

Endbericht 2018

**Bewuchsuntersuchungen an den Standorten
Riff Nienhagen und Riff Rosenort
sowie der Seegebiete Kühlungsborn und Dierhagen**

bioplan GmbH
Institut für angewandte Biologie und Landschaftsplanung
18211 Nienhagen
Strandstraße 32 a

im Auftrag der

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV
Dorfplatz 1 OT Gülzow
18276 Gülzow-Prüzen

September 2018

Endbericht 2018

**Bewuchsuntersuchungen an den Standorten
Riff Nienhagen und Riff Rosenort sowie der
Seegebiete Kühlungsborn und Dierhagen**

Auftraggeber:

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV
Dorfplatz 1 OT Gülzow
18276 Gülzow-Prützen

Auftragnehmer:

bioplan GmbH
Institut für angewandte Biologie und Landschaftsplanung
Strandstraße 32 a
18211 Nienhagen

Bearbeiter:

Dr. Stefan Sandrock, Dr. Eva-Maria Scharf, Jutta Hennig

September 2018

Gliederung

	<u>Seite</u>
1. Ziel und Aufgabenstellung	1
2. Methoden	1
2.1 Räumliche Lage	1
2.2 Fotografie	3
2.3 Video	3
2.4 Besiedlungsplatten	3
2.5 Kratzproben	4
2.6 Stechrohrproben	4
2.7 Natursteine und Sandboden	4
2.8 Autonome Riff-Monitoring-Strukturen (ARMS)	5
3. Ergebnisse	6
3.1 Riff Nienhagen	6
3.1.1 Aktivitäten 2016-18	6
3.1.2 Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten Strukturen/Platten	6
3.1.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu ausgelagerten Strukturen/Platten	7
3.1.4 Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung	9
3.1.5 Fortführung Monitoring für bestehende Referenzflächen	9
3.2 Riff Rosenort	16
3.2.1 Aktivitäten 2016-18	16
3.2.2 Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten Strukturen/Platten	16
3.2.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu ausgelagerten Strukturen/Platten	17
3.2.4 Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung	17
3.2.5 Fortführung Monitoring für bestehende Referenzflächen	18
3.3 Seegebiet vor Kühlungsborn	25
3.3.1 Aktivitäten 2016-18	25
3.3.2 Besiedlungsfolge	25
3.3.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu aufgebrauchten Strukturen/Platten	28
3.3.4 Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung	31
3.3.5 Auslagerung der „Artificial Reef Monitoring Structures“ (ARMS) am Standort Seegebiet vor Kühlungsborn	33
3.4 Seegebiet vor Dierhagen	37
3.4.1 Aktivitäten 2016-18	37

3.4.2	Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten Strukturen/Platten	37
3.4.3	Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu aufgebracht Strukturen/Platten	38
3.4.4	Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung	41
3.4.5.	Auslagerung der „Artificial Reef Monitoring Structures“ (ARMS) am Standort Seegebiet vor Dierhagen	42
4.	Bewertung	46
4.1	Vergleich der Bewuchsentwicklung an den Riffstandorten Nienhagen und Rosenort seit 2003	46
4.2	Bewertung der Eignung der Seegebiete vor Kühlungsborn und Dierhagen als zukünftige potenzielle Standorte für künstliche Riffe	49
4.3	Funktion und Leistungsfähigkeit sekundär geschaffener Riffstandorte	52
4.4	Künstliche Riffe als mögliche Kompensationsmaßnahmen für auszugleichende Eingriffe in marine Lebensräume	54
5.	Zusammenfassung	60
6.	Literatur/zitierte Gutachten	62

Digitaler Anhang:

Datentabellen:

Tab.I	Besiedlungsplatten Nienhagen
Tab. II	Einzelsteine Nienhagen
Tab.III	Kratzproben Nienhagen
Tab.IV	Besiedlungsplatten Rosenort
Tab.V	Sandproben Rosenort
Tab.VI	Kratzproben Rosenort
Tab.VII	Besiedlungsplatten Kühlungsborn
Tab.VIII	Kratzproben Kühlungsborn
Tab.IX	Sandproben Kühlungsborn
Tab.X	Einzelsteine Kühlungsborn
Tab.XI	ARMS Kühlungsborn
Tab.XII	Besiedlungsplatten Dierhagen
Tab.XIII	Kratzproben Dierhagen
Tab.XIV	Sandproben Dierhagen
Tab.XV	ARMS Kühlungsborn
Tab.XVI	Mytilus Längenverteilung Dierhagen
Tab.XVII	Mytilus Längenverteilung Kühlungsborn

Fototabellen:

Fototabelle I	Nienhagen	Fototabelle III	Kühlungsborn
Fototabelle II	Rosenort	Fototabelle IV	Dierhagen

Abbildungsverzeichnis

<u>Abb.2.1-1:</u> Lage der bestehenden und geplanten Riffstandorte vor der Küste Mecklenburgs	2
<u>Abb. 2.4-1:</u> Auslagerungsgestell im Lager	4
<u>Abb.2.8-1:</u> Schematische Darstellung des Aufbaus einer Autonomen Riff-Monitoring Struktur (Zeichnung D. Merritt)	5
<u>Abb.3.1-1:</u> Entwicklung der Gesamtbiomasse auf den Auslagerungsplatten	8
<u>Abb.3.1-2:</u> Prozentuale Anteile der wichtigsten Arten auf den im September 2018 entnommenen Auslagerungsplatten in Bezug auf die Biomasse (Trockenmasse)	8
<u>Abb.3.1-3:</u> Aus den Kratzproben hochgerechnete Gesamtbiomassewerte im Riff Nienhagen (Trockenmasse in g/m ²)	14
<u>Abb.3.2-7:</u> Aus den Kratzproben hochgerechnete Gesamtbiomassewerte (Trockenmasse in g/m ²) im Untersuchungszeitraum am Riff Rosenort	23
<u>Abb.3.2-8:</u> Dicht mit Miesmuscheln bewachsene Natursteinoberfläche (Fläche 8) im Januar 2018.	23
<u>Abb.3.3-1:</u> Makroaufnahmen links: Polypengeneration <i>Aurelia aurita</i> , rechts: thekater Hydridpolyp <i>Hartlaubella gelatinosa</i>	26
<u>Abb.3.3-2:</u> Schrägaufnahme von einer Betonplatte nach 4 Monaten Expositionszeit am Standort vor Kühlungsborn links im Bild: Polypengeneration der Ohrenqualle (<i>Aurelia aurita</i>) Bildmitte: Drummonds Fadenschnecke (<i>Facelina bostoniensis</i>) rechts im Bild: Kolonie Hydroidpolyp <i>Hartlaubella gelatinosa</i>	27
<u>Abb. 3.3-3:</u> Fotos von den Kontrollflächen 1 – oben (linkes Foto) und 2 – unten (rechtes Foto) am Standort Kühlungsborn im Dezember 2017	27
<u>Abb. 3.3-4:</u> Blick auf den die Konstruktion haltenden Ankerstein im September 2018. Ein Großteil der Miesmuscheln wird von Seesternen gefressen.	28
<u>Abb.3.3-5:</u> Entwicklung der Gesamtbiomasse Bewuchs auf Langzeitplatten am Standort Kühlungsborn	29
<u>Abb.3.3-6:</u> Entwicklung der Gesamtbiomasse auf unterschiedlich hoch liegenden Betonflächen, ermittelt aus halbjährlich entnommenen Kratzproben am Standort Kühlungsborn	30
<u>Abb.3.3-7:</u> Relative Häufigkeit der Größenklassen (Schalenlänge) der Miesmuscheln am Versuchsende nach etwas mehr als 2 Jahren Auslagerungszeit am Standort Kühlungsborn (n1 – oben = 115, n2 – unten = 106)	31
<u>Abb.3.3-8:</u> ARMS nach 1 Jahr Auslagerung am Standort Kühlungsborn	33
<u>Abb.3.3-9:</u> Artenanzahl Evertebraten in den einzelnen ARMS, Kühlungsborn	34
<u>Abb.3.3-10:</u> Verteilung der Gesamtartenzahl auf die taxonomischen Hauptgruppen der Evertebraten	35
<u>Abb.3.3-11:</u> Biomasseanteil (Trockenmasse) der Hauptgruppen an der Gesamtbio-Masse Evertebraten	35
<u>Abb.3.3-12:</u> Seescheiden aus einem ARMS am Standort Seegebiet vor Kühlungsborn	36
<u>Abb. 3.4-1:</u> Fotos von den Kontrollflächen 1 – oben (linkes Foto) und 2 – unten (rechtes Foto) am Standort Dierhagen im September 2018	38

<u>Abb.3.4-2:</u> Entwicklung der Biomassewerte auf Langzeitplatten am Standort Dierhagen	39
<u>Abb.3.4-3:</u> Entwicklung der Gesamtbiomasse auf unterschiedlich hoch liegenden Betonflächen, ermittelt aus halbjährlich entnommenen Kratzproben am Standort Dierhagen	40
<u>Abb.3.4-4:</u> Relative Häufigkeit der Größenklassen (Schalenlänge) der Miesmuscheln am Versuchsende nach etwas mehr als 2 Jahren Auslagerungszeit am Standort Dierhagen (n1 – oben = 105, n2 – unten = 110)	41
<u>Abb.3.4-5:</u> ARMS nach 1 Jahr Auslagerung am Standort Dierhagen	42
<u>Abb.3.4-6:</u> Artenanzahl Evertibraten in den einzelnen ARMS, Dierhagen	43
<u>Abb.3.4-7:</u> Verteilung der Gesamtartenzahl auf die taxonomischen Hauptgruppen der Evertibraten	44
<u>Abb.3.4-8:</u> Biomasseanteil (Trockenmasse) der Hauptgruppen an der Gesamtbio- masse Evertibraten	44
<u>Abb.3.4.9:</u> Aussortieren und Bestimmen der Organismen, die sich im Laufe eines Jahres in einer Artificial Reef Monitoring Structures (ARMS) angesiedelt haben	45
<u>Abb.4.1-1:</u> Entwicklung der Gesamtbiomasse (Trockenmasse) und Abundanz der Seesterne im Riff Nienhagen seit 2004	47
<u>Abb.4.1-2:</u> Extrem hohe Abundanz von Seesternen im September 2018, Fläche 6, obere Lage an 6 t-Tetrapod im Riff Nienhagen	48
<u>Abb.4.1-3:</u> Entwicklung der Gesamtbiomasse (Trockenmasse) im Riff Rosenort seit 2010	49
<u>Abb.4.2-1:</u> Artenanzahl Evertibraten in/auf an verschiedenen Standorten mit jeweils 5 Parallelen ausgebrachten Artificial Reef Monitoring Structures (ARMS)	50
<u>Abb.4.2-2:</u> Artenanzahl Makroalgen auf an verschiedenen Standorten mit jeweils 5 Parallelen auf den ausgebrachten Artificial Reef Monitoring Structures (ARMS)	50
<u>Abb.4.2-3:</u> Vergleich der Biomasseentwicklung auf in unterschiedlichen Höhenlagen ausgebrachten Platten (Kratzproben) an den Standorten Dierhagen und Kühlungsborn	51
<u>Abb.4.2-4:</u> Artenanzahl Großalgen und Evertibraten auf Langzeitplatten im September 2018	51
<u>Abb.4.2-5:</u> Gesamtbiomasse auf Langzeitplatten im September 2018	52
<u>Abb.4.4-1:</u> Variante A: 4 Natursteinschüttungen	57
<u>Abb.4.4-2:</u> Variante B: 4 Natursteinschüttungen, kombiniert mit 2 t-Tetrapoden	57

Tabellenverzeichnis

<u>Tab.2.1-1:</u> Koordinaten Untersuchungsstationen	2
<u>Tab.2.1-2:</u> Salinitätswerte an den untersuchten Stationen in Bodennähe	2
<u>Tab.3.1-1:</u> Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Riffstandort Nienhagen	6

<u>Tab.3.1-2:</u> Ergebnisse der Auswertung der Rahmenfotos – Sand am Riff Nienhagen 2016-18, <i>Arenicola marina</i> (Sandpierwurm), <i>Asterias rubens</i> (Seestern)	9
<u>Tab.3.1-3:</u> Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Nienhagen im Jahr 2016	10
<u>Tab.3.1-4:</u> Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Nienhagen im Jahr 2017	11
<u>Tab.3.1-5:</u> Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Nienhagen im Jahr 2018	12
<u>Tab.3.1-6:</u> Bei der Auswertung der Kratzproben von Riff-Strukturelementen im Untersuchungszeitraum gefundene Artenzahlen (Foto-Stationen 1-8)	13
<u>Tab.3.1-7:</u> Gesamtbiomasseentwicklung im Riff Nienhagen, abgeleitet aus Kratzprobenentnahmen jeweils im Sommer und Winter	15
<u>Tab.3.2- 1:</u> Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Riffstandort Rosenort 2016-18	16
<u>Tab.3.2-2:</u> Ergebnisse der Auswertung der Rahmenfotos – Sand am Riff Rosenort 2016-18	18
<u>Tab.3.2-3:</u> Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Rosenort im Jahr 2016	19
<u>Tab.3.2-4:</u> Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Nienhagen im Jahr 2017	20
<u>Tab.3.2-5:</u> Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Rosenort im Jahr 2018	21
<u>Tab.3.2-6:</u> Bei der Auswertung der Kratzproben vom Riff Rosenort gefundene Artenzahlen (Strukturelemente der Foto-Stationen 1-8)	22
<u>Tab.3.2-7:</u> Gesamtbiomasseentwicklung im Riff Rosenort, abgeleitet aus Kratzprobenentnahmen jeweils im Sommer und Winter	24
<u>Tab.3.3-1:</u> Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Standort Kühlungsborn	25
<u>Tab.3.3-2:</u> Entwicklung der Artenzusammensetzung (Artenzahl pro tax. Gruppe) auf sukzessiv entnommenen Langzeitplatten am Standort Kühlungsborn	29
<u>Tab.3.3-3:</u> Zuordnung der in Kratzproben gefundene Arten zu den taxonomischen Hauptgruppen	30
<u>Tab.3.3-4:</u> Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Standort Kühlungsborn; Ergebnisse Fotoauswertung Sandboden vor Kühlungsborn 2016-18	32
<u>Tab.3.3-5:</u> Bewuchs auf Natursteinen, Artenanzahl in den taxonomischen Hauptgruppen am Standort Kühlungsborn	33
<u>Tab.3.4-1:</u> Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Standort Dierhagen	34
<u>Tab.3.4-2:</u> Entwicklung der Artenzusammensetzung (Artenzahl pro taxonomischer Gruppe) auf sukzessiv entnommenen Langzeitplatten am Standort Dierhagen	39
<u>Tab.3.4-3:</u> Zuordnung der in Kratzproben am Standort Dierhagen gefundene Arten zu den taxonomischen Hauptgruppen	40
<u>Tab.3.4-4:</u> Ergebnisse der Auswertung der Rahmenfotos – Sand am Standort Dierhagen	42

1. Ziel und Aufgabenstellung

Unter der Projektleitung des Instituts für Fischerei an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV wurden vor der Küste Mecklenburgs bisher 2 künstliche Riffe errichtet (Riff Nienhagen 2003, Riff Rosenort 2009). Die Entwicklung der Fauna und Flora, insbesondere deren Einfluss auf die Rekrutierung von Dorschen wird seitdem durch einen Verbund verschiedener Forschungseinrichtungen (siehe hierzu www.riff-nienhagen.de) wissenschaftlich begleitet. 2016 wurden die Untersuchungen durch ein weiterführendes Projekt ergänzt, in dem die Errichtung von zwei weiteren künstlichen Riffen in den Seegebieten vor Kühlungsborn und Dierhagen wissenschaftlich vorbereitet wird. Neben im Mittelpunkt stehenden fischereibiologischen Untersuchungen geht es dabei unter anderem auch darum, zu prognostizieren, ob sich an den beiden vorausgewählten, möglichen späteren Standorten die gewünschte Besiedlung mit Algen, Muscheln Seepocken und anderen wirbellosen Tieren vollziehen wird, in welcher Geschwindigkeit dies voraussichtlich geschieht und wie sich die zu erwartende Gemeinschaft zusammensetzt.

Hierzu wurden an den geplanten Standorten Gestelle, die die Auslagerung von speziellen Platten ermöglichen, anhand derer sich die Bewuchsfolge nachvollziehen lässt, ausgelagert. Neben einer regelmäßigen Entnahme und Auswertung von Platten wurden von anderen, dauerhaft im Gestell verbleibenden Platten Kratzproben entnommen, feste Kontrollflächen in regelmäßigen Abständen fotografiert, Videoschnitte zur Beschreibung der Gesamtentwicklung aufgenommen und weitere spezielle Strukturen, die einen objektiven Vergleich mit anderen Seegebieten ermöglichen (ARMS) am Grund verankert. Um den Vergleich zu den bereits bestehenden künstlichen Riffen vor Nienhagen und Rosenort aufrecht erhalten zu können, wurde das dort seit Jahren etablierte Monitoringprogramm – in leicht reduziertem Modus – weitergeführt. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse aus den Jahren 2016 bis 2018 dargestellt sowie entsprechende Vergleiche zur Gesamtentwicklung und Funktionalität der Riffe getroffen/abgeleitet. Weiterhin werden Gedanken und Berechnungsansätze zur Möglichkeit des Einsatzes künstlicher Riffe als Kompensationsmaßnahme für auszugleichende Eingriffe in marine Lebensräume entwickelt.

Der im Bericht verwendete Begriff Bewuchs schließt im Sinne der Verwendung durch SUBKLEW (1970) die auf und an festen Oberflächen im Meer oder Süßwasser lebenden wirbellosen Tiere und Algen ein. Synonym werden gleichsinnig häufig auch die Begriffe Aufwuchs, Epifauna, Epiflora, Makrozoobenthos, Makrophytenaufwuchs verwendet.

2. Methoden

2.1 Räumliche Lage

Die 2 bestehenden künstlichen Riffe befinden sich an der Außenküste vor dem Ostseebad Nienhagen und Rosenort in einer Wassertiefe von 12 m, bzw. 7 m. An den Untersuchungsstandorten vor Kühlungsborn und vor Dierhagen liegen die Wassertiefen wie vor Nienhagen ebenfalls bei

12 m. Tabelle 2-1 enthält eine Zusammenstellung der Lagekoordinaten, Abb.2.1-1 zeigt die geografische Lage der Stationen.

Tab.2.1-1: Koordinaten Untersuchungsstationen

Standort	N	E
Kühlungsborn	54°09.80	11°43.80
Nienhagen	54°10.30	11°56.40
Rosenort	54°14.65	12°06.95
Dierhagen	54°19.80	12°17.50

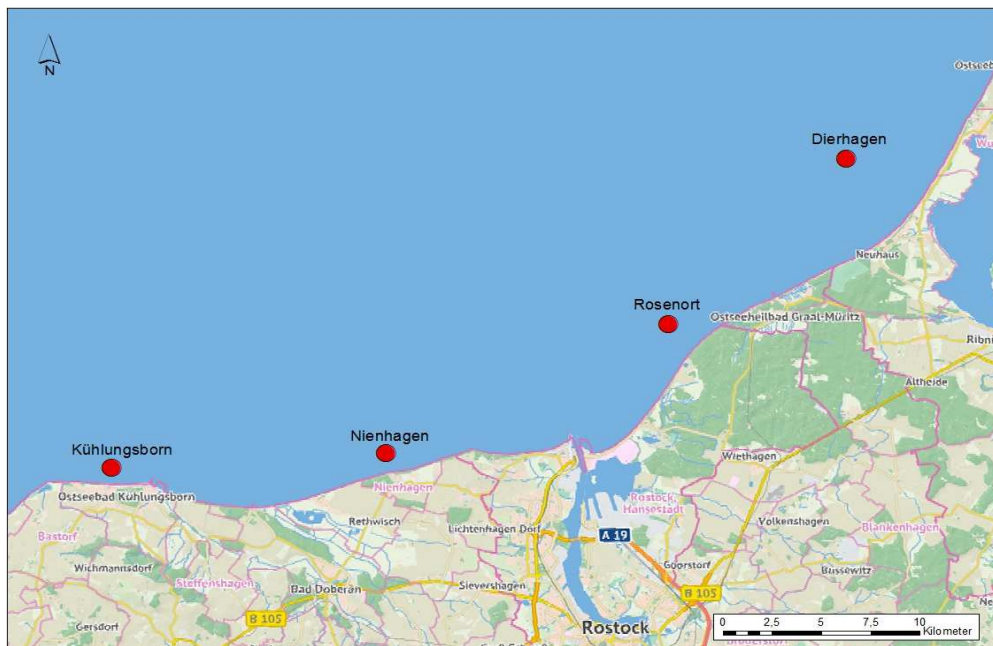


Abb.2.1-1: Lage der bestehenden und geplanten Riffstandorte vor der Küste Mecklenburgs

An den 3 tiefen Standorten liegen die ausgelagerten Strukturen relativ stabil unterhalb der sich im Sommerhalbjahr herausbildenden Salzsprungschicht. Die Salinitätswerte (Begleitmessungen durch LFA in monatlichem Rhythmus) bewegten sich im Untersuchungshalbjahr grundnah zwischen 11 und 33 PSU und damit im meso-polyhalinen Bereich (10-30 PSU). Am lediglich 7 m tiefen Standort vor Rosenort wurden Salinitäten zwischen 11 und 19 PSU gemessen, was alpha-mesohalinen Verhältnissen entspricht (Tab.2.1-2).

Tab.2.1-2: Salinitätswerte an den untersuchten Stationen in Bodennähe

Standort	Wassertiefe	PSU Min.	PSU Max	PSU MW	Typ
Kühlungsborn	12 m	12,8	27,7	20,9	meso-polyhalin
Nienhagen	12 m	11,4	33,3	21,5	meso-polyhalin
Rosenort	7 m	11,1	19,3	17,3	alpha-mesohalin
Dierhagen	12 m	13,3	25,8	19,6	meso-polyhalin

2.2 Fotografie

Für die Bewuchssituation repräsentative, gekennzeichnete Flächen auf Riffstrukturen wurden mit einem Fotorahmen (20 cm x 25 cm) in vierteljährlichen Abständen fotografiert und bezüglich der Besiedlung ausgewertet. An den Riffstationen vor Nienhagen und Rosenort waren es jeweils 8 Beobachtungsflächen, die schon in den Vorjahren fotografiert wurden, an den Stationen vor Kühlungsborn und Dierhagen wurden in Gestellen 25 cm x 25 cm große Betonplatten in 2 Tiefenstufen, 1 m und 2 m über Grund, ausgelagert und entsprechend fotografiert.

Im Programm enthalten ist auch die Fotografie des natürlichen Meeresbodens unmittelbar neben den Strukturen. Hierbei wurde ein größerer Fotorahmen (40 cm x 60 cm) 3 x an verschiedenen, typischen Stellen auf den Boden aufgesetzt und der Boden fotografiert. Die Auswertung gibt Aufschluss über das Vorhandensein von Seesternen (*Asterias rubens*) und Sandpierzürmern (*Arenicola marina*). Sie sind am Vorhandensein von Kothaufen und Trichtern im Sand erkennbar.

2.3 Video

Ein Taucher schwimmt an den 4 Standorten mit einem Tauchscooter, auf dem eine Unterwasserkamera montiert ist, einen mit einer Leine markierten Schnitt (Transekt) ab und nimmt damit die typische Situation am Grund im Gebiet auf. Die Schnitte haben je nach Standort eine Länge von 60 bis 100 m und dienen zur Einschätzung der jährlichen und saisonalen Entwicklung des umgebenden Lebensraumes.

2.4 Besiedlungsplatten

Zu Beginn der Untersuchungen im Juni 2016 an den 4 Standorten exponierte Betonplatten (9 cm x 24 cm) wurden mit jeweils 2 Parallelen in vierteljährlichen Abständen entnommen und in Bezug auf ihre Besiedlung im Labor qualitativ und quantitativ untersucht. Dabei wurde für jede Art (Makrophyten und Evertibraten) die Abundanz und die Biomasse (Feuchtmasse FM, Trockenmasse TM, Aschefrei Trockenmasse AfTM) bestimmt.

Für die Standorte Nienhagen und Rosenort konnten die dort bereits vorhandenen Auslagerungsgestelle weitergenutzt werden, für Dierhagen und Kühlungsborn wurden neue Gestelle aus verzinktem Stahl gebaut (Abb. 2.4-1). Die Gestelle fassten 24 Platten, die ca. 0,5 m über Grund mit leichter Schrägneigung exponiert waren. Darüber befanden sich in einer unteren (ca. 1 m über Grund) und in einer oberen (ca. 2,3 m über Grund) Reihe Halterungen für größere Betonplatten (25 x 25 cm), die der Entnahme von Kratzproben und der Aufnahme von Fotos zur Beschreibung der Bewuchsentwicklung dienten.



Rahmen für große Betonplatten
25 cm x 25 cm
(Fotos und Kratzproben)

Rahmen für entnehmbare Be-
siedlungsplatten / 9 cm x 24 cm

Abb. 2.4-1: Auslagerungsgestell im Lager

2.5 Kratzproben

Nicht alle Organismen sind auf Fotos erkennbar. Daher wurden direkt neben den Fotoflächen in halbjährlichen Abständen jeweils in Winter und Sommer Kratzproben (15 cm x 15 cm) entnommen und im Labor in ähnlicher Weise wie die Besiedlungsplatten qualitativ und quantitativ ausgewertet.

2.6 Stechrohrproben

An den östlichen Stationen Rosenort und Dierhagen dominieren in der unmittelbaren Umgebung sandige Flächen. Um deren Besiedlung als Referenzstandorte einschätzen zu können, wurden mit einem handgeführten Stechrohr in 3 Parallelen vierteljährlich Sandproben entnommen und das darin enthaltene Makrozoobenthos im Labor ausgezählt, bestimmt und gewogen (FM, TM und AfTM).

2.7 Natursteine

Am Riffstandort Nienhagen ist die unmittelbare Umgebung stärker durch kleine bis mittelgroße Steine geprägt. Hier wurde zur Kennzeichnung der Ausgangssituation jeweils ein mittelgroßer (10-15 cm Durchmesser), natürlicher Stein entnommen und dessen Besiedlung untersucht und

bewertet. Da am Standort Kühlungsborn zu einem geringen Anteil auch Steine vorhanden sind, wurde zumindest 1 x pro Jahr (jeweils Septemberprobenahme) anstelle der eigentlich vorgesehenen Sandproben ebenfalls ein Naturstein entnommen und bewertet, so dass für diesen potenziellen Riffstandort Referenzwerte sowohl von mittelgroßen Steinen als auch Sandboden vorliegen.

2.8 Autonome Riff-Monitoring-Strukturen (ARMS)

Die beweglichen (vagile), mit den festsitzenden Bewuchsorganismen interagierenden Formen wie verschiedene Kleinkrebse, z.B. Garnelen, bleiben bei den beschriebenen Foto- und Probenentnahmeformen unterrepräsentiert. Daher wurden an den neuen Untersuchungsstationen vor Kühlungsborn und Dierhagen im Juni 2016 international standardisierte, künstliche Riff-Monitoring-Strukturen („Artificial Reef Monitoring Structures“, ARMS), die durch ihren lamellenartigen Aufbau den Organismen eine Vielzahl verschiedener Nischen bieten, ausgebracht (Abb.2.8-1). Um bei der Auswertung eine statistische Absicherung der Ergebnisse zu ermöglichen, wurde pro Standort mit jeweils 5 ARMS gearbeitet. Die ARMS, die im Juli 2017 ein Jahr im Wasser waren, wurden am 24.07.2017 entnommen und nachfolgend ausgewertet.

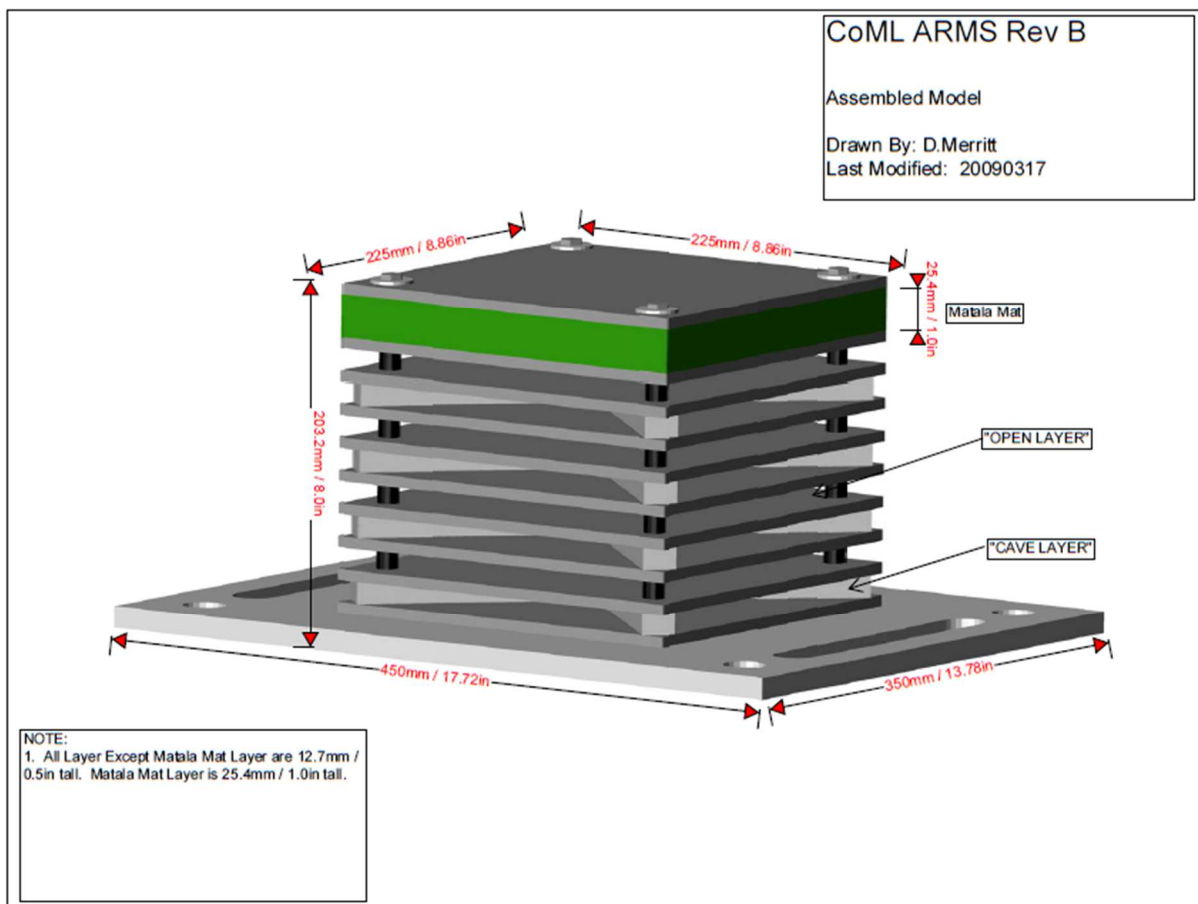


Abb.2.8-1: Schematische Darstellung des Aufbaus einer Autonomen Riff-Monitoring Struktur (Zeichnung D. Merritt)

3. Ergebnisse

3.1 Riff Nienhagen

3.1.1 Aktivitäten 2016-18

Die Kontrollen und Probenahmen fanden wie geplant in vierteljährlichen Abständen statt (Tab. 3.1-1).

Tab.3.1-1: Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Riffstandort Nienhagen

09.06.16	Reinigung Auslagerungsgestell, Einbau von neuen Besiedlungsplatten, Entnahme von Kratzproben, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos, Videoschnitt
27.09.16	1. Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos,
15.12.16	2. Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme Kratzproben, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos, Videoschnitt
27.03.17	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden
22.06.17	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben
21.09.17	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
19.12.17	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
17.04.18	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
04.07.18	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
18.09.18	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt

3.1.2 Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten Strukturen/Platten

Die Langzeitplatten wurden am 09.06.16 eingebaut. Die Besiedlungsfolge auf den im Juni neu ausgebrachten Platten lässt sich anhand der ersten Kontrolltermine im September und Dezember wie folgt charakterisieren:

3 Monate nach Erstauslagerung waren die Platten außerordentlich dicht (25.866 Ind./m²) mit Neuansatz von Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) bewachsen. Zwischen den Schalen der überwiegend nur 1-3 mm kleinen Muscheln hatten sich Schlickröhren ausbildende Arten, dazu gehören

der Polychaet *Polydora ciliata* und der Schlickkrebs *Corophium insidiosum*, angesiedelt. Seepocken (*Amphibalanus improvisus*) waren zunächst mit 162 Ind./m² vorhanden, ein sehr viel stärkerer Larvenfall erfolgte dann im Spätherbst, denn auf den Dezemberplatten lagen die Abundanzen bereits bei über 10.000 Ind./m². Auffallend war im September auch das hohe Aufkommen der Polypengeneration der Ohrenqualle *Aurelia aurita*. Die Abundanz der im Mittel etwa 2-3 mm großen Polypen wurde auf 2.398 Ind./m² geschätzt. Einzige Alge war zu diesem Zeitpunkt die Rotalge *Aglothamnion hookeri*, die allerdings nur einen Bedeckungsgrad von weniger als 5 % erreichte.

6 Monate nach Erstauslagerung stieg die Artenanzahl der Rotalgen auf 4. Neu hinzu kamen *Callithamnion roseum*, *Delesseria sanguinea* und *Polysiphonia nigrescens*. Die Bedeckungsgrade der einzelnen Arten lagen allerdings nach wie vor durchgehend unter 5 %. Die Anzahl der Miesmuscheln ging zurück, gleichzeitig stieg die Anzahl der Seepocken deutlich (siehe oben). Eine neue Komponente stellte die mit einem Deckungsgrad von 5-25 % ausgeprägte Besiedlung mit dem Hydroidpolyp *Hartlaubella gelatinosa* dar. Begleitend, sich von den Hydroidköpfen ernährend, wurde die gehäuselose Fadenschnecke *Facelina bostoniensis* mit einer Abundanz von 115 Ind./m² gefunden. Von Anfang an vorhanden und die Besiedlungsdichte der Muscheln und Seepocken durch Fraß beeinflussend, waren vom Gewässergrund aufwandernde Seesterne. Ihre Abundanz lag an beiden Kontrollterminen 2016 bei 23 Ind./m².

Während der Monate 7 bis 18 (Januar bis Dezember 2017) war die Situation durch eine zwischenzeitlich starke Präsenz von Seepocken im März und Juni auf den Platten gekennzeichnet, die im Herbst und Winter aber aufgrund des zunehmenden Fraßdrucks von Seesternen wieder geringer wurde. Ähnlich stark wurden auch die 2016 noch dicht vorhandenen Miesmuscheln von den Seesternen dezimiert. Die Artenanzahl der Evertebraten lag Ende 2017 mit 16 höher als an den anderen beprobten Standorten, was sicher mit den guten Besiedlungsmöglichkeiten aus der „Riffumgebung“ zusammenhängt. Ähnlich ist auch die schnelle Besiedlung mit Makroalgen – im September 2017 wurden 9 Arten auf den Platten gefunden (Tab. I Anhang) – zu erklären.

Im 3. Auslagerungsjahr gab es bei den Algen keine „Neuzugänge“, die Artenliste der Evertebraten erweiterte sich um das sekundär auf Miesmuscheln wachsende Moostierchen *Einhornia crustulenta*, die Strandkrabbe *Carcinus maenas* und die als adulte Tiere Sandböden bewohnenden Arten *Mya arenaria* und *Scoloplos arminger*.

3.1.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den im Riff bereits vorhandenen Strukturen

Im 3. Auslagerungsjahr kam es auf den Auslagerungsplatten zu einer starken Miesmuschelentwicklung, die mit einer Biomasse von 2,27 kg TM/m² im Juli 2018 ihren Höhepunkt erreichte. Zeitgleich lag die Abundanz der Seesterne bei 143 Ind./m², was bis September 2018 zu einer Halbierung der Biomassewerte bei den Muscheln führte (18.09.18, *Mytilus* - 2,11 kg/m²).

Die Grafik in Abb.3.1-1 verdeutlicht die Biomasseentwicklung auf den Auslagerungsplatten im Zeitraum von 28 Monaten. Im September 2018 lag die Gesamtbiomasse bei 1.379,6 kg/m² und setzte sich zu 88 % aus Miesmuschel, 10 % Seepocken (*Amphibalanus improvisus*), Seesternen

(*Asterias rubens*) und Rotalgen mit jeweils nur ca. 1 % zusammen (Abb.3.1-2). Alle anderen Arten ergaben zusammengerechnet weniger als 1 % Gewichtsanteil an der Gesamtbiomasse.

Am Auslagerungsende waren mit *Polysiphonia nigrescens*, *P. violacea* und *Callithamnion roseum* 3 Rotalgen auf den Langzeitplatten, die Anzahl der gefundenen Evertebratentaxa lag im September 2018 bei 12.

Im Gesamtzeitraum wurden auf den Platten 14 Algenarten und 30 Evertebratenarten gefunden. Alle Einzeldaten sind in Tab.I (Anhang) zusammengestellt, die als digitaler Anhang mit übergeben wird.

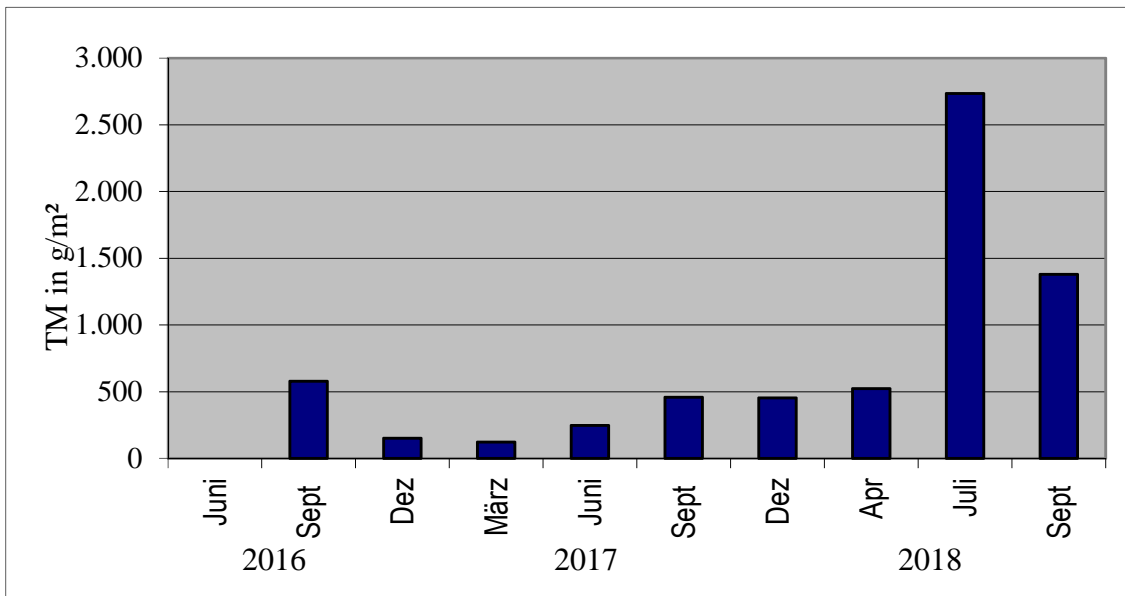


Abb.3.1-1: Entwicklung der Gesamtbiomasse auf den Auslagerungsplatten

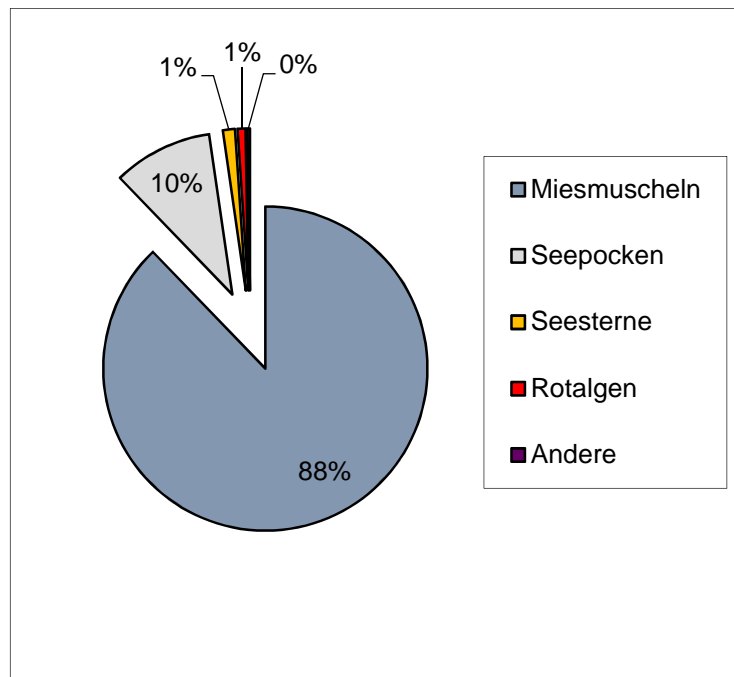


Abb.3.1-2: Prozentuale Anteile der wichtigsten Arten auf den im September 2018 entnommenen Auslagerungsplatten in Bezug auf die Biomasse (Trockenmasse)

3.1.4 Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung

Die natürliche Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung wird am besten durch die Bewuchssituation auf schon lange im Gebiet vorhandenen Natursteinen widergespiegelt. Die für den aktuellen Beobachtungszeitraum zusammengestellte Liste (Anhang Tab. II) enthält 17 Algen- und 26 Evertebratenarten.

Neben Einzelsteinen gibt es in der Umgebung des Riffs auch Sandflächen mit geringem Steinanteil. Die Auswertung der auf diesen Flächen aufgenommenen Rahmen-Fotos ergab, dass im Untersuchungszeitraum hochgerechnet 24 Seesterne pro m² vorkamen. Der Sandpierzurm *Arenicola marina*, der an den im Bild deutlich sichtbaren Kothaufen erkennbar/zählbar ist, wurde anhand der Fotos nur für September und Dezember 2017 nachgewiesen. Die Abundanz lag im Gesamtzeitraum im Mittel bei 0,8 Ind./m² (Tab.3.1-2).

Tab.3.1-2: Ergebnisse der Auswertung der Rahmenfotos – Sand am Riff Nienhagen 2016-18
Arenicola marina (Sandpierzurm), *Asterias rubens* (Seesterne)

	Foto	Arenicola			MW	Ind/m ²	Foto	Asterias			MW	Ind/m ²
		1	2	3				1	2	3		
2016	Juni	0	0	0	0,00	0,0	Juni	6	16	5	9,00	37,5
	Sept.	0	0	0	0,00	0,0	Sept.	7	5	4	5,33	22,2
	Dez.	0	0	0	0,00	0,0	Dez.	1	8	7	5,33	22,2
2017	März	0	0	0	0,00	0,0	März	0	1	3	1,33	5,6
	Juni	0	0	0	0,00	0,0	Juni	8	8	6	7,33	30,6
	Sept.	1	0	0	0,33	1,4	Sept.	1	3	8	4,00	16,7
	Dez.	1	1	0	0,67	2,8	Dez.	2	2	3	2,33	9,7
2018	Apr	0	0	0	0,00	0,0	Apr	6	3	0	3,00	12,5
	Juli	0	1	0	0,33	1,4	Juli	22	20	21	21,00	87,5
	Sept.	0	0	0	0,00	0,0	Sept.	0	3	1	1,33	5,6
	MW					0,8	MW					24,0

3.1.5 Fortführung Monitoring für bestehende Referenzflächen

Zur Charakterisierung der aktuellen Entwicklung auf den 2003 aufgebauten künstlichen Riffstrukturen wurde vereinbarungsgemäß das bestehende Monitoringprogramm im Gesamtriff in leicht reduzierter Form fortgesetzt. An 8 der ursprünglich 12 typischen Referenzstationen wurden hierzu in vierteljährlichen Abständen Fotos gemacht und in halbjährlichen Abständen Kratzproben entnommen. Tab.3.1-3 – 3.1-5 enthalten jährliche Aufstellungen der aus den Fotos abgeleiteten prozentualen Bedeckungsgrade für die wichtigsten Aufwuchs bildenden Gruppen. Die dazugehörigen Fotos befinden sich im Anhang (Fototabelle I).

Tab.3.1-3: Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Nienhagen im **Jahr 2016**

Nr.	Beprobungsfläche	Juni						September					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.
1	Betonring unten	75-90	50-75	100	0-5	40	0-5	0-5	75-90	50-75	0-5	160	5-25
2	Betonring oben	25-50	25-50	100	0-5	160	5-25	0-5	5-25	90-100	5-25	200	5-25
3	Kegelstumpf unten	50-75	50-75	50-75	0-5	140	0-5	0-5	50-75	5-25	0-5	60	0-5
4	Kegelstumpf oben	100	5-25	50-75	0-5	100	0-5	25-50	50-75	5-25	0-5	300	0-5
5	großer Tetrapode unten	25-50	25-50	100	0-5	100	0	5-25	25-50	0-5	0-5	280	0-5
6	großer Tetrapode oben	25-50	25-50	90-100	0-5	480	0-5	0-5	5-25	100	0-5	500	50-75
7	kleiner Tetrapode unten	50-75	25-50	50-75	0-5	180	0-5	0-5	50-75	5-25	0-5	40	25-50
8	kleiner Tetrapode oben	5-25	25-50	100	0-5	140	0-5	0-5	5-25	100	0-5	680	5-25

Nr.	Beprobungsfläche	Dezember					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.
1	Betonring unten	0-5	50-75	0-5	0-5	100	0-5
2	Betonring oben	0-5	5-25	100	5-25	80	5-25
3	Kegelstumpf unten	50-75	25-50	5-25	0-5	280	0-5
4	Kegelstumpf oben	50-75	25-50	5-25	0-5	820	0-5
5	großer Tetrapode unten	0-5	25-50	5-25	0-5	600	5-25
6	großer Tetrapode oben	0-5	25-50	90-100	0-5	80	25-50
7	kleiner Tetrapode unten	0-5	50-75	5-25	0-5	360	0-5
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	25-50	75-100	25-50	80	0-5

Tab.3.1-4: Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Nienhagen im **Jahr 2017**

Nr.	Beprobungsfläche	März						Juni					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.
1	Betonring unten	0-5	50-75	0-5	0-5	40	0-5	25-50	100	0-5	0-5	0	5-25
2	Betonring oben	5-25	50-75	5-25	0-5	140	5-25	5-25	100	5-25	5-25	40	0-5
3	Kegelstumpf unten	5-25	50-75	0-5	0-5	60	0-5	5-25	100	0-5	0-5	20	0-5
4	Kegelstumpf oben	50-75	75-90	0-5	0-5	200	5-25	90-100	100	0-5	0-5	60	0-5
5	großer Tetrapode unten	5-25	90-100	0-5	0-5	300	5-25	25-50	100	0-5	0-5	220	0-5
6	großer Tetrapode oben	0-5	100	50-75	0-5	260	50-75	50-75	100	50-75	0-5	560	25-50
7	kleiner Tetrapode unten	5-25	100	0-5	0-5	200	50-75	25-50	50-75	0-5	0-5	120	5-25
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	25-50	100	5-25	80	50-75	0-5	50-75	100	5-25	300	50-75

Nr.	Beprobungsfläche	September						Dezember					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.
1	Betonring unten	0-5	100	25-50	0-5	0	0-5	0-5	100	50-75	0-5	0	0-5
2	Betonring oben	5-25	100	75-90	5-25	100	0-5	0-5	50-75	100	25-50	20	0-5
3	Kegelstumpf unten	90-100	100	90-100	0-5	20	0-5	25-50	100	90-100	0-5	320	0-5
4	Kegelstumpf oben	100	90-100	0-5	0-5	100	0-5		100	0-5	0-5	120	5-25
5	großer Tetrapode unten	0-5	90-100	0-5	0-5	460	0-5	0-5	90-100	0-5	0-5	580	0-5
6	großer Tetrapode oben	5-25	50-75	100	0-5	360	25-50	5-25	100	75-90	5-25	220	50-75
7	kleiner Tetrapode unten	5-25	100	100	0-5	20	0-5	25-50	100	75-90	0-5	220	5-25
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	25-50	75-90	50-75	980	5-25	0-5	50-75	75-90	0-5	240	5-25

Tab.3.1-5: Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Nienhagen im **Jahr 2018**

Nr.	Beprobungsfläche	April						Juli					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.
1	Betonring unten	0-5	100	0-5	0-5	0	5-25	25-50	100	0-5	0-5	100	0-5
2	Betonring oben	5-25	75-90	25-50	0-5	0	5-25	5-25	100	100	5-25	140	0-5
3	Kegelstumpf unten	75-90	75-90	0-5	5-25	40	0-5	75-90	100	0-5	0-5	200	0-5
4	Kegelstumpf oben	100	75-90	0-5	0-5	80	5-25	90-100	100	5-25	0-5	320	0-5
5	großer Tetrapode unten	5-25	100	0-5	0-5	100	5-25	25-50	100	0-5	0-5	280	0-5
6	großer Tetrapode oben	0-5	100	90-100	0-5	20	90-100	50-75	100	90-100	0-5	580	0-5
7	kleiner Tetrapode unten	25-50	100	5-25	0-5	0	90-100	75-90	50-75	0-5	0-5	120	5-25
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	50-75	100	0-5	0	7-905	0-5	50-75	100	5-25	860	50-75

Nr.	Beprobungsfläche	September					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m ²	% Bedeck.
1	Betonring unten	5-25	100	0-50	0-5	20	0-5
2	Betonring oben	5-25	100	75-90	25-50	780	0-5
3	Kegelstumpf unten	90-100	100	0-5	0-5	200	0-5
4	Kegelstumpf oben	90-100	90-100	0-5	0-5	560	0-5
5	großer Tetrapode unten	0-5	50-75	0-5	5-25	1.320	0-5
6	großer Tetrapode oben	5-25	50-75	100	75-90	1.500	25-50
7	kleiner Tetrapode unten	5-25	50-75	0-5	5-25	60	0-5
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	25-50	100	50-75	1.100	5-25

In den Kratzproben sind im gesamten Untersuchungszeitraum 17 Makroalgen-Arten und 43 Evertebraten-Arten gefunden worden.

Bei den Makroalgen handelte es sich mit einer Ausnahme der Grünalge *Bryopsis hypnoides* und der Braunalge *Desmarestia viridis* ausschließlich um Rotalgen. Bei den Evertebraten waren wie in den Vorjahren die artenstärksten Gruppen die Crustaceen mit jeweils 11 Arten, gefolgt von den Mollusken mit 8 und den Polychaeten mit 7 Arten (Tab.3.1-6).

Tab.3.1-6: Bei der Auswertung der Kratzproben von Riff-Strukturelementen im Untersuchungszeitraum gefundene Artenzahlen (Foto-Stationen 1-8)

Taxonomische Gruppen	Artenzahl
Grünalgen	1
Braunalgen	1
Rotalgen	15
Makroalgen	17
Porifera	1
Cnidaria	3
Nematoda	1
Plathelminthes	1
Nemertini	2
Mollusca	8
Polychaeta	7
Oligochaeta	1
Pantopoda	1
Crustacea	11
Bryozoa	5
Insecta	1
Echinodermata	1
Evertebraten	43

Die Biomassezusammensetzung wurde wie bisher im Wesentlichen durch Miesmuscheln geprägt. Die aus den Kratzproben errechneten Biomassewerte spiegeln diese Situation eindrucksvoll wider. Eine Zusammenstellung aller Einzelwerte findet sich in Tab.III im digitalen Anhang.

An den oberen Rändern der Strukturelemente gelegenen Probenahmestationen 2, 6 und 8 haben sich in Laufe der Jahre mehr oder weniger flächendeckend Bestände aus bis zu 8 cm langen Miesmuscheln etabliert. Die Gesamtbiomassewerte lagen dort im September 2018 zwischen 2,2 und 10,4 kg TM/m², wohingegen die Biomassewerte auf den dichter am Boden liegenden Probeflächen 1, 3, 4, 5 und 7 in der Regel unter 100 g TM/m² lagen (Abb. 3.1-3) – ein

Phänomen, dass bereits aus den Vorjahren bekannt ist und entsprechend in den Berichten der Vorjahre diskutiert wurde.

In diesem Zusammenhang sei auch auf das inzwischen wieder häufigere Vorkommen von Seesterne verwiesen. Die aus den Fotos abgeleiteten Abundanzwerte der Seesterne lagen im Untersuchungszeitraum je nach Fläche zwischen 0 Ind./m² und 1.500 Ind./m² (Fläche 6, September 2018). Die Einzelwerte können den Tab.3.1-3 bis 3.1-5 entnommen werden.

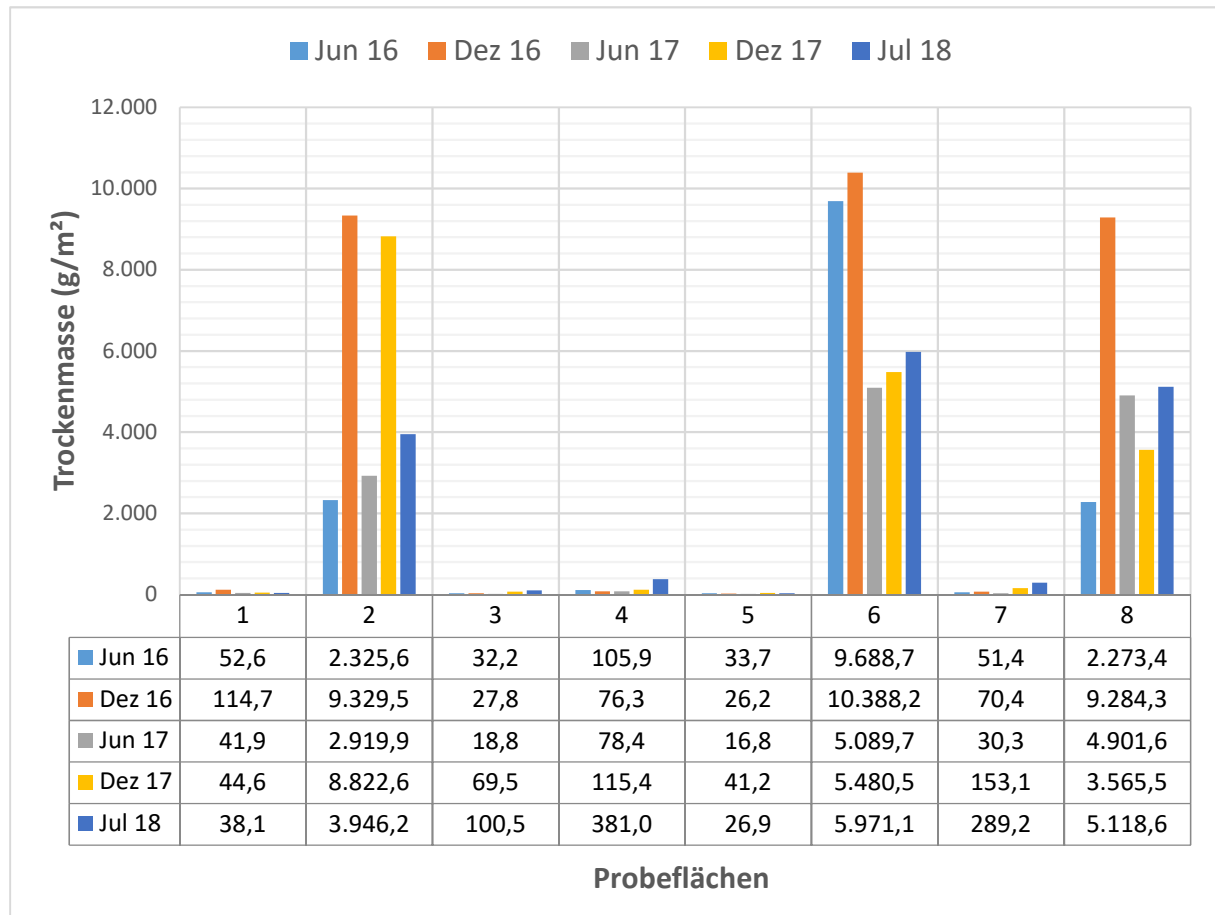


Abb.3.1-3: Aus den Kratzproben hochgerechnete Gesamtbiomassewerte im Riff Nienhagen (Trockenmasse in g/m²)

Die aus den Kratzproben der 8 Probeflächen, die einen repräsentativen Querschnitt der vorhandenen Riffstrukturen wiedergeben, berechneten Biomassemittelwerte sind in Tab.3.1-7 zusammenfassend dargestellt. Die Ergebnisse wurden nachfolgend auch auf die gesamte, durch den Einbau der Strukturen neu geschaffene Oberfläche von ca. 18.000 m² hochgerechnet. Demnach ist davon auszugehen, dass aktuell (Juli 2018) ca. 112 t Frischmasse (FM) bzw. 32 t Trockenmasse (TM) bzw. 6 t Aschefreie Trockenmasse (AfTM) in Form von Bewuchs auf den Strukturen leben.

Tab.3.1-7: Gesamtbiomasseentwicklung im Riff Nienhagen, abgeleitet aus Kratzprobenentnahmen jeweils im Sommer und Winter

Bezug: 1 m²				
MW aus je 8 Teilflächen (Kratzproben 225 cm ²)				
	Mittelwerte	Feuchtmasse (FM g/m ²)	Trockenmasse (TM g/m ²)	Aschefr. Trockenmasse (AfTM g/m ²)
	Juni 2016	5.910,3	1.820,4	324,9
	Dez 2016	10.580,6	3.664,7	760,7
	Juni 2017	5.386,1	1.637,2	224,7
	Dez 2017	6.245,7	2.286,6	432,3
	Juli 2018	6.213,8	1.984,0	338,5
Bezug auf gesamte Riffoberfläche (18.000 m²) in t				
	Mittelwerte	Feuchtmasse (FM t)	Trockenmasse (TM t)	Aschefr. Trockenmasse (AfTM t)
	Juni 2016	106,4	32,8	5,8
	Dez 2016	190,5	66,0	13,7
	Juni 2017	96,9	29,5	4,0
	Dez 2017	112,4	41,2	7,8
	Juli 2018	111,8	35,7	6,1

3.2 Riff Rosenort

3.2.1 Aktivitäten 2016-18

Tab.3.2-1 enthält eine Auflistung der dem Jahr zuzuordnenden Aktivitäten am Standort Rosenort.

Tab.3.2-1: Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Riffstandort Rosenort 2016-18

15.06.16	Reinigung Auslagerungsgestell, Einbau von neuen Besiedlungsplatten, Entnahme von Kratzproben, Entnahme bewachsener Naturstein, Fotos, Videoschnitt
18.10.16	1. Entnahme Besiedlungsplatten, Fotos, Videoschnitt
17.01.17	Entnahme Besiedlungsplatten und Kratzproben, Stechrohrproben Benthos/Sand, Fotos, Videoschnitt
04.04.17	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
06.07.17	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme von Kratzproben, Videoschnitt
22.09.17	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
10.01.18	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme von Kratzproben, Videoschnitt
18.04.18	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
17.07.18	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme von Kratzproben, Videoschnitt
06.09.18	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt

3.2.2 Besiedlungsfolge

Nach einer sehr schnellen Besiedlung der neu ausgelagerten Platten im Jahr 2016, blieb die Situation 2017 relativ lange stabil erhalten. Das sich schon im Winter 2016 abzeichnende Überwachsen der primär angesiedelten Seepocken durch Miesmuscheln hat sich im Laufe des Jahres verstärkt.

Während die Miesmuscheln auf den Strukturen wie schon in den Vorjahren gelegentlich auch im Winter 2016/17 nahezu vollständig von Tauchenten abgefressen wurden, blieben die im Gestell ausgelagerten Platten unberührt und die Miesmuscheln konnten sich im 2. Jahr der Auslagerung zügig weiterentwickeln. Der aus 2 Platten gemittelte Gesamtbiomassewerte nahm von Januar 2017 bis Januar 2018 von 2.367 g/m² TS auf 3.161 g/m² TS zu. Die ursprünglich vorhandenen Seepocken sind unter den Muscheln weitgehend abgestorben und treten inzwischen

eher als Sekundärbewuchs auf den Muschelschalen auf. Rotalgen (*Ceramium diaphanum*, *Ceramium deslongchampsii* und *Aglothamniun hookeri*) waren im Juli und September auf den Platten zu finden, fehlten dann aber im Winter bereits wieder. Die vagile Begleitfauna hatte bis zum Sommer 2017 das für die Riffumgebung typische Artenspektrum - gekennzeichnet durch hohe Abundanzwerte (2.000 – 4.000 Ind./m²) von *Gammarus salinus* – erreicht und blieb auch so bis in den Winter erhalten. Im Winter/Frühjahr wiederholte sich die Abfolge. Beim ersten Tauchgang Mitte April war das Riff erneut „leergefressen“. Nahezu alle erreichbaren Miesmuscheln waren den Tauchenten zum Opfer gefallen. Die ausgelagerten Betonplatten blieben wieder verschont. Auf den Betonelementen begann die Sukzession erneut mit der verstärkten Ansiedlung von Seepocken, die im Laufe der Zeit von den konkurrenzstärkeren Miesmuscheln überwachsen wurden.

3.2.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu aufgebrachten Strukturen/Platten

Im September 2018 bestand die Gesamtbiomasse des Aufwuchses (TM) auf den ausgebrachten Betonplatten zu 99,3 % aus Miesmuscheln. Im Lückensystem kamen zahlreiche Kleinkrebsarten – insbesondere *Melita palmata* (1.143 Ind./m²!), *Gammarus salinus* und *Microdeutopus gryllothalpa* – vor. Seepocken siedeln inzwischen auch sekundär auf Miesmuscheln. Algen wurden durch den flächendeckenden Bewuchs mit Miesmuscheln stark behindert bzw. völlig zurückgedrängt. 6 der bei der letzten Plattenentnahme insgesamt 10 Wirbellosen-Arten waren Krebstiere. Am Auslagerungsende waren 1 Braunalgenart (*Ectocarpus siliculosus*) und 3 Rotalgenarten (*Aglothamniun hookeri*, *Ceramium diaphanum* und *C. rubrum*) vorhanden, die Bedeckung war mit jeweils 0-5 % aber nur sehr gering. Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum auf den Platten 7 Algen- und 23 Evertebraten-Arten nachgewiesen.

3.2.4 Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung

In der unmittelbaren Umgebung der künstlichen Strukturen überwiegt aufgrund der Tatsache, dass es sich um eine ehemalige Verklappungsstelle handelt, Feinsand. In den Sandproben (alle Einzelergebnisse in Tab.V im digitalen Anhang) lag die Gesamtartenzahl bei 15, darunter 11 Polychaetenarten, 5 Mollusken-, 3 Crustaceen- und 1 Oligochaetenart.

Polychaeten waren nicht nur in Bezug auf die Artenanzahl sondern auch in Bezug auf die Individuenzahlen die am stärksten vertretene Gruppe. Durchgehend häufig waren *Paraonis fulgens* (Max. 1.129 Ind./m², 06.07.17) und *Pygospio elegans* (Max. 2.452 Ind./m², 06.09.18). Neu, da bisher an diesem Standort nicht gefunden, war der Polychaet *Aricida minuta* (Determination Dr. A. Bick, Univ. Rostock), wobei die Art insgesamt an der heimischen Ostseeküste durchaus nicht als selten einzustufen ist.

In Bezug auf die Biomassewerte waren die Mollusken von größerer Bedeutung. Typisch für diesen Standort war die Herzmuschel *Cerastoderms edule* (Max. 178 gTM/m², 06.07.17) und zeitweise auch die kleine Schnecke *Peringia ulvae* (Max. 4,28 gTM/m², 06.09.18). Die Einzelergebnisse können der Anhangstabelle Tab.V entnommen werden.

Die Auswertung der Fotos (Fotorahmen 40 cm x 60 cm, vgl. Tab. 3.2-2) ergab für den Sandpierzurm *Arenicola marina* einen mittleren Abundanzwert von 8,9 Ind./m², Seesterne kamen nicht vor, was auch den Ergebnissen der Videoschnittaufnahmen entspricht. Seesterne wurden dort - auch auf den Riffstrukturen – aufgrund des relativ geringen Salzgehaltes nur sehr selten beobachtet.

Tab.3.2-2: Ergebnisse der Auswertung der Rahmenfotos – Sand am Riff Rosenort 2016-18

	Foto	Arenicola			MW	Ind/m ²	Foto	Asterias			MW	Ind/m ²
		1	2	3				1	2	3		
2016	Juni	4	2	3	3,00	12,5	Juni	0	0	0	0,00	0,0
	Okt.	0	1	1	0,67	2,8	Okt.	0	0	0	0,00	0,0
2017	Jan.	1	4	3	2,67	11,1	Jan.	0	0	0	0,00	0,0
	Apr.	4	3	4	3,67	15,3	Apr.	0	0	0	0,00	0,0
	Juli	1	2	4	2,33	9,7	Juli	0	0	0	0,00	0,0
	Okt.	1	0	0	0,33	1,4	Okt.	0	0	0	0,00	0,0
2018	Jan.	2	2	3	2,33	9,7	Jan.	0	0	0	0,00	0,0
	Apr.	0	2	2	1,33	5,6	Apr.	0	0	0	0,00	0,0
	Juli	5	2	3	3,33	13,9	Jul.	0	0	0	0,00	0,0
	Sept	1	2	2	1,67	6,9	Sept	0	0	0	0,00	0,0
	MW					8,9	MW					0,0

3.2.5 Fortführung Monitoring für bestehende Referenzflächen

Zur Charakterisierung der aktuellen Entwicklung auf den 2009 aufgebauten künstlichen Riffstrukturen wurde das bisherige Monitoringprogramm fortgesetzt. An den 8 markierten Referenzstationen sind hierzu in vierteljährlichen Abständen Fotos definierter Flächengröße (20 x 25 cm) gemacht und in halbjährlichem Abstand Kratzproben (15 cm x 15 cm) entnommen worden. Die Tabellen 3.2-3 bis 3.2-5 enthalten eine Aufstellung der aus den Fotos abgeleiteten prozentualen Bedeckungsgrade für die wichtigsten bewuchsbildenden Gruppen. Die dazugehörigen Fotos befinden sich im Anhang (Fototabelle. II).

Auf den Fotos zu erkennen sind starke Wechsel in der Abundanz der Miesmuscheln. Im Beobachtungszeitraum wurden die Muscheln jeweils im Frühjahr durch Tauchente nahezu vollständig abgefressen. Die Bedeckungsgrade gingen von 100 % auf nahezu 0 zurück, der Bestand erholten sich durch Neuansiedlung aber im Folgejahr auch schnell. Die Miesmuschel war an diesem Standort auf Hartboden als lebensraumbildende Art anzusehen. Genauere Angaben zur Artenzusammensetzung und zur sich ausbildenden Biomasse lassen sich aus den Ergebnissen der Kratzproben ableiten.

Tab.3.2-3: Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Rosenort im **Jahr 2016**

Nr.	Beprobungsfläche	Juni					September				
		Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	0-5	0-5	50-75	0-5	0-5	0	0-5	100	0-5	0-5
2	kleiner Tetrapode oben	100	0-5	25-50	0-5	0-5	0	0-5	100	0-5	0-5
3	Kegelstumpf unten	0-5	0-5	75-90	5-25	0-5	0	0-5	100	0-5	0-5
4	Kegelstumpf oben	0-5	0-5	5-25	0-5	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
5	großer Tetrapode unten	25-50	0-5	50-75	5-25	0-5	0	0-5	100	0-5	0-5
6	großer Tetrapode oben	5-15	0-5	50-75	0-5	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
7	Steinschüttung unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
8	Steinschüttung oben	90-100	0-5	25-50	0-5	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5

Nr.	Beprobungsfläche	Januar				
		Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
1	kleiner Tetrapode unten	0-5	0-5	50-75	5-25	0-5
2	kleiner Tetrapode oben	0-5	0-5	25-50	5-25	5-25
3	Kegelstumpf unten	0-5	0-5	50-75	5-25	5-25
4	Kegelstumpf oben	0	0-5	75-90	0-5	5-25
5	großer Tetrapode unten	0	0-5	5-25	0-5	5-25
6	großer Tetrapode oben	0	0-5	25-50	5-25	75-90
7	Steinschüttung unten	0-5	0-5	50-75	5-25	25-50
8	Steinschüttung oben	0-5	0-5	75-90	5-25	0-5

Tab.3.2-4: Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Nienhagen im **Jahr 2017**

Nr.	Beprobungsfläche	April					Juli				
		Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	25-50	0-5	75-90	5-25	0-5	5-25	0-5	100	0-5	0-5
2	kleiner Tetrapode oben	25-50	0-5	100	5-25	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
3	Kegelstumpf unten	50-75	0-5	75-90	5-25	5-25	0-5	0-5	100	0-5	0-5
4	Kegelstumpf oben	50-75	0-5	100	25-50	5-25	5-25	5-25	100	0-5	0-5
5	großer Tetrapode unten	50-75	0-5	50-75	0-5	25-50	50-75	5-25	100	0-5	0-5
6	großer Tetrapode oben	75-90	0-5	5-25	75-90	50-75	5-25	0-5	100	0-5	0-5
7	Steinschüttung unten	50-75	0-5	75-90	5-25	25-50	25-50	5-25	100	0-5	0-5
8	Steinschüttung oben	50-75	0-5	75-90	25-50	5-25	25-50	5-25	100	0-5	0-5

Nr.	Beprobungsfläche	September				
		Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5
2	kleiner Tetrapode oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5
3	Kegelstumpf unten	0-5	0-5	75-90	5-25	0-5
4	Kegelstumpf oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5
5	großer Tetrapode unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5
6	großer Tetrapode oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5
7	Steinschüttung unten	5-25	0-5	90-100	0-5	0-5
8	Steinschüttung oben	5-25	0-5	100	0-5	0-5

Tab.3.2-5: Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Rosenort im **Jahr 2018**

Nr.	Beprobungsfläche	Januar					April				
		Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5	5-25	0-5	5-25	0-5	0-5
2	kleiner Tetrapode oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5	25-50	0-5	5-25	25-50	5-25
3	Kegelstumpf unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	50-75	5-25	5-25
4	Kegelstumpf oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5	5-25	0-5	50-75	25-50	5-25
5	großer Tetrapode unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5	5-25	0-5	0-5	5-25	25-50
6	großer Tetrapode oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5	75-90	0-5	5-25	5-25	50-75
7	Steinschüttung unten	0-5	0-5	100	5-25	0-5	50-75	0-5	25-50	5-25	25-50
8	Steinschüttung oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5	50-75	0-5	0-5	0-5	25-50

Nr.	Beprobungsfläche	Juli					September				
		Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	0-5	0-5	100	5-25	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
2	kleiner Tetrapode oben	0-5	0-5	90-100	5-25	0-5	5-25	0-5	100	0-5	0-5
3	Kegelstumpf unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5	5-25	0-5	100	0-5	0-5
4	Kegelstumpf oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
5	großer Tetrapode unten	5-25	0-5	90-100	5-25	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
6	großer Tetrapode oben	5-25	0-5	90-100	5-25	0-5	5-25	0-5	100	0-5	0-5
7	Steinschüttung unten	5-25	0-5	50-75	0-5	0-5	25-50	0-5	100	5-25	0-5
8	Steinschüttung oben	5-25	5-25	50-75	0-5	0-5	5-25	0-5	100	0-5	0-5

In den Kratzproben wurden im Untersuchungszeitraum insgesamt 32 Evertebraten-Arten und 12 Großalgen-Arten gefunden, wobei es sich dabei – von 2 Braunalgen abgesehen – ganz überwiegend um Rotalgen handelte. Am Standort dominierten *Ceramium diaphanum* und die beiden Polysiphonia-Arten *P. nigrescens* und *P. fucooides*.

Bei den Wirbellosen waren die Kleinkrebse mit 11 Arten die artenreichste Gruppe, gefolgt von Mollusken (Schnecken und Muscheln) mit 7 Arten und Polychaeten (5 Arten). Hervorhebenswert sind die zeitweise sehr hohen Abundanzwerte des Flohkrebse *Gammarus salinus*. Im Maximum (17.07.18, Fläche 6, wurden hochgerechnet 17.378 Ind./m² gefunden. Die Biomasse der Kleinkrebse lag zu diesem Zeitpunkt bei 106,5 g TM/m²).

Die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Arten kann den Tab.VI/Anhang entnommen werden. Tab. 3.2-6 (im Text) enthält eine Übersicht zur Verteilung der Arten auf die vorkommenden taxonomischen Gruppen.

Tab.3.2-6: Bei der Auswertung der Kratzproben vom Riff Rosenort gefundene Artenzahlen (Strukturelemente der Foto-Stationen 1-8)

Taxonomische Gruppen	Artenanzahl
Braunalgen	2
Rotalgen	10
Makroalgen	12
Porifera	1
Cnidaria	1
Plathelminthes	2
Nemertini	2
Mollusca	7
Polychaeta	5
Crustacea	11
Bryozoa	2
Insecta	1
Evertebraten	32

Der Vergleich der Gesamtbiomassewerte auf den verschiedenen Riffelementen (Fläche 1 bis 8) verdeutlicht die in diesem Riff relativ geringen Unterschiede in der Besiedlungsintensität zwischen den Strukturarten, lässt dagegen andererseits starke Schwankungen in der Zeit erkennen (Abb.3.2.-7). Die höchsten Biomassewerte wurden mit Ausnahme der Station 7 (Natursteinschüttung, untere Lage) im Januar 2018 erreicht. An 3 von 8 Stationen lagen die Trockenmassewerte bei, bzw. über 5.000 g/m². Der Anteil der Miesmuscheln am Gesamtgewicht (Trockenmasse) lag zu diesem Zeitpunkt im Mittel aller Stationen bei 97,8 %, im Maximum bei 99,4 % (Station 3, Riffkegel unten). Abb.3.2-8 zeigt beispielhaft ein Foto der Natursteinoberfläche (Fläche 8) im Januar 2018.

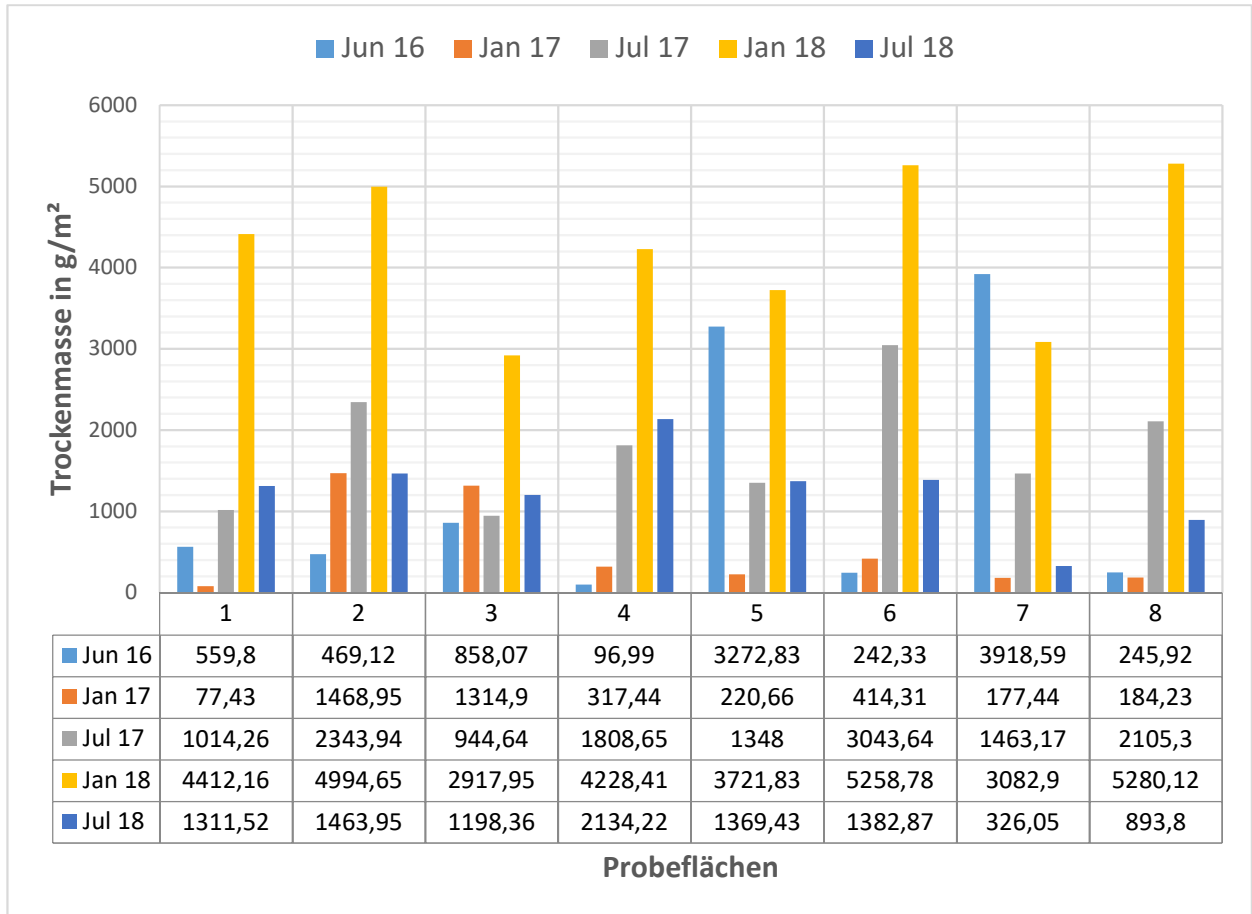


Abb.3.2-7: Aus den Kratzproben hochgerechnete Gesamtbiomassewerte (Trockenmasse in g/m²) im Untersuchungszeitraum am Riff Rosenort



Abb.3.2-8: Dicht mit Miesmuscheln bewachsene Natursteinoberfläche (Fläche 8) im Januar 2018.

Die aus den Kratzproben der 8 Probeflächen, die einen repräsentativen Querschnitt der vorhandenen Riffstrukturen wiedergeben, berechneten Biomassemittelwerte sind in Tab.3.1-7 zusammenfassend dargestellt. Die Ergebnisse wurden nachfolgend auch auf die gesamte, durch den Einbau der Strukturen am Standort Rosenort zusätzlich geschaffene Hartbodenoberfläche von ca. 1.500 m² hochgerechnet. Für die 5 Kontrolltermine errechnen sich für den Bewuchs/Aufwuchs, der auf diesen Oberflächen lebt, Frischmassewerte zwischen 1,4 t und 13,7 t, bzw. 0,5 t und 4,2 t Trockenmasse.

Tab.3.2-7: Gesamtbiomasseentwicklung im Riff Rosenort, abgeleitet aus Kratzprobenentnahmen jeweils im Sommer und Winter

Bezug: 1 m²				
	MW aus je 8 Teilflächen (Kratzproben 225 cm ²)			
	Mittelwerte	Feuchtmasse	Trockenmasse	Aschefr. Trockenmasse
		(FM g/m ²)	(TM g/m ²)	(AfTM g/m ²)
	Juni 2016	4.175,6	1.207,9	219,6
	Jan 2017	1.401,9	521,9	97,6
	Juli 2017	5.172,8	1.759	275,6
	Jan 2018	13.680,4	4.237,1	735,6
	Juli 2018	3.588,1	1.260,0	228,2
Bezug auf gesamte Riffoberfläche (1.500 m²) in t				
	Mittelwerte	Feuchtmasse	Trockenmasse	Aschefr. Trockenmasse
		(FM t)	(TM t)	(AfTM t)
	Juni 2016	6,3	1,8	0,3
	Dez 2016	2,1	0,8	0,1
	Juni 2017	7,8	2,6	0,4
	Dez 2017	20,5	6,4	1,1
	Juli 2018	5,4	1,9	0,3

3.3 Seegebiet vor Kühlungsborn

3.3.1 Aktivitäten 2016-18

Tab.3.3-1 enthält eine zeitliche Zuordnung der ausgeführten Arbeiten.

Tab.3.3-1: Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Standort Kühlungsborn

25.07.16	Ausbringen/Aufstellen Auslagerungsgestell, Einbau von Besiedlungsplatten, Ausbringen von ARMS
27.09.16	1. Entnahme Besiedlungsplatten, Kratzproben und Entnahme bewachsener Naturstein, Fotos, Videoschnitt
15.12.16	Entnahme Besiedlungsplatten, Kratzproben und Stechrohrproben Sand, Fotos, Videoschnitt
27.03.17	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben – Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Videoschnitt
22.06.17	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben – Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
24.07.17	Entnahme der 5 ARMS
21.09.17	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Entnahme Naturstein, Entnahme Besiedlungsplatten, Videoschnitt
16.12.17	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben – Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
17.04.18	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben – Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Videoschnitt
04.07.18	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben – Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
18.09.18	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Entnahme Naturstein, Entnahme Besiedlungsplatten, Videoschnitt

3.3.2 Besiedlungsfolge

Anhand der vierteljährlich entstandenen Fotos (Fototabelle III) und der daraus ermittelten Bedeckungsgrade sowie den Ergebnissen der Kratzproben (Anhang Tab.VIII) und der Plattenbesiedlung (Anhang Tab.VII) lässt sich die Entwicklung gut nachvollziehen. Wie im Riff Nienhagen gab es auch hier deutliche Unterschiede zwischen hoch gelegenen (Kontrollfläche 1 – oben) und den tiefer, bodennah liegenden Flächen (Kontrollfläche 2 – unten).

Bei der ersten Kontrolle 2 Monate nach Auslagerungsbeginn fiel auf den Oberflächen zunächst der sehr dichte Ansatz der Polypengeneration (*Scyphostoma*) der Ohrenqualle auf (Abb. 3.3-1).

Bei der Auswertung der entnommenen Bewuchsplatten ergab die Hochrechnung einen Abundanzwert von 88.857 Ind./m². Ebenfalls häufig mit Bedeckungsgraden von bis zu 50 % hatten sich Hydroidpolypen (*Hartlaubella gelatinosa*) auf den Betonoberflächen entwickelt (Abb. 3.3-1). Die Liste der bei der ersten Plattenentnahme gefundenen Arten (alle Einzelwerte in Tab.VII im digitalen Anhang) enthält für September 7 Arten. Neben den Hydroidpolypen und Scyphostoma hatten sich auch erste Miesmuscheln, der röhrenbauende Polychaet *Polydora ciliata*, Seesterne (*Asterias rubens*) und auch Kleinkrebse (*Corphium insidiosum*, *Gammarus salinus*) auf den Oberflächen etabliert.

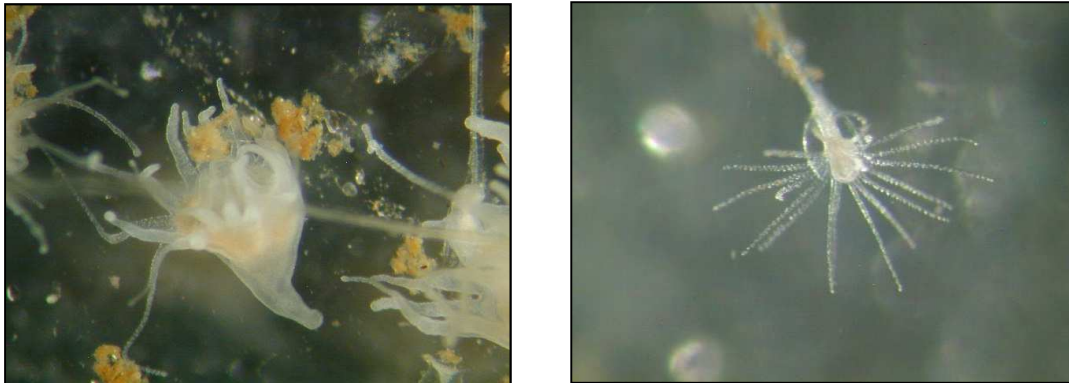


Abb.3.3-1: Makroaufnahmen links: Polypengeneration *Aurelia aurita*, rechts: thekater Hydridpolyp *Hartlaubella gelatinosa*

Das 2 Monate später entstandene Foto in Abb.3.3-2 zeigt den nach wie vor dichten Ansatz von Hydroidpolypen und Quallenpolypen, erste Seepocken (*Amphibalanus improvisus*) sind erkennbar und auch die sich von den Polypen ernärende weiß/orange gefärbte Fadenschnecke *Facelina bostoniensis* war in mehreren Exemplaren vorhanden.

Zu diesem Zeitpunkt (15.12.16) lag die mit den Besiedlungsplatten ermittelte Artenzahl bereits bei 10. Hinzu gekommen waren die Bryozoe *Callopora lineata* und die Kleinkrebsarten *Idotea baltica* und *Microdeutopus gryllothalpa*. Mit Bedeckungsgraden von weniger als 5 % in Anfangsstadien vorhanden waren mit *Callithamnion roseum* und *Polysiphonia nigrescens* auch erste Rotalgen.

Die am Gestell oben liegenden Flächen wurden nach einer winterlichen Phase, in der zwischen den Gehäusen von Seepocken Schlickröhren von Kleinkrebsen (*Monocorophium insidiosum*) und Polychaeten (*Polydora ciliata*) das Bild bestimmten, im Sommer 2017 und dann vor allem im Herbst und Winter 2017/18 von Miesmuscheln abgedeckt (Bedeckung 100 %). Für die unter der dicken Miesmuschelschicht noch vorhandenen Seepocken verschlechtern sich damit die Bedingungen deutlich, ohne dass es bisher zum Absterben der Seepocken kam. Inzwischen haben sich die Miesmuscheln so stark entwickelt, dass sich äußere Muscheln nicht mehr halten können und in Klumpen nach unten fallen (Abb.3.3-3). Die Begleitfauna bestand überwiegend aus Kleinkrebsen – *Gammarus salinus*, *G. oceanicus*, *Microdeutopus gryllothala*, *Monocorophium insidiosum* – und Polychaeten (*Polydora ciliata*, *Harmothoe imbricata*).

Die untere Plattenreihe wurde ebenfalls stark von Seepocken und zeitlich etwas verzögert dann von Miesmuscheln bewachsen. Die Muscheln blieben hier allerdings deutlich kleiner und wurden zudem stärker von Seesternen „beweidet“ (Abb.3.3-3, rechtes Foto).

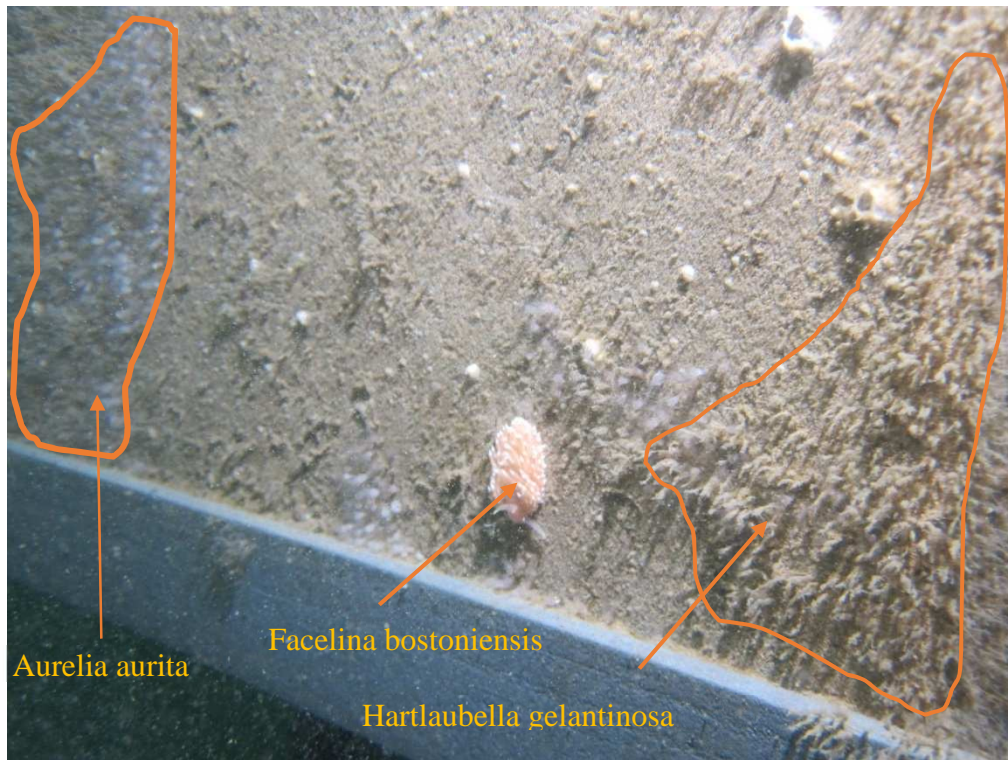


Abb.3.3-2: Schrägaufnahme von einer Betonplatte nach 4 Monaten Expositionszeit am Standort vor Kühlungsborn
links im Bild: Polypengeneration der Ohrenqualle (*Aurelia aurita*)
Bildmitte: Drummonds Fadenschnecke (*Facelina bostoniensis*)
rechts im Bild: Kolonie Hydroidpolyp *Hartlaubella gelatinosa*



Abb. 3.3-3: Fotos von den Kontrollflächen 1 – oben (linkes Foto) und 2 – unten (rechtes Foto) am Standort Kühlungsborn im Dezember 2017

2018 war zunächst durch ein starkes Wachstum der Miesmuschelbedeckung gekennzeichnet. In der 2. Jahreshälfte war vor allem in den unteren Lagen eine beginnende Abnahme des Muschelbewuchses aufgrund in hoher Abundanz auftretender Seesterne und den damit verbundenen Verlusten durch Fraß zu erkennen (Abb.3.3-4).



Abb. 3.3-4: Blick auf den die Konstruktion haltenden Ankerstein im September 2018.
Ein Großteil der Miesmuscheln wird von Seesternen gefressen.

3.3.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu aufgebrachten Strukturen/Platten

Langzeitplatten

Die Entwicklung auf den Langzeitplatten verlief ähnlich wie auf den unteren Betonflächen. Nach einer Zwischenphase, in der Seepocken dominierten, setzten sich die konkurrenzstärkeren Miesmuscheln durch. Damit stiegen die Gesamtartenzahl und die Biomasse, allerdings nicht linear sondern mit deutlichen gelegentlichen Rückgängen die, wie oben bereits beschrieben, von Seesternen verursacht wurden. Die Gesamtartenzahl der fest auf und an den Langzeitplatten gefundenen Wirbellosen lag bei 28. Neben den beiden strukturbildenden Arten *Amphibalanus improvisus* und *Mytilus edulis* waren es vor allem Kleinkrebse (8 Arten) und Polychaeten (7 Arten) die im Aufwuchs vorkamen (Tab.3.3-2). Der maximale Biomassewert wurde im Juli 2018 mit 1.148 gTM/m² ermittelt. Die ausführliche Artenliste mit Biomassewerte für jede Einzelart ist der Anhangtabelle Tab. VII zu entnehmen.

Tab.3.3-2: Entwicklung der Artenzusammensetzung (Artenzahl pro tax. Gruppe) auf sukzessiv entnommenen Langzeitplatten am Standort Kühlungsborn

tax. Gruppe	Artenzahl										
	2016		2017				2018				Gesamt
	Sep	Dez	März	Jun	Sep	Dez	Apr	Jul	Sep		
Braunalgen	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Rotalgen	0	1	0	4	0	1	2	1	3	7	
Makroalgen gesamt		1	0	4	0	1	2	2	3	8	
Porifera								1	1	1	
Hydrozoa	2	2	1	1	0	0	1			2	
Plathelminthes			0	0	2	1	1	1	1	2	
Nemertini								2	2	2	
Mollusca	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	
Polychaeta	1	1	1	1	3	7	3	3	2	7	
Pantopoda			0	0	1	0	0	0	0	1	
Crustacea	2	5	3	6	4	5	4	5	4	8	
Bryozoa		1	1	1	0	0	0	0	0	1	
Echinodermata	1		1	1	1	0	0	1	1	1	
Evertebrata gesamt	7	10	8	11	12	14	10	15	12	28	

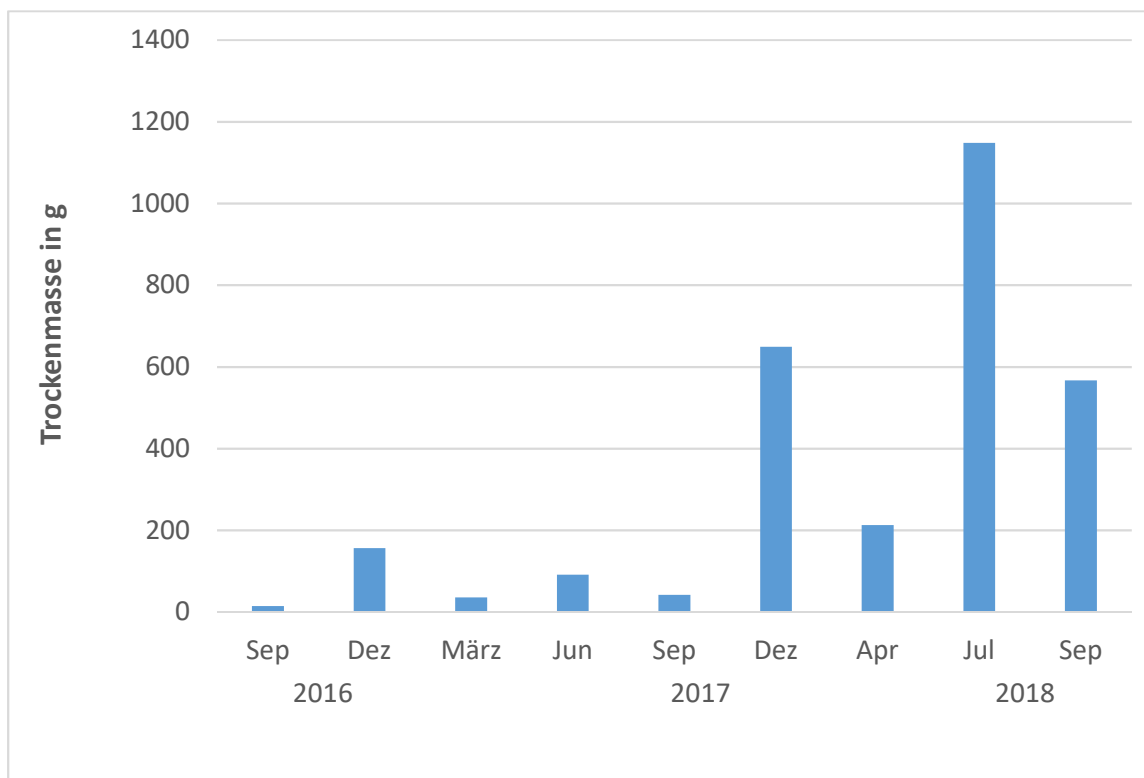


Abb.3.3-5: Entwicklung der Gesamtbiomasse Bewuchs auf Langzeitplatten am Standort Kühlungsborn

Betonflächen/Kratzproben

Auf den im Vergleich zu den Langzeitplatten etwas höher angebrachten Betonflächen verlief die Entwicklung vergleichsweise schneller – weil ungestörter von Seesternen. Die Gesamtartenzahl der im Untersuchungszeitraum gefundenen Evertebraten betrug 20 (Tab.3.3-3), die Gesamtbiomassewerte lagen weit über denen, die mit der Entnahme von Langzeitplatten ermittelt wurden. Es gab zunehmende Unterschiede zwischen der oberen (Fläche 1) und der unteren Lage (Fläche 2). In der oberen Lage wurde am Versuchsende ein Maximum von 6.275 g TM/m² erreicht, in der unteren Lage war nach einem Maximum im Dezember 2017 (2.416 g TM/m²) im Sommer 2018 bereits ein deutlicher Rückgang auf 714 gTM/m² zu verzeichnen (Abb.3.3-6).

Tab.3.3-3: Zuordnung der in Kratzproben gefundene Arten zu den taxonomischen Hauptgruppen

tax. Gruppe	Fläche 1 - oben						Fläche 2 - unten						Fl. 1 + 2
	Artenzahl						Artenzahl						
	2016		2017		2018		2016		2017		2018		
	Sep	Dez	Juni	Dez	Jul	Gesamt	Sep	Dez	Juni	Dez	Jul	Gesamt	
Rotalgen	0	2	1	0	2	4	0	0	1	0	0	1	4
Makroalgen gesamt	0	2	1	0	2	4	0	0	1	0	0	1	4
Hydrozoa	2	1	0	0	0	2	2	2	1	2	0	2	2
Plathelminthes	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
Mollusca	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	1	1	2
Polychaeta	0	0	2	3	2	6	0	0	2	0	3	4	6
Crustacea	2	3	5	3	3	5	1	2	2	2	2	6	7
Echinodermata	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
Tunicata	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Evertebrata gesamt	6	7	8	8	6	17	4	5	8	5	7	16	20

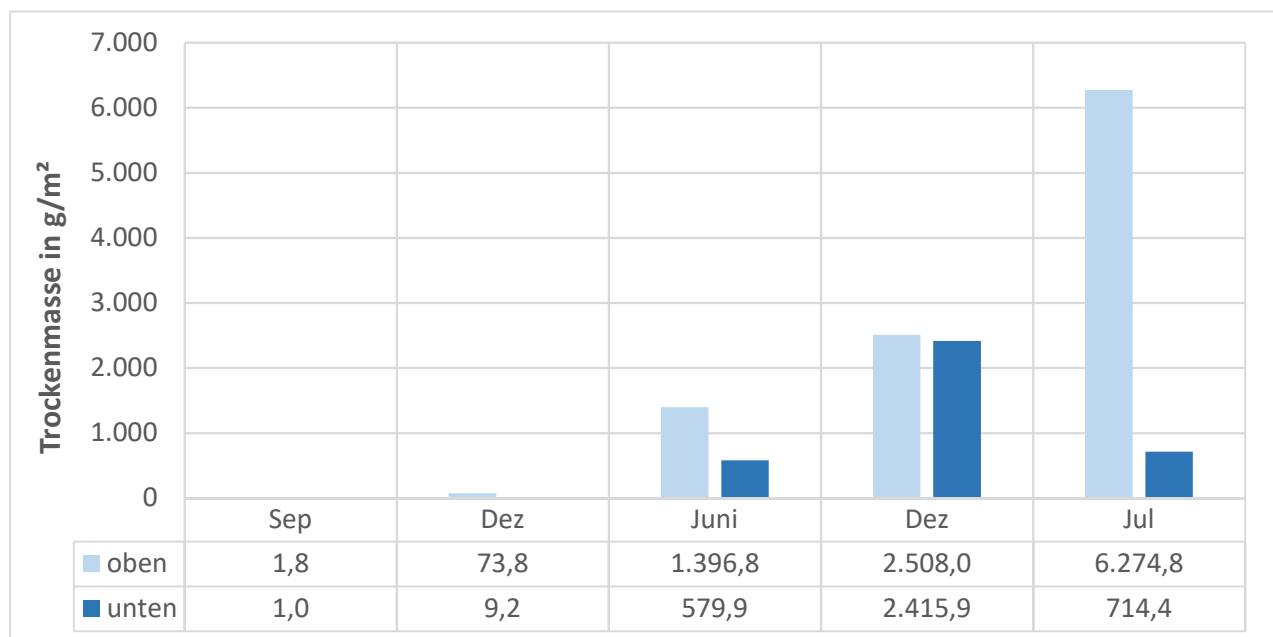


Abb.3.3-6: Entwicklung der Gesamtbiomasse auf unterschiedlich hoch liegenden Betonflächen, ermittelt aus halbjährlich entnommenen Kratzproben am Standort Kühlungsborn

Ausführliche Daten mit Angaben zu den Einzelarten befinden sich in der Anhangstabelle Tab.VIII. Fotos dieser Flächen, aufgenommen in vierteljährlichen Abständen, sind in der Fototabelle III (ebenfalls im Anhang) dargestellt.

Längenverteilung Miesmuschel

Bei der letzten Probenahme am 18.09.2018 wurden von den Beobachtungsflächen Muschelproben entnommen (n_1 – oben = 115, n_2 – unten = 106) und im Labor längenvermessen. Abb.3.3-7 zeigt die Verteilung in den Längensklassen als relative Häufigkeit. Die gemessenen Schalenlängen lagen zwischen 9 und 50 mm. Am häufigsten vertreten waren die Längengruppen zwischen 16 mm und 34 mm. Ein kleinerer Peak ist bei 38 – 40 mm erkennbar. Auf der oben gelegenen Fläche erreichten einige wenige Muscheln (5 – 7 %) Schalenlängen über 43 mm. Die Einzelergebnisse befinden sich in der Anhangstabelle Tab.XVII.

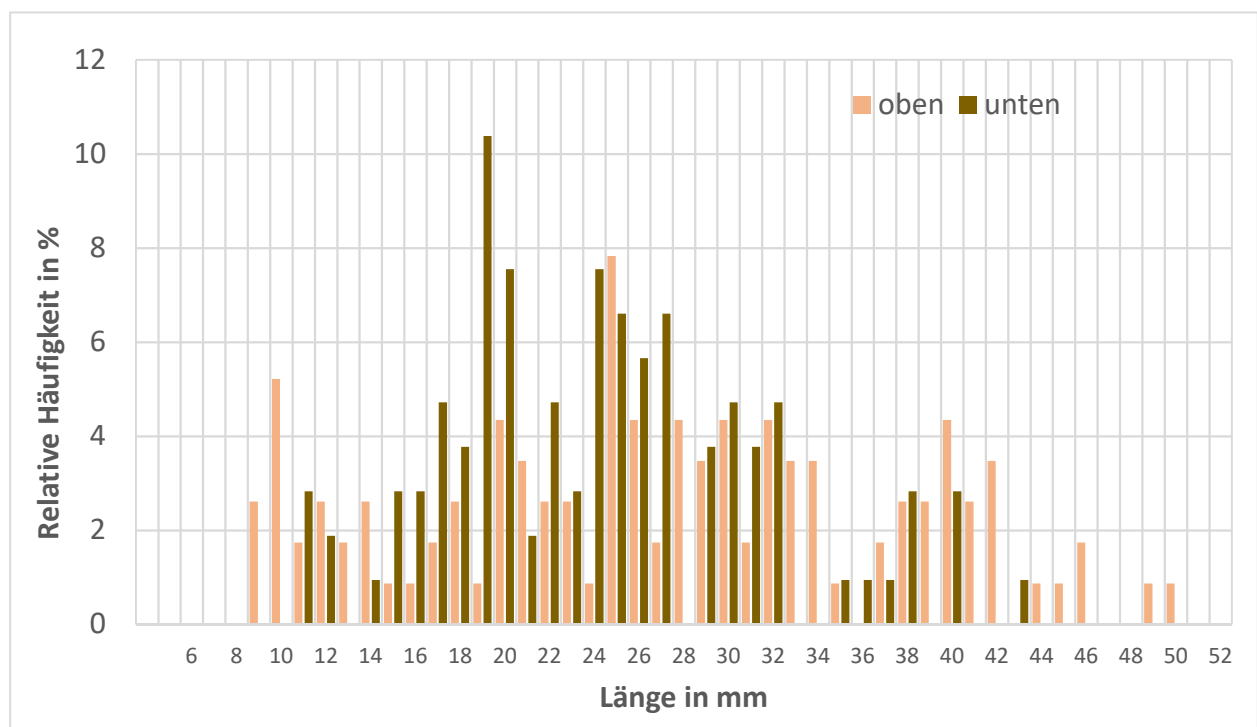


Abb.3.3-7: Relative Häufigkeit der Größenklassen (Schalenlänge) der Miesmuscheln am Versuchsende nach etwas mehr als 2 Jahren Auslagerungszeit am Standort Kühlungsborn (n_1 – oben = 115, n_2 – unten = 106)

3.3.4 Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung

Der Meeresboden am Auslagerungsstandort besteht im Wesentlichen aus Fein- und Mittelsand. Es gibt in der Umgebung aber auch einige Steine (siehe hierzu auch FRIEDRICH, 2016), so dass in der Regel Sand-Stechrohrproben, jeweils im September aber anstatt dieser gelegentlich auch bewachsene Natursteine zur Beschreibung der Hartbodenfauna/-flora entnommen wurden.

Sand

In den Stechrohrproben wurden im Versuchszeitraum 18 Arten, darunter, 10 Polychaeten, 4 Krebsarten und 3 Molluskenarten gefunden. Prägend und mit höchster Stetigkeit kommen die Baltische Plattmuschel *Macoma baltica*, der Kleinkrebs *Microdeutopus gryllothalpa* und Oligochaeten (*Tubificoides benedeni*) vor. Die beiden letztgenannten Arten erreichten Maximalwerte von 3.323 Ind./m² am 15.12.17 bzw. 3.290 Ind./m² am 22.06.17. Die Biomassewerte lagen zwischen 0,54 gTM/m²) und 51,71 gTM/m². Die ausführlichen Einzeldaten sind in der Anhangtabelle Tab.IX enthalten.

Die Auswertung der mit einen Spezialrahmen (40 x 60 cm) aufgenommenen Fotos (Tab.3.3-4) ergab für nur 2 Termine Nachweise von Sandpierwürmern (*Arenicola marina*), bezogen auf den Gesamtuntersuchungszeitraum lag die mittlere Abundanz der Würmer bei 2,8 Ind./m². Seesterne (*Asterias rubens*) wurden an allen Terminen angetroffen. Die mittlere Abundanz lag bei 15,9 Ind./m².

Tab.3.3-4: Ergebnisse Fotoauswertung Sandboden vor Kühlungsborn 2016-18

	Foto	Arenicola			MW	Ind/m ²	Foto	Asterias			MW	Ind/m ²
		1	2	3				1	2	3		
2016	Sept.	0	0	0	0,00	0,0	Okt	1	4	3	2,67	11,1
	Dez.	0	0	0	0,00	0,0	Jan.	2	14	3	6,33	26,4
2017	März	0	0	0	0,00	0,0	März	0	2	0	0,67	2,8
	Jun	0	0	0	0,00	0,0	Jun	6	1	4	3,67	15,3
	Sept	0	0	0	0,00	0,0	Sept	2	2	2	2,00	8,3
	Dez	0	0	0	0,00	0,0	Dez	8	0	2	3,33	13,9
2018	Apr	0	0	0	0,00	0,0	Apr	2	1	5	2,67	11,1
	Jul	0	0	3	1,00	4,2	Jul	9	7	6	7,33	30,6
	Sept	1	0	0	0,33	1,4	Sept	8	5	4	5,67	23,6
	MW					2,8	MW					15,9

Natursteine

Im Ergebnis der 3 Probenahmen von bewachsenen Natursteinen wurden insgesamt 17 Evertebraarten (Tab.3.3-5) gefunden. Die artenreichste Gruppe waren die Krebse mit 8 Arten. Hervorzuheben, da auf den künstlichen Substraten in dieser Artenvielfalt innerhalb von 2 Jahren nicht vorgefunden, ist der Nachweis von 14 Großalgenarten, davon 12 Rotalgen. Die ausführliche Artenliste mit Biomasseangaben zu den Einzelarten ist im Anhang enthalten (Tab.X).

Tab.3.3-5: Bewuchs auf Natursteinen, Artenanzahl in den taxonomischen Hauptgruppen am Standort Kühlungsborn

tax. Gruppe	Artenzahl			
	Sep 16	Sep 17	Sep 18	Gesamt
Grünalgen	1	0	0	1
Braunalgen	1	1	0	1
Rotalgen	6	9	10	12
Makroalgen gesamt	7	10	10	14
Porifera	1	1	0	1
Mollusca	0	0	2	2
Polychaeta	2	2	1	4
Crustacea	4	2	5	8
Bryozoa	1	0	0	1
Echinodermata	1	1	1	1
Evertebrata gesamt	9	7	9	17

3.3.5. Auslagerung der „Artificial Reef Monitoring Structures“ (ARMS) am Standort Seegebiet vor Kühlungsborn

Abb.3.3.8 zeigt Fotos von den bewachsenen ARMS am Standort Kühlungsborn nach einem Jahr Auslagerung. In dem kleinen Bildausschnitt ist etwa in Bildmitte eine Seescheide (*Ciona intestinalis*) zu erkennen.

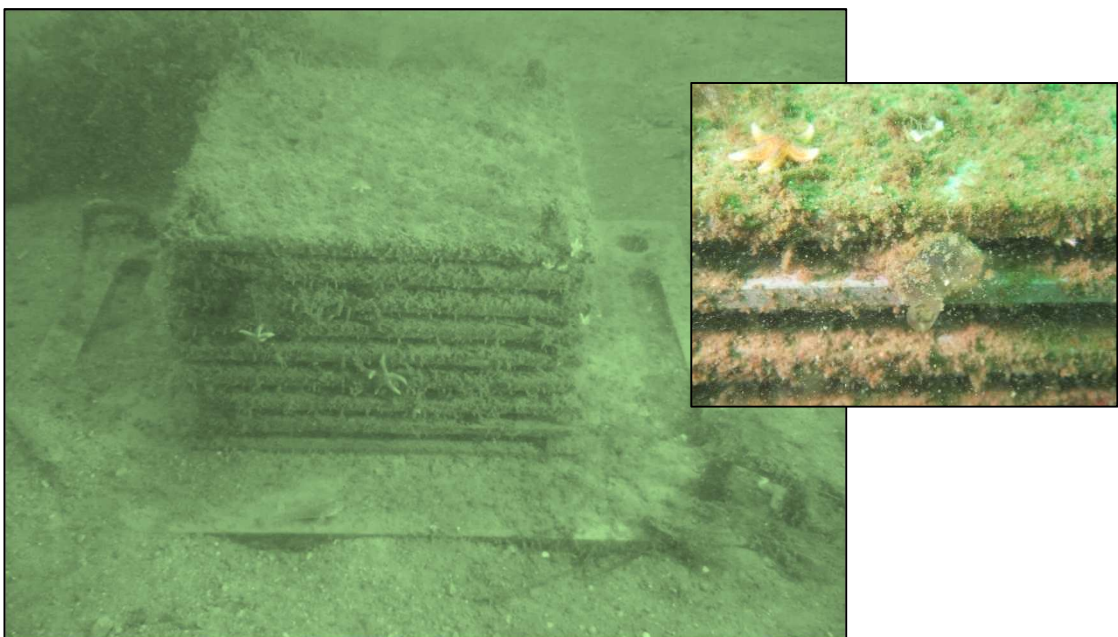


Abb.3.3-8: ARMS nach 1 Jahr Auslagerung am Standort Kühlungsborn

Am Standort Kühlungsborn wurden in und auf den 5 Strukturen insgesamt 34 Evertebraten-Arten gefunden. Abb. 3.3-9 und enthält eine Grafik zur Artenanzahl in/auf den 5 parallel ausgelagerten ARMS. Abb.3.3-10 zeigt die Zuordnung der „Bewohner“ zu den Tierstämmen. Mit 9 Arten stellen die Polychaeten die artenreichste Gruppe, gefolgt von Krebsen (8 Arten), Mollusken (6), Moostierchen (4) und Schnurwürmer mit 2 Arten. Mit nur jeweils einer Art vertreten waren Asselspinnen (*Callipallene brevis*), Hydroidpolypen (*Hartlaubella gelatinosa*), Manteltiere (*Ciona intestinalis*) und Insekten, in Form einer Zuckmückenlarve (Chironomidae). Genaue Angaben zu den Arten und deren Abundanzwerte, bezogen auf die 5 ARMS, sind in Anhangstabelle Tab. XI enthalten.

Beim Blick auf die Biomasse ergibt sich ein anderes Bild (Abb.3.3-11). 65 % der Trockenbiomasse waren der Seescheide *Ciona intestinalis* zuzuordnen. 24 - 33 dieser im kontrahierten Zustand ca. 2 cm großen Tiere waren jeweils an den Rändern und in den Zwischenräumen der Lamellen angesiedelt (Abb.3.3-12) und auch den Seesternen kam mit 26,5 % der Biomasse eine größere Bedeutung als erwartet zu.

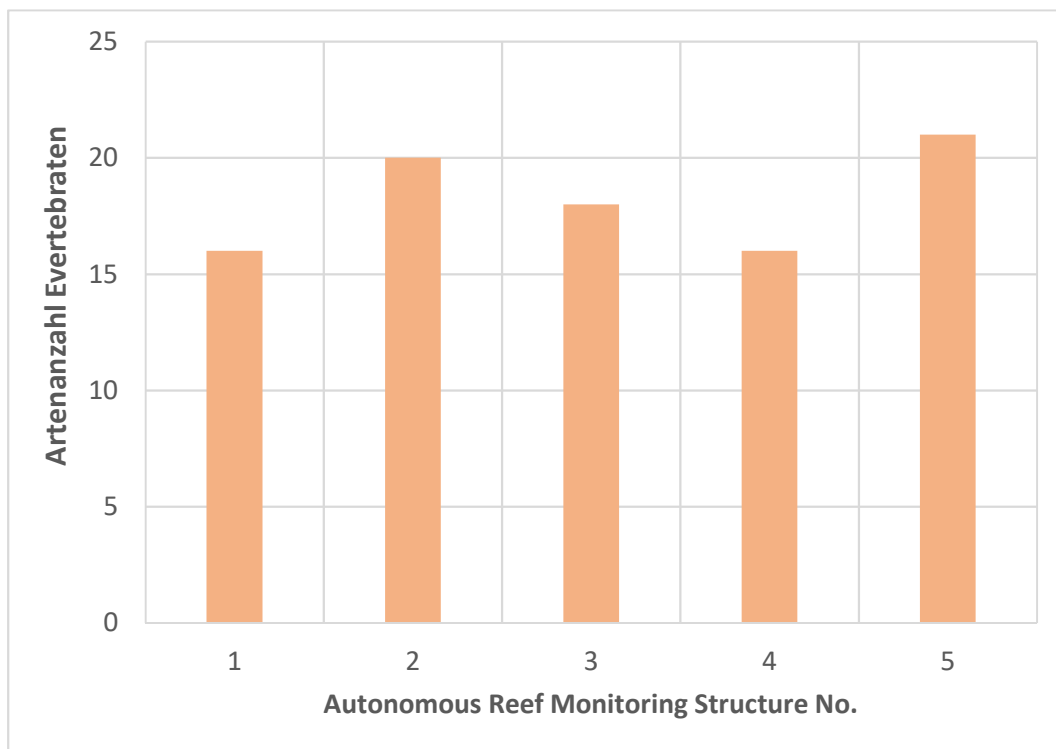


Abb.3.3-9: Artenanzahl Evertebraten in den einzelnen ARMS, Kühlungsborn

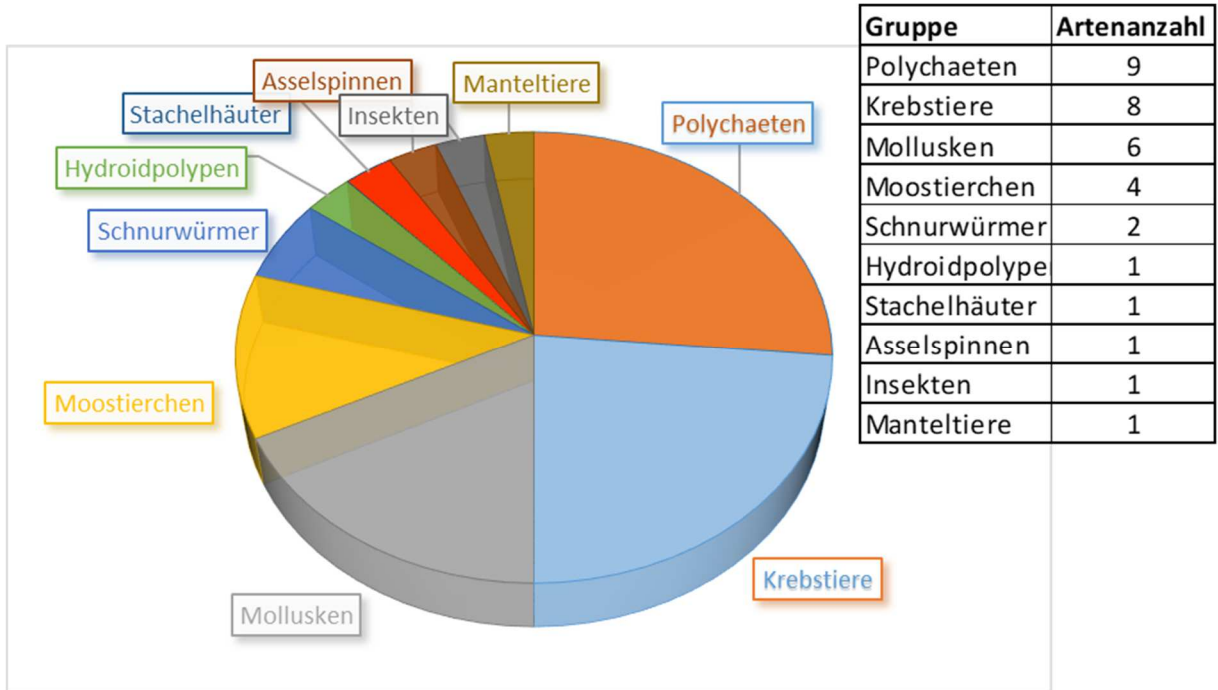


Abb.3.3-10: Verteilung der Gesamtartenzahl auf die taxonomischen Hauptgruppen der Evertebraten

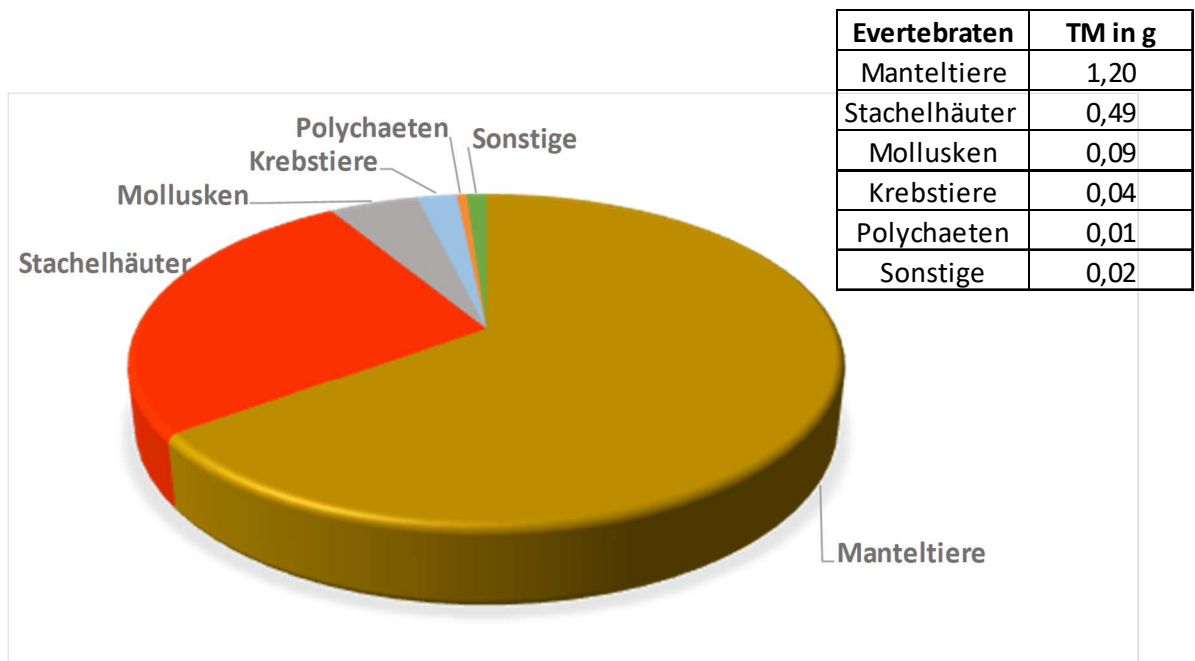


Abb.3.3-11: Biomasseanteil (Trockenmasse) der Hauptgruppen an der Gesamtbiomasse Evertebraten



Abb.3.3-12: Seescheiden aus einem ARMS am Standort Seegebiet vor Kühlungsborn

3.4 Seegebiet vor Dierhagen

3.4.1 Aktivitäten 2016-18

Tab.3.4-1 enthält eine Auflistung der Aktivitäten im Untersuchungszeitraum.

Tab.3.4-1: Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Standort Dierhagen

27.07.16	Ausbringen/Aufstellen Auslagerungsgestell, Einbau von Besiedlungsplatten, Ausbringen von ARMS*
18.10.16	1. Entnahme Besiedlungsplatten, Fotos, Videoschnitt
17.01.17	Entnahme Besiedlungsplatten, Kratzproben und Stechrohrproben Benthos-Sand, Fotos, Videoschnitt
04.04.17	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben – Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Videoschnitt
06.07.17	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben – Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
24.07.17	Entnahme der 5 ARMS
22.09.17	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben - Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Videoschnitt
18.01.18	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben – Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
18.04.18	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben - Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Videoschnitt
17.07.18	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben – Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
06.09.18	Fotos vom Sandboden und von den Bewuchsflächen, Stechrohrproben - Sand, Entnahme Besiedlungsplatten, Videoschnitt

3.4.2 Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten Strukturen/Platten

Die Besiedlung der Betonoberflächen ging vor Dierhagen sehr schnell vonstatten. Beim ersten Kontrolltermin lag die Artenanzahl der Evertebraten auf den Besiedlungsplatten bereits bei 10. Augenfällig war der starke Ansatz von Miesmuscheln (246.389 Ind./m²), Seepocken (8.000 Ind./m²) und Hydroidpolypen (50-75 % Bedeckungsgrad). Hinzu kamen etwa 20.000 Polychaeten pro/m² (*Polydora ciliata*), die aber aufgrund ihrer Lebensweise in Röhren auf den Fotos nicht sichtbar sind und zahlreiche vagile, mit dem Bewuchs assoziierte Arten wie die Fadenschnecke *Facelina bostoniensis* und die Assel *Jaera albifrons*. Mit fortschreitender Entwicklung nahm die Artenzahl der im Hartbewuchs lebenden Kleinkrebse (*Corophium insidiosum*, *Gammarus salinus*,

Gammarus oceanicus, *Idotea baltica*) zu. Wie auch vor Kühlungsborn waren auf den Betonplatten im Herbst und Winter viele Polypen der Ohrenqualle zu finden. Die Abundanzen lagen bei 5.046 (18.10.16) bzw. 4.571 (17.01.17) pro m².

Ab 2017 tendierte die Entwicklung sehr schnell und deutlich in Richtung *Mytilus*-Klimax, d. h. eine Gemeinschaft, die durchgehend, saisonunabhängig von dichtem Miesmuschelbewuchs geprägt ist. Anders als am Standort vor Kühlungsborn traf das zumindest im weiteren Jahresverlauf auch auf die nur ca. 0,5 m über Grund liegenden Bereiche zu. In den Zwischenräumen der Miesmuschelpolster haben sich im Jahresverlauf zahlreiche Kleinkrebs- und Polychaetenarten angesiedelt (Tab.XII und Tab.XIII Anhang). Hervorzuheben ist die Hohe Abundanz des Flohkrebsses *Gammarus salinus*, der mit ca. 4.000 Ind./m² seit Sommer 2017 zu den Hauptkomponenten auf den 2016 ausgebrachten Oberflächen gehörte.

Die Besiedlungsfolge und das äußere Erscheinungsbild der Testflächen ist in der Fototabelle (Anhang) erkennbar. Die Fotos in Abb.3.4-1 vermitteln einen Eindruck von den Flächen am Auslagerungsende im September 2018.

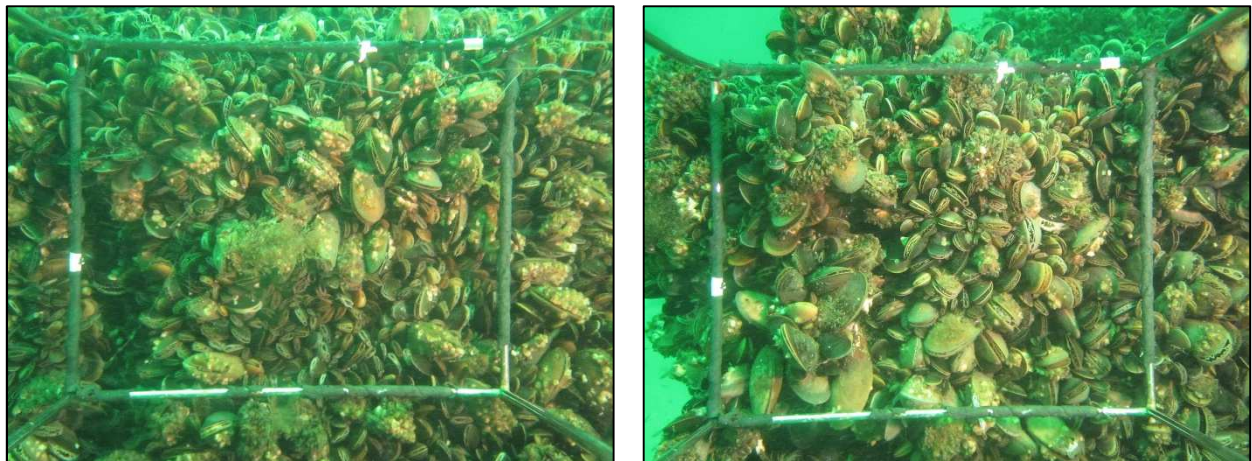


Abb.3.4-1: Fotos von den Kontrollflächen 1 – oben (linkes Foto) und 2 – unten (rechtes Foto) am Standort Dierhagen im September 2018

3.4.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu aufgebrachten Strukturen/Platten

Langzeitplatten

Die mit den Auslagerungsplatten ermittelten Gesamtbiomassewerte stiegen von 188 g TM/m² im Januar 2017 auf 4.536 g TM/m² im Januar 2018. Nachfolgend verringerte sich die Gesamtbio- masse bis Juli 2018 und erreichte am Auslagerungsende einen Stand von 2.443 gTM/m² (Abb.3.4-2). Die schnelle Entwicklung der Miesmuscheln führte zum Überwachsen der Seepocken. Am Ende lag der Gewichtsanteil der Seepocken am Gesamtgewicht (Trockenmasse) bei lediglich 0,4 %, der der Miesmuscheln bei 99,3 %. Die Einzelwerte sind in der Anhangstabelle Tab.XII dargestellt. Insgesamt wurden auf den Langzeitplatten 29 Evertebraten- und 4 Rotalgarten gefunden (Tab3.4-2). Die mit 10 Taxa artenreichste Gruppe stellten wie an den anderen Standorten die Krebse dar. Mit hochgerechnet 21.743 Ind./m² und einer dazugehörigen Biomasse

von 35 g/m² wurde im Juli 2018 ein ungewöhnlich hohes Aufkommen an Flohkrebse (*Gammarus salinus*) festgestellt.

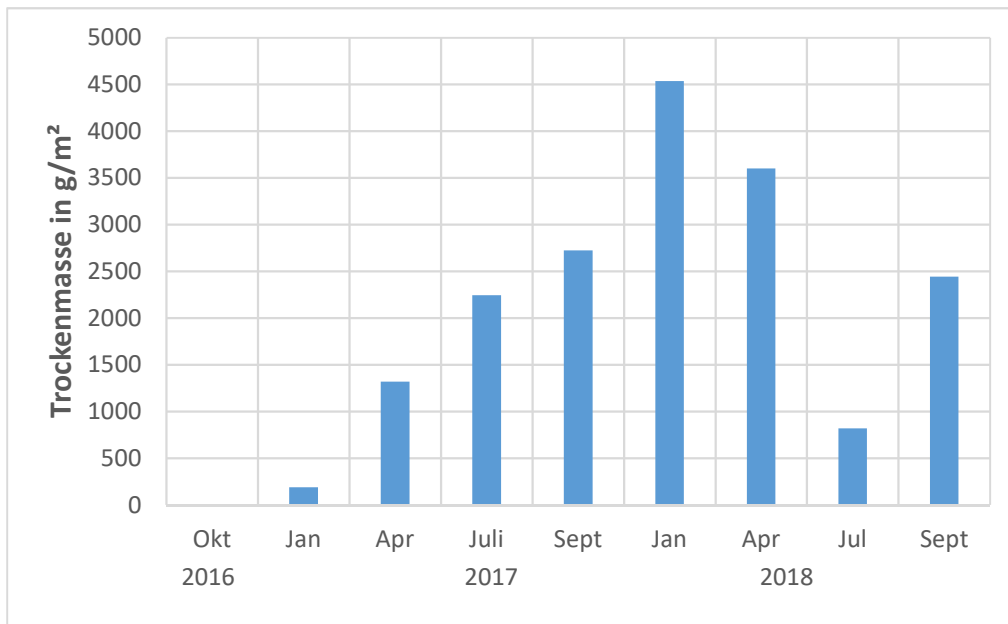


Abb.3.4-2: Entwicklung der Biomassewerte auf Langzeitplatten am Standort Dierhagen

Tab.3.4-2: Entwicklung der Artenzusammensetzung (Artenzahl pro taxonomischer Gruppe) auf sukzessiv entnommenen Langzeitplatten am Standort Dierhagen

tax. Gruppe	Artenzahl									
	2016	2017				2018				gesamt
	Okt	Jan	Apr	Juli	Sept	Jan	Apr	Jul	Sept	
Rotalgen	1	0	0	1	4	0	0	0	1	4
Makroalgen gesamt	0	0	0	1	4	0	0	0	1	4
Hydrozoa	3	2	1	0	0	0	0	0	0	3
Nemertini	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Plathelminthes	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
Mollusca	3	5	3	1	1	1	1	2	2	6
Polychaeta	1	2	1	4	4	3	1	3	2	5
Crustacea	2	5	6	5	7	5	5	7	4	10
Bryozoa	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
Echinodermata	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Evertebrata gesamt	10	14	12	11	13	11	9	15	9	29

Betonflächen/Kratzproben

Artendiversität (Tab.3.4-3) und Gesamtbiomasse entwickelten sich nach anfänglichen Unterschieden ab Sommer 2017 auf den oben und unten gelegenen Testflächen sehr ähnlich. Die Artenanzahl bei den Evertebraten lag auf den Gesamtzeitraum bezogen bei 20, wobei hier die Polychaeten mit

7 Taxa die artenreichste Gruppe stellten. Bedingt durch den starken Miesmuschelbewuchs spielten Algen (4 Rotalgenarten) nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Tab.3.4-3: Zuordnung der in Kratzproben am Standort Dierhagen gefundene Arten zu den taxonomischen Hauptgruppen

tax. Gruppe	Fläche 1 - oben						Fläche 2 - unten						Fl. 1 + 2
	Artenzahl						Artenzahl						
	2016		2017		2018		2016		2017		2018		
	Sep	Dez	Juni	Dez	Juli	Gesamt	Sep	Dez	Juni	Dez	Juli	Gesamt	
Rotalgen	0	2	1	0	2	4	0	0	1	0	0	1	4
Makroalgen gesamt	0	2	1	0	2	4	0	0	1	0	0	1	4
Hydrozoa	2	1	1	0	0	2	2	2	1	0	0	2	2
Plathelminthes	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
Mollusca	1	2	2	1	1	2	0	1	1	1	1	1	2
Polychaeta	0	0	0	3	2	6	0	0	2	1	3	4	7
Crustacea	2	3	5	3	3	6	1	2	2	2	2	6	6
Echinodermata	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
Tunicata	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Evertebrata gesamt	6	7	8	8	6	18	4	5	8	5	7	16	20

Die Gesamtbiomassewerte erreichten mit 7.422,6 g TM/m² im Dezember (Fläche 1 -oben) einen Höhepunkt (Abb.3.4-3). Am Versuchsende lagen die Biomassewerte bei 4.307 (oben) bzw. 5.841 g/m² (unten).

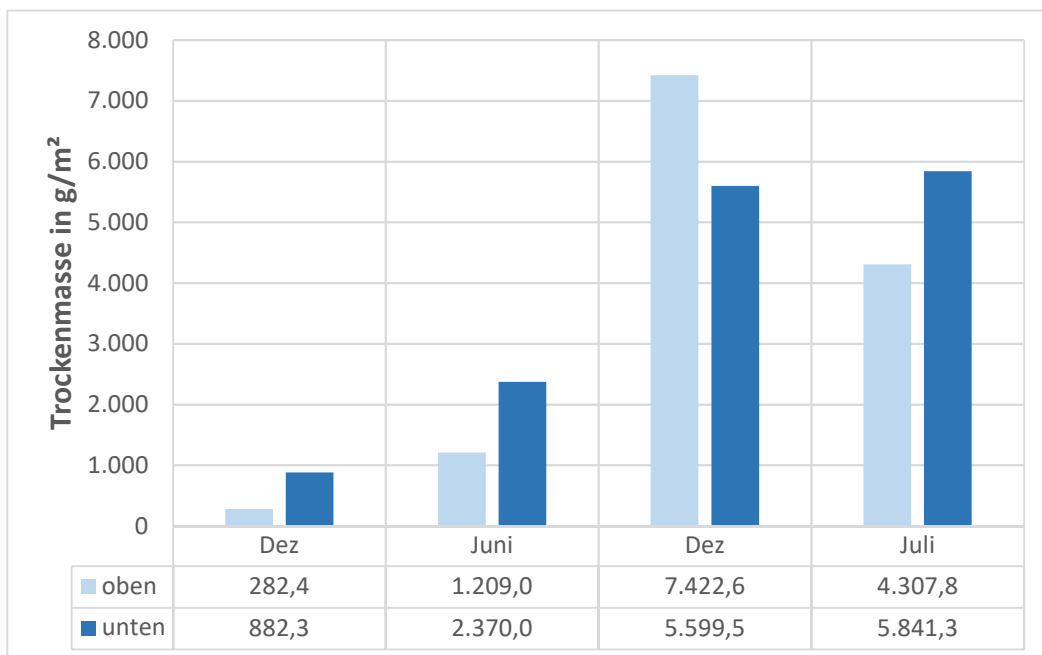


Abb.3.4-3: Entwicklung der Gesamtbiomasse auf unterschiedlich hoch liegenden Betonflächen, ermittelt aus halbjährlich entnommenen Kratzproben am Standort Dierhagen

In beiden Höhenstufen bestand der Aufwuchs, bezogen auf die Biomasse, ganz überwiegend aus Miesmuscheln. Der Anteil lag in der oberen Reihe bei 99,35 %, in der unteren bei 98,4 % der Gesamttrockenmasse (Einzelergebnisse in Tab. XIII/Anhang).

Längenverteilung Miesmuschel

Bei der letzten Probenahme am 06.09.2018 wurden von den Beobachtungsflächen Muschelproben entnommen (n1 – oben = 105, n2 – unten = 110) und im Labor längenvermessen. Abb.3.3-4 zeigt die Verteilung in den Längenklassen als relative Häufigkeit. Die gemessenen Schalenlängen lagen zwischen 7 und 62 mm. Am häufigsten vertreten waren die Längengruppen zwischen 14 mm und 32 mm. Ein 2. Anstieg der Häufigkeiten war in der Größenordnung zwischen 38 mm und 54 mm zu beobachten. In der oberen Lage erreichten einige Muscheln (3 %) innerhalb der 26 Monate seit Auslagerungsbeginn Schalenlängen von bzw. über 60 mm. In der unteren Lage hatte die größte gemessene Muschel eine Schalenlänge von 58 mm (Einzelergebnisse in Tab.XVI/Anhang).

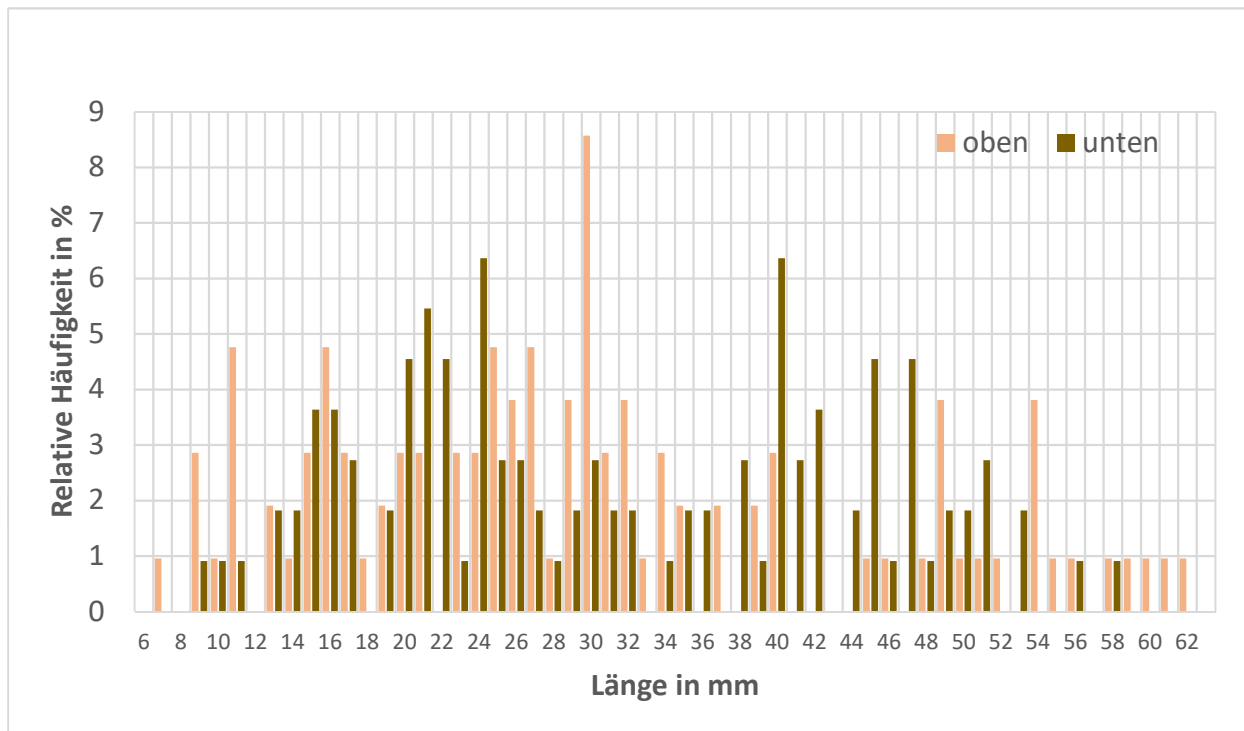


Abb.3.4-4: Relative Häufigkeit der Größenklassen (Schalenlänge) der Miesmuscheln am Versuchsende nach etwas mehr als 2 Jahren Auslagerungszeit am Standort Dierhagen (n1 – oben = 105, n2 – unten = 110)

3.4.4 Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung

Die Umgebung des Auslagerungsgestells ist im Wesentlichen durch Sand geprägt. Größere Steine sind nur sehr vereinzelt zu finden (FRIEDRICH, 2016). Daher wurden Stechrohrproben entnommen. In den Proben gefunden wurden 9 Polychaetenarten, 3 Molluskentaxa (*Mya arenaria*, *Mytilus edulis*, *Peringia ulvae*), 2 Kleinkrebse (*Gammarus salinus* und *G. oceanicus*), der Oligochaet *Tubificoides benedii* und der Seestern *Asterias rubens*. Die ermittelte Gesamtbiomassewerte lagen zwischen 0,81 und 32,12 g TM/m² (Tab.XIV im digitalen Anhang).

Die Auswertung der Boden-Fotos ergab, dass der Sandpierwurm (*Arenicola marina*) mit 0,6 Ind./m² am Standort vorkam, die mittlere Abundanz der Seesterne lag bisher bei 0,4 Ind./m² (Tab.3.4-4).

Tab.3.4-4: Ergebnisse der Auswertung der Rahmenfotos – Sand am Standort Dierhagen

	Foto	<i>Arenicola</i>			MW	Ind/m ²	Foto	<i>Asterias</i>			MW	Ind/m ²
		1	2	3				1	2	3		
2016	Okt	0	0	0	0,00	0,0	Okt.	0	0	0	0,00	0,0
	Dez	0	0	0	0,00	0,0	Dez.	0	1	0	0,33	1,4
2017	Apr	0	0	0	0,00	0,0	Apr	0	0	0	0,00	0,0
	Jul	0	0	0	0,00	0,0	Jul	0	1	0	0,33	1,4
	Sep	1	0	0	0,33	1,4	Sep	0	0	0	0,00	0,0
2018	Jan	1	0	0	0,33	1,4	Jan	0	0	0	0,00	0,0
	Apr	0	0	0	0,00	0,0	Apr	1	0	0	0,33	1,4
	Jul	1	0	0	0,33	1,4	Jul	0	0	0	0,00	0,0
	Sep	0	0	0	0,00	0,0	Sep	0	0	0	0,00	0,0
	MW					0,6	MW					0,4

3.4.5. Auslagerung der „Artificial Reef Monitoring Structures“ (ARMS) am Standort Seegebiet vor Dierhagen

Abb.3.4-5 zeigt ein Foto von einem bewachsenen ARMS am Standort Dierhagen nach einem Jahr Auslagerung.



Abb.3.4-5: ARMS nach 1 Jahr Auslagerung am Standort Dierhagen

Am Standort Dierhagen wurden in und auf den 5 Strukturen insgesamt 34 Evertebraten-Arten gefunden. Abb. 3.4-6 enthält eine Grafik zur Artenanzahl in/auf den 5 parallel ausgelagerten ARMS.

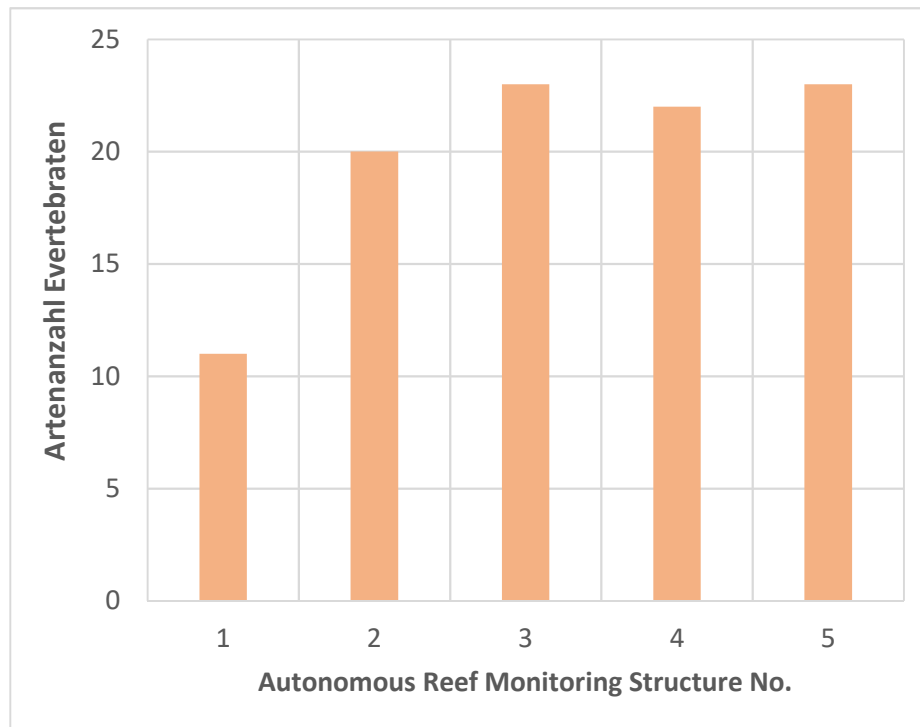


Abb.3.4-6: Artenanzahl Evertebraten in den einzelnen ARMS, Dierhagen

Mit 12 Arten stellten die Krebse die artenreichste Gruppe, gefolgt von Polychaeten und Mollusken (je 6 Arten), Moostierchen und Schnurwürmern mit je 2 Arten. Mit nur jeweils einer Art vertreten waren Hydroidpolypen (*Hartlaubella gelatinosa*), Stachelhäuter (*Asterias rubens*), Asselspinnen (*Callipallene brevirostris*), Schwämme (*Halichondria panicea*), Manteltiere (*Ciona intestinalis*) und Oligochaeten (*Tubificoides benedii*) (Abb.3.4-7). Genaue Angaben zu den Arten und deren Abundanzwerten, bezogen auf die 5 ARMS, sind in Anhangtabelle Tab.XV enthalten.

Auch in Bezug auf die Biomasse dominieren Krebse. Ihr Anteil lag mit 56,16 g TS/m² bei 61 %, der vor allem auf Seepocken (*Amphibalanus improvisus*) zurückzuführen ist (Abb.3.4-8).

Bei den Mollusken, die mit 37 % den zweitgrößten Anteil stellten, waren es vor allem die Miesmuscheln, die den Hauptanteil zur Gesamtbiomasse beitrugen.

Erwähnenswert, da mit Plattenauslagerungen und Entnahme von Kratzproben bisher nicht so deutlich festgestellt, war das Vorkommen von Krabben und Garnelen. An und zwischen den Lamellen der ARMS wurden pro ARMS im Mittel 2,0 Krabben (*Carcinus maenas*) und 1,6 Garnelen (*Palaemon elegans*) gefunden.

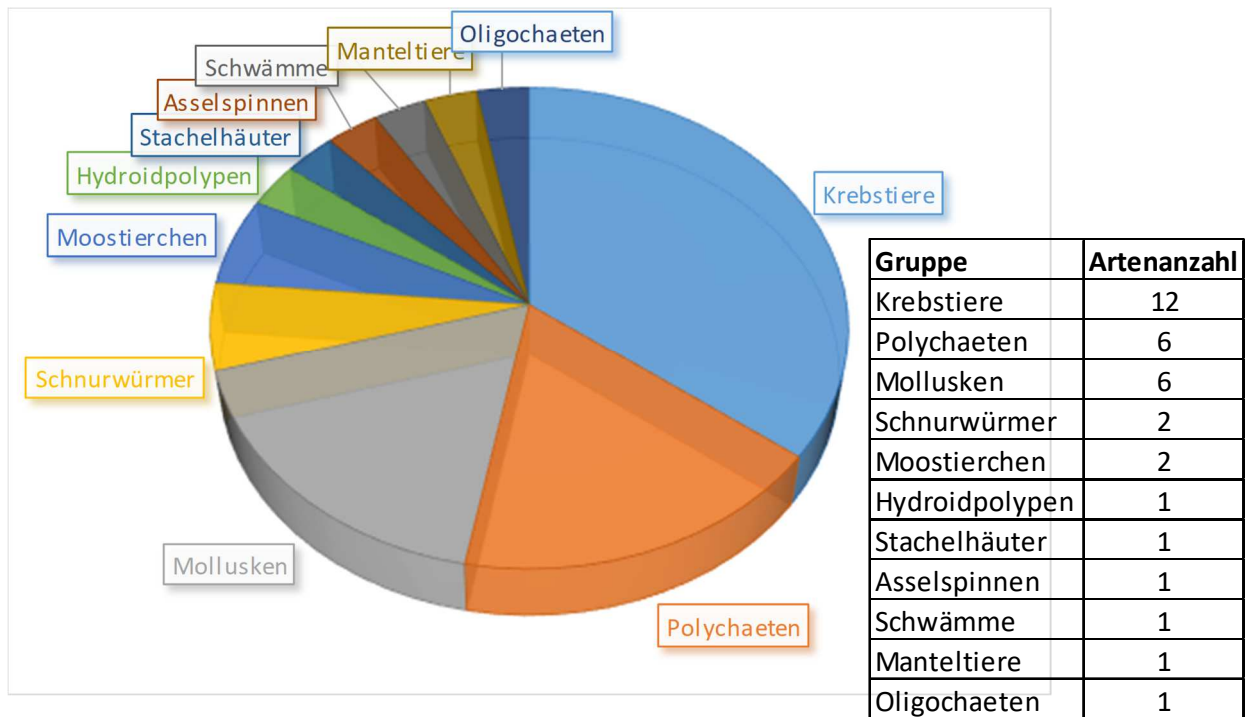


Abb.3.4-7: Verteilung der Gesamtartenzahl auf die taxonomischen Hauptgruppen der Evertibraten

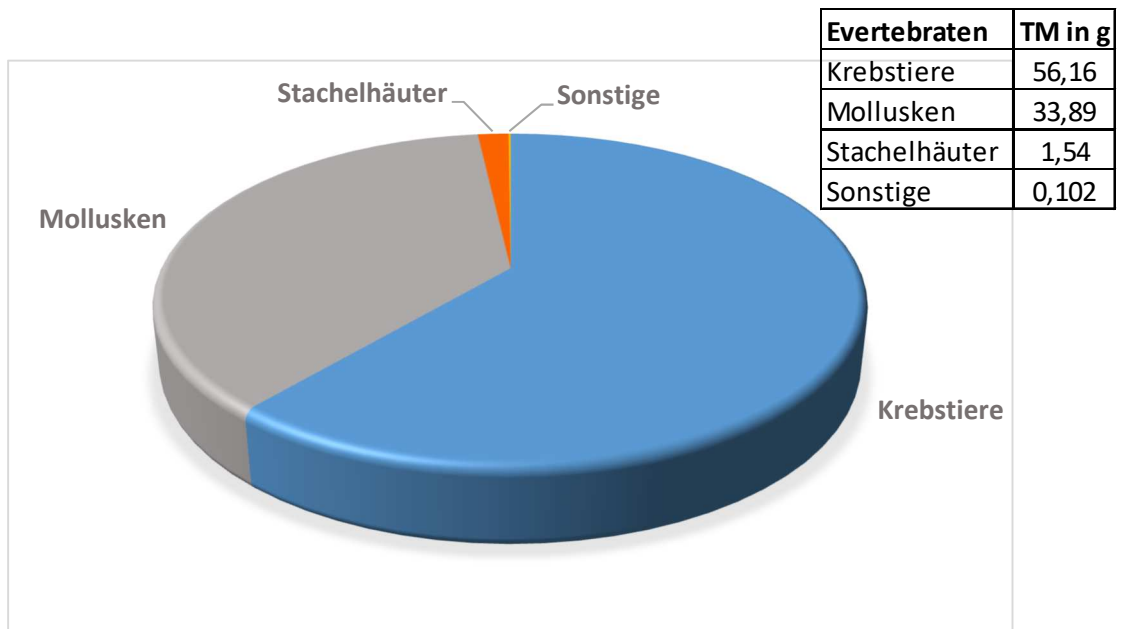


Abb.3.4-8: Biomasseanteil (Trockenmasse) der Hauptgruppen an der Gesamtbioasse Evertibraten

Das Foto in Abb.3.4-9 vermittelt einen Eindruck von der Artenvielfalt der wirbellosen Organismen, die in und an einer Struktur mit einer äußeren Kantenlänge von 20 x 22 x 22 cm ihren Lebensraum finden.

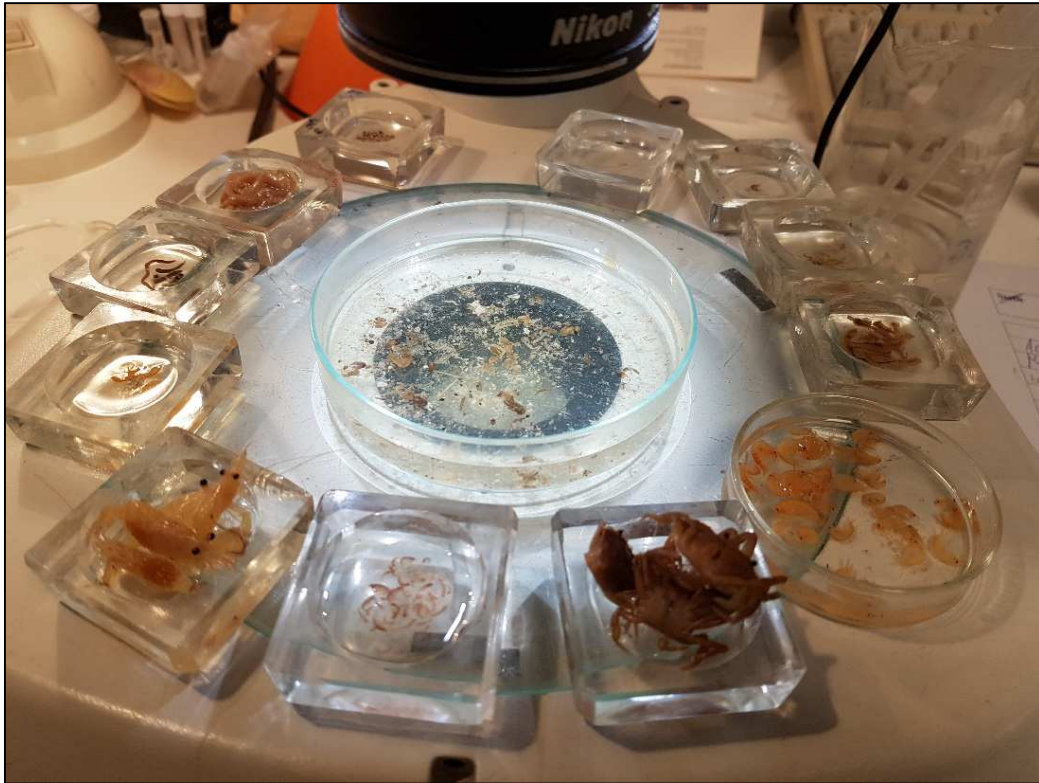


Abb.3.4.9: Aussortieren und Bestimmen der Organismen, die sich im Laufe eines Jahres in einer Artificial Reef Monitoring Structure (ARMS) angesiedelt haben.

4. Bewertung

4.1 Vergleich der Bewuchsentwicklung an den Riffstandorten Nienhagen und Rosenort seit 2003

Die Entwicklung der Bewuchsgemeinschaft am künstlichen Riff Nienhagen wird seit 2003 durch ein anfänglich monatliches (bioplan 2007), später in vierteljährlichen Abständen stattfindendes Monitoringprogramm (bioplan 2008, 2009, 2012, 2015) wissenschaftlich begleitet. Im Ergebnis von Plattenauslagerungen, Fotos von gekennzeichneten Beobachtungsflächen und paralleler Entnahme von Kratzproben liegt für beide Standorte ausreichend Datenmaterial vor, um die Entwicklung während des Zeitraums von 2016 – 18 wertend einordnen zu können.

Die bereits in den ersten Jahren für das künstliche Riff Nienhagen typische Differenzierung zwischen hoher Bewuchsintensität auf den hoch gelegenen, oberen Bereichen der Strukturkörper und geringerer in den unteren Lagen, hat sich auch im aktuell untersuchten Zeitabschnitt bestätigt. Die als Mittelwerte der Jahre 2016-2018 aus 8 Beobachtungsflächen errechneten Biomassewerte lagen zwischen 1.820,4 und 3.664,7 g TM/m² und damit in einer Größenordnung, die aus den Untersuchungen der vergangenen Jahre bereits bekannt war (Abb.4.1-1). Bemerkenswert ist der mit 3.664 g TM/m² ungewöhnlich hohe mittlere Biomassewert im Dezember 2016. Er erklärt sich ganz überwiegend aus starkem Wachstum von Miesmuscheln in den oberen Lagen (Fläche 2, 6 und 8). Interessant, da in dieser Intensität bisher nicht beobachtet, war auch das ungewöhnlich dichte Vorkommen von Seesternen im Herbst 2018. Auf den bei der letzten Probenahme im Untersuchungszeitraum aufgenommenen Fotos sind im Mittel der 8 Beobachtungsflächen hochgerechnet 692 Ind./m² zu erkennen (siehe hierzu auch Fototabelle 1, Anhang). Der Maximalwert lag bei 1.500 Ind./m² auf Fläche 6 – obere Lage an einem 6 t Tetrapod (Abb.4.1-2). Gegenwärtig sind die Tiere relativ klein (1-3 cm), erfahrungsgemäß ändert sich dies aber im Laufe des Winters, so dass zu vermuten ist, dass das nächste Jahr erneut ein „Seesternjahr“ wird, und in der Folge der Miesmuschelbestand, beginnend in diesem Winter, durch die Seesterne stark reduziert wird. Ähnliche Situationen wurden bereits 2009 und 2014 und auch aktuell 2017 beobachtet.

„Seesternjahre“ sind erfahrungsgemäß gute Jahre für Makroalgen. Der reduzierte Muschelbewuchs eröffnet neue Ansiedlungsflächen für Großalgen und dies wurde 2017 im Riff Nienhagen auch so festgestellt. Sowohl die Artenanzahl als auch die Biomasse der Rotalgen lag 2017 über den langjährigen Beobachtungswerten, wobei dem Standort inzwischen auch die „gute Umgebung“, d.h. die langjährige Entwicklung der Algen im Riffareal als Sporenquelle zugutekommt.

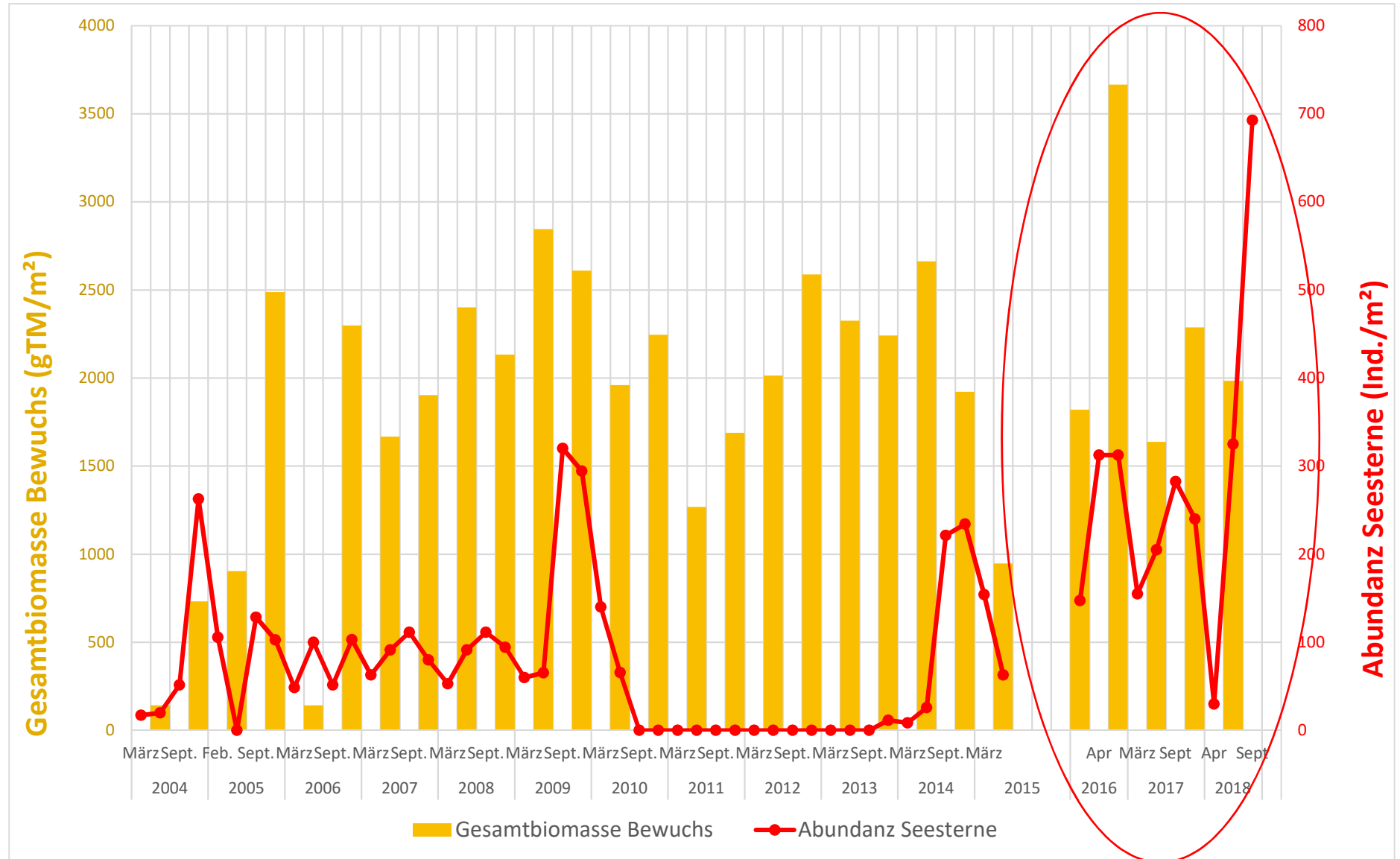


Abb.4.1-1: Entwicklung der Gesamtbiomasse (Trockenmasse) und Abundanz der Seesterne im Riff Nienhagen seit 2004

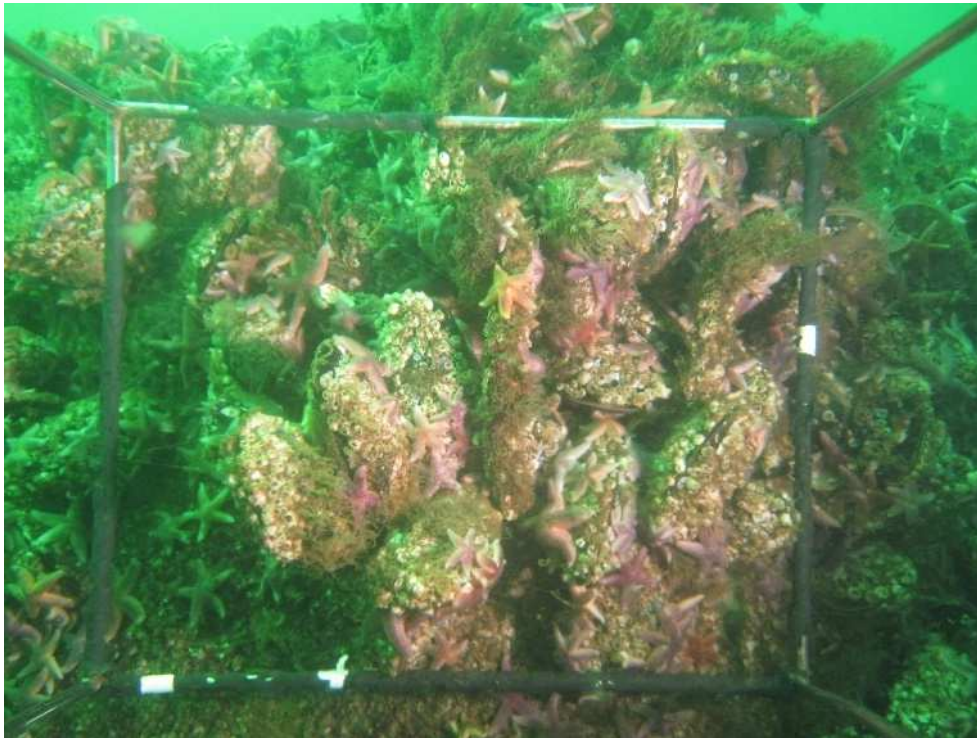


Abb.4.1-2: sehr hohe Abundanz von Seesternen im September 2018, Fläche 6, obere Lage an 6 t-Tetrapod im Riff Nienhagen

Den Standort Rosenort haben die aus Skandinavien vor der mecklenburgischen Küste überwinterten Tauchenten inzwischen offensichtlich fest eingepflanzt. Im Winter 2016/17 und auch im Winter 2017/18 wurden die Riffstrukturen weitgehend „leergefressen“. Der Unterschied bestand darin, dass 2016/17 die Enten schon im Dezember/Anfang Januar kamen und bei der Probenahme am 17. Januar bereits ein „leeres“ Riff angetroffen wurde, im nächsten Jahr hingegen war im Januar alles noch wie im Herbst vorhanden und erst die Aprilfotos (04.04.17) zeigten, dass zwischenzeitlich wieder Tauchenten das Riff aufgesucht hatten (siehe hierzu auch Fototabelle 2/Anhang und BM-Werte in Abb.4.1-3). Schätzungsweise 90 % der an den Außenflächen der Strukturen sitzenden Miesmuscheln waren bei den Frühjahrsbeprobungen verschwunden. Das wirft die Entwicklung zunächst zurück, schafft andererseits aber auch Platz für Neubesiedlung, was in beiden Jahren dann auch der Fall war. Die Frage nach einem relativ stabilen Endstadium der Entwicklung (Klimax) stellt sich somit an diesem, im Vergleich zu den anderen Standorten mit ca. 7 m Wassertiefe relativ flach gelegenen Standort, nicht.

Eine weitere, im Vergleich zu den anderen Standorten typische Besonderheit sind hohe Abundanzen von zwischen den Muscheln lebenden Kleinkrebsen, insbesondere *Gammarus salinus*. Die Krebse werden an diesem Standort bei gut ausgebildeter Miesmuschelbedeckung regelmäßig mit Abundanzwerten von 3.000 – 6.000 Ind./m² angetroffen und stellen dort mit Sicherheit eine wichtige Nahrungsquelle für alle im und am Riff lebenden Fische dar.

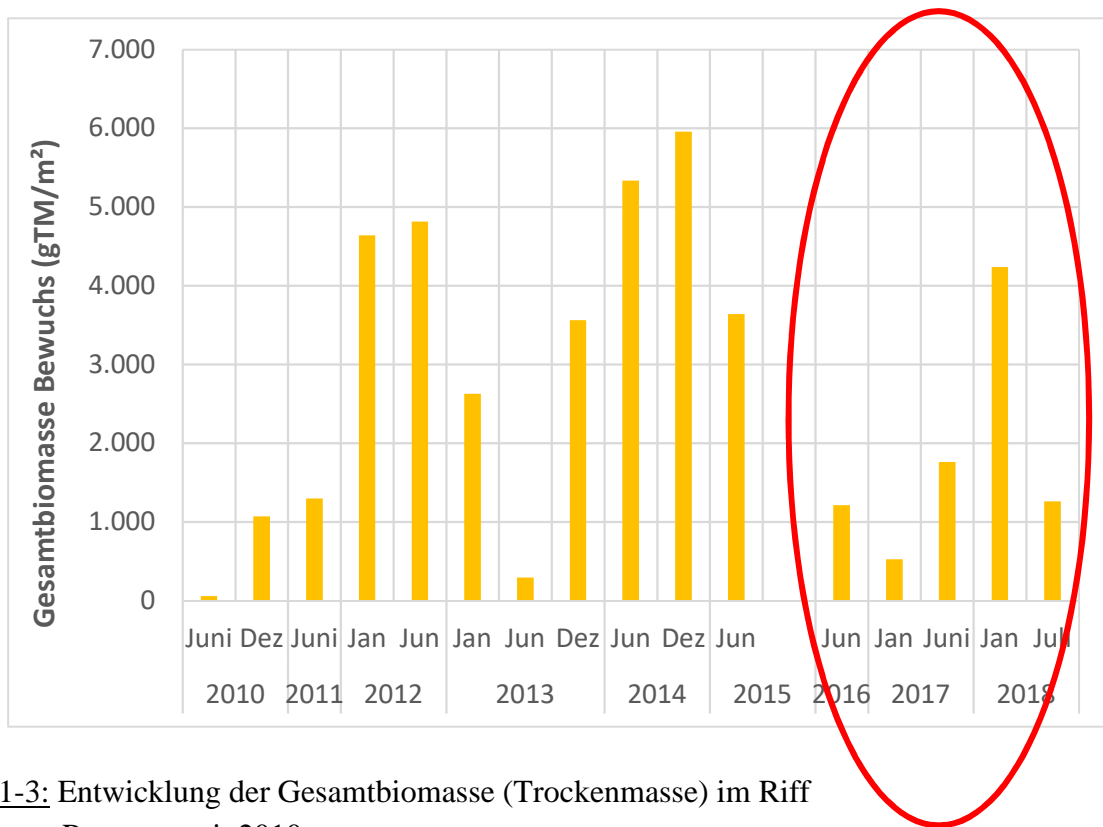


Abb.4.1-3: Entwicklung der Gesamtbiomasse (Trockenmasse) im Riff Rosenort seit 2010

4.2 Bewertung der Eignung der Seegebiete vor Kühlungsborn und Dierhagen als zukünftige potenzielle Standorte für künstliche Riffe

An beiden Standorten konnte in den betrachteten 27 Monaten eine sehr schnelle Entwicklung der Bewuchsgemeinschaften auf den ausgebrachten Hartsubstraten beobachtet werden. Es haben sich biomassereiche *Mytilus*-Gesellschaften, wie sie für die exponierten Außenküsten von MVP typisch sind, etabliert. Da beide potenziellen Standorte für die Errichtung von Riffen unterhalb der sommerlichen Sprungschicht liegen, erlaubt der relativ hohe Salzgehalt zusätzlich zu den im Flachwasser auftretenden Arten auch das Vorkommen stärker marin geprägter Bewuchsorganismen wie Seescheiden, Seesterne oder auch Asselspinnen. Andererseits steigt in warmen Sommern die Gefahr von auftretenden Sauerstoffmangelsituationen und dadurch hervorgerufenen Ausfällen bei in Bodennähe lebenden Arten.

Der im Sommer 2018 sowohl vor Kühlungsborn als auch vor Dierhagen beobachtete Rückgang der Biomassewerte auf den nur ca. 50 cm über dem Boden ausgelagerten Langzeitplatten kann als Hinweis auf zeitweise in kritische Bereiche absinkende Sauerstoffgehalte gewertet werden.

Das zusätzliche Ausbringen von „Artificial Reef Monitoring Structures“ (ARMS) hat an beiden Standorten ergänzend zu den Plattenauslagerungen viele Nachweise von Arten, mit stärker bodennah orientierter Lebensweise, insbesondere Polychaeten, erbracht. Inzwischen ist auch ein direkter Vergleich mit den in den Vorjahren bereits mit gleicher Methode untersuchten Standorten (Rosenort 6,5 m, Nienhagen 6 m, 12 m und 18 m) möglich. Die Grafik in Abb.4.2-1 zeigt eine Einordnung der aktuell vor Kühlungsborn und Dierhagen gewonnenen Ergebnisse in die Reihe der bisherigen

Daten. Mit jeweils 34 Evertebraten-Arten erweisen sich beide Standorte als vergleichsweise artenreich, erreichen allerdings noch nicht die Vielfalt, die im seit 2003 bestehenden künstlichen Riff Nienhagen 2013/14 mit 39 Arten angetroffen wurde.

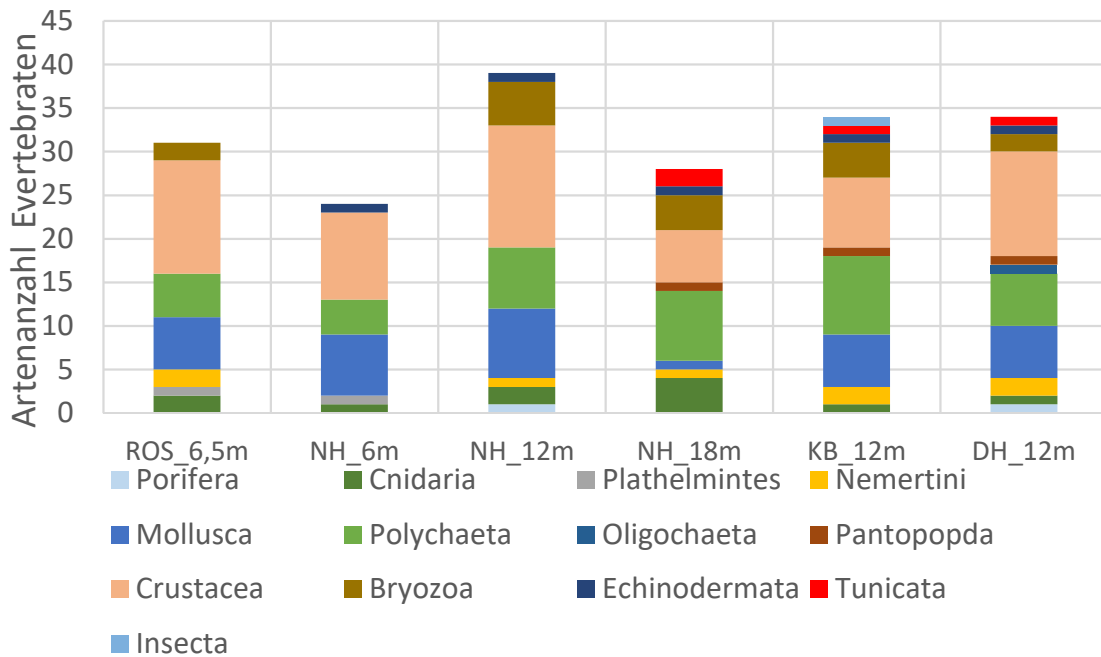


Abb.4.2-1: Artenzahl Evertebraten in/auf an verschiedenen Standorten mit jeweils 5 Parallelen ausgebrachten **Artificial Reef Monitoring Structures (ARMS)**

Bezogen auf die Artenvielfalt von Makroalgen zeigt der Vergleich der Stationen, dass die Tiefe von ca. 12 m unter den gegebenen Bedingungen für Rotalgen offensichtlich optimal ist (Abb. 4.2-2). Tiefer oder auch flacher gelegene Stationen wiesen weniger Arten auf, die Unterschiede zwischen den Standorten Kühlungsborn, Nienhagen und Dierhagen sind marginal.

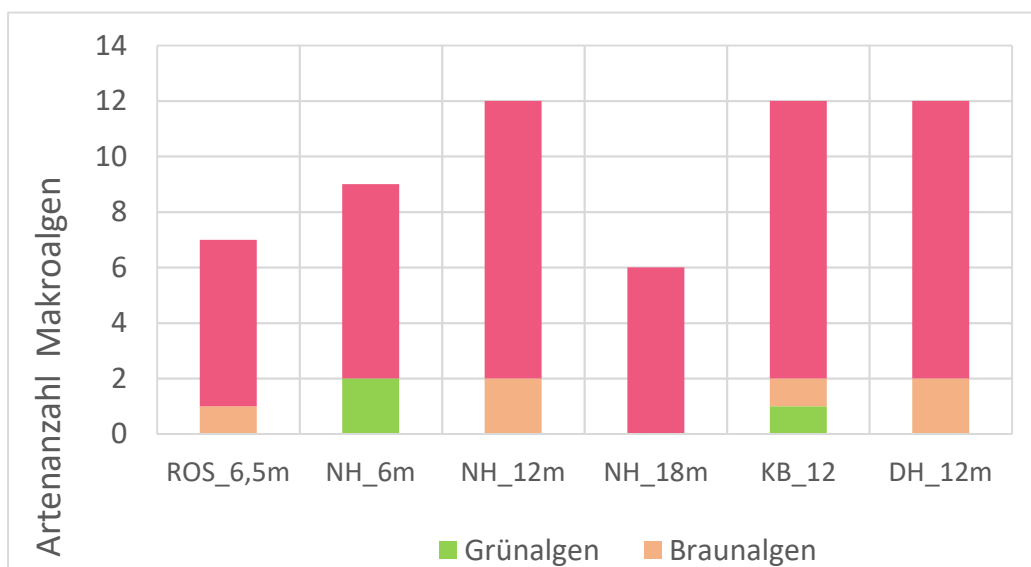


Abb.4.2-2: Artenzahl Makroalgen auf an verschiedenen Standorten mit jeweils 5 Parallelen auf den ausgebrachten **Artificial Reef Monitoring Structures (ARMS)**

Abb.4.2-3 zeigt – abgeleitet aus Kratzproben - die Entwicklung der Gesamtbiomassewerte auf den Kontrollflächen (Mittelwerte) an vor Dierhagen und Kühlungsborn. Am Ende der Beobachtungsperiode war ein starker Rückgang der Biomasse auf der Fläche in der unteren Lage vor Kühlungsborn zu verzeichnen, der teils durch Fraß der Muscheln durch Seesterne teils wahrscheinlich aber auch durch zeitweisen Rückgang der Sauerstoffwerte mit resultierenden Absterben von Miesmuscheln zu erklären ist.

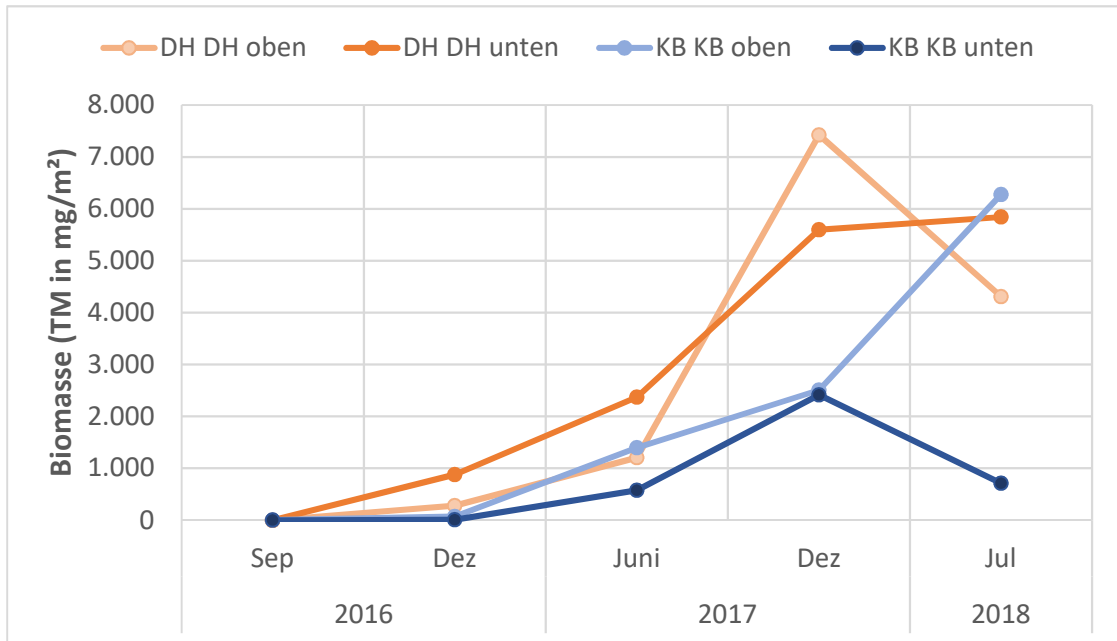


Abb.4.2-3: Vergleich der Biomasseentwicklung auf in unterschiedlichen Höhenlagen ausgebrachten Platten (Kratzproben) an den Standorten Dierhagen und Kühlungsborn

Ein Vergleich der nahezu zeitgleich an allen 4 Standorten ausgebrachten Langzeitplatten nach 26 Monaten Auslagerungszeit im September 2018 ergibt, dass die Artenanzahl der Evertebraten an den beiden etwas weiter westlich gelegenen Standorten Kühlungsborn und Nienhagen höher ist als an den beiden östlicheren (Abb.4.2-4).

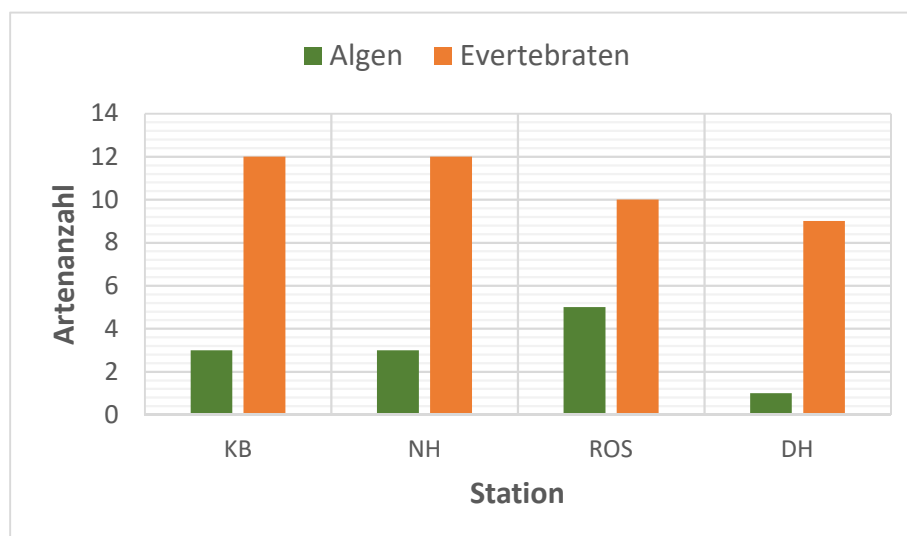


Abb.4.2-4: Artenanzahl Großalgen und Evertebraten auf Langzeitplatten im September 2018

Bei den Algen lässt sich dieses Schema nicht erkennen. Hier ist es wohl die geringere Wassertiefe und damit bessere Lichtsituation, die die Vielfalt der Rotalgen vor Rosenort zumindest zu diesem Zeitpunkt etwas höher ausfallen lässt. Die Gesamtbiomassewerte, die sich an allen Stationen zu über 95 % aus Miesmuscheln darstellen, machen erneut den Einfluss der Seesterne deutlich. Die beiden westlichen Stationen mit höheren Seesternabundanzen weisen deutlich geringere Muschelbiomassen und damit auch geringere Gesamtbiomassen auf (Abb.4.2-5).

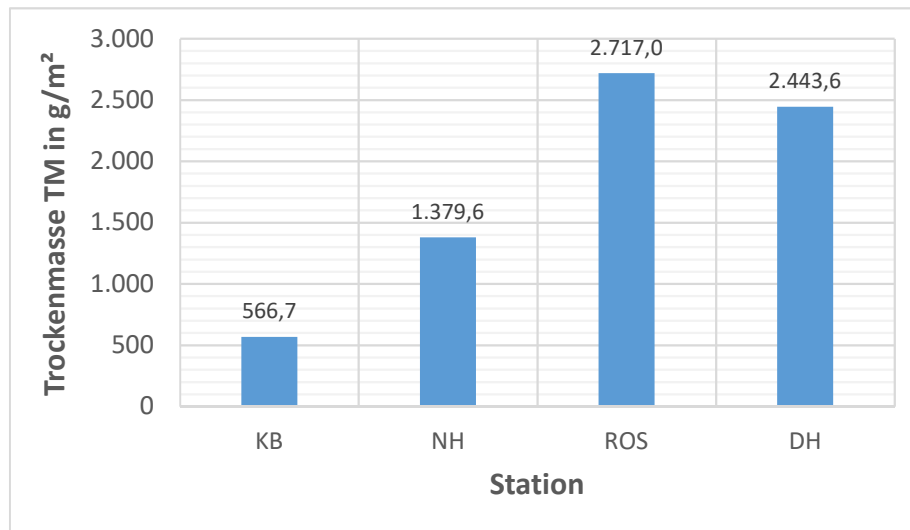


Abb.4.2-5: Gesamtbiomasse auf Langzeitplatten im September 2018

In der Zusammenstellung der Ergebnisse erscheinen beide potenziellen neuen Riffstandorte gut geeignet, bei der Entscheidung für einen der beiden Standorte wäre allerdings Dierhagen der Vorzug zu geben, da

- der Bestand der Miesmuscheln voraussichtlich nicht durch zeitweise auftretende Massentwicklungen von Seesternen gefährdet wäre.
- mit starkem Aufkommen von Kleinkrebsen, Krabben und Garnelen zu rechnen ist, die ihrerseits eine gute Nahrungsgrundlage für Jungdorsche und andere Fischarten darstellen.

4.3 Funktion und Leistungsfähigkeit sekundär geschaffener Riffstandorte

Die beiden bestehenden künstlichen Riffe vor Nienhagen und Rosenort wurden mit dem primären Ziel errichtet, Jungdorschen in ihrer benthischen Lebensphase bessere Lebensbedingungen zu bieten und so den Bestand einer durch Überfischung beeinträchtigten Art zu fördern. Die begleitenden fischereibiologischen Untersuchungen haben gezeigt, dass tatsächlich der Anteil junger Dorsche in diesen Gebieten deutlich höher ist als in entsprechenden Referenzgebieten. Darüber hinaus

konnte durch Markierungsexperimente nachgewiesen werden, dass auch die abgewachsenen, größere Dorsche, die das Gebiet zum Laichen verlassen, in regelmäßigen Abständen zu den Riffstandorten zurückkehren – allgemein also eine hohe Attraktivität für Dorsche gegeben ist.

Eine wesentliche Ursache hierfür ist der Nahrungsreichtum, der durch die auf den sekundär geschaffenen Hartböden siedelnden Organismen entsteht. Die strukturbildende Art der Hartböden der Außenküste ist die Miesmuschel. Alle bisherigen Untersuchungen zeigen, dass sich auch in Wassertiefen unterhalb von 10 m innerhalb weniger Monate dichte Muschelschichten ausbilden, die ihrerseits einen Lebensraum für eine artenreiche Begleitfauna, bestehend aus Kleinkrebsen, Polychaeten, Hydroidpolypen und Moostierchen bilden. Bei den aktuellen Untersuchungen wurden beispielsweise in einer Kratzprobe, die am 17.07.2018 von einer mit Muscheln bewachsenen Betonplatte in 12 m Tiefe am Standort vor Dierhagen entnommen wurde, hochgerechnet 12.089 Ind./m² der Kleinkrebsart *Gammarus salinus* ausgezählt. Die als Fischnahrung (nicht nur für Jungdorsche) wichtigen Tiere brachten ein Feuchtgewicht von 156 g/m² auf die Waage. Ähnlich beeindruckende Werte können auch von im Bewuchs lebenden großen Polychaeten (*Hediste diversicolor*, *Neanthes succinea*) erreicht werden (bioplan, 2009b).

Hinzu kommt ein Effekt, der im außergewöhnlich heißen Spätsommer 2018 zu beobachten war, als die Sauerstoffwerte unterhalb der Salzsprungschicht grundnah stark rückläufig waren. Alle frei beweglichen, nicht festsitzenden Organismen, die in normalen Situationen mit guter Sauerstoffversorgung bodennahe Standorte bevorzugen, sterben entweder oder weichen dann in höhere, bis in die Sprungschicht und darüber hinaus reichende Strukturen aus. Sind derartige, mehrere Meter aufragende Strukturen wie in einem Riff vorhanden, können die Tiere ohne ihren Lebensraum im Lückensystem der Muschelschalen verlassen zu müssen, ausweichen und ein zeitweises „Notquartier“ in höheren Lagen beziehen. Auch bei an die Strukturen gebundene Fische wie z.B. Klippenbarschen und Schwimmgrundeln sowie bei Garnelen wurde ein derartiges Verhalten beobachtet. Insofern können künstliche Riffe, unabhängig vom verwendeten Material auch zu Stabilisierung des Gesamtlebensraumes in kritischen Situationen beitragen.

Der für das Ökosystem der Ostsee wahrscheinlich bedeutendere Effekt ist allerdings die Filterwirkung, die von den Muscheln, aber auch von anderen festsitzenden Arten der Bewuchsgemeinschaft wie Seepocken und Moostierchen ausgeht. Miesmuscheln ernähren sich ganz überwiegend von Phytoplankton und wirken damit dem Hauptproblem der Ostsee, der Eutrophierung – entgegen. Phytoplankton wird aus dem Wasserkörper entfernt, teils incorporiert und in körpereigene Biomasse umgewandelt, teils als Faecies/Pseudofaecies ausgeschieden. Nach HOFFMANN (2011) filtern allein die Miesmuscheln im Riff Nienhagen mindestens 4.000 m³ Wasser pro Tag und auch die Ausscheidungen – nach eigenen Untersuchungen hierzu ist von 0,5 -1,5 ml/m² d Faecies/Pseudofaecies auszugehen (bioplan, 2009b) – sind eine wesentliche Nahrungsgrundlage für Kleinkrebse, Polychaeten und Schwimmgrundeln, die ihrerseits in diverse Nahrungsnetze einfließen. Ein - im Vergleich zu Landlebensräumen - großer Vorteil besteht darin, dass der Lebensraum „künstliches Riff“ sehr schnell besiedelt wird und durch das schnelle Wachstum der Muscheln schon nach wenigen Monaten seine ökologische Funktion fast vollständig ausbildet. Das heißt nicht, dass dann schon alle zu erwartenden Arten da sind, dies dauert, insbesondere bei Großalgen,

mehrere Jahre. Filterleistung, Nahrungs- und Schutzfunktion sind aber schon weitgehend stabil ausgebildet.

Aber auch mit Blick auf die Besiedlung instabilerer Riffsysteme, wie das in geringerer Tiefe liegende Riff vor Rosenort, erfüllen diese im Gesamtsystem der Ostsee wichtige Funktionen, indem sie beispielweise für vor der Deutschen Küste überwinterten skandinavischen Tauchenten (Eis- und Eiderente) verlässlich, immer am gleichen Standort, energiereiche Nahrung in Form von Miesmuscheln zur Verfügung stellen.

4.4 Künstliche Riffe als mögliche Kompensationsmaßnahmen für auszugleichende Eingriffe in marine Lebensräume

Die hohe strukturelle und vor allem funktionelle Bedeutung von Hartsubstraten in marinen Ökosystemen ist allgemein unbestritten. Hartsubstrate sind eine existenzielle Voraussetzung für viele Tier- und Pflanzenarten, sich im marinen Milieu überhaupt etablieren zu können, was ganz deutlich wird, wenn man beobachtet, mit welcher Schnelligkeit und Intensität jedes Hartsubstrat im Meerwasser bewachsen wird. Die Primärbesiedler bilden dann ihrerseits wiederum Nahrungsgrundlage und Schutz für weitere marine Arten, so dass die Bedeutung der Hartböden weit über die eigentlichen Besiedler hinaus letztlich über Krebse und Polychaeten bis zu Fischen, Robben und Seevögeln reicht. Entsprechend gilt das selbstverständlich auch für Strukturen wie künstliche Riffe. Welches große Besiedlungspotential, welcher Biomassezuwachs und welche Artenvielfalt auf solchen Strukturen auch in der Ostsee entstehen können und welcher große indirekte Benefit (Fischreichtum, Filterleistung) damit zusätzlich verbunden ist, konnte im Rahmen der langjährigen Untersuchungen zu den künstlichen Riffen vor Nienhagen und vor Rosenort eindrucklich nachgewiesen werden. Von besonderer Bedeutung ist zudem, dass die gerade in der Ostsee früher sehr häufigen Hartsubstrate in den letzten 100 Jahren durch menschliche Aktivitäten deutlich abgenommen haben.

Die Ostsee war durch diverse glaziale Transportprozesse, die in DUPHORN et al (1995) ausführlichst beschrieben werden, ursprünglich besonders reich an Stein- und Blockgründen und auch größeren Steinanhäufungen (Riffe), was, wie oben ausgeführt, eine vielfältige Besiedlung mit sessilen tierischen Organismen und Pflanzen zur Folge hatte. Etwa ab dem 19. Jhdt. wurde dieser Steinreichtum durch die sogenannte Stein- oder Zangenfischerei allerdings einer kommerziellen Nutzung unterworfen und erst vor allem die Küstenbereiche, später die Bereiche zwischen 6 und 20 m Wassertiefe „leergefischt“. Diese Steinfischerei war auch an den Küsten Mecklenburg-Vorpommerns üblich und man kann davon ausgehen, dass sie an allen Ostseeküsten durchgeführt wurde. Als man erkannte, dass diese Entnahme von Steinen auch negative Auswirkungen auf den Küstenschutz hatte, wurde die Steinfischerei vielerorts verboten (vor der Vorpommerschen Küste z.B. bereits 1906, in Schleswig-Holstein erst 1976). Nichtsdestotrotz wurde Steinfischerei über Jahrzehnte illegal weiter betrieben, was es entsprechend schwer bis unmöglich macht, sicher nachzuweisen, wo tatsächlich Steine entnommen worden sind.

KAREZ & SCHORIES (2005) haben eine Zusammenstellung über den beträchtlichen Umfang der Steinentnahmen im Zuge der Steinfischerei zusammengetragen und weisen anhand der Auswertung historischer Quellen nach, dass neben Eutrophierungsproblemen vor allem das Fehlen von Festsubstrat in etwas größeren Wassertiefen dafür verantwortlich ist, dass z.B. das Vorkommen von *Fucus vesiculosus* in größeren Wassertiefen in der Ostsee in den letzten 100 Jahren sehr stark zurückgegangen ist. Fehlendes Hartsubstrat ist vor allem in den äußeren Küstengewässern ein spezifisches Problem, was dazu führt, dass der gute ökologische Zustand gemäß WRRL wegen der fehlenden Phytobiozönose oft nicht erreicht werden kann. Es ist also naheliegend, hinsichtlich der Maßnahmeplanung über ein Wiedereinbringen von Hartsubstrat nachzudenken und ökologisch und ökonomisch sinnvoll, die Realisierung solcher Maßnahmen zumindest teilweise über die Eingriffsregelung umzusetzen.

Seit dem Jahr 2010 sind auch Vorhaben in der Ausschließlichen Wirtschaftszone wie z.B. das Verlegen von Seekabeln (BNatSchG) und seit 2017 auch die Errichtung von Offshore-Windparks ausgleichspflichtig. Besonders küstenferne Eingriffe nehmen deutlich zu und es ist mit einer weiteren Zunahme von Eingriffen im marinen Bereich zu rechnen (Verlegung von Gasleitungen und Seekabeln, Offshore-Windkraftanlagen, Kiesabbau, Verklappungen). Hier gibt es also ein beträchtliches Potential, was für Maßnahmen speziell in den äußeren Küstengewässern eingesetzt werden könnte, sowie einen entsprechenden Bedarf an Ausgleichsmöglichkeiten, die den Vorgaben des BNatSchG entsprechen. Gemäß § Kap.3 § 15 BNatSchG vom 29.07.2009 zuletzt geändert durch Art. 1Gv. 15.09.2017 I 3434 ist der Ausgleich/der Ersatz zweckgebunden und möglichst im **gleichen Naturraum** zu leisten und es ist **funktionellen** Verbesserungen der Vorrang zu geben. Was im Übrigen auch dem europaweit verfolgten Ansatz entspricht, wie das Zitat aus dem Leitfaden zum Aufbau des Natura-2000-Netzes in der Meeresumwelt (dossiers.dgt.cec.eu.int\dossiers\ENV\ENV-2007-00679\ENV-2007-00679-00-00-DE-TRA-00.DOC) belegt:“ Die Kommission schlägt vor, schrittweise einen ökosystem-orientierten Ansatz mit Zielen und Aufgaben zur Regelung menschlicher Aktivitäten, die die Meeresumwelt beeinflussen, zu verfolgen, um sicherzustellen, dass die biologische Vielfalt erhalten bleibt und die Meeresressourcen nachhaltig genutzt werden. Dieser Ansatz trägt den Konzepten des günstigen Erhaltungszustands und des guten ökologischen Zustands im Sinne der FFH-/Vogelschutzrichtlinien und der Wasserrahmenrichtlinie Rechnung“.

Künstliche Riffstrukturen/Steinschüttungen bieten sich in hervorragender Weise an, diese Anforderungen sicherzustellen. Welche funktionellen und strukturellen Verbesserungen solche Strukturen leisten können, zeigen, wie bereits ausgeführt, die langjährigen Untersuchungsergebnisse an den künstlichen Riffen vor Nienhagen und Rosenort, die Maßnahmen erfolgen im marinen Bereich und sind hinsichtlich Größe, Positionierung und Ausgleichswert sehr gut zu steuern. Riffe sind zudem keine unüblichen Strukturen in der Ostsee sondern als vorkommender Lebensraumtyp LRT 1170 explizit ausgewiesen. Künstliche Riffe und Steinschüttungen wurden entsprechend auch bereits als Ausgleichsmaßnahmen eingesetzt (vgl. z.B. LÜDECKE et al., 2014 und KAREZ & SCHORIES, 2005). Umso bedauerlicher ist es, dass in den Maßnahmenkatalog der eigens entwickelten Richtlinien zur „Naturschutzrechtlichen Behandlung von Eingriffen im Küstenmeer von

Mecklenburg- Vorpommern“ (LUNG, 2017) trotz entsprechender Vorgespräche diese Möglichkeit nicht mit aufgenommen, ja sogar im Grunde ausgeschlossen worden ist, da als geeignete Kompensationsmaßnahmen nur 8 Maßnahmen (Anlage 3) aufgenommen wurden, von denen lediglich eine (5.40 „Wiederherstellung mariner Block und Steingründe“) tatsächlich für äußere Küstengewässer relevant ist. Alle anderen sind ganz überwiegend landgebundene Maßnahmen (Wiederherstellung des natürlichen Überflutungsregimes mit und ohne Nutzungsmöglichkeit, Entwicklung von Salzgrünland, Wiederherstellung natürlicher Küstendynamik).

Wünschenswert wäre, zumindest die Errichtung künstlicher Riffe aus Natursteinen explizit mit in den Maßnahmekomplex 5.40 HzE marin aufzunehmen. Neben einer Wiederherstellung ehemaliger Stein- und Blockgründe und einzelner Steinriffe (von deren natürlichem Vorkommen, wie oben ausgeführt, in der Ostsee ganz allgemein auszugehen ist) sollte auch eine Verbesserung von durch anthropogene Eingriffe (z.B. Verklappungen) devastierten Bereichen, künstlich verschlickten Gebieten und Bereichen mit Sauerstoffdefiziten am Grund durch den Aufbau künstlicher Riffe als Ausgleichsmaßnahme anerkannt werden, zumal solche Maßnahmen bei entsprechend fundierter Planung außerordentlich komplex und im Sinne eines funktionalen, ökologischen Ansatzes über die Nahrungskette und Auswirkungen auf die Reproduktion verschiedenster Meeresorganismen weit über das Riff selbst hinausreichende positive Auswirkungen zur Folge haben kann und die Entwicklung einer vielfältigen funktionalen Biozönose vergleichsweise schnell erfolgt (siehe Ergebnisse des vorliegenden Projektes). Selbst der Einsatz tatsächlich künstlicher Riffstrukturen wie z.B. Tetrapoden sollte nicht völlig ausgeschlossen werden (Grundvoraussetzung ist selbstverständlich immer, dass es sich um zertifiziertes Material handelt, welches pH-neutral ist und bei dem nachweisbar keinerlei Abgabe von Schadstoffen zu besorgen ist), da die langjährigen Untersuchungen zu diesem Thema gezeigt haben, dass diese sowohl von der Besiedlungsgeschwindigkeit als auch den gebildeten Biomassen ganz ähnliche Werte aufweisen wie Natursteine und weil auch bedacht werden sollte, dass die Beschaffung von großen Mengen an Natursteinen in einem anderen Geotop durchaus seinerseits mit einem Eingriff verbunden ist.

Streng nach den Regeln der Hinweise zur Eingriffsregelung für den marinen Bereich in MV (HzE marin) ist der Kompensationswert der Errichtung eines künstlichen Riffs wie oben erläutert nicht darzustellen, da es diese Kompensationsmöglichkeit noch nicht gibt. Es soll an dieser Stelle in Anlehnung an die ebenda aufgeführten Regeln und Richtwerte aber dennoch versucht werden, einen Berechnungsansatz für derartige Maßnahmen vorzuschlagen und an einem konkreten Beispiel durchzurechnen, in der Hoffnung, dass nach eingehender Diskussion die Chancen und Vorteile solcher Projekte erkannt und die Errichtung künstlicher Riffe als Kompensationsmaßnahmen anerkannt werden.

Als konkretes Beispiel soll die Planung eines eventuell neu zu errichtenden Riffs vor Dierhagen dienen. Es werden beispielhaft zwei Varianten gerechnet. In jedem Fall umfasst die Gesamtplanungsfläche 20.000 m². Bei Variante A wird nur mit Natursteinschüttungen gearbeitet (Abb.4.4-1), bei Variante B werden Natursteinschüttungen mit künstlichen Riffelementen (2 t Tetrapoden) kombiniert (vgl. Abb.4.4-2).

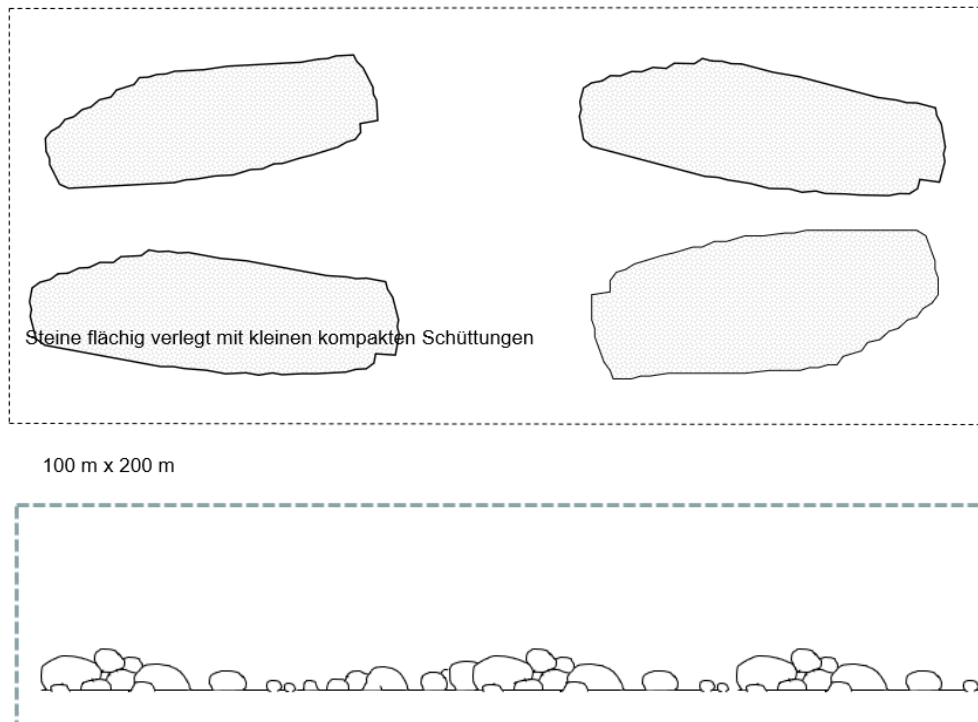


Abb.4.4-1: Variante A: 4 Natursteinschüttungen

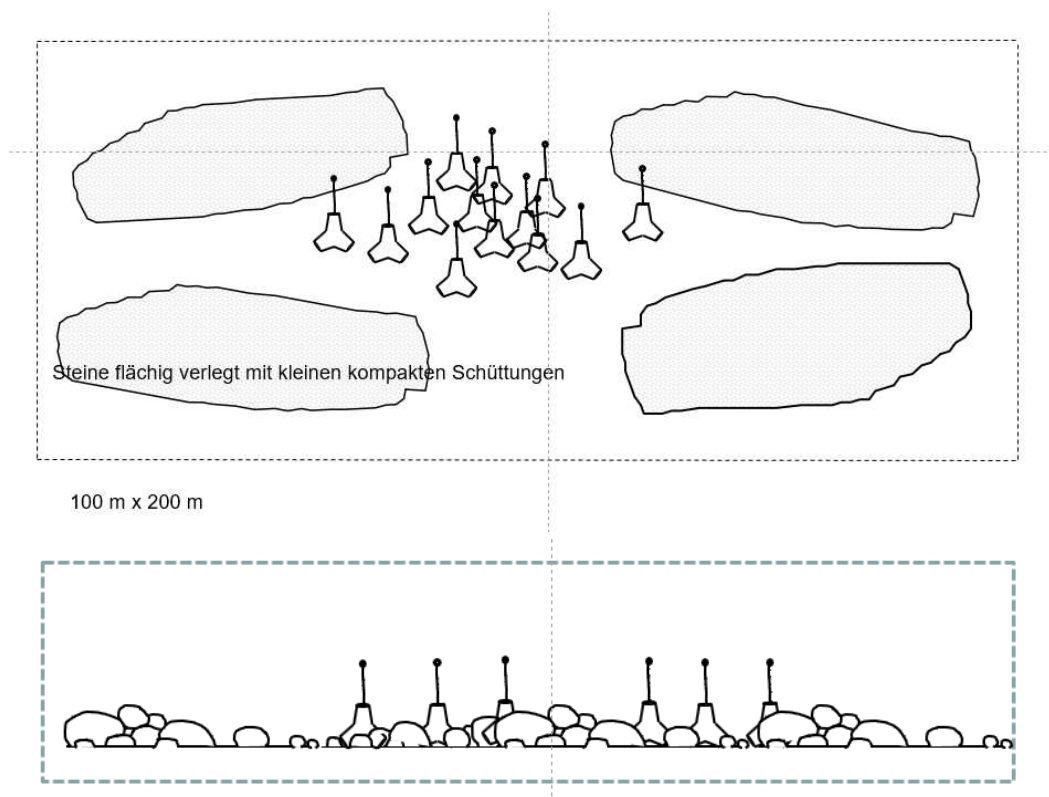


Abb.4.4-2: Variante B: 4 Natursteinschüttungen, kombiniert mit 2 t-Tetrapoden

Relevant sind für eine Kalkulation des damit zu erreichenden Kompensationsäquivalents folgende Größen (die Oberflächen wurden jeweils über geometrische Formen mit entsprechenden Abschlägen für Überdeckungen und Verschattungen errechnet):

Riffelemente Variante A:

4 Natursteinschüttungen Grundfläche jeweils 30 m x 50 m = 1.500 m²/Schüttung

Grundfläche (überdeckte Fläche, gesamt): 6.000 m²

Verwendete Steine je Einzelschüttung:

	OF/Stein	OF/Schüttung	OF Summe
D = 80 cm, 2.500 Stck	2,01 m ²	5.025 m ²	20.100 m ²
D = 100 cm, 1.250 Stck.	3,14 m ²	3.925 m ²	15.700 m ²
D = 150 cm, 375 Stck.	7,07 m ²	2.651,25	10.605 m ²
Summe:			46.405 m ²

Bewuchsoberfläche, gesamt (50% der Oberfläche der verwendeten Steine):23.202,50 m²

Riffelemente Variante B

4 Natursteinschüttungen Grundfläche jeweils 30 m x 50 m = 1.500 m²/Schüttung

+ 150 Stck. 2 t Tetrapoden, Grundfläche pro Tetrapode 0,7 m²

Grundfläche (überdeckte Fläche, gesamt): 6.105 m²

Verwendete Steine je Einzelschüttung:

	OF/Stein	OF/Schüttung	OF Summe
D = 80 cm, 2.500 Stck	2,01 m ²	5.025 m ²	20.100 m ²
D = 100 cm, 1.250 Stck.	3,14 m ²	3.925 m ²	15.700 m ²
D = 150 cm, 375 Stck.	7,07 m ²	2.651,25	10.605 m ²
Summe:			46.405 m ²

50 % der Oberfläche der Steine 23.202,50 m²

150 Stck. 2 t Tetrapoden, OF abzgl. Grundfläche/TP = 6,02 m² 903 m²/Riff

Bewuchsoberfläche (2/3 OF Steine + OF Tetrapoden abzgl. GF) 24.105,50 m²

Substrat/Biotop Grundfläche: Meeresboden mit Fein- bis Mittelsanden der äußeren Küstengewässer der Ostsee westlich der Darßer Schwelle (NTF)

naturenschutzfachliche Wertstufe 1, durchschn. Biotopwert 1,5

Oberfläche künstliches Riff: OMK

naturenschutzfachliche Wertstufe 2, durchschn. Biotopwert 3

Der Grundansatz folgt der Berechnung über ein Kompensationsflächenäquivalent und auch die aufgelisteten Wertstufen für die einzelnen Biotope, die sich aus Regenerationsfähigkeit und Gefährdung ergeben (Anlage1 HzE marin) sowie der sich daraus ableitende durchschnittliche Bio-

topwert werden übernommen. Sofern es sich nicht um eine azoische (anaerobe) Grundfläche handelt, ist das Flächenäquivalent der durch das Riff überbauten Grundfläche selbstverständlich von dem entstehenden Kompensationsflächenäquivalent abzuziehen, da die bestehende Fläche ja auch ihrerseits einen ökologischen Wert aufweist. Das Kompensationsflächenäquivalent des künstlichen Riffs ist allerdings nicht über die Grundfläche sondern über die Oberfläche zu ermitteln, da diese die Funktionalität des neu entstehenden Lebensraums widerspiegelt.

Es ergibt sich damit folgender Berechnungsmodus:

$$\text{Kompensations-Flächenäquivalent} = \left(\text{Oberfläche zu schaffendes Riff} * \text{Biotopwert} \right) - \left(\text{überbaute Fläche} * \text{Biotopwert vorhandenes Biotop} \right)$$

Folgt man Anlage 1 HzE marin, ist für künstliche Riffe eine Naturschutzfachliche Wertstufe von 2 und damit gemäß der Tab. in Pkt. 5.2 ebenda ein Biotopwert von 3 ausgewiesen, der wegen der nachgewiesenermaßen sehr schnellen Entwicklung in jedem Fall innerhalb von 25 Jahren erreicht wird. Für gegebenenfalls vorhandene Beeinträchtigungen im Umfeld der Ausgangsfläche bzw. der späteren Maßnahme sind weiterhin Zu- bzw. Abschläge in Form des Wirkfaktors bzw. des Leistungsfaktors einzurechnen. Darauf wird an dieser Stelle verzichtet und stattdessen davon ausgegangen, dass das künstliche Riff an einer weitgehend ungestörten Stelle etabliert wird. Bei Variante B wäre es allerdings denkbar, mit einem Abschlag im übertragenen Sinne eines Wirkfaktors zu rechnen, da hier künstliche Elemente mit verbaut sind. Das ermittelte Kompensationsflächenäquivalent wird deshalb noch mit einem Faktor von 0,7 beaufschlagt.

Nach dem dargestellten Berechnungsansatz würden sich damit folgende Kompensationsflächenäquivalente ergeben:

Variante A: $(23.203 \text{ m}^2 * 3) - (6.000 * 1,5) = 60.609 \text{ m}^2$

Variante B: $\left[(24.106 * 3) - (6.105 * 1,5) \right] * 0,7 = 44.212 \text{ m}^2$.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen des mit EMFF und Landesmitteln des Landes Mecklenburg-Vorpommern geförderten Projektes „Riffprojekt – Fischereiliches Monitoring und Bewuchsuntersuchungen“ wurde der Auftrag zu „Bewuchsuntersuchungen an den Standorten Riff Nienhagen und Riff Rosenort sowie Seegebiet Kühlungsborn und Dierhagen“ als Forschungsthema an die bioplan GmbH vergeben. Ziel der auf einen Zeitraum von 3 Jahren ausgelegten Untersuchungen war es, neben der Weiterführung des bestehenden Monitoringprogramms an den vorhandenen Riffstandorten, wissenschaftlich unteretzte Prognosen für die Besiedlung von künstlichen Riffen an zwei neu geplanten Standorten zu treffen.

Hierzu wurde in den Seegebieten vor Kühlungsborn und Dierhagen ein Untersuchungsprogramm gestartet, das die

- Auslagerung, Entnahme und Auswertung von Besiedlungsplatten (vierteljährlich),
- die Aufnahme von Fotos von anfänglich bewuchslosen Kontrollflächen (vierteljährlich),
- die Entnahme und Auswertung von Kratzproben (halbjährlich)
- die Entnahme und Bewuchsbewertung von Natursteinen (vierteljährlich),
- die Aufnahme und Auswertung von Videotransekten (vierteljährlich),
- die Auslagerung und Auswertung der Besiedlung von ARMS (Artificial Reef Monitoring Structures) nach einem Jahr

beinhaltete.

Die Ergebnisse zeigen, dass neu ausgelagerte Flächen an allen 4 Standorten sehr schnell als Siedlungsflächen angenommen werden. An allen 4 Standorten entwickelten sich die Bewuchsgemeinschaften in Richtung Miesmuschel-Klimax. Entscheidend für die konkrete örtliche Ausprägung ist der Einfluss der sich von Muscheln ernährenden Arten. Im Riff Rosenort kommt es inzwischen regelmäßig (so auch 2017 und 2018 beobachtet) im zeitigen Frühjahr zu großen Verlusten durch Tauchenten, an den Standorten Nienhagen und Kühlungsborn wird die Entwicklung von Bewuchs zumindest in den unteren, bodennahen Bereichen stark von Seesternen beeinflusst/gehemmt.

Der Standort vor Dierhagen weist optimale Bedingungen für die Errichtung eines weiteren Riffes auf. Seesterne kommen zwar auch hier vor, Massenentwicklungen scheinen aufgrund der östlichen Lage und des damit verbundenen geringeren mittleren Salzgehaltes aber auszubleiben. Das Aufkommen von Kleinkrebsen, Garnelen und Krabben ist erheblich und stellt eine außergewöhnlich gute Basis als Nahrungsquelle für Jungdorsche und andere Fischarten dar.

Die ökologische und naturschutzfachliche Bedeutung künstlich angelegter Riffe besteht in

- der Filterleistung der sessilen Bewuchsorganismen, in erster Linie Miesmuscheln
- der Funktion als Schutz und Lebensraum für Klein- und Jungfische,
- der Möglichkeit an aufragenden Strukturen den gelegentlich bodennah auftretenden Sauerstoffmangelsituationen auszuweichen,
- der Rolle als Nahrung für überwinterte, in Skandinavien beheimatete Tauchenten.

Insbesondere die mögliche räumliche und funktionelle Nähe zum Eingriffsgeschehen im marinen Bereich (Windkraftanlagen, Kabeltrassen, Rohstoffgewinnung etc.), die schnelle Etablierung solcher Systeme im Ökosystem und die weit über den eigentlichen Standort hinausreichende Ökosystemleistung (Nährstoffe und ihre Bedeutung über die Nahrungsketten bis hin zu Meeressäugern, Filterleistung, Schutz etc.) legen Anerkennung von künstlichen Riffen als Ausgleichsmaßnahme im naturschutzfachlichem Sinn nahe.

Es wird ein konkreter Vorschlag für die Ausgleichsberechnung eines geplanten künstlichen Riffs vor Dierhagen unterbreitet.

6. Literatur/zitierte Gutachten

bioplan (2007)

Monitoring der Bewuchsentwicklung am künstlichen Riff Nienhagen – Endbericht für die Jahre 2003 - 2006

unveröffentlicht, im Auftrag der LFA f. Landw. und Fischerei, Inst. f. Fischerei, Rostock

bioplan (2008)

Monitoring der Bewuchsentwicklung am künstlichen Riff Nienhagen – Endbericht für die Jahre 2007 – 2008

unveröffentlicht, im Auftrag der LFA f. Landw. und Fischerei, Inst. f. Fischerei, Rostock

bioplan (2009a)

Bewuchsuntersuchungen als Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung der Wasserfauna und -flora in den Riffen Nienhagen und Rosenort – Zwischenbericht 2009

unveröffentlicht, im Auftrag der LFA f. Landw. und Fischerei, Inst. f. Fischerei, Rostock

bioplan (2009b)

Rekrutierung von Lebendfutter als Grundlage für umweltfreundliche, nachhaltige Aquakulturformen in Küstengewässern

unveröffentlicht, im Auftrag der LFA f. Landw. und Fischerei, Inst. f. Fischerei, Rostock

bioplan (2012)

Bewuchsuntersuchungen als Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung der Wasserfauna und -flora in den Riffen Nienhagen und Rosenort – Berichtszeitraum 2010 - 2012

unveröffentlicht, im Auftrag der LFA f. Landw. und Fischerei, Inst. f. Fischerei, Rostock

bioplan (2015)

Bewuchsuntersuchungen an den Standorten Riff Nienhagen und Riff Rosenort

unveröffentlicht, im Auftrag der LFA f. Landw. und Fischerei, Inst. f. Fischerei, Rostock

DUPHORN, K., H. KLIEWE, R.O. NIEDERMEYER, W. JANKE u. F. WERNER (1995)

Die deutsche Ostseeküste

Sammlung geologischer Führer, Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart,

FRIEDRICH, U. (2016)

Unterwasserkartierungen im Rahmen des Drittmittelprojektes „Riffprojekt – Fischereiliches Monitoring und Bewuchsuntersuchungen“

Kartierung der direkten Umgebung von 22 Fischfallen-Standorten von KÜHLUNGSBORN bis DIERHAGEN mit Videoschnitt und Fotodokumentation

Unveröffentlicht, Standort Inst. für Fischerei an der LFA f. Landwirtschaft und Fischerei MV, Rostock

HOFFMANN, R. (2011)

Biodeposition der Miesmuschel *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758) am künstlichen Riff Nienhagen
Unveröffentlicht, Bachelorarbeit Universität Rostock, Inst. f. Biowissenschaften

KAREZ, R & D. SCHORIES (2005)

Die Steinfischerei und ihre Bedeutung für die Wiederansiedlung von *Fucus vesiculosus* in der Tiefe

Rostock. Meeresbiolog. Beiträge, Heft14, 95-107

LÜDEKE, J., J. KÖPPEL u. P.-B. NAGEL (2014)

Marine Kompensation als Voraussetzung für eine umweltverträgliche Energiewende im Meer
NUL 46 (9), 283-289

LUNG (2017)

Naturschutzrechtliche Behandlung von eingriffen im Küstenmeer von Mecklenburg-Vorpommern – Hinweise zur Eingriffsregelung für den marinen Bereich (HzE marin)

LUNG, Güstrow

PALM H.-W (2015)

Verfahrensentwicklung der integrierten multitrophischen Aquakultur für die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns (Baltic IMTA)

Universität Rostock, Forschungsbericht Agrar- und umweltwissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl Aquakultur und Sea-Ranching

SUBKLEW, H.-J. (1970)

Vergleichende biologische Untersuchungen über den Bewuchs in Häfen der südlichen Ostsee
Wiss. Zeitschr. Univ. Greifswald, XIX (3/4): 361-369