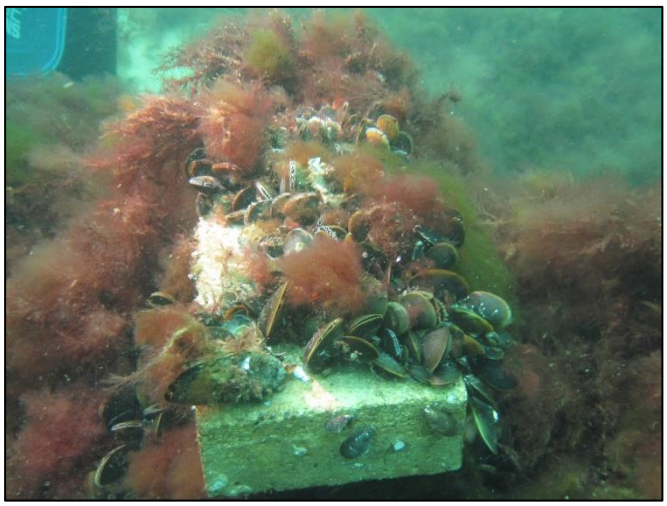


Endbericht 2019-2022

Forschungsthema DRM 169
„Riffprojekt – Fischereiliches Monitoring und Bewuchsuntersuchungen“

Bewuchsuntersuchungen an den Standorten Riff Nienhagen und Riff Rosenort und geplanter Riffstandort vor Dierhagen

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

im Auftrag der
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV
Institut für Fischerei
Fischerweg 408
18069 Rostock

September 2022

Endbericht 2019-2022

Forschungsthema DRM 169
„Riffprojekt – fischereiliches Monitoring und Bewuchsuntersuchungen“

Bewuchsuntersuchungen an den Standorten Riff Nienhagen, Riff Rosenort und geplanter Riffstandort vor Dierhagen

Auftraggeber:
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV
Institut für Fischerei
Fischerweg 408
18069 Rostock

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

Bearbeiter:
Dr. Stefan Sandrock, Benjamin Rach

September 2022

Gliederung

		Seite
1.	**Vorbemerkungen**	1
2.	**Methoden**	1
2.1	Fotografie	1
2.2	Video	2
2.3	Besiedlungsplatten	2
2.4	Kratzproben	2
2.5	Stechrohrproben	2
2.6	Natursteine	3
2.7	Autonome Riff-Monitoring-Strukturen (ARMS)	3
3.	**Ergebnisse**	3
3.1	Riff Nienhagen	3
3.1.1	Aktivitäten bis Dezember 2020	3
3.1.2	Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten Platten	4
3.1.3	Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu ausgelagerten Platten	5
3.1.4	Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung	6
3.1.5	Fortführung Monitoring für bestehende Referenzflächen 1-8	7
3.2	Riff Rosenort	14
3.2.1	Aktivitäten 2020	14
3.2.2	Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten Platten	15
3.2.3	Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu ausgelagerten Platten	15
3.2.4	Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung	17
3.2.5	Fortführung Monitoring für bestehende Referenzflächen 1-8	18
3.3	Seegebiet vor Dierhagen	24
3.3.1	Aktivitäten 2020	24
3.3.2	Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten /Platten	25
3.3.3	Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu aufgebrachten Platten	26
3.3.4	Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung	29
3.3.5	Ergebnisse der Auslagerung der „**A**rtificial **R**eef **M**onitoring **S**tructures“ (ARMS) am Standort Seegebiet vor Dierhagen	29
4.	**Diskussion, Bewertung und Ausblick**	32
4.1	Künstliches Riff Nienhagen	32
4.2	Künstliches Riff Rosenort	33
4.3	Standort Dierhagen	34
4.4	Ausblick	35
5.	**Zitierte Literatur/Gutachten**	36

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 Dierhagen
Tab.VIII	Kratzproben Dierhagen
Tab.IX	Sandproben Dierhagen
Tab.X	ARMS Dierhagen
TabXI	Artenliste Makroalgen RiffNienhagen
Tab.XII	Artenliste Evertebraten Riff Nienhagen
Tab.XIII	Artenliste Makroalgen Riff Rosenort
Tab.XIV	Artenliste Evertebraten Riff Rosenort

Fototabellen:

Fototabelle I	Nienhagen
Fototabelle II	Rosenort
Fototabelle III	Dierhagen

1. Vorbemerkungen

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. Die Entwicklung der Fauna und Flora, insbesondere deren Einfluss auf die Rekrutierung von Dorschen, wird durch einen Verbund verschiedener Institutionen wissenschaftlich begleitet. Mit dem 2019 neu gestarteten „Riffprojekt – Fischereiliches Monitoring und Bewuchsuntersuchungen“ geht es einerseits darum seit Jahren etablierte Monitoringprogramme auf hohem Niveau fortzusetzen und damit wertvolle Datengrundlagen für die Erfolgseinschätzung derartiger Maßnahmen zu liefern, andererseits werden auch gezielt erweiterte Fragestellungen, z.B. zur lokalen Wanderung von Dorschen oder auch zur potenziellen Besiedlung eines geplanten Riffstandortes vor Dierhagen, untersucht.
Der hier dargestellte Projektteil bezieht sich auf die Besiedlung künstlicher Substrate mit Algen und Wirbellosen an den Riffstandorten vor Nienhagen und Rosenort sowie an einem potenziell möglichen neuen Riffstandort vor Dierhagen von September 2019 bis September 2022.
An den bestehenden Riffen wurde das bewährte Monitoringprogramm, bestehend aus Fotoaufnahmen und der Entnahme von Kratzproben an verschiedenen repräsentativen Strukturelementen, der Auslagerung und regelmäßigen Entnahme von bewachsenen Platten, der Entnahme von Sedimentproben bzw. bewachsenen Natursteinen zur Referenzgewinnung und der regelmäßigen Aufnahme von Videoschnitten zur Beschreibung der Gesamtsituation in den Riffen, fortgesetzt. Zur Vorhersage der Entwicklung am zu untersuchenden Standort vor Dierhagen wurden in 12 m Tiefe in einem Gestell Platten ausgelagert und künstliche Riff-Monitoring-Strukturen („**A**rtificial **R**eef **M**onitoring **S**tructures“, ARMS), die durch ihren lamellenartigen Aufbau den Organismen eine Vielzahl verschiedener Nischen bieten, ausgebracht. Aus den Besiedlungsergebnissen derartiger Strukturen lässt sich vorhersagen, wie sich die zukünftigen Bewuchsgemeinschaften zusammensetzen.
Der Bericht enthält die wichtigsten Ergebnisse in zusammengefasster Form. Alle Einzelergebnisse, einschließlich der Fotozusammenstellungen, sind im ausschließlich digital zur Verfügung gestellten Anhang enthalten.

2. Methoden

2.1 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, am geplanten Riffstandort vor Dierhagen wurden in Gestellen 25 cm x 25 cm große Betonplatten in 2 Tiefenstufen, 1 m und 2 m über Grund, ausgelagert und entsprechend mit Fotorahmen fotografiert.

Im Programm enthalten ist auch die Fotografie des Meeresbodens unmittelbar neben den Strukturen. Hierbei wird 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 und Sandpierwürmern (Kothaufen und Trichter im Sand auf den Fotos erkennbar).

2.2 Video

Ein Taucher schwimmt 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.

2.3 Besiedlungsplatten

Im Herbst 2019 an den 3 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 Evertebraten) die Abundanz und die Biomasse (Feuchtmasse FM, Trockenmasse TM, Aschefreie Trockenmasse AfTM) bestimmt.
An allen 3 Standorten konnten die dort bereits aus dem Vorläuferprojekt vorhandenen Auslagerungsgestellen weiter genutzt werden. Die Gestellrahmen sind grundsätzlich schräg, im Winkel von ca. 45 grd exponiert und fassen an allen Standorten mehr als 24 Platten. Im Gestell vor Dierhagen sind in Ermangelung von Riffstrukturen an Halterungsschienen an den Gestellen Betonplatten (25 x 25 cm) mit eingebaut worden, die nicht nur der Aufnahme von Fotos, sondern auch der Entnahme von Kratzproben, dienen.

2.4 Kratzproben

Nicht alle Organismen sind auf Fotos erkennbar. Daher wurden direkt neben den Fotoflächen in halbjährlichen Abständen Kratzproben (15 cm x 15 cm) entnommen und im Labor qualitativ und quantitativ ausgewertet.

2.5 Stechrohrproben

An den Stationen Rosenort und Dierhagen dominieren in der unmittelbaren Umgebung sandige Flächen. Um deren Besiedlung einschätzen zu können (Ausgangssituation), 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).

2.6 Natursteine

Am Riffstandort Nienhagen ist die unmittelbare Umgebung stärker durch kleine bis mittelgroße Steine geprägt. Hier wurde zur Kennzeichnung der „Normalsituation“ (einzelne größere Steine auf sandigem Grund) jeweils ein mittelgroßer (10-15 cm Durchmesser) natürlicher Stein entnommen und dessen Besiedlung untersucht und bewertet.

2.7 Autonome Riff-Monitoring-Strukturen (ARMS)

Die beweglichen (vagilen), mit den festsitzenden Bewuchsorganismen interagierenden Formen wie verschiedene Kleinkrebse, z.B. Garnelen, bleiben bei den beschriebenen Foto- und Probeentnahmeformen unterrepräsentiert. Daher wurden am geplanten Riffstandort Dierhagen am 20.06.2020 international standardisierte, künstliche Riff-Monitoring-Strukturen („**A**rtificial **R**eef **M**onitoring **S**tructures“, ARMS), die durch ihren lamellenartigen Aufbau den Organismen eine Vielzahl verschiedener Nischen bieten, ausgebracht. Um bei der Auswertung eine statistische Absicherung der Ergebnisse zu ermöglichen, wurde mit 5 Parallelen gearbeitet. Die ARMS wurden 1 Jahr später, im Juni 2021, entnommen und deren Besiedlung ausgewertet.

3. Ergebnisse

3.1 Riff Nienhagen

3.1.1 Aktivitäten bis September 2022

Die Kontrollen und Probenahmen fanden wie geplant in vierteljährlichen Abständen statt (Tab.3.1-1). Das Monitoring wurde am 27.08.2019 mit dem Einbau der Platten gestartet.

Tab.3.1-1: Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Riffstandort Nienhagen 2019-22

27.08.19	Einbau Bewuchsplatten und Führungsleinen
25.09.19	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
12.12.19	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
07.04.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
17.06.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
18.09.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt

Fortsetzung Tab.3.1-1

01.12.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben
23.03.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden
30.06.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
06.09.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
10.12.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben
25.03.22	Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
01.06.22	Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
02.09.22	Entnahme eines bewachsenen Natursteins, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt

Die kontinuierliche Entnahme von Bewuchsplatten musste leider vorzeitig, im März 2022, beendet werden, da bei einem Wintersturm alle Platten aus dem Gestell fielen und im März am Boden und teilweise übersandet vorgefunden wurden.

3.1.2 Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten Platten

Die Entnahme des ersten Plattenpaares erfolgte am 12.12.19, danach wurden in vierteljährlichen Abständen weitere Plattenpaare entnommen.
Die Einzeldaten, d.h. die Abundanz (bzw. Bedeckungsgrade bei krustenbildenden Arten und Algen), sind in der Anhangstabelle Tab.I aufgelistet. Tendenziell ist festzuhalten, dass in den ersten Monaten die Besiedlung durch Hydroidpolypen den äußeren Eindruck der Oberflächen prägte - überwiegend war es der dichte Büschel bildende thekate Polyp *Hartlaubella gelantinosa* - im Frühjahr kam eine zweite Art, der athekate Polyp *Halitholus yoldiaearcticae* hinzu. Der aus den Vorjahren bekannte herbstliche Larvenfall von Miesmuscheln und Seepocken fand vermutlich auch im Herbst 2019 statt. Die Jungtiere beider Arten hatten aber aufgrund des hohen Aufkommens von kleinen Seesternen - die Abundanzwerte der Seesterne lagen nahezu durchgängig zwischen 69 und 93 Ind./m² - kaum eine Chance und wurden fast vollständig gefressen.
Im Sommer und auch im Herbst 2020 waren die Platten dann aufgrund der fehlenden Platzkonkurrenz durch Miesmuscheln auffällig stark mit Makroalgen bewachsen. Den deutlich größten Anteil hatten dabei Arten der Rotalgengattung *Polysiphonia*, im Dezember hatte dann auch der Blutrote Seeampfer *Delesseria* größere Gewichtsanteile.
Die im Vergleich zu den Vorjahren starke Entwicklung und Flächenbedeckung von Rotalgen setzte sich auch 2021 und 2022 weiter fort.

3.1.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu ausgelagerten Platten

Der Bewuchs auf den zuletzt (09.12.2021) nach einer Auslagerungszeit von 28 Monaten entnommenen Platten wies im Mittel eine Gesamtbiomasse (TM) von 1.441,14 g/m² auf. Abb. 3.1-1 zeigt die Entwicklung der Gesamtbiomasse im Untersuchungszeitraum.

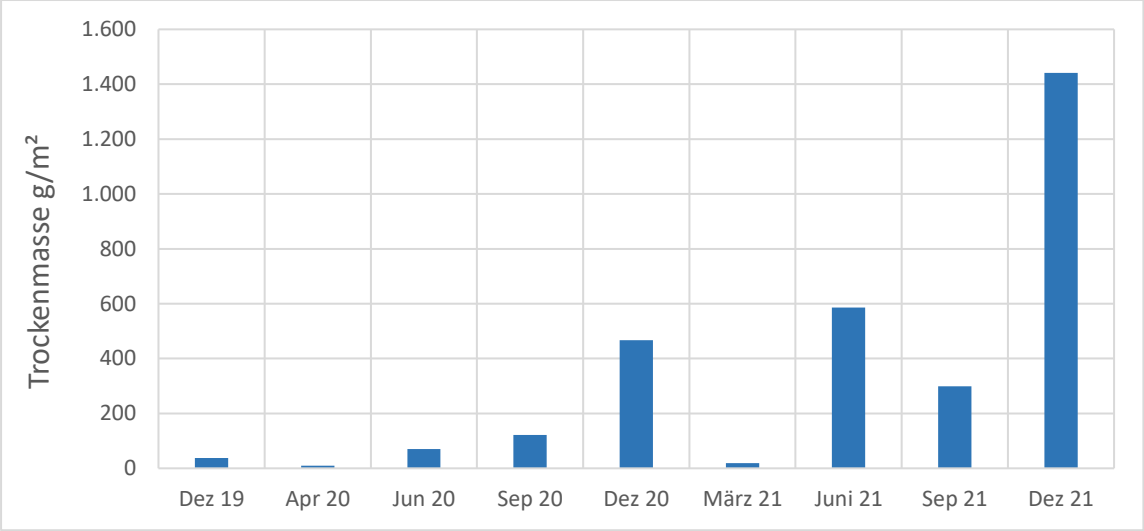


Abb.3.1-1: Entwicklung der Gesamtbiomasse auf den in halbjährigen Abständen paarweise entnommenen Besiedlungsplatten von Dezember 2019 bis Dezember 2021

Trotz visuell hohem Algenaufkommen (Flächenbedeckung ca. 30 %) wurde die Gesamtbiomasse zu 98,6 % am Ende von Miesmuscheln gebildet. Rotalgen nahmen – gewichtsbezogen (Trockenmasse) – nur 0,6 % und damit aber immer noch mehr Gewichtsanteile als die anderen Wirbellosen (Seesterne, Krabben, Kleinkrebse) ein (Abb.3.1-2). Alle Einzeldaten sind in Tab.I (Anhang) zusammengestellt.

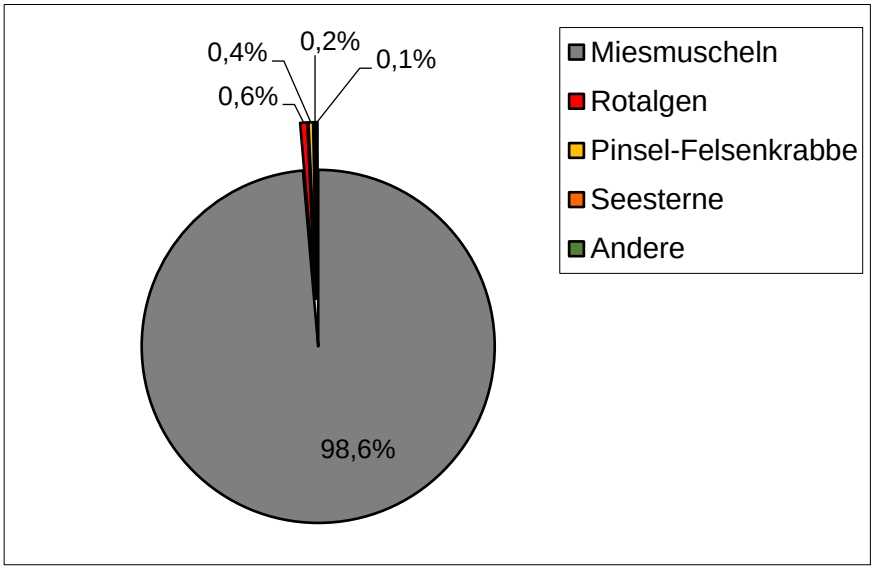


Abb.3.1-2: Biomasseanteile der Hauptbewuchsgruppen auf Betonauslagerungsplatten am vorzeitigen Versuchsende am 09.12.2021

3.1.4 Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung

Die natürliche Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung wird am besten durch die Lebensgemeinschaft an und auf schon lange im Gebiet vorhandenen Natursteinen widergespiegelt. Insbesondere jeweils im September zeigte sich klar, dass die Artenvielfalt bei den Rotalgen auf den natürlichen Steinen immer noch größer ist als auf den Betonelementen; 4-6 Arten waren die Regel. Vor allem die größeren, blattartigen Arten – *Delesseria sanguinea*, *Chondrus crispus* und *Coccotyllus truncatus* – kamen auf den Natursteinen häufiger und mit höherem Deckungsgrad vor, aber auch einzelne große Muscheln kamen vor. Offenbar konnten die am Boden häufig vorkommenden vergleichsweise kleinen Seesternen (siehe Pkt.3.1.5) die Muscheln mit größerer Schalenlänge über 40 mm nicht fressen. Abb.3.1-3 zeigt ein Foto von einem im Juni 2022 entnommenen, vor allem mit Rotalgen und großen Muscheln bewachsenen Naturstein.
Im September 2022 waren am entnommenen Stein neben den Miesmuscheln 9 weitere Evertebraten-Arten, darunter auch die in den letzten Jahren eingewanderte Japanische Felsenkrabbe (*Hemigrapsus takanoi*), zu finden. Die Einzeldaten zum Bewuchs auf Natursteinen sind in der Anhangtabelle Tab.II aufgeführt.

Abb.3.1-3: Im Juni 2022 entnommener, vor allem mit Rotalgen und einzelnen großen Miesmuschebewachsener Naturstein, Riff Nienhagen

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 Mittel der insgesamt 13 Kontrolltermine hochgerechnet 31,1 Seesterne pro m² Sandfläche vorkamen. Der Sandpierwurm *Arenicola marina*, der an den in Abb.3.1-3 deutlich sichtbaren Kothaufen erkennbar/zählbar ist, wurde anhand der Fotos nur mit im Mittel 1,8 Ind./m² nachgewiesen (Tab.3.1-2).

Tab.3.1-2: Ergebnisse der Auswertung der Rahmenfotos – Sand am Riff Nienhagen

	Arenicola			MW	Ind/m²		***Asterias***			MW	Ind/m²
Foto	**1**	**2**	**3**			Foto	**1**	**2**	**3**		
Sep 19	0	0	2	0,67	2,8	Sep 19	8	8	10	8,67	36,1
Dez 19	1	1	0	0,67	2,8	Dez 19	3	4	4	3,67	15,3
Apr 20	0	0	0	0,00	0,0	Apr 20	3	16	2	7,00	29,2
Jun 20	1	0	0	0,33	1,4	Jun 20	3	8	8	6,33	26,4
Sep 20	1	1	0	0,67	2,8	Sep 20	1	6	5	4,00	16,7
Dez 20	0	0	0	0,00	0,0	Dez 20	17	8	6	10,33	43,1
März 21	0	2	2	1,33	5,6	Apr 21	1	2	1	1,33	5,6
Jun 21	0	2	0	0,67	2,8	Jun 21	15	9	7	10,33	43,1
Sep 21	0	0	2	0,67	2,8	Sep 21	5	3	5	4,33	18,1
Dez 21	0	0	0	0,00	0,0	Dez 21	6	14	28	16,00	66,7
März 22	1	1	0	0,67	2,8	März 22	17	23	9	16,33	68,1
Jun 22	0	0	0	0,00	0,0	Jun 22	2	11	5	6,00	25,0
Sep 22	0	0	0	0,00	0,0	Sep 22	2	2	4	2,67	11,1
MW					**1,8**	**MW**					**31,1**

3.1.5 Fortführung Monitoring für bestehende Referenzflächen 1-8

Zur Charakterisierung der aktuellen Entwicklung auf den 2003 aufgebauten künstlichen Riffstrukturen wurde vereinbarungsgemäß das bestehende Monitoringprogramm im Gesamtriff fortgesetzt. An 8 mit Bolzen gekennzeichneten Flächen wurden hierzu in vierteljährlichen Abständen Fotos gemacht und in halbjährlichen Abständen Kratzproben entnommen. Abb.3.1-4 enthält einen Auszug der monatlichen Fotos. Die Gesamtzusammenstellung ist in Fototabelle 1 im Anhang enthalten.

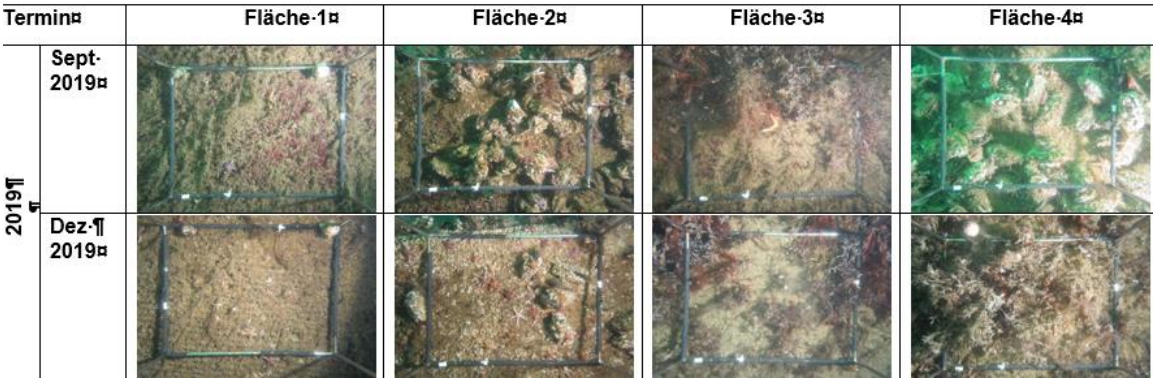


Abb.3.1-4: Auszug aus der im Anhang enthaltenen Fotozusammenstellung der 8 Probeflächen im September und Dezember 2019
Fläche 1 – Brunnenring, untere Lage, Fläche 2 – Brunnenring obere Lage,
Fläche 3 – Riffkegel bodennah, Fläche 4 – Riffkegel oberer Rand,
Fotorahmengröße 20 x 25 cm

Tab.3.1-3 enthält eine Aufstellung der aus den Fotos abgeleiteten prozentualen Bedeckungsgrade für die wichtigsten bewuchsbildenden Gruppen. Es gibt eine Ausnahme. Bei den Seesternen wurde anhand der Fotos nicht der Bedeckungsgrad geschätzt, sondern die Anzahl ausgezählt und auf 1 m² hochgerechnet. Die dazugehörigen Fotos befinden sich im Anhang (Fototabelle I).
Bei den Rotalgen kam mit *Acrosorium ciliolatumen* eine neue, bisher im Riffgebiet nicht gefundene Art hinzu und auch bei den Evertebraten gab es „Neuzugänge“. Ab Dezember 2021 wurde die Pinsel-Felsenkrabbe *Hemigrapsus takanoi* (Bestätigung Artbestimmung durch Dr. Wranik) an den Stationen 2 und 8 regelmäßig mit hochgerechnet bis zu 222 Ind./m² gefunden (Abb.3.1-5) gefunden. Erstmals an diesem Standort in den Proben waren auch der Flohkrebs *Apherusa bispinosa* (Bestätigung Artbestimmung durch Dr. Zettler), der Hydroidpolyp *Rhizocaulus verticillatus* und die Käferschnecke *Lepidochitona cinerea* vertreten (Bestätigung Artbestimmung durch Dr. Wiese) (ebenfalls Abb.3.1-5).

Abb.3.1-5: Zwei im Riffgebiet Nienhagen 2020 erstmals gefundene Arten
links: Pinsel-Felsenkrabbe *Hemigrapsus takanoi*,
rechts: Käferschnecke *Lepidochitona cinerea*

Die Rotalgen zeigten im Sommer 2020 eine in diesem Maß vorher am Standort nicht beobachtete Entwicklung. Im Juni waren nahezu alle Beobachtungsflächen zu 100 % mit Algen bedeckt. Im Herbst und Winter war die Entwicklung jahreszeitlich bedingt wieder rückläufig, aber immer noch auf einem Niveau oberhalb der bisherigen Beobachtungen. Dieser Trend setzte sich auch in den beiden darauffolgenden Sommern fort. Insbesondere die Kegelstümpfe (Flächen 3 und 4) waren nahezu durchgängig und vollständig von Makrophyten bewachsen. Dominant waren Rotalgen (20 Arten), Braun- und Grünalgenalgen kamen tiefenbedingt nur mit geringen Bedeckungsgraden – Braunalgen: *Desmarestia virides*, *Pilayella littoralis* und *Ectocarpus siliculosus* - Grünalge *Bryopsis hypnoides* – vor. Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum 2019/2020 auf den 8 Flächen 20 Algen- und 38 Evertebratenarten gefunden. Tab.3.1-4 enthält eine Zuordnung zu den taxonomischen Hauptgruppen.

Tab.3.1-3: Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Nienhagen im Jahr 2019/20

Nr.	Beprobungsfläche	Sept 2019						Dez 2019					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.
1	Betonring unten	0-5	100	0-5	0-5	60	100	0-5	90-100	0-5	0-5	340	50-75
2	Betonring oben	5-25	50-75	50-75	75-90	440	25-50	0-5	50-75	5-25	50-75	740	25-50
3	Kegelstumpf unten	50-75	75-90	5-25	5-25	1.080	25-50	50-75	75-90	0-5	0-5	60	25-50
4	Kegelstumpf oben	0-5	50-75	100	75-90	360	75-90	100	100	0-5	0-5	160	25-50
5	großer Tetrapode unten	0-5	50-75	0-5	0-5	260	50-75	50-75	50-75	0-5	0-5	860	25-50
6	großer Tetrapode oben	0-5	50-75	90-100	75-90	1.020	50-75	0-5	75-90	75-90	5-25	200	75-90
7	kleiner Tetrapode unten	0-5	90-100	0-5	5-25	180	75-90	0-5	50-75	0-5	0-5	440	25-50
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	90-100	90-100	5-25	660	75-90	0-5	90-100	25-50	25-50	1.120	25-50

Nr.	Beprobungsfläche	Apr 2020						Jun 2020					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.
1	Betonring unten	0-5	75-90	0-5	0-5	120	100	100	100	0-5	0-5	20	50-75
2	Betonring oben	5-25	100	75-90	0-5	80	90-100	100	100	50-75	0-5	20	25-50
3	Kegelstumpf unten	75-90	100	0-5	0-5	60	75-90	100	100	0-5	0-5	40	25-50
4	Kegelstumpf oben	100	100	0-5	0-5	20	50-75	100	75-90	0-5	0-5	40	25-50
5	großer Tetrapode unten	0-5	100	0-5	0-5	440	75-90	50-75	100	0-5	0-5	120	25-50
6	großer Tetrapode oben	5-25	90-100	75-90	0-5	100	100	100	90-100	50-75	0-5	0	25-50
7	kleiner Tetrapode unten	5-25	100	0-5	0-5	160	100	90-100	75-90	0-5	0-5	40	25-50
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	75-90	100	0-5	240	100	100	75-90	75-90	0-5	20	25-50

Nr.	Beprobungsfläche	Sept 2020						Dez 2020					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.
1	Betonring unten	0-5	100	0-5	0-5	120	75-90	0-5	100	0-5	0-5	20	50-75
2	Betonring oben	5-25	100	25-50	0-5	80	50-75	25-50	100		0-5	20	75-90
3	Kegelstumpf unten	100	100	0-5	0-5	60	5-25	75-90	100	0-5	0-5	40	25-50
4	Kegelstumpf oben	100	100	0-5	0-5	20	25-50	100	75-90	0-5	0-5	40	5-25
5	großer Tetrapode unten	5-25	100	0-5	0-5	440	75-90	25-50	100	0-5	0-5	120	50-75
6	großer Tetrapode oben	0-5	75-90	50-75	5-25	100	0-5	0-5	75-90	75-90	5-25	0	90-100
7	kleiner Tetrapode unten	50-75	25-50	0-5	0-5	160	5-25	25-50	90-100	5-25	0-5	40	50-75
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	100	50-75	0-5	240	50-75	0-5	90-100	100	0-5	20	100

Fortsetzung Tab.3.1-3

Nr.	Beprobungsfläche	Apr 2021						Jun 2021					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.
1	Betonring unten	0-5	75-90	0-5	0-5	20	100	5-25	100	0-5	0-5	0	100
2	Betonring oben	5-25	100	50-75	0-5	20	100	50-75	100	50-75	0-5	0	50-75
3	Kegelstumpf unten	90-100	100	0-5	0-5	40	75-90	100	100	0-5	0-5	100	25-50
4	Kegelstumpf oben	100	100	0-5	0-5	60	50-75	100	75-90	0-5	0-5	20	25-50
5	großer Tetrapode unten	5-25	100	0-5	0-5	240	100	50-75	100	0-5	0-5	140	25-50
6	großer Tetrapode oben	0-5	90-100	75-90	0-5	140	100	75-90	90-100	50-75	0-5	80	25-50
7	kleiner Tetrapode unten	25-50	100	0-5	0-5	120	100	90-100	100	0-5	0-5	20	50-75
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	75-90	100	0-5	0	100	100	75-90	50-75	0-5	60	25-50

Nr.	Beprobungsfläche	Sept 2021						Dez 2021					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.
1	Betonring unten	0-5	100	0-5	0-5	240	75-90	0-5	100	0-5	0-5	80	100
2	Betonring oben	0-5	100	75-90	50-75	160	25-50	0-5	100	75-90	5-25	40	100
3	Kegelstumpf unten	100	100	5-25	0-5	80	5-25	90-100	100	0-5	0-5	40	25-50
4	Kegelstumpf oben	100	100	0-5	0-5	300	50-75	75-90	90-100	0-5	0-5	80	75-90
5	großer Tetrapode unten	5-25	100	0-5	0-5	260	75-90	0-5	100	0-5	0-5	300	50-75
6	großer Tetrapode oben	0-5	75-90	75-90	25-50	300	0-5	0-5	75-90	75-90	5-25	100	90-100
7	kleiner Tetrapode unten	25-50	90-100	0-5	0-5	40	50-75	0-5	90-100	0-5	0-5	220	50-75
8	kleiner Tetrapode oben	0-5	100	100	50-75	260	50-75	0-5	90-100	100	5-25	220	100

Fortsetzung Tab.3.1-3

Nr.	Beprobungsfläche	März 2022						Jun 2022					
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.	Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.
1	Betonring unten	5-25	75-90	0-5	0-5	0	100	25-50	100	5-25	0-5	80	100
2	Betonring oben	5-25	75-90		0-5	40	100	25-50	100	25-50	0-5	0	50-75
3	Kegelstumpf unten	100	100	0-5	0-5	200	75-90	100	100	0-5	0-5	100	0-5
4	Kegelstumpf oben	100	100	0-5	0-5	200	50-75	100	100	0-5	0-5	20	0-5
5	großer Tetrapode unten	100	100	0-5	0-5	260	100	25-50	100	0-5	0-5	100	0-5
6	großer Tetrapode oben	5-25	100	50-75	0-5	60	100	90-100	90-100	50-75	0-5	140	0-5
7	kleiner Tetrapode unten	75-90	100	0-5	0-5	40	100	90-100	90-100	5-25	0-5	120	0-5
8	kleiner Tetrapode oben	75-90	75-90	100	0-5	0	100	5-25	90-100	100	25-50	40	5-25

Nr.	Beprobungsfläche	Sept 2022											
		Algen	Schlickröhren	Muscheln	Seepocken	Seesterne	Hydroidpol.						
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	Ind./m²	% Bedeck.						
1	Betonring unten	0-5	100	0-5	0-5	180	5-25						
2	Betonring oben	5-25	90-100	90-100	0-5	140	50-75						
3	Kegelstumpf unten	50-75	100	0-5	0-5	220	50-75						
4	Kegelstumpf oben	100	100	0-5	0-5	300	25-50						
5	großer Tetrapode unten	25-50	100	0-5	0-5	100	50-75						
6	großer Tetrapode oben	75-90	100	50-75	0-5	400	25-50						
7	kleiner Tetrapode unten	90-100	100	5-25	0-5	80	5-25						
8	kleiner Tetrapode oben	5-25	100	75-90	0-5	160	5-25						

Die Biomassezusammensetzung wurde 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 an den oberen Rändern der Strukturelemente gelegenen Probenahmeflächen 2, 6 und 8 haben sich im Laufe der Jahre mehr oder weniger flächendeckend Bestände aus bis zu 8 cm langen Miesmuscheln etabliert. Die Gesamtbiomassewerte lagen je nach Probefläche im Juni 2022 zwischen 20,3 g TM/m² (Fl. 1) und 7,7 kg TM/m² (Fl. 8), im Mittel bei 2,15 kg TM/m². wobei die oberen Bereiche der Strukturen (Flächen 2, 6 und 8) insgesamt auch deutlich stärker bewachsen waren als die an den Strukturen unten liegenden Bereiche (Flächen 1, 3, 5 und 7). Die Grafik in Abb.3.1-6 verdeutlicht die Situation.

Tab.3.1-4: Bei der Auswertung der in den Kratzproben 2019-22 gefundene Artenzahlen im Riff Nienhagen (Strukturelemente der Foto-Stationen 1-8)

Taxonomische Gruppen	**2019-22**
Grünalgen	1
Braunalgen	3
Rotalgen	16
Makroalgen	**20**
Porifera	1
Hydrozoa	6
Plathelminthes	1
Nemertini	1
Mollusca	4
Polychaeta	6
Pantopoda	1
Crustacea	11
Insecta	1
Bryozoa	5
Echinodermata	1
Evertebraten	**38**

Die aus den Kratzproben der 8 Probeflächen, die einen repräsentativen Querschnitt der vorhandenen Riffstrukturen wiedergeben, berechneten Biomassemittelwerte wurden nachfolgend auf die gesamte, durch den Einbau der Strukturen neu geschaffene Oberfläche von ca. 18.000 m² hochgerechnet (Tab.3.1-5). In den vergangenen 3 Jahren lagen die Biomassewerte auf den Oberflächen im Gesamtriff je nach Jahreszeit zwischen 38,4 und 113,8 t Feuchtmasse bzw. 11,3 und 38,7 t Trockenmasse. Die hohen Schwankungen sind in erster Linie auf den Fraß der Miesmuscheln durch Seesterne in der 2. Winterhälfte (Januar bis März) zurückzuführen. 2022 bildet eine Ausnahme. Da in diesem Zeitraum fast ausschließlich kleine Seesterne mit einem Durch-

messer von weniger als 3 cm im Riff vorkamen, blieben die Muschelbestände auf den Strukturen relativ stabil erhalten. In „normalen“ Jahren reduzieren die Seesterne die Miesmuschelbiomasse auf den Flächen im Winter um ca. 50 %.

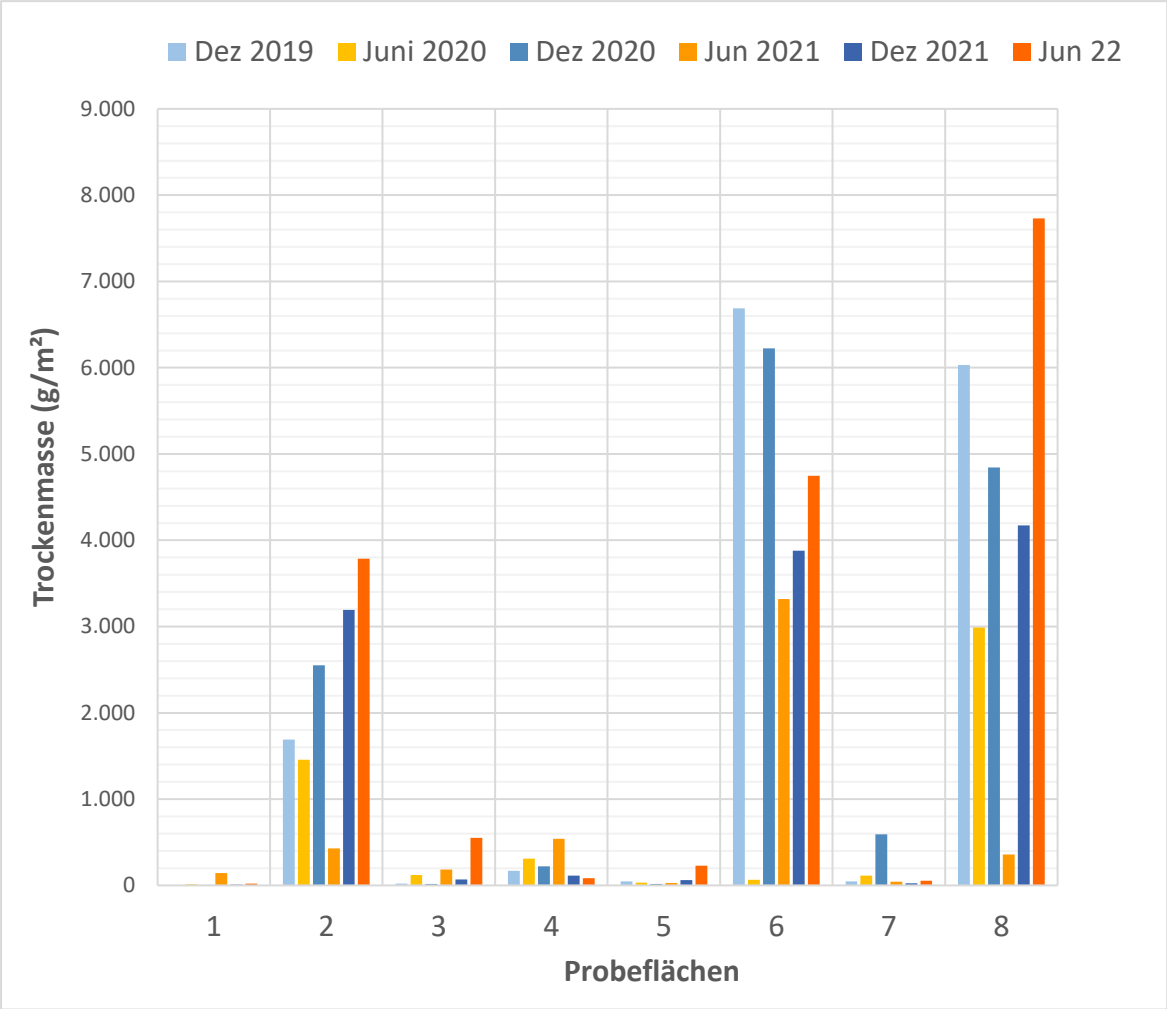


Abb.3.1-6: Aus den Kratzproben hochgerechnete Gesamtbiomassewerte (Trockenmasse in g/m²) im Untersuchungszeitraum 2019-22 im Riff Nienhagen

Tab.3.1-5: Gesamtbiomasseentwicklung im Riff Nienhagen, abgeleitet aus Kratzprobenentnahmen jeweils im Sommer und Winter im Untersuchungszeitraum 2019-2022

	Feuchtmasse	**Trockenmasse**	**Aschefr. Trockenmasse**
	(FM t)	(TM t)	(AfTM t)
Dez 2019	91,7	33,1	5,0
Juni 2020	38,4	11,5	2,1
Dez 2020	93,6	32,6	6,5
Juni 2021	40,3	11,3	1,8
Dez 2021	75,1	25,9	3,8
Juni 2022	113,8	38,7	7,3

3.2 Riff Rosenort

3.2.1 Aktivitäten bis September 2022

Tab.3.2-1 enthält eine Auflistung der dem Jahr zuzuordnenden Aktivitäten am Standort Rosenort. Die Dezember-Probenahme 2019 musste aus witterungstechnischen Gründen in das neue Jahr, auf den 23.01.2020, verlegt werden. Ansonsten wurden alle Termine plangemäß wahrgenommen.

Tab.3.2-1: Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Riffstandort Rosenort 2019-2022

21.10.2019	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden,
23.01.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Entnahme von Kratzproben, Fotos Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
08.04.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
18.06.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme von Kratzproben, Videoschnitt
21.09.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
13.12.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme von Kratzproben
26.04.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden
14.07.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
08.09.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
13.12.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
24.03.22	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
08.06.22	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
07.09.22	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen 1-8, 3 Fotos Boden, Videoschnitt

3.2.2 Besiedlungsfolge auf den neu ausgelagerten Platten

Nach der Erstauslagerung der Platten am 21.10.2019 wurden die Oberflächen umgehend von Miesmuscheln, in noch höherem Maß aber von Seepocken (*Amphibalanus improvisus*), besiedelt. Die Seepocken entwickelten sich in dieser Phase sehr schnell. In dem sich ausbildenden Lückensystem fanden Schlickröhren bauende Arten wie der Kleinkrebs *Microdeutopus gryllothalpa* gute Bedingungen, aber auch größere Flohkrebse, wie *Gammarus salinus,* nahmen mengenmäßig zu. Die Entwicklung 2020 verlief zunehmend in Richtung einer Dominanz der Miesmuscheln. Die anfänglich prägenden Seepocken wurden im Verlauf des Jahres überwachsen. Im Dezember gab es keine lebenden Seepocken mehr unter der dichten Muschelschicht. Überlebt haben nur sekundär auf Miesmuscheln wachsende Exemplare.
Im Gegensatz zur Bewuchsfolge auf den großen Betonelementen, auf denen die Miesmuscheln in allen Wintern stark durch Tauchenten „beweidet“ wurden, blieb die Besiedlung im Platengestell davon unberührt und konnte sich vergleichsweise ungestört entwickeln. Bei einem Wintersturm 2021 ging 1 Platte verloren, d.h. fiel aus dem Gestell und versandete. Dies führte aber lediglich dazu, dass bei der letzten Entnahme im September 2022 nur 1 Platte (ohne Parallelplatte) entnommen wurde. Am Ende, nach 3 Jahren, war die verbliebene Platte dicht mit Miesmuscheln von Größen zwischen 2 – 43 mm und fädigen Rot- (*Polysiphonia nigrescens*, *Ceramium rubrum*, *Aglothamnium hookeri*, *Callithamnion roseum*) und Braunalgen (Pilayella littoralis) bewachsen (Abb.3.2-1)

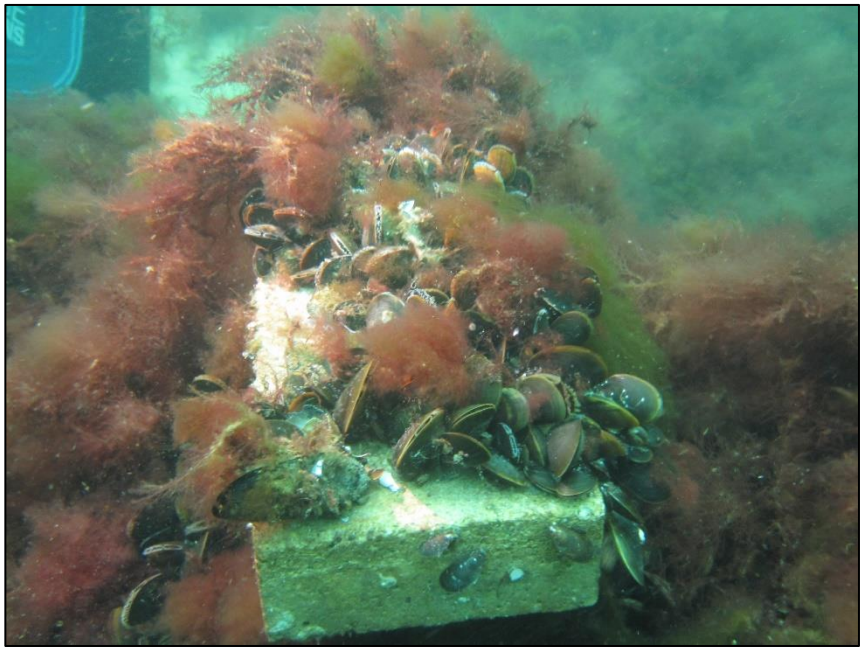


Abb.3.2-1: Unterwasseraufnahme von einer ausgebauten Bewuchsplatte am Expositionsende (07.09.2022), Riff Rosenort.

3.2.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den ausgelagerten Platten

Zwischen den Algen und Muscheln hat sich eine Artengemeinschaft von Kleinkrebsen mit erheblichen Abundanzwerten etabliert. Die beiden häufigsten Arten waren *Gammarus salinus* mit

3.314 Ind./m² und *Melita palmata* mit 3.171 Ind./m². Die Gesamtartenzahl der Evertebraten lag bei 16.
Wie auf den Platten im Riff Nienhagen bestand am Auslagerungsende die Gesamtbiomasse (TM = 3.721 g/m²) dann aber doch – trotz größerem Anteil von Rotalgen - zu 94 % aus Miesmuscheln. Die Kleinkrebse, die in hoher Anzahl und Diversität vorhanden waren, nahmen zusammen weniger als 1 % der Biomasse ein (Abb.3.2-2).

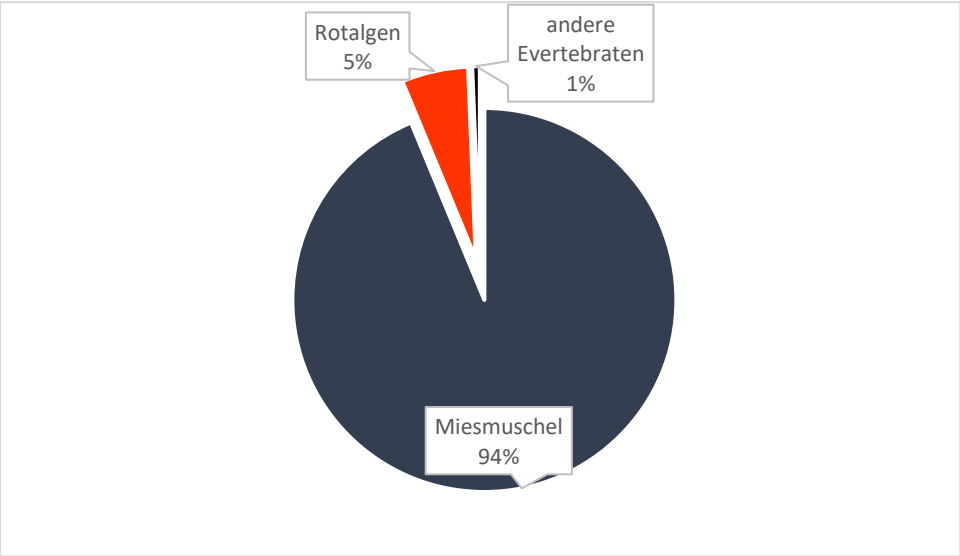


Abb.3.2-2: Biomasseanteile der Hauptbewuchsgruppen auf Betonauslagerungsplatten zum Versuchsende im September 2022

Die Zunahme der Gesamtbiomasse zeigte keinen kontinuierlichen Anstieg. Nachdem die Biomassewerte bis Dezember durch das starke Muschelwachstum stark anstiegen, gingen die Biomassen im Frühjahr und Sommer 2021 zunächst stark zurück, um sich dann ab Herbst 2021 auf einem Niveau zwischen 2.000 und 4.000 g/m² vergleichsweise stabil einzupegeln.
Abb.3.2-3 zeigt den zeitlichen Verlauf der Biomasseentwicklung. Die Einzelergebnisse sind in der Anhangtabelle Tab.IV dargestellt.

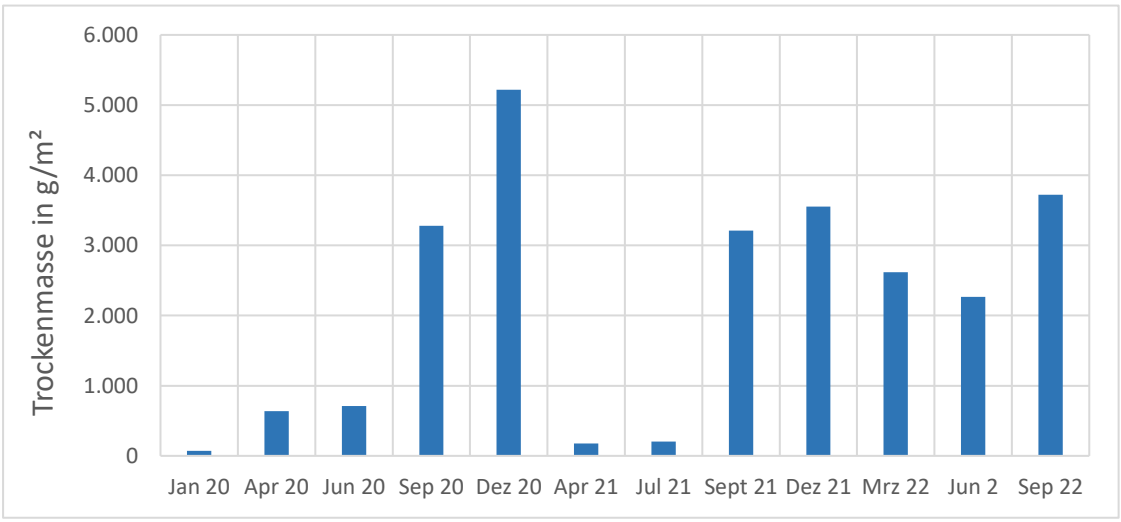


Abb.3.2-3: Entwicklung der Gesamtbiomasse auf den in halbjährigen Abständen paarweise entnommenen Besiedlungsplatten von Dezember 2019 bis September 2022

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 18. Die Gemeinschaft wird am Standort vor allem durch Polychaeten (Hauptarten: *Paraonis fulgens, Hediste diversicolor, Capitella capitata, Arenicola marina*) und Mollusken (überwiegend *Peringia ulvae, Mya arenaria, Macoma balthica, Cerastoderma edule*) geprägt. Von den Crustaceen war nur eine Art - *Batyporeia pilosa* - mit hoher Stetigkeit in den Sedimentproben vorhanden, gelegentlich kamen auch die Asseln *Cyathura carinata* und *Idothea balthica* in den Proben vor.

Die mit Abstand höchsten Abundanzwerte zeigte der Polychaet *Paraonis fulgens* mit 1.323 Ind./m² am 02.12.2020. Durch den Taucher visuell erkennbar sind die Kothaufen des Sandpierwurms *Arenicola marina* (Abb.3.2-4). Die Auswertung der Fotos (Fotorahmen 40 cm x 60 cm, vgl. Tab.3.2-2) ergab für den Sandpierwurm *Arenicola marina* einen mittleren Abundanzwert von 4,1 Ind./m².

.

Abb.3.2-4: Charakteristische Trichter und Kothaufen des Sandpierwurms am Riffstandort Rosenort

Tab.3.2-2: Ergebnisse der Auswertung der Rahmenfotos – Sand am Riff Rosenort 2019-22 (Abundanz in Ind./m²)

	Anzahl *Arenicola marina*			**MW**	**Ind/m²**
Foto	**1**	**2**	**3**		
Okt 2019	0	0	0	0,00	0,0
Jan 2020	0	0	0	0,00	0,0
Apr 2020	0	0	0	0,00	0,0
Jun 2020	2	2	1	1,67	6,9
Sep 2020	1	1	1	1,00	4,2
Dez 2020	3	2	2	2,33	9,7
Apr 2021	2	3	3	2,67	11,1
Juli 2021	2	2	2	2,00	8,3
Sept 2021	1	1	2	1,33	5,5
Dez 2021	0	0	0	0	0,0
März 2022	1	0	1	0,67	2,8
Juni 2022	1	0	0	0,33	1,4
Sept 2022	0	0	2	0,67	2,8
MW					**4,1**

3.2.5 Fortführung Monitoring für bestehende Referenzflächen 1-8

Zur Charakterisierung der aktuellen Entwicklung auf den 2009 aufgebauten künstlichen Riffstrukturen wurde auch hier das bisherige Monitoringprogramm fortgesetzt. An den 8 markierten Referenzstationen sind hierzu in vierteljährlichen Abständen Fotos gemacht (Fototabelle II, Rosenort, Anhang) und in halbjährlichem Abstand Kratzproben entnommen worden. Tab.3.2-3 enthält eine Aufstellung der aus den Fotos abgeleiteten prozentualen Bedeckungsgrade für die wichtigsten bewuchsbildenden Gruppen.
Anhand der Fotos (Fototabelle II, Anhang) und auch der Biomassewerte (Tab.VI, Anhang) sieht man, dass es jeweils im Winter einen Bruch in der Besiedlung der Riffstrukturen gab. In allen 3 Jahren wurde der überwiegende Teil der vorhandenen Miesmuscheln (vermutlich) in der 2. Winterhälfte durch Tauchenten abgefressen. Vor allem die oben liegenden Teile der Strukturelemente waren in diesen Phasen völlig frei von Bewuchs (Abb.3.2-4). Erst im Verlauf des nächsten Jahres konnte die entstandene Lücke durch sich vor allem im Juli neu ansiedelnde Miesmuscheln geschlossen werden. In der Folge wechselten Jahr für Jahr hohe Dezember-Biomassewerte mit vergleichsweise geringen Juniwerten.

Abb.3.2-4: links – 2020 und 2021 bereits im Dezember an den oberen Enden der 6 t-Tetrapoden beobachtete Fraßspuren von Tauchenten (Foto Dezember 2021).
rechts - auf der im oberen Bereich des Tetrapoden gelegenen Beobachtungsfläche (Fl. 6) äußerte sich dies in einem starken Rückgang der Gesamtbiomassen

Gut erkennbar war auch die jährlich im Frühjahr wiederkehrende dichte Besiedlung der Riffelemente mit dem thekaten Hydroidpolypen *Hartlaubella gelantinosa* und das starke Aufkommen von Rot- und Braunalgen im Sommerhalbjahr, in der Regel ab Mai. Im Juni 2020 war die Algenentwicklung so stark, dass man auf den Fotos den darunter befindlichen Aufwuchs nicht sehen kann. Folglich blieben die betreffenden Felder in der Übersichtstabelle frei.
In den Kratzproben wurden bis Juni 2022 36 Evertebraten-Arten und 11 Großalgen-Arten gefunden.

Tab.3.2-3: Fotoauswertung der Flächen 1-8 im künstlichen Riff Rosenort in den Jahren 2019-22

Nr.	Beprobungsfläche	Okt 2019					Jan2020				
		Algen	Bryozooen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozooen	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	0-5	0-5	100	5-25	0-5
2	kleiner Tetrapode oben	0-5	0-5	90-100	0-5	5-25	0-5	0-5	50-75	0-5	25-50
3	Riffkegel unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
4	Riffkegel oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	75-90	0-5	5-25
5	großer Tetrapode unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	75-90	0-5	5-25
6	großer Tetrapode oben	0-5	0-5	50-75	0-5	0-5	0-5	0-5	5-25	0-5	100
7	Naturstein unten	0-5	0-5	100	5-25	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
8	Naturstein oben	0-5	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	5-25	0-5	50-75

Nr.	Beprobungsfläche	April 2020					Juni 2020				
		Algen	Bryozooen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozooen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	75-90	0-5	5-25		100	75-90	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
2	kleiner Tetrapode oben	0-5	0-5	5-25	50-75	100	90-100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
3	Riffkegel unten	0-5	0-5	5-25		100	90-100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
4	Riffkegel oben	5-25	0-5	25-50	50-75	100	90-100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
5	großer Tetrapode unten	25-50	0-5	5-25	5-25	100	90-100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
6	großer Tetrapode oben	25-50	0-5	5-25	5-25	100	25-50	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
7	Naturstein unten	50-75	0-5	50-75	0-5	5-25	100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
8	Naturstein oben	75-90	0-5	50-75	0-5	50-75	100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

Nr.	Beprobungsfläche	Sept 2020					Dez 2020				
		Algen	Bryozooen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozooen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	25-50	0-5	100	5-25	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
2	kleiner Tetrapode oben	25-50	0-5	100		0-5	5-25	0-5	100	0-5	0-5
3	Riffkegel unten	25-50	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
4	Riffkegel oben	5-25	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
5	großer Tetrapode unten	25-50	0-5	100	5-25	0-5		0-5	100	0-5	0-5
6	großer Tetrapode oben	5-25	0-5	100	5-25	0-5	0-5	0-5	50-75	0-5	25-50
7	Naturstein unten	50-75	0-5	75-90	5-25	0-5	0-5	0-5	100	5-25	0-5
8	Naturstein oben	75-90	0-5	100	0-5	0-5	5-25	0-5	100	0-5	0-5

Fortsetzung Tab.3.2-3 n.e. = nicht erkennbar auf Foto

		April 2021					Juli 2021				
Nr.	Beprobungsfläche	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed..	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	100	0-5	50-75	0-5	50-75	75-90	0-5	100	0-5	0-5
2	kleiner Tertapode oben	100	0-5	75-90	0-5	50-75	5-25	0-5	100	0-5	0-5
3	Kegelstumpf unten	50-75	5-25	75-90	5-25	50-75	50-75	0-5	100	0-5	0-5
4	Kegelstumpf oben	50-75	5-25	75-90	0-5	50-75	75-90	0-5	100	0-5	0-5
5	großer Tetrapode unten	75-90	5-25	75-90	0-5	50-75	50-75	5-25	100	0-5	0-5
6	großer Tetrapode oben	90-100	0-5	50-75	0-5	75-90	5-25	0-5	100	0-5	0-5
7	Natursteinschüttung unten	75-90	0-5	25-50	0-5	75-90	5-25	5-25	100	5-25	0-5
8	Natursteinschüttung oben	100	0-5	5-25	5-25	5-25	50-75	0-5	100	0-5	0-5

				Sept. 2021					Dez. 2021		
Nr.	Beprobungsfläche	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	0-5	0-5	100	5-25	0-5	0-5	0-5	100	25-50	0-5
2	kleiner Tertapode oben	0-5	5-25	100	5-25	0-5	0-5	0-5	5-25	0-5	90-100
3	Kegelstumpf unten	5-25	5-25	100	5-25	0-5	0-5	0-5	100	0-5	0-5
4	Kegelstumpf oben	5-25	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	5-25	0-5	50-75
5	großer Tetrapode unten	0-5	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	100	5-25	0-5
6	großer Tetrapode oben	0-5	0-5	100	5-25	0-5	0-5	0-5	5-25	0-5	50-75
7	Natursteinschüttung unten	5-25	0-5	100	5-25	0-5	5-25	0-5	90-100	25-50	0-5
8	Natursteinschüttung oben	5-25	0-5	100	0-5	0-5	0-5	0-5	5-25	0-5	90-100

				März 2022					Juni 2022		
Nr.	Beprobungsfläche	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozoen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	75-90	0-5	25-50	0-5	75-90	90-100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
2	kleiner Tertapode oben	90-100	0-5	5-25	0-5	90-100	100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
3	Kegelstumpf unten	90-100	0-5	0-5	0-5	50-75	100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
4	Kegelstumpf oben	100	0-5	0-5	0-5	50-75	100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
5	großer Tetrapode unten	75-90	0-5	0-5	0-5	100	100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
6	großer Tetrapode oben	75-90	0-5	0-5	0-5	100	25-50	n.e.	100	n.e.	n.e.
7	Natursteinschüttung unten	50-75	0-5	0-5	0-5	50-75	50-75	n.e.	5-25	n.e.	n.e.
8	Natursteinschüttung oben	90-100	0-5	0-5	0-5	90-100	100	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

Fortsetzung Tab.3.2-3

Nr.	Beprobungsfläche	Sept. 2022									
		Algen	Bryozooen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.	Algen	Bryozooen	Muscheln	Seepocken	Hydroidpol.
		% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bed.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.	% Bedeck.
1	kleiner Tetrapode unten	50-75	0-5	100	0-5	0-5					
2	kleiner Tetrapode oben	75-90	0-5	100	0-5	0-5					
3	Riffkegel unten	75-90	0-5	100	0-5	0-5					
4	Riffkegel oben	50-75	0-5	100	0-5	0-5					
5	großer Tetrapode unten	50-75	0-5	25-50	5-25	0-5					
6	großer Tetrapode oben	25-50	0-5	100	0-5	0-5					
7	Naturstein unten	100	0-5	100	0-5	0-5					
8	Naturstein oben	90-100	0-5	100	0-5	0-5					

Die genaue Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Arten kann der Tab.VI (Anhang) entnommen werden. Tab.3.2-4 enthält eine Übersicht zur Verteilung der Arten auf die vorkommenden taxonomischen Gruppen.
Neu auch für diesen Standort war das Vorkommen der Pinsel-Felsenkrabbe *Hemigrapsus takanoi*. Zum ersten Mal wurde sie im Dezember 2021 in einer Kratzprobe aus der unteren Lage der Steinschüttung, ein weiteres Exemplar wurde im September 2022 auf der entnommenen Bewuchsplatte, gefunden.

Tab.3.2-4: Bei der Auswertung der Kratzproben und auf den Besiedlungsplatten Riff Rosenort gefundene Artenzahlen 2019-22 (Strukturelemente der Foto-Stationen 1-8)

Taxonomische Gruppen	**2019-22**
Grünalgen	2
Braunalgen	4
Rotalgen	11
Makroalgen	**17**
Hydrozoa	1
Plathelminthes	3
Nemertini	2
Mollusca	9
Oligochaeta	1
Polychaeta	7
Crustacea	12
Pantopoda	1
Insecta	1
Bryozoa	3
Evertebraten	**40**

Der zeitliche Verlauf der Gesamtbiomassewerte an den 8 Beprobungsflächen verdeutlicht den beschriebenen Wechsel zwischen beobachtetem Rückgang zwischen Januar und Juni (Fraß von Miesmuscheln durch Tauchenten) und den nachfolgend in der 2. Jahreshälfte wiedereinsetzenden Trend zur Biomassezunahme durch schnell wachsende, neu angesetzte Miesmuscheln (Abb. 3.2-5).
Die Fläche 6 bildet eine Ausnahme. Hier fehlten regelmäßig schon bei der Dezemberbeprobung viele Muscheln (vgl. Foto in Abb.3.2-4). Offenbar waren auf dieser, am oberen Ende eines 6 t-Tetrapoden gelegenen und damit vergleichsweise hoch aufragenden Fläche, schon früh im Winter Verluste durch Entenfraß zu verzeichnen. Die tieferliegenden Bereiche der Strukturen wurden durch die Eis- und Eiderenten erst in der 2. Winterhälfte aufgesucht, so dass die Unterschiede dann erst im Vergleich zwischen den Dezember- und März-Tauchgängen wirklich sichtbar wurden.

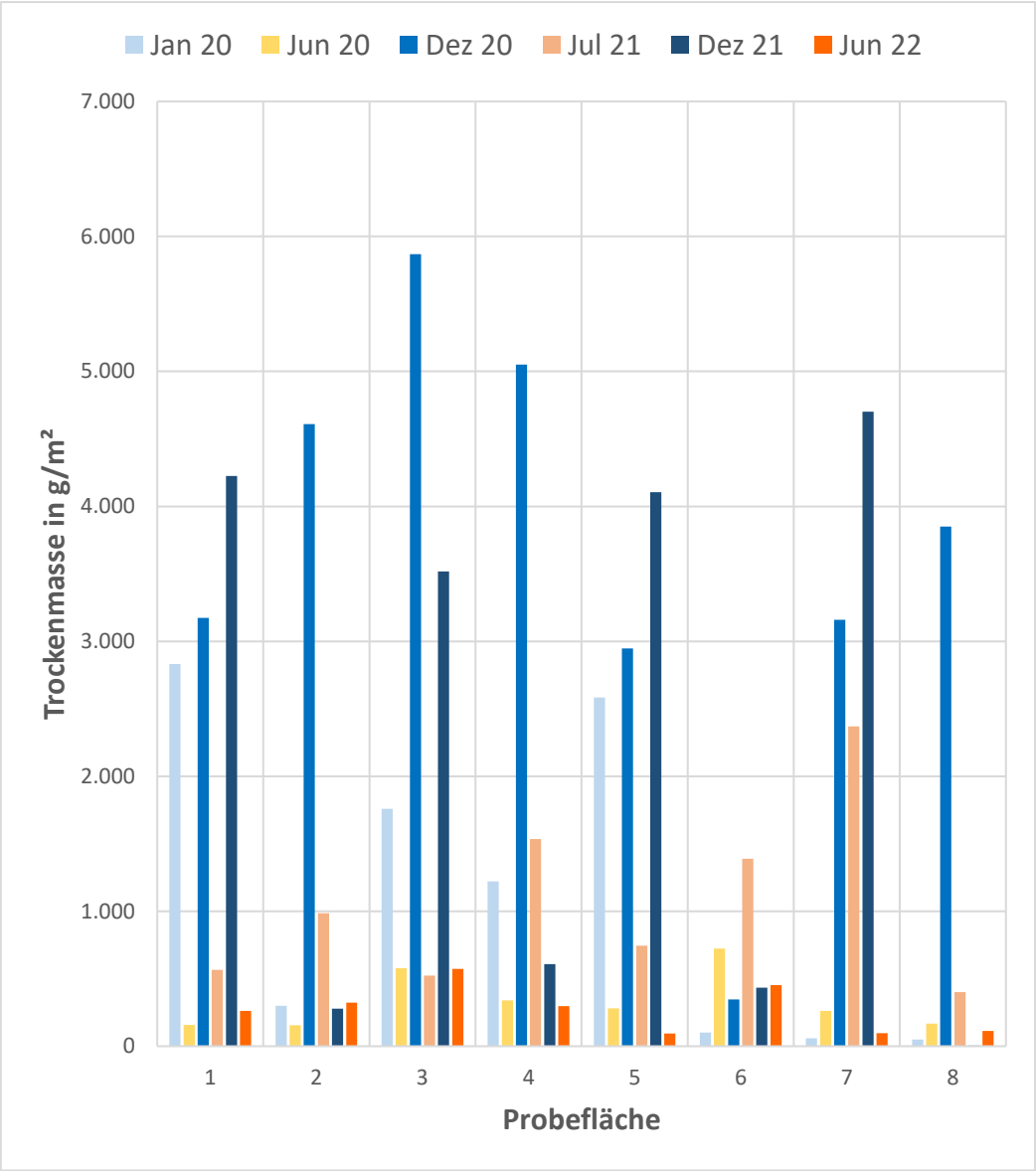


Abb.3.2-5: Aus den Kratzproben hochgerechnete Gesamtbiomassewerte (Trockenmasse in g/m²) von Januar 2020 bis September 2022 im Riff Rosenort

Die Ergebnisse auf den 8 Einzelflächen 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 6 Kontrolltermine errechnen sich für den Bewuchs/Aufwuchs, der auf diesen Oberflächen lebt, je nach Saison Frischmassewerte zwischen 1,3 t im Juni 2022 und 16,6 t im Dezember 2020. Die dazugehörigen Trockengewichte und aschefreien Trockenmassen können der Tab.3.2-5 entnommen werden.

Tab.3.2-5: Gesamtbiomasseentwicklung im Riff Rosenort, abgeleitet aus Kratzprobenentnahmen jeweils im Sommer und Winter

Bezug auf gesamte Riffoberfläche (1.500 m²) in t				
	Mittelwerte	Feuchtmasse	Trockenmasse	Aschefr. Trockenmasse
		(FM t)	(TM t)	(AfTM t)
	Jan 2020	3,1	1,7	0,2
	Juni 2020	2,0	0,5	0,1
	Dez 2020	16,6	5,4	1,0
	Juli 2021	4,9	1,6	0,3
	Dez 2021	9,3	3,4	0,4
	Juni 2022	1,3	0,4	0,08

3.3 Seegebiet vor Dierhagen

3.3.1 Aktivitäten bis September 2022

Tab.3.3-1 enthält eine Auflistung der Aktivitäten von Oktober 2019 bis September 2022. Die Dezember-Probenahme 2019 musste aus witterungstechnischen Gründen in das neue Jahr, auf den 23.01.2020, verlegt werden. Ansonsten wurden auch hier alle Termine plangemäß wahrgenommen.

Tab.3.3-1: Zeitliche Zuordnung der Aktivitäten am Standort Dierhagen 2019-22

21.10.19	Einbau von neuen Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der beiden Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
23.01.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Entnahme von Kratzproben, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
08.04.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
18.06.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Entnahme von Kratzproben, Videoschnitt
21.09.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
02.12.20	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Entnahme von Kratzproben
26.04.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Videoschnitt

Fortsetzung Tab.3.3-1

14.07.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Entnahme von Kratzproben, Entnahme ARMS, Videoschnitt
09.09.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben - Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
13.12.21	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Entnahme von Kratzproben, Videoschnitt
24.03.22	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Videoschnitt
08.06.22	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Entnahme Kratzproben, Videoschnitt
07.09.22	Entnahme Besiedlungsplatten, Entnahme von Stechrohrproben – Sand, Fotos der Einzelflächen, 3 Fotos Boden, Videoschnitt

3.3.2 Besiedlungsfolge auf neu ausgelagerten Platten

Die im Oktober neu ausgelagerten Platten wurden schnell von Bryozoen, Hydroidpolypen, Seepocken und auch ersten Miesmuscheln bewachsen. Im April waren alle Oberflächen dicht mit Seepocken bedeckt, auf und zwischen den Seepocken gab es dichte Büschel von Hydroidpolypen, überwiegend *Hartlaubella gelantinosa*, aber auch der athekate Polyp *Halitholus yoldiearcticae* (siehe Fototabelle III, Anhang) war zu finden. Im weiteren Jahresverlauf gab es eine deutliche Umstellung in Richtung Miesmuscheln. Schon im Juni hatten die Miesmuscheln die Seepocken vollständig überwachsen, im Herbst waren die Gehäuse der Seepocken leer. Die Miesmuscheln erweisen sich an diesem Standort regelmäßig als konkurrenzstärker. Seepocken können langfristig bestenfalls aus Sekundärbewuchs auf den Schalen der Muscheln überleben. Von Dezember 2020 bis zur endgültigen Entnahme im September 2022 waren alle Flächen zu 100 % mit Miesmuscheln unterschiedlicher Größen bedeckt (rechtes Foto in Abb.3.3-1).

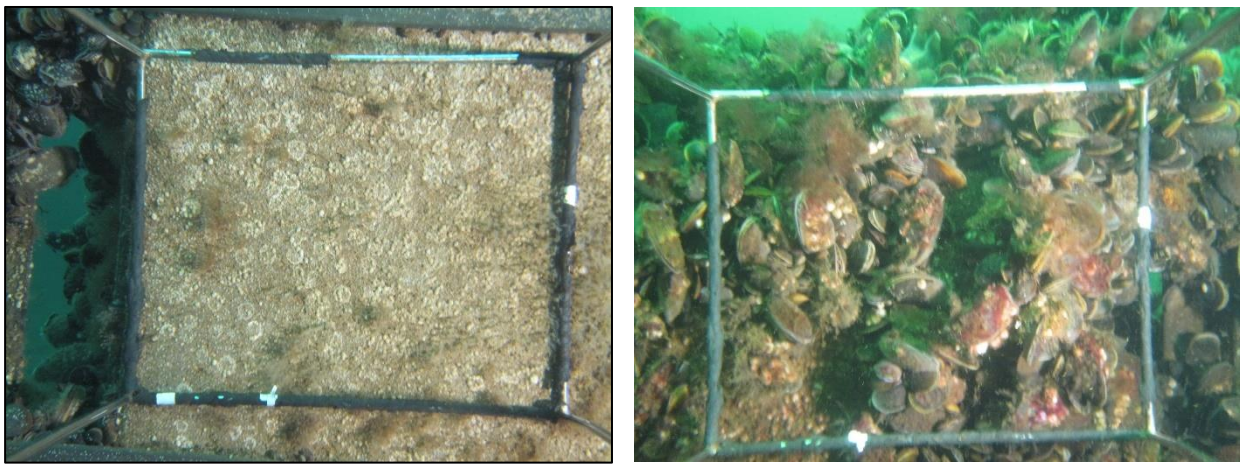


Abb.3.3-1: Fotos von der Kontrollfläche 1/oben
– linkes Foto am 23.01.20 aufgenommen, rechtes Foto gleiche Fläche am 07.09.22

Einen Eindruck vom Ablauf der Entwicklung auf den Auslagerungsflächen vermittelt die Auswertung der prozentualen Bedeckung auf den in vierteljährlichen Abständen aufgenommenen Fotos (Fototabelle III). Die aus den Fotos für die obere und untere Fläche abgeleiteten mittleren Bedeckungsgrade sind in der Tab.3.3-2 ausgewiesen.

Tab.3.3-2: Prozentuale Bedeckung, bezogen auf die im Foto erkennbaren taxonomischen Hauptgruppen als mittlere Spannbreite

Fläche 1 oben	**Prozentuale Bedeckung auf den Fotos**											
Haupt-gruppen	23.01. 2020	08.04. 2020	18.06. 2020	21.09. 2020	02.12. 2020	26.04. 2021	14.07. 2021	09.09 2021	13.12. 2021	24.03. 2022	08.06. 2022	07.09. 2022
Algen	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0	0	0-5	0-5	0
Bryozoen	50-75	5-25	5-25	0-5	0-5	0-5	0	0-5	0	0-5	0	0-5
Muscheln	0-5	50-75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Seepo-cken	90-100	100	100	0-5	0-5	0-5	5-25	25-50	5-25	0-5	5-25	25-50
Hydro-zoen	5-25	50-75	75-90	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	25-50	0-5	0-5

Fläche 2 unten	**Prozentuale Bedeckung auf den Fotos**											
Haupt-gruppen	23.01. 2020	08.04. 2020	18.06. 2020	21.09. 2020	02.12. 2020	26.04. 2021	14.07. 2021	09.09 2021	13.12. 2021	24.03. 2022	08.06. 2022	07.09. 2022
Algen	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0	0	0-5	0-5	0
Bryozoen	50-75	5-25	5-25	0-5	0-5	0-5	0	0-5	0	0-5	0-5	0-5
Muscheln	0-5	50-75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Seepo-cken	90-100	100	100	0-5	0-5	0-5	5-25	5-25	5-25	5-25	5-25	0-5
Hydro-zoen	5-25	50-75	75-90	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	25-50	5-25	0-5

3.3.3 Artenzusammensetzung und Biomasse auf den neu ausgebrachten Platten

Die mit den Auslagerungsplatten ermittelten Gesamtbiomassewerte stiegen innerhalb des 1. Jahres von 20,3 g TS/m² im Januar auf 7.871 g TS/m² im Dezember 2020. In den Zwischenräumen der Miesmuschelpolster haben sich im Jahresverlauf zahlreiche Kleinkrebs- und Polychaetenarten angesiedelt (Tab.VII und Tab.VIII im Anhang). Die Artenzahl der mit den Platten entnommenen Evertebraten lag 2020 ganzjährig bei 10-11, stieg 2021 auf 11-13 und erreichte mit 16 im März

2022 einen vorläufigen Höhepunkt. Im Sommer 2022, bei hohen Wassertemperaturen und bodennah zu vermutenden zeitweiligem Sauerstoffmangel, sank die Artenvielfalt auf 3 – *Mytilus edulis, Amphibalanus impro*visus und *Gammarus oceanicus.*

Vom September 2022 abgesehen, erwies sich die Besiedlung am Standort als vergleichsweise arten- und individuenreich. Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum auf und an den Platten 37 Evertebraten-Arten gefunden. Neu in der für den Standort geführten Gesamtartenliste waren der athekate Polyp *Halitholus yoldiearcticae*, die Seegras-Strandschnecke *Littorina tenebrosa* und auch die von den westlicher gelegenen anderen Standorten bekannte Pinsel-Felsenkrabbe. Letztere wurde auf im Dezember 2021 und März 2022 entnommenen Besiedlungsplatten im Bewuchs gefunden.

Algen spielen am Standort aufgrund des in der Umgebung nur spärlich vorhandenen Hartbodens nur eine untergeordnete Rolle. Gefunden wurden nur 8 Arten, davon 3 Braunalgen (*Desmarestia viridis, Ectocarpus sp., Pilayella littoralis*) und 5 Rotalgenarten.

Tab.3.3-3 enthält eine zusammenfassende Darstellung zur auf Auslagerungsplatten und in Kratzproben in den Jahren 2019-22 gefundenen Artenzahlen.

Tab.3.3-3: Zuordnung der 2019-22 vor Dierhagen auf Auslagerungsplatten und in Kratzproben insgesamt gefundenen Arten zu den taxonomischen Hauptgruppen

Taxonomische Gruppen	**2019-22**
Braunalgen	3
Rotalgen	5
Makroalgen	**8**
Cnidaria	4
Plathelminthes	2
Nemertini	1
Mollusca	7
Polychaeta	5
Oligochaeta	1
Crustacea	15
Bryozoa	2
Evertebraten	**37**

Die Entwicklung der Gesamtbiomasse vollzog sich im ersten Jahr sehr schnell und erreichte auf den entnommenen Bewuchsplatten im Dezember 2021 mit 9.120 gTM/m² ein absolutes Maximum. Dieses hohe Niveau konnte durch Abreißen von inzwischen in mehreren Schichten übereinander siedelnden Miesmuscheln nicht gehalten werden, aber im September 2022 lag die Gesamtbiomasse mit annähernd 7 kg Trockenmasse pro m² noch weitaus über den für Rosenort und Nienhagen ermittelten Werten (Abb.3.3-2).

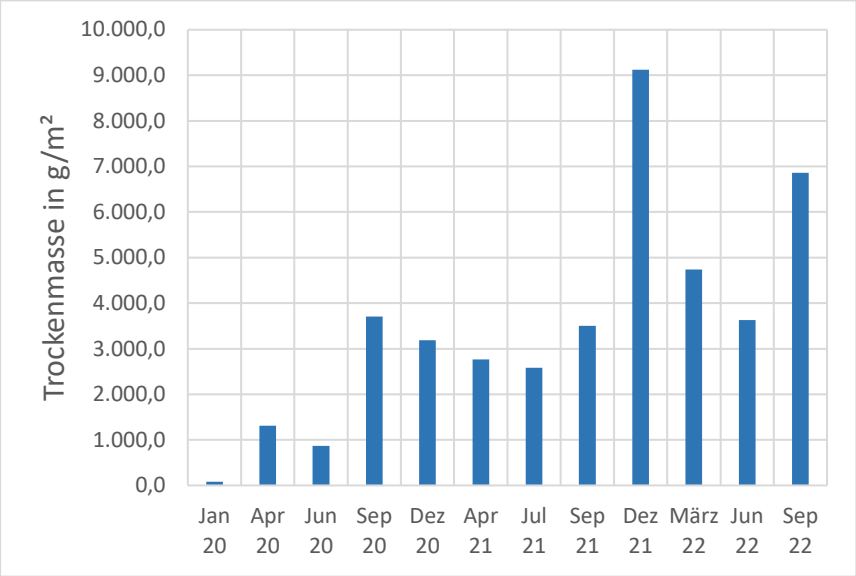


Abb.3.3-2: Entwicklung der Gesamtbiomasse auf den in halbjährigen Abständen paarweise entnommenen Besiedlungsplatten von Dezember 2019 bis September 2022

In den Ergebnissen der in halbjährlichen Abständen entnommenen Kratzproben lässt sich ein sich ähnelndes Muster erkennen – einem starkem Biomasseanstieg im 1. Jahr folgt eine Plateauphase mit zeitweiligen kleineren Rückgängen, die auf gewichtsbedingten Ablösungen von Muschelklumpen beruhen. Darauf folgen Phasen erneuter Biomassezunahme (Abb.3.3-3). Durch Räuber bedingte Rückgänge (Seesterne, Tauchenten) fehlen an diesem Standort. Die Originalwerte sind der Anhangtabelle Tab.VIII zu entnehmen.

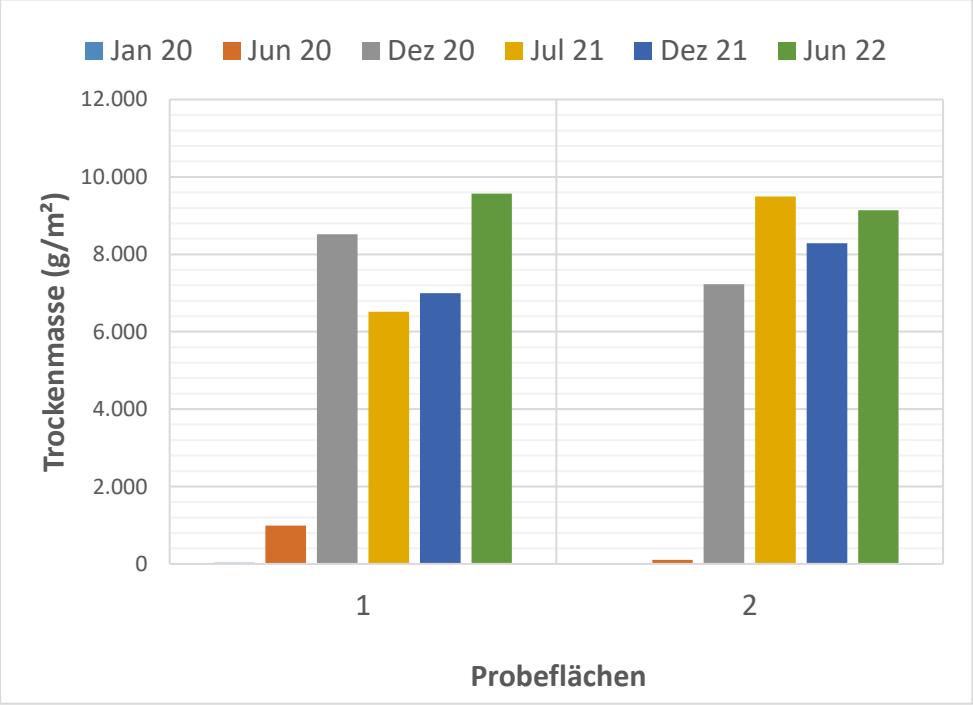


Abb.3.3-3: Entwicklung der Gesamtbiomassen, basierend auf Kratzproben aus der oberen (Probefläche 1) und der unteren Probeflächen (Probefläche 2) in Auslagerungsgestell Dierhagen

3.3.4 Artenzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung

Die Umgebung des Auslagerungsgestells ist im Wesentlichen durch Sand geprägt. Größere Steine sind nur sehr vereinzelt zu finden. Daher wurden Stechrohrproben entnommen. 2019-22 wurden in den Proben gefunden: 9 Polychaetenarten (*Capitella capitata, Marenceleria viridis, Hediste diversicolor, Pygospio elegans, Arenicola marina, Aricina minuta, Polydora cornuta, Paraonis fulgens, Scoloplos armingen*), 4 Molluskenarten (*Heleobia stagnorum, Macoma balthica, Mya arenaria, Peringia ulvae*), der Oligochaet *Tubifucoides benedii*, die Kleinkrebsarten *Bathyporaia pilosa, Idotea balthica, Microdeutopus gryllothalpa* und eine Chironomidenlarve (Zuckmücke).
Die aus den Wägungen der Einzelarten pro Termin berechneten Gesamtbiomassen lagen zwischen 0,12 g TM/m² im Juni 2022 und 16,9 g TM/m² im April 2020 (Tab.IX im digitalen Anhang), im Mittel der 13 Probenahmen bei 2,0 g TM/m².

Die Auswertung der Boden-Fotos ergab, dass der Sandpierwurm *(Arenicola marina)* mit 2,7 Ind./m² am Standort vorkam. Seesterne kamen nur 2019 bis April 2020 auf den Flächen vor, später fehlten sie. Die mittlere Abundanz der Seesterne über den Gesamtzeitraum lag daher bei lediglich bei 0,6 Ind./m² (Tab.3.3-4).

Tab.3.3-4: Ergebnisse der Auswertung der Rahmenfotos – Sand am Standort Dierhagen

Arenicola marina						***Asterias rubens***					
Foto	**1**	**2**	**3**	MW	Ind/m²	Foto	**1**	**2**	**3**	MW	Ind/m²
Okt 19	0	0	1	0,33	1,4	Okt 19	1	0	0	0,33	1,4
Jan 20	0	0	0	0,00	0,0	Dez 19	2	0	2	1,33	5,6
Apr 20	0	0	0	0,00	0,0	Apr 20	0	1	0	0,33	1,4
Jun 20	0	0	0	0,00	0,0	Jun 20	0	0	0	0,00	0,0
Sep 20	0	2	2	1,33	5,6	Sep 20	0	0	0	0,00	0,0
Dez 20	0	0	0	0,00	0,0	Dez 20	0	0	0	0,00	0,0
Apr 21	0	1	2	1,00	4,2	Apr 21	0	0	0	0,00	0,0
Juli 21	0	2	3	1,67	6,9	Jun 21	0	0	0	0,00	0,0
Sep 21	2	0	2	1,33	5,6	Sep 21	0	0	0	0,00	0,0
Dez 21	0	1	0	0,33	1,4	Dez 21	0	0	0	0,00	0,0
März 22	1	2	1	1,33	5,6	März 22	0	0	0	0,00	0,0
Juni 22	0	0	0	0,00	0,0	Juni 22	0	0	0	0,00	0,0
Dez 22	1	1	1	1,00	4,2	Dez 22	0	0	0	0,00	0,0
MW					**2,7**	**MW**					**0,6**

3.3.5 Ergebnisse der Auslagerung der „**A**rtificial **R**eef **M**onitoring **S**tructures“ (ARMS) am Standort Seegebiet vor Dierhagen

Am 14.07.21 wurden die 5 in 12 m Tiefe für 1 Jahr ausgelagerten ARMS entnommen. Abb.3.3-4 zeigt ein Foto von einer Struktur zum Auslagerungsbeginn im Sommer 2020, das 2. Foto kennzeichnet die Situation nach einem Jahr. Die ARMS waren dicht mit Seepocken und Miesmuscheln bewachsen, in den Lamellen hatten sich zahlreiche Wirbellose angesiedelt. Es wurden in und auf

den 5 Strukturen insgesamt 21 Evertebraten-Arten gefunden. Abb.3.3-5 enthält eine Grafik zur Artenanzahl in/auf den 5 parallel ausgelagerten ARMS. Die ausführlichen Einzelergebnisse sind in der Anhangtabelle Tab.X enthalten.

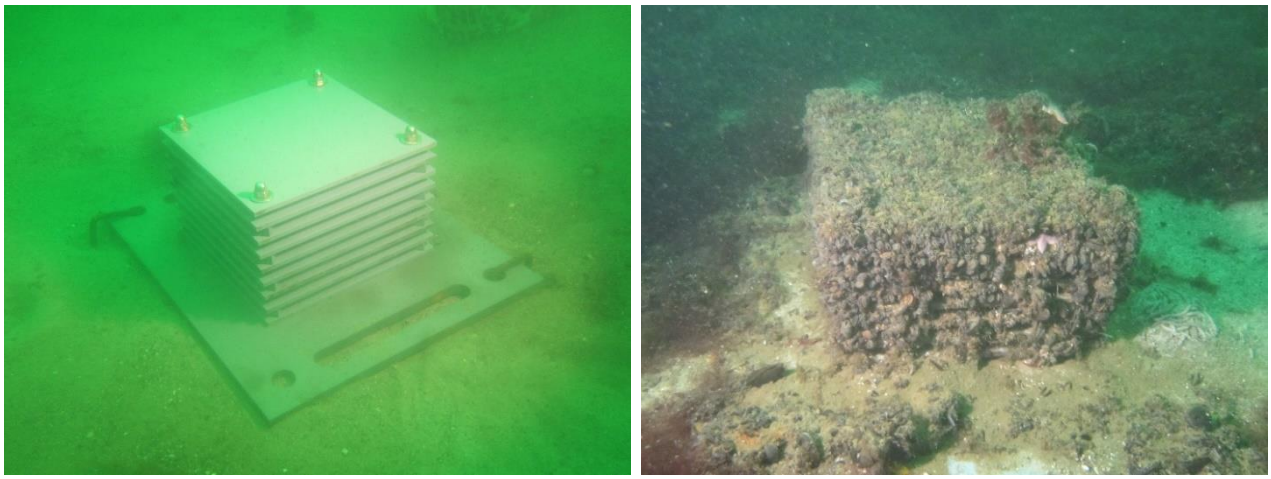


Abb.3.3-4: ARMS am Start und nach 1 Jahr Auslagerung am Standort Dierhagen 2020/21

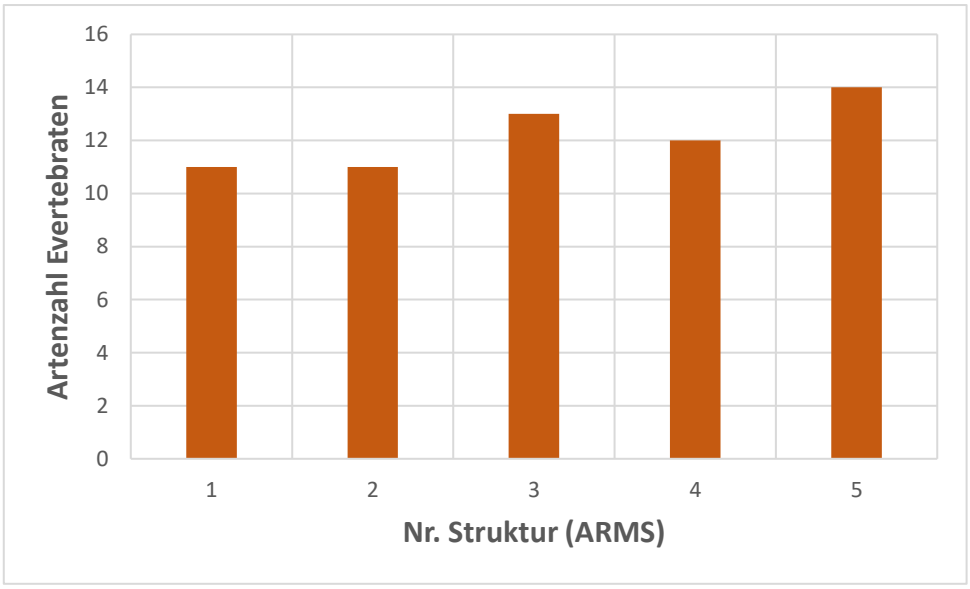
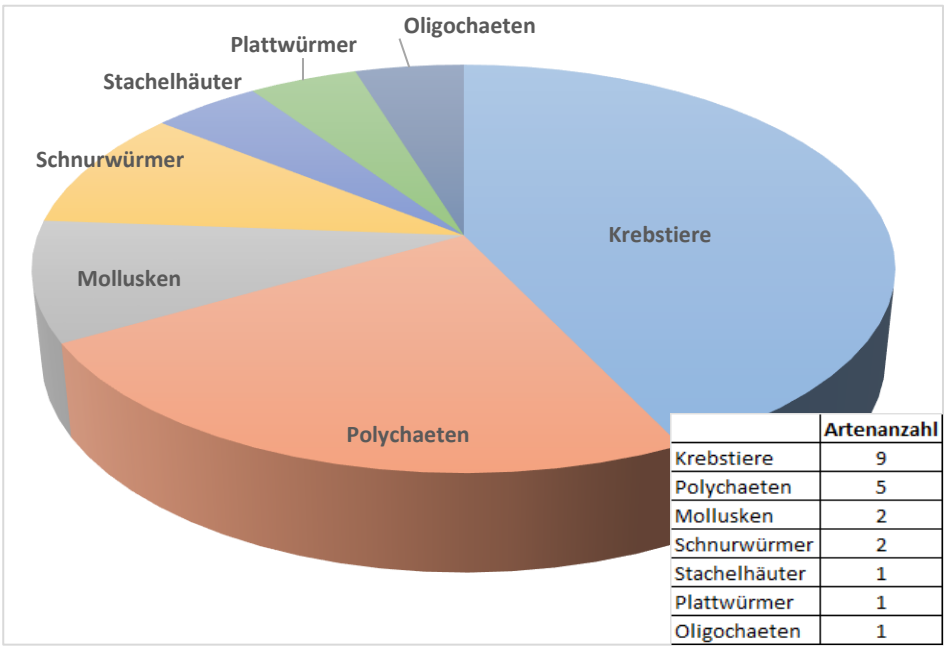


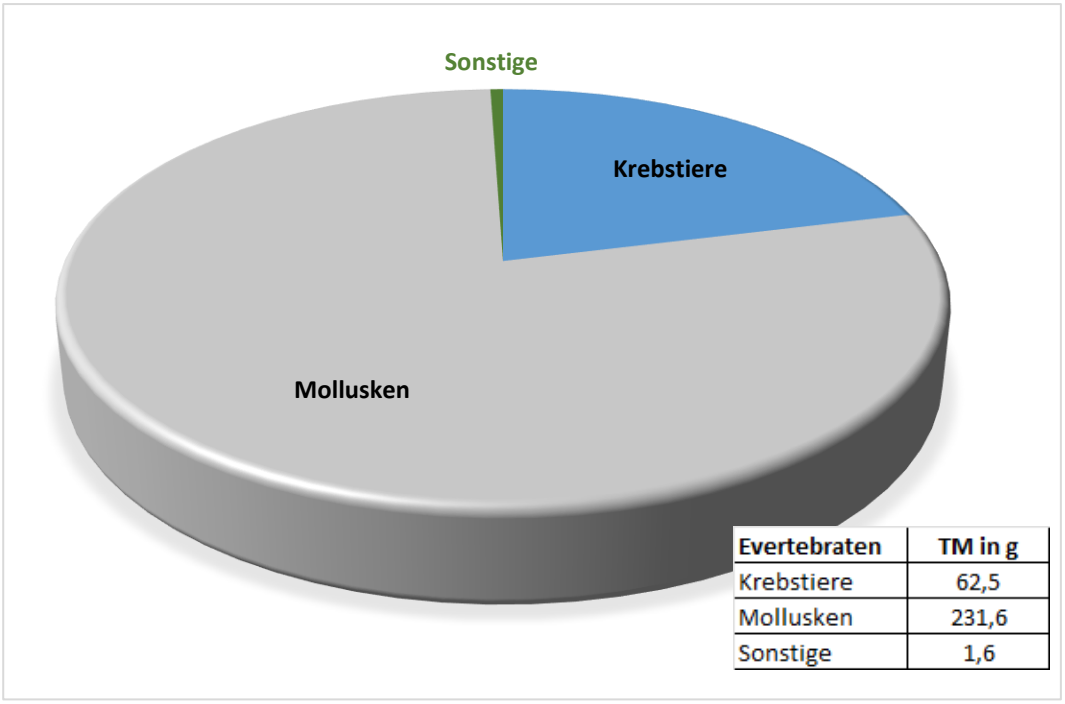
Abb.3.3-5: Artenanzahl Evertebraten in den einzelnen ARMS, Dierhagen

Mit 9 Arten stellten die Krebse die artenreichste Gruppe, gefolgt von Polychaeten (5 Arten). Mollusken und Schnurwürmer waren mit je 2 Arten vertreten, Seesterne, Plattwürmer und Oligochaeten mit je einer Art (Abb.3.3-6).
In Bezug auf die Gesamtbiomasse dominieren die Mollusken. Im Mittelwert 78 % der Gesamtbiomasse (231,6 g TS) bestanden aus Miesmuscheln, 20 % aus Seepocken (62,5 g TS). Alle anderen Gruppen zusammen stellen weniger als 2 % der Gesamtbiomasse (Abb.3.3-7).



	Artenanzahl
Krebstiere	9
Polychaeten	5
Mollusken	2
Schnurwürmer	2
Stachelhäuter	1
Plattwürmer	1
Oligochaeten	1

Abb.3.3-6: Verteilung der Gesamtartenzahl auf die taxonomischen Hauptgruppen der Evertebraten



Evertebraten	TM in g
Krebstiere	62,5
Mollusken	231,6
Sonstige	1,6

Abb.3.3-7: Biomasseanteil (Trockenmasse) der Hauptgruppen an der Gesamtbiomasse Evertebraten

Interessant ist das Nebeneinander der beiden Krabbenarten, der traditionell am Standort vorhandenen Strandkrabbe *Carcinus maenas* und der aus Japan stammenden Pinsel-Felsenkrabbe *Hemigrapsus takanoi*. Von jeder Art wurde nur ein Exemplar gefangen. Sie kamen aber nicht zusammen in einer Struktur, sondern in zwei, einige Meter auseinander befindlichen ARMS vor.

4. Diskussion, Bewertung und Ausblick

4.1 Künstliches Riff Nienhagen

Die Entwicklung der Bewuchsgemeinschaften auf den vor Nienhagen ausgebrachten Strukturelementen wurde von Beginn im Jahr 2003 mit nur kleinen Unterbrechungen in Form eines Monitorings mit weitgehend unveränderten Methoden begleitet. Das ermöglicht eine gute Einordnung der aktuellen Ergebnisse. Die Artenzusammensetzung der auf den Strukturen gefundenen Makroalgen- und Evertebratengemeinschaft wird kummulativ erfasst. Bisher wurden auf einer Tiefe von 12-14 m stehenden Riffgebiet durch Plattenauslagerungen und Kratzproben 2 Grünalgen, 3 Braunalgen und 17 Rotalgenarten gefunden (Tab.XI, Anhang). Die Liste der Wirbellosen, die auf den Strukturen oder im unmittelbar angrenzenden Sandboden leben, umfasst mit Stand September 2022 90 Arten (Tab.XII, Anhang). Das Meer ist ein offener Lebensraum, naturgemäß gibt es durch Verdriften mit der Strömung gelegentlich Irrläufer, die dann aber auch nur zeitlich begrenzt und meist auch nur als Einzelexemplar auftauchen und verschwinden. Auf diese seltenen Funde, wie z.B. die der Käferschnecke *Lepidochitona cinerea*, soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.
Die am 17.06.2020 erstmals in einer Kratzprobe im oberen Bereich der 2t-Tetrapodenstapel (Station 8) und dann nachfolgend auch regelmäßig mit zunehmender Abundanz (Maximum 222 Ind./m², Fläche 2, 09.12.21) auch gefundene Pinsel-Felsenkrabbe *Hemigrapsus takanoi* (Bestätigung Artbestimmung durch Dr. Wranik) scheint ein „echter“ Neuzugang zu sein. *Hemigrapsus takanoi* ist im pazifischen Raum (China, Japan) beheimatet. Sie wird seit den 90er Jahren in der Nordsee, seit ca. 10 Jahren in der westlichen Ostsee und seit 2016 auch am Langenwerder gefunden (mdl. Auskunft Dr. Wranik). Die für die Verbreitung erforderliche Mindestsalinität liegt bei ca. 15 PSU (mdl. Auskunft Dr. Wranik) und ist am Riff Nienhagen nahezu durchgehend gegeben. Es wäre interessant zu wissen, ob die neue Krabbenart in Konkurrenz zur vorhandenen Strandkrabbe steht und ob sie sich eventuell auch im Nahrungsspektrum der Jungdorsche wiederfindet.
Die quantitative Entwicklung der miesmuschelgeprägten Gemeinschaften lässt sich unter anderem anhand der Ergebnisse der Gesamtbiomasseentwicklung beschreiben. Die Grafik in Abb.4.1-1 verdeutlicht die Entwicklung der Gesamtbiomasse (Trockenmasse, Mittelwerte aus jeweils 8 Kratzproben) seit 2003.

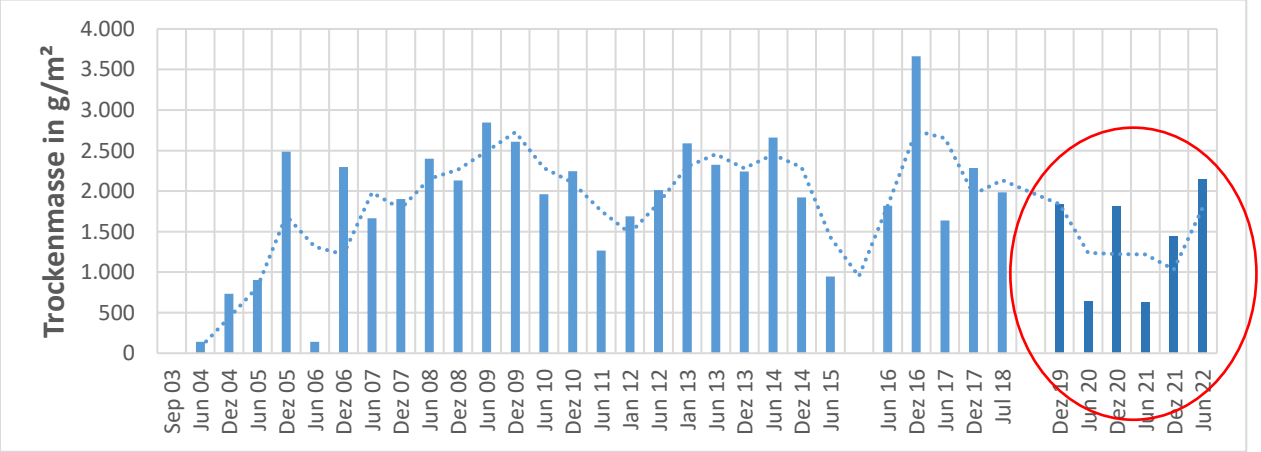


Abb.4.1-1: Langzeitentwicklung der Gesamtbiomassewerte im Riff Nienhagen (Mittelwerte)

Die in der Grafik dunkel hervorgehobenen vergangenen 3 Jahre waren durch vergleichsweise geringe Gesamtbiomassewerte (630-2.150 g/m²) gekennzeichnet, was vor allem auf niedrige Sommerwerte in den Jahre 2020 und 2021 zurückzuführen ist. Die Ursache liegt in dem für beide Jahre hohen Seesternaufkommen, das wiederum zu hohen „Miesmuschelverlusten“ im Winter und geringen Gesamtbiomassen im Sommer führt. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch die geringe Größe der Seesterne. Exemplare über 3 cm Durchmesser wurden in den vergangenen Jahren nicht auf den Strukturen gefunden. Der Wechsel zwischen Jahren mit vielen und wenigen Seesternen und nachgeordnet hohem oder auch geringem Muschelaufkommen im Riff ist aus den Vorjahren bekannt und wurde bereits ausführlich beschrieben (bioplan, 2018). Aus dem hohen Juniwert 2022 lässt sich allerdings auch schon wieder eine Trendumkehr zu einem größeren Muschelaufkommen vermuten.

4.2 Künstliches Riff Rosenort

Das künstliche Riff Rosenort wurde 2009 auf einer ehemaligen Schüttstelle in 7 m Tiefe aufgebaut. Entsprechend besser ist das Lichtdargebot und damit auch die Situation für Algen, insbesondere Grün- und Braunalgen, die hier mit höheren Deckungsgraden vorkommen. Die Artenliste (Tab.XIII, Anhang) umfasst 2 Grün-, 4 Braun- und 11 Rotalgenarten. 66 Evertebratenarten wurden bisher auf und an den Strukturen nachgewiesen (Tab.XIV, Anhang). Auffällig und für den Standort typisch ist das außerordentlich hohe Aufkommen von Kleinkrebsen, insbesondere der Flohkrebs *Gammarus salinus* kommt dort nahezu durchgehend mit 3.000-4.000 Ind./m², im Maximum auch über 9.000 Ind./m² (Fl.6, 14.06.2021), vor.
Insgesamt erscheint die Bewuchszusammensetzung und -abfolge seit Jahren recht unverändert. Das Monitoring am künstlichen Riff Rosenort hat erneut gezeigt, welchen starken saisonalen Schwankungen in einer vergleichsweise geringen Wassertiefe angelegte künstliche Riffe ausgesetzt sind. Mit dem winterlichen Abfressen der Miesmuscheln durch Tauchenten ging die Gesamtbiomasse in allen 3 Jahren kurzzeitig auf nahezu 0 zurück. Dies öffnete im zeitigen Frühjahr neue Siedlungsplätze auf den Betonstrukturen, die in der Sukzessionsfolge zunächst von Hydroidpolypen, später im Frühsommer von Algen und Seepocken, letztendlich dann aber auch wieder von Miesmuscheln eingenommen wurden. Geringe Gesamtbiomassewerte im Juni wechseln mit hohen Werten im Dezember, wenn die Miesmuscheln gut entwickelt sind (Abb.4.2-1).

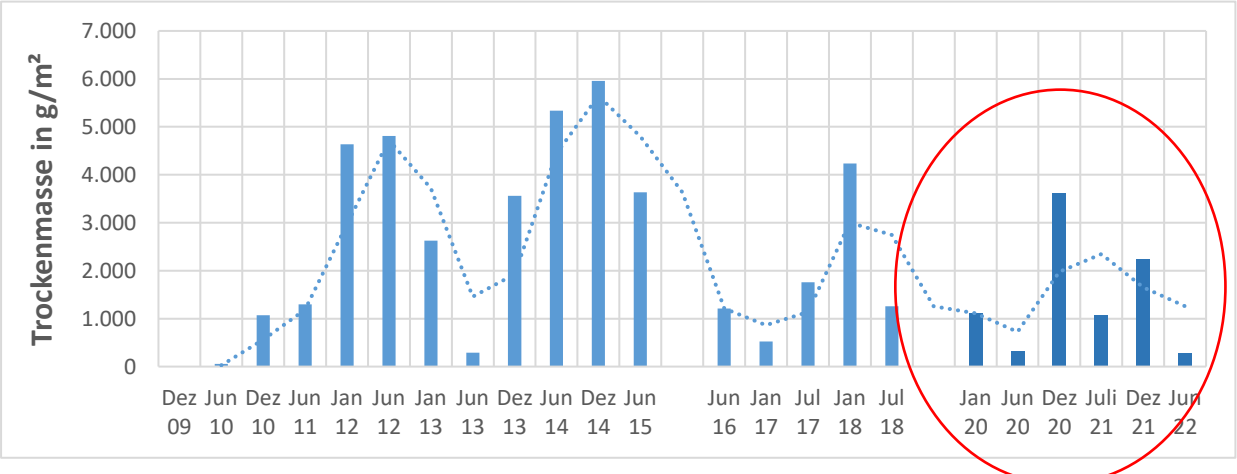


Abb.4.2-1: Langzeitentwicklung der Gesamtbiomassewerte im Riff Rosenort (Mittelwerte)

Dies führt zu starken Schwankungen innerhalb eines Jahres und lässt die Ausbildung eines stabilen Klimax-Stadiums an diesem Standort nicht zu. Verglichen mit den Anfangsjahren ist in der Grafik eine leichte Abnahme der Maximalwerte zu erkennen, was eventuell damit zusammenhängen könnte, dass sich die an der Mecklenburger Küste überwinternden skandinavischen Tauchenten, in erster Linie Eisenten, an den 2009 neu geschaffenen Standort gewöhnt haben und ihn jetzt regelmäßiger aufsuchen als in den ersten Jahren. Seesterne fallen hier aufgrund des geringeren Salzgehaltes als Predator nicht ins Gewicht.
Die Pinsel-Felsenkrabbe wurde auch hier im Winter 2021 erstmals gefunden (1 Exemplar, Kratzprobe Station 7/untere Lage Natursteinschüttung, 13.12.2021) und kommt inzwischen wohl auch regelmäßiger vor, denn im September 2022 wurde im Zuge der Auswertung einer Besiedlungsplatte ein 2. Exemplar nachgewiesen.
Die enorme Filterleistung der die Strukturen im Sommer prägenden Miesmuscheln und auch die Bedeutung als Nahrungsquelle für die vor der Küste überwinternden Tauchenten sind als wichtiger Beitrag zur ökologischen Aufwertung der ansonsten eher feinsandgeprägten ehemaligen Verklappungsstelle anzusehen.

4.3 Standort Dierhagen

Im Hintergrund zur Auslagerung von Bewuchsstrukturen am Standort vor Dierhagen stand die Frage nach der Zusammensetzung und Beständigkeit der Besiedlung von Strukturelementen beim Aufbau eines weiteren künstlichen Riffs. Alle Neuauslagerungen – kleine Betonplatten zur Entnahme, größere Betonfliesen zur Gewinnung von Kratzproben und „**A**rtificial **R**eef **M**onitoring **S**tructures“ (ARMS) – haben gezeigt, dass feste Oberflächen sehr schnell besiedelt werden, sich auf ihnen artenreiche, von Miesmuscheln geprägte Gemeinschaften ausbilden, die bezogen auf die sich anreichernde Biomasse die bereits bestehenden beiden Standorte mit künstlichen Riffen übertreffen. Zurückzuführen ist dies wahrscheinlich auf den Umstand, dass Seesterne aufgrund des geringeren Salzgehaltes (weiter östlich gelegen als die beiden anderen Standorte) dort schon kaum noch vorkommen und Eisenten leichter in flacheren Küstenabschnitten – die Auslagerung erfolgte in 12 m Tiefe – an ihre Nahrung gelangen, oder aber das Gestell aufgrund der geringeren Ausdehnung von den Enten bisher schlicht nicht wahrgenommen wurde. Die typischen „fraßbedingten“ Rückgänge der Muscheln fehlen hier. Ein Vergleich der Ergebnisse aus Kratzproben zeigt, dass dies nicht nur für die hier auszuwertenden vergangenen 3 Jahre zutraf, sondern auch schon bei den Vorversuchen 2016-18 in ähnlicher Weise der Fall war (Abb.4.3-1). Mit Gesamtbiomassen von 5.000-8.000 g/m² wurde nach etwas mehr als einem Jahr ein Niveau erreicht, dass als stabiles Mytilus-Klimax zu bezeichnen ist. Das Risko an diesem Standort besteht darin, dass sich in den darauffolgenden Jahren die großen Muscheln in Klumpen ablösen, am Boden anreichern und es in Phasen geringen Wasseraustauschs bodennah zu Sauerstoffmangelsituationen kommen kann.
Bei einer Entscheidung für ein Riff vor Dierhagen wäre zu überlegen, ob die sich hier ungewöhnlich schnell vollziehende Anreicherung von Muschelbiomasse eventuell auch regelmäßig abgeerntet und der menschlichen Nutzung zugeführt werden könnte. Damit ließe sich zudem im Sinne eines sinnvollen/verwertbaren Nährstoffentzuges ein Beitrag zur Deeutrophierung der Ostsee leisten. Aber auch bei unterbleibender Nutzung ist die Beständigkeit, mit der die Miesmuscheln an

diesem Standort Schutz (Struktur) und Nahrung (Abgabe von Faeces/Pseudofaeces) bieten, attraktiv für die mit dieser Bewuchsgemeinschaft assoziierten Arten. Insbesondere Kleinkrebse und Polychaeten und damit indirekt auch Fische, die sich von Wirbellosen ernähren, profitieren von den neuen Muschelansammlungen.
Insofern verspricht der Aufbau von Riffstrukturen an diesem Standort auch einen deutlich positiven Effekt für verschiedene Fischarten, unter anderem auch durchziehende Dorschschwärme.

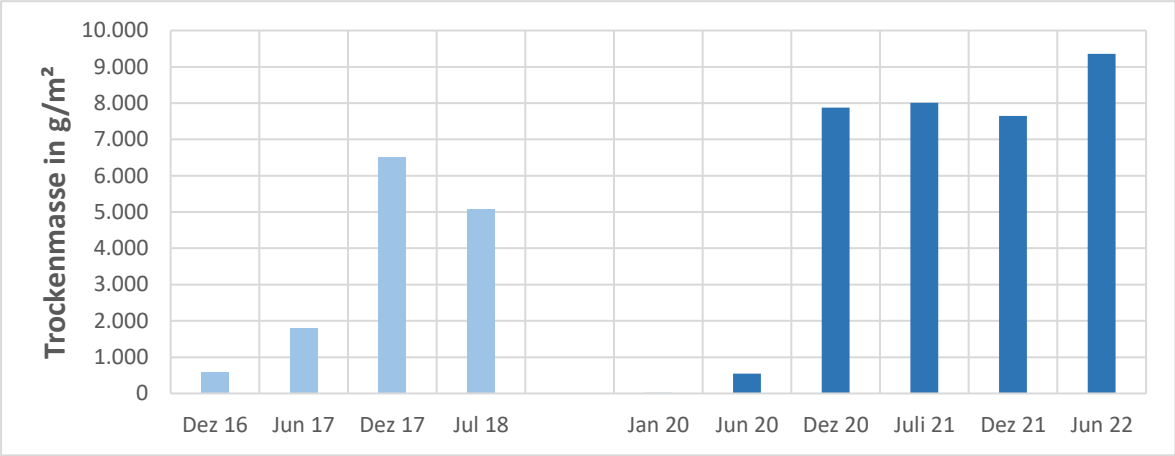


Abb.4.3-1: Vergleich der Entwicklung der Gesamtbiomassen während der Auslagerungszeiträume 2016-18 und 2019-22

4.4 Ausblick

Die Langzeituntersuchungen an den beiden bestehenden Riffstandorten vor Nienhagen und Rosenort haben gezeigt, dass trotz unterschiedlicher Wassertiefen (Rosenort 7 m, Nienhagen 12-14 m) und unterschiedlicher Bodenstandorte (Rosenort - aufgeschütteter Feinsand, Nienhagen - Sand, Kies und Blöcke auf Mergel) artenreiche und auch dauerhaft beständige Hartbodengemeinschaften mit großer Attraktivität nicht nur für Algen und Wirbellose, sondern nachgeordnet auch für Fische, als Sekundärbiotope etabliert werden können. Aus den in Form von Jahresberichten zusammengefassten Langzeitdatenreihen, die für den Standort Nienhagen seit 2003 und für Rosenort seit 2009 in der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV vorliegen, lassen sich gerade in Zeiten schneller klimatischer Veränderungen faktengestützt wichtige ökosystemare Zusammenhänge erkennen und für Prognosen, bestenfalls auch für gezielte Handlungsempfehlungen, nutzen.
Insofern wäre eine Weiterverfolgung der Entwicklung in den beiden bestehenden „Freilandlaboratorien“ an der Außenküste empfehlenswert.
Mit der Errichtung eines 3. künstlichen Riffs vor Dierhagen ließen sich die Möglichkeiten dahingehend erweitern, als dass neben dem etablierten Riff vor Nienhagen ein weiteres, in 12 m vergleichsweise tief liegendes Riff, dort allerdings mit geringerer Strömungsexposition und niedrigeren mittleren Salzgehalten entstünde. Die aktuellen Ergebnisse zeigen, dass sich kurz- und mittelfristig auch hier ein stabiles *Mytiuls*-Klimaxstadium herausbilden würde, das durch das Fehlen von Seesternen und geringeren Fraßdruck durch Tauchenten zudem eine noch höhere Produktivität

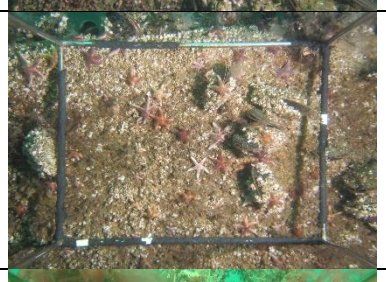
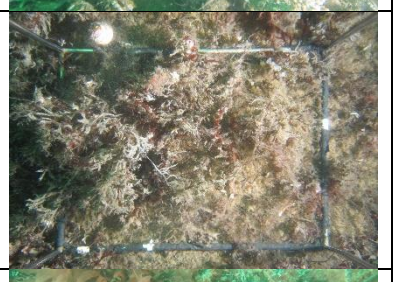
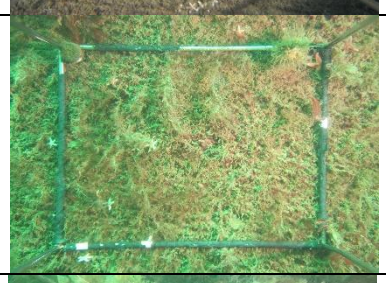
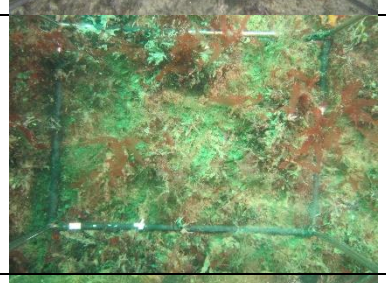
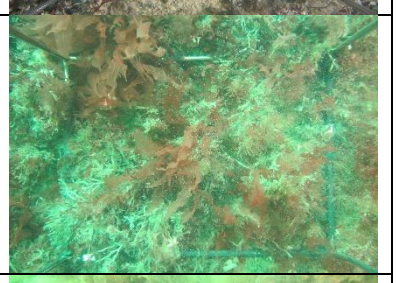
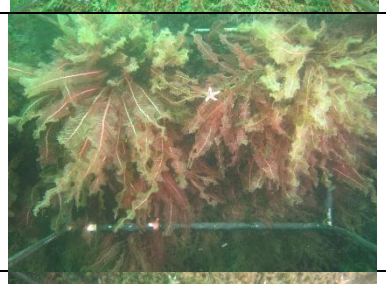
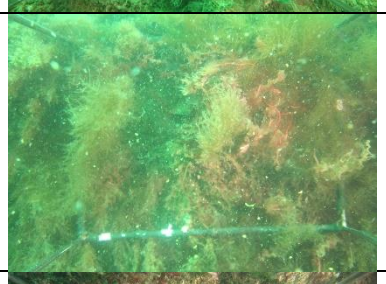
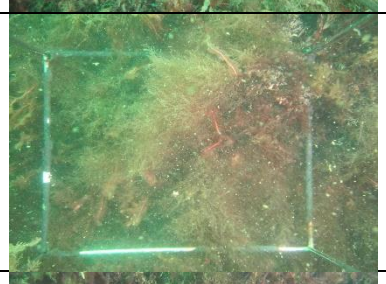
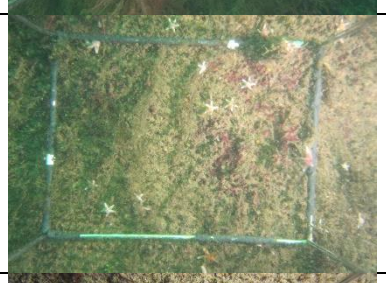
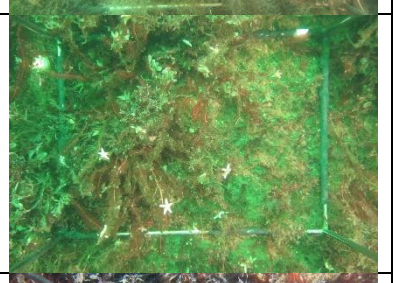
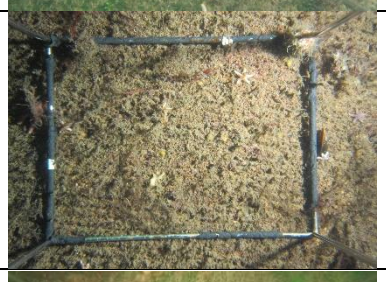
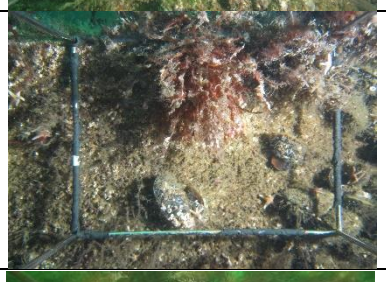
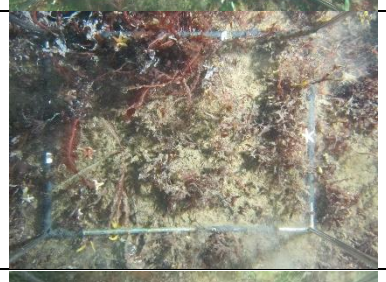
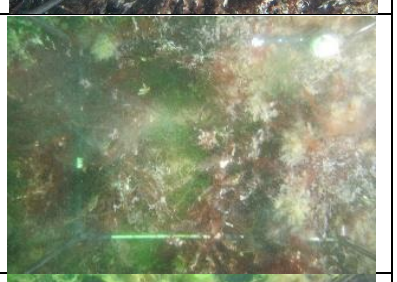
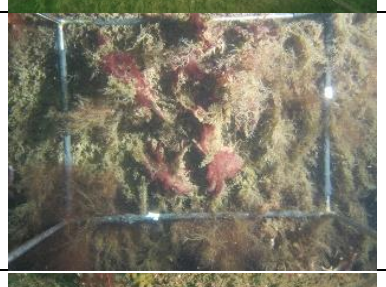
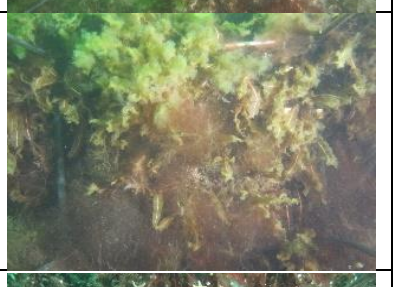
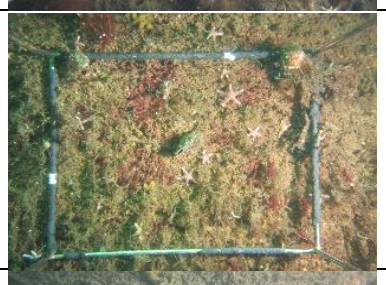
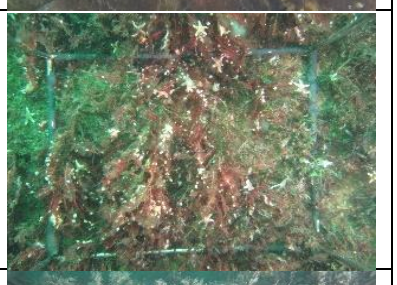
benthischer Evertebraten - und damit vermutlich auch Fischen - generieren würde. Die Vorausschau für die langfristige Entwicklung an diesem Standort in 12 m Tiefe fällt leider weniger optimistisch aus. Im aktuell erschienenen HELCOM-Bericht zur Prognose der klimabedingten Änderungen in der Ostsee wird für die benthischen Habitate erwartet, dass klimabedingt, wenn sich die Nährstoffbelastung nicht verringert, der Sauerstoffgehalt in der Wassersäule und im bodennahen Wasser sinkt und in den derzeit oxischen Gebieten die Produktivität des Makrozoobenthos zurückgeht (HELCOM, 2021). Die Gefahr von Sauerstoffmangelsituationen ist vor Dierhagen aufgrund der dort schwächeren Strömung stärker gegeben als vor der strömungsexponierteren Abbauküste von Nienhagen. In Anbetracht der neuen Prognose zu den Folgen des Klimawandels geht die Empfehlung dahin, den Riffstandort vor Dierhagen in etwas flacheres Wasser, auf 8-10 m Wassertiefe, zu legen. Damit bliebe man im Sockelbereich unterhalb der Salzhaloklinen, würde damit eher marin geprägten Arten gute Bedingungen bieten; hoch aufragende Strukturen könnten sich im Fall von bodennahen Sauerstoffmangelsituationen aber gleichzeitig auch als Zufluchtsorte, die über die Halokline in oberflächennahes sauerstoffreicheres Wasser reichen, erweisen. Noch geringere Wassertiefen sind entsprechend der zitierten Prognose langfristig ebenfalls stärker gefährdet als bisher, denn die Häufigkeit und Stärke von Stürmen nimmt langfristig zu.

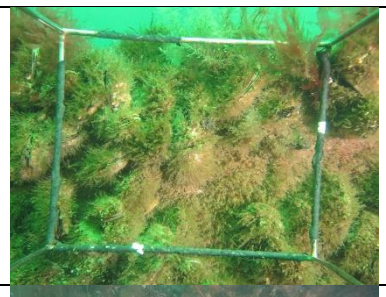
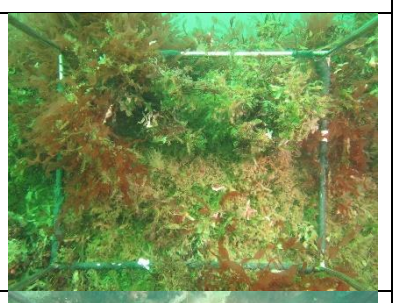
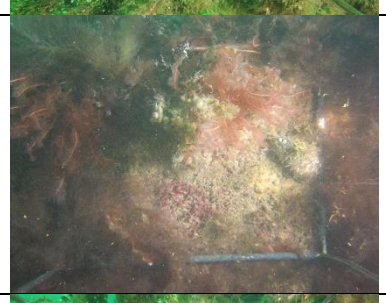
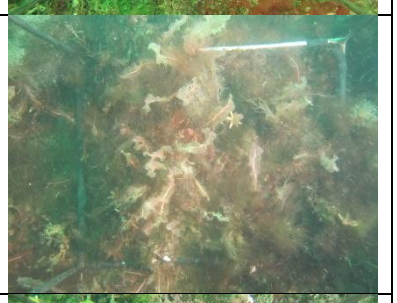
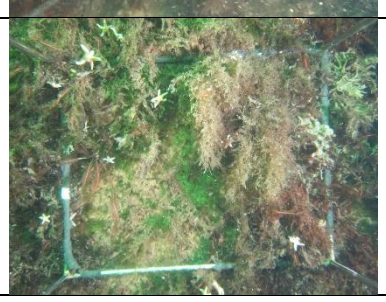
5. Zitierte Literatur/Gutachten

bioplan (2018)
Bewuchsuntersuchungen an den Standorten Riff Nienhagen und Riff Rosenort sowie der Seegebiete Kühlungsborn und Dierhagen
unveröffentlicht, Auftraggeber Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV

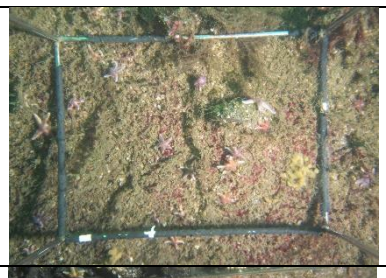
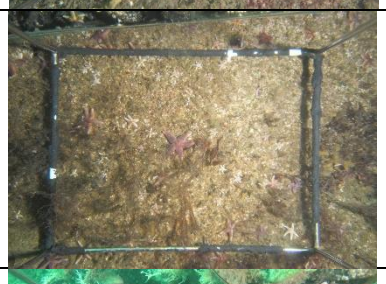
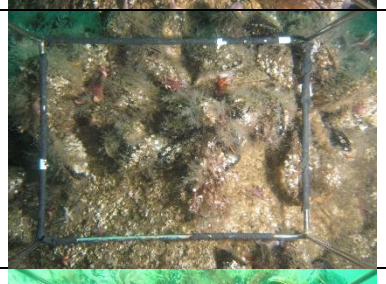
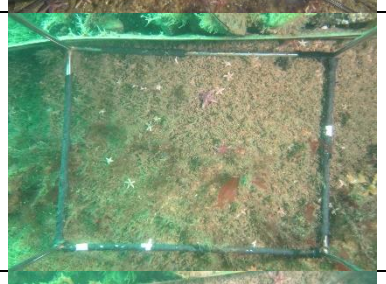
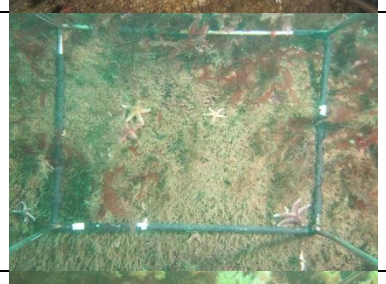
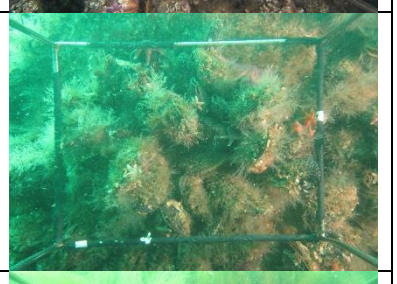
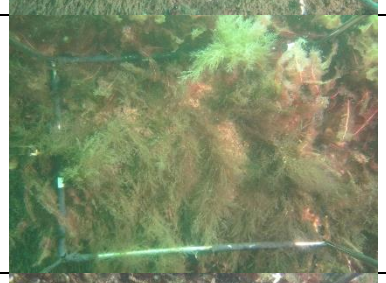
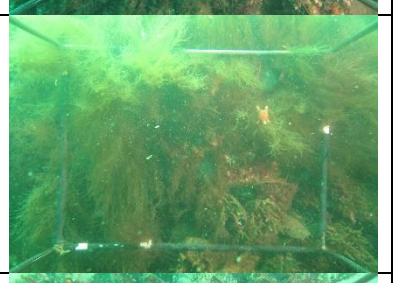
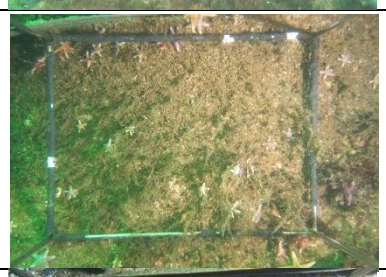
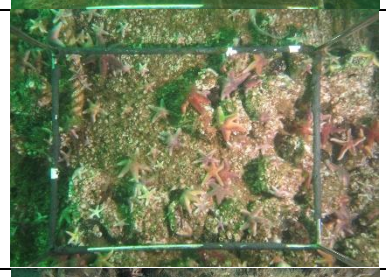
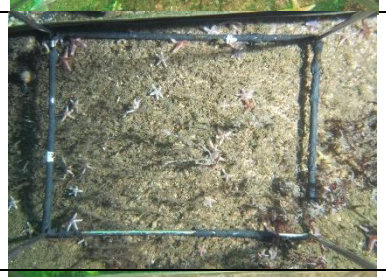
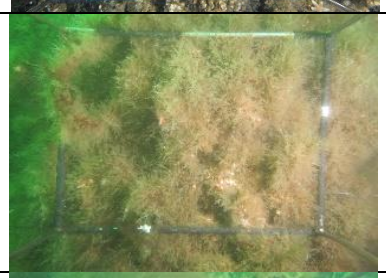
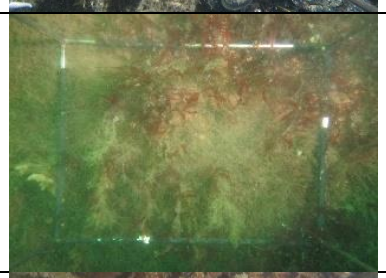
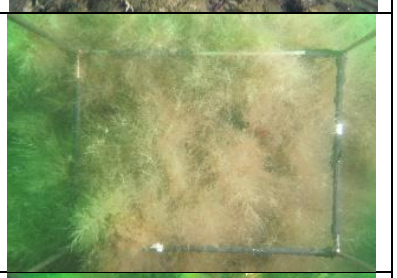
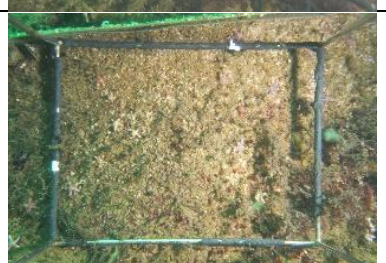
HELCOM (2021)
“Climate Change in the Baltic Sea. 2021 Fact Sheet. Baltic Sea Environment Proceedings n°180. HELCOM/Baltic Earth 2021.” © 2021 Baltic Marine Environment Protection Commission (Helsinki Commission – HELCOM). ISSN: 0357-2994. DOI 10.12754/misc2022-0001

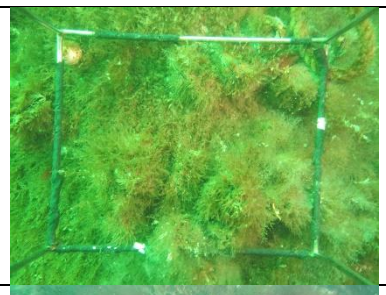
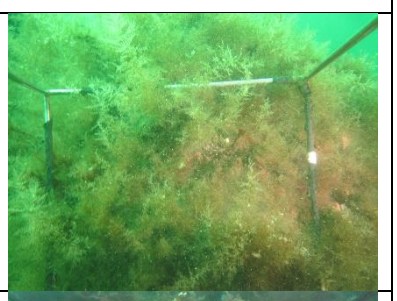
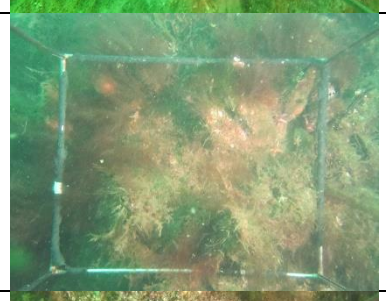
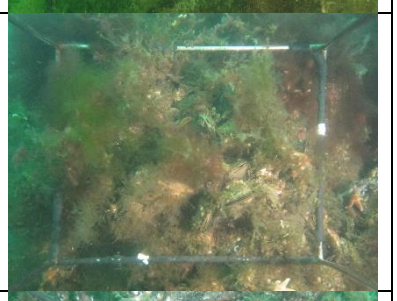
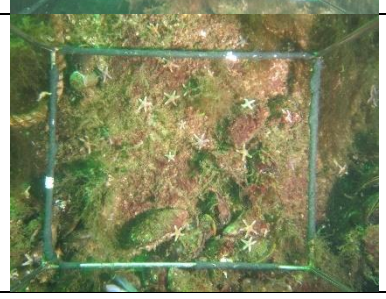
WIESE, V und K. JANKE (2021)
Die Meeresschnecken und -muscheln Deutschlands
Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co, Wiebelsheim

Termin		Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3	Fläche 4
2019	Sep				
	Dez				
2020	Apr				
	Jun				
	Sep				
	Dez				
2021	Mrz				
	Jun				
	Sep				
	Dez				

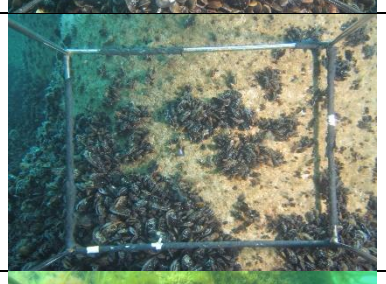
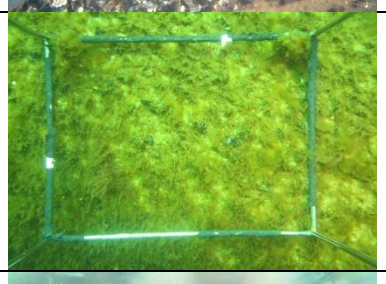
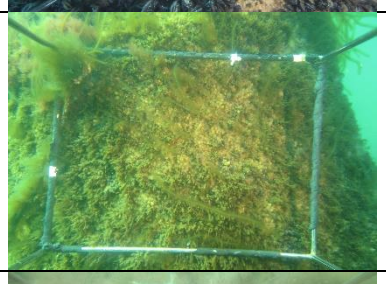
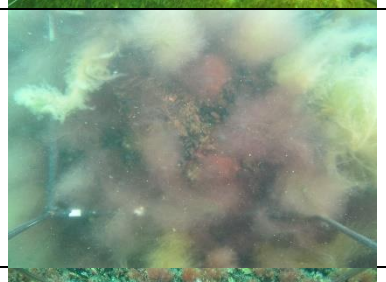
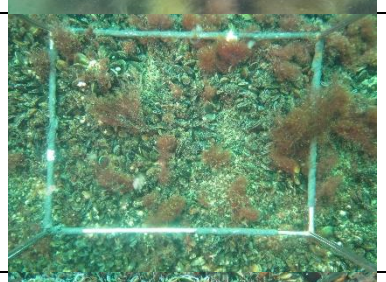
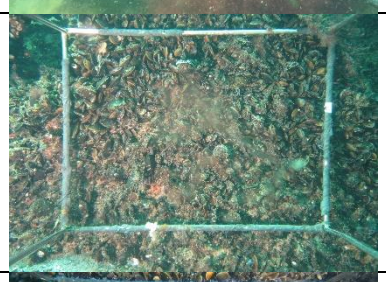
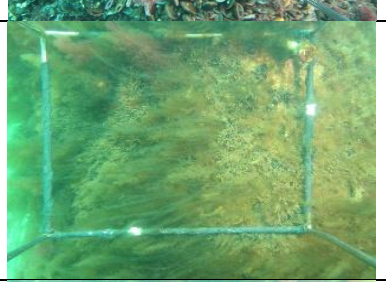
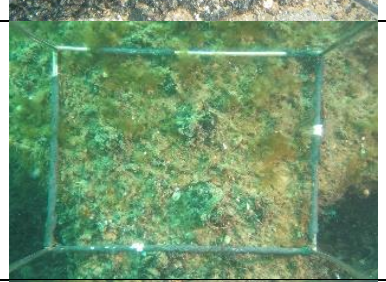
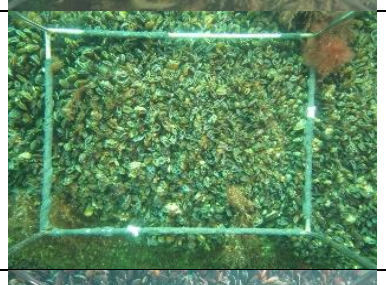
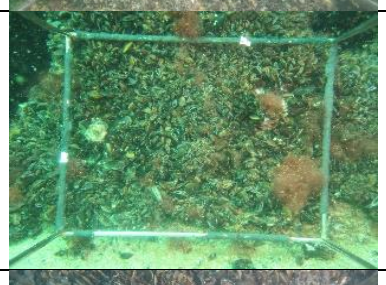
Termin		Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3	Fläche 4
2022	Mrz				
	Jun				
	Sep				

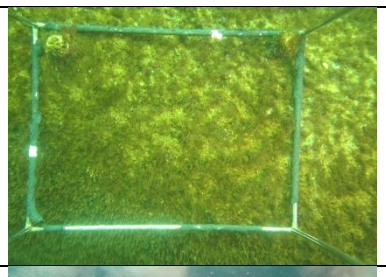
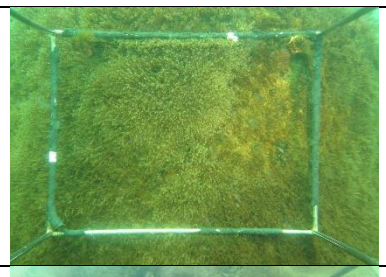
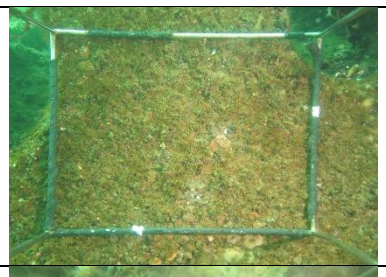
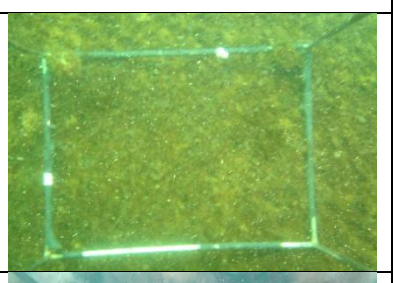
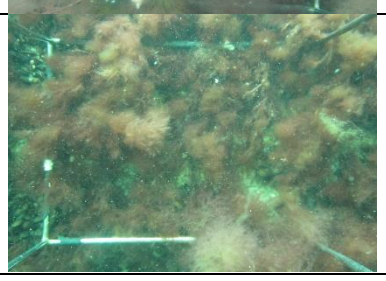
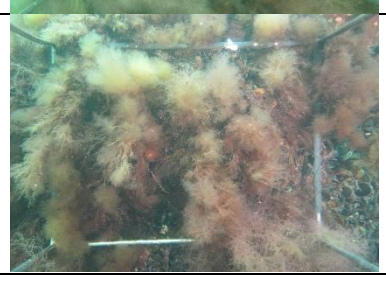
Fototabelle Ia: Aufgenommene Fotos von den Kontrollflächen 1 bi 4 am Standort Nienhagen

Termin		Fläche 5	Fläche 6	Fläche 7	Fläche 8
2019	Sep				
	Dez				
2020	Apr				
	Jun				
	Sep				
	Dez				
2021	Mrz				
	Jun				
	Sep				
	Dez				

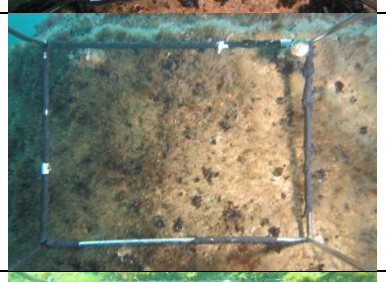
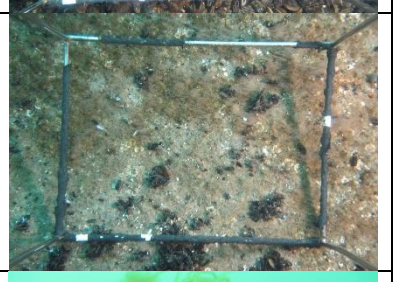
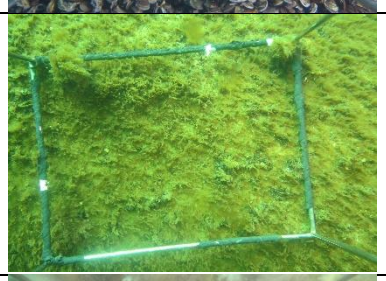
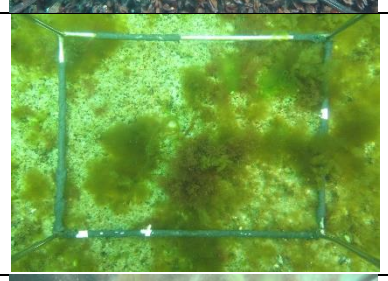
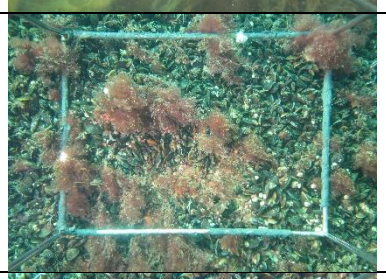
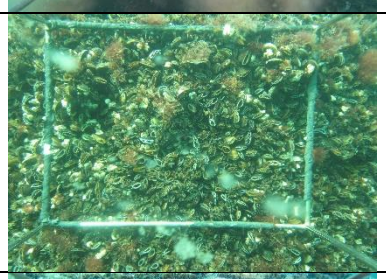
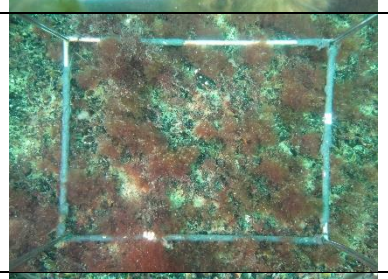
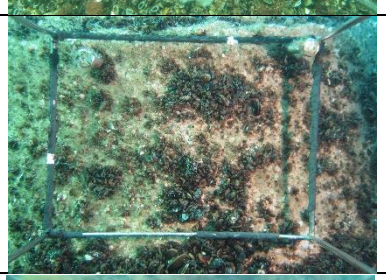
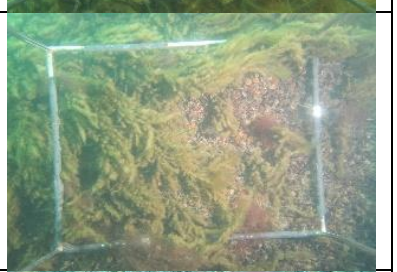
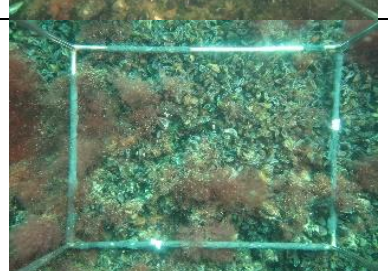
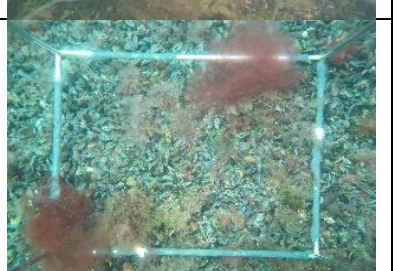
Termin		Fläche 5	Fläche 6	Fläche 7	Fläche 8
2022	Mrz				
	Jun				
	Sep				

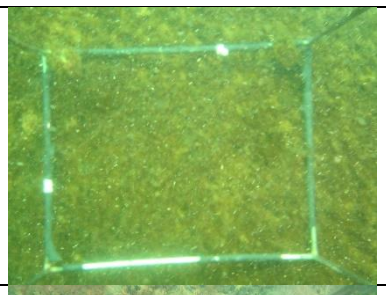
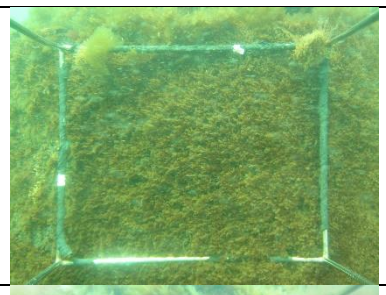
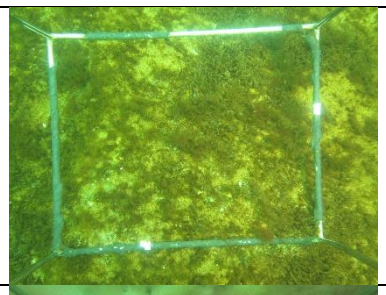
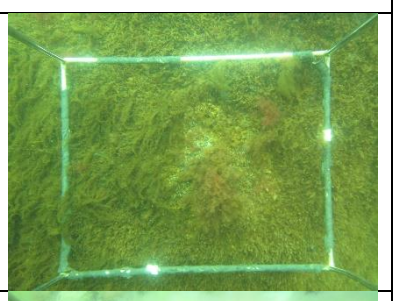
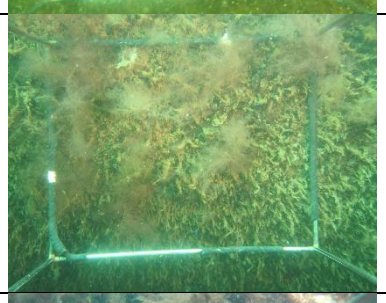
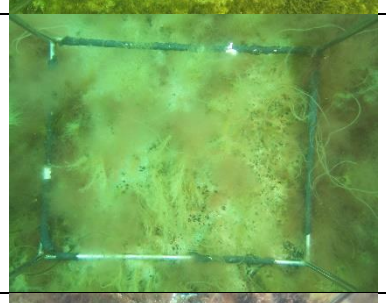
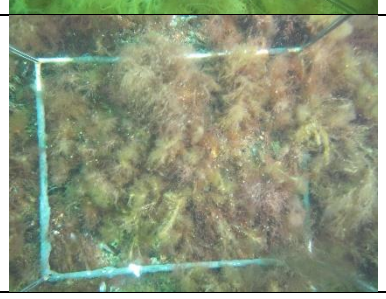
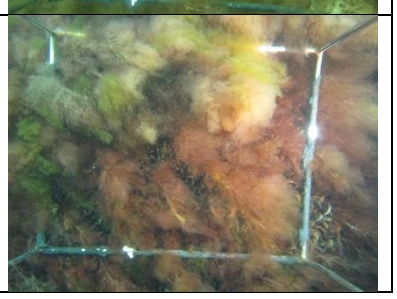
Fototabelle Ib: Aufgenommene Fotos von den Kontrollflächen 5 bis 8 am Standort Nienhagen

Termin		Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3	Fläche 4
2019	Okt				
2020	Jan				
	Apr				
	Jun				
	Sep				
	Dez				
2021	Apr				
	Jul				
	Sep				
	Dez				

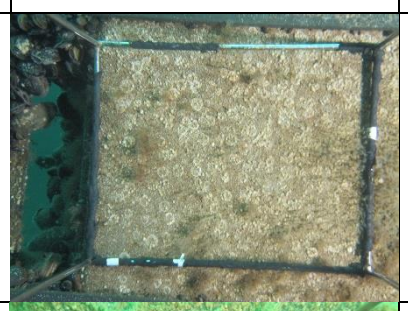
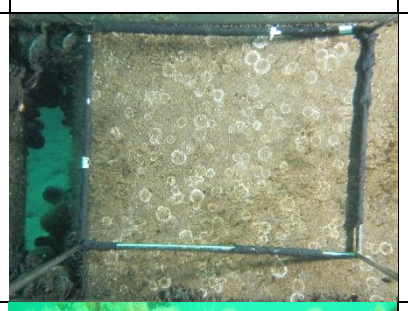
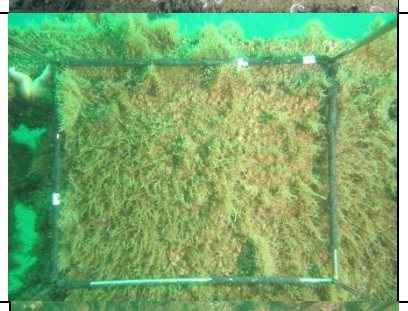
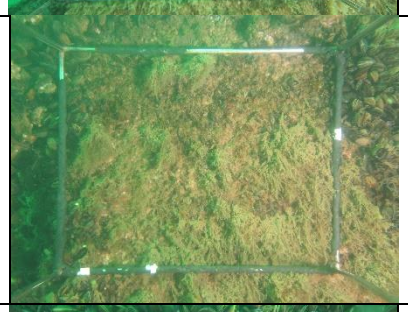
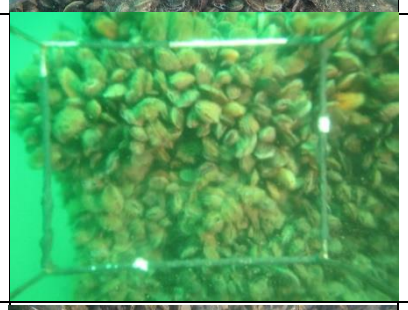
Termin		Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3	Fläche 4
2022	Mrz				
	Jun				
	Sep				

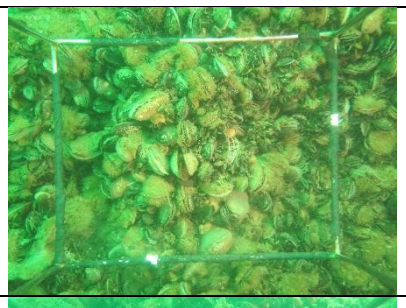
Fototabelle IIa: Aufgenommene Fotos von den Kontrollflächen 1 bis 4 am Standort Rosenort

Termin		Fläche 5	Fläche 6	Fläche 7	Fläche 8
2019	Okt				
2020	Jan				
	Apr				
	Jun				
	Sep				
	Dez				
2021	Apr				
	Jul				
	Sep				
	Dez				

Termin		Fläche 5	Fläche 6	Fläche 7	Fläche 8
2022	Mrz				
	Jun				
	Sep				

Fototabelle IIb: Aufgenommene Fotos von den Kontrollflächen 5 bis 8 am Standort Rosenort

Termin		Foto 1 - oben		Foto 2 - unten	
2020	Jan				
	Apr				
	Jun				
	Sep				
	Dez				
2021	Apr				
	Jul				
	Sep				
2022	Jan				

Termin		Foto 1 - oben		Foto 2 - unten	
2022	Mrz				
	Jun				
	Sep				

Fototabelle III: Aufgenommene Fotos von den Kontrollflächen 1 und 2 am Standort Dierhagen