

**Endbericht**

**Monitoring der Bewuchsentwicklung  
am künstlichen Riff Nienhagen**

**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 30  
18211 Nienhagen**

**Bearbeiter:**

**Dr. Stefan Sandrock**

**Dr. Eva-Maria Scharf**

**Februar 2007**

## Gliederung

	<b>Seite</b>
<b>1. Aufgaben und Ziele</b>	<b>3</b>
<b>2. Methoden</b>	<b>4</b>
2.1 Methoden zur Beschreibung der Entwicklung auf den Riffstrukturen	4
2.1.1 Fotografie von Referenzflächen	4
2.1.2 Entnahme von Abkratzproben	4
2.1.3 Auslagerung von Langzeit-Betonplatten	4
2.1.4 Auslagerung von Kurzzeitplatten aus Plexiglas	5
2.1.5 Auslagerung von Testplatten unterschiedlicher Materialien	5
2.1.6 Entnahme von Netzknoten	5
2.2 Methoden zur Beschreibung der Entwicklung auf den natürlich vorhandenen Substraten (Natursteine und Sandboden)	5
2.2.1 Entnahme von Steinen	5
2.2.2 Entnahme von Stecher-Benthosproben	6
2.2.3 Einsatz von Videotechnik	6
2.3 Sonderversuche zur Beeinflussung der Bewuchszusammensetzung	6
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>7</b>
3.1. Ansiedlung und Entwicklung von Bewuchsorganismen und vagiler Begleitfauna auf den Riffstrukturen	7
3.1.1 Entwicklung auf den Betonstrukturen	7
3.1.2 Entwicklung auf den Netzen	9
3.1.3 Garnelen und Krabben	10
3.1.4 Hauptansatzzeiten der wichtigsten Bewuchsorganismen	11
3.2 Bewuchszusammensetzung auf natürlich vorhandenen Steinen	11
3.3 Benthoszusammensetzung der Sandböden im Riff- und Referenzgebiet	13
3.4 Einfluss des Materials auf die Ansiedlung und Zusammensetzung von Bewuchsgemeinschaften	14
3.5 Technische Möglichkeiten zur Beeinflussung der Bewuchszusammensetzung	15
<b>4. Diskussion</b>	<b>16</b>
<b>5. Literatur/Gutachten</b>	<b>18</b>

## Anhang

## 1. Aufgaben und Ziele

Das Ziel des Teilprojektes „Monitoring der Besiedlungsökologie verschiedener Riffmaterialien“ beand in erster Linie darin, die sich auf den Strukturelementen 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.

Zu den im Rahmen des Monitoringprogramms gestellten Aufgaben gehörten:

- die Entnahme von Sand-Benthosproben im Riff- und Referenzgebiet,
- die Fotografie von Sandoberflächen (jeweils 3 Fotos, Rahmengröße 40 x 60 cm)
- die monatliche Fotografie von 8 markierten Teilflächen auf den Riffelementen (Rahmengröße 20 x 25 cm)
- 2 x jährlich Entnahme von Kratzproben (15 x 15 cm) direkt neben den Fotoflächen
- die Auslagerung und Entnahme von Langzeitplatten zur Beschreibung der Bewuchsentwicklung
- die Auslagerung und Entnahme von Kurzzeitplatten zur Beschreibung der Ansatzzeiten der verschiedenen Bewuchsorganismen
- die monatliche Entnahme eines Netzknotens zur Beschreibung der Besiedlung von Netzmaterialien
- die monatliche Entnahme von Natursteinen zur Beschreibung der unbeeinflusst vorhandenen Bewuchsgemeinschaft.

2006 wurde das Programm auf die erweiterte Riffareale ausgedehnt und umfasste zusätzlich

- die Aufnahme 4 neuer Stationen (Fotodokumentation und Abkratzproben)
- die monatliche Videoaufnahme einer markierten Transekte von 100 m Länge.

Die gezielten Einzelversuche beinhalteten:

- die Auslagerung verschiedener Material-Platten (Betonarten, Hölzer, Kunststoffe etc.) zur Einschätzung des Materialeinflusses auf die Besiedlungsintensität
- die Beprobung/Beschreibung der Besiedlung auf Körpern, die eventuell als Basis für Muschel-Aquakulturen dienen könnten (aufgeständerter Betonring, Auftriebskörper).
- Erproben von technischen Maßnahmen, um Seesterne von Muschelkulturen fernzuhalten.

Der vorliegende Bericht ist stark komprimiert. Für Detailaussagen, Einzelergebnisse und auch weitergehende Erläuterungen kann an dieser Stelle nur auf die bereits vorliegenden Zwischen- und Jahresberichte (bioplan, 2003-2007) verwiesen werden. Bewuchsgemeinschaften setzen sich aus sehr vielen taxonomischen Gruppen zusammen und stellen somit hohe Anforderungen an die Artenkenntnis der Bearbeiter. Für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung bei der Bestimmung schwieriger Arten möchten wir uns an dieser Stelle bei Dr. Michael Zettler (IOW), Dr. Andreas Bick (Uni Rostock), Dr. Jörg Köhn (Consulting Büro) und Christof Schigulla (Uni Rostock) herzlich bedanken.

## **2. Methoden**

### **2.1 Methoden zur Beschreibung der Entwicklung auf den Riffstrukturen**

#### **2.1.1 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 1 Fläche im unteren und eine im oberen Drittel der jeweiligen Struktur liegt. Die feste Installation von Bolzen ermöglichte es, einen vom Taucher mitgeführten Fotorahmen mit den Abmaßen 20 x 25 cm bei jedem Kontrolltauchgang an genau 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) zuließ.

Da auf den Kontrollflächen zerstörungsfrei gearbeitet wurde, war es möglich, auf diesen 8 (mit Rifferweiterung ab 2006 12) Flächen über den gesamten Zeitraum die Sukzession zu beobachten.

#### **2.1.2 Entnahme von Abkratzen**

Kleinere Organismen sind auf Fotos nicht erkennbar. Zur genaueren Beschreibung der Bewuchszusammensetzung wurden deshalb in halbjährlichen Intervallen unmittelbar neben den Foto-Kontrollflächen Abkratzen entnommen. Hierbei wurde auf jeweils 225 cm<sup>2</sup> der gesamte Bewuchs mit einem Spachtel abgekratzt. Der Spachtel wurde in einem Netzbeutel geführt, an der Außenseite des Netzbeutels war ein Rahmen (15 x 15 cm) eingenäht, so dass ein exakter Flächenbezug gegeben war. Die Maschenweite der Netzbeutel beträgt 0,5 mm. Daher wurden auch kleinere vagile Formen mit erfasst.

Der Inhalt der Beutel wurde an Deck in Probengefäße überführt und im Labor qualitativ und quantitativ ausgewertet. Für die jeweiligen Arten erfolgte eine Biomassebestimmung (Feuchtmasse FM, Trockenmasse TM, Aschefreie Trockenmasse AFTM).

#### **2.1.3 Auslagerung von Langzeit-Betonplatten**

Zur quantitativen Beschreibung der Biomasseentwicklung auf Betonflächen wurde ein Gestell aus seewasserfestem Aluminium im Riffareal abgesenkt. Es erlaubt 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.

#### **2.1.4 Auslagerung von Kurzzeitplatten aus Plexiglas**

Zum Beschreiben des Neuansatzes von Larven wurde ab März 2004 monatlich je eine aufgeraute Plexiglasplatte im Auslagerungsgestell ausgebracht. Auf der Plexiglasplatte mit den Abmaßen 9 x 24 cm waren sekundär kleinere Plexiglasplättchen (Objektträgergröße) aufgeklebt, die dann bei der Laborauswertung eine Betrachtung unter dem Mikroskop zuließen. Nach der mikroskopischen Begutachtung und der Fotografie der festgestellten Larvenformen wurde in vielen Fällen die Entwicklung auf den Platten im Seewasseraquarium weiter verfolgt, was dann in Zweifelsfällen eine sichere Zuordnung der Larvenform zu den vorkommenden Arten erlaubte.

#### **2.1.5 Auslagerung von Testplatten unterschiedlicher Materialien**

Das Gestell diente weiterhin zur Auslagerung von Platten aus verschiedenen Materialien, um Rückschlüsse auf die Bewuchsdichte bei der Verwendung unterschiedlicher Baustoffe für Riffanlagen ziehen zu können. Die Versuche liefen jeweils über eine Bewuchsperiode (Apr.-Nov.). Im 1. Jahr wurden die verschiedenen, im Riff verbauten Betonsorten, der Kunststoff GFK, 2 Steinmaterialien (Granit und Marmor) und Eichenholz, im 2. Jahr Plexiglas, nicht rostender Stahl (NIRO), Gummi und als weitere Holzart Lärche, im 3. Jahr einfacher Estrich mit den im Riff verwendeten Spezialbetonsorten in ihrer Besiedlungsdichte verglichen.

#### **2.1.6 Entnahme von Netzknoten**

Im November 2003 wurden zur Erhöhung der Habitatvielfalt an einigen 6 t-Tetrapoden großmaschige Netze vertikal und auch horizontal 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/AFTM).

### **2.2 Methoden zur Beschreibung der Entwicklung auf den natürlich vorhandenen Substraten (Natursteine und Sandboden)**

#### **2.2.1 Entnahme von Steinen**

Die vergleichende Beprobung der natürlichen Substrate fand monatlich 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 im Gebiet typischen Hartbodengemeinschaft pro Monat an beiden Stationen jeweils ein etwa faustgroßer bewachsene Stein unter Wasser entnommen, dicht verpackt, im Labor abgekratzt und der Bewuchs wie oben beschrieben ausgewertet.

## **2.2.2 Entnahme von Stecher-Benthosproben**

Auf den sandigen Flächen sind durch einen Taucher jeweils 3 Stecherproben (Plexiglas, Durchmesser 11,5 cm) entnommen und direkt nach der Entnahme unter Wasser in verschließbare Tüten umgefüllt worden. Im Labor wurden die Proben gesiebt (Maschenweite 0,3 mm), lebend ausgezählt und anschließend qualitativ und quantitativ ausgewertet.

Ähnlich wie an den Betonstrukturen wurden 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. Aus den Fotos konnten Aussagen zur Abundanz von Seesternen auf Sandböden abgeleitet werden.

## **2.2.3 Einsatz von Videotechnik**

Jeweils von Mai bis Dezember waren kontinuierlich live-Bilder liefernde Kameras im Riff platziert (siehe Bericht NIEDZWIEDZ, Uni Rostock). 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.

## **2.3 Sonderversuche zur Beeinflussung der Bewuchszusammensetzung**

Im Laufe der Untersuchungen wurde schnell klar, dass die Zusammensetzung der Bewuchsgemeinschaft am Standort in starkem Maße vom Fraß durch Seesterne (*Asterias rubens*) geprägt wird. Daher wurde versucht, einige Testflächen für Seesterne unerreichbar zu gestalten. Dies geschah, indem der obere Teil eines 6t-Tetrapodens zunächst durch einen Bürstensaum, im weiteren Verlauf der Untersuchungen durch eine Kupferkragen vor Seesternen geschützt wurde.

Parallel gestartete Auslagerungen von Ekazell-Auftriebskörpern und einem aufgeständerten Betonring sollen erste Erkenntnisse zur Auswahl geeigneter Strukturkörper für die gezielte Ansiedlung und spätere Nutzung von Miesmuscheln liefern.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Ansiedlung und Entwicklung von Bewuchsorganismen und vagiler Begleitfauna auf den Riffstrukturen

##### 3.1.1 Entwicklung auf den Betonstrukturen

Die Betonelemente kamen im September 2003 ins Wasser. 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./m<sup>2</sup>. Die Anzahl ging im Verlauf der nächsten Monate wieder zurück, blieb aber lange Zeit bei über 10.000 Ind./m<sup>2</sup>. 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, je nach Fläche, zwischen 40 und 60 Ind./m<sup>2</sup>.

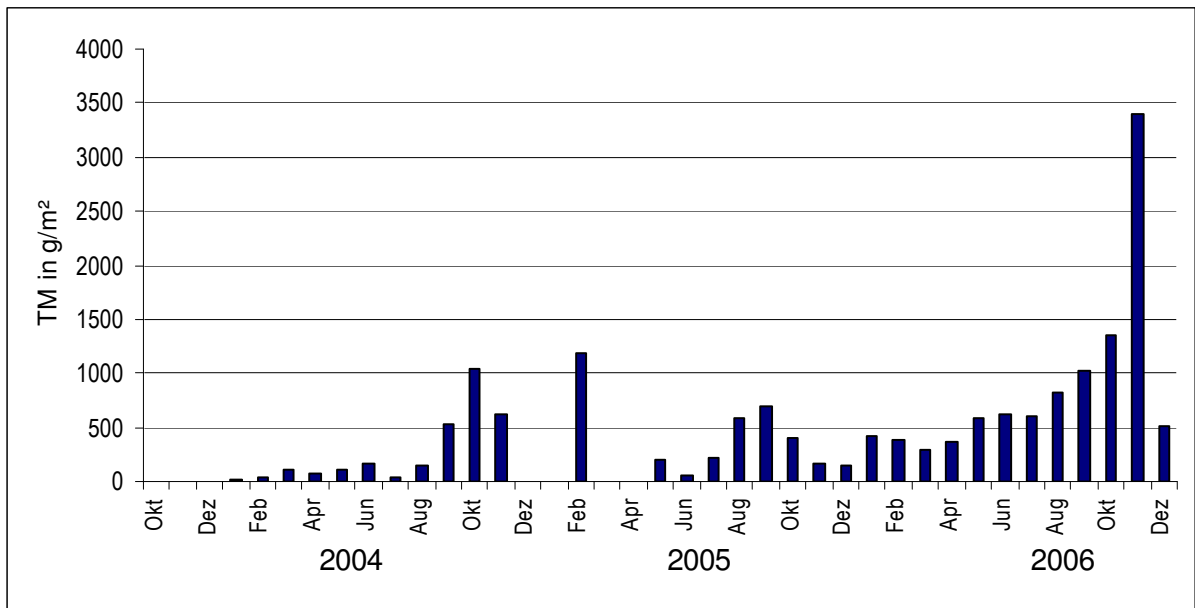
Im ersten Winter und im zeitigen Frühjahr nahm sukzessiv der Bedeckungsgrad des Hydroidpolypen *Hartlaubella gelatinosa* zu. Die aus dem Spätherbst stammenden Seepocken (*Balanus improvisus*) verschwanden weitgehend unter den Schlickröhren von *Polydora ciliata* und waren somit zwar noch vorhanden, auf den Fotos aber kaum auszumachen. Im April und Mai wuchs der Anteil der fädigen, braune Schläuche bildenden Kieselalgen (meist Gattung *Amphipleura*). Der Anteil der Hydroidpolypen nahm langsam ab, was auf den Fraßdruck durch Federschnecken (*Facelina bostoniensis*) zurückzuführen war. Für den Monat Juni war in allen Jahren ein starker Neuansatz von Seepocken typisch und im Juli erfolgte der erste größere Larvenfall von Miesmuscheln, der sich auf den Fotos aber erst beginnend im August bemerkbar machte.

Von diesem Zeitpunkt an begannen sich die Flächen sehr differenziert zu entwickeln.

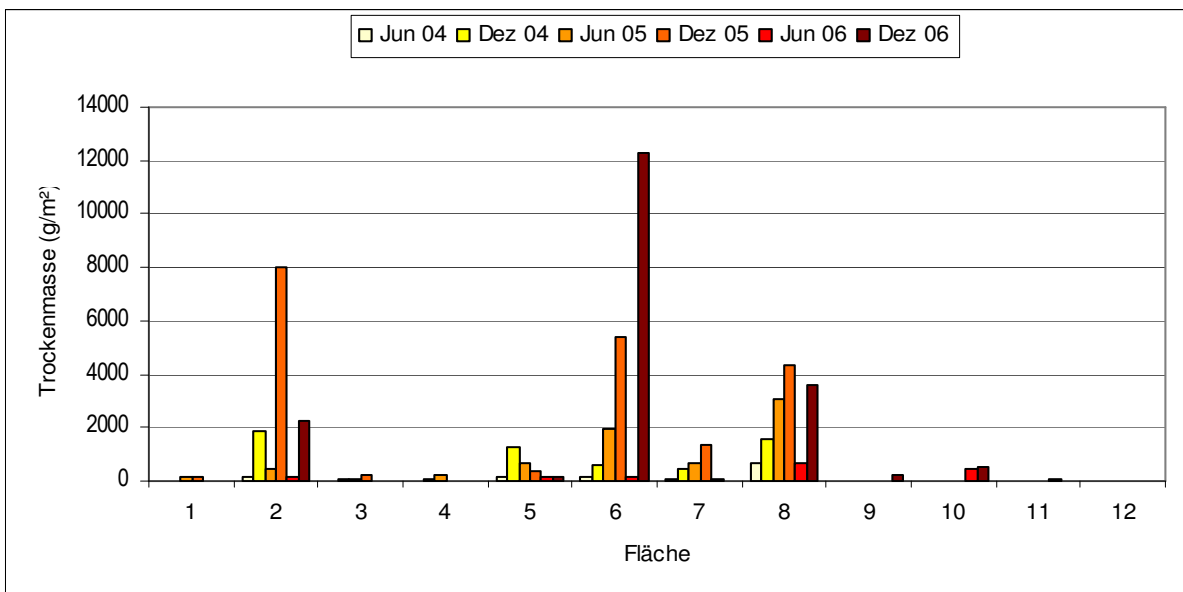
Der starke sommerliche *Mytilus*-Larvenfall konnte nur in Fläche 2 ungestört und sehr schnell zu einer geschlossenen Schicht aufwachsen. Auf allen anderen Flächen wurden die größeren Muscheln ständig von Seesternen abgeweidet, was sich gut an den bestimmten Gesamtbiomassewerten nachvollziehen ließ (Abb.1). Einem schnellen, nahezu exponentiellen Anstieg der Biomassewerte von Juli bis November folgte in jedem Jahr ein drastischer Rückgang während der Wintermonate, der visuell vom Taucher durch die zahlreichen von Seesternen leer gefressenen, aber noch an den Byssusfäden hängenden, offenen Miesmuschelschalen zu erkennen war. Aus den relativ hoch gelegenen, durch Seepocken nur erschwert erreichbaren Flächen (Fläche 2 und 8) entwickelten sich *Mytilus*-Gemeinschaften die mit jahreszeitlichen Schwankungen Gesamtbiomassen zwischen 2.000 und 8.000 gTM/m<sup>2</sup> auf-

wiesen, wobei die im Dezember 2006 aus den 8, das Riff insgesamt repräsentierenden Teilflächen errechnete mittlere Biomasse bei 2.297,52 gTM/m<sup>2</sup> lag.

Extrem hohe Biomassewerte ließen sich durch künstliches Fernhalten von Seesternen erreichen. Auf der mit einem Kupferkragen „geschützten“ Spitze eines Tetrapoden (Abb.2, Fläche 6) erhöhte sich die mittlere Gesamtbiomasse im Dezember 2006 auf 12.279 gTM/m<sup>2</sup>. Auf den bodennahen Flächen 1, 3, 4, 5 und 7 entwickelten sich, unabhängig von der Form (Tetrapode, Brunnenring oder Kegelstumpf) und dem Material (verschiedene Betonsorten) weitaus geringere Biomassewerte, die in der Regel deutlich unter 1.000 gTM/m<sup>2</sup> lagen (Abb.2).



**Abb.1:** Entwicklung der Gesamtbiomassewerte (Trockenmasse pro m<sup>2</sup>) auf den Langzeitplatten von Oktober 2003 bis Dezember 2006

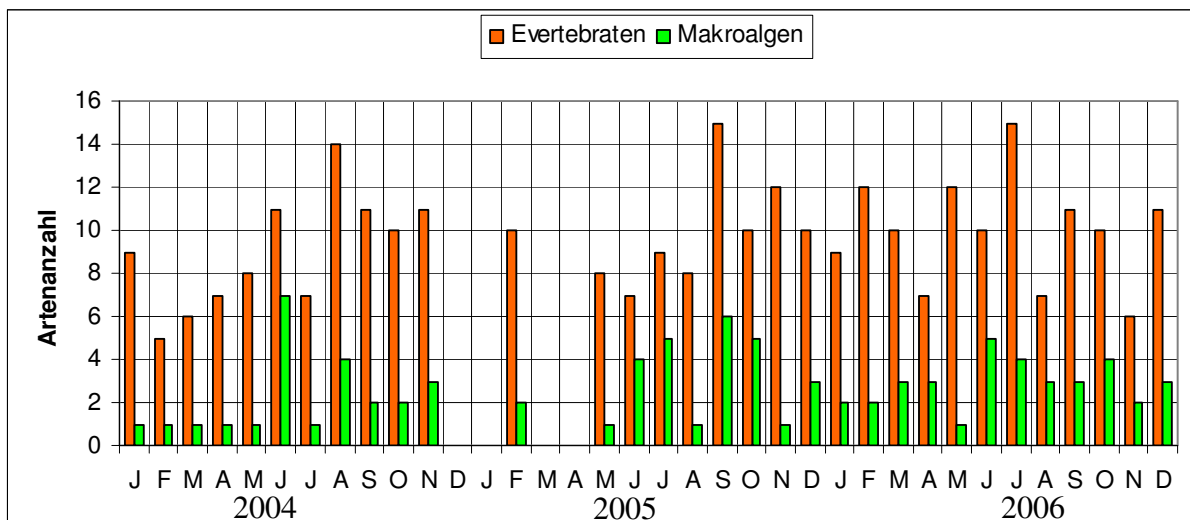


**Abb.2:** Aus den halbjährlich entnommenen Abkratzproben hochgerechnete Gesamtbio-

sewerte (TM in g/m<sup>2</sup>) für die 12 repräsentativen Flächen bis Dezember 2006

Die verschiedenen Kontrollflächen wiesen entsprechend ihrer Lage auch ein unterschiedliches Arteninventar auf, wobei die im Gestell ausgelagerten Betonplatten die Gesamtsituation recht gut widerspiegeln (Abb.3). Auffällig war die mit 3-5 Arten bei geringen Deckungsgraden auch nach 3 Jahren noch schwach ausgebildete Präsenz von Makroalgen. Eine im Vergleich zu den anderen Strukturen „dichte“ Besiedlung mit Makroalgen wiesen die Kegelstümpfe auf.

Insgesamt mit höchster Stetigkeit kamen die Rotalgen *Callithamnion corymbosum* und *Polysiphonia nigrescens* vor.



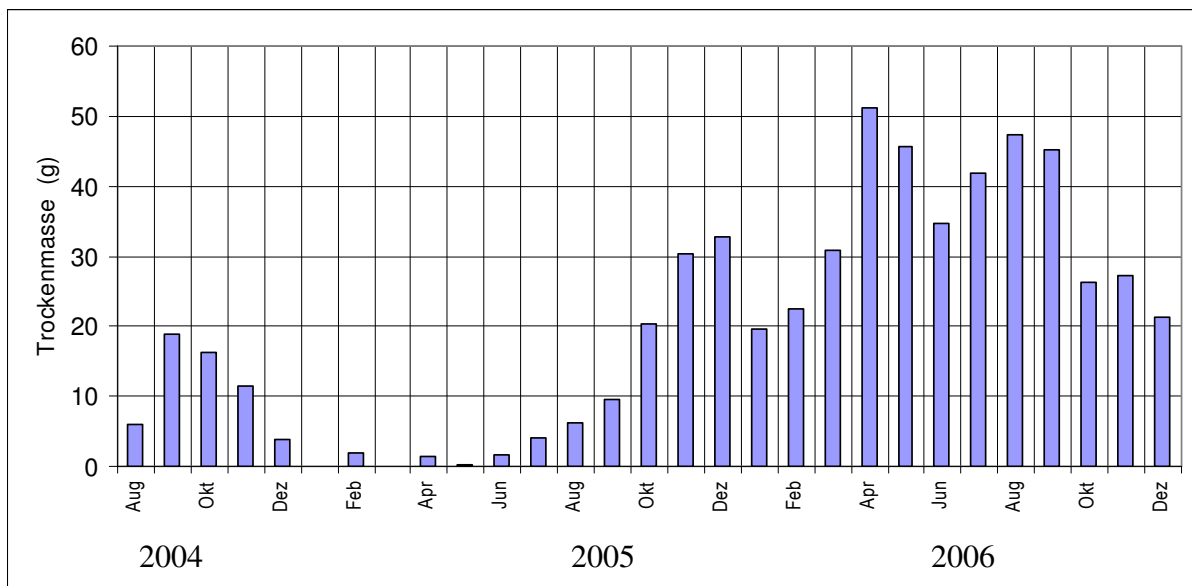
**Abb.3:** Entwicklung der Artenanzahl (Makroalgen und Evertebraten) auf den Langzeitplatten

Von den im Gebiet vorkommenden Evertebraten waren auf den Strukturen regelmäßig anzutreffen: *Mytilus edulis*, *Balanus improvisus*, *Microdeutopus grylotalpa*, *Corophium insidiosum*, *Gammarus salinus*, *Polydora ciliata*, *Alitta (Neanthes) succinea* und *Hartlaubella gelatinosa*. Typische Phytalarten (insbesondere Asseln) fehlten aufgrund der oben beschriebenen geringen Algenbesiedlung noch weitgehend, so dass die derzeitige Situation noch nicht dem zu erwartenden artenreichen Klimaxstadium entspricht.

### 3.1.2 Entwicklung auf den Netzen

Der Bewuchs auf den Netzen war zunächst bis Ende März 2004 vom Taucher kaum wahrnehmbar. Lediglich in den Netzknoten waren Schlickgehäuse von *Corophium insidiosum*, einem röhrenbauenden Amphipoden, zu erkennen. Ab April nahm der Bewuchs mit Hydroidpolypen zu. Ein sprunghafter Anstieg der Bewuchsdichte war dann ab Mai mit dem Ansatz von Rotalgen und auch ersten Miesmuscheln und Seepocken zu beobachten. Das weitere Geschehen vollzog sich wie auf den Platten – im Juni starker Seepockenansatz, im Juli Ansatz von unzählig kleinen Miesmuscheln, der in den nachfolgenden Monaten bis Oktober zu einer deutlichen Gewichtszunahme der Netze führte.

Die Maschen waren Anfang August schon weitgehend zugewachsen. In den folgenden Monaten verstärkte sich dieser Eindruck. Im Oktober glich das vertikal verspannte Netz einer geschlossenen Wand. Es kam dann in den Folgemonaten aufgrund von winterlichen Stürmen und dem auch hier zu beobachtenden Einfluss der Seesterne auch zeitweise zu Rückgängen in der Besiedlungsintensität (Abb.4). Insgesamt haben sich die Miesmuscheln gegen die anfangs noch auf den Netzen vorhandenen Seepocken durchgesetzt. Die Gemeinschaft änderte sich dahingehend, dass es bei den Miesmuscheln zu einer Größendifferenzierung (alte 1-3 Jahre) kam, Seepocken und Moostierchen sekundär auf den Schalen der Miesmuscheln siedelten und eine leichte, in der Saison variierende Zunahme von Rotalgen, insbesondere *Polysiphonia nigrescens*, zu verfolgen war.



**Abb.4:** Gesamtbiomasseentwicklung auf einem vertikal verspannten grobmaschigen Netz, ermittelt anhand von entnommenen Netzknoten

### 3.1.3 Garnelen und Krabben

Garnelen und Krabben waren bei der Fotografie von definierten Flächen und bei der Entnahme von Platten oder Abkratziproben nur selten nachzuweisen, wurden durch Taucher aber häufig gesehen. Nachweise, Verhaltensbeobachtungen und auch erste Abundanzschätzungen entstanden durch das Ausbringen von Ködern vor Kameras.

Basierend auf diesen Videoaufzeichnungen (DUMKE und EGGERS, 2006) und eigenen Beobachtungen ist davon auszugehen, dass die Krabben (ausschließlich *Carcinus maenas*) vor allem die unter den Betonstrukturen vorhandenen Hohlräume als Unterschlupf nutzen. Die Hauptaktivitätszeiten liegen in den Mittagsstunden. Sie nehmen nicht nur die geöffneten, als Köder angebotenen Muscheln als Beute an sondern knacken auch geschlossene Miesmuscheln und nehmen damit ebenfalls direkt Einfluss die Zusammensetzung der Bewuchsgemeinschaft. 2006 wurden durch die Taucher mehr Krabben gesehen als in den Vorjahren. Abundanzschätzungen sind aufgrund der kleinräumigen Differenziertheit der Strukturen

schwer. Aus den Videoaufnahmen kann auf ca. 3 Tiere/m<sup>2</sup> geschlossen werden (DUMKE und EGGERS, 2006).

Ebenfalls augenfällig war das häufige Vorkommen der Ostseegarnele *Palaemon adspersus*. Im September war ein regelrechtes Massenvorkommen zu beobachten. Es ist bekannt, dass die Tiere in der kalten Jahreszeit vom Strand in tiefere Areale ausweichen. Mit der Köderkamera entstanden sehr detaillierte Videoaufnahmen der Ostseegarnelen bei der Nahrungsaufnahme. Neben *Palaemon adspersus* kommen 2 weitere Arten, die Nordseegarnele *Crangon crangon* und *Athanas nitescens* im Riffgebiet vor.

Sowohl die Schwimmkrabben als auch die Ost- und Nordseegarnelen sind Bestandteil des Nahrungsspektrums des Dorsches und anderer Nutzfischarten.

### 3.1.4 Hauptansatzzeiten der wichtigsten Bewuchsorganismen

Das Ansatz- bzw. Ansiedlungsgeschehen konnte durch die Fotos, die Entnahme von Langzeitplatten, vor allem aber durch die jeweils einen Monat exponierten Kurzzeitplatten während der drei Jahre recht gut verfolgt werden.

In der Zusammenstellung lässt sich bezüglich der Besiedlungsfolge im Jahresverlauf folgendes Muster erkennen: Die Monate Januar und Februar waren, von wenigen Ciliatenansiedlungen abgesehen, weitgehend ereignislos. Im März verstärkt sich die Ansiedlung von Ciliaten und auch Hydroidpolypen (*Hartlaubella gelatinosa*) siedeln sich zunehmend an. Dem Ansatz und Wachstum der Hydroidpolypen folgte eine schnelle Entwicklung der Federschnecken *Facelina bostoniensis*, die dann Ende April/Anfang Mai helle Eigelege auf den Hydroidpolypen zurück ließen.

Im März, 2006 sogar schon im Februar, siedelten sich bereits erste *Mytilus*-Larven an, wobei der Schwerpunkt des Larvenfalls der Miesmuscheln in alle 3 Jahren im Zeitraum von Juli – September lag, die letzten Larven kamen 2006 im November.

Im Mai waren auch gelegentlich die ersten Cyprislarven der Seepocken zu finden. Die Hauptansiedlungszeiten am Standort liegen in den Monaten Juni und August, letzte Ansiedlungsaktivitäten ließen sich 2005 Ende November (Dezember-Kurzzeitplatte) nachweisen.

Im Juni beginnt gewöhnlich der Ansatz vieler Rotalgen (Gattungen *Polysiphonia*, *Callithamnion* und *Ceramium*), der bis in den Oktober anhält.

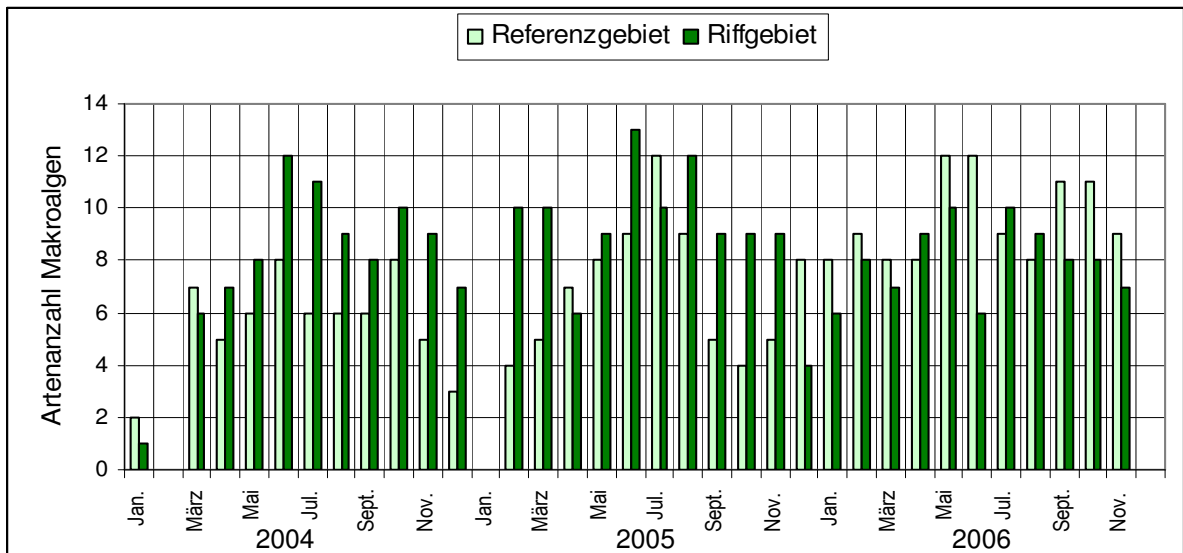
Interessant war der 2006 erstmals in dieser Deutlichkeit beobachtete starke Larvenfall von Seesternen im Juni und Juli. Auf der am 01.08.06 entnommenen Langzeitplatte wurden hochgerechnet 4.800 juvenile Seesterne pro m<sup>2</sup> beobachtet.

## 3.2 Bewuchszusammensetzung auf natürlich vorhandenen Steinen

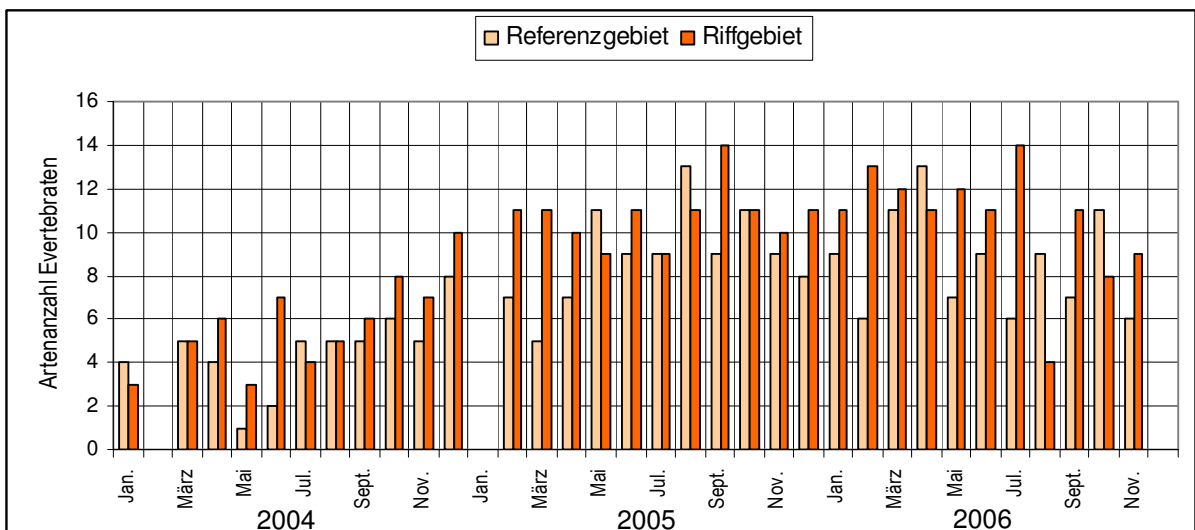
Auf den natürlicherweise sowohl im Riff- als auch im Referenzgebiet vorhandenen Steinen fiel zunächst der im Vergleich zu den neu ausgebrachten Strukturen klar höhere Anteil der

Makroalgen am Bewuchsbild auf. 2006 lag die Gesamtartenzahl bei den Rotalgen auf den Natursteinen bei 23, dazu kamen 5 Braunalgenarten. Aus Abb.5, die einen Vergleich der Anzahl der Arten auf den monatlich entnommenen Steinen in beiden Gebieten zeigt, geht hervor, dass im Sommer jeweils die Zahl der Algenarten auf im Mittel 10-12 anstieg und im Winter – an beiden Standorten – um etwa 1/3 zurückging. Bei den gefundenen Evertebraten war diese Saisonalität nicht in diesem Masse erkennbar (Abb.6). Pro Stein wurden im Mittelwert regelmäßig 10 Arten gefunden.

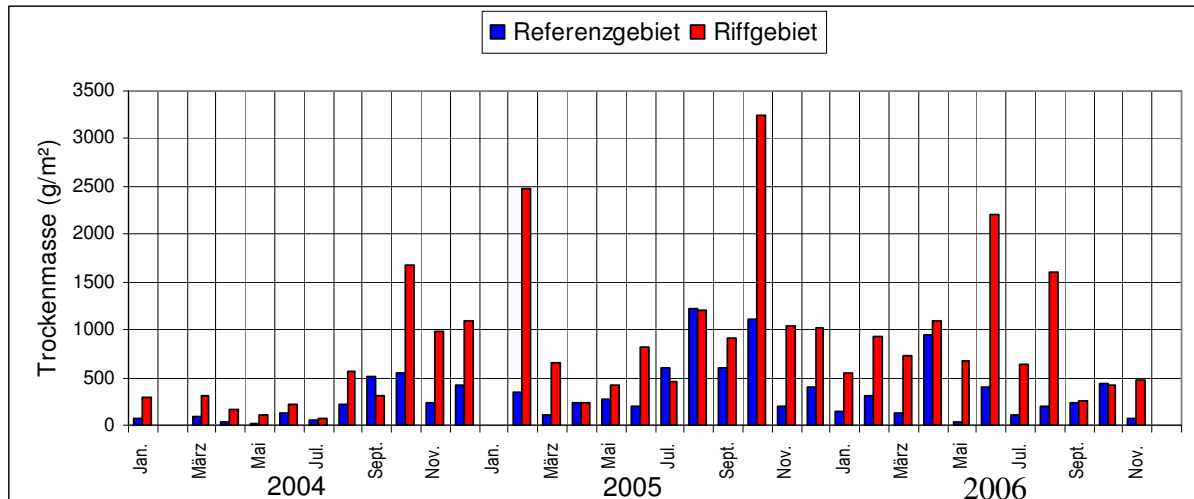
Ein Vergleich der ermittelten Gesamtbiomassen (Abb.7) lässt erkennen, dass, wie nicht anders zu erwarten, sich beide Standorte in der Größenordnung ähneln, einige der am künstlichen Riff entnommenen Steine aber doch erheblich höhere Biomassewerte aufwiesen. Diese Spitzen sind in erster Linie auf höhere Abundanzen von Miesmuscheln und in 2 Fällen auch auf das erstmals in dieser massiven Form (Juniwert: 152,67 gTM/m<sup>2</sup>) beobachtete Aufkommen der Braunalge *Desmarestia viridis* im Riffgebiet zurückzuführen.



**Abb.5:** Ermittelte Artenzahlen Makroalgen auf natürlichen Steinen im Riff- und im Referenzgebiet 2004-2006



**Abb.6:** Artenanzahl Evertebraten auf natürlichen Steinen im Riff- und Referenzgebiet  
2004-2006



**Abb.7:** Gesamttrockenmasse der Bewuchsgemeinschaft auf Einzelsteinen im Riff- und Referenzgebiet, bezogen auf 1 m<sup>2</sup> von 2004 bis 2006

### 3.3 Bethoszusammensetzung der Sandböden im Riff- und Referenzgebiet

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum in den Stecherproben 37 Benthosarten gefunden, 36 im Riffgebiet, 30 im Referenzgebiet. (Gesamtartenliste im Anhang). Die Hauptarten beider Gebiete sind:

Mollusken: *Hydrobia ulvae*, *Macoma baltica*, *Cerastoderma glaucum* und *Pavicardium ovale*

Polychaeten: *Pygospio elegans*, *Scoloplos arminger*, *Eteone longa* und *Nephtys caeca*

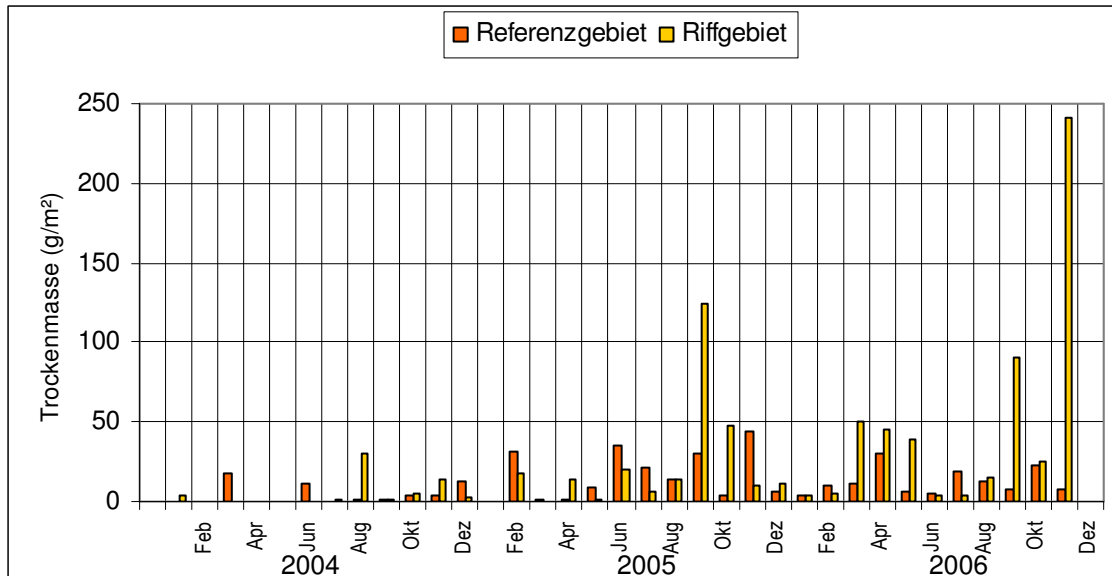
Oligochaeten: *Tubificoides benedii*

Crustaceen: *Microdeutopus gryllotalpa*, *Cyathura carinata* und *Gastrosaccus spinifer*.

Der Unterschied in der Anzahl der vorkommenden Arten ist tatsächlich aber geringer als man aus den Proben schließen könnte. Arten wie *Arenicola marina*, *Carcinus maenas* oder auch *Calliopius laevisculus* sind eher zufällig mit Stecherproben zu bekommen und täuschen, indem sie nur an einer Station in der Liste erscheinen, Unterschiede vor, die so nicht bestehen.

Eine gewisse Unterschiedlichkeit in der Besiedlung beider Gebiete ergibt sich aus der Tatsache, dass im Riffgebiet die dem Mergel aufliegende Sandschicht erodiert und somit der Anteil der verbleibenden kleinen bis mittleren Steine zunimmt. Dies führt dazu, dass in den Proben häufiger Hartbodenbewohner mit enthalten sind. Konkret schlägt sich das in den etwas höheren Artenzahlen und auch in den Biomassewerten nieder. Die in Abb.8 zu erken-

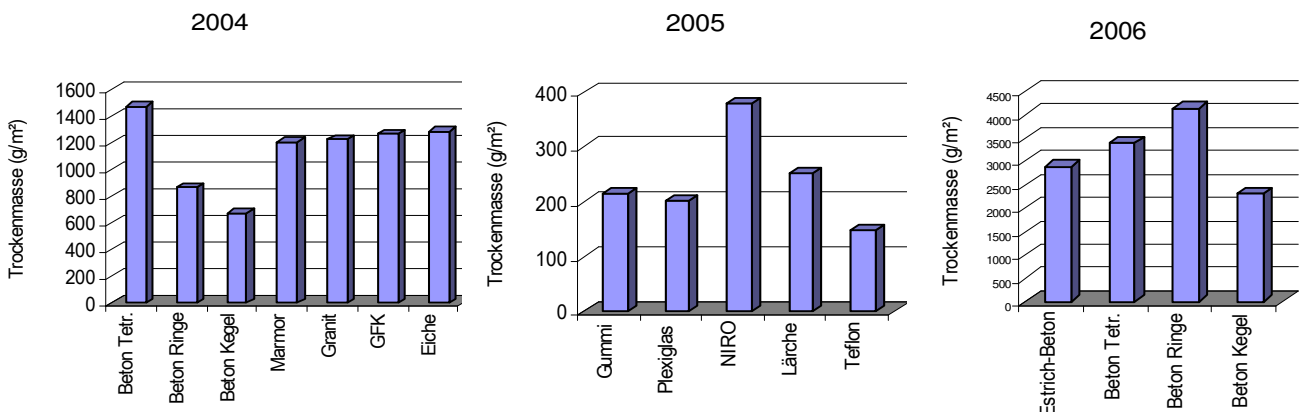
nenden peaks lassen sich größtenteils auf Miesmuscheln, die für Sandböden untypisch sind, zurückführen.



**Abb.8:** Gesamtbiomassewerte der von 2004-2006 im Riff- und Referenzgebiet entnommenen Stecherproben

### 3.4 Einfluss des Materials auf die Ansiedlung und Zusammensetzung von Bewuchsgemeinschaften

Die Abb.9 enthält eine Zusammenstellung der Ergebnisse von 3 Materialauslagerungen. Die Säulen stellen Biomasse-Mittelwerte aus jeweils 3 (2004 und 2005) bzw. 2 (2006) Parallelen dar. Ein Vergleich der Bewuchsmenge ist nur immer innerhalb eines Jahres möglich, da es zwischen den Jahren gewisse Unterschiede gibt und die Testplatten 2005 wegen eines Schadens am Gestell nicht im Winkel von 45° sondern waagrecht ausgelagert wurden. In diesem Jahr verringerte die stattfindende Sedimentation den Bewuchs erheblich, was aber die Vergleichbarkeit innerhalb des Jahres 2005 nicht einschränkt.



**Abb.9:** Gesamtbiomasse Bewuchs (gTM/m<sup>2</sup>) auf verschiedenen Materialien nach einer 8-monatigen Auslagerung im Plattengestell auf 12 m Tiefe

Qualitative Unterschiede in der strukturellen Zusammensetzung der Bewuchsgemeinschaft innerhalb eines Jahres traten nicht auf. Alle Materialien wurden als Siedlungsplatz angenommen. Unterschiede gab es bei den quantitativen Aspekten, was sich in der Gesamtbiomasse auf den Platten widerspiegelt.

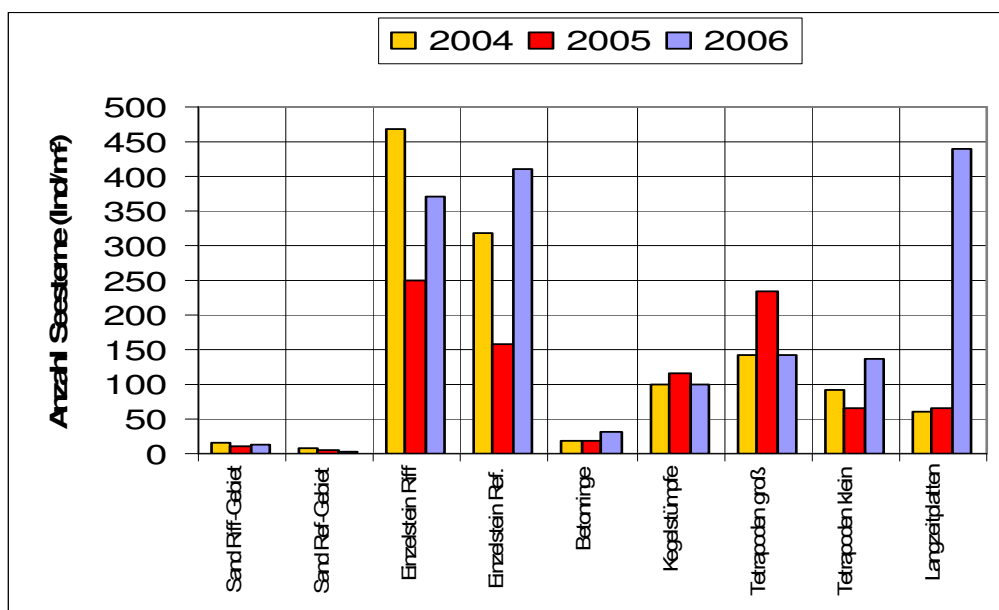
Von den 2004 verglichenen Materialien wurden GFK, Granit, Marmor und Eiche gleich gut besiedelt. Bei dem Vergleich der im Riff verwendeten Betonsorten blieb der natursteinreiche, gewaschene Beton aus dem die Riffkegel bestehen, hinter den beiden anderen Sorten zurück, was sich in einem Wiederholungsversuch 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 gewöhnlicher Estrichbeton trotz anfänglich leicht erhöhter pH-Werte an der Oberfläche im Laufe einer Bewuchssaison nicht weniger stark besiedelt wird als pH-neutraler Spezialbeton.

### 3.5 Technische Möglichkeiten zur Beeinflussung der Bewuchszusammensetzung

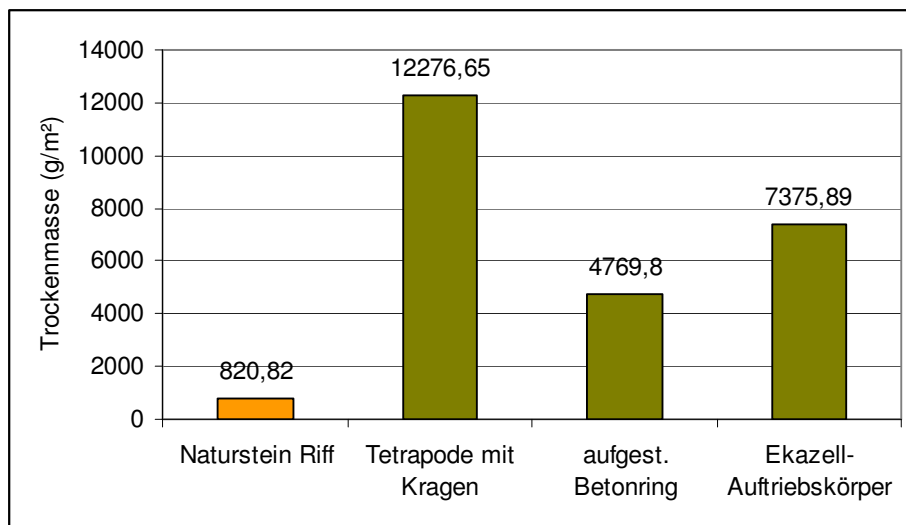
Abb.10 enthält eine Zusammenstellung der bisher aus Proben und Fotos ermittelten Abundanzwerte zu Seesternen (*Asterias rubens*) im Riff und Referenzgebiet. Es ist davon auszugehen, dass auf den festen Strukturen durchgängig über 100 Seesterne pro m<sup>2</sup> vorkommen und aufgrund ihrer räuberischen Lebensweise erheblichen Einfluss auf die Ausprägung der Bewuchsgemeinschaften ausüben.



**Abb.10:** Darstellung der Jahresmittelwerte der Besiedlung unterschiedlicher Substrate im

### Vergleich der vergangenen 3 Jahre

Alle Maßnahmen, die dazu beitragen, den Hauptprädatoren der festsitzenden strukturbildenden Miesmuscheln und Seepocken fernzuhalten, eignen sich zur Erhöhung der Artenvielfalt und filtrierenden Wirkung der Bewuchsgemeinschaft. Abb.11 zeigt den Vergleich der Gesamtbiomassen zwischen Bewuchsgemeinschaften auf Strukturen, bei denen der Zugang für Seesterne erschwert wurde und verbleibende Seesterne auch in monatlichen Abständen abgesammelt wurden mit einem von natürlichen Steinen im Riff ermittelten Durchschnittswert des Jahres 2006.



**Abb.11:** Vergleich der Gesamtbiomassewerte auf künstlichen Substraten mit erschwertem Zugang für Seesterne mit einem gewöhnlichen Stein im Riff (Mittelwert 2006)

Der schon „immer“ am Riff liegende Naturstein repräsentiert die für den Standort typische Situation und der Vergleich macht deutlich, wie viel Biomasse - in diesem Fall zu etwa 95 % bestehend aus Miesmuscheln – durch Ausschluss der Seesterne akkumuliert werden kann. Ein gewisser Einfluss kommt sicher auch der besseren Umströmung und damit besseren Verfügbarkeit von Plankton zu. Die am höchsten gelegene ungeschützte Kontrollfläche (Fläche 8 auf Tetrapodenhaufen) wies zum gleichen Zeitpunkt im Dezember 2006, ermittelt durch eine Abkratprobe, 3.627,9 gTM/m² auf. Das ist deutlich mehr als auf einem am Boden liegenden Naturstein (Ø 820,8 gTM/m²) aber auch deutlich weniger als auf den erst seit 2 bzw. 3 Jahren exponierten künstlichen, durch Vorrichtungen vor Seesternen geschützten Körpern.

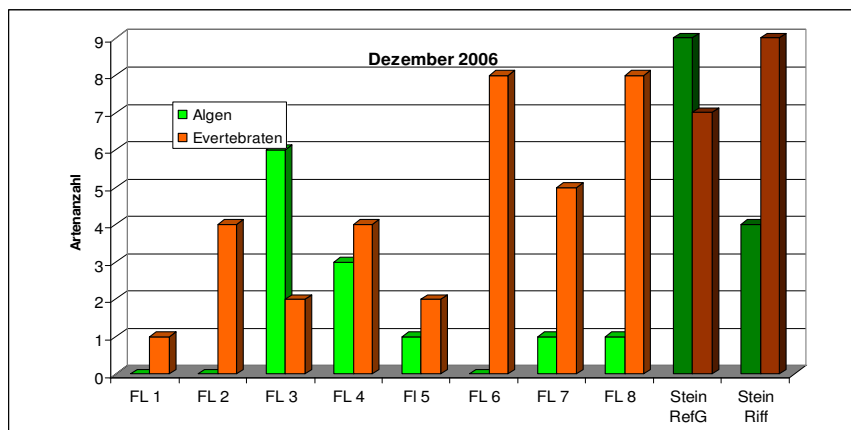
## 4. Diskussion

Nach 3 Jahren haben sich im künstlichen Riff Nienhagen je nach Strukturelement und Lage sehr differenzierte Bewuchsgemeinschaften herausgebildet. Die Gesamtliste der im Gebiet gefundenen Evertibraten umfasst inzwischen 71 Arten (Liste siehe Anhang). Es hat sich im Nachhinein als sehr vorteilhaft erwiesen, von Anfang an die Entwicklung auf zahlreichen

Kontrollflächen mit sehr unterschiedlicher Lage zu dokumentieren, um so die Spannbreite der Entwicklung besser beurteilen zu können. Die Zusammensetzung der Bewuchsgemeinschaften wird durch einen Komplex aus biotischen und abiotischen Faktoren am Standort bestimmt. Für die Außenküste vor Nienhagen besteht der natürliche Klimaxzustand in einer *Mytilus*-Gemeinschaft (SANDROCK, 1990) und eignet sich daher prinzipiell auch für die Nutzung von Miesmuscheln (BÖTTCHER, 1990). Direkt am Grund nimmt die Bedeutung eines weiteren, bisher weniger beachteten biotischen Faktors, des Seesterns *Asteria rubens* als Hauptfraßfeind der Miesmuscheln zu. Mit verschiedenen kleinen Versuchen, die zum Ziel hatten, den Seesternen den Zugang vom Boden her zu erschweren, konnte verdeutlicht werden, dass es möglich ist, die Produktivität der Miesmuschelgemeinschaft signifikant zu erhöhen. Dies könnte eine Anwendung finden, wenn es darum geht, die Filterleistung der Muscheln in der Umgebung von Aquakulturanlagen gezielt zur Verbesserung der Wasserqualität einzusetzen oder auch eine Direktverwertung der Muscheln vorzunehmen.

Die Hauptintension des künstlichen Riffs besteht in der Förderung des Jungdorschbestandes und hierbei kommt auch dem Bewuchs eine wichtige Rolle zu. Es ist davon auszugehen, dass die zahlreichen am Riff beobachteten Dorsche, insbesondere die Jungdorsche, die sich noch nicht in dem Maße von Fisch ernähren, die im und am Riff vorkommenden Wirbellosen als Nahrungsquelle suchen und auch nutzen. 22 Evertebratenarten wurden in den Mägen von am Riff gefangenen Dorschen im Zeitraum von 2003 bis 2005 nachgewiesen, 17 von ihnen und damit 77 % der Arten kommen im unmittelbaren Riffgebiet vor (Verein Fisch und Umwelt e.V, 2005), was sehr dafür spricht, dass ein wesentlicher Grund dafür, dass im Riffgebiet mehr Jungdorsche als im Referenzgebiet vorkommen, im besseren Nahrungsangebot besteht. Aber auch die größeren Dorsche profitieren von den auf und zwischen den Riffelementen lebenden Wirbellosen – teils direkt über den Fraß von Krebsen (Strandkrabben und im Bewuchs lebende Kleinkrebse) teils über die Nahrungskette Kleinkrebse/Polychaeten – Klippenbarsche/Grundeln.

Ein dem Bewuchs auf den natürlich vorkommenden Steinen ähnelndes Klimaxstadium wurde auch 2006 noch nicht erreicht. Der Unterschied zwischen den „Natursteinen“ und den künstlichen Riffelementen besteht z. Z. noch im geringeren Algenbewuchs, der auch eine etwas verminderte Artenvielfalt bei der Evertebratenfauna (Phytalbewohner nur in Ansätzen da) mit sich bringt (Abb.12).



**Abb.12:** Vergleich der Artenanzahl Großalgen und Evertebraten auf den künstlichen Riff-Strukturen und Natursteinen im Riff- und Referenzgebiet

Die Plattenversuche mit unterschiedlichen Materialien, darunter auch Granit, deuten darauf hin, dass die noch abweichende Besiedlung nicht auf das Material (Beton) zurückzuführen ist sondern dies einfach eine Frage der Zeit ist. Algen brauchen offensichtlich etwas länger um neue Hartbodenstrukturen zu besiedeln. Diese Vermutung wird auch durch die Beobachtung der sehr langsamen Besiedlung der im Herbst 2005 neu ausgebrachten Natursteinschüttung gestützt. Die großen Feldsteine sind Anfang 2007 noch weitgehend ohne Algenbesiedlung wohingegen die alte Schüttung aus dem Jahr 2000 inzwischen einen sehr artenreichen, gut entwickelten Algenbewuchs aufweist. Insofern ist zu vermuten, dass sich diese Entwicklung im Laufe der nächsten Jahre auch auf den Betonelementen vollzieht.

## 5. Literatur

bioplan GmbH (2004a, 2005a, 2006a, 2007)

Monitoring der Bewuchsentwicklung verschiedener Riffmaterialien – Jahresberichte unveröff., Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Gülzow

bioplan GmbH (2003, 2004b, 2005b, 2006b)

Monitoring der Bewuchsentwicklung verschiedener Riffmaterialien – Zwischenberichte unveröff., Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Gülzow

BÖTTCHER, UWE (1990)

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

DUMKE, A. und R. EGGERS (2006)

Videoauswertung zur Analyse des Bewuchses von Unterwasserstrukturen in interspezifischen Nahrungsbeziehungen im Riffgebiet Nienhagen  
unveröff., Verein Fisch und Umwelt e.V, Rostock-Marienehe

SANDROCK, STEFAN (1990)

Struktur und Dynamik von Mikro- und Makrobewuchs auf künstlichen Substraten an Küsten- und Hafenstandorten in der südlichen Ostsee (Mecklenburg/Vorpommern)  
Dissertation, Universität Rostock