

Entwicklung von Bewuchsgemeinschaften im künstlichen Riff vor Nienhagen

Stefan Sandrock, Eva-Maria Scharf, Thomas Mohr*

bioplan – Institut für angewandte Biologie und Landschaftsplanung, Strandstraße 30, 18211 Ostseebad Nienhagen, * Institut für Fischerei an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV (LFA), Fischerweg 408, 18069 Rostock

Zusammenfassung

Unter der Projektleitung des Instituts für Fischerei der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV (LFA) wurden vor der Küste Mecklenburgs zwei künstliche Riffe errichtet. Die Entwicklung der Fauna und Flora, insbesondere deren Einfluss auf die Rekrutierung von Dorschen wird durch einen Verbund verschiedener Forschungseinrichtungen (siehe www.riff-nienhagen.de) wissenschaftlich begleitet. Die Finanzierung erfolgt über Landesmittel und den Europäischen Fischereifond (EFF). Die hier dargestellten Ergebnisse beziehen sich im Wesentlichen auf die Besiedlung der Strukturen mit wirbellosen Tieren (Makrozoobenthos, Bewuchs) und Algen als Nahrungsbasis für die Fischpopulation an den Strukturen. Es wird eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse des seit 7 Jahren laufenden begleitenden Bewuchs-Monitoringprogramms gegeben.

Stichworte

künstliches Riff, Makrozoobenthos, Bewuchs, Evertebraten, Algen, Dorschrecruitment

Einleitung

Die fischereilichen Ressourcen der Ostsee haben trotz umfangreicher Managementmaßnahmen, einen abnehmenden Trend. Dies trifft auch auf den westlichen Teil der Ostsee und damit auf die Küstenregion Mecklenburg-Vorpommerns zu. Im Riffprojekt wurde neben den herkömmlichen Managementmaßnahmen wie: Mindestanlandelängen, Mindestmaschenweiten, zeitlichen Fangverboten und zeitweilig gesperrten Gebieten nach alternativen Möglichkeiten zur Stabilisierung der Wirtschaftsfischbestände gesucht. Im Ergebnis entstand vor Nienhagen ein großflächiges künstliches Unterwasserhabitat als Rekrutierungs-, Aufwuchs- und Ruhezone für die hier vorkommenden Fischarten. Durch die wissenschaftlichen Untersuchungen an diesem Riff konnte eine Erhöhung der fischereilichen Wertigkeit in diesem Gewässerareal nachgewiesen werden.

Das Ziel des Teilprojektes „Monitoring der Besiedlungsökologie verschiedener Riffmaterialien“ bestand in erster Linie darin, die sich auf den Strukturen im Riff vollziehende Ansiedlung und Entwicklung von Bewuchsgemeinschaften im Rahmen eines Monitoringprogrammes begleitend zu beschreiben (Artenzusammensetzung, Ansiedlungszeiten, Wachstumsdynamik). In zweiter Linie ging es darum, diesen Prozess durch gezielte Einzelversuche genauer zu verstehen und daraus Schlüsse für den optimalen Aufbau künstlicher Riffe aus fischereilicher Sicht abzuleiten. Diese Einzelversuche können aus Platzgründen an dieser Stelle nicht dargestellt werden sondern sind Bestandteil einer weiteren Veröffentlichung.

Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet

Mit der grundsätzlichen Zielstellung, den Nachweis zu erbringen, dass künstliche Strukturen eine Erhöhung der fischereilichen Wertigkeit in diesem Seegebiet nach sich ziehen, wurden unter Schirmherrschaft der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V (LFA) 1994 eine Studie erarbeitet und 1996 bis 1998 durch den Fisch und Umwelt M-V e.V. erste Strukturen (63 Stück Betonröhren mit einem Durchmesser von 40 cm und einer Länge von 100 cm, ca. 70 Stück Tonröhren mit Längen bis 100 cm, 8 Stück künstliche Seegraswiesen mit 200 cm Durchmesser und ca. 2000 t Natursteine) im Fischereischutzgebiet (FSG) Nienhagen der LFA zu Wasser gebracht. Das FSG befindet sich ca. 8 km westlich von Warnemünde und nördlich des Ostseebades Nienhagen in einer Entfernung von ca. 1,5 km vom Ufer auf 11 bis 12m Wassertiefe (Abb.1).



Abb.1: Lage des künstlichen Riffs Nienhagen

Die Beobachtungen an den Strukturen, hier sei vor allem die Dokumentation des ungestörten Lebens mittels autonomer Unterwassertechnik durch die Universität Rostock (Lehrstuhl für Meerestechnik) erwähnt, bildeten die Grundlage für die Entscheidung der Weiterführung des Riffprojektes.

Nach Erteilung der strom- und schiffahrtspolizeiliche Genehmigung für die Errichtung eines Großriffs im FSG Nienhagen und der Unterzeichnung eines Nutzungsvertrags durch das Wasser- und Schiffsamt Stralsund (WSA), einer positiven Stellungnahme durch das Landesamt für Fischerei (LALLF) sowie die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis und einer naturschutzrechtlichen Genehmigung vom StALU Rostock wurde im Jahr 2002 mit der bautechnischen Planung begonnen und 2003 das Riff in seiner Grundstruktur errichtet. In den Folgejahren erfolgten kleinere Reparaturarbeiten und eine Ergänzung der Strukturen unter anderem mit Spezialelementen für eine Algenzucht. Zum heutigen Zeitpunkt besteht das Riff NIENHAGEN aus ca. 1.400 Betonelementen (Tetrapoden, Ringe, Riffkegel, Algentische) und ca. 2.500 t Naturstein und bedeckt damit eine Fläche von ca. 50.000 m² (Abb. 2).

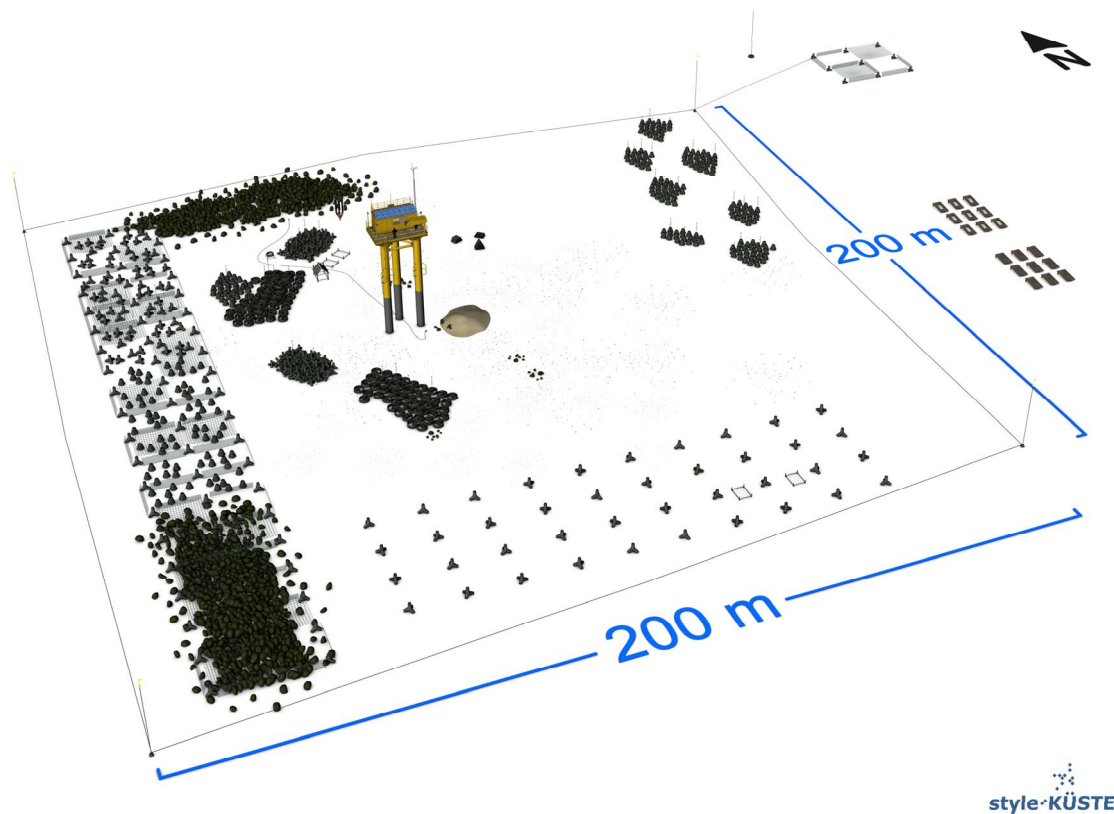


Abb.2: Anordnung der Bauelemente im künstlichen Riff Nienhagen

Es wurden durch den Einbau der künstlichen Strukturen ca. 18.000 m² zusätzliches Hartbodensubstrat und damit Bewuchsfläche geschaffen.

Mit der Auswahl der Monitoringmethoden galt es die verschiedensten Fragestellungen zu beantworten und ein möglichst umfassendes Bild von den komplexen Besiedlungsvorgängen und biozönotischen Wechselwirkungen auf den eingebrachten künstlichen Riffstrukturen zu erfassen. Entsprechend breit war die Palette der verwendeten Methoden angelegt, wurden im Verlauf der Jahre einzelne Ansätze neu aufgenommen und andere verworfen. Im Folgenden sollen die Methoden vorgestellt werden, die sich im Verlauf der mittlerweile 7 Jahre der Beobachtung und Dokumentation der Bewuchsentwicklung am künstlichen Riff bewährt haben.

Im Zeitraum vom 2004 bis 2006 fand das Monitoring in monatliche Abständen statt, von 2007 an wurden die Intervalle 3 Monate verlängert.

Fotografie von Referenzflächen

Zur Beschreibung der Besiedlung auf den im September 2003 neu ausgebrachten Betonkörpern wurden auf den 4 typischen Elementstrukturen (Betonringe, kleine und große Tetrapoden und Kegelstümpfe) je 2 repräsentative Flächen ausgewählt. Bei der Auswahl der Flächen wurde darauf geachtet, dass je eine Fläche im unteren und eine im oberen Drittel der jeweiligen Struktur lag. Die feste Installation von Bolzen ermöglichte es, einen vom Taucher mitgeführten Fotorahmen mit den Abmaßen 20 x 25 cm bei jedem Kontrolltauchgang an ge-

nau der gleichen Stelle zum Fotografieren einzuhängen. Fotografiert wurde monatlich. Die Auswertung der digitalen Fotos erfolgte hinsichtlich der Artenzusammensetzung und – soweit auf der Aufnahme erkennbar – der Bedeckungsgrade der Einzelarten. Da mehrere Arten sekundär übereinander wachsen können, sind kumulativ Bedeckungsgrade über 100 % möglich. Zur Einschätzung der Bedeckungsgrade wurden folgende Klassenzuordnungen vorgenommen: 0 %, 0 – 5 %, 5 – 25 %, 26 – 50 %, 50 – 75 %, 75 – 100 %.

Gut erkennbare, größere Arten, z. B. Seepocken oder auch Seesterne, ließen sich am Bildschirm zählen, was Abundanzeinschätzungen (Individuen/Flächeneinheit) möglich machte. Da auf den Kontrollflächen zerstörungsfrei gearbeitet wurde, konnte auf diesen 8 Flächen über den gesamten Zeitraum die Sukzession beobachtet werden.

Entnahme von Kratzproben

Kleinere Organismen sind auf Fotos nicht erkennbar. Zur genaueren Beschreibung der Bewuchszusammensetzung wurden deshalb in halbjährlichen Intervallen unmittelbar neben den Foto-Kontrollflächen Kratzproben entnommen. Hierbei ist auf jeweils 225 cm² (15 x 15 cm) der gesamte Bewuchs mit einem Hand-Pfahlkratzer entfernt und vom Taucher in eine verschließbare Tüte überführt worden. Die Maschenweite des am Kratzer befestigten Netzbeutel lag bei 0,5 mm, so dass auch kleinere, vagile Formen mit erfasst werden konnten. Die Auswertung im Labor umfasste neben der Artbestimmung auch die Ermittlung der Abundanz und der Biomasse (Feuchtmasse FM, Trockenmasse TM, Aschefreie Trockenmasse AFTM) der Einzelarten.

Auslagerung von Langzeit-Betonplatten

Zur quantitativen Beschreibung der Biomasseentwicklung auf Betonflächen wurde ein Gestell aus seewasserfestem Aluminium im Riffareal abgesenkt. Es erlaubte die gleichzeitige Auslagerung von ca. 120 Beton-Testplatten (9 x 24 cm). Durch die sukzessive Entnahme von je 2 Parallelplatten in monatlichen Abständen ließ sich die Bewuchsentwicklung in monatlichen Intervallen qualitativ und quantitativ beschreiben.

Auslagerung von Kurzzeitplatten aus Plexiglas

Zum Beschreiben von Abfolge und Saisonalität des Neuansatzes von Evertebraten und Algen wurde ab März 2004 monatlich je eine aufgeraute Plexiglasplatte im Auslagerungsgestell exponiert und in monatlichen Abständen ausgetauscht. Auf der Plexiglasplatte mit den Abmaßen 9 x 24 cm waren sekundär kleinere Plexiglasplättchen in Objektträgergröße aufgeklebt, die dann bei der Laborauswertung eine Betrachtung unter dem Binokular bzw. Mikroskop zuließen. In den meisten Fällen waren die juvenilen Tiere oder auch Algen bereits so weit entwickelt, dass eine Zuordnung auf Art-Niveau möglich war. Bei sehr frühen Entwicklungsstadien wurde die weitere Entwicklung im Aquarium verfolgt.

Auslagerung von Testplatten unterschiedlicher Materialien

Das oben beschriebene Gestell diene weiterhin zur Auslagerung von Platten aus verschiedenen Materialien, um Rückschlüsse auf die Bewuchsintensität bei der Verwendung unterschiedlicher Baustoffe für Riffanlagen ziehen zu können. Die Versuche liefen jeweils über eine Bewuchsperiode (Apr.-Nov.). Im ersten Jahr wurden die verschiedenen, im Riff verbauten Betonsorten, der Kunststoff GFK, 2 Steinmaterialien (Granit und Marmor) und Eichenholz, im zweiten Jahr Plexiglas, nicht rostender Stahl (NIRO), Gummi und als weitere Holzart Lärche, im dritten Jahr einfacher Estrich mit den im Riff verwendeten Spezialbetonsorten in ihrer Besiedlungsintensität verglichen.

Untersuchung des Bewuchses auf Netzmaterial

Im November 2003 wurden zur Erhöhung der Habitatvielfalt und um zu prüfen, ob auch die Etablierung flexibler Bewuchsstrukturen sinnvoll ist, an einigen 6 t-Tetrapoden sowohl vertikal als auch horizontal großmaschige Netze verspannt. Die Entwicklung des Bewuchses auf einem der vertikal gespannten Netze wurde seit Januar 2004 mit in das Monitoringprogramm aufgenommen. Konkret wurden an jedem Kontrolltermin 1 – 3 Fotos von einem typischen Abschnitt dieses Netzes gemacht und unter Wasser ein Netzknoten mit nach allen Seiten 5 cm Leinenlänge ausgeschnitten, in einen dicht schließenden Beutel verpackt und dann im Labor näher untersucht. Erfasst wurden dabei die Artenzusammensetzung und die Gesamtbioasse (FM/TM).

Methoden zur vergleichenden Beschreibung der Entwicklung auf natürlich vorhandenen Substraten (Natursteine und Sandboden) und den Riffstrukturen

Entnahme von Steinen

Die vergleichende Beprobung natürlicher Substrate fand jeweils im Riffgebiet und im Referenzgebiet vor Börgerende statt. Da in beiden Arealen viele, mehr oder weniger große Einzelsteine vorhanden sind, wurde zur Beschreibung der in den Gebieten typischen Hartbodengemeinschaft pro Monat an beiden Stationen jeweils ein etwa faustgroßer, bewachsener Stein unter Wasser entnommen, dicht in einem Probenahmebeutel verpackt, im Labor abgekratzt und der Bewuchs wie oben beschrieben ausgewertet.

Entnahme von Stechrohr-Benthosproben

Auf den sandigen Flächen sind durch einen Taucher jeweils 3 Stechrohrproben (Plexiglas, Durchmesser 11,5 cm) entnommen und direkt nach der Entnahme unter Wasser in verschließbare Probenahmebeutel umgefüllt worden. Im Labor wurden die Proben gesiebt (Maschenweite 0,3 mm), lebend ausgezählt und anschließend qualitativ und quantitativ ausgewertet. Zusätzlich sind, ähnlich wie an den Betonstrukturen, auch auf den Sandflächen im Riff- und Referenzgebiet bei jedem Beprobungstermin mit Hilfe eines allerdings etwas größeren Fotorahmens (40 x 60 cm Grundfläche) per Digitalkamera je 3 Fotos von repräsentativen

Substratverhältnissen gemacht und nachfolgend am Rechner ausgewertet worden. Aus den Fotos konnten Aussagen zur Abundanz von Seesternen auf Sandböden abgeleitet werden.

Einsatz von Videotechnik

Jeweils von Mai bis Dezember waren kontinuierlich live-Bilder liefernde Kameras im Riff platziert. Seit 2010 können durch die Errichtung der Arbeitsplattform am Riff ganzjährig Unterwasserbilder aufgezeichnet werden. Mit Hilfe dieser Kameras und mit von Tauchern handgeführten Kameras entstanden viele Aufnahmen zum Vorkommen und Verhalten von Krabben und Garnelen. Eine andere Methode bestand darin, vor einer auf dem Boden abgestellten, laufenden Handkamera einen Köder zu platzieren („Köderkamera“). Sobald der Taucher sich entfernte, näherten sich dem Köder Fische, aber auch Seesterne, Krabben und Garnelen. Videotechnik wurde auch eingesetzt, um die Entwicklung im 2005 erweiterten Riffgebiet zu dokumentieren. Eine von Nord nach Süd bis zur neuen Steinschüttung verlaufende Strecke wurde mit einer Leine gekennzeichnet und zu jedem Kontrolltermin, beginnend im April, mit laufender Videokamera (SONY DCR-HC39E) abgeschwommen. Das umfangreiche Material kann nach Bedarf unter den verschiedensten Gesichtspunkten ausgewertet werden.

Ergebnisse

Besiedlungsfolge (Sukzession) auf den künstlichen Strukturen

Saisonalität der Larvenfreisetzung

Nahezu alle Bewuchsorganismen haben planktische Larven, deren Freisetzung und Reife in den gemäßigten Breiten einer starken Saisonalität unterworfen ist. Diese Saisonalität prägt zumindest die ersten Besiedlungsphasen ganz entscheidend. Die Ansiedlungszeiten der wichtigsten Bewuchsorganismen, einschließlich der Algen, ließen sich durch die UW-Fotos, die Entnahme von Langzeitplatten, Kratzproben, vor allem aber durch die von 2004 bis 2006 im monatlichem Raster gewechselten Kurzzeitplatten gut verfolgen. Tab.1 enthält eine Zusammenstellung der Ergebnisse aus den Jahren 2004-2006. Bezüglich der Ansiedlung von Larven/Sporen war für den Standort folgendes Muster zu erkennen: Die Wintermonate Dezember, Januar und Februar blieben, von wenigen Ciliaten und ersten Ansiedlungen von Hydroidpolypen (*Hartlaubella gelatinosa*) abgesehen, weitgehend ereignislos. Die Frühjahrsmonate März, April und Mai waren geprägt durch den Ansatz und die schnelle Entwicklung des Hydroidpolypen *Hartlaubella gelatinosa* und des sich von ihm ernährenden Räubers der Federkiemenschnecke *Facelina bostoniensis*. In warmen Jahren waren im Mai, manchmal auch schon früher erste Ansätze von Seepocken (*Balanus improvisus*) und Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) zu beobachten. Der Hauptlarvenfall der beiden zuletzt genannten Arten und auch die Anheftung von Rotalgen-Sporen ereignete sich allerdings hauptsächlich in den Sommermonaten bis August, wobei sowohl bei den Seepocken als auch bei den Miesmuscheln häufig noch ein 2. Ansiedlungspeak im September auftrat. Im Juli 2006 konnte erstmals auch ein starker Larvenfall (4.800 Ind./m²) von Seesternen (*Asterias rubens*) nachgewiesen werden. Der Spätherbst bis Ende November war die Zeit der Ansiedlung und Entwicklung der beiden häufigsten Rotalgengattungen *Polysiphonia* und *Calithamnion* (Tab.1).

Tab.1: Ansatzzeiten der wichtigsten Bewuchsorganismen auf der Basis der Werte von 2004-2006

	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Ciliaten (Wimperntierchen)	x	x	xxx	xxx	xx	x	x	x				
Rhodophyceae (Rotalgen)												
<i>Polysiphonia nigrescens</i>						x	x	x	x	x	x	
<i>Callithamnion corymbosum</i>			x			xx	x	x	x	xx	x	
<i>Ceramium rubrum</i>						xx			x			
Hydrozoa (Hohltiere)												
<i>Aurelia aurita (Polyp)</i>							x	xx	x			
<i>Bogainvillia ramosa</i>						x				x		
<i>Coryne tubulosa</i>						x				x		
<i>Hartlaubella gelatinosa</i>	x		xx	xxx	xx	x				xx	x	
Mollusca (Weichtiere)												
<i>Facelina bostoniensis</i>				xx	xx							
<i>Mytilus edulis</i>		x	x	x	x	x	xxx	x	xx	x		
Polychaeta (Vielborster)												
<i>Polydora ciliata</i>					x	x	x	x	xx			
Crustacea (Krebse)												
<i>Balanus improvisus</i>					x	xxx	x	xx	xx		x	
<i>Corophium insidiosum</i> (Röhren)					x	xx	x					
Echinodermata (Stachelhäuter)												
<i>Asterias rubens</i> (Larvenansatz)						xx	xx	x				

Ansatzdichte

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

x xx xxx

Bewuchsentwicklung auf den Betonstrukturen

Die Strukturen wurden 2003 im September und somit in der „Herbstphase“ der Larvenfreisetzung abgesehen. Nach 4 Wochen waren makroskopisch auf den Kontrollflächen vor allem Seesterne (*Asterias rubens*) und vereinzelt auch Hydroidpolypen (*Bogainvillia ramosa*) zu erkennen. Auf den Fotos nur andeutungsweise, aber durch die Plattenauswertungen belegbar, ist das sehr frühe Erscheinen einer kleinen Rotalgenart *Callithamnion corymbosum*. Nach 8 Wochen änderte sich die Situation dahingehend, dass die Flächen fast vollständig von einer braunen Detritusschicht überzogen waren, die sich bei näherer Untersuchung als überwiegend aus Schlickröhren des kleinen Polychaeten *Polydora ciliata* bestehend erwies. Im Januar 2004 lag die mit den Plattenversuchen bestimmte Abundanz von *Polydora ciliata* bei hochgerechnet 55.000 Ind./m². Die Anzahl ging im Verlauf der nächsten Monate wieder zurück, blieb aber lange Zeit bei über 10.000 Ind./m². Schon nach 2 Monaten kamen – aufgrund der geringen Größe auf den Fotos allerdings noch nicht erkennbar – erste Miesmuscheln, Seepocken und die Polypenstadien der Ohrenqualle *Aurelia aurita* hinzu. Die Anzahl der Seesterne lag schon im November 2003, je nach Fläche, zwischen 40 und 60 Ind./m². Im

ersten Winter und im zeitigen Frühjahr 2004 nahm sukzessive der Bedeckungsgrad des Hydroidpolyphen *Hartlaubella gelatinosa* zu.

Die aus dem Spätherbst stammenden Seepocken (*Balanus improvisus*) verschwanden weitgehend unter den Schlickröhren von *Polydora ciliata* und waren somit zwar noch vorhanden, auf den Fotos aber kaum auszumachen. In den Monaten April und Mai 2004 wuchs der Anteil der fädigen, braune Schläuche bildenden Kieselalgen (meist Gattung *Amphipleura*). Der Anteil der Hydroidpolyphen nahm langsam ab, was auf den Fraßdruck durch Federkiemenschnecken (*Facelina bostoniensis*) zurückzuführen war. Im Verlauf der weiteren Entwicklung kamen neue Arten hinzu, andere verschwanden wieder. Mit Stand Dezember 2010 sind mittlerweile kumulativ 57 Arten Evertebraten und 17 Algenarten auf den Strukturen gefunden worden.

Die Langzeitentwicklung der Artenvielfalt und Biomasse auf den künstlichen Substraten soll exemplarisch an den Ergebnissen der im Plattengestell ausgelagerten Betonplatten verdeutlicht werden, die bei aller Differenziertheit der Verhältnisse zwischen den einzelnen Kontrollflächen, die Bewuchssituation insgesamt recht gut widerspiegeln. Abb.3 vermittelt einen Eindruck von der Entwicklung der Artenanzahl, unterteilt in Evertebraten (Wirbellose) und Großalgen auf den Langzeitplatten von 2004 bis 2010. Die mittlere Artenanzahl der jeweils pro Plattenentnahme gefundenen Evertebraten stieg während der ersten beiden Jahre noch leicht an und pegelte sich dann in den Folgejahren in einem Bereich zwischen 8 und 15 Arten ein. Bei den Algen vollzog sich die Entwicklung bezüglich der Artenanzahl ähnlich, wobei hier auch noch in den Jahren 2009 und 2010 ein leichter Trend zur Artenzunahme zu beobachten war.

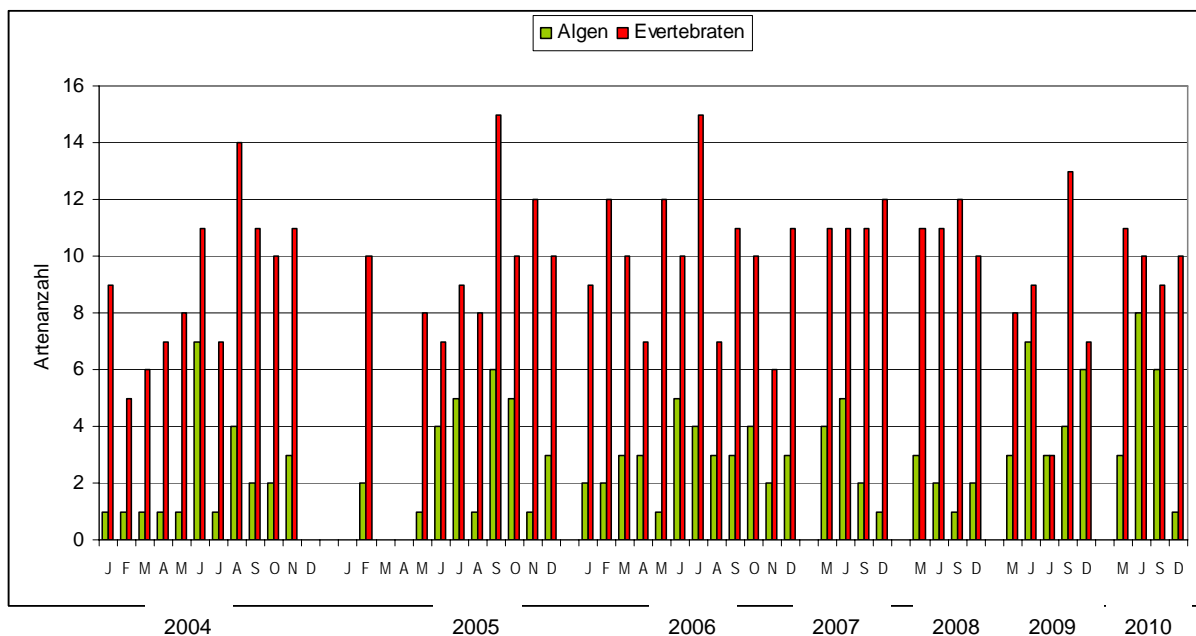


Abb.3: Entwicklung der Artenanzahl Evertebraten und Makroalgen auf den Langzeitplatten seit Beginn der Auslagerung

Prinzipiell entstanden überall mehr oder weniger gut entwickelte *Mytilus*-Gemeinschaften, in denen als abundanzstärkste Begleitarten die Seepocke *Balanus improvisus*, die Kleinkrebse *Microdeutopus gryllothalpa*, *Gammarus salinus*, *Melita pilosa* und *Corophium insidiosum*, die

Polychaeten *Polydora ciliata*, *Neanthes succinea* und *Bylgides sarsi*, die Bryozoen *Electra crustulenta* und *Alcynidium gelatinosum* sowie als Hauptpredator der Muschel der Seestern *Asterias rubens* vorkamen.

Bei den 2010 auf den Langzeitplatten und in den Abkratzproben insgesamt gefundenen 17 Algenarten waren mit höchster Stetigkeit *Polysiphonia nigrescens* und *P. violacea*, *Delesseria sanguinea*, *Phycodrys rubens*, *Callithamnion corymbosum* und *Ectocarpus siliculosus* vertreten.

Abb.4 zeigt die Entwicklung der Gesamtbio­masse (Trockenmasse in g/m²) auf den entnommenen Langzeitplatten. Die Werte entwickelten sich erwartungsgemäß tendenziell nach oben, es war aber stets auch eine ausgeprägte Rhythmik im Jahresverlauf zu erkennen. Nach einem Maximum im Spätherbst, folgte in der Regel ein starker Rückgang der Biomasse auf weniger als die Hälfte im Verlauf des Winters. Im Dezember 2010 lag die Trockenmasse bei 1.757 g/m² und bestand zu 96 % aus *Mytilus edulis*, 3 % bildete die Rotalge *Polysiphonia urceolata* und das restliche 1 % („Sonstige“) verteilte sich auf weitere 9 Evertebraten-Arten. Abgesehen von den deutlichen jahreszeitlichen Schwankungen scheint ein stationärer Zustand bezüglich der maximalen Biomassewerte pro Flächeneinheit noch nicht erreicht zu sein.

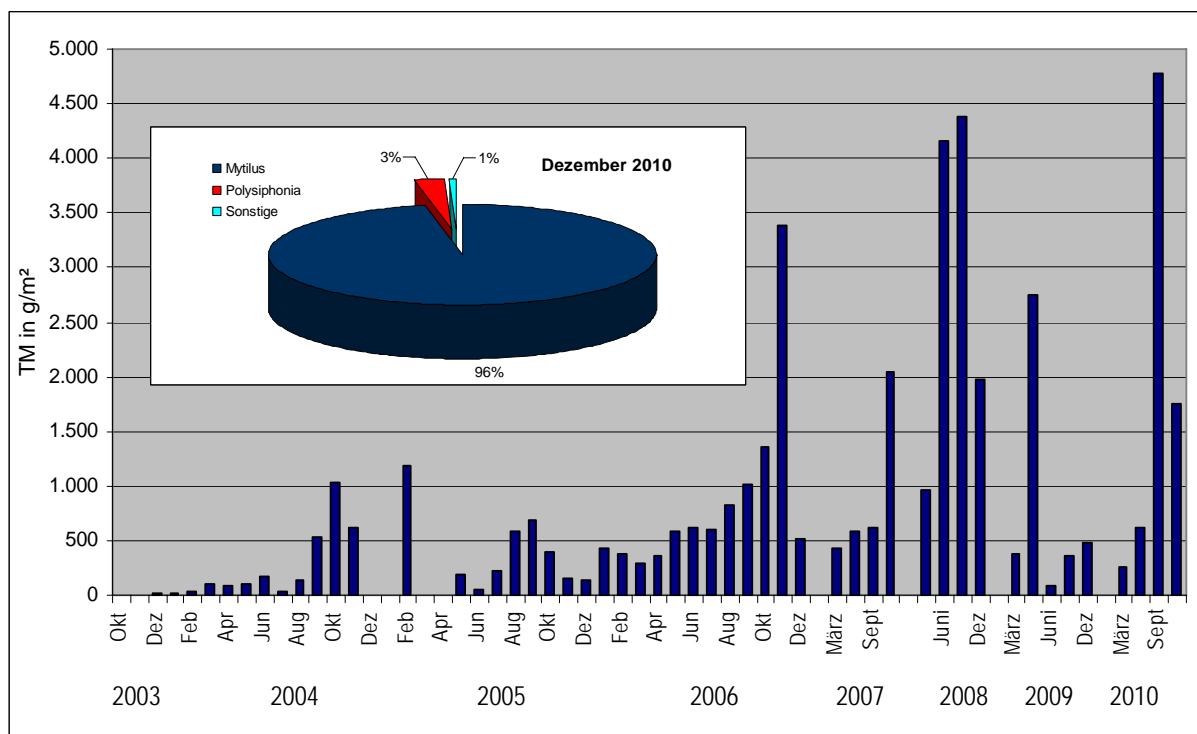


Abb.4: Entwicklung der Gesamtbio­masse auf Langzeitplatten und prozentuale Bewuchszusammensetzung im Dezember 2010

Die Ergebnisse der Monitoringuntersuchungen zeigten auch einen deutlichen Einfluss der Formen der Strukturelemente (Tetrapode, Brunnenring, Riffkegel) und der räumlichen Lage an der Struktur (grundnah, innen, außen) auf die Qualität und Quantität der Besiedlung. Die in Abb.5 dargestellten Kurven verdeutlichen – abgeleitet aus den Ergebnissen der Auswertung der in halbjährlichen Abständen entnommenen Kratzproben – die Entwicklung der Gesamtbio­masse auf den 8, die Habitatvielfalt kennzeichnenden Kontrollflächen und vermitteln einen Eindruck von der tatsächlich im Riff anzutreffenden Varianzbreite der Besiedlungs-

tensität. Es lassen sich deutlich 2 Gruppen unterscheiden. Auf den Flächen 2 (Brunnenring, oben), 6 (6 t-Tetrapod, oben) und 8 (Tetrapodenstapel, oben) bildeten sich, durch dichten *Mytilus*-Bewuchs gekennzeichnete Gemeinschaften mit Biomassewerte über 4.000 g/m² heraus. In der anderen Gruppe fanden sich 5 Kontrollflächen mit Biomassewerten, die meist unter 800 g/m² lagen. Die Art der Struktur hatte offensichtlich keinen nennenswerten Einfluss. Erkennbar war, dass die Flächen mit den hohen Biomassen ausnahmslos relativ weit oben, entfernt vom Meeresboden lagen.

Allen Flächen gemeinsam war eine gewisse Oscillation zwischen niedrigen Juni- und höheren Dezemberwerten. Im Laufe der Untersuchungen stellte sich heraus, dass als Ursache sowohl für die starken jahreszeitlichen Schwankungen, die man beim Vorherrschen von Miesmuschelgemeinschaften zunächst nicht erwarten würde, als auch für die deutlichen Unterschiede hinsichtlich der Expositionshöhe der Flächen mit hoher Wahrscheinlichkeit vor allem Seesterne in Frage kamen, die durch Fraß von Muscheln erheblichen Einfluss auf die Biomassewerte hatten. Abb.6 enthält eine aus verschiedenen Untersuchungsmethoden (Fotoflächen, Langzeitplatten, Analyse Einzelsteine) gewonnene Zusammenstellung der jährlichen Abundanz-Mittelwerte von *Asterias rubens* von 2004 bis 2010. Es zeigt sich, dass die Abundanz auf den Natursteinen am höchsten war, Sandflächen hingegen seltener aufgesucht wurden. Auf den Betonelementen waren die Seesterne mit mittleren Abundanzen vertreten, die aber auch in der Regel nicht unter 100 Ind./m² lagen.

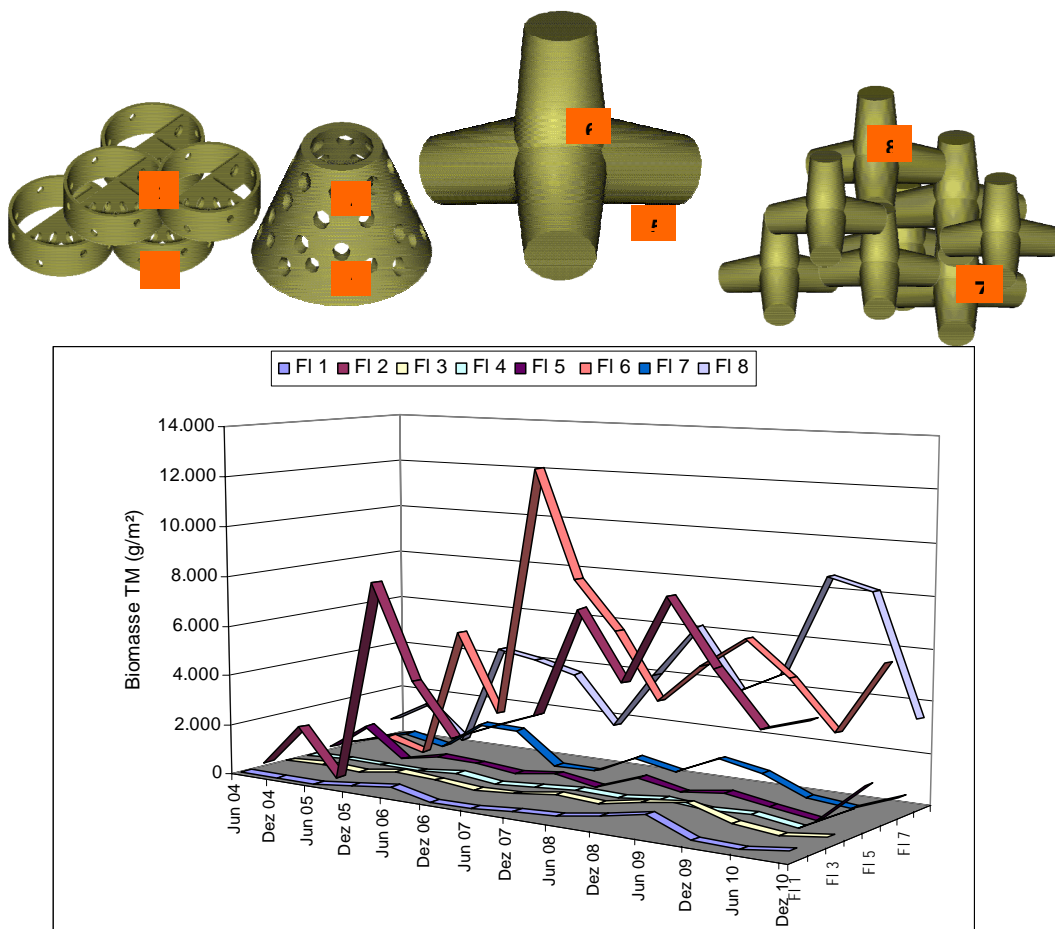


Abb.5: Entwicklung der Gesamtbiomassewerte an 8 Kontrollstellen seit 2004

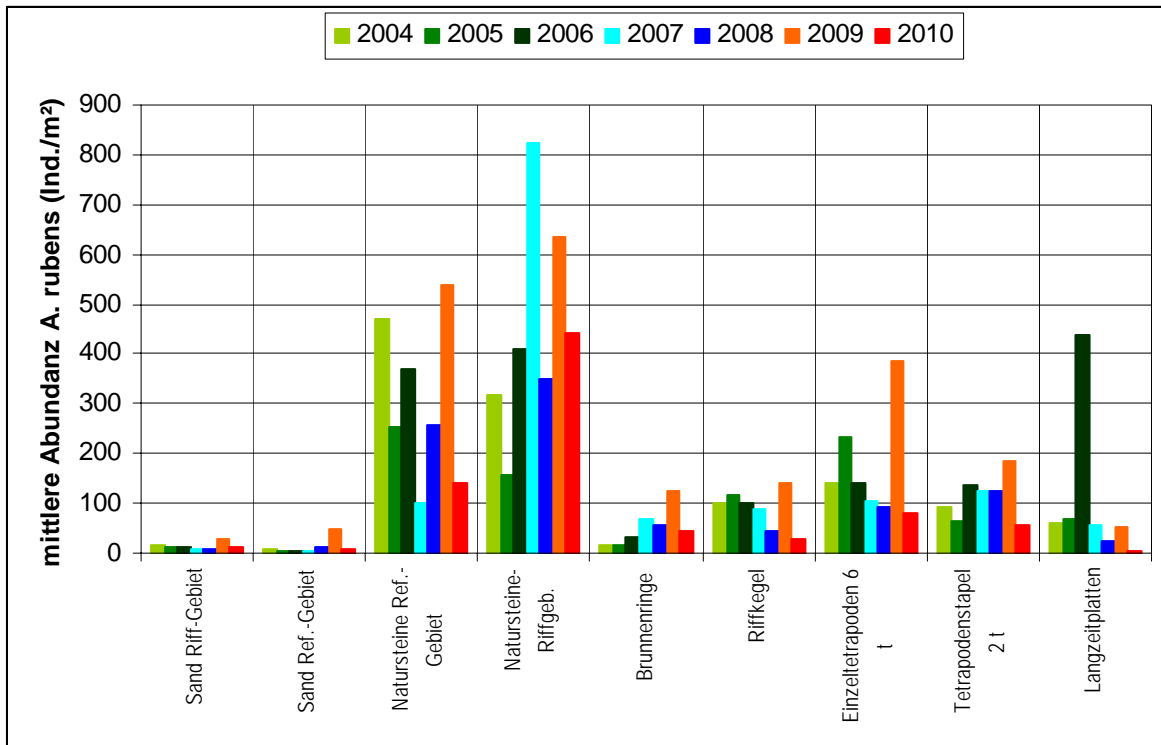


Abb.6: Abundanz von Seesternen (Ind./m²) auf Sand, Natursteinen und verschiedenen Strukturelementen von 2004 bis 2010

Im Vergleich der Jahre (Abb.6) lässt sich kein generelles Muster erkennen. Es gab Jahre mit hohen (2006 und 2009) und Jahre mit relativ geringen Seesternabundanz. Im Sommer 2010 brach der Seesternbestand sowohl im künstlichen Riff als auch an der ca. 3 m westlich gelegenen Referenzstation völlig zusammen. Erst im Dezember wurde wieder ein einzelner kleiner Seestern auf einem Stein aus dem Referenzgebiet gefunden. Aus der oberen Grafik in Abb.6 ist der schlagartige Zusammenbruch der Seesternpopulation im Sommer 2010 deutlich zu erkennen. (siehe auch obere Graphik in Abb.7).

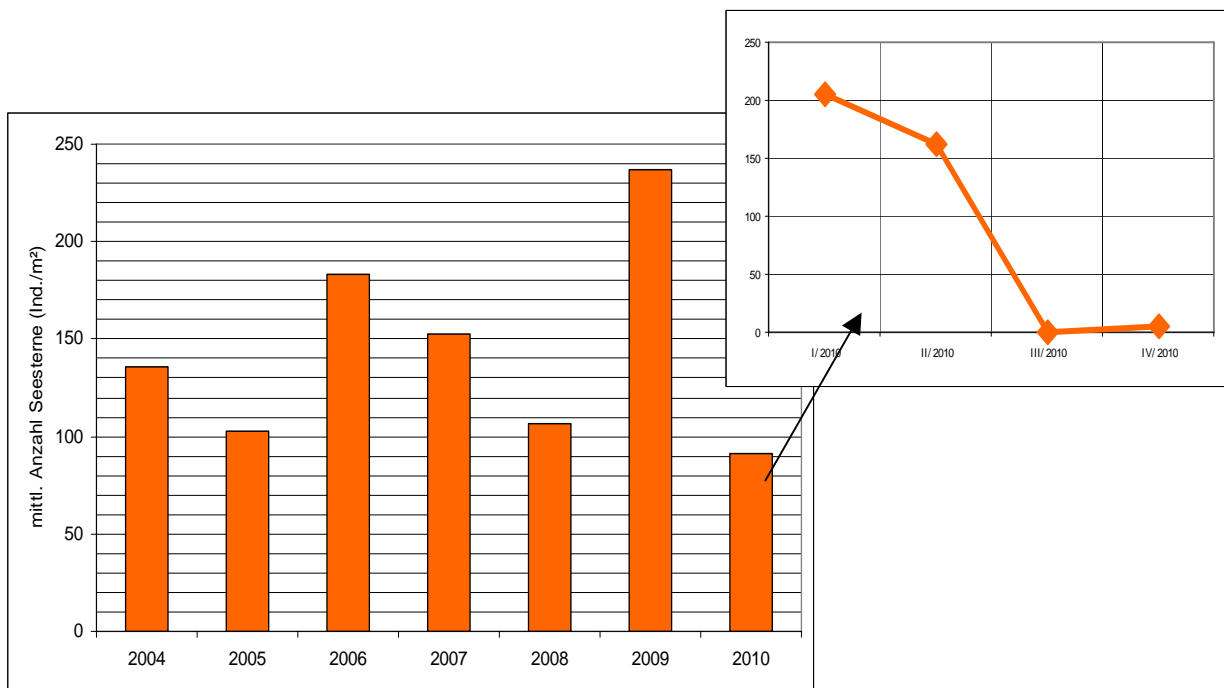


Abb.7: Aus allen Einzelwerten gemittelte Abundanz von Seesternen im Vergleich der Jahre, Graphik rechts oben: Entwicklung 2010 im Detail

Bewuchsentwicklung auf flexiblen künstlichen Strukturen (Netzmaterial)

Die Bewuchsentwicklung auf den Netzen vollzog sich zunächst ähnlich oszillierend wie auf den festen Strukturen. Bis 2006 war insgesamt ein deutlicher Aufwärtstrend zu erkennen (Abb.8), danach wurde wieder eine rückläufige Biomasseentwicklung beobachtet. Die Biomassewerte wurden auch hier größtenteils von Miesmuscheln gebildet, allerdings waren auch Rotalgen, insbesondere *Polysiphonia nigrescens* und *Delesseria sanguinea* zeitweise von größerer Bedeutung. Das Wachstum der Rotalgen wurde durch den jährlichen Larvenfall der Miesmuscheln und deren spätere Entwicklung auf den Thalli stark begrenzt. Wenn die Algen dicht mit Muscheln besetzt sind, ist es eine Frage der Zeit, wann sie von der Unterlage abreißen und genau dies war auf den vertikal verspannten Netzen häufig festzustellen. Ähnlich erging es wahrscheinlich den inzwischen bis auf eine Länge von 60-65 mm herangewachsenen Miesmuscheln der ersten Besiedlungsjahre. Auch sie wurden von den jährlich nachwachsenden Muscheln verdrängt, was letztendlich auch den Rückgang in der Gesamtbiomasse bewirkte. Insgesamt war festzustellen, dass die Muscheln zwar zu einem erheblichen Gewichtszuwachs der Netze führten, die Maschen aber zu keinem Zeitpunkt völlig von Muscheln zugesetzt wurden.

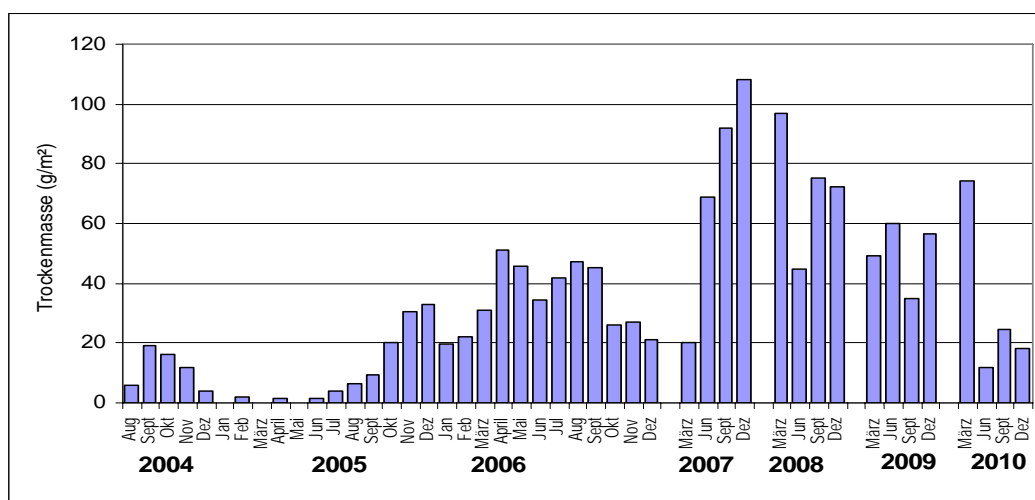


Abb.8: Entwicklung der Trockenmasse des Bewuchses auf entnommenen Netzknoten (5 cm x 5 cm) von 2004 bis 2010

Vergleich künstlicher Hartsubstrate mit Natursteinen

Bei einem Vergleich des Bewuchses auf unabhängig vom Bau des künstlichen Riffs im Gebiet natürlich vorhandenen Steinen mit den sich auf den Betonelementen etablierenden Gemeinschaften wird deutlich, dass es auch nach 7 Jahren noch Unterschiede gibt. Die 4 Graphiken in Abb.9 zeigen einen Vergleich zwischen der Situation im Jahr 2005 und der im Jahr 2010. Die oberen Graphiken kennzeichnen die Sommer-, die unteren die Winterwerte. Verglichen wird jeweils die Artenanzahl auf den Langzeitplatten (LZ-Platten, auf den 8 Monitoringflächen (Fl. 1-8) und auf den im Riff- und Referenzgebiet entnommenen (Natur-) Einzelsteinen. Die Ergebnisse lassen erkennen, dass es noch keinen „Gleichstand“ zwischen künstlichen Substraten und den schon lange im Gebiet vorhandenen Natursteinen gibt. Die

Artenanzahl der Evertebraten hat sich zwar weitgehend angenähert, bei den Algen gibt es aber nach wie vor starke Defizite auf den künstlichen Strukturen.

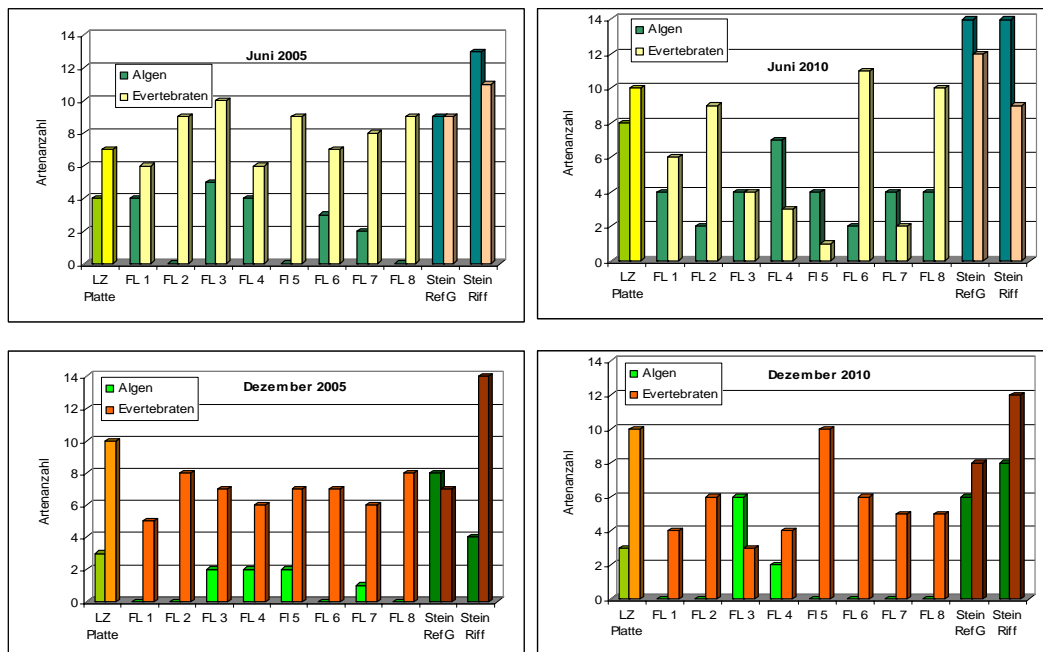


Abb.9: Entwicklung der Artenanzahl Evertebraten und Algen auf künstlichen und natürlichen Substraten im Vergleich der Jahre 2005 und 2010 jeweils im Juni und Dezember

Bewuchs auf unterschiedlichen Materialien

Ohne auf Details einzugehen soll hier nur festgehalten werden, dass qualitative Unterschiede in der strukturellen Zusammensetzung der Bewuchsgemeinschaft auf den unterschiedlichen getesteten Hartsubstraten innerhalb eines Jahres nicht auftraten. Alle Materialien wurden als Siedlungsplatz angenommen. Differenzierungen gab es bei den quantitativen Aspekten, was sich in der Gesamtbio­masse auf den Platten widerspiegelte. Von den 2004 verglichenen Materialien wurden GFK, Granit, Marmor und Eiche gleich gut besiedelt. Bei dem Vergleich der im Riff verwendeten Betonsorten blieb der natursteinreiche, gewaschene Beton aus dem die Riffkegel bestehen, hinter den beiden anderen Sorten zurück, was sich in einem Wiederholungsversuch 2006 erneut bestätigte. Die Versuchsserie 2005 zeigte, dass unter statischen Auslagerungsbedingungen selbst Teflon – wenn auch etwas geringer als die anderen Materialien – bewächst und nichtrostender Stahl stärker bewächst als Gummi, Plexiglas oder Holz. Die Ergebnisse des Jahres 2006 lassen den Schluss zu, dass selbst gewöhnlicher Estrichbeton, trotz anfänglich leicht erhöhter pH-Werte an der Oberfläche, im Laufe einer Bewuchssaison nicht weniger stark besiedelt wird als pH-neutraler Spezialbeton.

Untersuchungen zur Beeinflussung benachbarter natürlicher Substrate durch künstliche Riffstrukturen

Bewuchs auf natürlichem Hartboden im Riff und im Referenzgebiet

Die Ergebnisse der Untersuchung von im Riff- und im Referenzgebiet durch einen Taucher ausgewählten und entnommenen mittelgroßen, natürlichen Einzelsteinen zeigen, dass sich

zwischen den beiden Stationen keine tendenziellen Unterschiede erkennen lassen. Die erhobenen Daten umfassen sowohl den anhaftenden Bewuchs als auch die darin lebende vagile Fauna. So wurden z.B. auf den Steinen im Referenzgebiet für das Jahr 2010 im März und September 7, im Juni 12 und im Dezember 8 Arten wirbelloser Tiere gefunden. Auf den im Riffareal entnommenen Steinen waren es im März und September ebenfalls 7, im Juni 9 und im Dezember 12 Arten. Bei den Großalgen war die Vielfalt an beiden Stationen mit 14 nachgewiesenen Arten im Monat Juni am größten. In den anderen Monaten war die Artenanzahl insgesamt niedriger, wobei auch hier keine tendenziellen Unterschiede zwischen den Lokalitäten festzustellen waren, so dass davon auszugehen ist, dass ein Effekt der Riffstrukturen auf die Artenzusammensetzung auf natürlichem Hartsubstrat in der Umgebung weitgehend ausgeschlossen werden kann.

Einfluss des künstlichen Riffs auf die Sand-Benthosgemeinschaften der Umgebung

Durch das künstliche Riff geänderte Strömungsverhältnisse direkt über Grund und ein durch die Stoffwechselprodukte der vielen zusätzlich angesiedelten Miesmuscheln in unmittelbarer Umgebung möglicherweise erhöhter organischer Gehalt im Wasser lassen vermuten, dass dies auch zu Änderungen in der Abundanz, eventuell auch in der Zusammensetzung der Benthosgemeinschaften des Sandgrundes in der unmittelbaren Umgebung der Strukturen führt. Bis zum Jahr 2006 wurde deshalb das Benthos der Sandböden im Riffareal mit dem im Referenzgebiet vor Börgerende verglichen. Die Graphik in Abb.9 zeigt die monatlichen Biomassewerte im Referenz- und Riffgebiet von 2004 - 2006. Die mittleren Biomassewerte lagen gewöhnlich an beiden Standorten zwischen 10-50 gTM/m². Auffällige „Ausreißer“ ergaben sich immer dann, wenn sich in den Stecherproben eine größere Muschel fand. Mit der Dauer des Bestehens des künstlichen Riffs war das in den Sandproben aus dem Riffgebiet immer häufiger der Fall, da durch geänderte Strömungsverhältnisse zunehmend der feine Sand weggespült wurde und sich an kleineren Steinen *Mytilus* etablieren konnte. Auf diese Weise kamen die zumindest zeitweise deutlich höheren Biomassen des Benthos des Sandbodens im Riffgebiet zustande.

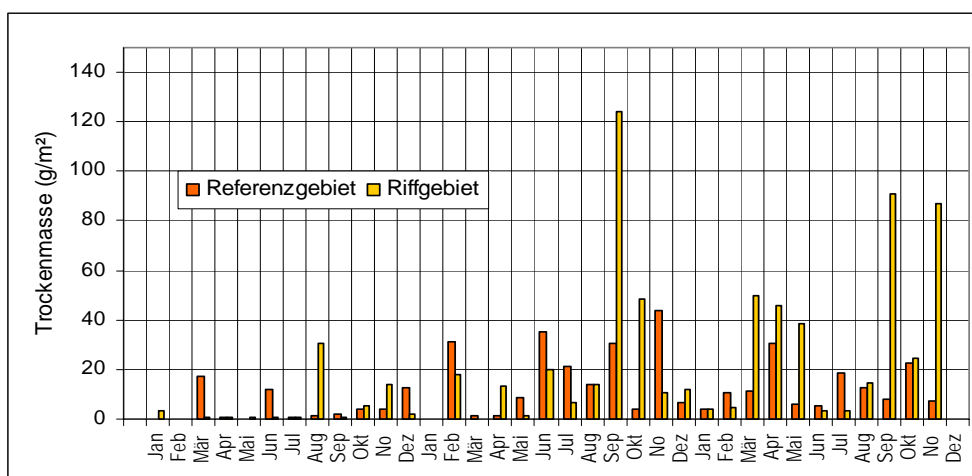


Abb.10: Vergleich der Biomassewerte Benthos/Sandboden im Referenz- und Riffgebiet von 2004 bis 2006

Hinsichtlich der Diversität zeigte sich eine ähnliche Entwicklung. Insbesondere bei den Polychaeten und Crustaceen lag die Artenanzahl im Sandboden am Riff deutlich über der im Referenzgebiet (Tab.2). Die im Jahr 2006 im Sand des Riffgebietes gefundene Gesamtartenzahl erhöhte sich auf 33 Arten (Vorjahr 28 Arten), im Referenzgebiet stieg nur auf 24 Arten (Vorjahr 21 Arten). Die höchsten Stetigkeiten in den Proben erreichten in beiden Gebieten der Oligochaet *Tubificoides benedii*, die Polychaeten *Pygospio elegans*, *Eteone longa*, *Scopelos arminger* und *Nephtys caeca*, die Mollusken *Macoma baltica* und *Hydrobia ulvae* sowie der Krebs *Microdeutopus gryllotalpa*. Der Unterschied in der Gesamtartenzahl ergibt sich daraus, dass in den zentralen Sandgebieten des Riffs, wie oben schon ausgeführt, inzwischen bedingt durch Sedimenttransportprozesse die Sandauflage geringer geworden ist und relativ mehr Steine vorkommen als im Referenzgebiet. Dies führt dazu, dass sich in den Proben auch mehr Hartbodenvertreter finden, wobei die Miesmuschel hiervon den gewichtsmäßig höchsten Anteil bildet.

Tab.2: Artenanzahl pro taxonomische Gruppe in den Sand-Benthosproben 2006 als Vergleich zwischen Referenz- und Riffgebiet

taxonomische Einheit	Riff	Ref.-Gebiet
Nemertini	1	0
Mollusca	6	7
Oligochaeta	1	2
Polychaeta	14	8
Crustacea	9	6
Insecta	1	0
Echinodermata	1	1
Artenanzahl gesamt	33	24

Diskussion

Die mittlerweile siebenjährigen Erfahrungen in der Begleitung und Dokumentation der Bewuchsgemeinschaft auf den künstlichen Riffstrukturen in der Ostsee vor Nienhagen und der Fundus an Datenmaterial der in dieser Zeit gebildet werden konnte zeigen, dass das Monitoringprogramm gut gewählt ist. Es lassen sich fundierte Aussagen treffen. Deshalb wurde das Programm in wesentlichen Teilen auch für den neuen Standort ROSENORT (neues Riff auf 6 m Wassertiefe) übernommen. Sinnvoll und mit einer neu installierten Arbeitsplattform in Zukunft auch möglich, ist die Absicherung einer kontinuierlichen Wasserdatenerfassung, die für die Erklärung ungewöhnlicher Phänomene wie z.B. des 2010 beobachteten Seesternsterbens von großer Bedeutung ist.

Wie im Ergebnisteil dargestellt, hat sich am Riff in Nienhagen eine stabile von *Mytilus* dominierte Bewuchsgemeinschaft herausgebildet. Das Dominieren von *Mytilus* in den Hartbodengemeinschaften der gemäßigten und subtropischen Breiten ist allgemein bekannt und wurde in ähnlicher Weise auch schon von TURSI et al. (1984) und IGIC (1988) für die Adriaküste, DEAN and HURD (1980) für die Delaware Bay (USA) und von PICKEN (1986) für die schottische Küste beschrieben. Es stellt vermutlich sogar das einzige stabile Klimaxstadium auf Hartböden der gemäßigten Breiten dar (SUTHERLAND and KARLSON (1977)). Die Ausbildung von Mytilusgemeinschaften an der Küste Mecklenburgs mit konkreten Angaben zum Arteninventar und zur Biomassenentwicklung wurde von SUBKLEW (1970), BÖTTCHER (1990), SANDROCK (1990) und aktuell auch von ZETTLER (2010) beschrieben.

Die Grundstruktur dieser flächendeckenden Besiedlung mit Miesmuscheln ist wie die Untersuchungen am künstlichen Riff in Nienhagen deutlich zeigen, bereits nach etwa 2 Jahren im Wesentlichen komplett ausgebildet und auch die dazugehörige Begleitfauna ist weitgehend vorhanden. Die nach außen wirksamen ökologischen Grundfunktionen – Filterleistung, Struktur/Nischen, Abgabe von Faeces/Pseudofaeces – sind dann nahezu vollständig ausgeprägt. In den Folgejahren wächst allerdings der Bestand auseinander, d. h. ältere Muscheln wachsen weiter, gleichzeitig setzen sich neue Muscheln an, was zu Platzkonkurrenz, bezogen auf die Biomasse zunächst einmal zu einem weiteren Zuwachs führt. Limitierend in der Entwicklung war im Riff Nienhagen bislang aber weniger die Konkurrenz um Platz als vielmehr der Fraß durch Seesterne. Das war besonders augenfällig im Winter, wenn keine neuen Miesmuscheln dazu kamen und die Seesterne sukzessive einen Großteil des vorhandenen Bestands dezimierten. Dem aufmerksamen Taucher erschloss sich dieser Zusammenhang durch die zahlreichen offenen, leeren, noch an den Byssusfäden in den Strukturen hängenden Muschelschalen in jedem Frühjahr. Dieser Zusammenhang ließ sich auch durch einen kleinen Versuch, bei dem Seesterne gezielt durch den Einbau eines Kupferrings daran gehindert wurden, die oberen Bereiche eines Tetrapoden zu erreichen, beweisen. Im Dezember 2010 wurde dort mit 5.923 g/m² (TM) ein um den Faktor 3,5 erhöhter Biomassewert (Vergleichsfläche direkt unterhalb) registriert. Mit hoher Wahrscheinlichkeit war auch die sehr unterschiedliche Entwicklung der Gemeinschaften auf den Strukturen lediglich als ein Resultat der unterschiedlichen Erreichbarkeit durch Seesterne anzusehen. Auffällig war zumindest, dass alle bodennahen, auf den Strukturen unten liegenden Kontrollflächen wenig Muschelbewuchs aufwiesen, die weiter oben in den Strukturen liegenden Flächen hingegen sehr dicht bewachsen waren. Eine Ausnahme stellte die Fläche 4 dar, die zwar am oberen Rand eines Riffkegels lag, aber in der Bewuchsausprägung eher den weiter unten liegenden Flächen ähnelte. Eine Ursache für diese Abweichung könnte darin gelegen haben, dass die Außenwände der Kegel relativ wenig Struktur aufweisen und für die vom Grund aufwandernden Seesterne gut „zugänglich“ waren. An einem neu errichteten künstlichen Riff vor Rosenort, wo es auf Grund des geringeren Salzgehaltes keine Seesterne gibt, waren folgerichtig die gleichen Strukturen unten stärker mit Miesmuscheln bewachsen als oben. Die endgültige Klärung dieser Vermutung steht unmittelbar bevor. Durch das Absterben der Seesterne im Sommer 2010 müssten sich jetzt auch die Miesmuscheln in den dicht über Grund liegenden Bereichen stärker entwickeln. In den Proben aus dem Dezember 2010 deutete sich diese Tendenz bereits an. Gelegentlich tragen an der Außenküste zudem Tauchenten (beobachtet wurden Eider- und Eisenten), die auch noch bei 12 m Wassertiefe ihre Nahrung finden, zur Dezimierung des Muschelbestandes bei. Im Gegensatz zur Prädation durch Seesterne sind dann aber auch die Schalen der Muscheln von den Strukturen verschwunden.

Die Aussage, dass die Mytilusgemeinschaft in Struktur und Funktion – von der jährlichen Oszillation einmal abgesehen – bereits nach 2 Jahren weitgehend stabil ausgebildet ist, bezieht sich allerdings nur auf die faunistischen Aspekte. Wie die Untersuchungen vor Nienhagen gezeigt haben, benötigen Algen für die Neubesiedlung künstlicher Substrate einen deutlich längeren Zeitraum. Auch nach 7 Jahren wachsen auf den ursprünglich im Riff vorhandenen Natursteinen grundsätzlich mehr Makroalgen als auf den Betonstrukturen und dies bezieht sich sowohl auf die Artenanzahl als auch auf die Biomasse. Einen gewissen Vorteil scheint die Form der Steine mitzubringen – runde Formen verringern die Sedimentation – aber bei der Formenvielfalt der künstlichen Elemente sollte es auch dort zumindest Teilbe-

reiche geben, die optimal von Algen angenommen werden. Die Art des Materials an sich (Vergleich verschiedener Betonsorten mit Naturstein/Granit) kann in Auswertung der Platenauslagerungen im Jahr 2005 als Grund ausgeschlossen werden und auch die Frage der Oberflächenbeschaffenheit ist, wie durch Untersuchungen verschieden rauher Betonflächen deutlich wurde, mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht entscheidend. Was als Erklärung bleibt, ist die Vermutung, dass sich entwickelnde Algen häufig von der Unterlage abgerissen werden, die verbleibenden Reste aber bei sich bessernden Bedingungen erneut weiterwachsen, so dass einfach die Dauer, die ein Hartsubstrat bereits in einem System mit dem nötigen Besiedlungspotential vorhanden ist, über die Besiedlungsintensität durch Algen entscheidet. Für diese Hypothese spricht auch die Beobachtung, dass „alte“ Strukturen mehr Algenbewuchs aufweisen als neu ausgebrachte – unabhängig, ob es sich dabei um Naturstein oder Beton handelt. Ein ähnliches Phänomen wurde auch für die nördliche Ostsee (Finnland, Südküste) beschrieben. Schwimmende Riffstrukturen mit denen man eigentlich gelöste Nährstoffe aus dem Wasserkörper entfernen wollte, bewachsen zwar sehr schnell mit Muscheln, die fädigen Grünalgen, die zur Nährstoffelimination dienen sollten, ließen aber auch nach einem Jahr noch auf sich warten (LAIHONEN et al., 1996).

Eine Beeinflussung der originär im Sediment lebenden Benthosorganismen (Infauna) in und direkt an künstlichen Riffen wurde häufig beobachtet und war auch bezüglich des Riffs in Nienhagen ein im Vorfeld seiner Errichtung viel diskutierter Aspekt. In einer Zusammenfassung der dazu vorhandenen Veröffentlichungen (BADALAMENTI and D'ANNA, 1996) werden als Gründe dafür genannt:

- Direktes Überdecken durch Strukturen
- Modifizierung der Korngrößen durch geänderte Strömungssituation am Grund
- Änderung/Erhöhung des organischen Gehalts durch die metabolischen Aktivitäten im Riff
- Erhöhung des Fraßdrucks auf das Benthos durch sich im und am Riff aufhaltende Fische.

Die im Riff Nienhagen beobachtete Zunahme der Artenzahl und in geringerem Maße auch der Biomasse des Benthos des Sandbodens lässt sich in erster Linie auf die Einwanderung typischer „Hartboden-Arten“ zurückführen, was wiederum damit zusammenhängt, dass bedingt durch veränderte Strömungsverhältnisse feine Sandbestandteile weggespült wurden und der Anteil der kleinen bis mittelgroßen Steine zunahm.

Wichtigstes Ergebnis der langjährigen Untersuchungen am künstlichen Riff ist zweifellos die, wie bereits eingangs erwähnt, durch parallel laufende fischereibiologische Untersuchungen nachgewiesene Erhöhung der fischereilichen Wertigkeit in diesem Gewässerareal, die sich zu einem ganz wesentlichen Teil aus dem mit der entstandenen Bewuchsgemeinschaft und der damit verbundenen Begleitfauna gebildeten zusätzlichen Nahrungsangebot für die Fische erklärt. Die Zielfischart des Gesamtprojekts ist der Dorsch. Gegenwärtig ist das Jungfischauftreten des Dorschs im Riffgebiet fast doppelt so hoch wie in einem 4 km entfernt liegenden Referenzgebiet. Auch bei den wirtschaftlich verwertbaren Fischgrößen ist das Fangergebnis am Riff um bis zu 47 % höher. Größer geworden ist auch die Gesamtartenzahl der vorkommenden Fische. Von den insgesamt 42 nachgewiesenen Arten kommen am Riff 39 Arten und im Referenzgebiet 31 Arten vor. Augenfällig ist vor allem ein enorm hohes Auf-

kommen an Schwimmgrundeln (*Gobius flavescens*) im Strömungsschatten der bewachsenen Strukturelemente.

Die Dorsche im Riff ernähren sich vor allem in den ersten beiden Lebensjahren vor allem von der vagilen Bewuchsfauna, die sich im Zusammenhang mit den *Mytilus*-Polstern herausbildet. Magenuntersuchungen von am Riff gefangenen Dorschen haben ergeben, dass sich die einjährigen Tiere überwiegend von Amphipoden, Mysidaceen und Garnelen ernähren. Im 2. Jahr wurde das Nahrungsspektrum durch Fischlarven ergänzt und erst ab einer Länge von 31 cm nahmen die Jungdorsche zusätzlich auch Krabben und Fisch auf. Der Vergleich von Fischen aus dem Riff und aus dem Referenzgebiet zeigte zudem, dass bei den im Riff beheimateten Tieren der Anteil der Garnelen, Kleinkrebse und Polychaeten im Nahrungsspektrum deutlich höher ist (DUMKE, 2008).

Das mit den künstlichen Strukturen zusätzlich geschaffene Nahrungspotential ist erheblich. Für Dezember 2010 wurde auf der Basis der entnommenen Kratzproben eine mittlere Biomasse von 1.887,14 g/m² (TM) ermittelt. Hochgerechnet auf die mit dem Aufbau der Strukturen entstandene zusätzliche Besiedlungsfläche von 18.000 m² ergibt dies ein Gesamtbewuchsgewicht von 33,7 t (TM). Kleinkrebse und Polychaeten nutzen das vorhandene Nischensystem und decken nach unseren Beobachtungen auch einen erheblichen Teil ihres Energiebedarfs durch die Aufnahme von Faeces/Pseudofaeces der Miesmuscheln, so dass es an dieser Stelle eine sehr direkte Verbindung zwischen der Bewuchs- und der Fischgemeinschaft gibt.

Danksagung

Die begleitende Forschung an den beiden künstlichen Riffen vor Mecklenburgischer Küste wird finanziert aus dem Europäischen Fischereifond (EFF) und aus Landesmitteln MV.

Literatur

BALDALAMENTI, F. and G. D`ANNA (1996)

Monitoring techniques for zoobenthic communities: influence of the artificial reef on the surrounding infaunal community

Proceedings of the 1st Conference of the European Artificial Reef Research Network, Ancona, Italy, 26-30 March 1996

BÖTTCHER, U. (1990)

Untersuchungen zu den biologischen Grundlagen einer Aquakultur der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.) in der Mecklenburger Bucht

Diss., Univ. Rostock

DEAN, T. A. and L. E. HURD (1980)

Development in an estuarine fouling community: the influence of early colonists on later arrivals

Oecologia 46: 295-301

DUMKE, A. (2008)

Bestandsbiologische Untersuchungen der Dorschvorkommen am Riff Nienhagen

Jahresheft Fisch und Umwelt M-V e.V., 2007/2008

IGIC, L. (1988)

Autecological Studies on the Mussel (*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK) as a Fouling Organism: I: Mussel on Artificial Substrata
Biofouling 1: 175-189

LAIHONEN, P; HÄNNINEN, J.; J. CHOJNACKI and I. VUORINEN (1996)

Some prospects of nutrient removal with artificial reefs
Proceedings of the 1st Conference of the European Artificial Reef Research Network, Ancona, Italy, 26-30 March 1996

SANDROCK, S. (1990)

Struktur und Dynamik von Mikro- und Makrobewuchs auf künstlichen Substraten an Küsten- und Hafenstandorten in der südlichen Ostsee
Diss., Univ. Rostock

SUBKLEW, H.-L (1970)

Vergleichende biologische Untersuchungen über den Bewuchs in Häfen der südlichen Ostsee
Wiss. Zeitschr. Univ. Greifswald, XIX (3/4): 217-246

SUTHERLAND, J. P. and R. H. KARLSON (1977)

The development and stability of the fouling Community at Beauford, North Carolina
Ecol. Monogr. 47: 425-446

TURSI, A.; A. MATARRESE; L. SCALERALIACI; C. MONTANARO and E. CECEREU (1984)

Seasonal Factors in Mussel facies Settlement on Annual Fouling Pannals
OEBALIA X.N.S.: 69-84