

# Barnacle species show unequal propensity for different substrates

## Verschiedene Seepocken zeigen unterschiedliche Präferenzen für ihre Substratwahl (Cirripedia: Crustacea)

Undine Lingk; [ulingk@yahoo.de](mailto:ulingk@yahoo.de)

Eva-Maria Zeller; [zeller@zedat.fu-berlin.de](mailto:zeller@zedat.fu-berlin.de)

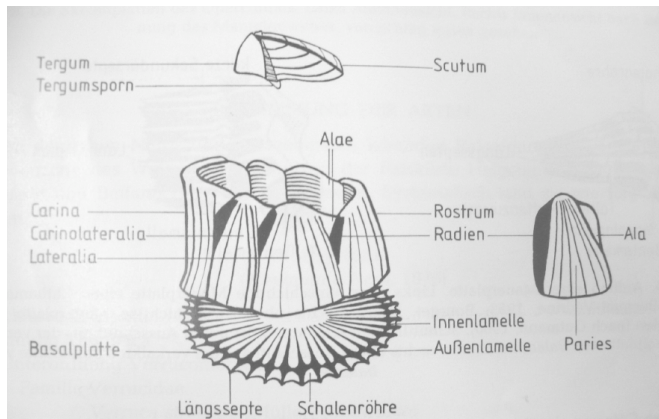
### Abstract

In the present study we analysed the propensity for certain substrates of the five different barnacles *Semibalanus balanoides*, Linnaeus (1767), *Balanus improvisus*, Darwin (1854), *Balanus crenatus*, Bruguière (1789), *Balanus balanus*, Linnaeus (1758), *Elminius modestus*, Darwin (1854). During the practical course of marine biology in September 2010, adult individuals were counted and later on compared with their recruitment on either sea shell with smooth surface or rocks with rough surface. The results show that, *Semibalanus balanoides* most significant settles on rough rocks, whereas *Balanus improvisus* shows a significant preference for smooth shells of *Mytilus edulis*.

### Einleitung

Seepocken wirken auf den ersten Blick unscheinbar, trivial und gelten vor allem bei Seefahrern durch ihren starken Bewuchs an den Booten als lästig. Dennoch weisen diese Tiere, die dem Taxon der Crustacea angehören, bei genauerer Betrachtung markante Unterschiede in ihrer Morphologie auf. Darwin erkannte die Schwierigkeit der Bestimmung der unterschiedlichen Arten, da sich viele rein äußerlich kaum von einander abgrenzen lassen und folglich spezifischere Eigenschaften untersucht werden müssen (Darwin, 1854). Seepocken durchlaufen in ihrer

Entwicklung mehrere Metamorphosestadien, von der freischwimmenden Naupiluslarve, die 6 Stadien durchläuft, über die Cypris bis hin zum adulten, sessilen Tier. Die Seepocken sind sekundär zur sessilen Lebensweise übergegangen und haben, wie bei festlebenden Organismen häufig zu beobachten, einen annähernd radiärsymmetrischen Grundriß (Luther, 1987, S. 2). Untersuchungen zeigen, dass Cyprislarven oftmals gezielt die Substratoberfläche mit ihrer dorsalen oder lateralen Seite abtasten, bevor sie sich letztendlich festsetzen (Berntsson et al., 2000). Crisp (1974) beschreibt drei verschiedene Phasen



**Abb.1** Halbschematische Darstellung eines Balanidengehäuses. Oberer Teil zeigt das Operculum. In der Mitte ist die gesamte Mauerkrone dargestellt, rechts davon eine einzelne Wandplatte. Unten ist die Basalplatte gezeichnet (Luther, 1987).

der Substratbegutachtung: großzügige Prüfung, eingehende Prüfung und bei geeignetem Substrat eine abschließende Phase, die letztendlich zur dauerhaften Adhäsion führt. Es folgt ein sehr komplexer Umwandlungsprozeß, dessen Resultat eine adulte Seepocke ist, die aus anatomischer Sicht kopfüber am Substrat verankert ist. Der Adultus zeichnet sich äußerlich folgendermaßen aus (Luther, 1987): Basalplatte (bei Ablösung sichtbar), Mantelkrone mit unterschiedlich ausgeprägten Skelettplatten (deren Schalenröhren teilweise sekundär mit Kalk ausgefüllt werden) und Operculum aus Tergum und Scutum (Abb. 1).

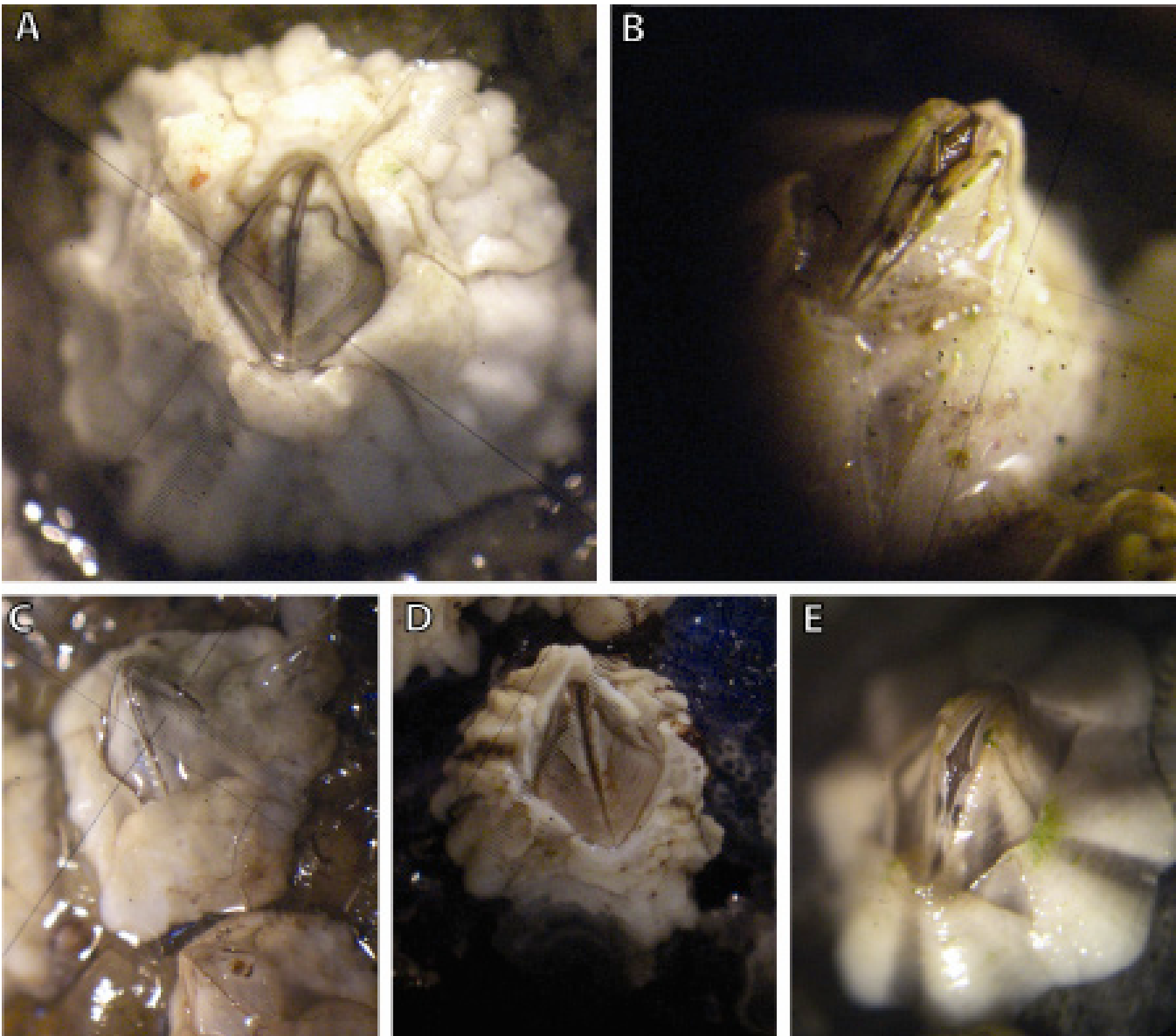
Bei Sammlungen für Bestimmungsübungen sind Unterschiede bezüglich der Verteilung der Pockenarten auf unterschiedlichem Substrat aufgefallen. Aufgrund dieser Beobachtung wurde die Hypothese aufgestellt, dass bestimmte Pockenarten unterschiedliches Substrat für die Ansiedelung präferieren. Die vorliegende Studie beschäftigt sich daher mit der Auszählung von Individuen verschiedener Seepockenarten auf zwei unterschiedlichen Substratoberflächen. Sollte sich diese Beobachtung quantitativ bestätigen lassen, ist anzunehmen, dass es sich

dabei nicht um eine zufällige Verteilung auf den verschiedenen Substraten handelt.

## Material und Methoden

Folgende Untersuchungen wurden im Zeitraum vom 26.-29.9.2010 im Sven Lovén Centre for Marine Sciences in Tjärnö (Schweden) festgehalten. An zwei aufeinander folgenden Tagen wurden Muschel- und Steinexemplare in direkter Hafennähe gesammelt. Genauer Standort war eine nahegelegene Muschelbank zwischen Tjärnö und Saltö (58° 52' N, 11° 08' O), die eine ausgewogene Anzahl an Muscheln und Steinen bot. Um den Aspekt der Bedingungsähnlichkeit zu gewähren, wurde im Umfeld von 10 Metern bei einer Wassertemperatur von 11,9 °C, einer Salinität von 28,8 ppm und einer durchschnittlichen Wassertiefe von 40 cm gesammelt. Die Stichproben wurden nach folgendem Zufallsprinzip entnommen: Entlang der Uferseite Tjärnö wurde pro Meter in angegebener Wassertiefe entweder ein Stein (Gneis oder Granit) oder eine Muschelkolonie (der Art *Mytilus edulis*) aus durchschnittlich 5 Exemplaren gesammelt, welche anschließend im Labor ausgewertet wurden. Dort wurden die unterschiedlichen Balanomorpharten bestimmt: *Semibalanus balanoides*, Linnaeus (1767), *Balanus improvisus*, Darwin (1854), *Balanus crenatus*, Bruguière (1789), *Balanus balanus*, Linnaeus (1758), *Elminius modestus*, Darwin (1854). Die Bestimmung der einzelnen Tiere erfolgte nach dem Bestimmungsschlüssel von Gertraud Luther (1987) und mittels eines Binokulars, sowie einer Lupe. Untersucht wurden lediglich lebende Tiere, deren Operculum noch intakt war. Die Größe der Tiere war für diesen Versuch unerheblich. Folgende Bestimmungsmerkmale waren bei der Bestimmung der Individuen besonders relevant:

*Semibalanus balanoides* (Abb. 2A): sechsplattiges Gehäuse, stark kanalikierte Mauerplatten (wirken durch teilweise basale Verkalkung oft sehr massiv), breit-rhombische und eher weite Gehäuseöffnung, weißer Mantelsaum mit zentralem braunen Fleck, markante Form der Fuge zwischen Tergum und Scutum (Bögen der beiden Seiten sind sinusartig geschwungen



**Abb.2** Aufnahmen der fünf untersuchten Balanomorpha-Arten. A *Semibalanus balanoides*, B *Balanus improvisus*, C *Balanus crenatus*, D *Balanus balanus*, E *Elminius modestus*.

und bilden einen spitzen Winkel auf der Mittellinie).

*Balanus improvisus* (Abb. 2B): sechsplattiges Gehäuse, glatte Skelettplatten, zweilamellige, kanalikulierte Mauerplatten (jedoch nicht wie bei *Semibalanus balanoides* sekundär verkalkt.) Die Mantelkrone von *Balanus improvisus* ist im Vergleich mit den anderen Arten glatter und besitzt eine rhombische Gehäuseöffnung, einen weißgrundigen Mantelsaum mit drei dunklen Querbändern und einer zur Mittellinie spitzwinklig verlaufende Furche zwischen Scutum und Terga.

*Balanus crenatus* (Abb. 2C): sechsplattiges Gehäuse, carinal leicht überkippend, glatte Skelettplatten (bei

älteren Tieren können diese auch leicht gefurcht sein), zweilamellige, kanikulierte Mauerplatten (jedoch wie auch bei *Balanus improvisus* nicht nachträglich mit Kalk gefüllt) tief gekärbter Gehäuserand, Gehäuseöffnung weit und spitzrhombisch mit carnial ausgezogener Spitze, Furche zwischen Scutum und Tergum spitzwinklich zur Mittellinie, schmaler und flacher Mantelrand, längsgestreifte Mantelöffnung mit gelbem oder weißlichem Rand.

*Balanus balanus* (Abb. 2D): sechsplattiges Gehäuse, Skelettplatten mit stark hervortretenden, kantigen Längsrippen, zweilamellige, kanakulierte Mauerplatte (Innenlamellen zusätzlich verstärkt), sehr enge

Gehäuseöffnung, Mantelrand am Längsspalt gelbbraun und weiß gestreift.

*Elminius modestus* (Abb. 2E): vierplattiges Gehäuse, Gehäuse carinal spitz verlaufend und höher als rostral, Skelettplatten glatt und grau mit zwei Längswüsten, so dass der Basisrand einen achtstrahligen Stern ergibt, zweischichtige Mauerplatten, die nicht kanalikuliert sind, weißer Mantelsaum mit einem orangefarbenen und braunen Fleck in der Mitte, zwischen Scutum und Tergum jederseits eine schmal-dreieckige, grau gefärbte Area.

Pro Substrat wurden jeweils 1000 Individuen erfasst. Anschließend wurden die ermittelten Werte mittels eines  $\chi^2$ -Tests in Microsoft Excel auf Signifikanz geprüft.

## Ergebnisse

Von den 2000 ausgezählten Tieren gehörten 1133 der Art *Semibalanus balanoides*, 799 der Art *Balanus improvisus*, 59 der Art *Balanus crenatus*, 8 der Art *Balanus balanus* und eine der Art *Elminius modestus* an (Tab. 1). Die Untersuchung der einzelnen Substratbesiedelungen ergab folgendes Ergebnis für das Substrat Muschel (glatte Oberfläche): Von 1000 Individuen waren 652 der Art *Balanus improvisus*, 299 der Art *Semibalanus balanoides*, 40 der Art *Balanus crenatus*, 8 der

Art *Balanus balanus* und eine der Art *Elminius modestus* zuzuordnen. Für das Substrat Stein (raue Oberfläche) konnten unter 1000 Individuen folgende Werte ermittelt werden:

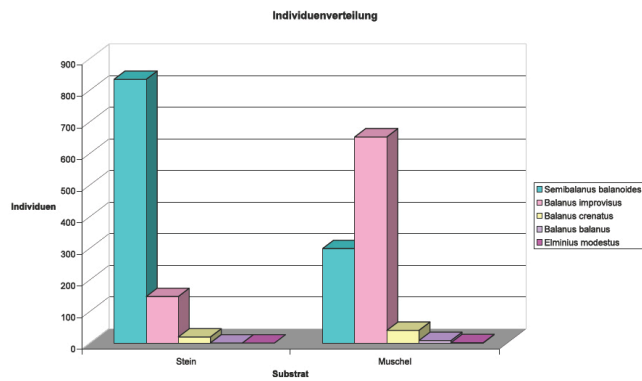
*Semibalanus balanoides* 834, *Balanus improvisus* 147, *Balanus crenatus* 19, und jeweils 0 Individuen der Arten *Balanus balanus* und *Elminius modestus* (Abb. 3). Innerhalb der Art *Semibalanus balanoides* ist es zu folgender Verteilung gekommen: 834 siedelten auf Stein und 299 auf Muschel, welches einen prozentualen Anteil von 74% zu 26% ergibt (Abb. 4). Anhand des  $\chi^2$ -Tests kann für die Art *Semibalanus balanoides* festgehalten werden, dass diese hochsignifikant häufiger auf Stein ansiedelt als auf Muscheloberflächen, da  $p < 0,01$ .

Die Art *Balanus improvisus* hingegen siedelt hochsignifikant häufiger auf Muscheloberflächen ( $p < 0,01$ ). Von 799 Individuen siedelten 652, entspricht 82%, auf Muschel und 147, entspricht 18%, auf Stein (Abb. 5).

Für die Art *Balanus crenatus* konnte ebenfalls ein hochsignifikanter Unterschied bei der Substratpräferenz errechnet werden. Von 59 erfassten Individuen siedelten 40 auf Muschel und 19 auf Stein. Aufgrund des geringen

**Tab.1** Darstellung der Individuenanzahl auf den Substraten Stein und Muschel. Angegeben sind sowohl die gezählte Individuenzahl pro Substrat, als auch die Gesamtzahl der einzelnen Pockenarten. Rot markierte Zahlen kennzeichnen hochsignifikante Werte.

Art	Stein (rau)	Muschel (glatte)	Gesamtanzahl
<i>Balanus crenatus</i>	19	40	59
<i>Semibalanus balanoides</i>	834	299	1133
<i>Balanus balanus</i>	0	8	8
<i>Balanus improvisus</i>	147	652	799
<i>Elminius modestus</i>	0	1	1
Gesamt	1000	1000	2000



**Abb. 3** Verteilung der Individuen der verschiedenen Arten auf den Substraten Stein und Muschel.

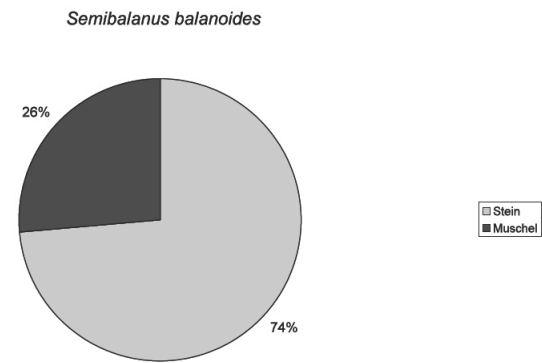
Stichprobenumfangs müssten jedoch weitere Auszählungen erfolgen, um diese Aussage zu stützen.

Bei *Balanus balanus* siedelten 8 von 8 erfassten Individuen auf Muschelschalen.

*Elminius modestus* konnte lediglich mit einem Individuum auf einer Muschelschale dokumentiert werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass *Semibalanus balanoides* Stein als Ansiedelort gegenüber Muscheloberflächen bevorzugt, wohingegen *Balanus improvisus* eindeutig die Ansiedelung auf Muscheloberflächen gegenüber Stein präferiert.

Die genaue Positionierung auf den einzelnen Substraten wurde statistisch nicht festgehalten. Es konnte jedoch beobachtet werden, dass Seepocken häufiger am posterioren Ende der Muschel ansiedeln. Steine hingegen wurden kolonienartig oder teilweise auch gänzlich, bis auf die Unterseite, besiedelt. Generell bilden Pocken arteigene Kolonien, vereinzelt treten jedoch auch Pocken anderer Arten in solchen auf. Turmbau wurde nur sehr selten beobachtet.

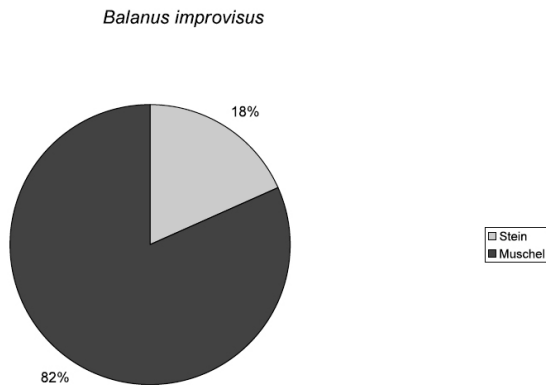


**Abb. 4** Prozentuale Darstellung der Verteilung aller gezählten Individuen von *Semibalanus balanoides* auf den Substraten Stein und Muschel.

## Diskussion

Ziel dieser Untersuchung war es, Präferenzen hinsichtlich der Substratansiedelung der fünf heimischen Balanomorpha nachzuweisen. Bezüglich der Art *Semibalanus balanoides* konnte eine hochsignifikante Präferenz für das Substrat Stein nachgewiesen werden. 74% der Individuen von *Semibalanus balanoides* siedelten auf Steinoberfläche und 26% auf Muscheloberflächen. Dieses Ergebnis unterstützt Beobachtungen, die in vorherigen Studien dokumentiert wurden (Berntsson et al., 2000; Hills und Thomason, 1998). Die Substratwahl wird von der Cyprislarve, dem letzte Larvenstadium der Cirripedia, getroffen. Mögliche Gründe für deren Substratwahl können die Verbreitung, also die vorhandene Substratvielfalt, Larvenbeschaffenheit und physikalische Transportprozesse der Balanomorpha sein. Physikalische Transportprozesse sind beispielsweise Wasserturbulenzen, die durch die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit von rauem Substrat hervorgerufen werden (Eckman, 1990; Mullineaux und Butman, 1991(nach Berntsson et al., 2000)). Die Cyprislarven werden möglicherweise durch die auftretenden Sogkräfte an das Substrat gepresst.





**Abb. 5** Prozentuale Darstellung der Verteilung aller gezählten Individuen von *Balanus improvisus* auf den Substraten Stein und Muschel.

In vielen Studien wurden weitere physikalische und biologische Faktoren thematisiert (u.a. Shanks und Wright, 1987; Tremblay et al., 1994; Shkedy und Roughgarden, 1997 (nach Berntsson et al., 2000)). Getzin und Witte (mündlich) zeigten durch ihre Untersuchungen, dass der Faktor der Sonneneinstrahlung Einfluss auf die Verteilung von *Semibalanus balanoides* auf Stein haben kann, da weniger Individuen auf Habitaten zu finden waren, die nach Süden ausgerichtet sind. Die Verhaltensweisen der Larven hingegen wurden laut Berntsson et al. (2000) nur unzureichend erforscht.

Hills und Thomason (1998) setzten die Präferenz von rauen Oberflächen von *Semibalanus balanoides* in Bezug auf die Ähnlichkeit der Körpergröße der Cyprislarve zur Strukturtiefe des Substrats. So bevorzugten Individuen dieser Art Oberflächenstrukturen von 0,5-2mm, was deren Larvengröße entspricht. Walters und Wethey (1996) gehen von einem Schutzverhalten gegen Strömungskräfte und dadurch verbesserte Adhäsion aus. Die gefurchten Bereiche dienen durch ihre Passform als gute Zufluchtsmöglichkeit. Laut Crisp (1974) spielt die Anwesenheit von Artgenossen ebenfalls eine wichtige Rolle.

Seepocken siedeln demnach bevorzugter an Orten, die bereits von Artgenossen besiedelt sind. Dies lässt sich unter anderem durch die Tatsache erklären, dass Seepocken Zwitter sind und für die Fortpflanzung nahegelegene Artgenossen benötigen.

Ähnliche Erklärungsmöglichkeiten können ebenfalls für die Art *Balanus improvisus* herangezogen werden. Diese siedelte jedoch im vorliegenden Versuch hochsignifikant häufiger auf Muscheloberflächen, in einem Verhältnis von 82% auf glatter Muscheloberfläche zu 18% auf rauher Steinoberfläche. Dies konnte bereits bei Versuchen zur Ansiedelung von Cyprislarven dieser Art festgehalten werden, bei denen die Darbietung von rauen Oberflächen zu einem Rückgang der Ansiedelung von 92% im Vergleich zu glatten Oberflächen führte (Berntsson et al., 2000). Im Gegensatz zu *Semibalanus balanoides* reagiert *Balanus improvisus* empfindlicher auf Wasserturbulenzen (Luther, 1987). Dies könnte die Präferenz für Ansiedelung auf glatten Muschelschalen erklären, da diese aufgrund ihrer Oberflächenbeschaffenheit weniger Wasserturbulenzen hervorruft.

Aufgrund der geringen Individuenanzahlen können keine aussagekräftige Präferenz der Arten *Balanus crenatus*, *Balanus balanoides*, *Elminius modestus* festgehalten werden.

Als interessant erwies sich des Weiteren die Beobachtung, dass sich Pocken auf Muscheloberflächen generell eher am posterioren Ende ansiedeln. Dies bietet Möglichkeiten für weitere Untersuchungen, inwieweit die Ernährungsweise mit der Substratpräferenz korreliert. Der Filtrationseinstrom von *Mytilus edulis* befindet sich am posterioren Ende. Da Pocken ebenfalls Filtrierer sind, könnte die

Präferenz des Ortes einen kommensalistischen Hintergrund haben.

Für genauere Aussagen bezüglich der gezielten Substratwahl der Seepocken müssen weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Die

Anatomie der Cyprislarven könnte in diesem Kontext genauer erforscht werden. Hierbei könnte der Andockmechanismus der Cyprislarven der einzelnen Arten von Interesse sein, um dadurch eventuelle Unterschiede aufzuzeigen.

## Literatur:

Berntsson, K.M., Jonsson, P. R., Lejhall, M., Gatenholm, P., (2000). Analysis of behavioural rejection of micro-textured surfaces and implications for recruitment by barnacles *Balanus improvisus*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 251, 59-83.

Crips, D. J., (1974). Factors influencing the settlement of marine invertebrate larvae. In: Grant, P. T., Mackie, A. M. (Eds.), Chemoreception in Marine Organisms. Academic Press, New York, 142-265.

Crips, D.J., Barnes, H., (1954). The orientation and distribution of barnacles at settlement with particular reference to surface contour. J. Anim. Ecol. 23, 142- 162.

Darwin, C., (1854). A monograph on the subclass Cirripedia, with figures of all species. Ray Soc. London.

Eckmann, J. E., (1990). A model of passive settlement by planktonic larvae onto bottoms of differing roughness. Limnol. Oceanogr. 35, 887- 991.

Getzin, S., Witte, M.. Das Vorkommen von *Semibalanus*

*balanoides* im Kosterfjord ist unabhängig von der Wellenenergie im Habitat, aber beeinflusst durch die geografische Ausrichtung. (in preparation)

Hills, J.M., Thomason, J.C., (1998). The effect of scales of surface roughness on the settlement of barnacle (*Semibalanus balanoides*) cyprids. Biofouling 12. 57-69.

Little, C., Kitching, J.A., (1996.) The Biology of Rocky Shores, Oxford University Press, New York. 117-120.

Luther, G., (1987). Seepocken der deutschen Küstengewässer, Sonderabdruck aus: Helgoländer Meeresuntersuchungen 41, Hamburg, 1-43.

Mullinaeux, L. S., Butman, C. A. (1991). Initial contact, exploration and attachment of barnacle (*Balanus amphitrite*) cyprids settling in flow. Mar Biol. 110, 93- 103.

Walters, L. J., Wetthey, D. S. (1996). Settlement and early post-settlement survival of sessile marine invertebrates on topographically complex surfaces: The importance of refuge dimensions and adult morphology. Mar. Ecol. Prog. Ser. 137, 161- 171.