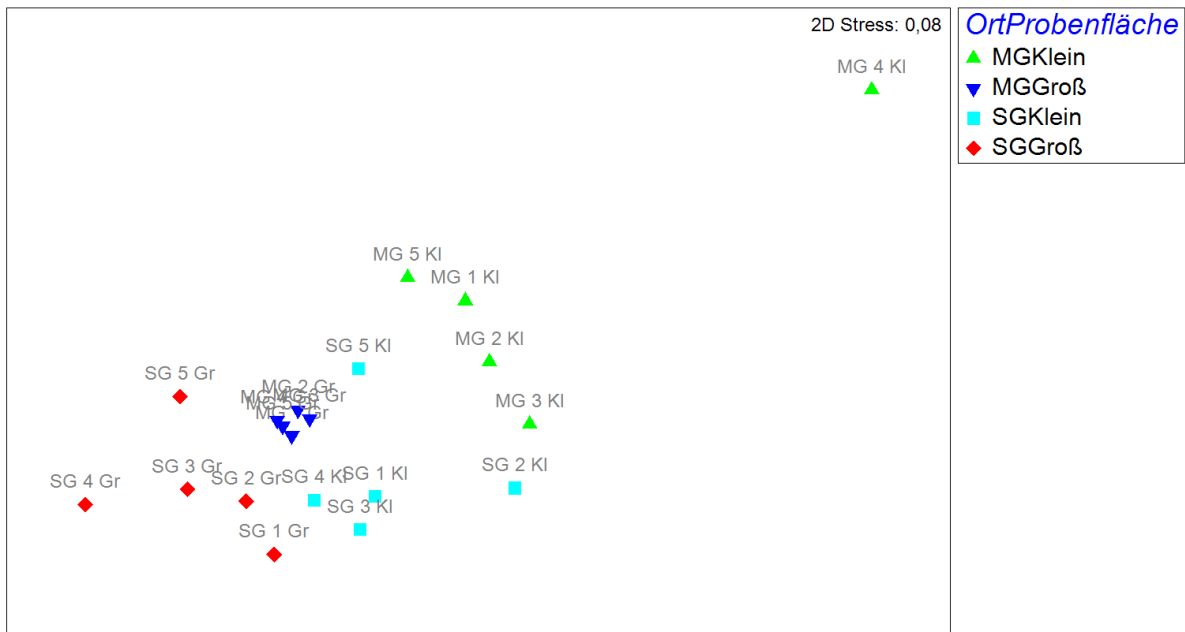


Abbildung 15: MDS-Plot der Fauna aller Proben vom Mittelgrund (MG) und Stollergrund (SG) der Untersuchung von 2017. Die Probenflächen haben eine Fläche von 0,01 m² (klein) bzw. 0,1 m² (groß).

Diskussion

Artenbestimmung und Artenzahlen

Das Ziel der Untersuchung im Jahr 2017 war eine möglichst vollständige Erfassung des Artenbestandes der beiden Flachgründe. Mit der Aufteilung der Beprobung in eine Zupf- und eine Saugprobe konnten wir das große Volumen der auf den Steinen aufwachsenden Algen schonend absammeln. Durch die Verwendung des feinmaschigen Sammelnetzes am Sauger haben wir die für ein mögliches Monitoring wichtigen Arten zuverlässig erfasst.

Allerdings werden beim Abkratzen der Organismen vom Stein einige Gruppen (z.B. Blumentiere (Anthozoa), Bryozoa und Hydrozoa) so stark beschädigt, dass eine Bestimmung im Labor nur eingeschränkt oder gar nicht mehr möglich ist. Krustenrotalgen haben wir ebenfalls nicht erfasst, da sie eine unter Wasser schwer zu bestimmende Gruppe innerhalb der Makrophyten darstellen. Sie werden für ein späteres Monitoring aber vermutlich aus diesen Gründen keine große Rolle spielen und sind an unseren Standorten auch nicht so artenreich vertreten.

In der folgenden Tabelle sind die taxonomischen Großgruppen aufgelistet, aus deren Artenspektrum wir Vertreter auf den Riffen gefunden haben.

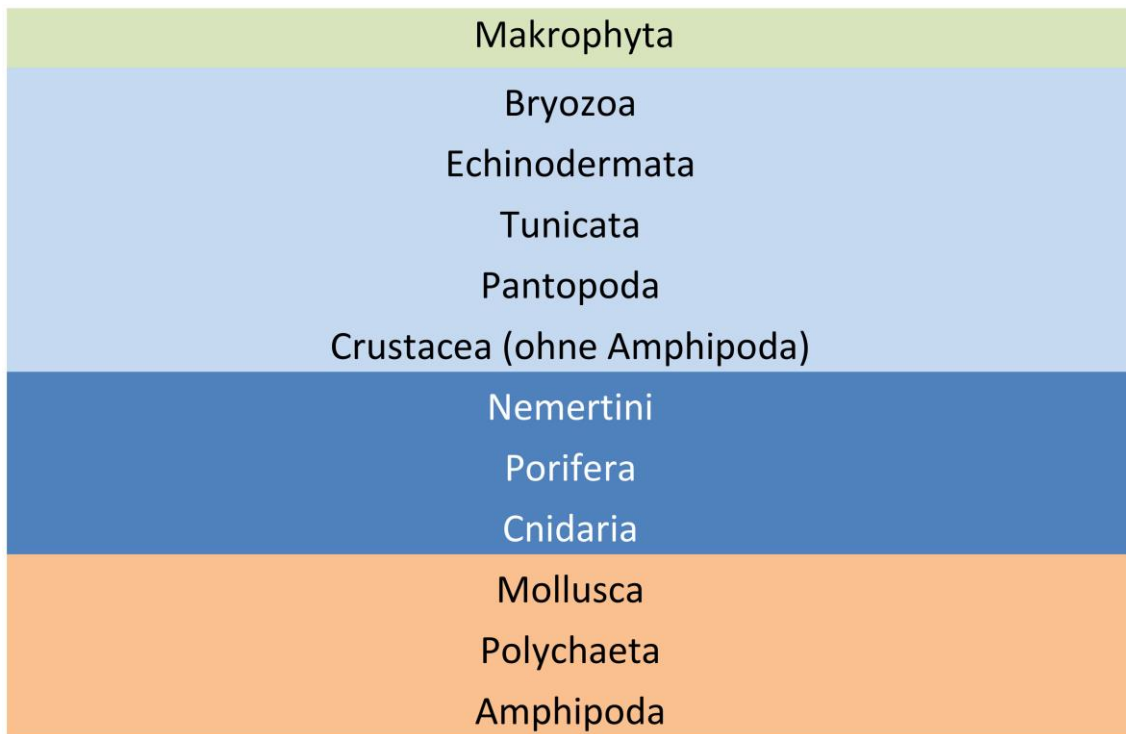


Abbildung 16: Ein Überblick der taxonomischen Großgruppen (nicht geordnet und nicht auf einer Taxonomie-Ebene angesiedelt), aus denen Vertreter auf den Flachgründen Mittelgrund und Stollergrund gefunden wurden.

Die Makrophyten-Arten können wir mit unserer Artenkenntnis vollständig abdecken, die Bestimmung gelingt in den meisten Fällen schon unter Wasser, der Rest der Algen kann anschließend im Labor sicher bestimmt werden. Die hellblau unterlegten Gruppen (Bryozoa, Echinodermata, Tunicata, Pantopoda, Crustacea ohne Amphipoden) haben nur wenige und teilweise nicht häufig anzutreffende Vertreter auf den Flachgründen der Kieler Bucht. Wir schätzen unsere Artenkenntnis als ausreichend ein, um nahezu alle dieser Arten in unseren Proben ansprechen zu können. Die dunkelblauen Gruppen (Nemertini, Porifera, Cnidaria) zeigen einige kryptische Arten, haben aber in der Ostsee auch einige Vertreter, die häufig anzutreffen und gut zu bestimmen sind. Wir schätzen, dass wir hier einen Großteil der Arten erfassen konnten. Die teils schwer zu bestimmenden Arten von Hydrozoa sind ein Problem, da sie bei der Kratzmethode teilweise zerstört werden, was eine Bestimmung erschwert. Allerdings ist diese Artengruppe innerhalb des Phytals nicht sehr abundant und nicht sehr artenreich. Bei der Bestimmung von Arten aus den orange unterlegten Gruppen (Mollusca, Polychaeta, Amphipoda) haben wir die Hilfe von Spezialisten in Anspruch genommen, da unsere Artenkenntnis es nicht erlaubt, alle in der Ostsee vorkommenden Vertreter dieser zahlenmäßig größten Gruppen anzusprechen.

Unsere Artenliste umfasst nun einige neue Arten, die wir in den Vorjahren nicht erfasst haben, zum Teil, weil wir sie in den Vorjahren nicht richtig bestimmen konnten, zum Teil sicherlich auch, weil sie in den Vorjahren nicht vorhanden waren.

Die durch die externe Bestimmung verbesserte Artenbestimmung zeigt im Vergleich mit den Vorjahren kein einheitliches Bild: Die Artengesamtzahl am Mittelgrund ist im Jahr 2017 im Vergleich zum Vorjahr 2016 von 57 auf 52 gesunken, obwohl wir die Hilfe der Spezialisten

hatten. Beim Stollergrund ist die Gesamtartenzahl von 46 im Jahr 2016 auf 63 im Jahr 2017 angestiegen. Ein Teil der höheren Artenzahl am Stollergrund lässt sich durch die deutlich höhere Vielfalt von Mollusken und Amphipoden erklären. Dort zählen wir 18 Mollusken- und 11 Amphipodenarten, verglichen mit 8 Mollusken- und 7 Amphipodenarten am Mittelgrund.

Die Zahl und auch die Zusammensetzung der Arten auf den Riffen ändert sich somit stark von Jahr zu Jahr. Eine durchgehend ähnliche Besiedlung würde die Festlegung von spezifischen Charakterarten erleichtern, lässt sich aber an den von uns untersuchten Standorten nicht nachweisen. Mögliche Gründe für die hohe interannuelle Variabilität sind zum einen die Häufigkeit, Stärke und Zeitpunkt von Einstromereignissen in die westliche Ostsee, die Einfluss haben auf den Salzgehalt und auch den Larvenbefall und das generelle Vorkommen einzelner Arten aus dem Makrozoobenthos steuern können. Zum anderen spielen Faktoren wie Nährstoffverteilung, Sturmereignisse und Niederschläge eine Rolle. Von uns beobachtet wurden beispielsweise Massenentwicklungen von fädigen Braun- und Grünalgen im Jahr 2016, die im folgenden Jahr in unserem Untersuchungszeitraum nicht auftraten. Ein weiterer Grund können ökologische Beziehungen sein, wie zum Beispiel das Vorkommen von Räubern und ihrer Beute.

Aufwand der Probenahme

Für ein zukünftiges Monitoring müssen Methoden entwickelt werden, die vernünftige Aussagen erlauben und in einem anwendbaren finanziellen und personellen Rahmen stehen. Der Aufwand von Taucherarbeiten an den Flachgründen ist vergleichsweise hoch, allerdings stellt die Genauigkeit der Probenahme und die daraus resultierende feine Differenzierung einzelner Arten sowie die geringe schädliche Einwirkung auf den Lebensraum jede andere Methode (Schleppkamera, Auszählen von Fotos einer Drop-Cam, Dredge, Schlitten) in den Schatten. Für eine Betrachtung von Charakterarten in den Größenordnungen wie auf den Riffen in der Kieler Bucht gibt es zum jetzigen Zeitpunkt unserer Meinung nach keine Alternative.

Zu diskutieren ist nach wie vor die Art der Probenahme und die Anzahl und Größe von Zählrahmen bzw. Kratzproben pro Flachgrund. Ist eine hohe Zahl kleiner Kratzproben (0,01 m²) wie in den Jahren 2014 bis 2016 besser geeignet, um eine möglichst große Zahl von Arten zu erfassen als die Entnahme weniger großer Kratzproben wie im Jahr 2017? Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenhang und den Mehraufwand bei der Verwendung großer Kratzproben. Da die Fläche zehnmal so groß ist, vergrößert sich auch das abgesammelte Volumen von Algen und Makrozoobenthos um das zehnfache (bei angenommener gleicher Höhe des Algenbewuchses). Der zeitliche Aufwand der Artenbestimmung bzw. der Vorsortierung von Organismengruppen steigt zwar nicht ganz im gleichen Maße an, jedoch ist der Mehraufwand bei der Methodenwahl zu beachten.



Abbildung 17: Bei einer kleinen Kratzprobe wie in den Vorjahren wird eine Fläche von 0,01m² abgekratzt. Der größere Ring hat eine Fläche von 0,1m². Das abgenommene Volumen ist demnach zehnfach so groß.


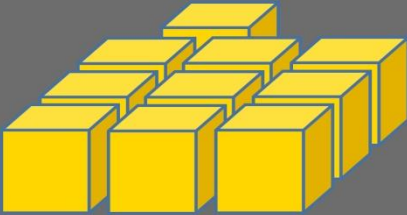
	Mittelgrund ∅	Stollergrund ∅
	13 Arten / 248 Individuen	14 Arten / 536 Individuen
	21 Arten / 971 Individuen	22 Arten / 1997 Individuen

Abbildung 18: Die Anzahl gefundener Arten und Individuen als Mittelwert aus fünf kleinen und fünf großen Kratzproben pro Flachgrund. Die Zahlen beziehen sich nur auf das Makrozoobenthos.

Die AAK zeigen, dass auch bei den großen Beprobungsflächen noch nicht der asymptotische Verlauf und somit noch keine Annäherung an den Grenzwert (aller im Gebiet vorhandenen Arten) erreicht wird. Im letzten Jahr (2016) haben wir bei unserer Untersuchung mit 25 kleinen Kratzproben versucht, diesem Grenzwert näher zu kommen.

Die mittlere Zunahme der Artenzahl zwischen Probe 24 und 25 lag 2016 bei 0,45 am Mittelgrund und bei 0,12 am Stollergrund (Schubert et al. 2017). Es wären also auch weniger als die untersuchten 25 Proben ausreichend gewesen, das Artinventar des jeweiligen Flachgrundes charakterisierend zu beschreiben. In der vorliegenden Untersuchung von 2017 wurden im letzten untersuchten Rahmen (Probe 5) wesentlich mehr neue Arten gefunden (0,8 am Mittelgrund und 2,3 am Stollergrund), obwohl das untersuchte Volumen und die Fläche der fünf großen Proben etwa dem von 50 kleinen Kratzproben entspricht.

Betrachten wir nur das Untersuchungsjahr 2017, können wir sagen, dass der Mehraufwand für die Beprobung und Untersuchung einer zehnfachen Fläche nur zu einer etwa 1,6-fachen

Artenzahl und ungefähr zu einer Vervierfachung der Individuenzahlen führt. Für zukünftige Untersuchungen ist zu diskutieren, ob dieser Mehraufwand gerechtfertigt ist und wie viele Proben welcher Fläche bei einem operativen Monitoring genommen werden sollen.

Zu beachten ist bei der Größe der Probenahme immer auch der bekannte Effekt, dass viele kleinere Probenflächen immer auch die Anzahl der „Lebensräume“, aus denen die Proben genommen werden, vervielfältigen und so die Artenzahl potentiell erhöhen, während wenige große Probenflächen zu einer Vereinheitlichung des Artinventars führen können, je nach Wahl der Probenflächengröße und betrachteten Organismen. In unserem Fall der Riffe in der westlichen Ostsee mit den anzutreffenden Arten, würden wir eine Probengröße im Bereich der in diesem Jahr untersuchten 0,1 m² vorschlagen.

Abschließende Betrachtung

Unsere Untersuchungsergebnisse für das Projektjahr 2017 ergeben eine weitere Einschätzung des Artbestands der untersuchten Riffe. Wie auch in den Vorjahren haben wir, auch aus Gründen der Vergleichbarkeit, erneut ausschließlich Steinriffe in einer Wassertiefe zwischen sieben und acht Metern untersucht, für den vorliegenden Bericht weiter eingrenzend nur zwei Flachgründe in der Kieler Bucht. Sämtliche Kratzproben stammen von der Oberseite der im Riff vorhandenen Steine. Zwischenräume, Seitenflächen oder Sediment wurden hierbei nicht erfasst. Zusätzlich wurde von uns nur im Zeitraum zwischen September und Oktober 2017 an den Riffen gearbeitet. In den Vorjahren haben wir die Arbeiten ebenfalls immer zwischen August und Oktober durchgeführt.

Diese zeitliche, räumliche und geografische Limitierung der Kratzproben zeigt die Schwierigkeit, solche komplexen und biologisch wie geologisch hochvariablen Lebensräume einheitlich zu beschreiben.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass es große interannuelle Unterschiede im Bewuchs der von uns untersuchten Riffe gibt, was eine Charakterisierung dieses Lebensraumes erschwert. Schon bei einem Vergleich der gefundenen Arten in den Jahren 2014 bis 2016 konnten wir bei den beiden über drei Jahre beprobten Flachgründen Brodtener Ufer und Stollergrund eine deutliche Verschiebung bei den Artenzahlen aus dem Makrozoobenthos und bei den Makrophyten erkennen. Es ist also höchstwahrscheinlich, dass bei Untersuchungen im selben Gebiet in unterschiedlichen Jahren oder sogar Jahreszeiten wesentliche Unterschiede in der gefundenen Artenzahl und -verteilung auftreten.

Wir sind uns sicher, dass wir mit unserer diesjährigen (2017) Beprobungsmethode und Artbestimmung den für ein Monitoring größtmöglichen Teil der vorhandenen Lebewesen erfasst haben. Insgesamt haben wir im Vergleich zu 2016 eine größere Vielfalt innerhalb des Makrozoobenthos gefunden, was wir zumindest für den Stollergrund mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Bestimmung der Tiere durch Spezialisten zurückführen können. Am Mittelgrund ergibt sich kein klares Bild, die Artenzahl des Makrozoobenthos nimmt zwar leicht zu, allerdings fehlen viele der 2016 gefundenen Makroalgen, weswegen die Gesamtartenzahl im Vergleich zum Vorjahr trotz taxonomischer Hilfe abgenommen hat.

Für zukünftige Untersuchungen dieser Art empfehlen wir aufgrund der Erfahrungen aus dem diesjährigen Vergleich, Flächen von 0,1 m² zu beproben, da hierbei etwa viermal mehr Individuen und 1,6-mal mehr Arten im Vergleich zu den kleineren Kratzproben (0,01 m²) bei gleicher Probenanzahl gefunden werden. Der Arbeitsaufwand ist zwar höher, wir gehen allerdings davon aus, dass die Bearbeitung weniger großer Proben effizienter ist, als die von vielen kleinen und dadurch den Mehraufwand zusätzlich rechtfertigt. Von der Probenanzahl sollten maximal acht bis zehn der großen Proben pro Flachgrund ausreichen, um eine aussagekräftige und das Habitat beschreibende Anzahl von Arten zu finden. Die von uns angewandte Methode der Kombination von Zupf- und Kratzproben halten wir für praktikabel und bei großen Algenmengen auch für nötig, allerdings können für zukünftige Untersuchungen die Individuen und Artenzahlen direkt für jede Probe zusammengefasst werden, so dass pro Probenstandort am Ende eine Artenliste mit Abundanzen entsteht. Der UW-Sauger hat einwandfrei funktioniert und steht für weitere Untersuchungen zur Verfügung. Ein Vorteil ist, dass die Maschenweite der Sammelnetze leicht an die Anforderungen der jeweiligen Untersuchung angepasst werden kann.

Aufgrund der Datenlage und unserer Erfahrung bei den Tauchgängen an den Flachgründen der Kieler Bucht können wir keinen direkten Vergleich mit den Daten der Arbeitsgruppe um Dr. Zettler ziehen. Die Artenzahlen dieser Gruppe stammen von Steinriffen aus dem Bereich des Fehmarn-Belts in größerer Wassertiefe (10 bis 24 Meter) und sind daher nur eingeschränkt mit den von uns untersuchten Steinriffen in der Kieler Bucht in einer Wassertiefe zwischen sieben und acht Metern zu vergleichen. Die Methoden sind trotz aller Unterschiede aber vergleichbar und führen unserer Ansicht nach nicht zu den beobachteten Unterschieden in der Artenzahl.

Für eine sinnvolle Bewertung und die Anwendung des Bewertungsschemas sind für eine noch festzulegende Zahl unterschiedlicher Riffotypen angepasste Artenlisten nötig, die durch tauchergestützte Probenahmen verifiziert werden müssen. Weiterhin warnen wir ausdrücklich davor, alle Riffe an der deutschen Ostseeküste ohne Anpassung der Charakterartenlisten für die jeweiligen regionalen Riffvorkommen zu bewerten. Unsere bisherigen Untersuchungen zeigen deutlich, dass zukünftig differenzierte Artenlisten zur Bewertung entwickelt und zur Bewertung genutzt werden müssen.

Vorschlag für Riffotypen

Aufgrund unserer Untersuchungen der letzten Jahre und im Hinblick auf die Ergebnisse der Arbeitsgruppe um Dr. Zettler ist die prinzipielle Trennung von Riffotypen nach ihrem bestimmenden Habitat unumgänglich. Daher schlagen wir vor, die Riffotypen nicht nur geografisch und geologisch einzuordnen, sondern auch die An- oder Abwesenheit eines habitatbestimmenden Phytals zu berücksichtigen.

Im Folgenden empfehlen wir in dem von uns untersuchten Bereich der schleswig-holsteinischen Ostseeküste diese Riffotypen:

Typ I: Steinriff in der Flensburger Förde flach (Phytal ist das bestimmende Habitat)
Vorkommen: zum Beispiel Jürgenschott, Kalkgrund

Typ II: Steinriff in der Flensburger Förde tief (Phytal nicht mehr bestimmendes Habitat)
Vorkommen: zum Beispiel Kalkgrund

Typ III: Steinriff in der Kieler Bucht flach (Phytal ist das bestimmende Habitat)
Vorkommen: Mittelgrund / Stollergrund / Schleimünde

Typ IV: Steinriff in der Kieler Bucht tief (Phytal nicht mehr bestimmendes Habitat)
Vorkommen: Mittelgrund / Stollergrund / Schleimünde / Gabelsflach / Platengrund

Typ V: Steinriff in der Mecklenburger Bucht flach (Phytal ist das bestimmende Habitat)
Vorkommen: Brodtener Ufer / Walkyriengrund / Sagasbank

Typ VI: Steinriff in der Mecklenburger Bucht tief (Phytal nicht mehr bestimmendes Habitat)
Vorkommen: Sagasbank / Walkyriengrund

Wir empfehlen für jeden der von uns vorgeschlagenen Rifftypen eine eigene Referenzartenliste bei gleichbleibendem Bewertungssystem. Mit unseren Daten ist eine Erstellung dieser Listen für die Rifftypen I, III und V (flache Riffe) möglich. Für die tiefen Rifftypen müssen ggf. noch weitere Untersuchungen folgen. Eine Übertragung von Daten aus der Arbeitsgruppe um Dr. Zettler ist unserer Meinung nach nicht möglich, da in deren Untersuchungsgebiet (Fehmarnbelt) andere abiotische Bedingungen herrschen (Salzgehalt, Strömung), die eine differenzierte Betrachtung erfordern.

Literatur

Beisiegel, K., Darr, A., Gogina, M., Zettler, M.L. (2017) Benefits and shortcomings of non-destructive benthic imagery for monitoring hard-bottom habitats. *Marine Pollution Bulletin* 121, p. 5-15

Darr, A. und Zettler, M. (2011) Monitoring der benthischen Lebensgemeinschaften in den FFH-Lebensraumtypen als Grundlage für die Erfüllung der Natura 2000- und HELCOM-Berichtspflichten in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone, Seegebiet Ostsee (Berichtsperiode 2007 – 2012). Bericht im Auftrag des BfN. Institut für Ostseeforschung, Rostock.

Monitoring-Kennblatt FFH-LRT Riffe in der Fassung von Ende 2011

Schubert, P., Huber, F., Howe, C., Lehmann, R. M., Kunz, U. (2015) Kartierung und Bewertung des FFH- Lebensraumtyps „Riffe“ in der Ostsee. Endbericht für das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Flintbek.

Schubert, P., Huber, F., Howe, C., Lehmann, R. M., Kunz, U. (2016) Ostseeriffe in Schleswig-Holstein *Folgebewertung*. Endbericht für das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Flintbek.

Schubert, P., Huber, F., Howe, C., Lehmann, R. M., Kunz, U. (2017) Ostseeriffe in Schleswig-Holstein, *Folgebewertung "ArtenDaten"*. Endbericht für das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Flintbek.