



Endbericht 2013-15

**Bewuchsuntersuchungen an den Standorten
Riff Nienhagen und Riff Rosenort**

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

im Auftrag des

Institut für Fischerei
an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg Vorpommern
Fischerweg 408
18069 Rostock

September 2015

Endbericht 2013-15

**Bewuchsuntersuchungen an den Standorten
Riff Nienhagen und Riff Rosenort**

Auftraggeber:

Institut für Fischerei
an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg Vorpommern
Fischerweg 408
18069 Rostock

Auftragnehmer:

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

Bearbeiter:

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

September 2015

Gliederung

	Seite
1. Vorbemerkungen	1
2. Bewuchsentwicklung im künstlichen Riff Nienhagen	2
2.1 Methoden	2
2.2 Ergebnisse	3
2.2.1 Fotoauswertung	3
2.2.2 Kratzproben	5
2.2.3 Langzeitplatten	9
2.2.4 Kurzzeitplatten	10
2.2.5 Bewuchs auf Natursteinen in der Umgebung	13
2.2.6 Benthos auf den umgebenden Sandflächen – Fotoauswertung	15
2.2.7 Schwefelbakterien – „Weiße Flecken“	17
2.2.8 Kartierung von Arealen mit abgerissenen Pflanzenresten	20
2.2.9 Entwicklung einer Airlift-Pumpe zum Absaugen von Pflanzenmaterial vom Grund	22
2.2.10 Sonderversuch Miesmuschelentwicklung im Leinengestell	23
2.2.11 Autonome Riff-Monitoring-Strukturen (ARMS)	25
2.2.12 Entwicklung im Gesamtgebiet – Videoschnitte	35
2.3 Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit denen der Vorjahre – Langzeit-Entwicklung	35
3. Bewuchsentwicklung im künstliches Riff Rosenort	39
3.1 Methoden	40
3.2 Ergebnisse	40
3.2.1 Fotoauswertung	40
3.2.2 Kratzproben	41
3.2.3 Langzeitplatten	46
3.2.4 Kurzzeitplatten	47
3.2.5 Benthos auf den umgebenden Sandflächen	50
3.2.5.1 Auswertung der Sedimentstechrohrproben	50
3.2.5.2 Auswertung der Fotos	52
3.2.6 Entwicklung im Gesamtgebiet – Videoschnitte	53
3.3 Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit denen der Vorjahre – Langzeitentwicklung -	53
4. Zusammenfassung	54

Anlagen

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 Forschungseinrichtungen (siehe hierzu www.riff-nienhagen.de) wissenschaftlich begleitet. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der begleitenden Monitoringuntersuchungen von 2013 bis 2015 zur Besiedlung der Strukturen mit wirbellosen Tieren (Makrozoobenthos, Bewuchs) und Algen dargestellt. Enthalten hierin sind die Ergebnisse von in 3-monatigen Abständen aufgenommenen Fotos repräsentativer Kontrollflächen, die Besiedlung von Lang- und Kurzzeitplatten, natürlichen Steinen und die Auswertung von in 6-monatigen Abständen entnommenen Kratzproben.

Die mit identischen Methoden aufgenommenen Datenreihen erstrecken sich am Standort Nienhagen inzwischen auf 12 Jahre, für Rosenort liegen vergleichbare Monitoringdaten seit 6 Jahren vor. An dieser Stelle sei auf die zahlreichen bereits veröffentlichten Vorläuferberichte (siehe hierzu oben genannte home-page, Stichwort Forschungsberichte) verwiesen.

Aktuell neu in das Programm aufgenommen wurde die Arbeit mit sogenannten Autonomen Riff-Monitoring-Strukturen (ARMS). 2013 wurden die ARMS an den beiden bestehenden Riffstrukturen ausgelagert, 2014 ging es um die Bewertung der Besiedlung auf Höhe Nienhagen in 6 m und in 18 m Tiefe.

Erstmals im Focus der Monitoringuntersuchungen waren 2013 auch die Innenseiten der Riffstrukturen. Im „Routinebetrieb“ erfasst wurden bisher nur die Außenseiten, so dass hier ein gewisses Defizit bestand.

Weitere speziellere Kartierungen waren auf die Beschreibung der „weißen Flecken“ – im Sommer und Herbst regelmäßig in der Nähe der Strukturen kleinräumig auftretender bakteriell bedingte Verfärbungen am Grund – und auf die Aufnahme der Areale, in denen sich abgerissenen Pflanzenreste, insbesondere Reste von Rotalgen sammeln, gerichtet. Weiterführend wurde für eine eventuelle Entnahme/Nutzung der Algen eine Airlift-Pumpe entwickelt, die es ermöglicht, Pflanzen, ggf. auch Kleinkrebse oder Seesterne handgeführt vom Boden abzusaugen und effektiv an die Wasseroberfläche zu bringen.

Eingebunden in Untersuchungen zur Aufwertung des Riffs für Kleinfische durch aufragende flexible Leinenstrukturen wurde über den Zeitraum von 3 Jahren die Besiedlung der Leinen mit Makrozoobenthos begleitet. Der Bewuchses erhöht zunächst zwar die Attraktivität für Fische, führt andererseits im Laufe der Zeit aber auch zu einer erheblichen Gewichtsbelastung, die im Umgang mit diesen nicht am Boden stehenden Anordnungen bedacht sein will.

2. Bewuchsentwicklung im künstliches Riff Nienhagen

2.1 Methoden

Die für das Beschreiben der Bewuchsentwicklung im Gebiet verwendeten Methoden sind in der Tab.2.1-1 zusammenfassend aufgeführt. Auf Einzelheiten wird in den jeweiligen Kapiteln genauer eingegangen.

Tab.2.1-1: Im Riffgebiet Nienhagen angewandte Methoden zur Beschreibung der Bewuchsentwicklung und Bearbeitung ergänzender Untersuchungen

Fotografie von 12 Probe- flächen	Repräsentative, gekennzeichnete Flächen werden mit Fotorahmen (20 cm x 25 cm) in vierteljährlichen Abständen fotografiert und ausgewertet
Entnahme von Kratzproben	Neben den Fotoflächen werden Kratzproben (15 x 15 cm) entnommen und im Labor qualitativ und quantitativ ausgewertet
Langzeitplatten	Langfristig exponierte Betonplatten (9 cm x 24 cm) werden mit 2 Parallelen in vierteljährlichen Abständen entnommen und untersucht
Quartalsplatten	Plexiglasplatten (9 x 24 cm) werden vierteljährlich ausgetauscht, der Bewuchs der entnommenen Platten untersucht
Entnahme von Natursteinen	Aus dem Riff- und im Referenzgebiet (Börgerende) wird vierteljährlich je 1 mittelgroßer (10-15 cm Durchmesser) natürlicher Stein entnommen und dessen Besiedlung untersucht und bewertet
Fotografie auf umgebenden Sandflächen	Mit Fotorahmen (40 cm x 60 cm) werden im Riff- und Referenzgebiet je 3 repräsentative Stellen auf Sandflächen fotografiert
Videoschnitt	Taucher schwimmt mit handgeführter Videokamera einen mit Leine gekennzeichneten ca. 100 m langen Schnitt im erweiterten Riffgebiet (Station 9-12) bodennah ab.
Ausbringen, Bergen von ARMS und Bewerten der Besiedlung	Bergen der 2013 ausgebrachten ARMS aus 6 und 18 m Tiefe, qualitative und quantitative Auswertung der Besiedlung im Labor
Flexible Strukturen	Entnahme von Leinenstücken, Bestimmung von Biomassen (FM, TM) und Artzusammensetzung
Miesmuschelwachstum	Entnahme von Muschelproben, Bestimmen der Längenverteilung
Monitoring Bakterien „weiße Flecken“ und Pflanzenreste	Übersichtskartierung mit Tauch-Scooter, Aufnahme der Einzel-flecken und Pflanzenablagerungen durch Taucher in vorbereitete Karte, Analyse der Bakterien am IOW
Sauerstoffmessungen innerhalb der Strukturelemente	Messungen durch Taucher mit handgeführter Multiparameter-sonde Datenloggersystem GRANT/YSI

Die Monitoringtermine lagen jeweils im April, Juni, September und Dezember, wobei für 2015 aufgrund des frühen Projektendes nur 2 Termine (April, Juni) vorgesehen waren.

Die Entnahme von Platten aus dem Auslagerungsgestell, die Entnahme von Natursteinen, Fotos der Kontrollflächen und Videoaufnahmen erfolgten in vierteljährlichen Abständen, Kratzproben wurden pro Halbjahr 1 x entnommen. Die genaue Terminierung ist in den jeweiligen Jahresberichten dargelegt.

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Fotoauswertung

Die anhand der quartalsweise an 12 Stationen aufgenommenen Fotos und daraus am Computerbildschirm in 25 % -Intervallen ermittelte/geschätzten prozentualen Bedeckungsgrade für die wichtigsten Gruppen von Bewuchsorganismen - Algen, Miesmuscheln, Seepocken, Seesterne, Bryozoen, Hydroidpolypen - sind zusammenfassend in den Anhangstabellen (Tab. FOTOS Bedeckungsgrade 2013-15) dargestellt. Die bei der Auswertung der Fotos gewählte Kategorie „Schlickröhren“ beschreibt den Anteil von Wohnröhren aus Detritus, die ihrer Herkunft nach sowohl von Kleinkrebsen (*Corophium insidiosum*) als auch von Polychaeten (*Polydora ciliata*) stammen können. Bei den Seesternen beziehen sich die Zahlenangaben nicht wie in den anderen Spalten auf die prozentuale Bedeckung sondern auf die Individuenanzahl, hochgerechnet auf 1 m².

Auffallend für den beobachteten Zeitraum ist der zunächst erfolgte Wiederanstieg und aktuell wieder ein Rückgang der Seesternabundanz auf allen Testflächen, der wiederum steuernd für den Bedeckungsgrad durch Miesmuschel war. Es zeichnet sich hier eine Räuber/Beute-Beziehung im klassischen Sinn ab, d.h. starker Miesmuschelaufwuchs wurde beginnend im Sommer 2014 von sich schnell entwickelnden Seesternen dezimiert. Mit Zusammenbruch der Miesmuschel-Gemeinschaft ging dann beginnend im Frühjahr 2015 auch die Abundanz der Seesterne wieder deutlich zurück. Die Abb.2.2.1-1 zeigt exemplarisch in einer Fotofolge die Entwicklung auf der Probefläche 7. Ein ähnlicher Ablauf wurde parallel auch auf den anderen Testflächen beobachtet. Im Mittel (Mittelwertbildung Abundanz Seesterne) stieg die Anzahl der Seesterne pro m² von September 2013 bis September 2014 von 0 auf 206 an und nahm nachfolgend wieder bis aktuell (Juni 2015) auf 45 Ind./m² ab.

Die Gesamtzusammenstellung aller Fotos wurde aus Platzgründen in den Anhang („Abb. FOTOS Probeflächen 2013-15“) verlagert.

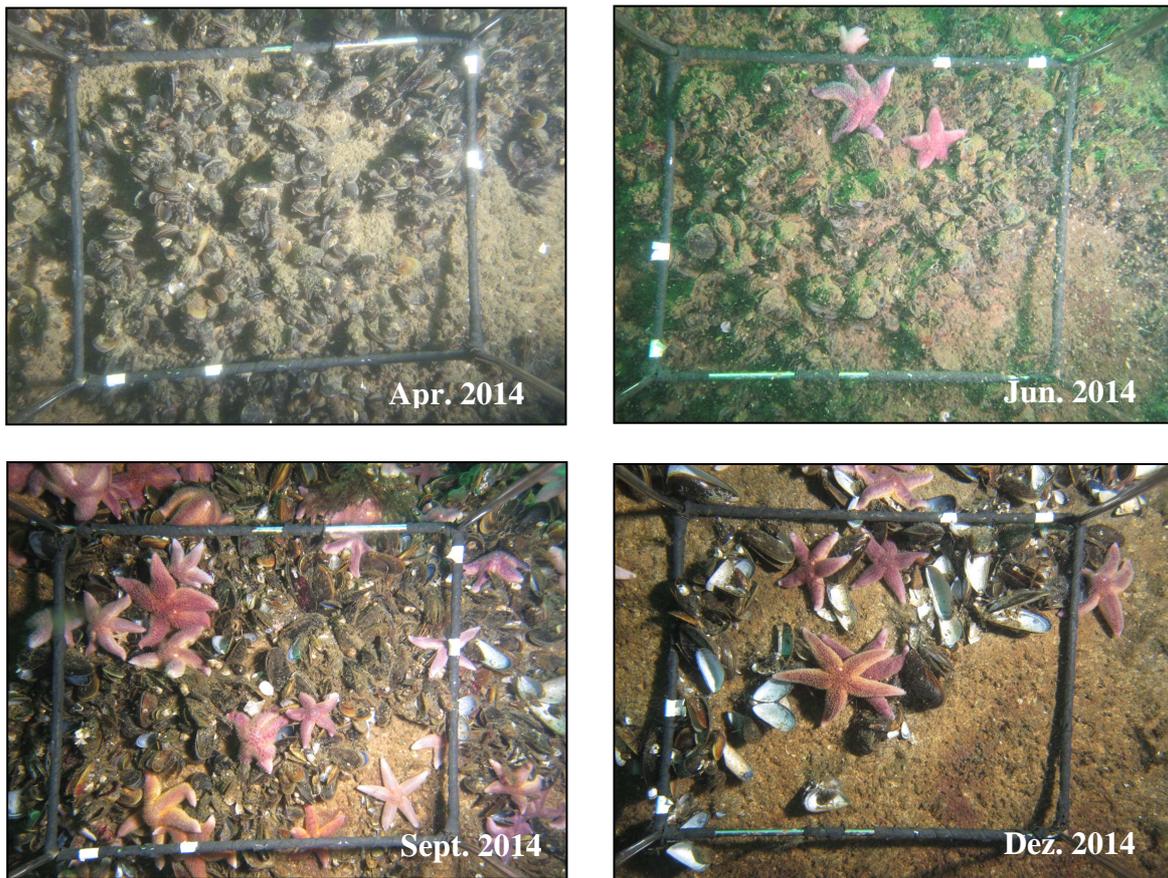


Abb.2.2.1-1: Bewuchsentwicklung der Testfläche 7 (untere Lage 2 t-Tetrapodenstapel) von April bis Dezember 2014

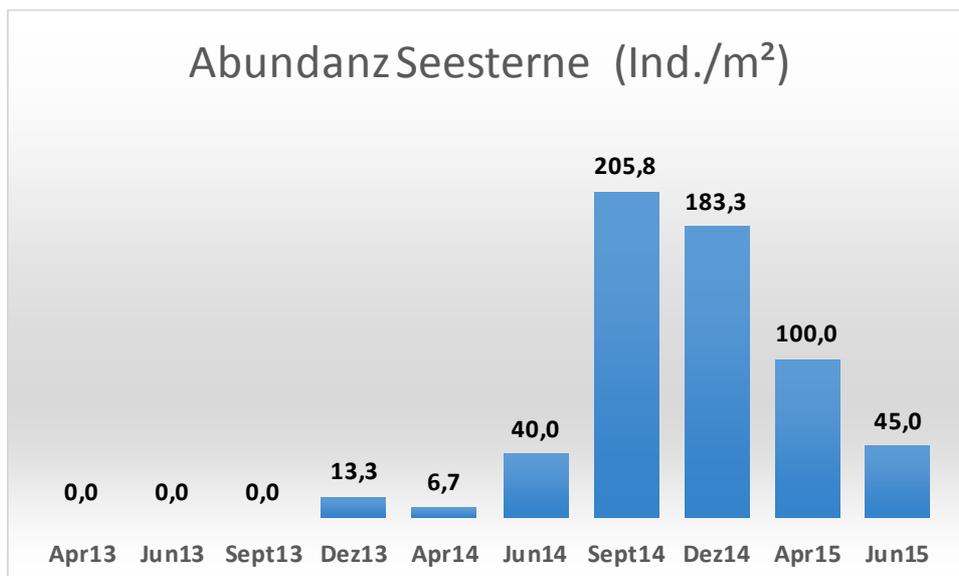


Abb.2.2.1-2: Entwicklung der Seesternabundanz (Mittelwertbildung der Abundanz auf Fotos von 12 Beobachtungsflächen) auf den Strukturen im Riff Nienhagen

2.2.2 Kratzproben

Die im Juni und Dezember 2014 entnommenen Kratzproben ergänzen die Fotos insofern, als dass sie zum Einen eine genauere Untersuchung der vorkommenden, auf den Fotos nur bedingt zu erkennenden Organismen erlauben (z.B. Artbestimmung bei Algen, Bryozoen oder Hydroidpolypen) andererseits kleine, oder auch von den Algen überdeckte Arten überhaupt erst sichtbar und bestimmbar machen. Zudem lassen sich aus Kratzproben konkrete Biomassewerte gewinnen. Die Einzelergebnisse von den Probenahmen im Juni und Dezember sind in den Anhangstabellen (Tab.KratzprobenNH2013-15) enthalten.

Die Gesamtartenzahl der bisher im Riffgebiet Nienhagen nachgewiesenen Evertebraten-Taxa liegt aktuell bei 82. Tab. 2.2.2-1 enthält eine Zusammenstellung der Anzahl der im Untersuchungszeitraum in den Kratzproben gefundenen Taxa, wobei eine Zuordnung zu den größeren taxonomischen Einheiten vorgenommen wurde. Mit enthalten sind Makroalgen, unterschieden in Grün-, Braun- und Rotalgen. Bei den im Riff vorkommenden Algenarten zeichnet sich bis Dezember 2014 eine klar rückläufige Tendenz ab, im Juni 2015 stieg die Artenzahl allerdings wieder auf 15 an, so dass inzwischen wieder das Niveau von 2013 erreicht ist. Eine ähnliche Tendenz ist auch bei den Evertebraten zu beobachten. Auch hier gab es einen zwischenzeitlichen Rückgang der Artenzahlen im Jahr 2014, der zeitlich mit der Zunahme der Seesterne zusammenfiel.

Zu den insgesamt artenreichsten Gruppen gehörten die Crustaceen (Dez 2013 13 Arten), die Mollusken (2013 und Dez. 2014 7 Arten) und die Polychaeten (jeweils 3-4 Arten). Bei den Makroalgen zeigen die Rotalgen (Juni 2013 und 2015) mit 12 Arten die größte Vielfalt.

Tab.2.2.2-1: Bei der Auswertung der Kratzproben in den Jahren 2013-15 gefundene Artenzahlen (Strukturelemente der Foto-Stationen 1-12)

Taxonomische Gruppen	Juni 2013	Dez 2013	Juni 2014	Dez 2014	Juni 2015
Grünalgen	0	0	0	0	1
Braunalgen	2	0	0	0	2
Rotalgen	12	9	3	3	12
Algen gesamt	14	9	3	3	15
Porifera (Schwämme)	0	0	1	0	1
Cnidaria	1	0	0	1	1
Plathelminthes	0	1	0	1	1
Nemertini	2	2	1	0	0
Mollusca	7	7	4	7	3
Polychaeta	4	3	3	4	4
Oligochaeta	0	0	0	0	1
Crustacea	12	13	6	0	6
Bryozoa	1	2	1	1	2
Echinodermata	0	1	1	1	1
Evertebraten gesamt	27	29	17	15	20

Die Biomassewerte (FM, TM, AFTM) der Einzelarten sowie des Gesamtbewuchses sind ebenfalls in den oben genannten Anhangstabellen enthalten. Abb.2.2.2-1 zeigt eine vergleichende Darstellung der Gesamtbiosmassen auf den verschiedenen untersuchten Flächen. Dargestellt sind die Trockenmassen (TM) der jeweils im Winter und im Sommer entnommenen Kratzproben. Die Gesamtbiosmassen auf den festen Strukturen wiesen je nach Lage und Beschaffenheit Gesamtbiosmassenwerte zwischen 0 g/m² (Fl.12 = Natursteinschüttung!, Dezember 2014) und 7.156,6 g/m² (Fl.6 = Tetropode oben, Dezember 2014) auf. Tendenziell ist – mit Ausnahme der Fläche 6 – auf allen Flächen seit Juni 2014 ein Biomasserückgang festzustellen, der zeitlich mit der Zunahme der Seesterne zusammenfällt. Auf der Natursteinschüttung war der Rückgang so extrem, dass man 5 Jahre nach Erstauslagerung von einem Totalverlust der Besiedlung und somit einem Neustart ab 2015 ausgehen kann.

Im Vergleich der Flächen untereinander erwiesen sich die „bodenfernen“, an den Strukturen weiter oben gelegenen Flächen 2, 4, 6 und 8 als stärker bewachsen als die an den Strukturen weiter unten gelegenen Kontrollflächen mit den ungeraden Stationsbezeichnungen.

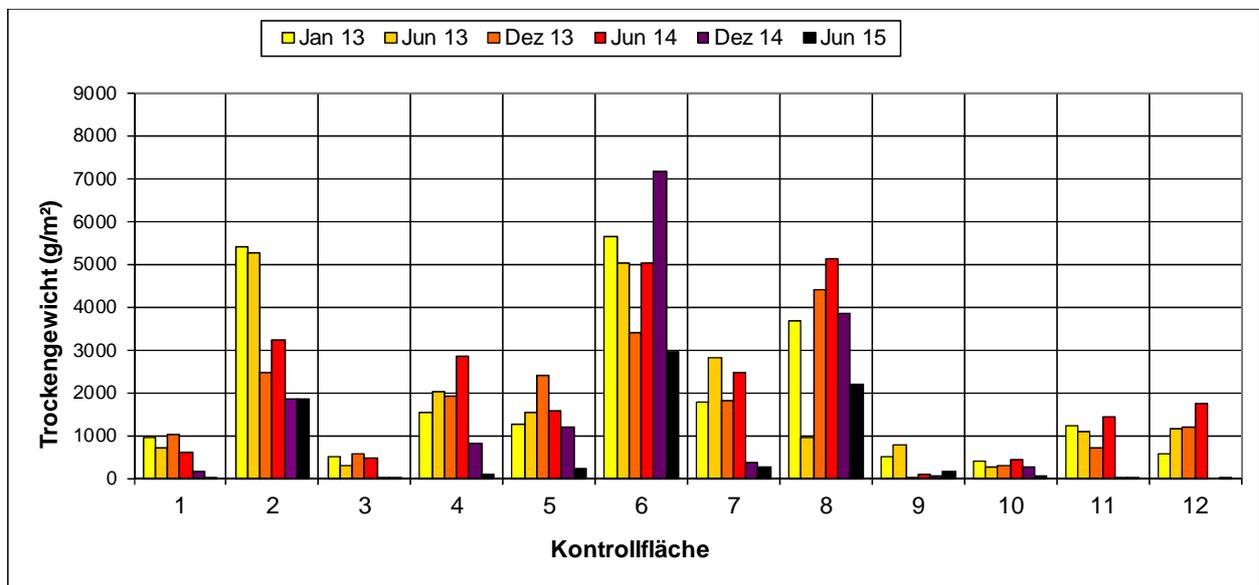


Abb.2.2.2-1: Aus den Kratzproben hochgerechnete Gesamtbiosmassenwerte (Trockenmasse in g/m²) im Untersuchungszeitraum 2013-15

Die aus den 9 Probeflächen, die einen repräsentativen Querschnitt der vorhandenen Riffstrukturen wiedergeben (Fläche 9 und 10 Sand bzw. Netz und Fläche 5 direkt unter einem Kupferkragen entfallen, da nicht repräsentativ), berechneten Biomassemittelwerte lagen bei:

Mittelwerte	Feuchtmasse (FM g/m ²)	Trockenmasse (TM g/m ²)	aschefreie Trockenmasse (AFTM g/m ²)
Juni 2013:	8.486,61	2.144,28	379,67
Dez. 2013:	6.190,50	1.937,91	316,57
Juni 2014:	9.371,01	2.545,63	398,31
Dez. 2014:	5.740,84	1.578,25	367,39
Juni 2015:	2.733,98	818,30	129,98

Bezogen auf die mit den künstlichen Strukturen vor Nienhagen insgesamt zusätzlich eingebrachte Hartboden-Oberfläche von ca.18.000 m² ergeben sich damit rechnerisch Gesamtbiomassen von:

Mittelwerte	Feuchtmasse (FM)	Trockenmasse (TM)	aschefreie Trockenmasse (AfTM)
Juni 2013:	152,8 t	38,6 t	6,8 t
Dez. 2013:	111,4 t	34,9 t	5,7 t
Juni 2014:	168,7 t	45,8 t	7,2 t
Dez. 2014:	103,3 t	28,4 t	6,6 t
Juni 2015:	49,2 t	14,7 t	5,3 t

Die Zahlen verdeutlichen, dass sich die Gesamtbiomassewerte aktuell im Sommer 2015 auf ca. 1/3 des Niveaus des Vergleichszeitraums (Sommer 2013 und 2014) verringert haben.

2013 wurden erstmals auch Kratzproben von den Innenseiten der Betonringe, den Innenseiten der Riffkegel und von den innen liegenden Flächen der Tetrapodenstapel entnommen.

Die ausführlichen Ergebnisse sind in der Anhangstabelle „Tab.KratzprobenNHinnen“ zusammengestellt, die Abb.2.2.2-2 zeigt eine vergleichende Darstellung von Innen- und Außenseiten, wobei die Proben jeweils am gleichen Tag und in vergleichbarer Lage („oben“, „unten“) entnommen wurden.

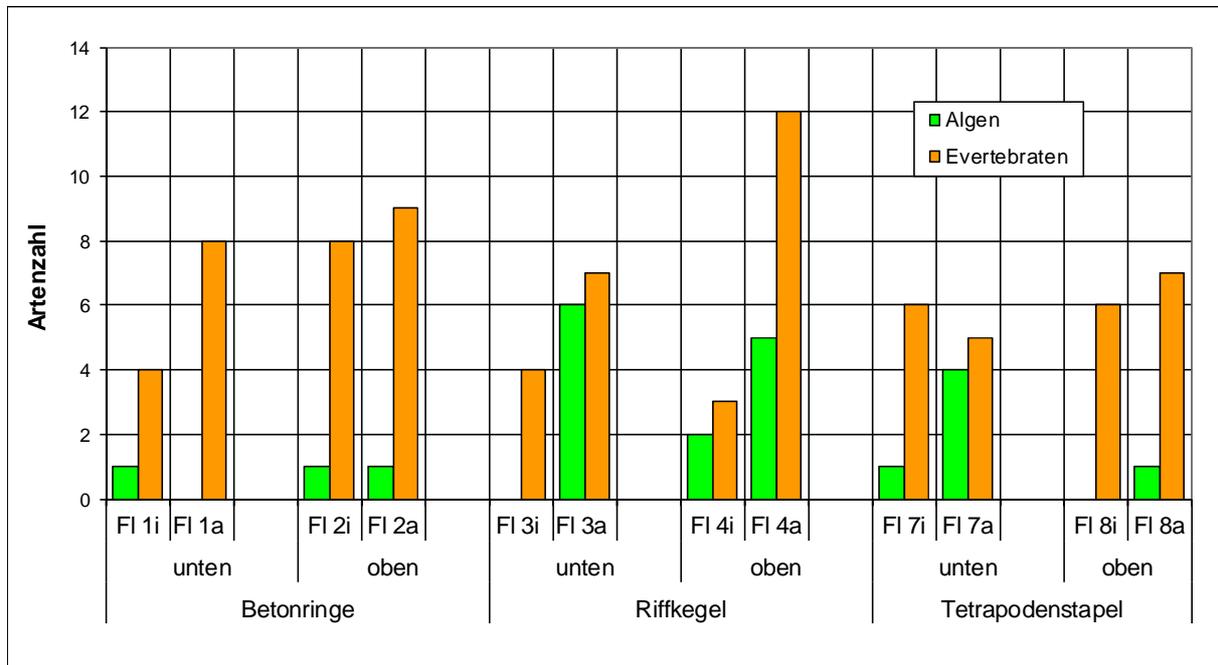


Abb.2.2.2-2: Vergleich der Artenanzahl Makroalgen und Evertebraten auf den Innen- und Außenflächen von Betonringen (FI 1 = unten, FI 2 = oben), Riffkegeln (FI 3 = unten, FI 4 = oben) und in Tetrapodenstapeln (FI 7 = unten, FI 8 = oben)

Bezüglich der Artenzahl gab es bei den Betonringen nur geringe Unterschiede zwischen den inneren und äußeren Flächen. Bei den Riffkegeln war sowohl die Artenanzahl der Algen als auch die der Evertebraten im Inneren kleiner als an der Außenseite.

In den Tetrapodenstapeln stellte sich die Situation etwas differenzierter dar. Während in der unteren Lage die Anzahl der Algenarten erwartungsgemäß in den Hohlräumen zwischen den Strukturen geringer war (Lichtmangel!) war in den weiter oben gelegenen Bereichen die Anzahl der vorkommenden Algenarten durch eine Verdrängung durch *Mytilus* geringer und auch kein Unterschied mehr zwischen innen und außen feststellbar. Auch bei den Evertebraten fielen die Unterschiede hier nur gering aus (Abb.2.2.2-2).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass erwartungsgemäß Algen an den Innenseiten mit deutlich weniger Licht - Riffkegel unten, Tetrapodenstapel unten - fehlen, bzw. nur mit einer Art vorkommen. Bei den Evertebraten differiert die Gesamtartenzahl nur wenig, die Artenzusammensetzung verschiebt sich aber leicht in Richtung Bryozoen, wobei außen wie innen die Miesmuscheln überwiegend das Bewuchsbild prägen.

Hinsichtlich der Gesamtbiomasse (Abb.2.2.2-3) wiesen in Reihenfolge Betonringe oben/außen, Tetrapodenstapel unten/außen und Riffkegel oben/außen und somit 3 außen gelegene Flächen die höchsten Biomassewerte auf. Lediglich bei den Tetrapodenstapeln-oben und bei den Riffkegeln-unten waren die Biomassewerte innen höher als außen. Vergleicht man die TM-Mittelwerte der Flächen (Innenseiten 863,9 g/m², Außenseiten 2.005,4 g/m²) zeigt sich, dass die Außenseiten im Mittel doppelt so hohe Werte aufweisen wie die Innenflächen und die Unterschiede besonders in den oberen Lagen stark ausgebildet sind.

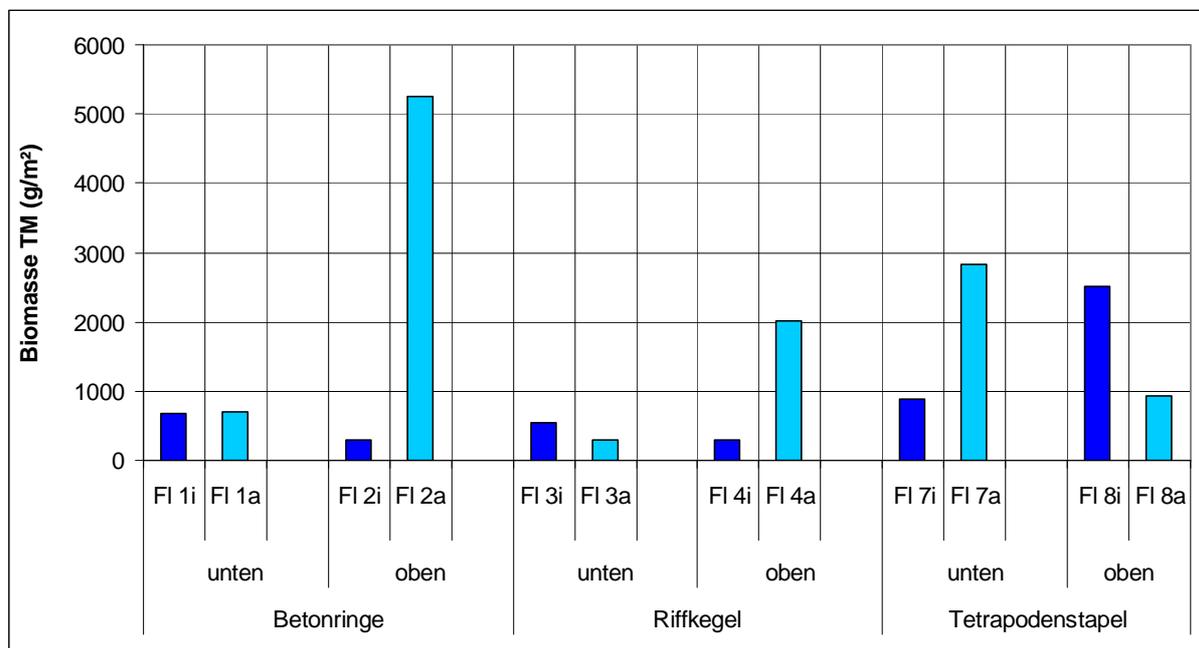


Abb.2.2.2-3: Vergleich der Gesamtbiomasse auf den Innen- (dunkelblau) und Außenflächen (hellblau) von Betonringen (Fl 1=unten, Fl 2=oben), Riffkegeln (Fl 3=unten, Fl 4=oben) und in Tetrapodenstapeln (Fl 7=unten, Fl 8= oben)

2.2.3 Langzeitplatten

Die in vierteljährlichen Abständen entnommenen Langzeitplatten waren seit März 2009 im Auslagerungsgestell exponiert. Im Untersuchungszeitraum nachgewiesen wurden 13 Großalgenarten (überwiegend Rotalgen und 2 Braunalgenarten *Desmarestia viridis* und *Ectocarpus siliculosus*) und 22 Evertebratenarten, wovon 9 den Crustaceen zuzuordnen sind. Die Einzelergebnisse sind in der Tabelle „Tab.LZP_NH2013-15“ im Anhang zusammengestellt.

Die Anzahl der Evertebraten-Taxa (Abb.2.2.3-1) war mit 16 nachgewiesenen Arten im Dezember 2013 besonders hoch, bei den Algen war die Diversität im Juni 2013 am höchsten. Wie bei den Kratzproben war auch auf den Auslagerungsplatten seit Sommer 2014 ein Rückgang der Artenzahlen bei den Evertebraten zu verzeichnen.

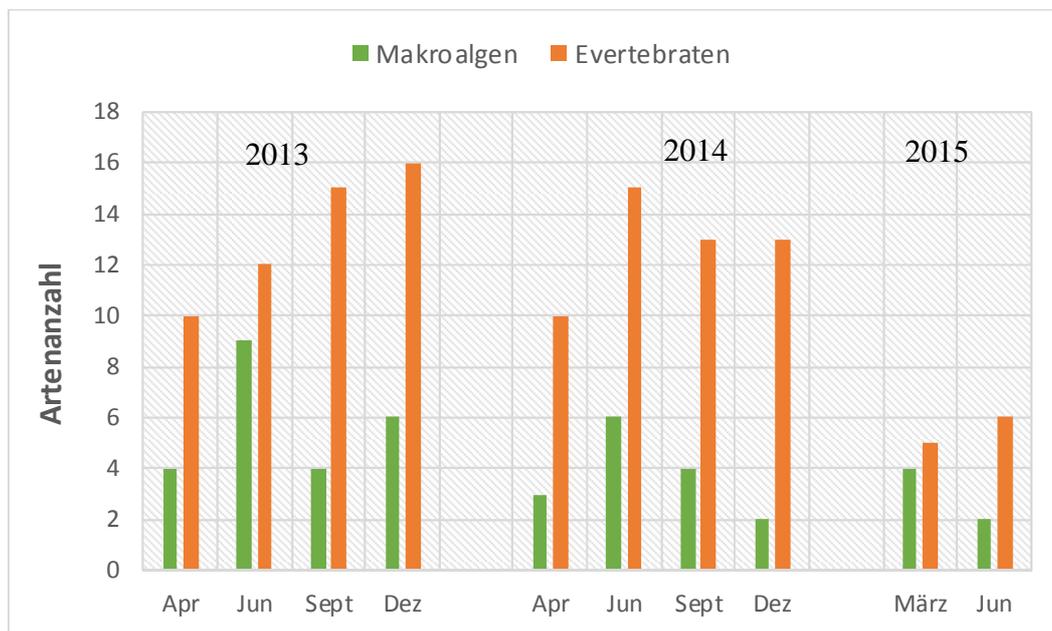


Abb.2.2.3-1: Entwicklung der Gesamtartenzahlen von Makrophyten und Evertebraten auf den Langzeit-Platten 2013-15

Die Biomasseentwicklung ist in Abb.2.2.3-2 dargestellt. Bis Juni 2014 war ein - von saisonalen Schwankungen unterbrochener - Anstieg der Gesamtbiomassewerte zu beobachten (Maximalwert FM = 12.977 g/m² Juni 2014), beginnend in der 2. Jahreshälfte 2014 gingen die Werte bis aktuell auf FM = 276 g/m²) zurück. Die Ursache hierfür ist, wie bei den Kratzproben, im starken Verlust an Miesmuscheln zu sehen.

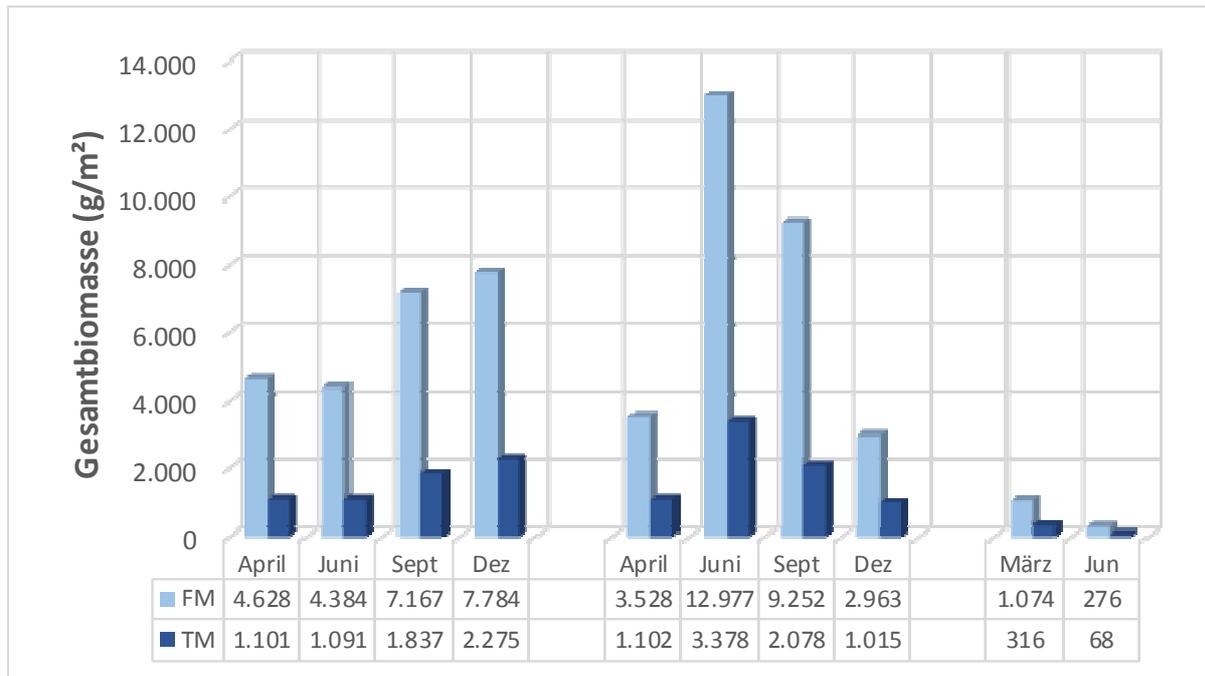


Abb.2.2.3-2: Entwicklung der Gesamtbiomasse auf den Langzeitplatten 2013-15

2.2.4 Kurzzeitplatten

Die Ansiedlungsphasen sind, bezogen auf die Kontrollzeiträume von 3 Monaten für den Untersuchungszeitraum in Tab.2.2.4-1 zusammenfassend dargestellt.

Die Ansiedlung im 1. Quartal des Jahres war überwiegend bestimmt durch Kieselalgen/Diatomeen, Ciliaten, Hydroidpolypen und teilweise auch in Schlickröhren lebende Polychaeten. Für die meisten anderen Arten – darunter auch Miesmuschel und Seepocke – sind die Sommermonate die Hauptfortpflanzungszeit.

Interessant, aber leider nur 2014 beobachtet, war das relativ häufige Auftreten der Polypengeneration der Ohrenquallen (*Aurelia aurita*) auf den Kurzzeitplatten. Die Polypengeneration entwickelt sich offensichtlich vor allem im 2. Halbjahr. Herbst und früher Winter sind offensichtlich auch für die Rotalgen *Aglothamnion hookeri* und *Polysiphonia nigrescens* Hauptansatzzeiten.

Der Ansatzzeitraum von Miesmuscheln (Muschelfall) lag überwiegend in der Zeit von Juni bis September, allerdings wurden junge Muscheln vereinzelt auch nahezu ganzjährig auf den Platten gefunden. Da sich die Tiere vor allem in frühen Entwicklungsphasen gern auch räumlich verändern, d.h. eventuell auch von den Seiten aufwandern, ist nicht ganz klar, ob es sich tatsächlich um Neuansatz oder aber um in der Entwicklung verzögerte, sekundär aufgewanderte Jungmuscheln handelte.

Tab.2.2.4-1: Auf Kurzzeitplatten beobachtete Ansatzzeiten von Bewuchsorganismen im Riffgebiet Nienhagen von 2013 bis 2015

		Januar - März	März - Juni	Juni - September	Sept.- Dezember
	2013				
Diatomeen	2014				
	2015				
	2013				
Ciliaten	2014				
	2015				
Phaeophyceae (Braunalgen)	2013				
<i>Ectocarpus sp.</i>	2014				
	2015				
	2013				
<i>Desmerestia sp.</i>	2014				
	2015				
Rhodophyceae (Rotalgen)	2013				
<i>Aglaothamnion hookeri</i>	2014				
	2015				
	2013				
<i>Ceramium sp.</i>	2014				
	2015				
	2013				
<i>Polysiphonia nigrescensj</i>	2014				
	2015				
Hydrozoa (Hohltiere)	2013				
<i>Hartlaubella gelatinosa</i>	2014				
	2015				
	2013				
<i>Aurelia aurita (Scyphostoma)</i>	2014				
	2015				

Fortsetzung Tab.2.2.4-1

Mollusca (Weichtiere)	2013				
<i>Mytilus edulis</i>	2014	x	x		
	2015				
Polychaeta (Vielborster)	2013				
<i>Polydora ciliata</i>	2014				
	2015				
Crustacea (Krebse)	2013				
<i>Amphibalanus improvisus</i>	2014				
	2015				
	2013				
<i>Corophium insidiosum</i>	2014				
	2015				

Ansatzdichte

gering	mittel	stark
--------	--------	-------

2.2.5 Bewuchs auf Natursteinen in der Umgebung

Die in den Übersichtstabellen „Tab.NS_NHRiff/Ref_13-15“ im Anhang zusammengestellten Daten sind die Ergebnisse der Untersuchung an schon vor dem Riffbau ursprünglich im Areal vorhandenen Natursteinen. Von einem Taucher wurde jeweils im Riff- und im Referenzgebiet ein etwa faustgroßer, typisch bewachsener Einzelstein ausgewählt, in eine dicht schließende Plastetüte überführt und im Labor bezüglich seiner Besiedlung untersucht. Erfasst wurde sowohl der anhaftende Bewuchs als auch die darin lebende vagile Fauna.

Auf den Steinen im Referenzgebiet wurden je nach Saison 0 – 16 Evertebraten-Arten gefunden (Abb.2.2.5-1). An 5 von 10 Terminen lag die Artenanzahl im Referenzgebiet höher, so dass sich im Vergleich beider Gebiete bezogen auf die Artenvielfalt auf natürlich vorhandenen Steinen kein Trend erkennen lässt. Auffällig hingegen ist auch hier der bisherige deutliche Rückgang im Jahr 2015. Im Juni 2015 war auf dem Stein aus dem Referenzgebiet keine Besiedlung durch Wirbellose festzustellen, auf dem Stein aus dem Riffgebiet wurden 4 Seesterne aber keine weiteren Evertebraten-Arten gefunden.

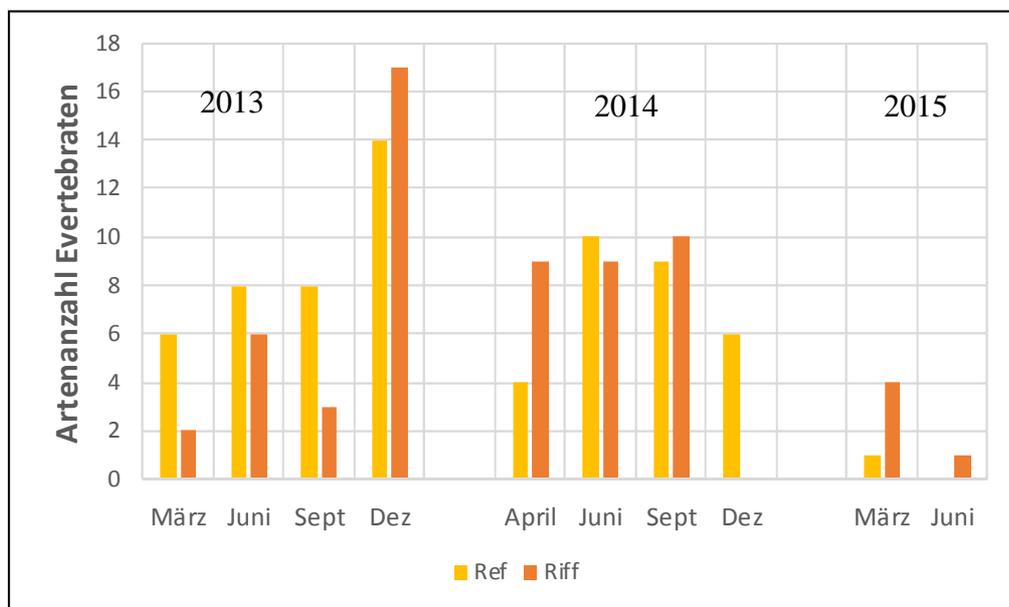


Abb.2.2.5-1: Ermittelte Artenzahlen von Evertebraten auf natürlichen Steinen im Referenz- und im Riffgebiet im Untersuchungszeitraum 2013-15

Auch bei Besiedlung der Natursteine mit Makroalgen (Abb.2.2.5-2) gab es keine tendenziellen Unterschiede zwischen Riff- und Referenzgebiet. Die Artenanzahl änderte sich hier im Untersuchungszeitraum nur saisonal bedingt. Anders als bei den Evertebraten war hier kein abnehmender Trend erkennbar. Die genaue Artzusammensetzung, Bedeckungsgrade und Biomassen sind in den oben angegebenen Anhangstabellen aufgelistet.

Die aus den Einzelwägungen abgeleiteten Gesamtbiomassen (TM) auf den Natursteinen bewegten sich zwischen 4.950 g/m² im Juni 2013 im Riffgebiet und 5,6 g/m² im März. Tendenziell auswertbare Unterschiede zwischen Riff- und Referenzgebiet lassen sich nicht erkennen, deut-

lich ist allerdings auch hier der zeitliche Rückgang der Gesamtbiosmassen seit Mitte des Jahres 2014, wie er auch auf den künstlichen Strukturen nachzuvollziehen war.

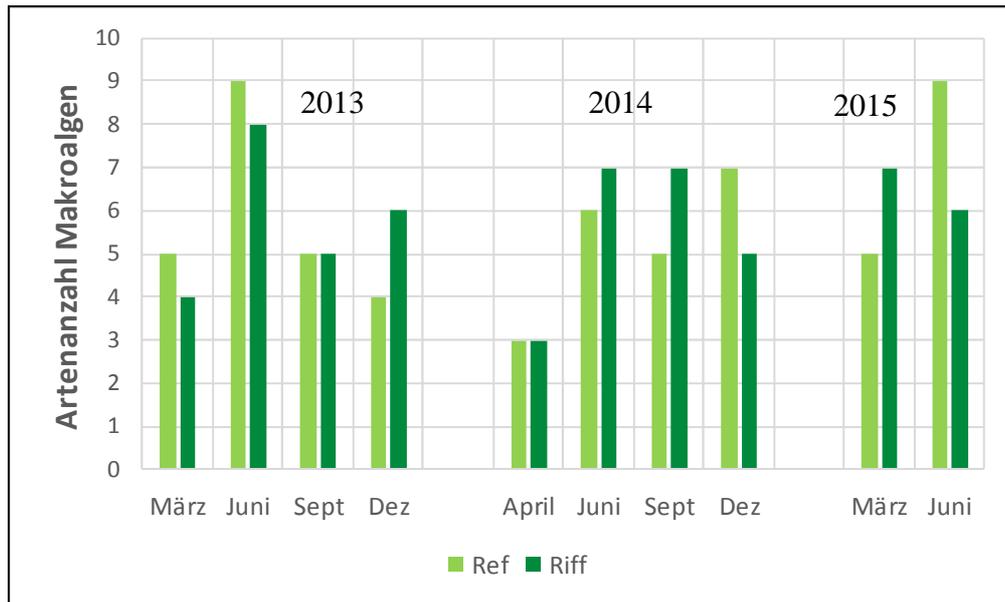


Abb.2.2.5-2: Ermittelte Artenzahlen Makroalgen auf natürlichen Steinen im Referenz- und im Riffgebiet im Jahr 2014

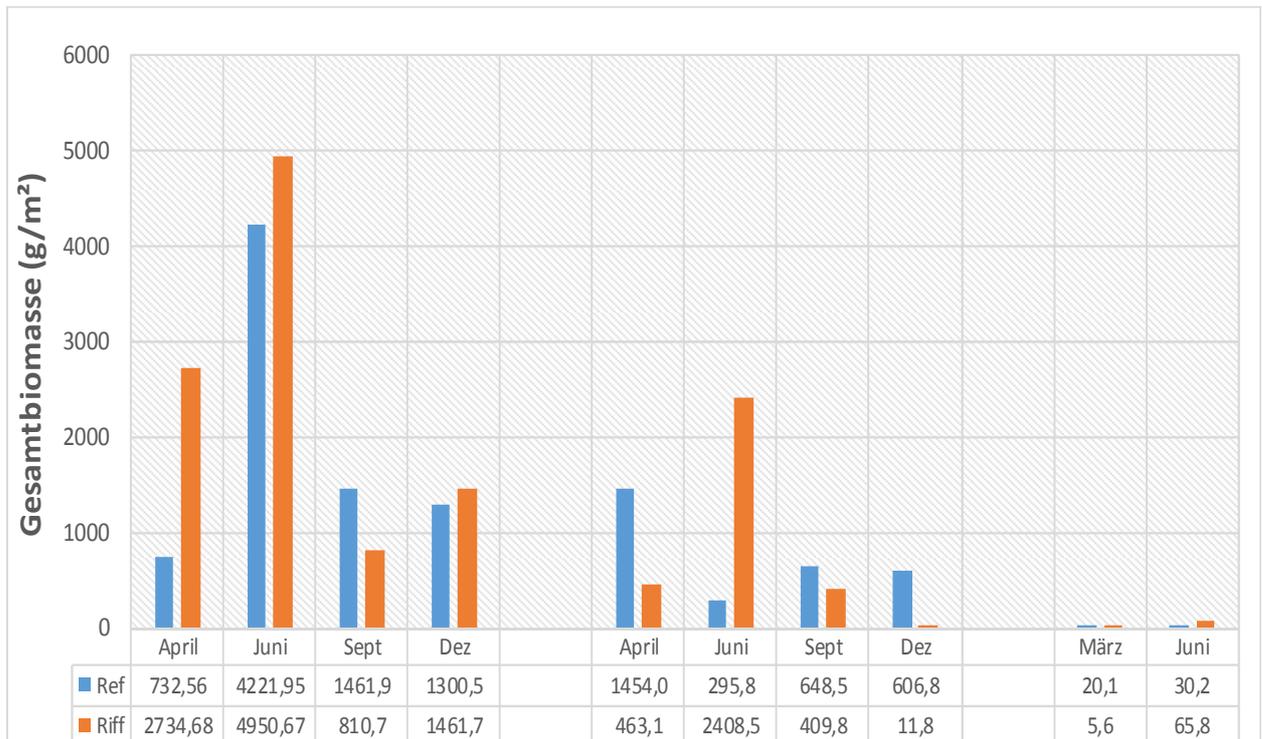


Abb.2.2.5-3: Gesamt-TM/m² der Biozönose auf Einzelsteinen im Riff- und Referenzgebiet im Untersuchungszeitraum

Um einen Vergleich der Situation zwischen der Besiedlung der Natursteine und den Betonstrukturen ziehen zu können, wurden in der Graphik in Abb.2.2.5-4 die jeweils insgesamt gefundenen

Artenanzahlen, getrennt in Algen und Evertebraten, für den Bezugsmonat Juni 2015 gegenüber gestellt.

Bei den Evertebraten gibt es allgemein große Unterschiede zwischen den Stationen (0 – 8 Arten), die Artenvielfalt ist allgemein auf den künstlichen Strukturen aber nicht geringer als auf den Natursteinen, im Gegenteil, da auf den Natursteinen in Riff- und Referenzgebiet am Projektende kaum noch Evertebraten vorkamen, entsteht der Eindruck, dass Biomasse und Artenzahl auf den künstlichen Strukturen generell höher sind als auf den Natursteinen. Vermutlich wird sich dies in der weiteren Entwicklung mit Rückgang der Seesterne aber wieder ausgleichen.

Bei der Artenzahl der Großalgen blieb der bislang beobachtete Unterschied bestehen. Auf den künstlich eingebrachten Substraten ist - mit Ausnahme von Station 9 (am Boden fixiertes Netz) - die Algen-Artenvielfalt nach wie vor geringer als auf den natürlich vorhandenen Steinen.

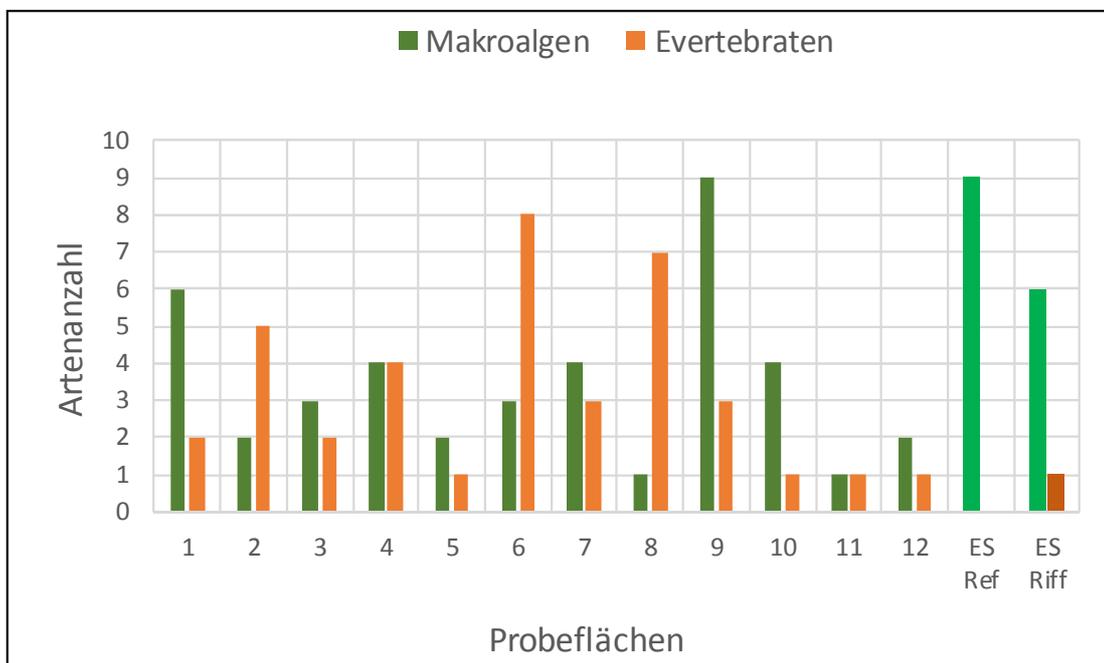


Abb. 2.2.5-4: Vergleich der Artenanzahlen von Makroalgen und Evertebraten auf Betonstrukturen (Kratzprobe Juni 2015, Projektende) mit denen auf den zeitgleich entnommenen Natursteinen aus dem Referenz- und Riffgebiet.

2.2.6 Benthos auf den umgebenden Sandflächen - Fotoauswertung

Für das Riff- und Referenzgebiet Nienhagen wurden die Fotos der Sandflächen bezüglich des Vorkommens von Seesternen (*Asterias rubens*) und Sandpierzürmern (*Arenicola marina*) ausgewertet und verglichen. Die Anzahl der erkennbaren Seesterne pro Bild/Rahmen (40 x 60 cm²) ist aus Tab.2.2.6-1 ersichtlich. Anfang 2013 waren nur sehr wenige Seesterne in der Umgebung der Strukturelemente und im Referenzgebiet vorhanden, 2014 kam es im Jahresverlauf zu einer deutlichen Zunahme – sowohl im Riff- als auch im Referenzgebiet. Bis Juni 2015 verringerten sich die Abundanzzahlen der Seesterne dann wieder. Mittelt man die Abundanzzahlen über den gesamten Beobachtungszeitraum, so wird deutlich, dass im Riffgebiet (allerdings neben, nicht

auf den Strukturelementen) mit 8,9 Ind./m² etwa doppelt so viele Seesterne vorkamen wie im Referenzgebiet vor Börgerende (4,9 Ind./m²) – somit bezogen auf die Attraktivität für Seesterne von den Strukturen eine gewisse Strahlwirkung auf die unmittelbare Riffumgebung ausgeht.

Tab.2.2.6-2 enthält die Ergebnisse zur Besiedlung der umgebenden Flächen mit Sandpierwürmern. Im Mittel kamen im Riffgebiet 1,8 Ind./m², im Referenzgebiet 2,1 Ind./m² vor, so dass davon auszugehen ist, dass die Tiere in größerer Entfernung vom Riff etwas bessere Bedingungen vorfinden als in unmittelbarer Riffnähe. Abb.2.2.6-1 zeigt beispielhaft ein Foto mit vorhandenem Kot-Auswurf eines Sandpierwurms.

Tab.2.2.6-1: Ergebnisse der Fotoauswertung – Abundanz von Seesternen (*Asterias rubens*) auf Sandboden im Riff und Referenzgebiet vor Nienhagen

		Riff					Referenz				
		Foto			MW	Ind./m ²	Foto			MW	Ind./m ²
		1	2	3			1	2	3		
2013	Apr	0	0	0	0,00	0,0	0	0	0	0,00	0,0
	Juni	0	0	0	0,00	0,0	0	0	0	0,00	0,0
	Sept	0	0	0	0,00	0,0	0	1	0	0,33	1,4
	Dez	0	0	1	0,33	1,4	0	0	0	0,00	0,0
2014	Apr	0	1	0	0,33	1,4	1	2	0	1,00	4,2
	Juni	2	10	4	5,33	22,2	2	1	1	1,33	5,6
	Sept	5	3	7	5,00	20,8	5	8	5	6,00	25,0
	Dez	4	17	5	8,67	36,1	1	4	1	2,00	8,3
2015	März	2	2	0	1,33	5,6	0	2	1	1,00	4,2
	Juni	0	0	1	0,33	1,4	0	0	0	0,00	0,0
MW						8,9					4,9

Tab.2.2.6-2 Ergebnisse der Fotoauswertung – Abundanz von Sandpierwürmern (*Arenicola marina*) im Riff- und im Referenzgebiet vor Nienhagen

		Riff					Referenz				
		Foto			MW	Ind./m ²	Foto			MW	Ind./m ²
		1	2	3			1	2	3		
2013	März	0	0	0	0,00	0,0	0	1	1	0,67	2,8
	Juni	1	1	1	1,00	4,2	1	0	1	0,67	2,8
	Sept	0	0	0	0,00	0,0	0	0	1	0,33	1,4
	Dez	0	0	0	0,00	0,0	0	1	0	0,33	1,4
2014	März	0	0	0	0,00	0,0	1	1	0	0,67	2,8
	Juni	0	0	0	0,00	0,0	0	0	1	0,33	1,4
	Sept	1	1	1	1,00	4,2	0	2	0	0,67	2,8
	Dez	2	1	1	1,33	5,6	1	0	0	0,33	1,4
2015	März	2	1	0	1,00	4,2	0	0	2	0,67	2,8
	Juni	0	0	0	0,00	0,0	0	1	0	0,33	1,4
MW						1,8					2,1

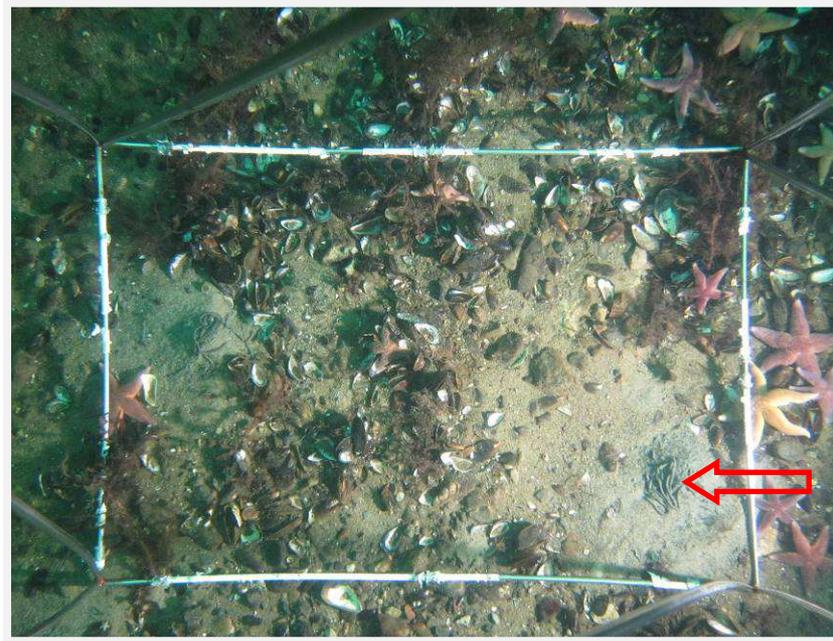


Abb.2.2.6-1: Beispiel-Foto vom 03.12.14, aufgenommen im Riffgebiet. Gekennzeichnet durch einen Pfeil ist ein Kothügel von einem Sandpierwurm erkennbar.

2.2.7 Schwefelbakterien – „Weiße Flecken“

Im April von den beobachteten weißen Ablagerungen entnommene Proben wurden im IOW durch Frau Prof. Schulz-Vogt näher untersucht. Es handelt sich bei dem Belag um fädige Schwefelbakterien der Familie Beggiatoaceae, die ihre Stoffwechselenergie aus der Oxidation von Sulfiden beziehen. Schwefelverbindungen (Sulfide) werden bei der Zersetzung von organischem Material frei, die Bakterien sind deshalb auch in erster Linie dort zu finden, wo sich organische Biomasse zersetzt und dadurch die Sulfidgehalte im Boden erhöht sind.

Das Vorkommen der Schwefelbakterien ist kein direkter Indikator für schlechte Sauerstoffverhältnisse, im Gegenteil, ihre Lebensweise ist aerob. In vielen Fällen führt der Abbau organischer Substanz, wie er vor allem unter mit Muscheln bewachsenen Strukturen zu beobachten ist, jedoch zur Verringerung des Sauerstoffgehaltes, so dass ein indirekter Zusammenhang durchaus gegeben ist. Abb.2.2.7-1 zeigt ein Foto von den weißen, fädigen Bakterienmatten, die sich zeitweise, vor allem im Spätsommer und Herbst, am Grund ausbreiten.

Die Kartierung der „weißen Flecken“ erfolgte am 28.10.2014 – zunächst als Übersichtskarierung unter Zuhilfenahme eines Tauchscooters – dann als gezielte Aufnahme der Einzelflecken, wobei jeweils die Lage und die Größe der Flecken protokollarisch festgehalten und in eine Karte eingetragen wurde. Die Aufnahmen beschränkten sich auf die nordwestlichen Strukturfelder (Tetrapodenstapel, Brunnenringe und Riffkegel).

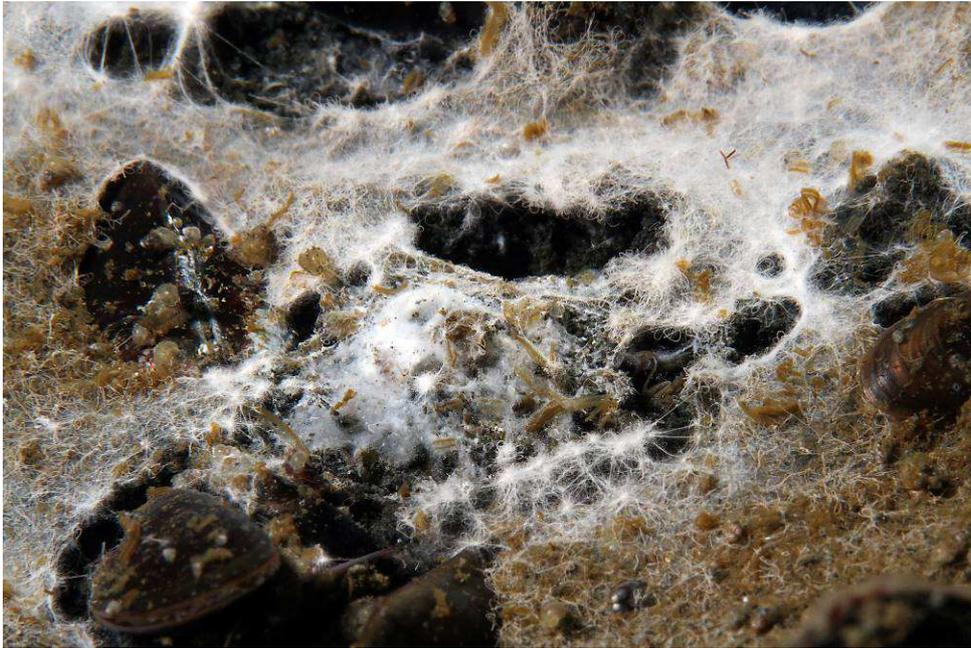


Abb.2.2.7-1: Beggiatoa-Matten am Grund, aufgenommen am 12.09.2013 (Foto U. Friedrich)

Bei der Kartierung der weißen Flecken im September gab es zusammengefasst folgende Ergebnisse:

- In der äußeren Umgebung der Riffkörper (ca. 10 m rechts und links von den Strukturen) wurden keine weißen Flecken gefunden.
- Im Tetrapodenstapel (2 t- Tetrapoden) wurden ebenfalls keine weißen Flecken gefunden. Auch am Boden der dort zahlreich ausgebildeten Höhlen waren keine Bakterienmatten zu sehen.
- In den Brunnenringen gab es mit Abstand die meisten weißen Flecken, ein Unterschied zwischen den 1- und 2lagig liegenden Ringen war nicht erkennbar. Insgesamt waren die Flecken in etwa jedem 2. Brunnenring vorhanden. Der Durchmesser lag meist bei ca. 30 cm, vor allem in den Ecken waren häufiger weiße Überzüge zu finden (Abb.2.2.7-3, linkes Foto).
- In etwa 1/3 der Riffkegel gab es am Boden, in der Nähe zur Betonwand auch weiße Ablagerungen, wobei diese max. 2-3 cm in die Fläche reichten (Abb.2.2.7-3, rechtes Foto).
- Bei den Kegeln war nicht erkennbar, ob in der Gesamtanordnung innen oder außen stehende Kegel stärker betroffen sind.

Die Ergebnisse der Kartierung sind in Abb.2.2.7-2 dargestellt.

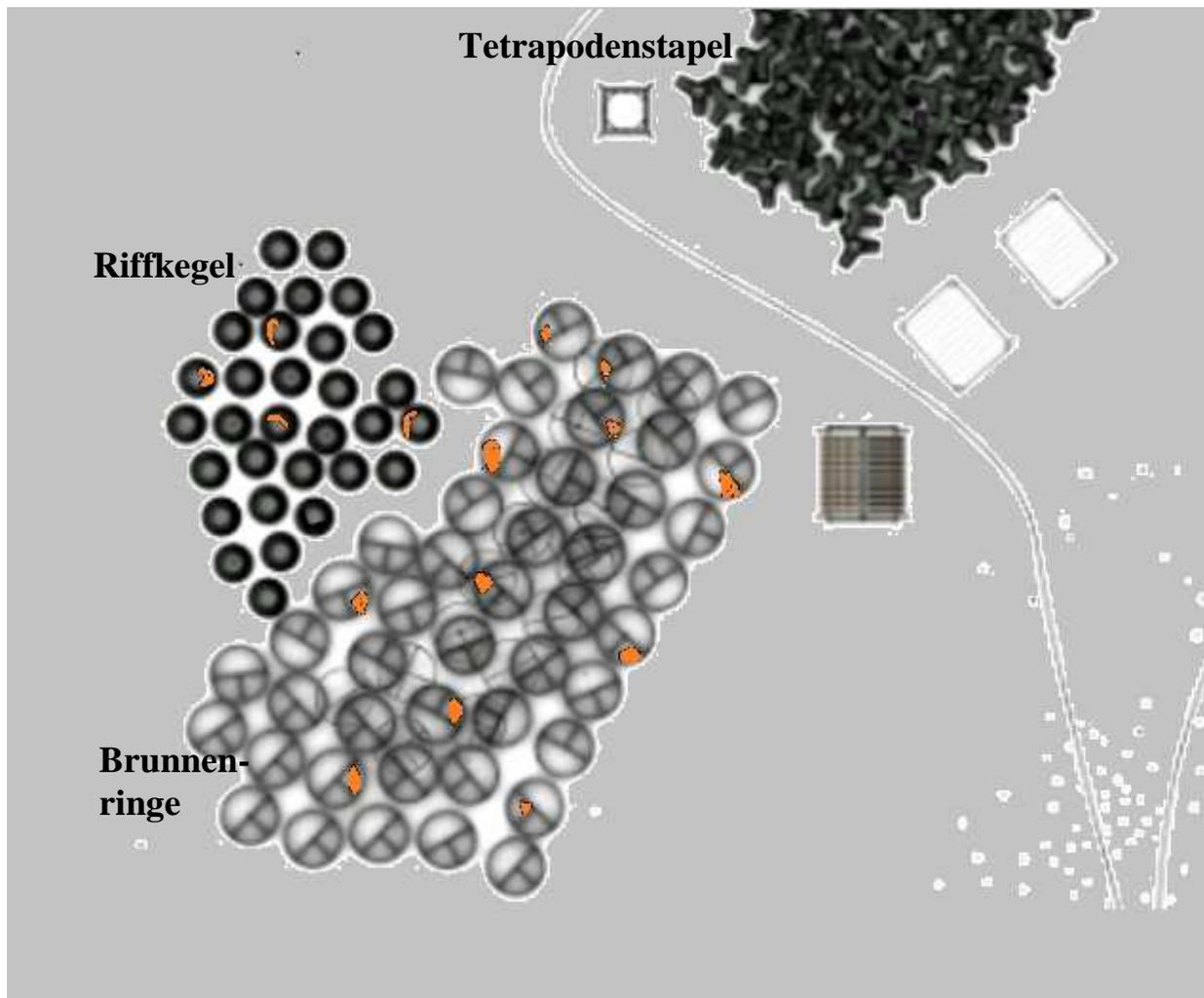


Abb.2.2.7-2: Die Bereiche, in denen Beggiatoa-Matten anzutreffen waren, lagen vor allem in den Brunnenringen und an den Innenrändern der Riffkegel (orange gekennzeichnet) Aufnahme vom 28.10.2014

Bei Betrachtung der Aufnahmen in Abb. 2.2.7-3 könnte man vermuten, dass ein Zusammenhang zu dem gehäuften Vorkommen von Seesternen besteht. Das ist wahrscheinlich aber nicht der Fall, denn auch außerhalb der Bereiche mit Beggiatoa-Bedeckung waren im Herbst 2014 ungewöhnlich viele Seesterne vorhanden. Vermutlich handelt es sich vielmehr um Bereiche, in denen das Sediment aufgrund fehlender Strömung einen hohen organischen Anteil aufweist. Bei der künftigen Auswahl und Positionierung künstlicher Strukturen sollte dies mit bedacht werden, denn im Fall einer insgesamt geringen Wasseraustauschrate, was im Sommer gelegentlich auch zeitgleich mit hohen Wassertemperaturen eintritt, sind genau das die Areale, von denen die stärkste Sauerstoffzehrung zu erwarten ist.



Abb.2.2.7-3: *Beggiatoa* war vor allem in den durch die Zwischenwände entstandenen Ecken der inneren Brunnenringe (Foto links) und an den inneren Wandungen der Riffkegel anzutreffen.

2.2.8 Kartierung von Arealen mit abgestorbenen Pflanzenresten

Bei den Monitoring-Tauchgängen wurden gelegentlich in unmittelbarer Nähe zu den Riffstrukturen größere, mit treibenden Rotalgenresten überdeckte Bereiche beobachtet. Diese Algenteppiche haben eine Höhe bis zu 15 cm und es entstand die Frage, ob es lohnenswert wäre, diese Ansammlungen von flottierenden Rotalgen abzusaugen und ggf. auch wirtschaftlich zu verwerten. Als erster Schritt sollte das Auftreten dieser „Algenteppiche“ genauer beschrieben und parallel hierzu auch eine effektive technische Lösung zum Entnehmen/Absaugen der Algen gefunden werden.

Die Tauchkartierung fand am 16.07.2015 statt. Hierbei wurde das Riffareal durch einen Taucher unter Zuhilfenahme eines Tauchscooters abgefahren und die Stellen mit Ablagerungen vor Ort in eine vorbereitete Karte eingetragen. Nennenswerte Ablagerungen von über 1 m² Größe wurden insgesamt an 4 Stellen (siehe Karte in Abb.2.2.8-2) gefunden. Es handelte sich hierbei ausschließlich um Ablagerungen in unmittelbarer Nähe der Riffstrukturen, wobei dies sowohl in der Nähe der Riffkegel als auch Brunnenringe und Tetrapodenstapel zu beobachten war.

Die Größe/Ausdehnung variierte zwischen 2 - 6 m². Die Artenzusammensetzung wurde nicht näher untersucht. Augenscheinlich handelte es sich überwiegend um Reste der Rotalgen *Polysiphonia nigrescens* und *Delesseria sanguinea*, wobei davon auszugehen ist, dass die Zusammensetzung im Laufe des Jahres variiert. In der konkret vorgefundenen Situation wurde die Ausdehnung der Ablagerungsflächen in der Summe auf ca. 10 m² geschätzt, was für eine wirtschaftliche Nutzung relativ uninteressant wäre. In den Vorjahren, vor allem nach Stürmen, wurden allerdings auch Situationen mit sehr viel mehr abgerissenen Rotalgen beobachtet, so dass auch nach Vorliegen der aktuellen Ergebnisse eine mögliche Nutzungswürdigkeit nicht auszuschließen ist.

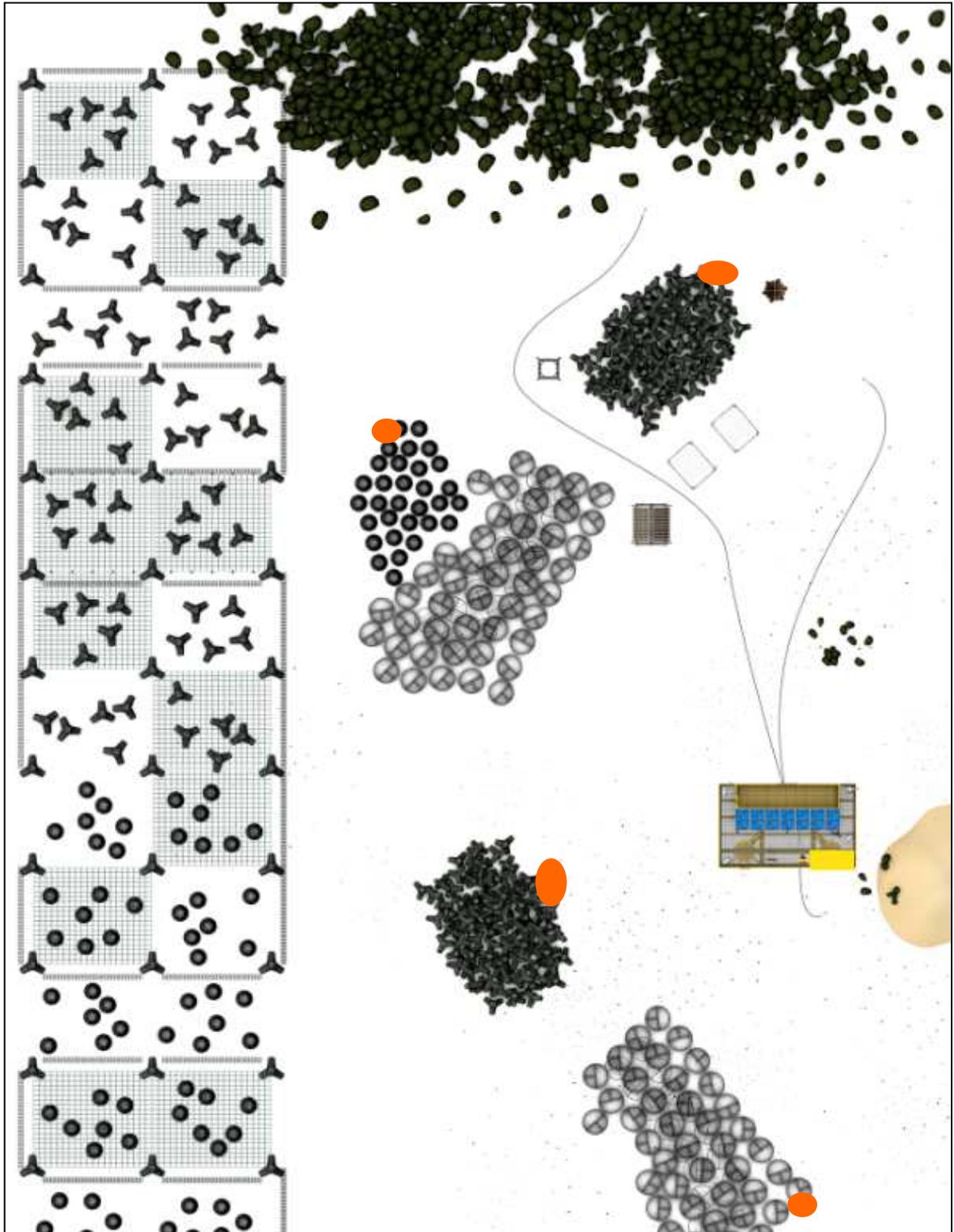


Abb. 2.2.8-2: Ergebnis der Tauchkartierung am 16.07.2015. Die orangen Flecken kennzeichnen die Orte, an denen sich kleinräumig Teppiche von abgerissenen Rotalgen gebildet haben

2.2.9 Entwicklung einer Airlift-Pumpe zum Absaugen von Pflanzenmaterial vom Grund

Das Funktionsprinzip einer Luftheber- oder auch Airlift-Pumpe besteht darin, dass in einer Rohrleitung unter Wasser aufsteigende Luftblasen einen nach oben führenden Wasserstrom erzeugen, mit dem Material vom Grund nach oben transportiert und dort in einem Sieb oder Netz aufgefangen werden kann. Im konkreten Fall ging es darum, eine einfache, von einem Taucher zu führende Vorrichtung zu konstruieren, mit der an beiden Riffstandorten (Rosenort 6,5 m, Nienhagen 12 m Wassertiefe) Makroalgen ggf. auch Kleinkrebse oder Seesterne vom Grund aufgesaugt und an der Wasseroberfläche aufgefangen werden können.

Es wurde eine Anordnung entwickelt, die im Kern aus einem druckstabilen, 16 m langen Schlauch (Innendurchmesser 50 mm), in den über ein Griffstück dosierbar Druckluft eingeführt wird, besteht. Die Druckluft kann wahlweise über einen auf einem Boot befindlichen Kompressor oder auch über eine vom Taucher mitgeführte 7 l - Druckluftflasche zur Verfügung gestellt werden (Abb. 2.2.9-1).

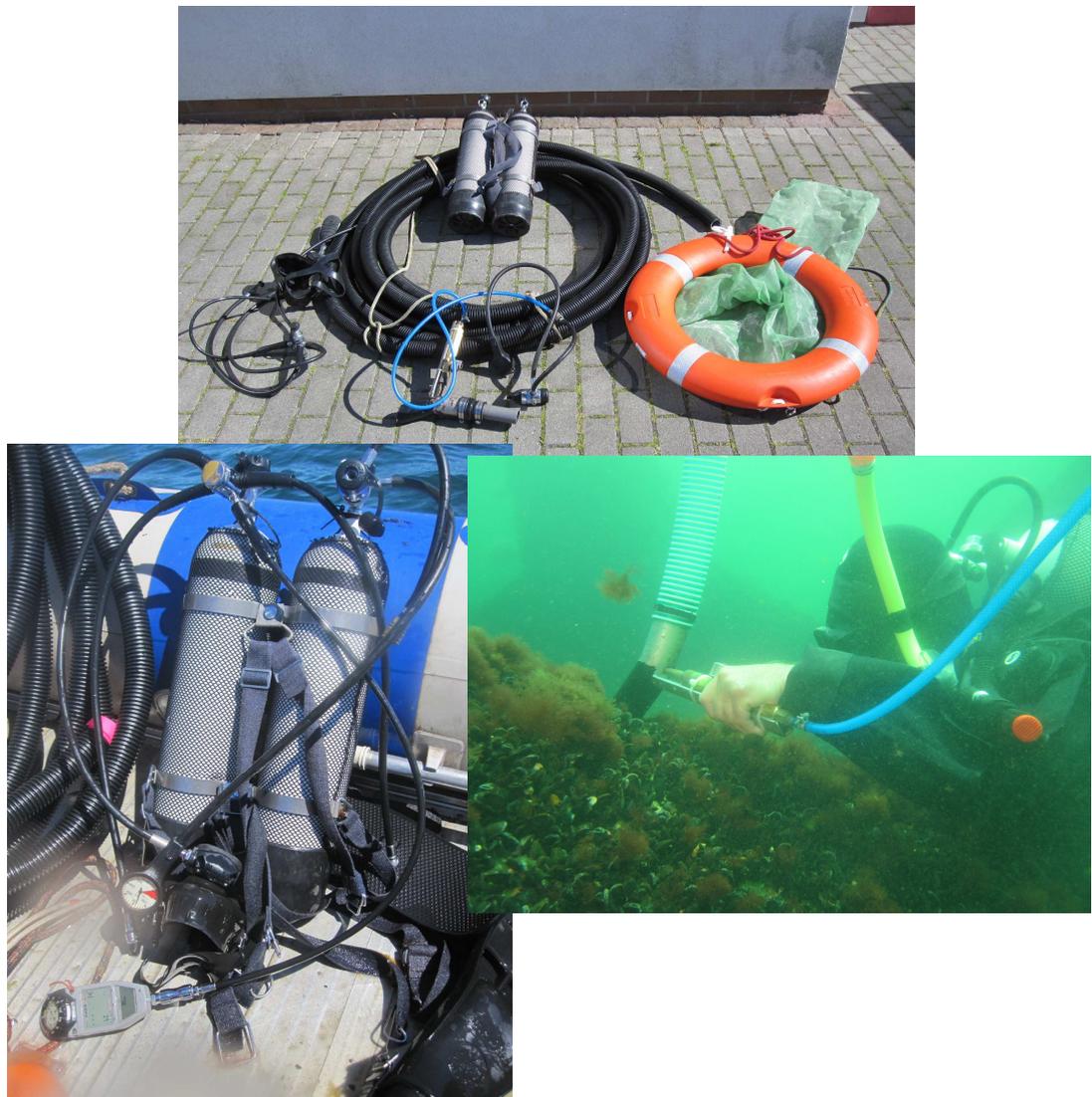


Abb.2.2.9-1: Airlift-System zum Aufsaugen von Algen, Kleinkrebsen oder auch Seesternen vom Grund

Der mit dem zu fördernden Material angereicherte Wasser-/Luftstrom wird an der Oberfläche in einen Netzbehälter aufgefangen. Je nach Einsatzziel stehen Netzbehälter unterschiedlicher Maschenweite zur Verfügung. Das Netz ist (leicht ausbaubar) in einen an der Oberfläche schwimmenden Ring eingebunden. Durch die Verwendung von 2 in einer Halterung verbundenen, aber funktionell getrennt zu verwendenden Tauchflaschen (entkoppeltes Doppelflaschensystem) erfolgen Luftversorgung des Tauchers und die Druckluftzuführung in das Airlift-System unabhängig voneinander. Die Saugwirkung kann manuell dem Einsatzziel angepasst werden. Das in der aktuellen Version bestehende System wurde schrittweise optimiert und zeigte bei der endgültigen Erprobung am 10.06.2015 im Riff Rosenort gute Ergebnisse. Die Schlauchlänge ist so ausgelegt, dass ein Einsatz sowohl am Standort Rosenort als auch im Riff Nienhagen möglich ist.

2.2.10 Sonderversuch Miesmuschelentwicklung im Leinengestell

Nach den im Winter 2012/13 beobachteten starken Muschelverlusten durch Entenfrass wurden im Frühjahr 2013 zwei aus früheren Versuchen vorhandene Aluminiumgestelle in unterschiedlicher Weise mit Leinen bespannt. Die Grundidee bestand darin, durch den nach außen relativ kompakten Eindruck die tauchenden Enten von den innen liegenden bewachsenen Leinen abzuhalten, wobei hier auch die insgesamt vorhandene Scheu der Vögel vor Leinen und Netzen eine gewisse Rolle spielen könnte. In einem der Gestelle wurden die Leinen senkrecht verspannt, im anderen diagonal. Bereits im Herbst des gleichen Jahres waren die Leinen in beiden Strukturen extrem dicht mit Miesmuscheln bewachsen (Abb.2.2.10-1 und 2.2.10-2).



Abb.2.2.10-1: Gestelle mit vertikal (rechts im Bild) und diagonal (links) gespannten Leinen, Foto vom 12.09.2013 (Foto U. Friedrich)

Der Orkan Xaver im Dezember 2013 hat dann leider dazu geführt, dass die Gestelle umfielen, verdrifteten und auch der größte Teil der Muscheln von den Leinen gerissen wurde. Vor Saisonstart wurde auf Bitten der Universität Rostock eins der Gestelle – das mit den vertikal ver-

spannten Leinen – für andere Versuche abgegeben. Der eigene Versuch wurde mit dem anderen Gestell fortgesetzt. Im Sommer 2014 erholten sich die Muscheln schnell, neuer Larvenfall fand statt und die Lücken im Bestand waren bereits im Juli vollständig geschlossen.



Abb.2.2.10-2: Dichter Bewuchs der Leinen mit Miesmuscheln. Das Foto entstand am 10.10.2013 (Foto U. Friedrich)

Im Spätherbst 2014 kam die 2. „Katastrophe“. Seesterne begannen den Bestand an Miesmuscheln deutlich zu dezimieren (Abb.2.2.10-3) und es ist zu vermuten, dass gegenwärtig überhaupt nur noch wenige Miesmuscheln auf den Leinen verblieben sind.



Abb.2.2.10-3: Seesterne haben den Großteil der Muscheln abgefressen. Das Foto entstand am 11.06.2015

Aus den jeweils entnommenen Stichproben ließ sich die relative Häufigkeit der unterschiedlichen Längensklassen der Muscheln berechnen (Abb.2.2.10-4). Im Dezember 2014 wurde nur von ca. 6 % der auf den Leinen vorhandenen Muscheln eine Länge von über 45 cm (Marktreife) erreicht.

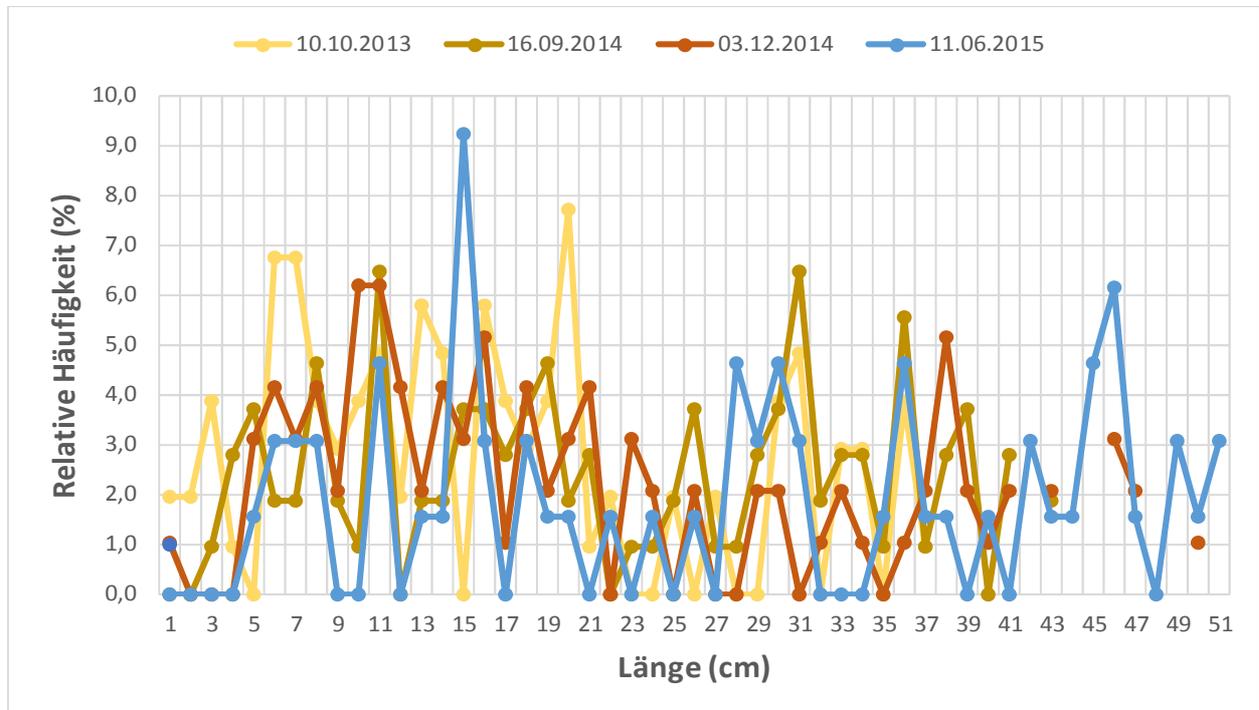


Abb. 2.2.10-4: Relative Häufigkeit der unterschiedlichen Längengruppen in den entnommenen Stichproben. Stichprobengröße: 10-10-2013 n = 104; 16.09.2014 n = 108; 03.12.2014 n = 94, 11.06.2015 n = 65

Insgesamt bestätigt der Versuch erneut, dass Miesmuscheln am Standort im Laufe von 2 Jahren prinzipiell zu einer vermarktungsfähigen Länge heranwachsen können, dass aber aufgrund der Neubesiedlung im 2. Jahr der Anteil der größeren Muscheln nur sehr klein ist und dass unter Berücksichtigung von Sturm, Enten und auch Seesternen vor einer „Ernte“ viel dazwischen kommen kann. Eine endgültige Aussage, ob sich mit relativ dicht gespannten Leinen ein effektiver Schutz vor Tauchenten erreichen lässt, kann aufgrund des sturmbedingten Teilverlustes leider nicht getroffen werden.

2.2.11 Autonome Riff-Monitoring-Strukturen (ARMS)

Autonome Riff-Monitoring-Strukturen (ARMS) sind normierte, aus verschiedenen Kunststoffteilen zusammenschraubbare Strukturen, die möglichst vielen Bewuchsorganismen, insbesondere Kleinkrebsen optimale Lebensbedingungen bieten sollen. Sie werden in der Regel von einem Taucher an einem Standort ausgebracht, dann nach 1 Jahr geborgen, im Labor auseinandergeschraubt und bezüglich ihrer Besiedlung untersucht. Die genormte Bauweise und definierte Expositionsdauer erlauben den direkten qualitativen und quantitativen Vergleich der Invertebraten-

fauna und auch Algenbesiedlung an verschiedenen Standorten. Zudem lassen sie sich auch für die Einschätzung des „Besiedlungspotentials“ vor dem relativ kostspieligen Ausbringen von größeren künstlichen Riffelementen einsetzen.

Die Abmaße für die ARMS wurden uns von Prof. Julian Caley, Australian Institute of Marine Science, Tronsville, Australien zugeschickt. Abb.2.2.11-1 zeigt den Aufbau der Struktur. Die in der oberen Lage eingebaute, im Schema grün dargestellte grobporige Schwammschicht, wurde in neueren Versuchen weggelassen, so dass wir bei den hier beschriebenen Versuchen ebenfalls darauf verzichtet haben.

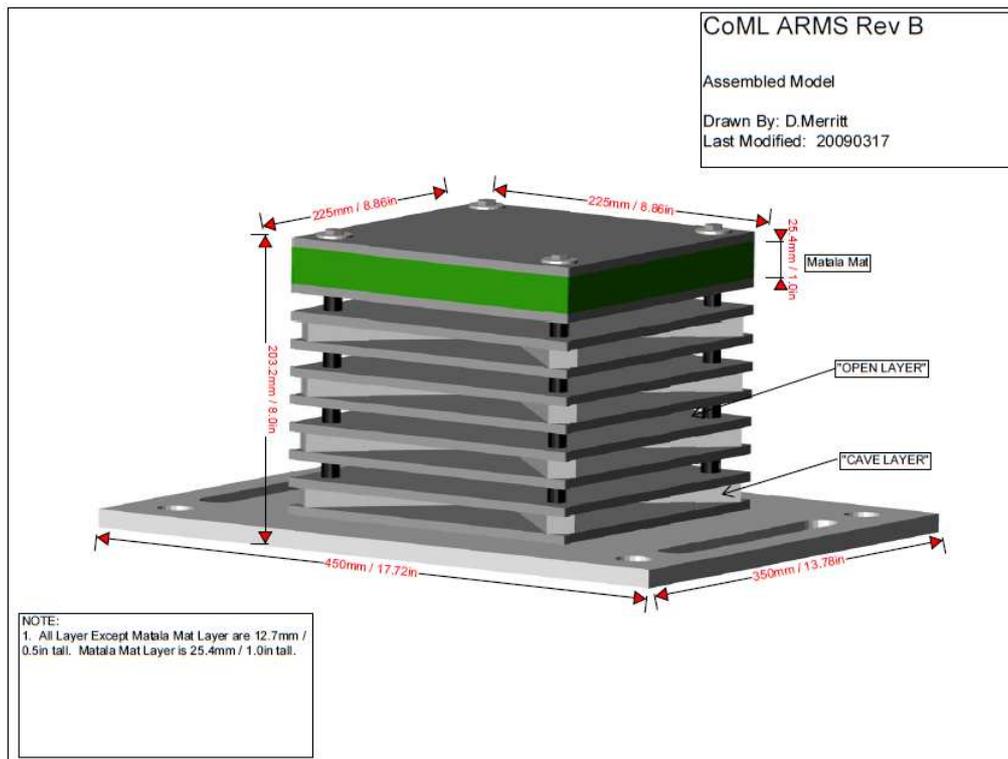


Abb.2.2.11-1: Schematische Darstellung des Aufbaus einer Autonomen Riff-Monitoring Struktur (Zeichnung D. Merritt)

2013 ging es zunächst darum, die Besiedlung an den vorhandenen Riff-Standorten Nienhagen (12 m Wassertiefe) und Rosenort (6,5 m Wassertiefe) zu vergleichen. Hierfür wurde bereits im Frühjahr 2012 der Bau von 10 ARMS bei der Firma Spranger in Plauen in Auftrag gegeben, im Juli konnten jeweils 5 ARMS an den Standorten zwischen den Strukturen eingebaut werden. Zur besseren Vergleichbarkeit beider Standorte wurden die ARMS jeweils zwischen den Riffkegeln mit ähnlichen Abständen ausgelagert und mit Erdnägeln gesichert. Abb.2.2.11-2 zeigt ein Foto von den ARMS auf der Ladefläche eines pick-ups, die Darstellung in Abb.2.2.11-3 verdeutlicht die in beiden Riffen gewählte Anordnung der ARMS zwischen den Riffkegeln. 2014 wurde die Ansiedlung vor Nienhagen im Flachwasser (6 m) und an einem tieferen Standort auf Höhe der Reede (18 m Tiefe) erfasst. Die Strukturen hierfür wurden am 28.08.2013 ausgebracht und im August 2014 geborgen. Die konkreten Expositionszeiten und -bedingungen sind in Tab.2.2.11-1

tabellarisch zusammengestellt. Abb.2.2.11-4 zeigt die Lage der Auslagerungsstandorte an der Küste vor Nienhagen und Rosenort.



Abb.2.2.11-2: 10 ARMS auf einer Ladefläche

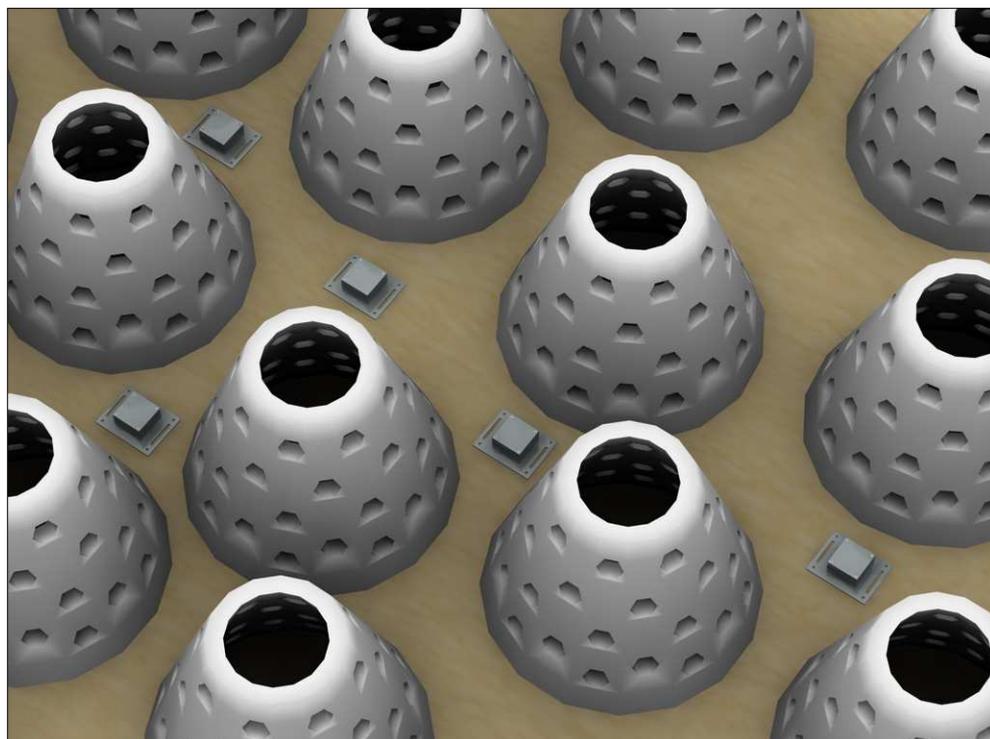


Abb.2.2.11-3: Schematische Darstellung der Anordnung der ARMS zwischen den Riffkegeln

Tab.2.2.11-1: Auslagerungsbedingungen und -zeiten von ARMS 2012-2014

Standort	Anzahl	Lage	Auslagerungsbeginn	Auslagerungsende
Riff Rosenort	5	6,5 m Tiefe, zwischen Riffkegeln	16.07.2012	24.07.2013
Riff Nienhagen	5	12,0 m Tiefe, zwischen Riffkegeln	16.07.2012	25.07.2013
Nienhagen Flachwasser	5	6,0 m Tiefe, auf Sand- grund mit Einzelsteinen	21.08.2013	16.08.2014
Nienhagen Reede	5	18.0 m Tiefe, auf Schlickboden	21.08.2013	28.08.2014

Bei der Bergung wurden die ARMS unter Wasser in verschließbare PE-Boxen umgelagert und abtransportiert. Die Auswertung erfolgte im Labor. Die Strukturen wurden zerlegt, von allen Teilflächen wurden Fotos gemacht, die Einzelorganismen gesammelt, fixiert, bestimmt, gezählt und sortiert nach Arten gewogen (FM, TM, AfTM). Bei krustenbildenden Formen wie Bryozoen und auch bei Hydrozoen wurden zudem die Bedeckungsgrade pro Teilfläche geschätzt und protokolliert. Die Miesmuscheln sind gewogen, aber nicht gezählt (zu große Mengen!) worden.

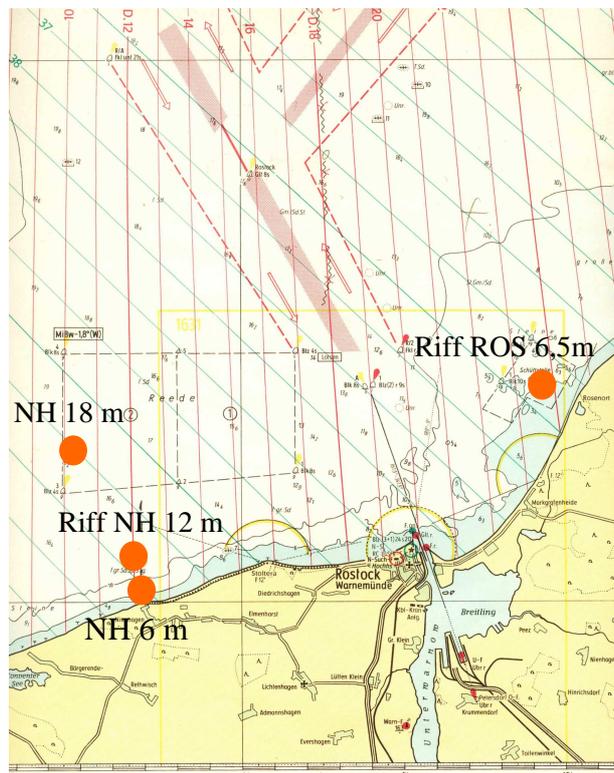


Abb.2.2.11-4: Auslagerungsstandorte ARMS an der Küste vor Nienhagen und Rosenort.

Die Einzelergebnisse - Artenlisten, Abundanzwerte und Biomassen – sind für die 4 Standorte in den Anhangstabellen „Tab.ARMS_ROS“ und „ARMS_NH“ aufgelistet.

Auslagerungsjahr 2012/13 – Riffstandorte

Abb.2.2.11-5 zeigt Fotos von den bewachsenen ARMS an den beiden Riffstandorten nach einem Jahr Auslagerung.



Abb.2.2.11-5: ARMS nach 1 Jahr Auslagerung (2012-13) - links Nienhagen in 12 m Tiefe, rechts Rosenort 6,5 m Tiefe.

Makrozoobenthos

Am Standort Rosenort wurden in und auf den 5 Strukturen insgesamt 28, am Standort Nienhagen insgesamt 41 Evertebraten-Arten gefunden. Abb. 2.2.11-6 enthält Grafiken zur Artenanzahl in/auf den jeweiligen ARMS an beiden Standorten. Der Mittelwert der Artenanzahl pro ARMS lag für Nienhagen bei 26,4, für Rosenort bei 22,4.

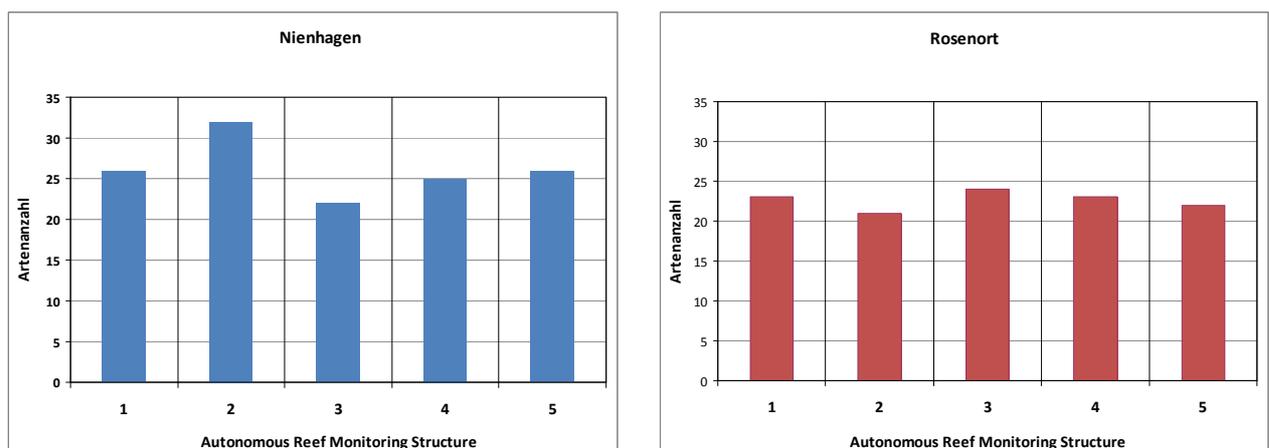


Abb.2.2.11-6: Artenanzahl Evertebraten in den einzelnen ARMS an beiden Standorten

Die Biomassewerte der Evertebraten in/auf den ARMS lagen am Standort Nienhagen zwischen 97,2 g und 318,9 g TM (Mittelwert 170,7 g TM), im Riff Rosenort zwischen 148,6 g und 276,8 g (Mittelwert 219,8 g TM) und damit vor Rosenort im Mittel etwas höher als vor Nienhagen (Abb.2.2.11-7).

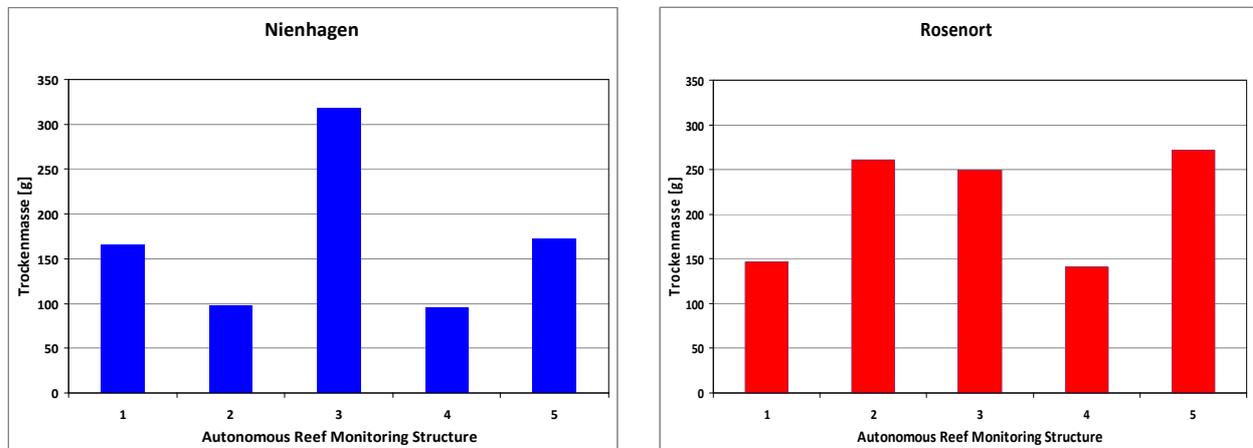


Abb.2.2.11-7: Vergleich der Biomasse (Trockenmasse) Evertebraten an beiden Standorten

Makroalgen

Die Grafiken in Abb. 2.2.11-8 enthalten einen Vergleich der Anzahl der gefundenen Makroalgenarten pro ARMS für beide Stationen. Auf den ARMS vor Nienhagen wurden insgesamt 12 Arten, davon 10 Rotalgen, vor Rosenort 7 Makroalgenarten (davon 6 Rotalgen) nachgewiesen.

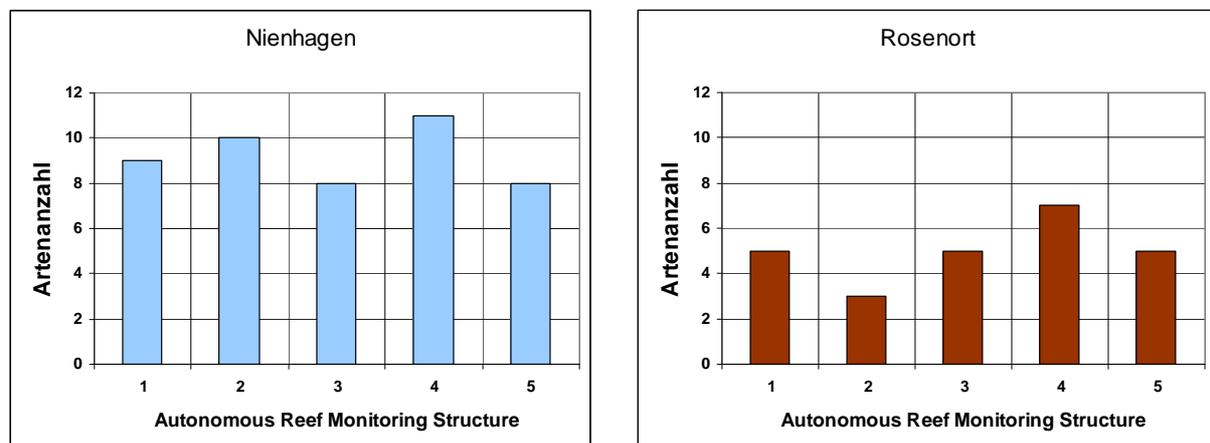


Abb.2.2.11-8: Artenanzahl Makroalgen auf den einzelnen ARMS an beiden Standorten

Die Biomassewerte der Makroalgen lagen am Standort Nienhagen zwischen 0,36 g und 2,49 g TM (Mittelwert 1,01 g TM), im Riff Rosenort zwischen 2,14 g und 4,86 g (Mittelwert 3,77 g TM) und damit vor Rosenort im Mittel etwas mehr als 3 x so hoch wie vor Nienhagen. Abb.2.2.11-9 zeigt einen Vergleich zwischen den Trockenmassewerten der Algen beider Standorte. Damit war die Besiedlung am Standort Rosenort artenärmer aber deutlich biomassereicher.

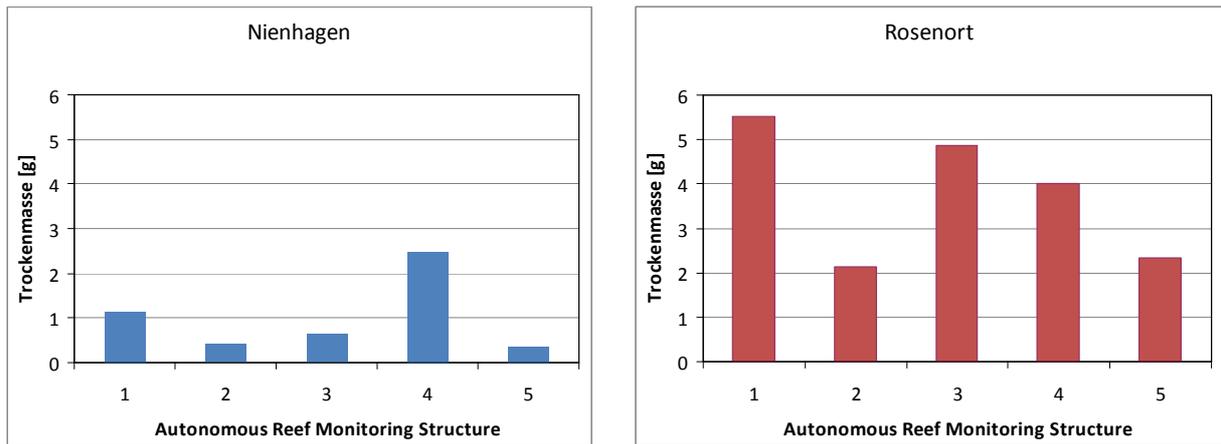


Abb.2.2.11-9: Vergleich der Biomasse (Trockenmasse) Makroalgen an beiden Standorten

Auslagerungsjahr 2013/14 – Nienhagen 6 m und 18 m Tiefe

Abb.2.2.11-10 enthält Fotos von den bewachsenen ARMS aus 6 und 18 m Tiefe nach einem Jahr Auslagerung.



Abb.2.2.11-10: ARMS nach 1 Jahr Auslagerung 2013-14, links, aus 6 m Tiefe, rechts UW-Aufnahme vor Nienhagen 18 m Tiefe.

Makrozoobenthos

In 6 m Wassertiefe wurden in und auf den 5 Strukturen insgesamt 25, in 18 m Tiefe insgesamt 28 Evertibraten-Arten gefunden. Abb.2.2.11-11 enthält Grafiken zur Artenanzahl in/auf den jeweiligen ARMS an beiden Standorten. Der Mittelwert der Artenanzahl pro ARMS lag in 6 m bei 18,0, bei 18 m bei 13,6.

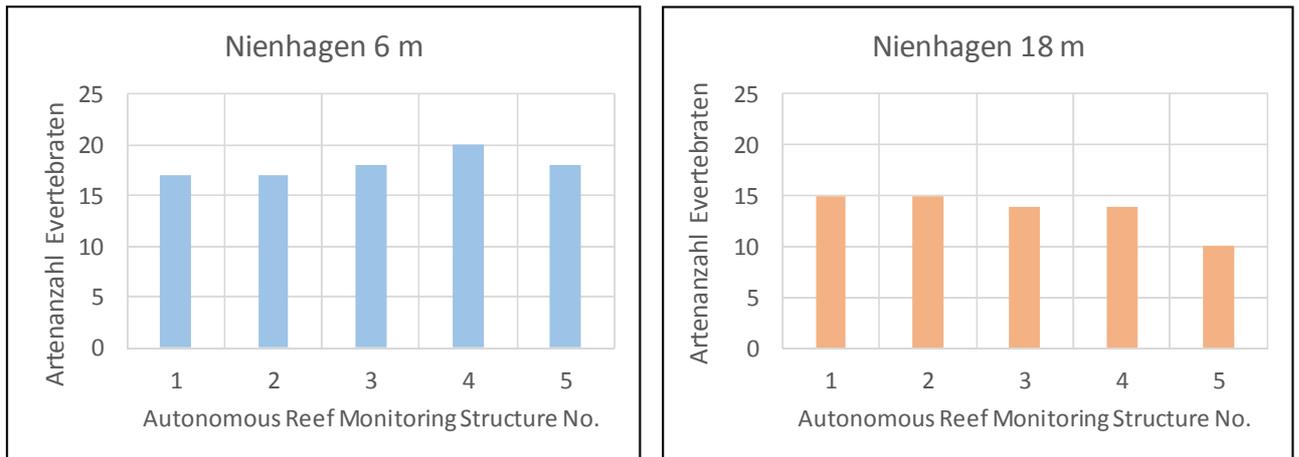


Abb.2.2.11-11: Artenzahl Evertibraten in den einzelnen ARMS an beiden Standorten

Die Biomassewerte der Evertibraten lagen in 6 m Tiefe zwischen 273,7 und 328,1 g (Mittelwert 308,9 g TM), in 18 m Tiefe zwischen 3,4 g und 16,3 g (Mittelwert 7,3 g TM) und damit deutlich niedriger als im Flachwasser Abb. Abb.2.2.11-12).

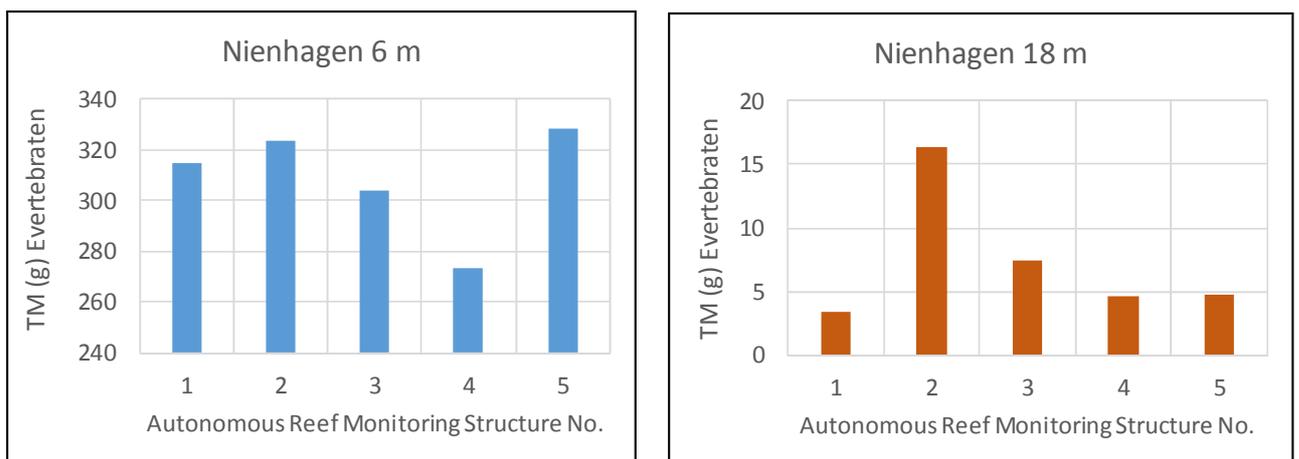


Abb.2.2.11-12: Vergleich der Biomasse (Trockenmasse) Evertibraten an beiden Standorten
Beachte: unterschiedlicher Maßstab der Y-Achse!

Makroalgen

Die Grafiken in Abb.2.2.11-13 enthalten einen Vergleich der Anzahl der gefundenen Makroalgenarten pro ARMS für beide Stationen. Auf den ARMS in 6 m Tiefe wurden auf den einzelnen ARMS 4 – 6 Arten, insgesamt 9 verschiedene Arten, davon 7 Rotalgen und 2 Grünalgenarten gefunden. Auf den ARMS in 18 m Tiefe wurden insgesamt 6 Markoalgenarten (ausschließlich Rotalgen) nachgewiesen.

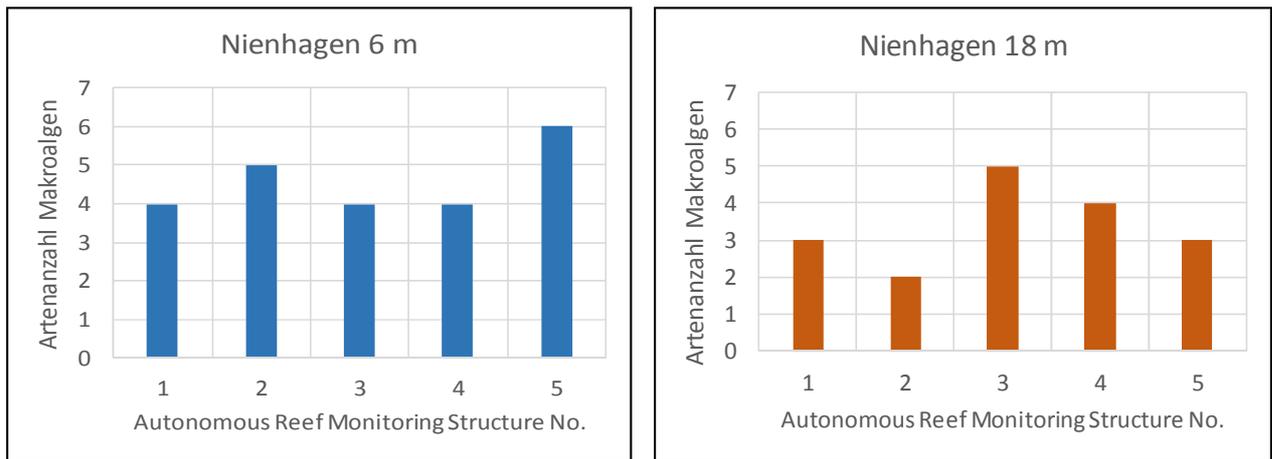


Abb.2.2.11-13: Artenanzahl Makroalgen auf den einzelnen ARMS an beiden Standorten

Die Biomassewerte der Makroalgen lagen auf den Strukturen aus 6 m Tiefe zwischen 4,47 g und 7,75 g TM (Mittelwert 5,98 g TM), in 18 m Tiefe lagen die Makroalgen-Trockenmassen zwischen 0,037 g und 0,0726 g (Mittelwert 0,048 g TM) und damit etwa 2 Größenordnungen unter der Besiedlungsdichte im Flachwasser. Abb.2.2.11-13 zeigt einen Vergleich zwischen den Trockenmassewerten der Algen beider Standorte.

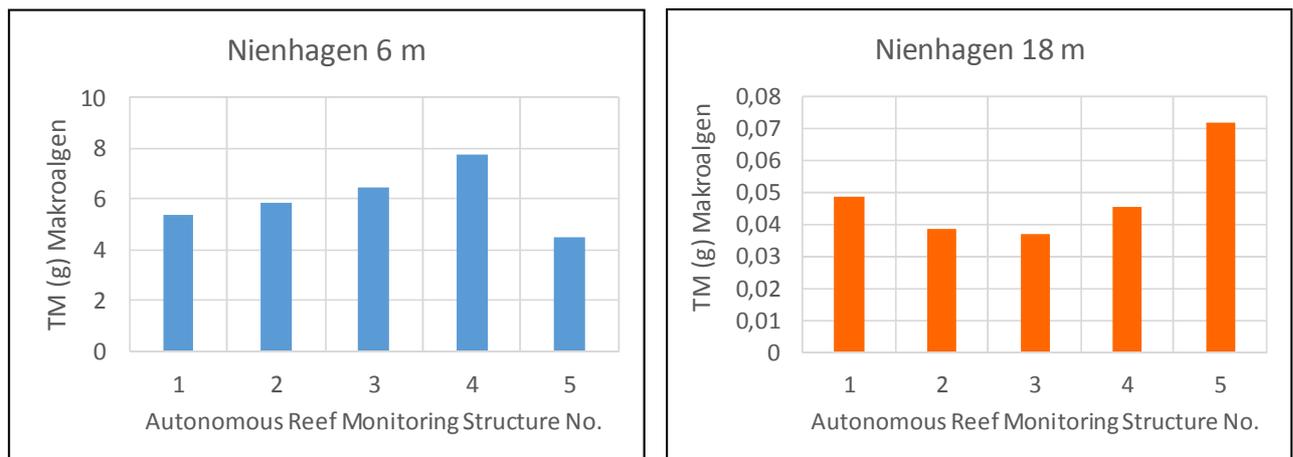


Abb. 2.2.11-13: Vergleich der Biomasse (Trockenmasse) Makroalgen an beiden Standorten

Beachte: unterschiedlicher Maßstab y-Achse!

Bewertung

Die Auslagerung der ARMS erfolgte in 2 unterschiedlichen Jahren (2012-13, 2013-14), insofern sind jährliche Unterschiede nicht ganz auszuschließen, insgesamt liefern sie aber unter anderem dadurch, dass mit 5 Parallelen gearbeitet wurde, eine relativ gute Vergleichsbasis für die unterschiedlichen Auslagerungsorte. Zusammenfassend lassen sich aus den Auslagerungsversuchen mit den ARMS folgende Aussagen treffen:

- Bei den Makroalgen dominieren an allen 4 Standorten Rotalgen die Algengemeinschaften.

- Grün- und Braunalgen spielen an den flacheren Stationen (6-7 m) eine gewisse Rolle, fehlen erwartungsgemäß in 18 m Tiefe aber völlig.
- Im Vergleich der Stationen ist die Artenanzahl in 12 m am größten und in 18 m Tiefe am geringsten (Abb.2.2.11-14).
- Bezogen auf die Gesamtbiomasse der Rotalgen wurden die höchsten Werte an den flachen Stationen (6-7 m) und die mit Abstand geringsten Werte in 18 m Tiefe registriert.
- Ungeachtet vieler Überschneidungen bei den Rotalgenarten dominieren im Flachwasser *Ceramium diaphanum*, in 12 m *Coccotylus truncatatus* und in 18 m Tiefe *Polysiphonia nigrescens*.

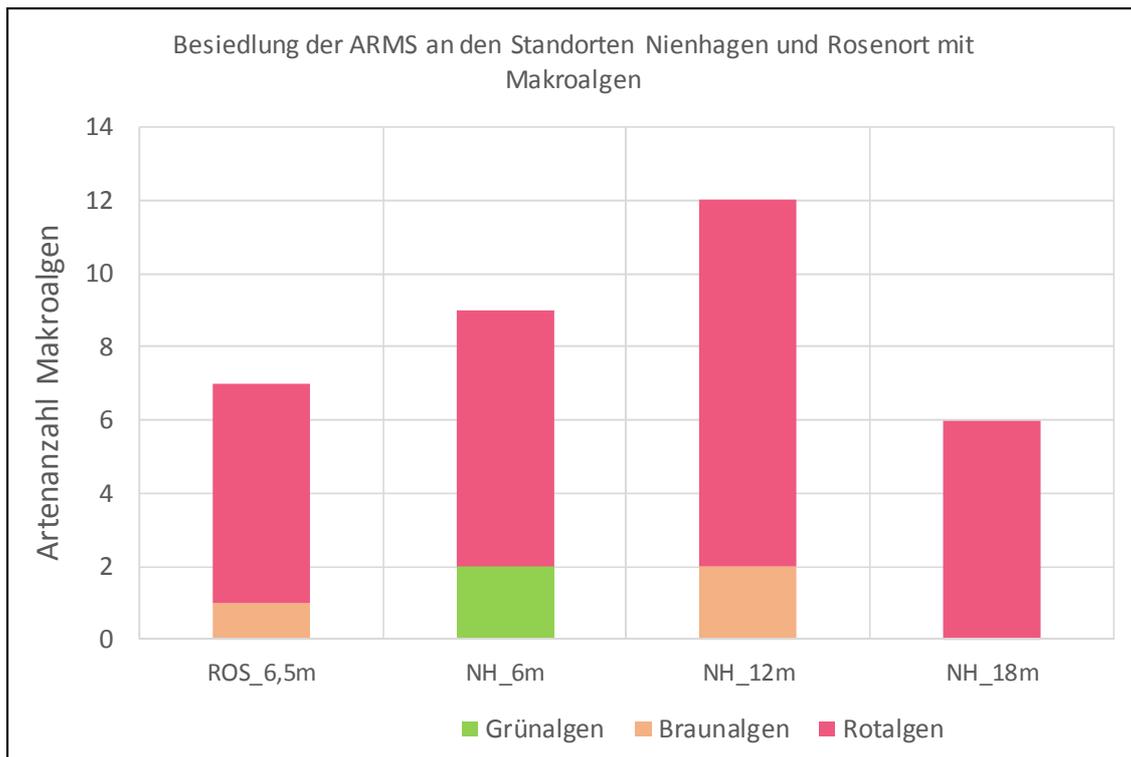


Abb.2.2.11-14: Artenanzahl Makroalgen – aufgeteilt nach Grün-, Braun- und Rotalgen in den verschiedenen Auslagerungssituationen

- Die Zusammensetzung der Evertebraten-Fauna wird an den flacheren Standorten (6 und auch 12 m Tiefe) durch Miesmuscheln *Mytilus edulis* geprägt, an der 18 m Station kam als einzige Molluske die Islandmuschel *Astarte borealis* vor.
- Bei einem Vergleich der Artenzahlen pro Stamm bzw. Klasse liegen die Stationen zwischen 6 und 12 m relativ eng beieinander. Die höchsten Artenzahlen erreichen in Reihenfolge Kleinkrebse, Mollusken und Polychaeten. In 18 m Tiefe treten Polychaeten in den Vordergrund, Seescheiden sind mit 2 Arten vertreten. Bezogen auf die Biomasse nimmt mit der Tiefe die Bedeutung von Hydroidpolypen und verzweigt, aufrecht wachsender Moostierchen zu (Abb.2.2.11-15).
- Das Fehlen von lebenden Miesmuscheln (leere Schalen waren durchaus vorhanden) in 18 m Tiefe lässt vermuten, dass in diesem Tiefenbereich zeitweilig mit Sauerstoffman-

gelsituationen zu rechnen ist und somit ein Einbringen von Strukturen vermutlich nicht zu einer dauerhaften stabilen Besiedlung führen würde.

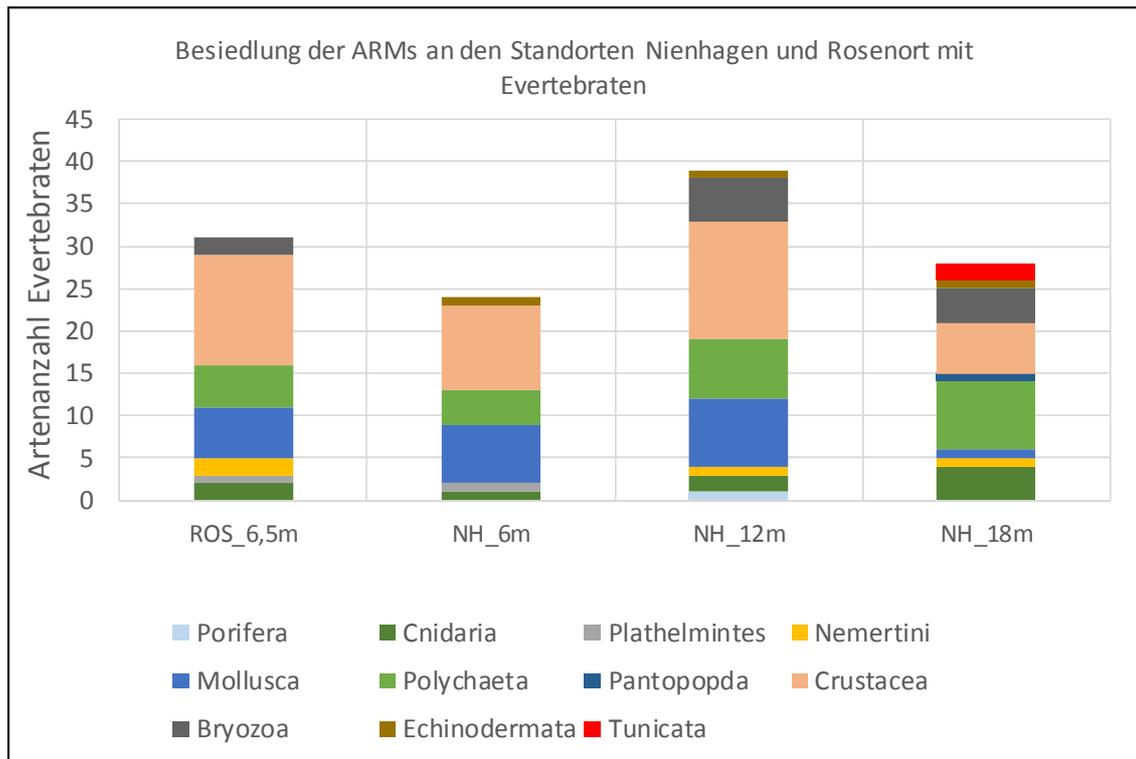


Abb.2.2.11-15: Artenzahl Evertebraten – aufgeteilt auf die wichtigsten taxonomischen Gruppen in den verschiedenen Auslagerungssituationen

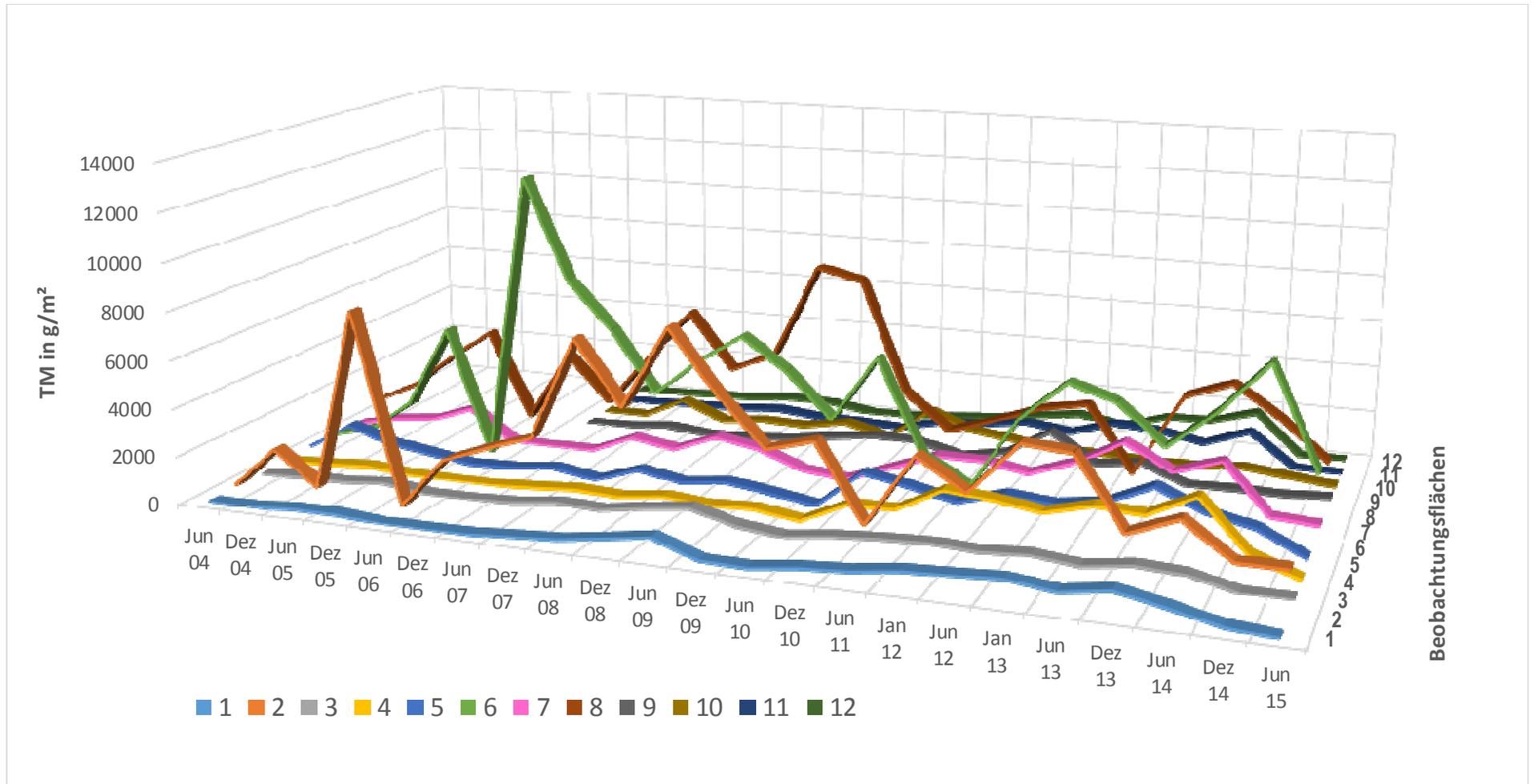
2.2.12 Entwicklung im Gesamtgebiet – Videoschnitte

Die Videoschnitte (beiliegende DVD) zeigen jeweils die Besiedlung auf einer ca. 100 m langen Strecke im 2006 neu angelegten Riffareal. 2013-15 sind 7 von 10 geplanten Schnitten aufgenommen worden. An 3 Terminen waren die Sichtverhältnisse unter Wasser so schlecht, dass keine lohnenden Aufnahmen möglich waren.

Die vorhandenen Aufnahmen aus den 3 Jahren belegen den Umschwung von einer muscheldominierten Phase in einen Zustand, der absolut von Seesternen bestimmt wird und den darauf im Frühjahr 2015 nach Rückgang der Muscheln folgenden Rückgang bzw. auch das Absterben der Seesterne.

2.3 Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit denen der Vorjahre – Langzeit-Entwicklung

Die Kontinuität, mit der bisher das Monitoringprogramm aufrechterhalten wurde, ermöglicht eine Einordnung und Interpretation der in den vergangenen 3 Jahren gewonnenen Daten in den Gesamtverlauf der Riffbesiedlung. Abb.2.3-1 enthält eine Übersichtsgrafik zur Entwicklung der Gesamtbio Massen an den anfänglich 8, ab 2006 dann 12 repräsentativen Kontrollflächen im Riff



Fläche 1: Brunnenring unten

4: Riffkegel oben

7: Tetrapodenstapel unten

10: Sandboden mit kl. Steinen + Netzbed.

Fläche 2: Brunnenring oben

5: 6t-Tetrapode unten

8: Tetrapodenstapel oben

11: Riffkegel auf Netz

Fläche 3: Riffkegel unten

6: 6t-Tetrapode oben

9: Sandboden mit kl. Steinen

12: Natursteinschüttung

Abb.2.3-1: Langzeitentwicklung der Gesamtbiomassewerte auf 12 repräsentativen Probeflächen

Auffällig sind zunächst die großen Unterschiede zwischen den Stationen. Die an den Strukturen oben liegenden Kontrollflächen (Fläche 2, 4, 6, 8) zeigten schon nach 1 Jahr deutlich stärkeren Bewuchs mit Miesmuscheln und das blieb mit Unterbrechungen auch so, wohingegen die bodennahen Flächen (1, 3, 10 und 11) durchgehend geringere Biomassewerte aufweisen. Um die Gesamtsituation einschätzen zu können ist es folglich von Vorteil, mehrere, aber für die Gesamtfläche repräsentative Monitoringstationen, auszuwählen. Über die Ursache der Unterschiedlichkeit wurde in den bisherigen Berichten bereits viel diskutiert. Es deutet alles darauf hin, dass die bodennahen Stationen stärker von Seesternen beweidet werden und Miesmuscheln dort geringere Überlebenschancen besitzen als in den höher gelegenen Bereichen. Dazu weiter unten mehr.

Ordnet man die vergangenen 3 Jahre in den Gesamtzeitraum ein (siehe hierzu auch Abb.2.3-2), so erwiesen sich die Jahre 2013 und 2014 bezogen auf die Biomasseentwicklung im Riff als „durchschnittliche“ Jahre. Im Winter 2014/15 kam es allerdings zu einer sehr deutlichen Abnahme der Miesmuscheln. Der Grund hierfür besteht in einer Massenentwicklung von Seesternen. Im Dezember 2014 waren auf den Strukturen im Mittel 234 Seesterne pro m² zu finden, was sich entsprechend auf die Miesmuscheln, nachfolgend aber auch auf die zwischen den Muscheln lebende Evertibratenfauna auswirkte. Nicht nur die Gesamtbiomasse, auch die Artendiversität ging rapide zurück, wobei davon nicht nur die Betonelemente sondern auch Natursteine, wahrscheinlich ein größerer Küstenbereich mit Tiefen zwischen 10 und 16 m betroffen war bzw. ist. Gegenwärtig

scheinen sich die Verhältnisse erneut zu stabilisieren. Die Abundanz der Seesterne ist rückläufig, so dass viel dafür spricht, dass der im August erfolgte Muschellarvenfall gute Entwicklungschancen hat.

Die grafische Darstellung in Abb.2.3-2 enthält einen Vergleich zwischen der Entwicklung der Gesamtbiomassewerte (Mittelwert der 12 Stationen) und der anhand der Fotoauswertung aus 7 repräsentativen Flächen ermittelten Abundanzen von Seesternen. Den Gesamtbiomassen liegen halbjährliche Ergebnisse zugrunde (Kratzproben), die Fotos wurden in vierteljährlichen Abständen aufgenommen. Die aktuellen Gesamtbiomassewerte (Juni 2015) entsprechen denen vom Juni 2005, 2 Jahre nach Einbau der Strukturelemente. Ähnliche „Einbrüche“ gab es bereits im Juni 2006, und im Juni 2011. Normalerweise werden diese Verluste bereits im Herbst, spätestens im Folgejahr ausgeglichen. In der Regel liegen die mittleren Gesamtbiomassewerte im Riff zwischen 1.500 und 2.500 gTM/m². Bei den Seesternen waren bisher 3 Massenentwicklungen mit mit über 200 Ind./m² zu beobachten – Dezember 2004, September/Dezember 2009 und September/Dezember 2014. 2009 und 2014 führte die Massenentwicklung der Seesterne zu einem deutlichen Rückgang der Gesamtbiomassewerte, die sich vor allem aus den Biomassewerten der Miesmuscheln zusammensetzen. 2004 war das noch nicht der Fall. Zu diesem frühen Zeitpunkt – die Strukturen waren erst 1 Jahr im Wasser – kamen auf den Oberflächen kaum Muscheln vor. Die Seesterne ernährten sich überwiegend von den reichlich vorhandenen Seepocken und verließen (ohne abzusterben) nachdem alles abgefressen war die Strukturen auch wieder. Der nachfolgend im Spätherbst stattgefundene Larvenfall der Miesmuscheln führte schon im gleichen Jahr zu einem erneuten Anstieg der Gesamtbiomassewerte. Der 2. Seesternpeak im Winter 2009/Frühjahr 2010 endete in einem Totalzusammenbruch der Seesternpopulation. Es waren sehr viele tote Tiere zu sehen und es dauerte nachfolgend auch 2 Jahre bis überhaupt wieder Seesterne im nachzuweisen Riff waren. Der gegenwärtig stattfindende Rückgang verläuft weniger

tödlich, obwohl die Tiere augenscheinlich angegriffen erscheinen (Deformationen, Einschnürungen), aber nur gelegentlich werden tote Tiere gesichtet.

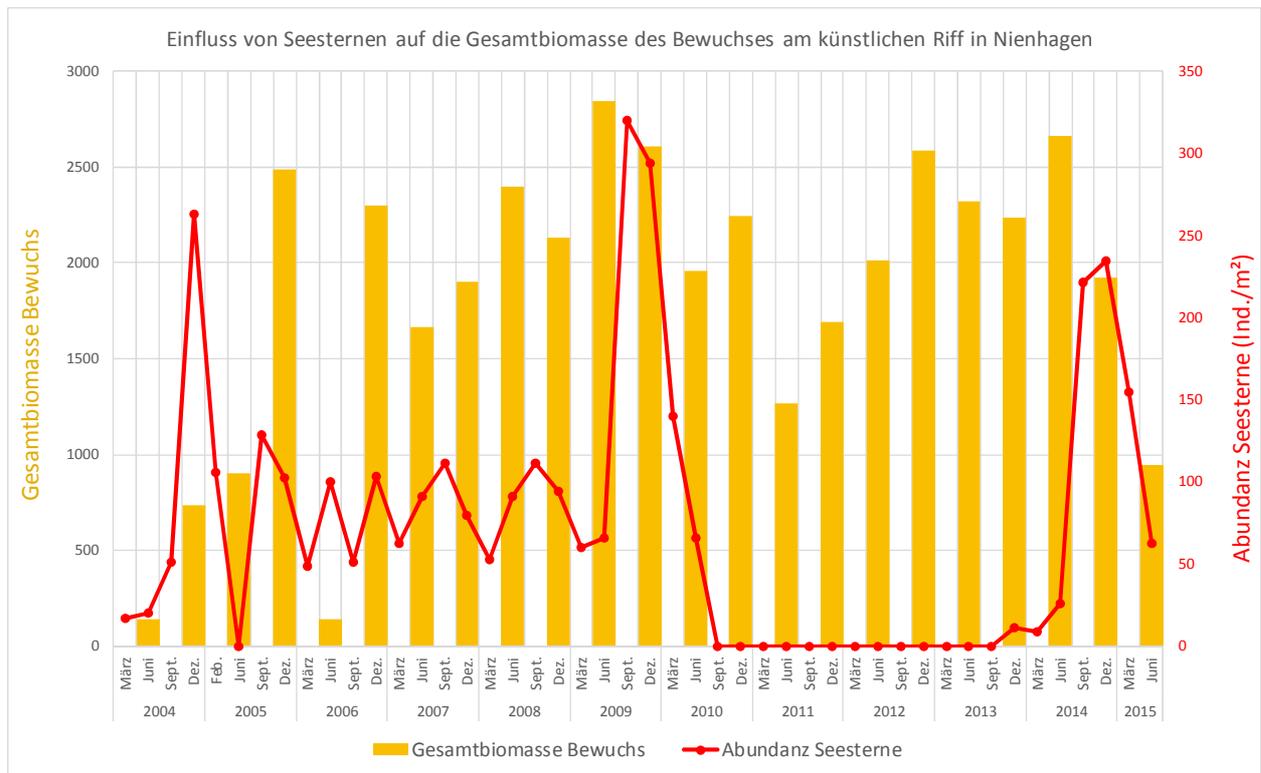


Abb.2.3-2: Entwicklung von Gesamtbioasse und Abundanz der Seesterne im Riff Nienhagen seit 2004

In der Zusammenschau wird deutlich, dass die Seesterne vor Nienhagen offensichtlich in der Lage sind, die Miesmuscheln stark zu dezimieren und somit auch indirekt die Diversität der gesamten Bewuchsgemeinschaft auf künstlichen wie auch auf natürlichen Substraten auf nahezu 0 zu setzen. Damit erübrigt sich die Frage nach dem Erreichen eines stabilen Klimax-Stadiums. Offensichtlich wird in diesem Tiefenbereich die Zusammensetzung der Bewuchsgemeinschaften weitgehend durch das klassische Räuber-Beute-Verhältnis zwischen Seesternen und Miesmuscheln bestimmt.

Auch das Aufkommen von Makroalgen ist vermutlich daran gekoppelt. Flächendeckender Bewuchs mit Muscheln bietet schlechte Bedingungen, durch Seesterne „leer gefressene“ Oberflächen bieten neue Ansatzmöglichkeiten für Sporen und somit deutlich bessere Bedingungen für Algen. Zudem sind nach starkem Miesmuschellarvenfall die Thalli der Algen auch dicht mit Jungmuscheln besetzt und reißen bei strömungsbedingter Bewegung leichter von den Oberflächen ab.

3. Bewuchsentwicklung im künstliches Riff Rosenort

3.1 Methoden

Die Methoden für das Monitoring im Riff Rosenort entsprachen in den wesentlichen Punkten denen, die auch im Riff vor Nienhagen zur Anwendung kommen. Folgende Abweichungen gab es im Vergleich zu Nienhagen:

- statt 12 gibt es am Riff Rosenort 8 Probeflächen/Fotostationen
- es erfolgt zusätzlich eine Entnahme von Benthosproben auf Sandböden
- als Referenz dient nicht das bei den fischereilichen Untersuchungen gewählte, weiter entfernte Gebiet sondern aufgrund der erforderlichen Substratübereinstimmung eine nur wenige Meter nördlich vom Mast, außerhalb des Einflusses der Strukturelemente, gelegene Sandfläche.

Tab.3.1-1 enthält eine Zusammenstellung der am Standort Rosenort angewandten Methoden.

Tab.3.1-1: Im Riffgebiet Rosenort angewandte Methoden zur Beschreibung der Bewuchsentwicklung

Fotografie von 8 Probeflächen	Repräsentative, gekennzeichnete Flächen auf den künstlichen Riffstrukturen werden mit Fotorahmen (20 cm x 25 cm) in vierteljährlichen Abständen fotografiert und ausgewertet
Entnahme von Kratzproben	Neben den Fotoflächen werden von den künstlichen Riffstrukturen Kratzproben (15 x 15 cm) entnommen und im Labor qualitativ und quantitativ ausgewertet
Langzeitplatten	Langfristig in einem speziellen Gestell exponierte Betonplatten (9 cm x 24 cm) werden mit 2 Parallelen in vierteljährlichen Abständen entnommen und untersucht
Kurzzeitplatten	Plexiglasplatten (9 x 24 cm) im Plattengestell werden vierteljährlich ausgetauscht und ausgewertet
Entnahme von Benthosproben	Mit einem Plexiglas-Stechrohr werden durch einen Taucher a) zwischen den Strukturen und b) außerhalb des engeren Riffgebietes je 3 Proben entnommen und im Labor ausgezählt
Fotografie auf Sandflächen	Mit Fotorahmen (40 cm x 60 cm) werden auf Sand a) zwischen den Strukturen b) außerhalb des engeren Riffgebietes je 3 Flächen fotografiert
Videoschnitt	Taucher schwimmt mit handgeführter Videokamera einen mit Leine gekennzeichneten langen Schnitt, der alle Strukturtypen einschließt, vierteljährlich ab.
Ausbringen, Bergen von ARMS und Bewerten der Besiedlung	Bergen der 2012 ausgebrachten ARMS, qualitative und quantitative Auswertung der Besiedlung im Labor

sen, am 17.04. waren nur noch die Basalplatten der Seepocken und einzelne kleine Miesmuscheln auf den Betonoberflächen erkennbar. Nachfolgend wurden die Oberflächen neu besiedelt. Miesmuscheln wanderten teils aus dem Inneren der Strukturen (Riffkegel, Höhlen in Steinschüttung) an die Außenflächen, später führte der neue Larvenfall und das darauf folgende schnelle Wachstum der Muscheln zur Neubedeckung. Im September des gleichen Jahres wurde bereits wieder ein Bedeckungsgrad von nahezu 100 % Muscheln festgestellt.

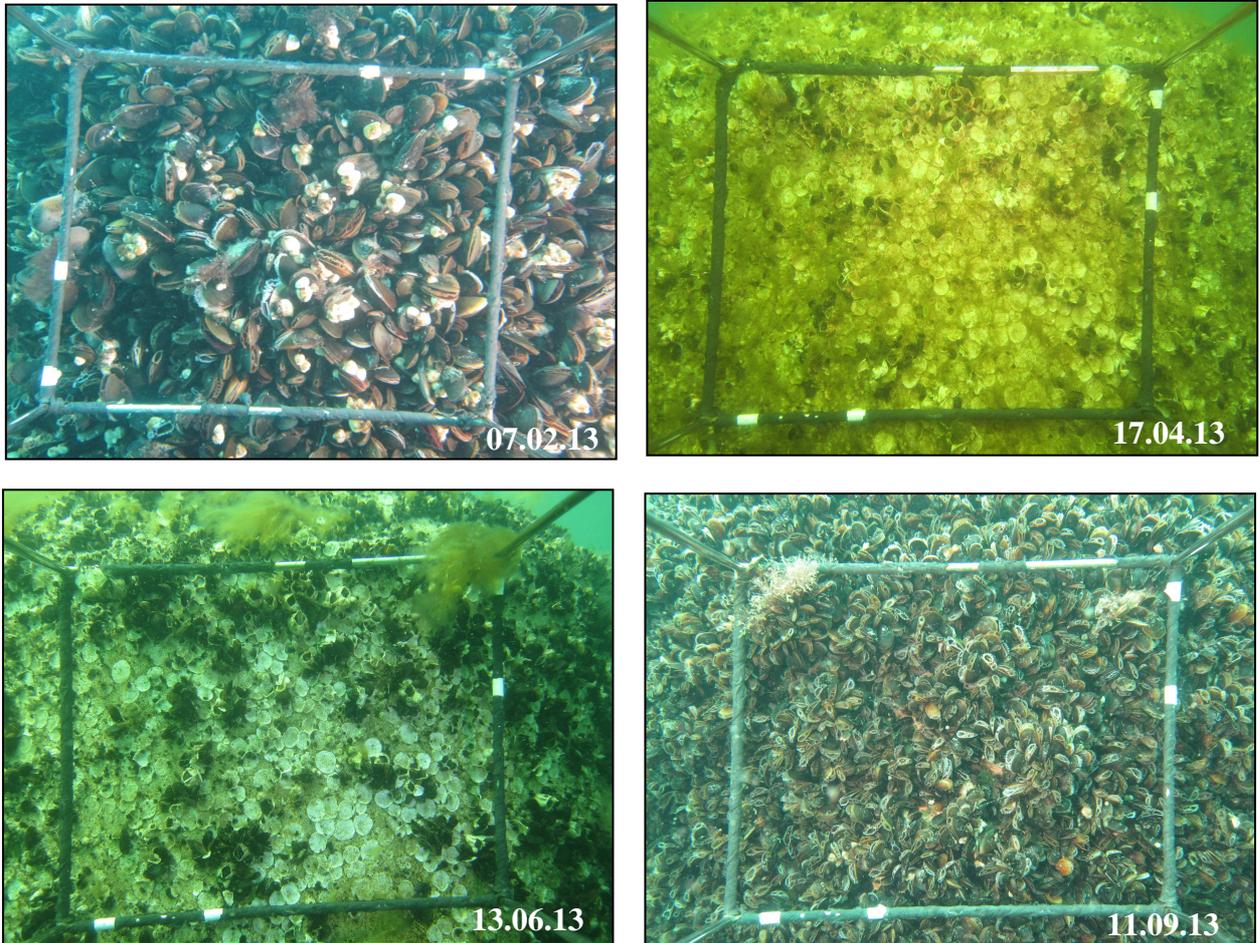


Abb.3.2.1-1: Fotofläche 6 im Jahr 2013. Die zunächst dicht mit Miesmuscheln bewachsene Fläche warden im zeitigen Frühjahr von Tauchenten abgefressen. Im Laufe des Jahres bedeckt sich die Fläche erneut vollständig mit Miesmuscheln

3.2.2 Kratzproben

Die Ergebnisse der im Untersuchungszeitraum an den Strukturen entnommenen Proben sind aufgrund des großen Umfangs der Tabellen im Anhang („Tab.KratzprobenROS2013-15“) beigelegt.

In Tab.3.2.2-1 ist eine Zuordnung zu den verschiedenen taxonomischen Gruppen vorgenommen worden. Bei den Evertebraten stellten die Crustaceen mit bis zu 13 Taxa pro Probenahmetermin die artenreichste Gruppe, gefolgt von den Mollusken mit 7 Arten.

Tab.3.2.2-1: Bei der Auswertung der Kratzproben im Riffgebiet Rosenort im Jahr 2014 gefundene Artenzahlen (Stat.1-8 an den künstlichen Strukturelementen)

Taxonomische Gruppen	Juni 2013	Dez. 2013	Juni 2014	Dez. 2014	Juni 2015
Grünalgen	0	0	0	0	0
Braunalgen	2	0	0	0	2
Rotalgen	12	9	0	3	7
Makroalgen	14	9	0	3	9
Cnidaria	1	0	0	1	0
Plathelminthes	0	1	0	1	1
Nemertini	2	2	1	0	0
Mollusca	7	7	4	7	5
Polychaeta	4	3	3	4	4
Crustacea	12	13	6	6	9
Bryozoa	1	2	1	1	2
Echinodermata	0	1	0	0	0
Evertebraten	27	29	15	20	21

Die Biomassewerte (FM, TM, AfTM) der Einzelarten sowie des Gesamtbewuchses sind in den oben genannten Anhangstabellen enthalten. Abb.3.2.2-1 beinhaltet eine vergleichende Darstellung der Gesamtbiosmassen auf den untersuchten 8 Flächen. Dargestellt sind jeweils die Gesamt-Trockenmassen (TM) der Kratzproben.

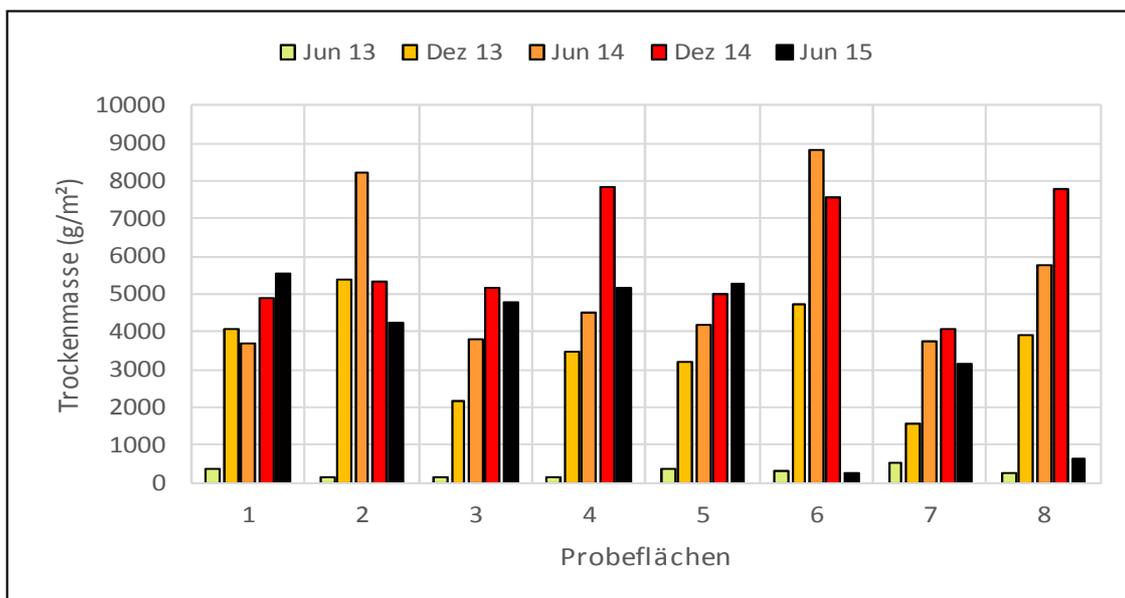


Abb.3.2.2-1: Aus den Kratzproben hochgerechnete Gesamtbiosmassewerte (Trockenmasse in g/m²) 2013-15

Auffällig ist, dass wie bereits am Riff Nienhagen beobachtet, bei dem jeweils zusammenhängenden Stationspaar (ungerade Zahl unten an der Struktur, gerade Zahl oben an der Struktur, z.B. 1 versus 2) die oben liegenden Probeflächen (2, 4, 6 und 8) meist höhere Biomassewerte aufwiesen als die unten liegenden (1, 3, 5, 7). Eine Ausnahme bilden die Juniwerte 2015. An den Stationen 6 (oberer Teil 6t-Tetrapod) und 8 (obere Lage Steinschüttung) waren die oberen Ränder im Frühjahr wiederum von Tauchenten zumindest teilweise abgeweidet worden.

Die aus den 8 Probeflächen, die einen relativ repräsentativen Querschnitt der vorhandenen Riffstrukturen wiedergeben, berechneten Mittelwerte lagen bei:

Mittelwerte	Feuchtmasse (FM g/m²)	Trockenmasse (TM g/m²)	aschefreie Trockenmasse (AfTM g/m²)
Juni 2013	809,16	289,67	52,33
Dez. 2013	10.333,28	3.560,40	677,99
Juni 2014:	16.276,05	5.333,97	1.031,42
Dez. 2014:	18.656,64	5.956,40	919,09
Juni 2015	11.771,56	3.637,25	653,39

Bei einer mit dem Riffaufbau in Rosenort insgesamt neu eingebrachten Strukturoberfläche von ca. 1.080 m² ergeben sich daraus rechnerisch folgende „zusätzlichen“ Gesamtbiomassen:

Mittelwerte	Feuchtmasse (FM)	Trockenmasse (TM)	aschefreie Trockenmasse (AfTM)
Juni 2013	0,9 t	0,3 t	0,06 t
Dez. 2013	11,2 t	3,8 t	0,7 t
Juni 2014:	17,6 t	5,8 t	1,1 t
Dez. 2014:	20,1 t	6,4 t	1,0 t
Juni 2015	12,7 t	3,9 t	0,7 t

Wie im Riff vor Nienhagen wurden im Juni 2013 auch vor Rosenort Kratzproben von den Innenseiten der Strukturen entnommen. Da an diesem Standort Betonringe und auch Tetrapodenstapel mit Hohlräumen fehlen, konnten hier nur an Riffkegeln und an der Steinschüttung vergleichende Untersuchungen vorgenommen werden.

Auffälligster Unterschied war der starke Miesmuschelbewuchs auf den inneren Flächen im Vergleich zu den durch Enten stark abgefressenen Außenseiten. Hinzu kam naturgemäß das Fehlen von Algen auf den Innenseiten (Lichtmangel) und das innen stärker ausgeprägte Vorkommen von Hydroidpolypen. Die Einzelergebnisse sind in der Anhangstabelle „Tab.KratzprobenROSinnen“ enthalten. Die Fotos in Abb.3.2.2-2 zeigen die Situation an einem Kegel (obere Fotos) und in bzw. auf der Steinschüttung (untere Fotos).

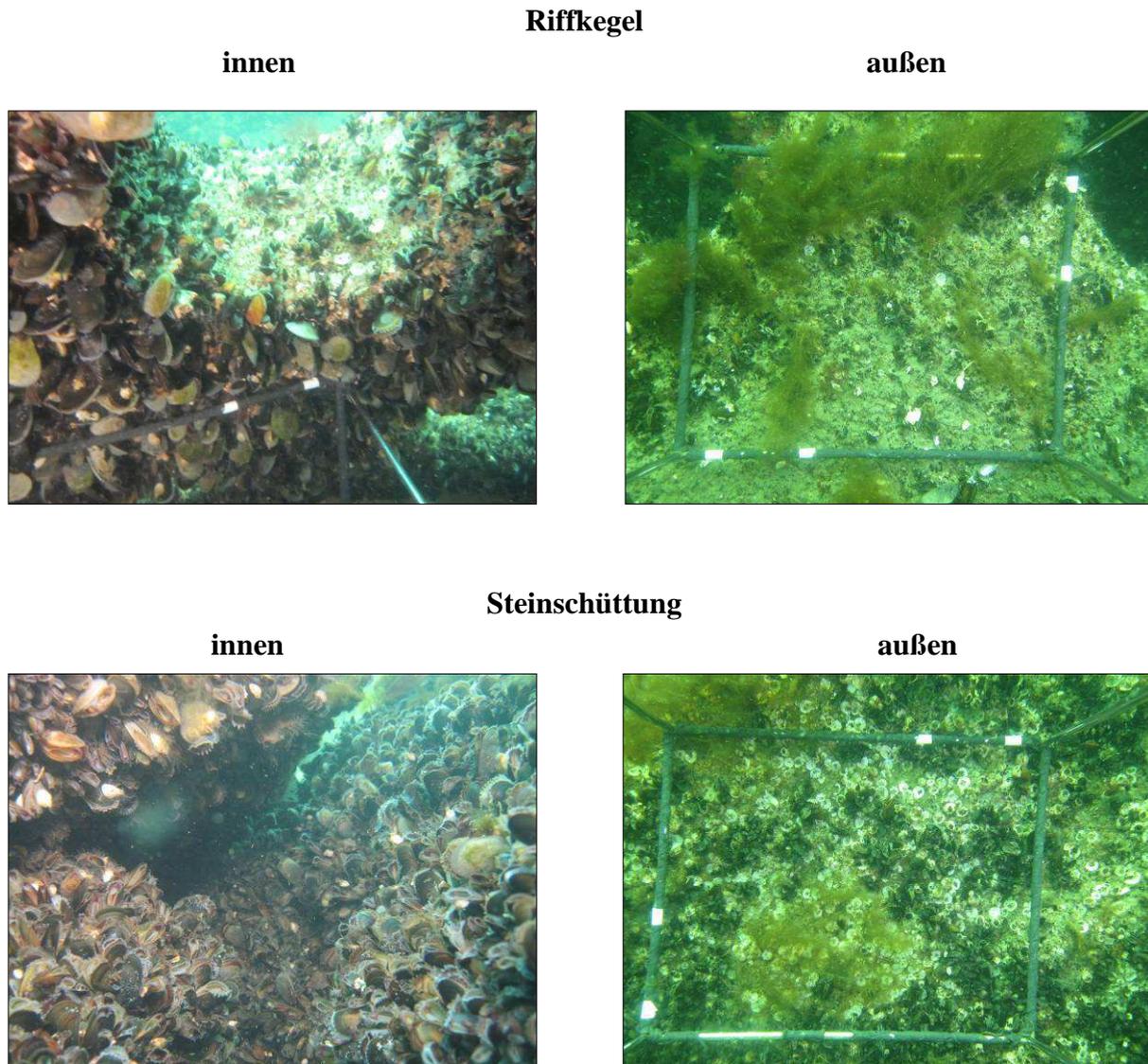


Abb.3.2.2-2: Typische Fotos der bewachsenen Oberflächen der Innen- und Außenseite eines Riffkegels (obere Fotos) und der Steinschüttung (untere Fotos), Juni 2013

Beim Blick auf die Artenzahlen (Abb.3.2.2-3) lassen sich kaum Unterschiede erkennen. Bei einem Vergleich der Biomassewerte (Abb.3.2.2-4) wird der Unterschied zwischen Außen- und Innenseite, der auf den höheren Bewuchsdichten von Miesmuscheln auf den Innenseiten basiert, deutlich. Im Mittel der 4 Proben war die Biomasse zu diesem Zeitpunkt auf den Innenseiten der Strukturen 4,5 x so hoch wie auf den Außenseiten.

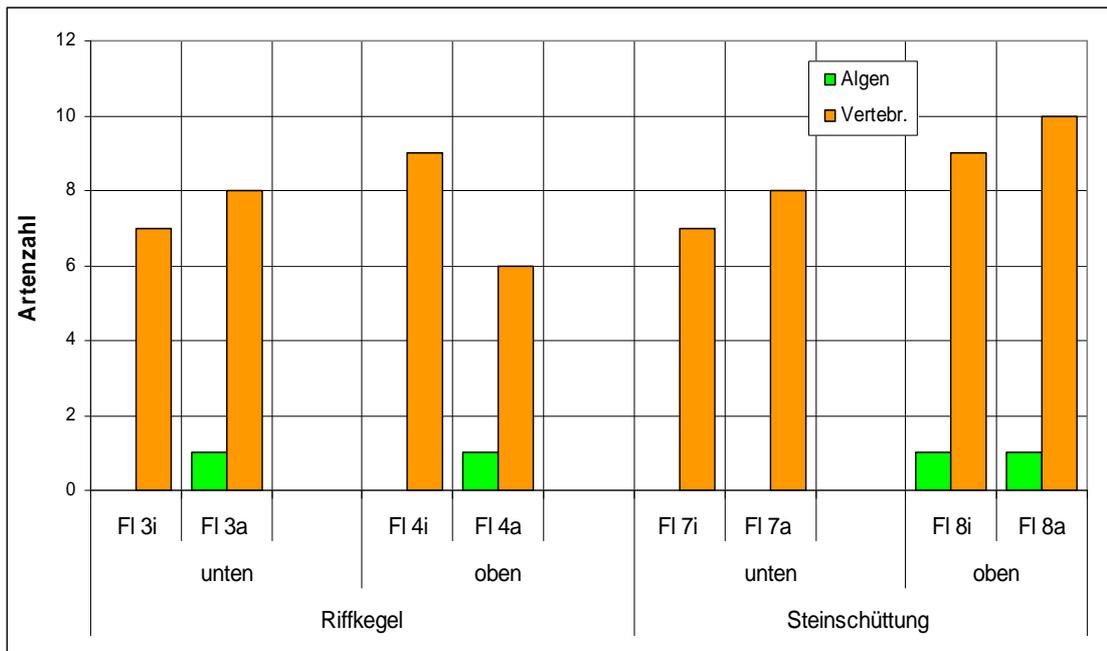


Abb.3.2.2-3: Vergleich der Artenanzahl Algen und Evertebraten an den Innen- und in gleicher Höhe liegenden Außenflächen im Juni 2013

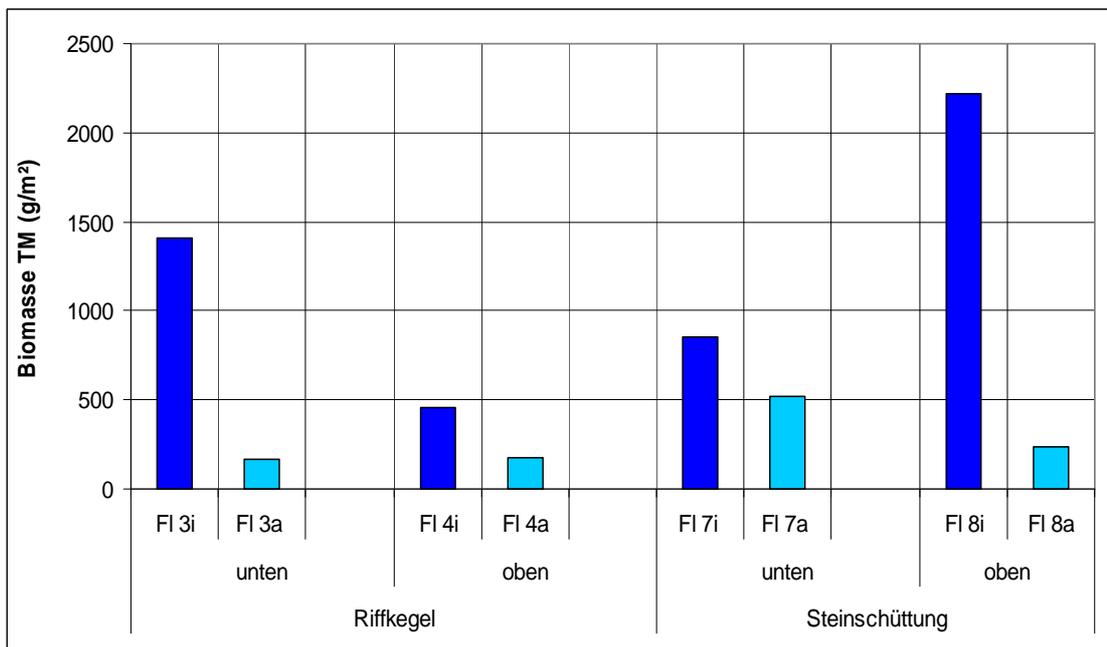


Abb.3.2.2-4: Vergleich der Gesamtbiomassewerte (TM) an den Innen- (dunkelblau) und in gleicher Höhe liegenden Außenflächen (hellblau) im Juni 2013

3.2.3 Langzeitplatten

Die Langzeitplatten, die aktuell aus dem Auslagerungsgestell entnommen wurden, stammen aus dem April 2011. Sie werden im Gegensatz zu den Strukturelementen gewöhnlich nicht von Tauchenten beeinträchtigt.

Tab.3.2.3-1 enthält eine Übersicht der im Untersuchungszeitraum gefundenen taxonomischen Hauptgruppen und der jeweiligen Artenanzahl pro Gruppe. Die Einzelheiten sind den Tabellen „Tab.LZP_ROS2013-15“ im Anhang zu entnehmen.

In Abb.3.2.3-1 wurde die Entwicklung der Artenzahlen für Algen und Evertebraten im Verlauf des Untersuchungszeitraumes grafisch dargestellt. Die Zahl der jeweils pro Termin auf einem Plattenpaar gefundenen Evertebratenarten nahm von 2013 bis 2015 von anfangs 25 auf aktuell 17 ab. Bei den Algen war hingegen eine Zunahme der Artenzahlen von 3 auf 6 zu verzeichnen. Die Einzelergebnisse pro Art sind in der Anhangstabelle „Tab.LZP_ROS 2013-15“ enthalten.

Tab.3.2.3-1: Anzahl der bei der Auswertung der Langzeitplatten 2013-15 gefundenen Arten

Taxonomische Gruppen	2013	2014	2015
Grünalgen	0	0	0
Braunalgen	1	0	0
Rotalgen	2	5	6
Makroalgen	3	5	6
Cnidaria	0	0	0
Plathelminthes	2	1	0
Nemertini	2	2	0
Mollusca	7	7	6
Polychaeta	4	4	2
Oligochaeta	0	0	0
Crustacea	10	7	8
Bryozoa	0	2	1
Evertebraten	25	23	17

Abb.3.2.3-2 zeigt die Entwicklung der Biomasse des Bewuchses auf den Langzeitplatten. Ab September 2013 lagen die Gesamtbiomassewerte relativ konstant zwischen 2.000 und 4.000 g TM/m². Am Ende des Untersuchungszeitraumes war eine leich rückläufige Tendenz der Werte zu beobachten.

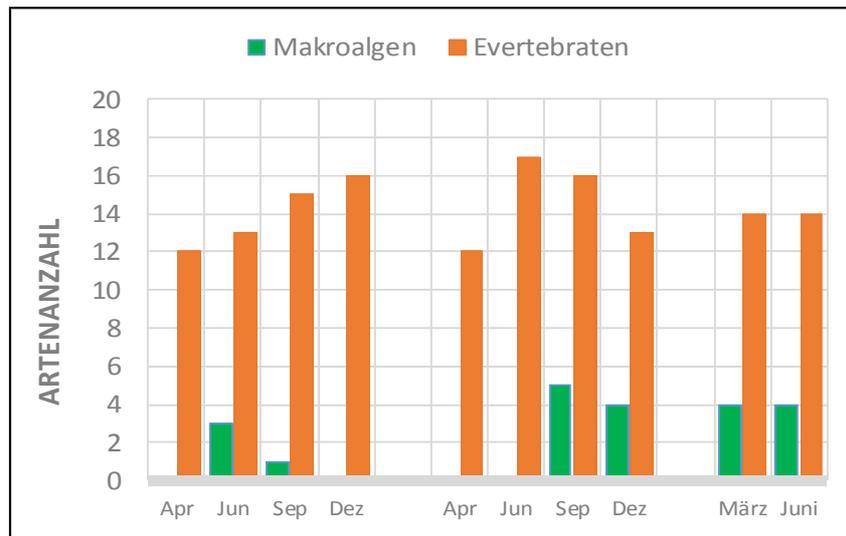


Abb.3.2.3-1: Entwicklung der Gesamtartenzahlen von Makrophyten und Evertebraten auf den Langzeit-Platten am Riff Rosenort im Jahr 2014

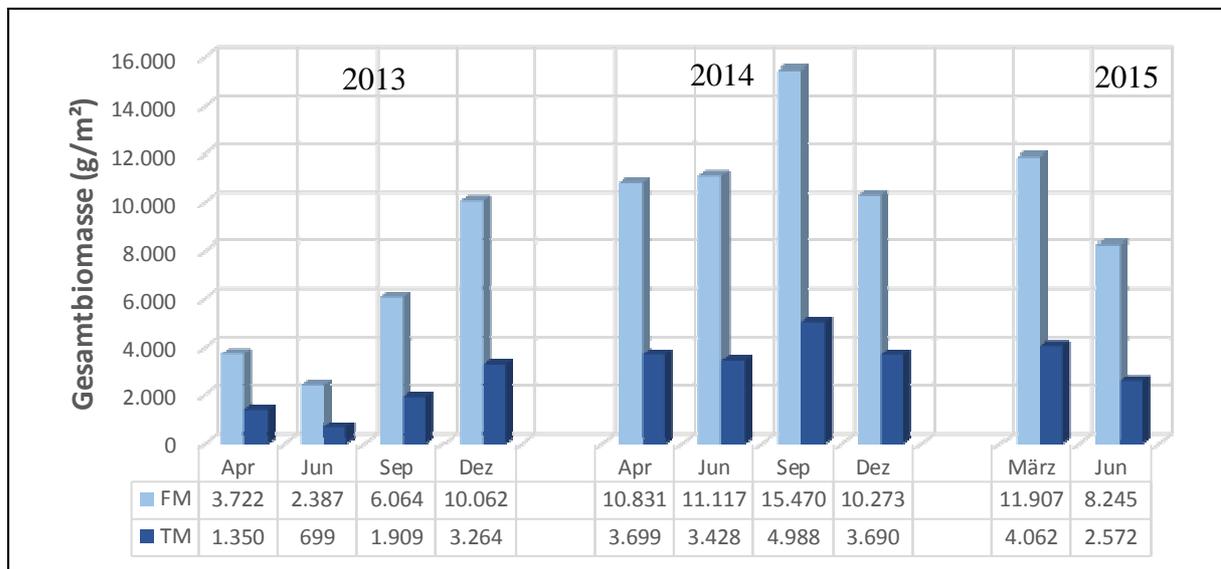


Abb.3.2.3-2: Entwicklung der Gesamtbiomasse auf den Langzeitplatten im Riffgebiet Rosenort 2013-15

3.2.4 Kurzzeitplatten

Aus der Auswertung der in vierteljährlichen Abständen gewechselten Kurzzeitplatten ließ sich das in Tab. 3.2.4-1 dargestellte Muster erkennen. Im Winter siedelten sich überwiegend, der Hydroidpolyp *Laomedea flexuosa*, der Schlickröhren bildende Polychaet *Polydora ciliata* und ectocarpale Braunalgen an. Von März bis September siedelten fast alle anderen vorkommenden Arten, wobei die Hauptansatzzeit der Larven von Miesmuscheln und Seepocken eher in der 2. Sommerhälfte, bis September lag.

Tab.3.2.4-1: Auf Kurzzeitplatten beobachtete Ansatzzeiten von Bewuchsorganismen im Riffgebiet Nienhagen von 2013 bis 2015

		Januar - März	März - Juni	Juni - September	Sept.- Dezember
	2013				
Diatomeen	2014				
	2015				
	2013				
Ciliaten	2014				
	2015				
Phaeophyceae (Braunalgen)	2013				
<i>Ectocarpus sp.</i>	2014				
	2015				
	2013				
<i>Pilayella sp.</i>	2014				
	2015				
Rhodophyceae (Rotalgen)	2013				
<i>Aglaothamnion hookeri</i>	2014				
	2015				
	2013				
<i>Ceramium sp.</i>	2014				
	2015				
	2013				
<i>Polysiphonia nigrescensj</i>	2014				
	2015				
Hydrozoa (Hohltiere)	2013				
<i>Laomedea flexulosa</i>	2014				
	2015				

Fortsetzung Tab:3.2.4-1

Mollusca (Weichtiere)	2013				
<i>Mytilus edulis</i>	2014	x	x		
	2015				
Polychaeta (Vielborster)	2013				
<i>Polydora ciliata</i>	2014				
	2015				
Crustacea (Krebse)	2013				
<i>Amphibalanus improvisus</i>	2014				
	2015				

Ansatzdichte

gering	mittel	stark
--------	--------	-------

3.2.5 Benthos auf den umgebenden Sandflächen

Zur Einschätzung der Benthosgemeinschaft in/auf den Sandflächen in unmittelbarer Nähe zu den Strukturen und – im Vergleich dazu – auf etwas weiter entfernten Sandflächen wurden neben den von einem Taucher entnommenen Sedimentstechrohrproben auch mit einem Rahmen aufgenommene Fotos der Sandoberflächen herangezogen und ausgewertet.

3.2.5.1 Auswertung der Sedimentstechrohrproben

Die ausführlichen Ergebnisse der Probenauszählungen befinden sich in den Anhangtabellen „Tab.Sand Riff“ und „Ref 2013-15“. Bezogen auf die Artenzahl wurden in den aus dem Referenzgebiet (außerhalb der Strukturen) entnommenen Sandproben in allen 3 Jahren etwas mehr Arten gefunden als in den Proben, die innerhalb bzw. in unmittelbarer Nähe zu den Strukturen entnommen wurden. Der Unterschied lag meist bei 1-2 Arten, häufig Polychaeten- oder auch Crustaceen-Arten. Mit großer Stetigkeit vorkommende Arten sind *Batyporeia pilosa*, *Macoma balthica*, *Peringia ulae*, *Cerastoderma edule* und die Polychaeten *Paraonis fulgens* und *Pygospio elegans*.

Interessant, da in der Vorjahre nicht beobachtet waren Massenvorkommen der kleine Schnecken *Peringia ulvae* (früher *Hydrobia*) und der Sandklaffmuschel *Mya arenaria* im Herbst und Winter 2014. Abb.3.2.5.-1 enthält Fotos beider Arten.

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum 15 Taxa im Referenzgebiet und 13 Arten innerhalb des Riffs Arten gefunden (Tab.3.2.5-1). Die artenreichste Gruppe waren an beiden Standorten Polychaeten (6 bzw. 7 Arten).

Tab.3.2.5-1: Anzahl der bei der Auswertung der Benthosproben auf Sand im Riffgebiet Rosenort 2013—15 innerhalb und außerhalb der Strukturelemente gefundenen Arten

Taxonomische Gruppen	2013		2014		2015	
	innerhalb (Riff)	außerhalb (Referenz)	innerhalb (Riff)	außerhalb (Referenz)	innerhalb (Riff)	außerhalb (Referenz)
Mollusca	6	6	5	4	3	4
Polychaeta	5	6	6	7	6	6
Crustacea	1	2	2	4	1	1
Gesamt	12	14	13	15	10	11

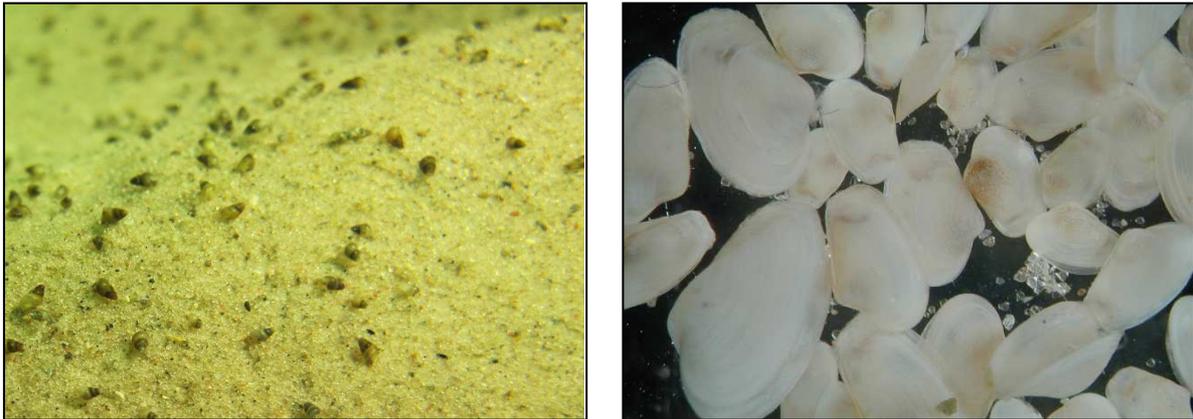


Abb.3.2.5-1: Ungewöhnlich dichte Besiedlung der Sandoberflächen mit kleinen Schnecken *Peringia ulvae* (linkes Foto) im Sand waren zeitgleich (Herbst 2014) auch ungewöhnlich viele junge Sandklaffmuscheln *Mya arenaria* (rechtes Foto) zu finden

Das hohe Aufkommen beider Arten ab September machte sich bereits 2014 bei der Auswertung der Biomassewerte bemerkbar (Abb.3.2.5-2). In den Proben von 2015 war die dichte Besiedlung durch die recht groß werdenden Sandklaffmuscheln in Form einer Zunahme der Biomasse nur im Referenzgebiet zu erkennen. Es ist zu vermuten, dass der Fraßdruck auf die im Sediment sitzenden Tiere in der Nähe der Riffstrukturen ausgeprägter ist als rifffern, denn dort ging die Abundanz der Muscheln bereits wieder auf das Ausgangsniveau zurück.

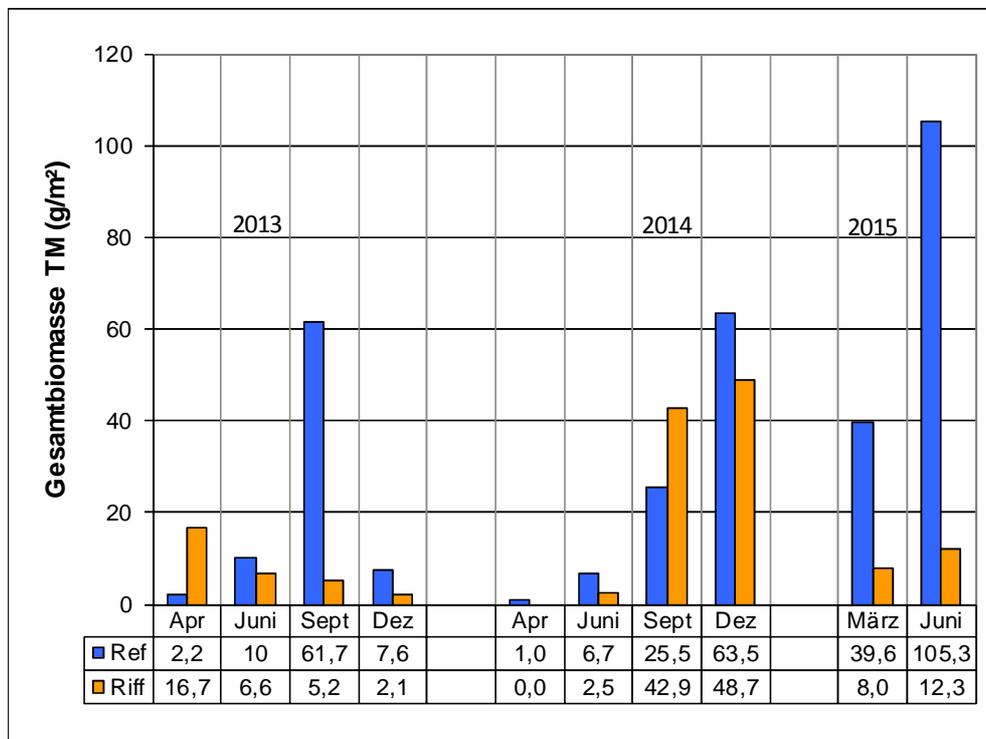


Abb.3.2.5-2: Monatliche Gesamtbiomassewerte Makrozoobenthos der Sandflächen in der Nähe der Strukturen des künstlichen Riffs Rosenort (Riff) und weiter entfernt, außerhalb der Strukturen (Ref)

3.2.5.2 Auswertung der Fotos

Bei der Fotoauswertung konnte mit dem Sandpierzurm *Arenicola marina* nur eine eindeutig zu erkennende und zu zählende Art erfasst werden. Die während der 10 Termine aufgenommenen 60 Fotos wurden am Computerbildschirm ausgewertet, d.h. die innerhalb des Foto Rahmens erkennbaren frischen Kothaufen des Sandpierzurms wurden ausgezählt. Abb.3.2.5-3 zeigt ein Foto mit typischen Kothaufen.

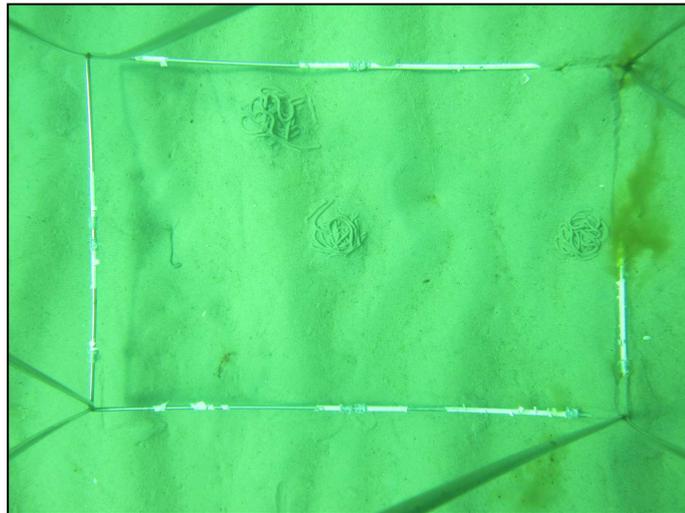


Abb.3.2.5-3: Kothaufen/Auswurf von Sandpierzurmern *Arenicola marina*, Riffgebiet, 10.06.15

Die Zählergebnisse sind in Tab.3.2.5-2 zusammenfassend dargestellt. Über den gesamten Untersuchungszeitraum gemittelt kamen im Riffgebiet 4,2 Ind./m² vor und damit nur etwa halb so viel wie im außerhalb liegenden Referenzgebiet. Dort lag der Mittelwert bei 7,8 Ind./m².

Tab.3.2.5-2: Ergebnistabelle der Auszählung von *Arenicola marina* auf Sandflächen im Gebiet Rosenort im Jahr 2014, ermittelt anhand von Fotos

		Riff					Referenz				
		Foto			MW	Ind./m ²	Foto			MW	Ind./m ²
		1	2	3			1	2	3		
2013	März	0	0	0	0,00	0,0	2	1	3	2,00	8,3
	Juni	0	1	0	0,33	1,4	3	2	2	2,33	9,7
	Sept	0	0	0	0,00	0,0	1	2	6	3,00	12,5
	Dez	0	0	0	0,00	0,0	1	1	0	0,67	2,8
2014	März	0	0	0	0,00	0,0	1	4	0	1,67	6,9
	Juni	1	1	3	1,67	6,9	2	1	2	1,67	6,9
	Sept	4	2	1	2,33	9,7	4	1	0	1,67	6,9
	Dez	2	4	2	2,67	11,1	0	2	4	2,00	8,3
2015	März	2	1	3	2,00	8,3	1	1	2	1,33	5,6
	Juni	1	1	1	1,00	4,2	3	1	3	2,33	9,7
MW						4,2					7,8

3.2.6 Entwicklung im Gesamtgebiet – Videoschnitte

Die Entwicklung ist mittels 6 Videoschnitten aufgezeichnet worden (DVD beiliegend). Interessant, da im Riff Rosenort in diesem Umfang zumindest selbst noch nicht beobachtet, ist das hohe Aufkommen von Rippenquallen im Dezember 2014.

3.3 Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit denen der Vorjahre – Langzeit-Entwicklung

Das Riff vor Rosenort besteht seit 2009 und präsentiert sich gegenwärtig als baulich stabiles, den natürlichen Gegebenheiten entsprechend bewachsenes Habitat in einer ansonsten nur mit wesentlich flacher aufragenden Steinen umgebenen Sand-Gemeinschaft. Die Miesmuschelgemeinschaften auf den Strukturen sind Lebensraum für eine relativ artenreiche Begleitfauna aus Kleinkrebsen, Schnecken und Polychaeten.

In Abb.3.3-1 ist die Entwicklung der Gesamt-Biomassen auf den 8 Beobachtungsflächen von Beginn der Auslagerung im Spätherbst 2009 bis zum Juni 2015 dargestellt. Bereits 2 Jahre nach Auslagerungsbeginn lagen die Biomassewerte (Trockenmasse) im Mittel bei 4.640 g/m². Der Biomassewert auf und in dem umgebenen Sandboden (Ergebnis Stechrohrproben) lag zeitgleich bei nur 7,7 g/m² (Jahresmittel Riffgebiet 2011)! Diese enorme Entfaltung von biologischer Aktivität basiert vor allen auf filtrierenden Organismen und trägt damit zur Deutrophierung der Ostsee bei. Darüber trat mit der „Anreicherung von Leben“ der erhoffte Effekt – attraktivere Versteck und Nahrungsbedingungen für Fische zu schaffen relativ kurzfristig ein.

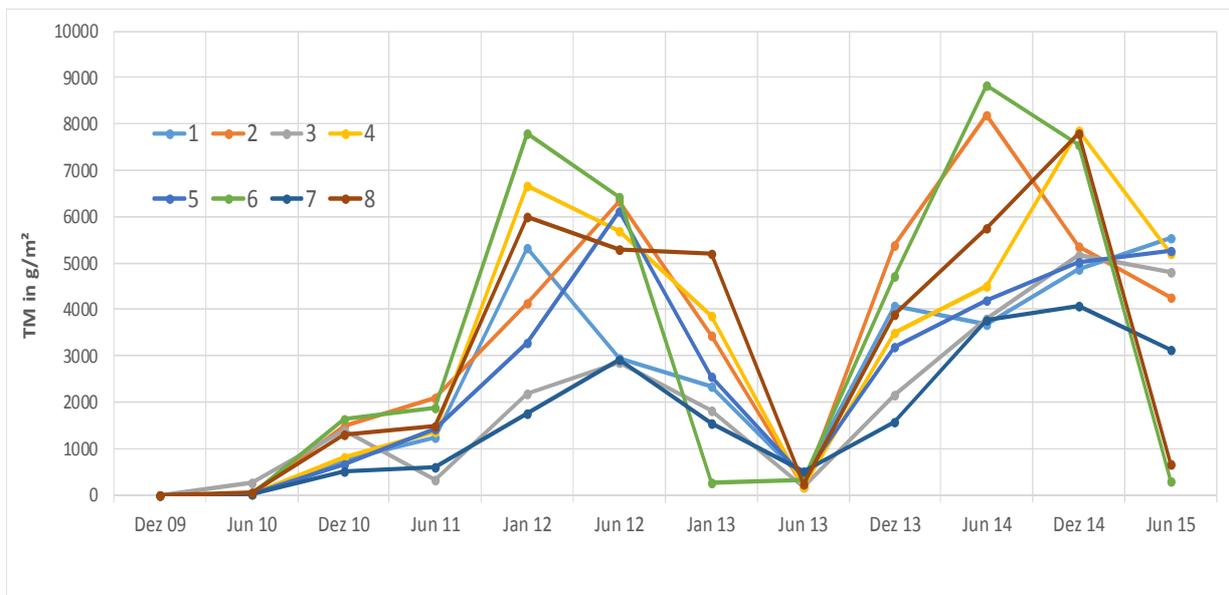


Abb.3.3-1: Entwicklung der Gesamtbiomassewerte auf den 8 Kontrollflächen im Riff Rosenort seit Dezember 2009

Der Verlauf der Kurvenschar in Abb.3.3-1 zeigt aber auch, dass das System starken natürlichen Schwankungen ausgesetzt ist. Der beim Sommertermin 2013 festgestellte starke Rückgang der Biomassewerte wurde durch Tauchenten hervorgerufen. Die Betonelemente waren zu diesem Zeitpunkt nahezu völlig frei von Bewuchs und die Sukzession begann von neuem. Aber auch dieser Effekt – Nahrungsgrundlage für an der deutschen Küste überwinternde Eider und Eisenten aus Skandinavien zu sein – ist eine durchaus gewollte und ökologisch sinnvolle Funktion eines künstlichen Riffs. Wie auch im Riff Nienhagen, wo abgeleitet aus den aktuellen Untersuchungen klar wurde, dass mit dem Seestern ein „biologischer Faktor“ entscheidend auf die Entwicklung der Bewuchsgemeinschaft und damit die Gesamtleistung des Systems Riff Einfluss nimmt, scheint auch im Riff Rosenort mit den Tauchenten eine biologische Komponente – die zudem auch noch von außen eingreift – die Entwicklung des Systems entscheidend zu bestimmen.

Im Vergleich mit dem in größerer Wassertiefe gelegenen Riff Nienhagen sind auf den Strukturen vor Rosenort sehr viel mehr Kleinkrebse, die ihrerseits eine wichtige Nahrungsgrundlage für die Fische sind. Zwischen den Schalen der Muscheln leben dort im Mittel ca. 1.500 Kleinkrebse, überwiegend *Gammarus salinus*, pro m². Die Lebensbedingungen sind aufgrund der hohen Strömungsexposition und geringen Wassertiefe stabil, der neuerliche Salzeinstrom aus der Nordsee im Herbst 2014 verbesserte zudem die Bedingungen für ihrem Ursprung nach marine Tiere, was sich unter anderem auch darin äußerte, dass auch in diesem Riff erste Seesterne beobachtet wurden. Die Artenliste der bisher im und am Riff gefundenen Wirbelloser umfasst aktuell 50 Arten und es ist davon auszugehen, dass sich die ansässigen Lebensgemeinschaften weiter stabilisieren.

4. Zusammenfassung

- Mit dem Monitoringprogramm 2013-15 wurden die begleitenden Untersuchungen zur Entwicklung der Bewuchsgemeinschaften (Evertebraten und Makroalgen) für die Riffstandorte Nienhagen und Rosenort fortgesetzt.
- Die Entwicklung im Riff Nienhagen war in diesem Zeitraum geprägt durch ein Massenaufkommen von Seesternen, *Asterias rubens* mit im Mittel 234 Ind./m² auf den Riffstrukturen. In der Folge kam zu einer deutlichen Reduktion der Bewuchsbioasse und auch die Artenvielfalt der begleitenden vagilen Fauna zeigt aktuell einen leicht negativen Trend. Die Auswertung der Langzeitentwicklung macht deutlich, dass es seit 2003 mindestens 2 ähnliche Ereignisse gegeben hat und sich die Situation in aller Regel innerhalb des Folgejahres stabilisiert.
- Bei den im Sommer und Spätherbst in und zwischen den Riffstrukturen gelegentlich zu beobachteten „Weißen Flecken“ handelt es sich um fädige Schwefelbakterien der Familie Beggiatoaceae, die ihre Stoffwechselenergie aus der Oxidation von Sulfiden beziehen. Ihr Vorkommen ist ein Indikator für hohe organische Anteile im Boden und steht wahrscheinlich in engem Zusammenhang mit der Abgabe von Faeces/Pseudofaeces der Miesmuscheln an Stellen mit reduziertem Wasseraustausch.

- Sauerstoffmessungen mit einer von einem Taucher handgeführten Elektrode haben gezeigt, dass es unter sommerlichen „Normalbedingungen“ nur sehr geringe Unterschiede bezüglich der Sauerstoffkonzentration außerhalb und innerhalb (Innenräume Riffkegel, Brunnenringe und Höhlen in den Tetrapodenstapeln) der Strukturelemente gibt. Die Unterschiede in der Besiedlung - hierzu wurden 2013 erstmals spezielle Vergleichsproben entnommen - ergeben sich eher aus der geringeren Strömungsexposition und dem reduzierten Lichtangebot.
- Eine Kartierung der Stellen, an denen sich abgestorbene Pflanzenreste sammeln - überwiegend Rotalgen - im Juli 2015 hat gezeigt, dass sich die „Teppiche“ im Strömungsschatten von dicht stehenden Riffelementen bilden, am Untersuchungstag wurde die Gesamtgröße der betroffenen Flächen aber auf lediglich 10 m² geschätzt.
- Für einen möglichen Transport von Pflanzen, Pflanzenresten oder auch Kleinkrebsen oder Seesternen an die Oberfläche wurde ein von einem Taucher autonom zu betreibendes Airlift-System entwickelt.
- Von 2012 bis 2014 wurden an den beiden Riffstandorten und erweitert am Standort Nienhagen in 6 und 18 m Tiefe autonome Monitoring Riff-Strukturen (ARMS) ausgebracht und deren Besiedlung ausgewertet. Während die Ergebnisse (Artenzusammensetzung der sich in und auf den Strukturen innerhalb eines Jahres ansiedelnden Evertabratenfauna) viele Gemeinsamkeiten aufwiesen, herrschte in 18 m offensichtlich eine grundlegend andere Situation. Das Fehlen von lebenden Miesmuscheln (leere Schalen vorhanden) weist darauf hin, dass es zeitweise zu Sauerstoffmangelsituationen kommt. Seescheiden, Moostierchen und Hydroidpolypen nehmen in der sich dort bildenden Gemeinschaft größeren Raum ein, Algen kommen nur noch stark reduziert vor.
- Aktuell (Juni 2015 wurden als mittlere Gesamtbiomasse auf den Oberflächen des Riffs Nienhagen folgende Werte ermittelt: FM = 2.734 g/m², TM = 818 g/m², AfTM 130 g/m².
- Die Situation auf den Strukturen am Riffstandort Rosenort ist wie auch vor Nienhagen als eine *Mytilus*-Gesellschaft anzusprechen, wobei am flacheren, stärker exponierten Standort Rosenort sehr viel mehr Kleinkrebse - überwiegend *Gammarus salinus* – zwischen den Muschelschalen vorkommen. Die aktuell aus Kratzproben ermittelten Gesamtbiomassewerte liegen bei: FM = 11.771 g/m², TM = 3.637 g/m² und 653 g/m².
- Im Frühjahr 2013 wurden im Riff Rosenort nahezu alle von außen erreichbare Miesmuschel durch Tauchenten abgefressen, im Lauf des Jahres wanderten Muscheln aus dem Inneren der Strukturen und vom Grund erneut in die Flächen ein, ein starker Larvenfall beschleunigte die Entwicklung, so dass der „Totalverlust“ inzwischen ausgeglichen ist. Auch hier ist der „biologische“ Einfluss auf die Bewuchsgemeinschaft offensichtlich größer als ursprünglich angenommen.
- Mit dem Erreichen eines „Klimaxstadiums“ ist an beiden Riffstandorten vorerst nicht zu rechnen. Es wird immer deutlicher, dass die Gesamtsituation der Bewuchsgemeinschaft im Riff Nienhagen stark an das Oszillieren einer Räuber/Beute-Kurve (Seestern-Miesmuschel) erinnert. Im Riff Rosenort hängt die Entwicklung weitgehend davon ab, wie stark die Oberflächen im Winter von Tauchenten aufgesucht werden.

- Aufgrund der enormen Filterleistung, der Bereicherung der Habitatvielfalt und der Funktion als Nahrungs- und Schutzraum für Fische wird die ökologische Bedeutung beider Riffe als außerordentlich hoch angesehen.