

Ökologische Fischproduktion am Riff NIENHAGEN? TEIL II: Polychaeten

Stefan Sandrock (bioplan GmbH), Eva-Maria Scharf (bioplan GmbH), Thomas Mohr (LFA)

Einleitung

Wie im Heft Fischerei & Fischmarkt in M-V 2/2014 angekündigt, in dem als erster Teil zum Thema „Vorkommen und potentielle Nutzbarkeit von Kleinkrebsen und Polychaeten in den künstlichen Riffen Nienhagen und Rosenort“ Ergebnisse zur Gruppe der „Kleinkrebse“ vorgestellt wurden, sollen hier die Untersuchungen und Ergebnisse zu den Polychaeten betrachtet werden. Die Arbeiten sind aus Landes- und EU-Mitteln finanziert.

Polychaeten bilden eine der artenreichsten Gruppen der Benthosorganismen. Allein für die Ostsee sind etwa 100 Arten bekannt (BICK, 1985). Die meisten Arten kommen in Sand- und Weichböden vor, sie sind aber auch ein natürlicher Bestandteil von Bewuchsgemeinschaften. Dort gehören sie teilweise zu den Primärbesiedlern, wie das beispielsweise am Riff Nienhagen in Form einer sehr schnellen Besiedlung durch *Polydora ciliata* beobachtet werden konnte (bioplan, 2007). Die meisten Polychaetenarten brauchen allerdings vorhandenen Hartbewuchs als Lebensraum und als Schutz vor Fischen und sind damit eher als Sekundärbesiedler einzuordnen. Die im Rahmen des seit 2002 im Riffprojekt laufenden Untersuchungsprogramms ermittelten Ergebnisse und Beobachtungen zu den Bewuchsgemeinschaften legen zudem die Annahme nahe, dass ein direkter Zusammenhang zwischen Hartbewuchs (Miesmuscheln und Seepocken) und dem Vorkommen von Polychaeten besteht. Die Stoffwechselprodukte des Hartbewuchses (Faeces/Pseudofaeces) scheinen eine ganz wesentliche Nahrungsgrundlage für vagile Organismen und damit auch der Polychaeten zu sein. Um diese Zusammenhänge konkret nachweisen und möglichst quantifizieren zu können, wurden neben der Abschätzung des natürlicherweise auf Hartbodenstrukturen vorkommenden Potentials dieser Organismen gezielte Versuche im Freiland und im Labor durchgeführt. Durch gezielten Ausschluss von natürlichen Verlustfaktoren, wie Abdrift der Nahrung durch Strömung und Frass, sollen unter Ausnutzung von im Überfluss vorhandener natürlicher Nahrungsquellen (Faeces und Pseudofaeces von Muscheln) eine nachhaltige, umweltverträgliche „Produktion“ der als Fischnahrung wertvollen Polychaeten erreicht und aus diesen Erkenntnissen gegebenenfalls Verfahren entwickelt werden.

Der Gedanke, Polychaeten als Futter für Fische in marinen Aquakulturen zu verwenden, ist nicht neu. In der Literatur (hierzu wurde eine speziellen Recherche durchgeführt, Antje Hempelmann und Constanze Kuhlisch; Universität Rostock) ist vielfach dokumentiert, dass Aquakulturen mit Polychaeten weltweit an mehreren Stellen erfolgreich betrieben werden. Hauptziele sind die Zucht für die Bereitstellung von Ködern für den Angelsport, die Verwendung als Fischfutter in der Aquaristik, aber auch für der Einsatz als „Kotfresser“ bei der Wasseraufbereitung und als Bestandteil von Polyakulturen. Es handelt sich dabei allerdings durchgehend um „indoor“, landgebundene, zirkulierende Seewassersysteme. Dabei werden meist Nereiden (*Alitta virens*, *Nereis diversicolor*, *Neanthes arenaceodentata*) und Detritus fressende Arten der Gattung *Arenicola* kultiviert. Eine der führenden Firmen bei der kommerziellen Nutzung ist die Firma SEABAIT LTD (UK), eine Ausgründung der Universität Newcastle. Auch in Deutschland wird Forschung zu diesem Thema betrieben unter anderem am Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven (Prof. BUCK, Dr. BISHOFF Projekt IntAPol). 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 gehältere Fische zu nutzen. Vor diesem Hintergrund konzentrierten sich die hier vorgestellten Untersuchungen vor allem auf diese Fragestellung.

Methoden

Abschätzung des natürlichen Vorkommens von Polychaeten in den Strukturen der künstlichen Riffe

Wie bei den Kleinkrebsen erfolgte die Erfassung des natürlichen Vorkommens von Polychaeten im Rahmen der Bewuchsuntersuchungen und dem laufenden Monitoringprogramm an den Riffen Nienhagen und Rosenort. Dazu wurden an beiden Riffen Kratzproben an festgelegten repräsentativen Stellen im halbjährlichen Rhythmus und Langzeitplatten am Riff Nienhagen in vierteljährlichen und am Riff Rosenort in monatlichen Abständen entnommen.

Freiland- und Laborversuche zur Aufkonzentrierung von Muschelkot und dessen Nutzung als Nahrung für Polychaeten

Bereits bei den Untersuchungen zu den Kleinkrebsen auf strukturiertem künstlichem Habitat (siehe Heft 2/2014) wurden die Polychaeten mit erfasst und dabei festgestellt, dass neben den Versteckmöglichkeiten vor Fischen vor allem die Abgabe von Stoffwechselprodukten aus dem Hartbewuchs, also der Miesmuschel, eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Polychaetenkulturen spielen könnte. Die Versuche, mit Matten optimale Bedingungen für die vagile Fauna zu schaffen, bewährten sich für die Polychaeten nicht. So wurde 2009 zunächst damit begonnen, eine Vorrichtung zu entwickeln, mit der das von den Muscheln abgegebene Material aufgefangen und gesammelt werden kann. Parallel wurden Aquarienversuche etabliert, um erste Aussagen zur Auswahl geeigneter Polychaetenarten sowie deren Nahrungspräferenz und Wachstum zu gewinnen. Die Aquarienversuche, für die zuvor Polychaeten am Riff gesammelt wurden, begannen Mitte Juni 2009 an der Universität Rostock (FB Spezielle und Allgemeine Zoologie) und wurden im Folgejahr (30.06.2010) aufgrund ausbleibenden Erfolges abgeschlossen. Vom September 2010 bis Dezember 2011 erfolgten ergänzende Hälterungsversuche mit Polychaeten in einem Freilandaquarium auf dem Gelände der Firma bioplan.



Abb. 1: Sammeltrichter mit Sammelbehälter, Foto: bioplan

Bei der Entwicklung der Auffangvorrichtung sind Beobachtungen und Ergebnisse der langjährigen Unterwasserarbeiten im Riffprojekt und die Vorgaben durch die bereits vorhandenen Strukturen am

Riff mit eingeflossen. Im Ergebnis entstand ein kegelförmiges Metallgestell (Durchmesser 1 m), in das ein Trichter eingebunden werden konnte, über dem 6 röhrenförmige Bewuchs- und gleichzeitig Auftriebskörper (Durchmesser 16 cm) installiert wurden. Das ganze System wurde an einem einzelstehenden Tetrapoden fixiert. An dem aus Folie bestehenden Trichter wurde am unteren Ende ein abnehmbarer Sammelbehälter befestigt. Bei den Kontrolltauchgängen konnte dieser jeweils gewechselt, der Inhalt im Labor von Muscheln und Muschelresten getrennt, in Abscheidetrichtern konzentriert, das Absetzvolumen bestimmt und in Formschälchen als Futter für die Laborversuche gefrostet werden. Von einer Teilmenge wurden der Wassergehalt (Bestimmung TM) und der organische Gehalt (Glühverlust - AfTM Aschefrei Trockenmasse) bestimmt.

Um geeignete Polychaetenarten für die Aufzucht zu finden und nachzuweisen, ob Faeces/Pseudofaeces der Miesmuschel bevorzugt als Nahrung aufgenommen wird und mit welchen Wachstums- und Vermehrungsraten zurechnen wäre, wurden von Mai 2009 bis Juni 2010 an der Universität Rostock (FB Biologie, Allgemeine und Spezielle Zoologie) zahlreiche Aquarienversuche mit ausgewählten und am Riff Nienhagen vorkommenden Polychaetenarten durchgeführt. Für die Hauptversuche wurden zunächst kleine Aquarien (20 cm x 15 cm x 17 cm), die an ein Wasserzirkulationssystem mit integriertem Eiweissabschäumer und mechanischer Filterung angeschlossen waren, verwendet. Gearbeitet wurde zu Beginn mit künstlichem Salzwasser, später mit aufgesalzenem Ostseewasser mit Salinitäten von 13-15 PSU bei einer Temperatur von 13 °C. Des Weiteren wurden mit der zur damaligen Zeit (2009) häufigsten Polychaetenart am Riff *Alitta* (syn. *Neanthes*) *succinea*, dem Schuppenwurm *Harmothoe imbricata* und dem Meeresringelwurm *Hediste diversicolor* (*H. diversicolor* aus der Warnowmündung) Hälterungs- und Futtermersuche durchgeführt. Die Tiere wurden jeweils für 1 Woche an die Laborbedingungen adaptiert. Bei den sich anschließenden Wachstumsversuchen der bioplan GmbH unter Freilandbedingungen (Freilandaquarium 130 l) wurde für *Alitta* als Hauptfutter Faeces/Pseudofaeces von lebenden Muscheln eingesetzt und zusätzlich mit gefrostetem Spinat gefüttert.

Kleintechnischer Versuch zu einer extensiven Fisch-Aquakultur in Grundgehegen

Im Ergebnis der Laborversuche wurde die Idee, eine technische Einrichtung zu entwickeln, mit der die von den Muscheln abgegebenen Stoffwechselprodukte aufgefangen und darin Polychaeten und Krebse aufgezogen werden, um diese dann zu verfüttern, verworfen. Werden aber die Fische nicht an Land sondern in einem Gehege in der Ostsee - direkt an bzw. in der Nähe mit Muscheln bewachsener Strukturen - gehältert, wäre es prinzipiell durchaus möglich, das natürliche Nahrungsangebot zu nutzen. Mit diesem neuen Ansatz, eine eher offene Anordnung, sollten bereits mit Muscheln bewachsene Strukturen in ein bodengebundenes Fischgehege eingebaut und erprobt werden.

Der Versuch mit einem Prototyp läuft seit Sommer 2011. Am 20.07.2011 wurde ein vom Fisch & Umwelt M-V e.V. gebautes Grundgehege mit einer Seitenlänge von 6 x 6 m und einer Höhe von 2,4 m am Rand des Riffgebietes Nienhagen zwischen 4 Tetrapoden installiert (Abb. 2). Da schon im Vorfeld festgelegt wurde, dass Plattfische eingesetzt werden, ist das Gehege nach unten offen. Das Abdichten wird durch eine am Boden liegende, in eine Schürze eingebaute Beschwerungskette gewährleistet. Vor dem Absenken des Geheges wurde ein zu diesem Zeitpunkt schon stark mit Muscheln bewachsener, aufgeständerter Brunnenring an diese Stelle verholt und das Gehege darüber gesetzt. Ein unter dem Gestell am Boden aufliegender Ring aus seewasserfestem Aluminium soll außerdem dazu beitragen, die von den Muscheln abgegebenen Stoffe nach dem Absinken zurückzuhalten, damit sie den Kleinkrebsen und Polychaeten als Nahrung zur Verfügung stehen. Am 18.08.2011 erfolgte der Besatz mit zuvor markierten Plattfischen aus Wildfängen. Eingesetzt wurden 32 Fische – 29 Flundern, 2 Schollen und 1 Steinbutt – mit Längen zwischen 24 und 40 cm. Durch Taucher erfolgte die regelmä-

ßige Kontrolle zum Zustand und zum Abwachsen der eingesetzten Fische. Der Versuch wurde nach 1 Jahr ausgewertet. Bei einem 2. Versuch (25.09.2012 bis 15.06.2013) wurde das Gehege mit 12 aus einer Aquakultur (Gesellschaft für Marine Aquakultur Büsum) stammenden Steinbutten mit einer mittleren Länge von 20,8 cm besetzt.

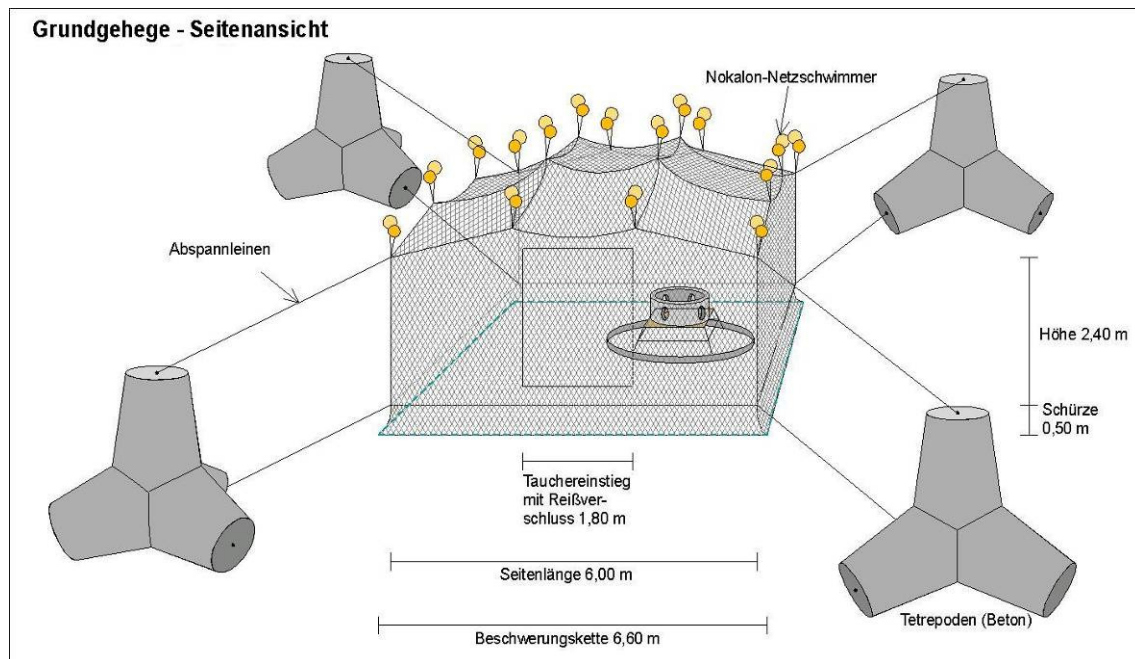


Abb. 2: Grundgehege für die Haltung von Plattfischen, Graphik: bioplan

Ergebnisse

Natürliches Vorkommen von Polychaeten in den Strukturen der künstlichen Riffe

Am Riff Nienhagen wurden seit 2003 bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt 24 und am Riff Rosenort 14 Polychetenarten nachgewiesen (Tab. 1). Die meisten Arten gehören funktionell allerdings zum Sandboden und wurden dort neben den eingebauten Strukturen mit Stechrohrproben nachgewiesen. Der Hartbodengemeinschaft im engeren Sinne sind nur ca. 15 Arten zuzuordnen, wobei es hier auch fließende Übergänge gibt, das heißt Arten, die sowohl im Sand als auch im Bewuchs vorkommen. Bezogen auf die Abundanz (Ind./m²) auf den Strukturen gehören die im Beton bohrenden und auch kleine Schlickröhren bauenden Arten *Polydora ciliata* und *P. cornuta* sowie der Schuppenwurm *Bylgides sarsi* zu den häufigsten Taxa. Bezogen auf die Biomasse sind aufgrund des höheren Individualgewichts nur die Nereiden *Hediste diversicolor* und *Alitta* (syn. *Neanthes*) *succinea* für den Standort Nienhagen und für Rosenort nur *Hediste diversicolor* von Bedeutung. Abb. 3 zeigt ein Foto beider eng verwandter Arten. Die aus den Kratzproben ermittelten Abundanzwerte dieser Arten lagen in den Jahren 2009 bis 2011 am Standort Nienhagen zwischen 3,7 und 37 Ind./m², wobei 2011 weder *Hediste* noch *Alitta* in den Kratzproben zu finden waren. Der gleiche Trend ist bei den Langzeitplatten in Nienhagen erkennbar, wobei hier schon 2010 beide Arten bereits fehlten, 2009 aber noch im Mittel 81 *Alitta succinea* pro m² vorkamen.



Abb. 3: Kopfteile der beiden potentiell nutzbaren Polychaetenarten *Alitta succinea* (oben im Bild) und *Hediste diversicolor*, Foto: bioplan

Tab. 1: Artenliste der in den Riffen Nienhagen und Rosenort bisher gefundenen Polychaetenarten

Annelida	(Ringelwürmer)		Nienhagen	Rosenort
Polychaeta	(Vielborster)	Art		
Phyllodocida	Polynoidae	<i>Lepidonotus squamatus</i> (Linnaeus, 1758)	x	
		<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	x	
		<i>Harmothoe impar</i> (Johnston, 1839)	x	
		<i>Bylgides sarsi</i> (Kinberg in Malmgren, 1866)	x	x
	Phyllodocidae	<i>Eteone longa</i> (Fabricius, 1780)	x	x
		<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)		x
		<i>Eulalia bilineata</i> (Johnston, 1840)	x	
		<i>Phyllodoce mucosa</i> (Oersted, 1843)	x	
	Hesionidae	<i>Nereimyra punctata</i> (O.F. Müller)		
	Nereidae	<i>Alitta virens</i> (M. Sars, 1835) syn. <i>Neanthes v.</i>	x	
		<i>Alitta succinea</i> (Frey & Leuckart, 1847) syn. <i>Neanthes</i>	x	
		<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	x	x
		<i>Nephtys caeca</i> (Fabricius, 1780)	x	
	Sphaerodoridae	<i>Sphaerodoropsis baltica</i> (Reimers, 1933)	x	
Orbiniida	Orbinidae	<i>Scoloplos armiger</i> (O.F. Müller, 1776)	x	x
	Paraonidae	<i>Paraonis fulgens</i> (Levinsen, 1884)		x
Spionida	Spionidae	<i>Pygospio elegans</i> (Claparede, 1863)	x	x
		<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	x	x
		<i>Polydora cornuta</i> (Bosc, 1802)	x	x
		<i>Marenzelleria neglecta</i> (Sikorski & Bick, 2004)	x	x
		<i>Marenzelleria viridis</i> (Verrill, 1873)	x	x
		<i>Marenzelleria wireni</i> (Augener, 1913)	x	
Capitellida	Capitellidae	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)		x
	Arenicolidae	<i>Arenicola marina</i> (Linnaeus, 1758)	x	x
Opheliida	Opheliidae	<i>Ophelia rathkei</i> (McIntosh 1908)	x	x
Terebellida	Terebellidae	<i>Neoamphitrite figulus</i>	x	
	Pectinariidae	<i>Lagis koreni</i> (Malmgren, 1866)	x	
Sabellida	Sabellidae	<i>Fabriciola baltica</i> (Friedrich, 1939)	x	
Gesamt			24	14

Für den Standort Rosenort konnte festgestellt werden, dass sich nach dem Einbau der Strukturen im Jahr 2009 die Mytilus-Gemeinschaft im Riff sehr schnell entwickelte und damit auch ein Anstieg der Abundanz von *H. diversicolor* zu verzeichnen war. Es ist davon auszugehen, dass gegenwärtig 100 – 200 Tiere pro m² bewachsener Betonfläche zu finden sind.

Versuche zur Gewinnung und Nutzung von Muschelkot als Nahrung für Polychaeten

Schon im ersten Jahr zeigte sich, dass der Miesmuschelfraß durch Enten an den über der Auffangeinrichtung installierten Bewuchskörpern ein sehr limitierender Faktor sein wird. Die Auftriebskörper wurden im Frühjahr 2009 installiert und waren am Jahresende 2009, wie zu erwarten, stark mit Miesmuscheln bewachsen. Nach dem Winter waren die Muscheln aber nahezu vollständig abgefressen. Aussagekräftige Daten sind also nur im Herbst, nachdem sich die Muschelgemeinschaft je nach Dezimierung im Winter wieder entwickelt hat, zu erfassen. In der Woche vom 05. zum 12.11.2009 gelang es erstmals in größerem Umfang Faeces/Pseudofaeces aufzufangen. Das „geerntete“ Volumen lag - nach 6 Stunden Absetzzeit im Scheidetrichter - bei insgesamt 370 ml. Die dazugehörige bewachsene Fläche auf den 6 Bewuchsrohren hatte eine Größe von ca. 6,5 m². Das Material wies einen Wassergehalt von 97,8 % auf. Der organische Gehalt lag bei 67,9 %. Die mittlere Größe der Kotpartikel betrug 150 µm x 250 µm.

Im weiteren Verlauf der Versuche stellte sich heraus, dass von den mit Miesmuscheln bewachsenen Rohren auch ganz regelmäßig Muscheln abfallen, da der Platz auf den Rohren limitiert ist. Am 12.11.2009 beispielsweise waren nach einer Woche neben den Ausscheidungen der Muscheln auch 320 g lebende bzw. frisch tote Muscheln mit im Sammelbehälter. Diese waren vermutlich aufgrund der schnell einsetzenden Sauerstoffarmut im Auffangbehälter abgestorben. Kommt es zur H₂S-Bildung muss der ganze Inhalt verworfen werden. Des Weiteren wurde sehr schnell klar, dass ein großer Teil der Ausscheidungen nicht im Trichter ankommt. Einerseits bedingt durch die Strömung und andererseits durch den Fraßdruck der vielen Schwimmgrundeln (*Gobiusculus flavescens*), die sich grundsätzlich an und in der Konstruktion aufhalten. So wurden für das Folgejahr zwei Verbesserungen in der Versuchsanordnung vorgenommen. Zum einen wurde der Trichter nach oben mit einem leichten Netz abgedeckt, um zu verhindern, dass die zahlreich vorhandenen Schwimmgrundeln in

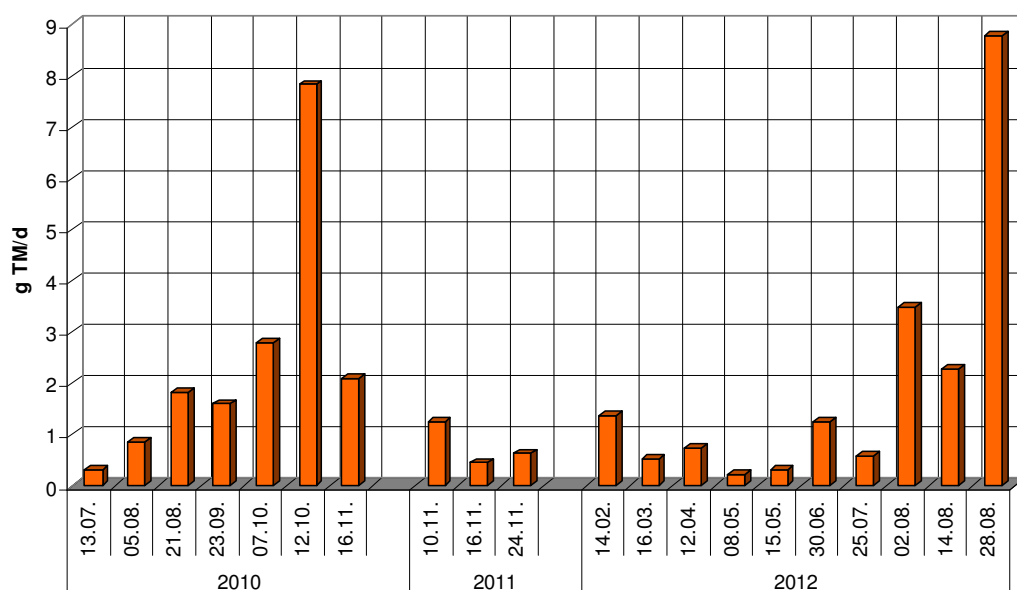


Abb. 4: Muschelfaeces/-pseudofaeces in Trockenmasse pro Tag unter 6,5 m² mit Miesmuscheln bewachsener Rohroberfläche

den Trichter und auch in das Sammelgefäß gelangen. Zum anderen wurden nachträglich Öffnungen in den Sammelbehälter geschnitten und mit Gaze abgeklebt, um einen gewissen Wasseraustausch bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Sammelfunktion zu ermöglichen. Mit der Netzabdeckung reduzierte sich zudem auch der Anteil der von oben in den Trichter und damit in das Sammelgefäß gelangenden Muscheln. Die Gefahr des winterlichen Abfressens durch Enten ist dagegen schwer abzuwenden. Abb. 4 zeigt die ermittelten Werte aus den Jahren 2010 - 2012.

Zu berücksichtigen ist, dass die Frühjahrs-Angaben je nach Entenfraß bis zum Totalverlust eher auf Kotabgaben durch Seepocken beruhen, da die Muscheln sich erst ab Mitte Juni wieder nennenswert entwickelten. Sie begannen dann aber sehr schnell alle anderen Organismen auf den Flächen zu überwachsen. Die auf Tagesraten bezogenen Mengen lagen 2010 zwischen anfänglich 6,5 ml/d und später maximal 160 ml/d. 2011 waren die Werte mit 3,3 bis 10,0 ml/d etwas niedriger. Im Folgejahr lagen sie zwischen 1,9 ml/d (08.05.2012) und einem Maximalwert von 80 ml/d (02.08.2012). Diese Angaben beziehen sich auf eine vollständig mit Miesmuscheln bewachsene Oberfläche der Rohre. Geht man davon aus, dass der Maximalwert den tatsächlichen Gegebenheiten am nächsten kommt (keine Strömung die zu Verlusten führt), dann bedeutet dies, dass ca. 0,216 g AfTM Faeces/Pseudofaeces pro Tag und m² durch die Miesmuscheln produziert werden. Die Muscheln auf den Auftriebskörpern hatten zu diesem Zeitpunkt eine Länge bis maximal 30 mm, wobei die Längensklasse 20-25 mm zahlenmäßig den Schwerpunkt bildete. Eine am 03.11.2011 entnommene Kratzprobe ergab hochgerechnet eine Abundanz von 30.400 Ind./m² (Ind. > 5 mm) und eine Biomasse von 24.540 g/m² (FM), bzw. 7.403 g/m² Trockenmasse.

2009 und 2010 kamen im Sammelgefäß gleichzeitig auch auffällig viel Polychaeten vor, so dass der Gedanke nahe lag, dass die Würmer den Muschelkot als Nahrung nutzen. Im Maximum befanden sich am 05.08.2010 47 Polychaeten ausschließlich der Art *Alitta succinea* im Gefäß. 2011 wurde *Alitta succinea* nicht mehr im Riffgebiet und somit auch nicht im Sammelgefäß gefunden.

Mit dem gesammelten Material wurden wie oben beschrieben parallel Fütterungsversuche mit Polychaeten in Laborkulturen durchgeführt. Als wichtigste Ergebnisse aus den Versuchen der Universität Rostock lässt sich zusammenfassen,

- dass bei der Testung geeigneter Sedimente (ohne Sand mit kleinen Plastikröhren, mit 4 cm Sand, mit 6 cm Sand) im Aquarium für die Hälterung von *Alitta succinea* keine eindeutige Präferenz festgestellt werden konnte,
- dass sich bei den Untersuchungen zur Überlebensrate von *Harmothoe imbricata* zeigte, dass die Art extrem empfindlich ist und auf Störungen aller Art mit Abwurf von Schuppen reagiert (bei einem technischen Ausfall der Kühlung und einem Temperaturanstieg von 13 auf 19 °C starben alle Versuchstiere),
- dass die Tiere bei den Untersuchungen zum Wachstum von *Alitta succinea* eine so hohe Sterblichkeit aufwiesen, dass nach 4 Monaten keine Auswertung mehr möglich war. Bei den Zwischenkontrollen zur Prüfung dreier unterschiedlicher Futtermitteln war TetraMenü (Zierfisch-Trockenfutter) die beste und keine Fütterung die schlechteste Variante, wobei die Aufnahme von Faeces/Pseudofaeces als dritte Variante nicht bewertet werden konnte.
- Dass bei den Untersuchungen mit *Hediste diversicolor* und den unterschiedlichen Futtermitteln von 300 Versuchstieren ca. 50 % innerhalb der ersten Woche starben.

Bei den Hälterungsversuchen in einem großen Freilandaquarium wurde am 15.07.2010 mit 98 Individuen begonnen, von denen nach 19 Monaten mit 2 Wintern 20 % überlebt hatten. Massenzuwachs

wurde jeweils nur bis Mitte September festgestellt. Längenmessungen sind bei Polychaeten generell problematisch. Die Tiere können sich extrem strecken und zusammenziehen. Bei der Bestimmung des Wachstums ist deshalb neben dem Wiegen das Zählen der Segmentzahl eine übliche Alternative. Mit zunehmender Versuchsdauer wurde aber immer deutlicher, dass sich die relevanten Arten *Alitta succinea* und *Hediste diversicolor* nicht für eine Aquarienhaltung und damit perspektivisch auch nicht für eine Aquakultur an Land eignen. Beide Arten sind omnivor und ernähren sich auch teilweise räuberisch. Es wurde auch mehrmals Kannibalismus beobachtet, so dass sich die Tiere bei relativ enger Haltung, wie das bei Aquakulturen der Fall sein müsste, zum Großteil gegenseitig auffressen. Ein weiteres Problem besteht darin, dass die Tiere nach der Fortpflanzung absterben. Bei guter Haltung reicht ein leichter Temperaturanstieg und es kommt zur Ausbildung fortpflanzungsfähiger Schwimmstadien (Epitokie). Epitoke Nereiden, wozu beide Arten gehören, sterben unmittelbar nach dem Schwärmen (CHATELAIN und BRETON, 2007, RASMUSSEN, 1973), so dass auch eine an sich gute Haltung, zumindest für die angestrebten Ziele einer Massenentwicklung der Tiere, langfristig nicht von Erfolg gekrönt sein kann. Faeces/Pseudofaeces von Muscheln werden zwar aufgenommen, stellen aber wie ansatzweise aus den Versuchen ersichtlich wurde, offensichtlich keine bevorzugte Nahrung von *Alitta succinea* dar. Erschwerend für den Versuchsablauf war auch, dass nur anfangs genug Polychaeten am Riff gefangen wurden. Ab 2010 ging der Freilandbestand stark zurück, so dass insgesamt zu wenige Versuchstiere gefangen werden konnten. Trotz der insgesamt eher unbefriedigenden Ergebnisse der Versuche lassen sich daraus durchaus einige wichtige Erkenntnisse ableiten:

- Die Nereiden *Alitta succinea* und *Hediste diversicolor* sind prinzipiell auch über einen längeren Zeitraum (gegenwärtig 19 Monate) in Aquarien hälterbar, unterschreitet der Lebensraum ein Limit von ca. 100 cm²/Tier tritt allerdings verstärkt Kannibalismus auf.
- Röhren (zerschnittene Aquarienschläuche) mit einem Durchmesser von 3-5 mm und einer Länge von 30-60 mm werden gut als Wohnröhren angenommen und verbessern die Überlebensrate der Polychaeten.
- Die Temperatur sollte 16 °C nicht überschreiten, da sich sonst das Risiko erhöht, dass es zur Ausbildung schwärmender Stadien (Epitoki) und nach der Eiablage zum Tod der Tiere kommt.
- Als Futter haben sich gefrosteter Spinat und Trockenfutter für Aquarienfische - beides in kleinen Gaben - bewährt.
- Eine gemeinsame Haltung mit wenigen Miesmuscheln scheint von Vorteil zu sein.

Insgesamt erscheint eine Zucht/Vermehrung mit den an beiden Riffen gefundenen Nereiden an Land zum Zweck der Futterbereitstellung für eine marine Aquakultur im Sinne einer Fischmast in größerem Maßstab nicht als aussichtsreich, oder zumindest nicht mit vertretbarem Aufwand realisierbar.

Kleintechnischer Versuch zu einer extensiven Fisch-Aquakultur in Grundgehegen

Beim 1. Besatzversuch mit zuvor in Stellnetzen gefangenen Plattfischen kam es während der ersten 6 Wochen zu hohen Verlusten. Die meisten Tiere zeigten nach dem Einsetzen starkes Fluchtverhalten und schwammen bis zur völligen Erschöpfung gegen die Maschen. Die Anfangsphase überlebten 6-8 Fische, die sich nach visueller Kontrolle durch Taucher in einem guten konditionellen Zustand befanden. Nach einem Jahr waren noch 5 Flundern am Leben. Bei näherer Untersuchung der äußerlich in gutem Zustand befindlichen Tiere zeigte sich, dass die Mägen mit Miesmuscheln gefüllt waren und es somit durchaus auch mindestens eine Fischart gibt, die die reichlich vorhandenen Muscheln als Nahrung nutzt. Inwieweit Kleinkrebse und Polychaeten aufgenommen wurden, konnte nicht nachgewiesen werden. Es lässt sich nur vermuten, dass dem so war. Der 2. Versuch, der Besatz des Grundgehe-

ges mit Steinbutt, konnte leider nicht ausgewertet werden, da das Gehege nach dem Winter leer war.

Geht man davon aus, dass entsprechend der Nahrungspyramide in einem funktionierenden Ökosystem zwischen den verschiedenen trophischen Ebenen in der Regel ein Verhältnis von 1/10 besteht, wäre für einen 50 g schweren, jungen Steinbutt am Riff Nienhagen eine Bewuchsfläche von ca. 20 m² (24,2 g Kleinkrebse/m²) für eine nachhaltige Entwicklung erforderlich. Bei einer Grundfläche von 36 m² vom Versuchsgehege hätten demnach dort nur etwa 2 Fische dieser Größenordnung ohne Zufütterung optimale Lebensbedingungen. Mit zunehmendem Wachstum der Fische wäre dieses Gleichgewicht bedroht, wobei die zusätzlich eingebrachten Bewuchskörper und die bewachsenen Netzwände zusätzliches Potential für die Nährtierbereitstellung bieten. Außerdem ist mit einer Zuwanderung von Gammariden und Asseln aus den umgebenen Flächen zu rechnen. Inwieweit diese theoretischen Überlegungen zutreffen bzw. ob sich die Verhältnisse vielleicht doch deutlich günstiger darstellen, können nur weitere Freiwasserversuche zeigen. Der erste Test scheint das aber schon zu bestätigen, denn Theorie und Praxis liegen hier sehr dicht zusammen. Der Netzkäfig befindet sich immer noch im Einsatz und hat drei Winter ohne nennenswerten Schaden überstanden. Hier muss angemerkt werden, dass aber eine ständige Betreuung durch Taucher zumindest bei diesem Versuchsaufbau von Nöten ist. Durch die stark wechselnden Bewuchsverhältnisse auf dem Netzkäfig und der daraus resultierenden Dynamik ist das entsprechende Aufbringen und Abbauen von Auftriebskörpern unumgänglich.

Mit dem bodengebundenen Gehegetyp scheint aber eine längerfristige Hälterung von Fisch ohne Zufütterung möglich zu sein. Technisch könnte der Einsatz von Tauchern stark reduziert und die Sicherheit des Bodenschlusses erhöht werden, in dem der Käfig in eine Stahlrahmenkonstruktion eingebaut wird. Beim Besatz wäre zu beachten, dass möglichst keine Wildfänge verwendet werden. Um den hohen Kostenaufwand für Netzmaterial und Taucheinsätze zu rechtfertigen, käme wegen der relativ hohen zu erzielenden Preise voraussichtlich nur die Hälterung/Aufzucht von Steinbutt (der auch natürlich im Gebiet vorkommt) in Frage. Die Anzahl der Individuen für den Besatz wären noch zu ergründen. Fest steht aber schon zum gegenwärtigen Zeitpunkt, dass auf diese Weise bestenfalls geringe Mengen, vielleicht für einen Direktverkauf an vor Ort ansässige Restaurants, in keinem Fall aber größere Tonnagen produziert werden können. Damit könnte sich perspektivisch wieder eine Tür für die Fisch-Aquakultur an der Außenküste öffnen, denn die als Versagungsgrund herangezogene Eutrophierung durch Futtermitteleintrag wäre nicht gegeben.

Die Untersuchungen haben aber auch bestätigen können, welche positiven Effekte der Einbau von Hartsubstrat in die Ostsee mit sich bringen. Mit der Schaffung von zusätzlicher Bewuchsfläche entsteht ein lokales Biotop, in dem die Kleinkrebse wie auch die Polychaeten eine wichtige und äußerst hochwertige Nahrung für viele (nahezu alle) im Riff lebende Fische darstellen. Hier findet sich die Schnittstelle zu den fischereilichen Untersuchungen im Rahmen des Riffprojektes. Ein möglicher und langfristig umsetzbarer Ansatz für neue Aquakulturverfahren wäre, Kleinkrebse und Polychaeten als Futter für eine nachhaltige, ökologisch vertretbare, marine Fisch-Aquakultur ob in geschlossenen, halboffenen oder offenen Systemen zu gewinnen. Was aber anhand der vorliegenden Ergebnisse schon nachgewiesen ist, ist die Tatsache, dass künstliche Riffe und deren Produktivität als eine aktive Managementmaßnahme zum Schutz und zur Aufwertung der Fischbestände genutzt werden kann.

Danksagung

Unser Dank gilt Herrn Dr. Bick (Universität Rostock) für die Hilfe bei der taxonomischen Zuordnung der Polychaeten sowie den Kollegen vom Verein Fisch Umwelt MV e.V. und style-Küste, denn Tauchen ist immer Teamarbeit.

Ein Literaturverzeichnis kann bei den Autoren angefordert werden.

Literatur

BICK, A. (1985), Zur Systematik, Verbreitung und Biologie der Polychaeten der Ostsee.
Diss. Univ. Rostock

bioplan (2007), Monitoring der Bewuchsentwicklung am künstlichen Riff Nienhagen – Endbericht für die Jahre 2003-06

www.riff-nienhagen.de, Im Auftrag der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Gülzow

bioplan (2008), Monitoring der Bewuchsentwicklung am künstlichen Riff Nienhagen – Endbericht für die Jahre 2007 und 2008, Jahresberichte, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Gülzow

bioplan (2011), Vorkommen und potentielle Nutzbarkeit von Kleinkrebsen und Polychaeten in den künstlichen Riffen Nienhagen und Rosenort, unveröffentl., Im Auftrag der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Gülzow

bioplan (2012), Bewuchsuntersuchungen als Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung der Wasserfauna und-flora in den künstlichen Riffen Nienhagen und Rosenort Jahresbericht 2011
Jahresberichte, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Gülzow

CHETTELAIN, H. E; BRETON S.; LEMIEX, 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

DUMKE, A. (2008), Bestandsbiologische Untersuchungen der Dorschvorkommen am Riff Nienhagen
Jahresheft Fisch und Umwelt M-V e.V., 2007/2008

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

HOFFMANN, R. (2011), Biodeposition der Miesmuschel *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758) am künstlichen Riff Nienhagen, Bachelorarbeit, Universität Rostock