

Zwischenbericht 2009

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

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

unter Mitarbeit der

Universität Rostock  
FB Biologie  
Allgemeine und Spezielle Zoologie  
Universitätsplatz 2  
18055 Rostock

Bearbeiter:

Dr. Andreas Bick, Antje Hempelmann und Constance Kuhlisch

Februar 2010

## Gliederung

	<b>Seite</b>
<b>1. Ziel und Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2. Polychaeten</b>	<b>1</b>
2.1 Vorbemerkungen	1
2.2 Literaturrecherche	2
2.3 Freilandversuche zur Ermittlung der Faeces- und Pseudofaeces-Abgabemenge von Miesmuscheln	3
2.3.1 Material/Methoden	3
2.3.2 Ergebnisse	5
2.3.3 Bewertung	7
2.4 Aufbau einer Polychaetenlaborkultur / Aquarienversuche	7
2.4.1 Material und Methoden	7
2.4.2 Ergebnisse und Diskussion	9
2.4.3 Bewertung	14
<b>3. Kleinkrebse</b>	<b>16</b>
3.1 Vorbemerkungen	16
3.2 Material/Methoden	16
3.3 Ergebnisse	20
3.3.1 Bewuchsentwicklung auf den Gittern	20
3.3.2 Kleinkrebse	21
3.3.3 Fische, Krabben, Garnelen	28
3.4 Bewertung	28
<b>4. Zitierte Gutachten/Literatur</b>	<b>34</b>

## **1. Ziel und Aufgabenstellung**

Mit den hier vorgestellten Versuchen sollen die Grundlagen für neue, ökologisch vertretbare Fisch-Aquakulturformen in Küstengewässern gelegt werden, die darauf basieren, dass das Futter z. T. unter Ausnutzung und Steuerung existierender, natürlicher Nahrungsnetze aus dem gleichen Lebensraum entnommen wird, in dem die Fischproduktion stattfindet, so dass kein zusätzlicher Eintrag von Nährstoffen erfolgt, der zu einer weiteren Eutrophierung der sensiblen und bereits belasteten Ökosysteme führen könnte.

Die Untersuchungen teilen sich in zwei Teilprojekte, die beide auf der Beobachtung einer schnellen und sehr ausgeprägten Entwicklung von miesmuscheldominierten Bewuchsgemeinschaften auf künstlichen Substraten in den Küstengewässern vor Nienhagen beruhen.

In einem Projektteil soll die Vermehrung und Entwicklung von marinen Borstenwürmern (Polychaeten), die sich von Faeces (Kot) und Pseudofaeces (Zusammenklumpung von für Muscheln unverdaulichen Mikroalgen) der Miesmuscheln ernähren und die ihrerseits zu den bevorzugten Nährtieren für marine Fische gehören, genutzt werden.

In einem 2. Teilprojekt geht es darum, den zwischen den Schalen der Miesmuscheln und Seepocken lebenden Kleinkrebse optimale Bedingungen zu bieten und diese dann von Zeit zu Zeit „abzuernten“, ohne den fest sitzenden Bewuchs zu zerstören.

Sowohl die Borstenwürmer als auch die Kleinkrebse sind natürlich vorkommende, weit verbreitete Bestandteile des Ökosystems Ostsee, als Nahrung für Fische sehr gut geeignet, besitzen ein hohes Vermehrungs- und Wachstumspotential und können ohne Zufütterung und zusätzlichen energetischen Aufwand im natürlichen Lebensraum vermehrt und entnommen bzw. in der weiteren Perspektive direkt vor Ort als Futter genutzt werden.

Durch geschickte Kombination verschiedener trophischer Ebenen und die gezielte Beeinflussung und Steuerung natürlicher Nahrungsbeziehungen sowie ein intelligentes, innovatives technologisches Konzept soll im Zeitraum von 3 Jahren die Voraussetzung für eine wirtschaftlich lohnende und im Idealfall die Umwelt nicht nur schonende sondern sogar in gewisser Weise entlastende Produktionsform für Fische in Küstengewässern entwickelt werden.

## **2. Polychaeten**

### **2.1 Vorbemerkungen**

Der Gedanke, Polychaeten als Futter für Fische in marinen Aquakulturen zu verwenden, ist nicht neu (siehe hierzu Pkt. 2.2 und Lit.-Recherche im Anhang). Bisher noch nicht verfolgt wurde der Ansatz, vor Ort die Ausscheidungen von Miesmuscheln als Nahrungsbasis für Polychaeten und diese wiederum als Futter für in unmittelbarer Nähe gehaltene Fische zu nutzen. Eine technische Anordnung, die diesen Erfordernissen mit vertretbarem Investitions- und Unterhaltungsaufwand entspricht, zu entwickeln, ist sicher nicht einfach. Die Tatsache, dass die „Hauptzutaten“ - das Phytoplankton, von dem sich die Muscheln ernähren und auch die

Miesmuscheln mit jährlichem dichtem Larvenfall - nahezu unbegrenzt vorhanden sind, lässt uns diesbezüglich langfristig aber optimistisch sein.

2009 wurde zunächst damit begonnen, eine Vorrichtung zu entwerfen und bauen zu lassen, mit der das von den Muscheln abgegebene Material aufgefangen/gesammelt werden kann. Parallel wurden Aquarienversuche etabliert, um erste Aussagen zur Auswahl geeigneter Polychaetenarten sowie deren Nahrungspräferenz und Wachstum zu gewinnen. Als Partner hierfür wurde die Universität Rostock (FB Spezielle und Allgemeine Zoologie) vertraglich gebunden. Projektverantwortlicher ist dort Dr. Bick, ein ausgewiesener Polchaetenspezialist. Die Arbeiten im Aquarienraum und auch die wissenschaftliche Auswertung werden durch 2 Studentinnen, Antje Hempelmann und Constance Kuhlisch, unterstützt. Die Aquarienversuche, für die zuvor Polychaeten am Riff gesammelt wurden, begannen Mitte Juni und werden seitdem kontinuierlich fortgesetzt. Inzwischen wurden seitens der Arbeitsgruppe an der Uni Rostock für das Projekt eine Literaturrecherche (Stand 01.08.2009) und ein Jahresbericht zu den Ergebnissen der Aquarienversuche erarbeitet. Beides ist Bestandteil des hier vorgelegten Berichts für das Jahr 2009 (Pkt. 2.2 und 2.4).

## 2.2 Literaturrecherche

Die Recherche, Autoren sind Antje Hempelmann und Constanze Kuhlisch; Universität Rostock, ist ungekürzt im Anhang enthalten. Die grundsätzlichen Ergebnisse der Recherche, die auch die deutschen und internationalen Patente einschließt, sind folgende:

- Aquakultur von Polychaeten wird weltweit an mehreren Stellen erfolgreich betrieben.
- Die Ziele bestehen in:
  - a) Zucht von Fischfutter für Aquakultur und Aquaristik
  - b) Köder zum Angeln
  - c) „Kotfresser“ bei der Wasseraufbereitung
  - d) Bestandteil einer Polyakultur
- Es handelt sich durchgehend um „indoor“, landgebundene, zirkulierende Seewassersysteme.
- Kultiviert werden meist Nereiden (*Nereis virens*, *Nereis diversicolor*, *Neanthes arenaceodentata*) und Detritus fressende Arten der Gattung *Arenicola*.
- Eine der führenden Firmen bei der kommerziellen Nutzung ist die Firma SEABAIT LTD (UK), eine Ausgründung der Universität Newcastle.
- Forschung zum Thema kommt auch aus Deutschland. Führend ist hier das AWI Bremerhaven (Prof. BUCK, Dr. BISHOFF Projekt IntAPol)

Die Grundidee, eine Polychaetenkultur unmittelbar an Riffe/Muschelbänke anzuschließen und die Polychaeten dann auch direkt als Nahrungsquelle für eine Fish-Aquakultur in unmittelbarer Nähe zu nutzen, wurde in der aktuellen Literatur offenbar noch nicht beschrieben und ist auch patentrechtlich noch nicht geschützt.

## 2.3 Freilandversuche zur Ermittlung der Faeces- und Pseudofaeces-Abgabemenge von Miesmuscheln

### 2.3.1 Material/Methoden

In einem 1. Schritt wurde eine Vorrichtung entwickelt, die es ermöglicht, größere Mengen Muschelfaeces aufzufangen. Sie besteht aus einem kreisförmigen Metallgestell (Durchmesser 1 m) über dem 6 röhrenförmige Bewuchskörper (Durchmesser 16 cm) aufragen (Abb.1).



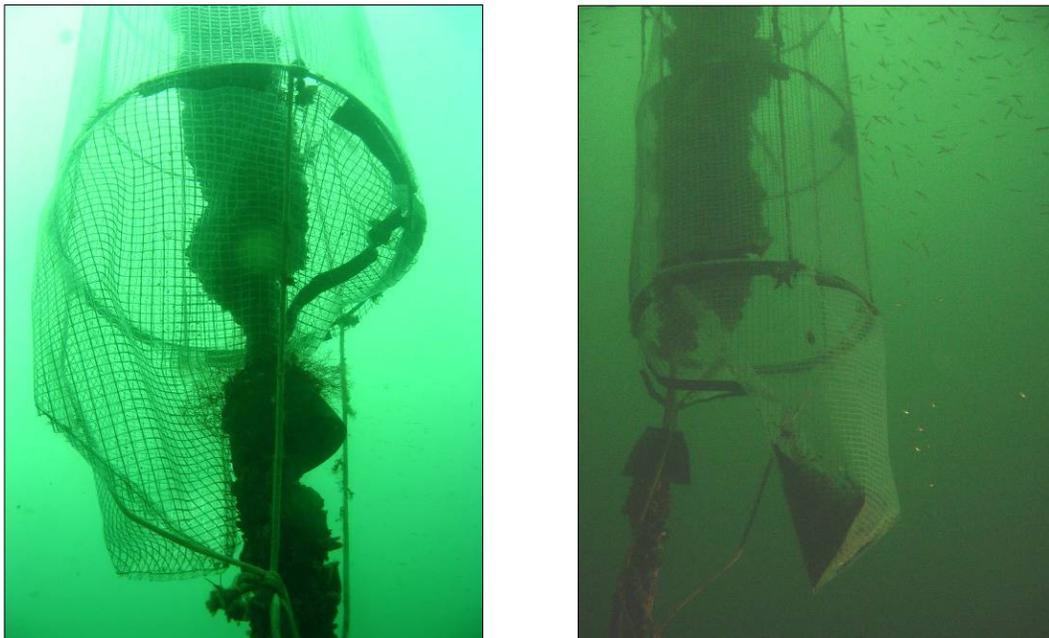
**Abb.1:** Vorrichtung zum Auffangen von Faeces/Pseudofaeces von Miesmuscheln

Von links nach rechts: „Bewuchsröhre“, Trägergestell, das mit dem spitzen Ende nach unten auf einem Tetrapoden befestigt wurde, Taucher beim Ausbringen des Sammeltrichters (Variante 3), fertig montierte Konstruktion mit Sammeltrichter und Bewuchsröhren

Die von den Muscheln abgegebenen Partikel werden in einem im Gestell fixierten Sammeltrichter aufgefangen. Für die optimale Konstruktion der Unterspannung (Trichter) waren mehrere Anläufe erforderlich. Eine erste Unterspannung mit Gitterfolie hielt etwa 8 Wochen (07.07. – 03.09.). Das Folienmaterial erwies sich als zu wenig rissfest, eine 2. Konstruktion aus etwas festerer PVC-Folie ging gänzlich verloren, da die Befestigung der starken Strömung offensichtlich nicht standhielten (16. – 26.09.). Im 3. Versuch wurde ein ähnlicher Trichter genäht und mit festeren Verschlüssen am Gestell befestigt (Auslagerung am 05.11.09). Bei einer Kontrolle am 12.11. erwies sich die Konstruktion als funktionell erfolgreich.

Der am unteren Ende befestigte Sammelbehälter wurde bei den Kontrolltauchgängen jeweils gewechselt, der Inhalt im Labor von Muscheln und Muschelresten getrennt, in Abscheidetrichtern konzentriert, das Absatzvolumen bestimmt und in Formschälchen als Futter für die Laborversuche gefrosten. Von einer Teilmenge wurden der Wassergehalt (Bestimmung TM), und der organische Gehalt (Glühverlust) bestimmt.

Neben der oben beschriebenen Anordnung sind seit Beginn des Jahres zusätzlich mit einer bereits im Vorjahr gebauten, kleineren Konstruktion Muschelfaeces für die Laborversuche gewonnen worden. Der Sammeleffekt beruht darauf, dass ein sogenannter „Muschelstrumpf“ (siehe hierzu auch bioplan, 2008) unter Zuhilfenahme eines Metallgestells zeitweise mit einer Gitterfolie umhüllt wird. Das von den Muscheln abgegebene Material sammelt sich im unteren Trichter, der mittels Klettverschluss befestigt und entsprechend auch abnehmbar ist (Abb.2).



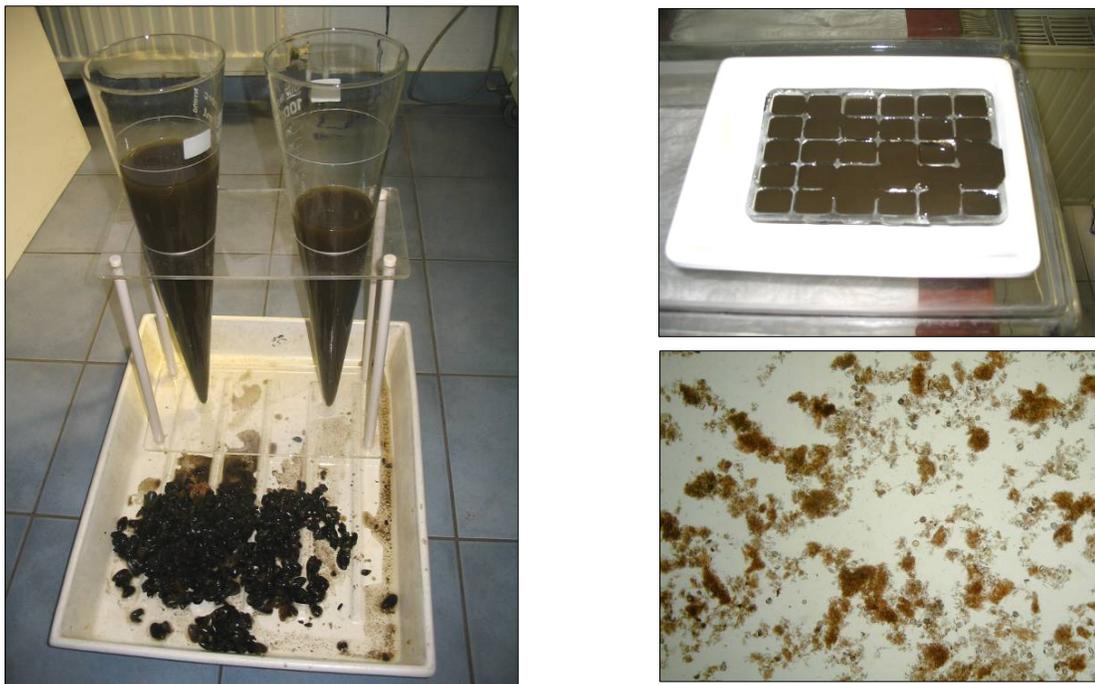
**Abb.2:** Umhüllung eines „Muschelstrumpfes“ mit Gitterfolie  
links: direkt nach dem Ausbringen,      rechts: gefüllt, 1 Woche später

### 2.3.2 Ergebnisse

Im Ergebnis zahlreicher, zunächst vergeblicher Versuche entstand eine Trichterkonstruktion mit der man, sofern sich ausreichend viele Muscheln auf den Bewuchsrohren angesetzt haben, Faeces/Pseudofaeces auffangen kann. In der Woche vom 05.-12.11.09 ist dies erstmals in größerem Umfang gelungen. Das „geerntete“ Volumen lag - nach 6 h Absetzzeit im Scheidetrichter (Abb.3) - bei insgesamt 370 ml. Die dazugehörige bewachsene Fläche auf den 6 Bewuchsrohren hat eine Größe von ca. 6 m<sup>2</sup>.

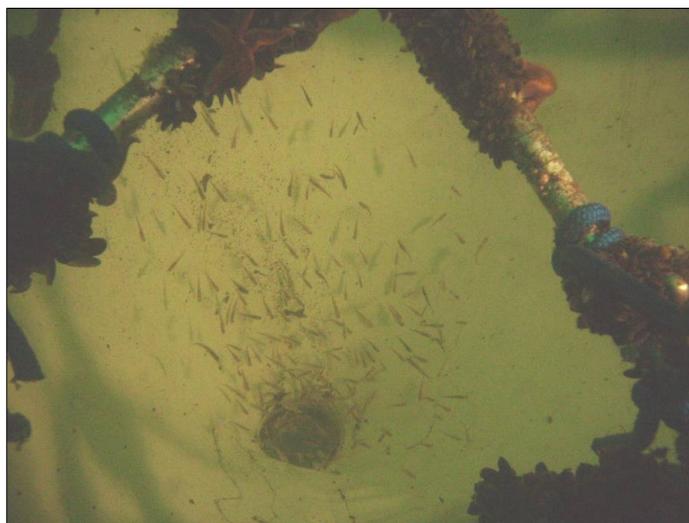
Die Trockenmassebestimmung ließ auf einen Wassergehalt von 97,8 % schließen. Der organische Gehalt lag bei 67,9 %. Im mikroskopischen Bild (Abb.3, Foto rechts unten) waren die Kotpartikel zu erkennen. Ihre mittlere Größe lag bei 150 µm x 250 µm.

Die Auswertung ergab unter anderem auch durchaus unerwartete Erkenntnisse. Nicht bedacht worden war, dass von den Bewuchsrohren während der Wachstumsphase nach dichtem Larvenfall zwangsläufig auch ganz regelmäßig Muscheln abfallen, denn der Platz auf den Bewuchsrohren ist limitiert. Am 12.11. beispielsweise waren nach einer Woche neben den Ausscheidungen der Muscheln auch 320 g lebende bzw. frisch tote Muscheln mit im Sammelbehälter (siehe linkes Foto, weiße Schale in Abb.3).



**Abb.3:** links – Abscheidetrichter und Fotoschale mit von den Bewuchsrohren abgefallenen Miesmuscheln  
rechts oben - Faeces/Pseudofaeces vor dem Frosten  
rechts unten – mikroskopische Aufnahme, die Partikel haben eine Größe von ca. 150 µm x 250 µm

Des Weiteren wurde sehr schnell klar, dass ein großer Teil der Ausscheidungen nicht im Trichter ankommt - zum Einen strömungsbedingt - zum Anderen aber auch, weil sich um die Konstruktion herum grundsätzlich viele Schwimmgrundeln (*Gobiusculus flavescens*) aufhalten und auf das „warten“, was die Muscheln abgeben. Viele Fische hielten sich auch direkt vor der Trichtermündung auf, so dass zu vermuten ist, dass der überwiegende Teil, bevor er die Trichtermündung erreicht, von den Fischen gefressen wird (Abb.4).



**Abb.4:** Große Ansammlungen von Schwimmgrundeln an den Bewuchsrohren und auch im Sammeltrichter (unteres Foto)

Eine 3. Erkenntnis wurde erst im Dezember offenbar. Beim letzten Tauchgang des Jahres, am 09.12.09, mussten wir feststellen, dass nahezu der gesamte Miesmuschelbewuchs auf den Rohren abgefressen war. Seesterne kommen als Ursache nicht in Frage, denn dann wären die offenen Muschelschalen an Byssusfäden hängend noch an den Rohren verblieben. Vermutlich wurde der Verlust von Tauchenten verursacht. Ein gewisser Teil der Muscheln war zudem auch in den Trichter gefallen und dort aufgrund der einsetzenden Sauerstoffarmut abgestorben, so dass es zur  $H_2S$ -Bildung kam und der ganze Inhalt verworfen werden musste.

### 2.3.3 Bewertung

Das erste Jahr war ein „Lehrjahr“. Mit der inzwischen optimierten Sammeleinrichtung wird es in Zukunft aber möglich sein, regelmäßig und damit auch besser quantifizierbar, Faeces/Pseudo-faeces zu entnehmen und entsprechende Hochrechnungen vornehmen zu können. Aus den oben zusammengefassten Erkenntnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Die Kontrollen/Entnahmen sollten in einem maximalen Abstand von 1-2 Wochen erfolgen. Längere Zeiträume können vor allem im Sommerhalbjahr zur Bildung von  $H_2S$  und damit zum Verderben der organischen Substanz im Sammelgefäß führen.
2. Der Sammeltrichter muss wahrscheinlich mit einem dünnen Netz überspannt werden, um die Schwimmgrundeln abzuhalten und auch, um zu verhindern, dass Muscheln von den Bewuchsrohren in den Trichter und damit auch in das Sammelgefäß fallen.
3. Es wäre gut, in der Nähe des Sammeltrichters eine Unterwasserkamera zu installieren, um den Einfluss der Schwimmgrundeln und eventuell auch anderer Fischarten besser einschätzen zu können.
4. Im nächsten Winter sollten wir in der Umgebung der Bewuchsrohre wieder grobmächtige Vertikalnetze zur Abschreckung der Tauchenten aufstellen. Andernfalls ist das Risiko, alle Muscheln durch Fraß zu verlieren, sehr groß.
5. Die bisherige konstruktive Lösung reicht wahrscheinlich aus, um Erkenntnisse zur Produktivität der Muscheln zu gewinnen, entspricht aber noch nicht den Anforderungen, die an eine autark arbeitende Anlage mit anschließender Polychaetenzucht/-vermehrung zu stellen sind. Hier müssen weitergehende technische Anordnungen erdacht, konstruiert und gebaut werden.

## 2.4 Aufbau einer Polychaetenlaborkultur / Aquarienversuche

### 2.4.1 Material und Methoden

Alle Versuche wurden in Aquarien (20 cm x 15 cm x 17 cm) durchgeführt, die mit je 3 l aufgesalzenem Wasser gefüllt wurden (Salzgehalt ca. 15 PSU) und die an ein Wasserzirkulationssystem mit integriertem Eiweissabschäumer und mechanischer Filterung angeschlossen

waren. Dieses Zirkulationssystem war außerdem mit einem Kühler verbunden, der das Wasser auf 13 °C abkühlte. Die Temperatur wurde regelmäßig kontrolliert. Bevor die Tiere in die Versuche genommen wurden, sind sie mindestens eine Woche an die Hälterungsbedingungen adaptiert worden.

Für die **Vorversuche**, die der Auswahl eines geeigneten Substrates dienen sollten, wurden jeweils 3 Becken mit einer 4 cm und je 3 mit einer 6 cm dicken Schicht Sediment befüllt. Drei weitere Becken wurden mit Röhren aus zerschnittenen Aquarienschläuchen bestückt (Tab.1). Das Sediment wurde vom Strand in Nienhagen entnommen und in einem Trockenschrank bei 60 °C getrocknet. In jedes Becken wurden 10 Individuen gesetzt und 4 Wochen lang mit dem Fischfutter TetraMenü, in Abständen von 3 Tagen, gefüttert. Tote Polychaeten wurden aus den Becken entfernt, epitoke (laichreife) *Heteronereis*-Stadien wurden in ein extra Becken umgesetzt.

**Tab.1:** Versuchsanordnung zur Untersuchung der Sedimentpräferenz von *Neanthes succinea*.

Becken	Sedimenthöhe	Anzahl Polychaeten	Futter
1-3	4 cm	je 10	TetraMenü
4-6	6 cm	je 10	TetraMenü
7-9	ohne Sediment, mit Röhren	je 10	TetraMenü

In einem weiteren Vorversuch wurde die Eignung des räuberischen Polynoiden (Schuppenwurm) *Harmothoe imbricata* als potentieller Aquakultur-Organismus untersucht. Dazu wurde das Aquarium mit Steinen und einer Plastikröhre bestückt, da Polynoiden hauptsächlich unter Steinen und in den Röhren anderer Polychaeten zu finden sind.

Der erste **Hauptversuch** diente der Untersuchung des Wachstums der Polychaeten bei unterschiedlicher Futtermenge und -qualität. Dazu wurden drei Aquarien mit je 9 Individuen von *N. succinea* besetzt, die an der Ostmole in Warnemünde aus *Mytilus*-Klumpen gesammelt wurden. Vor dem Einsetzen in die Aquarien wurden die Tiere vermessen und fotografiert. Die Fotos bildeten die Grundlage für die Zählung der Segmente. Zur Längenbestimmung wurden die Tiere sowohl in einer Röhre im zusammengezogenen Zustand als auch ausgestreckt in einer Petrischale vermessen. Die Petrischale wurde zur genauen Messung mit Millimeterpapier ausgekleidet (Abb.5). Auf der Grundlage der Vorversuche waren die Aquarien in diesem Versuch mit Röhren aus Aquarienschläuchen bestückt. Jedes Individuum wurde in eine individuell gekennzeichnete Röhre gebracht und mit dieser zusammen in das Aquarium gesetzt.

Die Polychaeten im Becken 1 wurden alle 3-4 Tage mit dem Fischfutter TetraMenü gefüttert. Im Becken 2 wurden sie mit *Mytilus*-Faeces aus dem Riff Nienhagen, ebenfalls alle 3-4 Tage, gefüttert. Das Becken 3 stellt das Kontrollbecken dar. Die Polychaeten in diesem Becken wurden nicht gefüttert (Tab.2). Nach Angaben aus der Literatur überleben die Würmer eine vierwöchige Fastenzeit gut. Um sicherzustellen, dass eine etwa gleich große Menge an Faeces und TetraMenü in die Becken gegeben wurde, wurden beide Futtersorten wie folgt behandelt:

Die *Mytilus*-Faeces wurden in eine für Fischfutter übliche Schablone gefüllt. In die gleiche Schablone wurde TetraMenü, gemischt mit 1,5 ml Wasser, gegeben. Beides wurde eingefroren aufbewahrt.

Es wurde regelmäßig protokolliert welche Röhren besetzt waren, um die Aktivität der Würmer zu verfolgen. Tote Polychaeten wurden entfernt und vermessen.

**Tab.2:** Ansatz zum Wachstumsversuch mit *Neanthes succinea* und 0 cm Sediment (Röhren).

Becken	Anzahl Polychaeten	Futter
1	10	TetraMenü
2	11	<i>Mytilus</i> -Faeces
3	10	ohne Futter



**Abb.5:** Messung der Länge von *N. succinea* im zusammengezogenen (links) und im ausgestreckten Zustand (rechts). Im ausgestreckten Zustand lässt sich auch die Anzahl der Segmente relativ genau bestimmen.

### 2.4.3 Ergebnisse

#### Überlebensrate von *N. succinea* in Abhängigkeit von der Sedimenthöhe

Die Tabelle 3 zeigt die Anzahl der eingesetzten Würmer sowie die Anzahl der Würmer, die bis zum Tag 28 nach Beginn des ersten Vorversuches nachweislich überlebten oder starben. In der letzten Spalte sind Würmer vermerkt, die nach Versuchsende nicht mehr gefunden wurden. Möglicherweise wurden diese Würmer von Artgenossen (tot oder lebend) gefressen. Es wurden allerdings auch Würmer beobachtet, die sich an der Beckenwand oberhalb der Wasserkante kriechend bewegten. Somit ist ein Verlassen der Becken durch einen Spalt am Deckel auch nicht völlig auszuschließen. Bei der statistischen Auswertung wurden diese Würmer als ‚gestorben‘ betrachtet.

**Tab.3:** Vorversuch: Anzahl der eingesetzten und überlebenden Polychaeten nach 4 Wochen Aquarienhaltung in Abhängigkeit von der Sedimenthöhe (n.n. = nach Versuchsende nicht mehr nachweisbar).

Ansatz	Becken	Anfangs-			
		zahl	tot	lebend	n. n.
0 cm Sediment (Röhren)	7	12	4	8	0
0 cm Sediment (Röhren)	8	11	2	9	0
0 cm Sediment (Röhren)	9	10	1	9	0
4 cm Sediment	1	11	4	7	0
4 cm Sediment	2	11	3	6	2
4 cm Sediment	3	10	3	5	2
6 cm Sediment	4	11	4	6	1
6 cm Sediment	5	11	1	8	2
6 cm Sediment	6	10	5	4	1

Da davon ausgegangen wurde, dass die Bedingungen in den Becken identisch waren, wurden die drei Becken des jeweiligen Ansatzes zu einer Stichprobe zusammengefasst (Tab.4).

**Tab.4:** Absolute und relative Häufigkeiten des Überlebens der Würmer für die drei Ansätze 4 cm und 6 cm Sedimenthöhe, sowie ohne Sediment/mit Röhren.

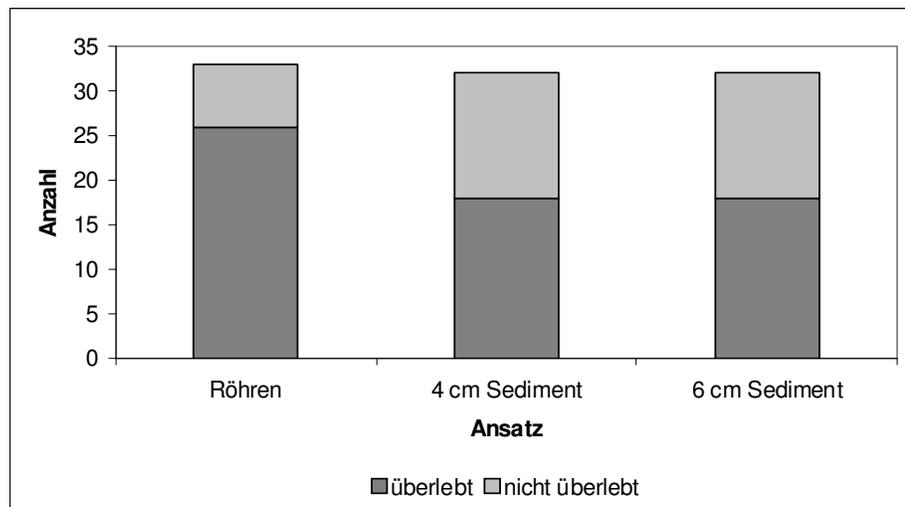
Versuchsansatz	lebend				Gesamt	
	ja		nein		Anzahl	[%]
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]		
Ohne Sediment, mit Röhren	26	78,8	7	21,2	33	100,0
4 cm Sediment	18	56,3	14	43,8	32	100,0
6 cm Sediment	18	56,3	14	43,8	32	100,0

Es lassen sich folgende Aussagen zur Überlebenswahrscheinlichkeit nach 28 Tagen unter den gegebenen Bedingungen treffen: Nach erster Betrachtung der Ergebnisse scheint es, dass ohne Sediment etwa 20 % mehr Würmer überlebten, als mit Sediment (Abb.6). Mittels eines exakten Fisher-Tests (SPSS) wurde geprüft, ob sich diese Unterschiede in den Zustandshäufigkeiten signifikant unterscheiden. Als Signifikanzniveau wurde ein Wert von  $\alpha = 0,05$  gewählt. Es konnten dabei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ansätzen gefunden werden ( $p = 0,089$ ). Das deutet darauf hin, dass der Stichprobenumfang zu gering war, um diesen Unterschied auf dem 5 % - Niveau statistisch nachweisen zu können.

Die bisherigen Überlegungen betrafen ausschließlich die Überlebenshäufigkeiten bis zum 28. Tag nach Versuchsbeginn. Zieht man zusätzlich die Überlebensfunktionen (nach Kaplan-Meier) bis zum 28. Tag mit ein und vergleicht sie mit Hilfe des Breslow-Tests, erhält man

einen p-Wert von 0,315. Die Überlebenskurven unterscheiden sich somit ebenfalls nicht signifikant voneinander.

Damit lassen sich aus den bisher gewonnenen Ergebnissen keine eindeutigen Sedimentpräferenzen feststellen. Somit wäre eine Wiederholung des Experimentes notwendig, um über einen größeren Stichprobenumfang genauere Ergebnisse zu erhalten. Deutlich wird aber, dass die Hälterung in Röhren offenbar keinen nachteiligen Effekt auf die Überlebensrate hat. Damit scheint dieser Ansatz auch für die eigentlichen Wachstumsversuche geeignet zu sein, da im handling deutliche Vorteile mit sich bringt.



**Abb.6:** Balkendiagramm zu den Überlebensraten der Polychaeten in den drei Ansätzen Röhren, ohne Sediment (links), 4 cm Sediment (Mitte) und 6 cm Sediment (rechts) nach 28 Tagen Versuchsdauer.

#### Überlebensrate von *Harmothoe imbricata*

Für diesen Vorversuch wurden insgesamt ca. 30 bis 40 Polynoiden (Gattungsnahme) gehältert. Diese reagierten auf Störungen jeglicher Art mit dem Abwurf von Schuppen. Temperaturanstiege, wie sie nach technischen Störungen auftraten, überlebten sie gar nicht. So starben alle Tiere nach einem durch einen Strom- und dadurch bedingten Kühlkreislauf-Ausfall bei einem schnellen Temperaturanstieg von 13 °C auf 19 °C.

#### Sterblichkeit epitoker Stadien

Um den Einfluss des Auftretens fortpflanzungsfähiger Schwimmstadien auf die Überlebensrate einschätzen zu können, wurde die Anzahl dieser Stadien sowie ihre Sterblichkeit erfasst (Tab.5). Wie in Tabelle 5 zu erkennen ist, wurde mehr als ein Viertel aller Versuchstiere wäh-

rend des Versuches epitok (laichreifes Stadium mit wesentlichen morphologischen Änderungen). Von diesen Individuen starben ca. 80 %.

**Tab.5:** Anteil epitoker Stadien an der Gesamtzahl der eingesetzten *N. succinea* und Überleben der epitoken Stadien in den drei Ansätzen ohne Sediment, mit Röhren (7-9), 4 cm Sediment (1-3) und 6 cm Sediment (4-6)

Becken	Gesamtzahl	nicht epitok		epitok		davon tot		davon lebend	
		Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
7	12	10	83,3	2	16,7	1	50,0	1	50,0
8	11	10	90,9	1	9,1	1	100,0	0	0,0
9	10	8	80,0	2	20,0	2	100,0	0	0,0
1	11	7	63,6	4	36,4	4	100,0	0	0,0
2	11	8	72,7	3	27,3	1	33,3	2	66,7
3	10	6	60,0	4	40,0	3	75,0	1	25,0
4	11	7	63,6	4	36,4	4	100,0	0	0,0
5	11	7	63,6	4	36,4	4	100,0	0	0,0
6	10	7	70,0	3	30,0	2	66,7	1	33,3
Gesamt	97	70	72,2	27	27,8	22	81,5	5	18,5

#### Wachstum bei Fütterung mit *Mytilus*-Faeces und TetraMenü

Für die Feststellung des Wachstums wurden die Segmentzahl und Länge der Würmer vor und nach dem vierwöchigen Fütterungsexperiment ermittelt. Die Länge erwies sich dabei als ungeeignet, da sich die Würmer unterschiedlich stark zusammenziehen können und die Messwerte dadurch sehr variabel sind. Einen besseren Vergleichswert bietet die Anzahl der Segmente. Eine eindeutige individuelle Zuordnung der Messwerte über die Anzahl der Segmente vor und nach dem Versuch war schwierig. Daher wurde ein Mittelwertvergleich der Segmentzahl der Würmer in jedem Becken vor und nach der Fütterung durchgeführt (unter Ausschluss gestorbener Würmer; Tab.6).

**Tab.6:** Anzahl der Segmente der Versuchstiere vor (Beginn ) und nach (Ende) vierwöchiger Fütterung mit TetraMenü, *Mytilus*-Faeces sowie einer Kontrolle (ohne Futter; Anzahl der Segmente aufsteigend sortiert).

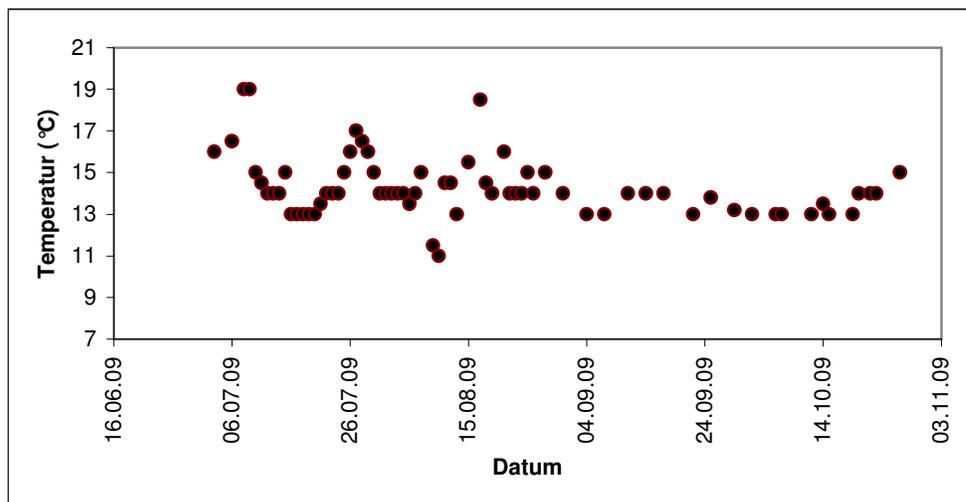
Segmentzahl im Becken 'Tetra Menü'		Segmentzahl im Becken 'Faeces'		Segmentzahl im Kontrollbecken	
Beginn	Ende	Beginn	Ende	Beginn	Ende
39,5	40,0	46,0	39,5	40,0	42,5
39,5	43,5	62,5	51,5	62,0	55,5
44,5	57,5	69,5	55,5	71,0	71,5
66,5	65,5	70,0	66,0	87,5	87,5

	72,0	80,0	72,0	73,0	90,0	90,5
	83,0	87,5	75,5	74,0	103,5	101,5
	93,0	93,0	79,5	78,0	78,0	tot
	97,5	97,0	82,0	79,5	83,0	tot
	67,5	tot	90,0	85,0	83,5	tot
	69,0	tot	104,5	94,5	42,5	tot
			65,0	tot		
Gesamt	535,5	564,0	751,5	696,5	454,0	449,0
Mittelwert	66,9	70,5	75,2	69,7	75,7	74,8

Nur bei der Fütterung mit TetraMenü wurde ein geringes durchschnittliches Wachstum festgestellt. Die durchschnittliche Anzahl der Segmente nahm um etwa 4 Segmente zu. Die Sterblichkeit betrug in diesem Becken 20 %. In den beiden anderen Ansätzen hat sich die mittlere Segmentzahl der Versuchstiere verringert, minus 6 Segmente in der Gruppe, die mit *Mytilus*-Faeces gefüttert wurden und minus 1 Segment in der Kontrollgruppe ohne Fütterung. Diese Abnahme der Segmente ist durch Prädation oder durch Autotomie zu erklären. Bei den Tieren, die mit Faeces gefüttert wurden, lag die Sterblichkeit bei 9 %. Dagegen war die Sterblichkeit in der Kontrollgruppe mit 40 % deutlich erhöht.

Würmer, die zu Beginn des Versuches kein Hinterende hatten, haben dieses während der vierwöchigen Versuchsdauer regeneriert. Es wurden zwischen 3 und 17 Segmente neu gebildet. Epitoke Schwimmstadien traten in diesem Versuch nicht auf.

### Temperaturverlauf



**Abb.7:** Wassertemperatur während des gesamten Versuchszeitraumes (Juni-Oktober).

Die Temperatur sollte über den Versuchszeitraum hinweg konstant gehalten werden (Abb.7). Auf Grund technischer Probleme (Stromausfall bzw. Kühlerausfall) und wegen des Witterungsverlaufs kam es aber zu teils starken Abweichungen vom Sollwert 13 °C, die nachgeregelt werden mussten. Besonders die Temperaturerhöhungen auf 19 °C könnten einen großen

Einfluss auf den Versuchsablauf haben. Bekannt ist, dass der Übergang in die epitoke Phase bei *N. succinea* temperaturgesteuert ist. Da die Tiere nach dem Schwärmen absterben, ist die hohe Mortalitätsrate in den Vorversuchen möglicherweise dadurch bedingt.

#### 2.4.3 Bewertung

Anhand der Ergebnisse der Vorversuche soll der Hauptversuch geplant werden. Daher müssen Aussagen zur prinzipiellen Eignung von *N. succinea* sowie zu den Hälterungsbedingungen getroffen werden:

1. Für alle Hauptversuche sollten Röhren verwendet werden, da bei ihnen mit 21 % die geringste Mortalität beobachtet wurde. Dagegen lag die Sterblichkeit bei den Tieren, die im Sediment gehältert wurden, bei fast 45 %. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass 43 % der gestorbenen Würmer erst nach ihrer Morphogenese zum epitoken Stadium starben. Dieser Übergang wurde vermutlich durch Temperaturveränderungen hervorgerufen, welche nach technischen Störungen durch das Angleichen der eingestellten Versuchstemperatur (13 °C) an die Raumtemperatur (bis 21 °C) entstanden. In den Wintermonaten (während des geplanten Hauptversuches) ist wegen der niedrigeren Raumtemperatur und wegen des annualen Lebenszyklus dieser Art kaum mit epitoken Stadien und somit auch mit einer geringeren Mortalität zu rechnen. Die Röhren lassen außerdem eine ständige Kontrolle des Zustandes der Polychaeten während der Versuche und eine bessere Handhabung für die Bestimmung der Segmentzahl zu.
2. Die Polychaeten wechselten ihre Röhren während des Experimentes (mehrfach?). Somit ist eine eindeutige, individuelle Zuordnung von Würmern zu markierten Röhren nicht möglich. Für die weiteren Fütterungsversuche sollten daher in den Becken entweder hinreichend unterschiedliche Würmer verwendet werden, die in kürzeren Zeitintervallen vermessen und dadurch gut auseinander zuhalten sind (individuelle Betrachtungen) oder man verwendet Würmer einer definierten Größengruppe, die als Gesamtheit betrachtet und ausgewertet werden kann.
3. Bei den Würmern, die mit TetraMenü gefüttert wurden, konnte insgesamt eine Zunahme der mittleren Anzahl der Segmente (Wachstum) beobachtet werden. Drei Würmer mit fehlenden Hinterenden regenerierten diese. Bei den übrigen Würmern änderten sich die Segmentzahlen nicht oder nur sehr gering. Da die Zählwerte um  $\pm 1$  schwankten (subjektiver Fehler), geht die Information über geringe Veränderungen der Anzahl der Segmente verloren. Für alle weiteren Versuche ist daher ein längerer Fütterungszeitraum (> 4 Wochen) zu empfehlen.
4. Bei den Würmern, die mit *Mytilus*-Faeces gefüttert wurden, wurde eine Abnahme der mittleren Segmentzahl beobachtet. Dies ist vor allem auf drei Würmer zurückzuführen, die von ihren Artgenossen verletzt wurden oder die ihre Hinterenden

autotomierten. Um einen möglichen Kannibalismus in den folgenden Hauptversuchen minimieren bzw. ausschließen zu können, müssen den Würmern zukünftig mehr und längere Röhren zur Verfügung gestellt werden. Alle Würmer, die zu Beginn des Experimentes kein Hinterende hatten, regenerierten dieses während des Experimentes. Von diesen Tieren starb nur 1 Individuum. Dieses Tier war mit Abstand das größte. Weitere, ebenfalls besonders große Individuen starben nach wenigen Tagen auch in den anderen Becken (evtl. altersbedingt). Auch dieser Ansatz zeigt, dass ein längerer Versuchszeitraum unerlässlich.

5. Im Kontrollbecken, in dem die Würmer nicht gefüttert wurden, wurde die höchste Sterblichkeit registriert. Die Mortalität könnte auf Nahrungsmangel zurückzuführen sein. Außerdem kam es auch hier zu einer Abnahme der mittleren Segmentzahl. Aber auch in diesem Ansatz wurden fehlende Hinterenden regeneriert. Damit sich signifikante Unterschiede zwischen den drei Ansätzen aufzeigen lassen, ist die Durchführung weiterer Experimente (für eine größere Stichprobe) mit längeren Versuchszeiträumen zu empfehlen.
6. Hardege (1990) zeigte, dass sprunghafte Temperaturanstiege die Bildung fortpflanzungsfähiger Schwimmstadien (Epitokie) hervorrufen, insbesondere wenn dabei 16 °C überschritten werden. Epitoke Stadien starben unmittelbar nach dem Schwärmen (Chatelain und Breton 2007). Daher ist die Konstanz der Temperatur in den Versuchsbecken ein wichtiger Faktor und muss während der Versuche sichergestellt werden. Die Temperatur und andere abiotische Parameter (z. B. Salinität, pH-Wert) müssen zukünftig stärker kontrolliert werden.

### **3. Kleinkrebse**

#### **3.1 Vorbemerkungen**

Auch bei den Versuchen zur gezielten Ansiedlung und „Ernte“ von Kleinkrebsen wurde Neuland betreten. Die Bewuchsuntersuchungen am Riff, insbesondere die Entnahme von Abkratzenproben haben gezeigt, dass sich dort, wo sich stark strukturierte Oberflächen aus sogenanntem Hartbewuchs (schalenträgende fest sitzende Organismen wie Seepocken und Miesmuscheln) herausbilden, auch eine arten- und individuenreiche Begleitfauna, bestehend aus verschiedenen Kleinkrebsen (Flohkrebse und Asseln) einstellt. Das liegt zum Einen an den besseren Versteckmöglichkeiten, wahrscheinlich aber auch an der guten Verfügbarkeit von Nahrung in Form der Stoffe, die von den Seepocken und Muscheln abgegeben werden. Die Idee besteht nun darin, entnehmbare Strukturen bewachsen zu lassen und von Zeit zu Zeit die im und auf dem Bewuchs befindliche bewegliche (vagile) Begleitfauna, zu entnehmen, ohne den Hartbewuchs dabei zu schädigen. Als „entnehmbare Strukturen“ wurden Gitter aus nicht rostendem Stahl gewählt, da sie bei relativ geringem Gewicht eine stabile, relativ große Oberfläche liefern und parallel angeordnet innen vermutlich Schutz vor Fischen bieten.

Im Detail sind in den kommenden Jahren viele Fragen zu klären, im ersten Jahr ging es vor allem darum, die Bedingungen so zu gestalten, dass sich auf den Gitterrahmen eine Hartbewuchsgemeinschaft etabliert und Erfahrungen zu methodischen Aspekten (Trennung der Kleinkrebse vom Hartbewuchs, Mengenabschätzung, Entnahmeintervalle) zu sammeln.

Die Versuche wurden auf dem Gelände des Marinestützpunktes Hohe Düne angesiedelt. Die Warnowmündung bietet aufgrund des höheren Nährstoffangebotes individuenreichere Kleinkrebsgemeinschaften als dies beispielsweise im Riff von Nienhagen der Fall ist. Datiert auf den 28.02.09 wurde durch bioplan mit der Wehrverwaltung (Bundeswehr- Dienstleistungszentrum Rostock) bis 28.02.2011 ein Vertrag zur Nutzung von 10 m Spundwand geschlossen.

#### **3.2 Material/Methoden**

Von April bis Mai 2009 wurden insgesamt 9 Doppel-Gitterrahmen aus nicht rostendem Stahl (Lieferant Dahtweberei Raguhn) mit den Abmaßen 60 x 80 cm in 3 Varianten mit 3 Parallelen gebaut. Die Drahtgitter haben Maschenweiten von:

Variante A - 16 mm

Variante B - 24 mm

Variante C - 35 mm.

Der Abstand zwischen den paarweise parallel angeordneten Gittern wird durch Kunststoffprofilstücke, wie sie für den Bau von Doppelfenstern Verwendung finden, gewährleistet (Abb.8). Der Abstand zwischen den Gitterflächen beträgt 4 cm. Die Stabilität der Konstruktion ergibt sich aus dem Verkleben der Gitter in den Fugen der Fensterprofilstücken mit Sikaflex (Polyurethankleber). Eine durch das Hohlprofil des Rahmens gezogene Leine wurde oben mit beiden Enden an einer auf der Kaikante quer verspannten Leine befestigt (Abb.9). Die Gitterrahmen

sind etwa 1 m unter der Wasseroberfläche vertikal, unmittelbar vor der Spundwand nebeneinander hängend ausgelagert. Die Größe der Gitterflächen wurde so gewählt, dass auch später die bewachsenen und dann sehr viel schwereren Gitterrahmen durch 2 Personen ohne Kran per Hand aus dem Wasser gezogen werden können.



**Abb.8:** Doppelgitterrahmen mit Leine kurz vor der Auslagerung im Marinestützpunkt Hohe Düne



**Abb.9:** Befestigung der Gitterrahmen-Leinen an einer mit Dübeln in der Kaimauer verankerten Querleine

Nach einer anfänglichen 4wöchigen Ruhephase zur Erstbesiedlung mit Algen und Seepocken als Strukturbildner wurden die Gitter nachfolgend in 14tägigen Abständen kontrolliert und dabei jeweils

- die Rahmen einzeln herausgehoben und in eine Rinne gestellt,
- fotografiert (Abb.10, linkes Foto),
- in eine Wanne umgesetzt, wo der nicht festsitzende Bewuchs mit einem Wasserstrahl (Tauchpumpe im Hafenbecken) abgespült wurde (Abb.10, rechtes Foto),
- der Gitterrahmen wieder abgesenkt,
- die in der Rinne und der Wanne verbleibenden Kleinkrebse in eine große Fotoschale umgesetzt,
- Algen und Verunreinigungen mit einer Pinzette ausgesammelt,
- die Fotoschale mit den Kleinkrebsen fotografiert (Abb.11),
- die Kleinkrebse in einen Abscheidetrichter zur Volumenbestimmung umgefüllt, gemessen und fotografiert (Abb.12),
- eine repräsentative Teilprobe entnommen und alle anderen Organismen wieder zurück gesetzt.



**Abb.10:** Linkes Foto - Um zu verhindern, dass ein Teil der vagilen Bewuchsauna schon vor dem Zählen entkommt, wurden die Rahmen direkt nach dem Herausnehmen zum Fotografieren in eine Rinne gestellt.

Rechtes Foto - In dieser Wanne wurden die Gitter mit einem Wasserstrahl abgespült. Die Kleinkrebse befanden sich dann zum überwiegenden Teil am Boden der Wanne, wo sie abgekeschert und zum Fotografieren in eine große Fotoschale umgesetzt wurden.

Aus den in 14-tägigen Abständen aufgenommenen Fotos der Gitterrahmen lässt sich erkennen, wie viel „festsitzender“ Bewuchs sich bereits auf den Gittern angesiedelt hat und woraus er sich überwiegend zusammensetzt. Auf dem abgebildeten Gittern haben sich vor allem an den Knotenpunkten erste Miesmuscheln angesiedelt, in der Mitte befinden sich einzelne größere Muscheln, die zur Beschleunigung der Besiedlung zwischen die Gitter gesetzt wurden.



**Abb.11:** Große Fotoschale (50 x70 cm) mit den vom Gitter mit einem Wasserstrahl abgespülten Kleinkrebsen. Die Anzahl lässt sich bei entsprechender Vergrößerung durch Auszählen am Bildschirm ermitteln/schätzen. Dieses Foto wurde am 31.07.09 aufgenommen. Die Schale enthält die vom Gitterrahmen 1 abgespülten Kleinkrebse. Die Auszählung ergab ca. 146 Asseln und Flohkrebse.

**Abb.12:** Eine etwas ungenauere, aber durchaus praktikable Methode die „Erntemenge“ der Kleinkrebse abzuschätzen, besteht darin, das Gesamtvolumen zu ermitteln. Hierzu wird der Inhalt der Fotoschale in einen mit Schlitzen versehenen Abscheidetrichter wie er zur Erbrütung von Salina-Krebsen in der Aquaristik und Aquakultur Verwendung findet gegeben. Nach Ablauf des Wassers kann das Volumen auf der Skala abgelesen werden. In diesem Fall (31.07., Gitterrahmen 3) lag das Volumen der Krebse bei ca. 7 ml.



Die Gitterrahmen wurden am 17.06., 02.07., 17.07, 31.07., 13.08., 31.08., 09.10. und 27.10.2009 kontrolliert.

Nicht immer, insbesondere am Beginn (17.06.) und bei den späten Terminen im Oktober, waren so viele Kleinkrebse auf den Gittern, dass sich eine Entnahme und konsequente Auszählung lohnte. Vor allem anfänglich wurde auch darauf verzichtet, um die ungestörte Entwicklung der Bewuchsgemeinschaften zunächst nicht zu beeinträchtigen.

### 3.3 Ergebnisse

#### 3.3.1 Bewuchsentwicklung auf den Gittern

Die Auslagerung der Gitterrahmen begann am 4.06.2009. 14 Tage später befanden sich erste juvenile Seepocken auf den Gittern, vor allem aber auf den weißen PVC-Rahmen (Abb.13, linkes Foto). Auf den Gittern hatte sich ein brauner Belag, bestehend aus fädigen Kieselalgen, größtenteils *Melosira arctica*, etabliert. In den darauffolgenden Wochen nahm der Algenbewuchs insbesondere mit Grünalgen (Gattung *Enteromorpha*) zu, wobei dies weniger auf den Gittern als vielmehr auf der lichtzugewandten Oberseite der Rahmen geschah (Abb.13, mittleres Foto). Im Juli und August kamen die ersten Miesmuscheln, allerdings blieb deren Entwicklung weit hinter den Erwartungen zurück. Daher wurden - um den Besiedlungsprozess zu beschleunigen - Mitte August von einer benachbarten Spundwand entnommene große Miesmuscheln zwischen die Gitter gesetzt. Erst im Oktober waren einige Gitter (1, 3 und 9) so stark mit jungen Miesmuscheln bewachsen, wie das für die Entwicklung einer arten- und in-

dividuenreichen Begleitfauna optimal ist (Abb.13, rechts Foto). Die unterschiedliche Maschenweite hatte offenbar in dieser Phase noch keinen Einfluss auf die Zusammensetzung oder Siedlungsdichte der Bewuchsgemeinschaften.

Die Zusammenstellung in Abb.14 enthält ausgewählten Fotos von an verschiedenen Terminen aufgenommenen Fotos der Gitterrahmen anhand derer sich die Bewuchsentwicklung nachvollziehen lässt.



**Abb.13:** links - erster Seepockenansatz, vor allem auf den PVC-Rahmen (17.06.),  
Mitte - auf den Gittern überwiegen fädige braune Kieselalgen, auf der Oberseite der Rahmen Grünalgen der Gattung *Enteromorpha* (17.07.),  
rechts - erst im Oktober kam es zu deutlichen Entwicklungen von Miesmuscheln auf den Gittern (09.10.)

### 3.3.2 Kleinkrebse

#### Artenzusammensetzung

Am 17.07., 6 Wochen nach Auslagerungsbeginn, wurde zur Beurteilung der Artenzusammensetzung eine erste Probe entnommen. Hierfür wurden alle aus dem Gitterrahmen 1 abgespülten Kleinkrebse fixiert, bestimmt, ausgezählt und gewogen (Abb.15).

Dies wurde in gleicher Weise am 17.07., 31.07. und 31.08. im Wechsel zwischen Rahmen 1 und 4 (beide Maschenweite 16 mm) wiederholt. Die Ergebnisse sind in Tab.7 dargestellt.

Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt umfasst die Liste 6 Kleinkrebs- und 3 Garnelenarten. Zu den weitaus häufigsten Kleinkrebsen gehören der Flohkrebs *Gammarus salinus* und die Asseln *Idothea chelipes* und *I. balthica*. Auf die vorkommenden Garnelenarten wird unter Pkt. 3.3.3 näher eingegangen.

Abb.14 – A3-Fotoseite



**Abb.15:** Kleinkrebse vom Gitterrahmen 1, entnommen am 31.07.2009. In der flachen Petrischale befinden sich 219 Asseln (ca. 4/5 *Idothea chelipes*, 1/5 *Idothea balthica*), in den Blockschälchen von links nach rechts: *Microdeutopus gryllothalpa*, *Gammarus salinus*, *Lekanesphaera* (syn. *Sphaeroma*) *hookeri*, und *Jaera albifrons*

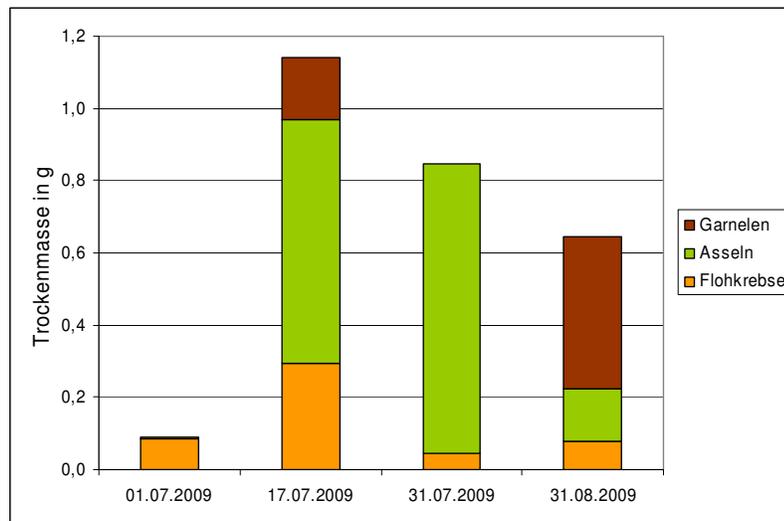
**Tab.7:** Artenliste und Zählergebnisse der an 4 Terminen von jeweils einem Rahmen entnommenen Gesamtproben

Art	01.07.2009			17.07.2009			31.07.2009			31.08.2009		
	Ind/m <sup>2</sup>	FM/g	TM/g									
<b>Crustacea (Krebse)</b>												
<i>Corophium volutator</i>				1	0,0008	0,0003						
<i>Gammarus salinus</i>	105	0,4785	0,0732	135	1,5934	0,2617	17	0,2303	0,0404	23	0,4673	0,0780
<i>Idothea chelipes und baltica</i>	1	0,0108	0,0035	255	3,1853	0,6319	219	3,3075	0,6711	27	0,3797	0,0833
<i>Lekanesphaera hookeri</i>	1	0,0105	0,0025	17	0,1787	0,0427	39	0,5768	0,1323	19	0,2160	0,0618
<i>Jaera albifrons</i>							1	0,0003	0,0001			
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	7	0,0308	0,0112	20	0,0880	0,0320	15	0,0155	0,0034			
<i>Palaemon adspersus</i>				2	0,8727	0,1731				4	1,2245	0,2814
<i>Palaemon elegans</i>										1	0,5806	0,1355
<i>Palaemon longirostris</i>										1	0,0182	0,0034
<b>Gesamtbiomasse*</b>	<b>114</b>	<b>0,5306</b>	<b>0,0904</b>	<b>430</b>	<b>5,9189</b>	<b>1,1417</b>	<b>291</b>	<b>4,1304</b>	<b>0,8473</b>	<b>75</b>	<b>2,8863</b>	<b>0,6434</b>

### Quantitative Aspekte

Sowohl die Gesamtzahl der Kleinkrebse als auch die prozentualen Anteile der Einzelarten am Gesamtfang änderten sich im Laufe der Zeit erheblich (Abb.16, Tab.7). Die Gesamtanzahl und analog auch die Trockenmasse der gefangenen Krebse stieg bis Mitte Juli zunächst steil an und sank dann im weiteren Jahresverlauf wieder ab.

Einer anfänglichen klaren Dominanz juveniler Flohkrebse (*Gammarus salinus*) folgte Mitte Juli, zeitgleich mit der starken Entwicklung von Grünalgen im oberen Bereich der Rahmen, eine Zunahme des Anteils von Asseln (*Idothea chelipes*, *I. balthica* und *Lekanesphaera hookeri*). Ab August ging diese Dominanz wieder verloren. Größere Arten, insbesondere Garnelen, nahmen an Bedeutung zu.

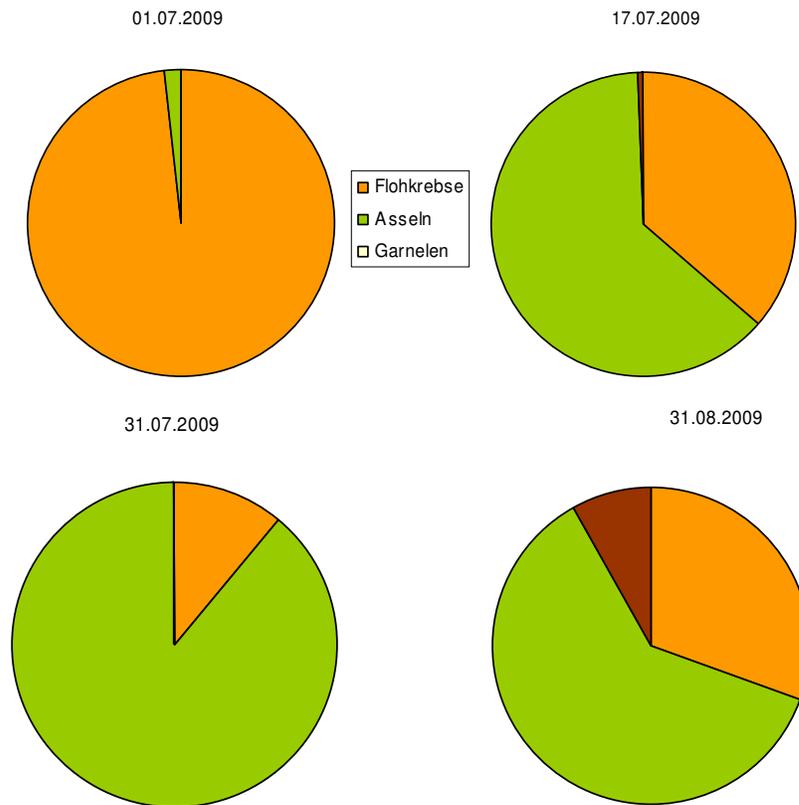


**Abb.16:** Entwicklung der Biomassewerte (Trockenmasse) auf einem repräsentativen Gitterrahmen im Sommer 2009, untergliedert in die Hauptgruppen Asseln, Flohkrebse und Garnelen

Der hohe Anteil der Garnelen an der Gesamtbiomasse (siehe auch Abb.17) ist vor allem auf deren größeres Individualgewicht zurückzuführen. Bei einer Betrachtung der Individuenzahlen (Abb.18) relativiert sich die Bedeutung der Garnelen stark, aber auch hierbei ist der Wechsel von anfänglicher Dominanz durch Flohkrebse zu Asseln deutlich erkennbar.

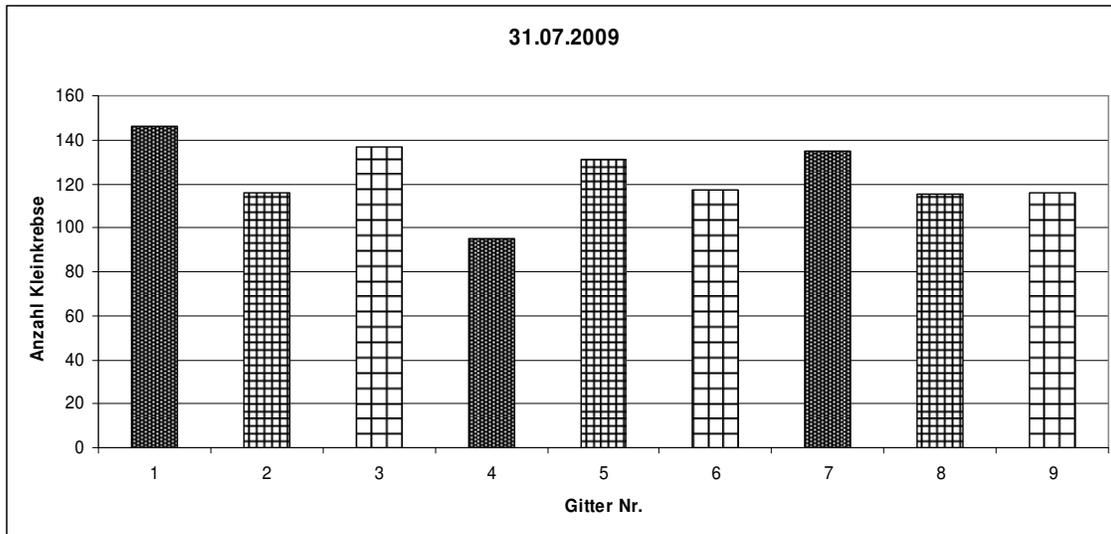


**Abb.17:** Das Foto verdeutlicht den relativ hohen Gewichtsanteil von Garnelen (31.08.09).  
vordere Reihe Garnelen - *Palaemon elegans*, *P. adspersus* und *P. longirostris*  
hintere Reihe v. l. n. r. – *Lekaneshaera hookeri*, *Gammarus salinus*, *Idothea chelipes*  
und *I. balthica*

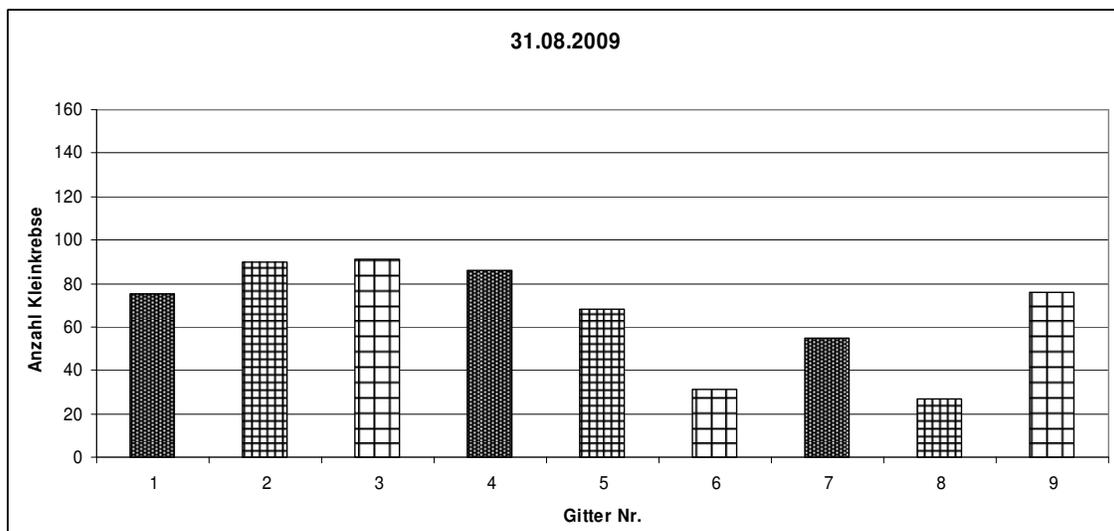


**Abb.18:** Prozentuale Aufgliederung der Gesamtindividuenzahl nach taxonomischen Hauptgruppen

Auf der Grundlage der Auswertung der Fotos der Tiere in der Fotoschale und den parallel vorgenommenen Abschätzungen des Gesamtvolumens der entnommenen Krebse kann ein erster Vergleich zwischen den unterschiedlichen Gittergrößen (16 mm, 24 mm und 35 mm) vorgenommen werden. Die Abb.19 und 20 zeigen diesen Vergleich für 2 Termine, abgeleitet aus der am Bildschirm („Fotoschalenfotos“) ausgezählten Individuenzahl im Gesamtfang. Der Datenumfang eignet sich bisher noch nicht für eine statistische Analyse. Es deutet sich aber an, dass es zumindest in dieser Anfangsphase der Besiedlung, im 1. Jahr der Auslagerung keine grundsätzlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Gittermaschenweiten gibt.



**Abb.19:** Individuenanzahl Kleinkrebse pro Gitterrahmen am 31.07.2009  
 Gitter 1, 4 und 7 = **16 mm**; Gitter 2, 5 und 8 = **24 mm**, Gitter 3, 6 und 9 = **35 mm**



**Abb.20:** Individuenanzahl Kleinkrebse pro Gitterrahmen am 31.08.2009  
 Gitter 1, 4 und 7 = **16 mm**; Gitter 2, 5 und 8 = **24 mm**, Gitter 3, 6 und 9 = **35 mm**

### 3.3.3 Fische, Krabben, Garnelen

Die Doppelgitter fungieren offensichtlich auch als Rückzugsräume für verschiedene Kleinfische, Krabben und Garnelen. Zu den häufigen „Beifängen“ von Fischen gehörten Seeskorpion, Seestichling, verschiedene Grundelarten und auch ein kleiner Aal (Fotos in Abb.21). In vielen Fällen hielten sich auch Strandkrabben zwischen den Gitterflächen auf.



**Abb.21:** „Beifänge“, bestehend aus Seeskorpionen, Seestichling, Grundeln, gelegentlich Aal und häufig auch Krabben und Garnelen

### 3.4 Bewertung

Der Grundansatz, typischen Bewuchsorganismen wie Seepocken und Miesmuscheln in Form von Stahlgittern eine Siedlungsgrundlage zu bieten und die sich in der Folge einstellenden Kleinkrebse zu entnehmen, ohne den „Hartbewuchs“ zu schädigen, hat sich durch die gewählte Versuchsanordnung im Prinzip bestätigt, wenngleich der Bewuchs und damit auch die Sekundärsiedlung von Kleinkrebsen im 1. Jahr nicht so stark ausfiel wie ursprünglich erwar-

tet. Dies ist auch der Grund dafür, dass die geplanten Versuche zur Auswahl einer optimalen Methode für die Trennung der Kleinkrebse vom Hartbewuchs 2009 noch nicht stattfanden. Für diese erste Phase hat sich ein Abspülen mit Seewasser, dass mit einer elektrischen Tauchpumpe aus dem Hafenwasser zur Kaikante hoch gepumpt wurde, gut bewährt, aber das ändert sich wahrscheinlich, wenn der Hartbewuchs stärker entwickelt ist. Das ist dann auch der Zeitpunkt, um mit den geplanten Optimierungsversuchen (Strom, Süßwasser, sauerstofffreies Wasser) zu beginnen.

Gitter und Rahmen haben die 1. Saison gut überstanden und es ist zu erwarten (sofern die prekäre Eissituation in diesem Winter nicht zum Verlust der Rahmen führt), dass sich die Bewuchsentwicklung im laufenden Jahr beschleunigt fortsetzt.

Ob die parallele Anordnung der Gitter eine gute Entscheidung war, ist noch nicht ganz klar. Momentan werden die Rahmen auch sehr gut von Grundeln, Seestichlingen, Seeskorpionen und auch Aal als „Hotel“ angenommen und es ist zu befürchten, dass durch diese eigentlich nicht erwünschten Gäste ein Teil der Kleinkrebse gefressen wird. Andererseits ist zu erwarten, dass mit der Zunahme der Seepocken und vor allem auch der Miesmuscheln die Freiräume zwischen den Gitterplatten so eng werden, dass dort kein Fisch mehr Platz findet und die Kleinkrebse einen tatsächlichen (fischfreien) Rückzugsraum gewinnen.

Der Auslagerungslokalität im Marinestützpunkt Hohe Düne erwies sich als glückliche Wahl. Bewuchs ist in optimale Zusammensetzung vorhanden. Die Arbeitsbedingungen sind gut. Vandalismus oder Diebstahl von Ausrüstung ist nicht zu befürchten

#### **4. Zitierte Gutachten/Literatur**

bioplan (2008)

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

Jahresberichte, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Gülzow

Hardege, J.D., H.D. Bartels-Hardege, E. Zeeck und F.T.Grimm (1990)

Induction of swarming of *Nereis succinea*

Marine Biology 104, 1990, 291-295

Chatelain, H., E., Breton S., Lemieux H. (2008)

Epitoky in *Nereis (Neanthes) virens* (Polychaeta: Nereididae): A story about sex and death

Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol, 2008 Jan, 149(1), 202-8