

Das Vorkommen von *Semibalanus balanoides* im Kosterfjord ist unabhängig von der Wellenenergie, aber beeinflusst durch die geografische Ausrichtung

Sofia Getzin; sofia.getzin@web.de

Mira Witte; mira.witte@gmx.de

Abstract

During a survey in September 2010 in Tjärnö, Sweden, we examined differences in the occurrence of the barnacle *Semibalanus balanoides* at rocky shores. We sought to proof whether there were differences in the density of *S. balanoides* in habitats depending either on wave energy or on orientation of the rocks facing north and south respectively. Data analysis showed no differences in occurrence of the barnacles depending on wave energy in the habitat. In contrast there is a significant difference between examined rock faces with opposite orientation. Habitats with northerly orientation harboured greatly more individuals of *S. balanoides* than southerly orientated habitats. These results indicate that several factors influence the occurrence of barnacles in habitats connected to orientation. We suggest that there is a correlation between solar exposure, which influences thermal stress and the risk of desiccation and the frequency of occurrence of *S. balanoides*.

Einleitung

Die Seepockenart *Semibalanus balanoides* L. prägt mit seinem gehäuften Auftreten und den herausstechenden Ballungen an den Felsen das Bild der Küstenlinie des Kosterfjords. Es fällt auf, dass die Besiedlung jedoch nicht kontinuierlich erscheint – offenbare Unterschiede in Populationsdichten lassen vermuten, dass die Besiedlung abhängig von verschiedenen Faktoren ist. Zu den besonderen Herausforderungen für dort ansässige Organismen gehört, dass sie den, teilweise extremen, abiotischen Faktoren in ihrem Lebensraum durch ihre sessile Lebensweise nicht ausweichen können. Ihnen ist es nicht möglich, wie andere Organismen, das Habitat zu wechseln.

Die Auswirkungen der abiotischen Faktoren im oberen Litoral werden in dieser Arbeit anhand des Vorkommens von *S. balanoides* untersucht. Die betrachtete Art gehört zu den Balanomorpha, es handelt sich also um sessile Crustaceen der Ordnung Cirripedia (Nillson-Cantell, 1978). *S. balanoides* stellte in der Bucht des Kosterfjords die bei Weitem häufigste Art der Balanomorpha dar.

Die Habitate von *S. balanoides* entlang der Küstenlinie unterscheiden sich in ihrer Exponiertheit

und damit einhergehend in unterschiedlich starken Wellenenergie, denen sie ausgesetzt sind (Little & Kitching, 1996), was das Vorkommen von *S. balanoides* beeinflussen könnte. Eine besondere Herausforderung, denen die Tiere ausgesetzt sind, ist, dass durch die Besiedlung des oberen Litorals häufig trocken fallen können. *S. balanoides* kann zwar für längere Zeit der Luft ausgesetzt sein (Nillson-Cantell, 1978), aber ist trotzdem der Gefahr der Austrocknung ausgesetzt. Es stellt sich die Frage, ob die Faktoren der Wellenenergie und Ausrichtung zur Sonne das beobachtete unregelmäßige Vorkommen von *S. balanoides* beeinflusst.

Diesem möglichen Einfluss der beiden genannten abiotischen Faktoren auf das Vorkommen von *S. balanoides* wurde in dieser Arbeit nachgegangen. Untersucht wurde der Einfluss

(a) der Wellenenergie in verschiedenen exponierten Habitaten und

(b) der Ausrichtung von Habitaten zu verschiedenen Himmelsrichtungen, genauer in Richtung Nord und Süd.

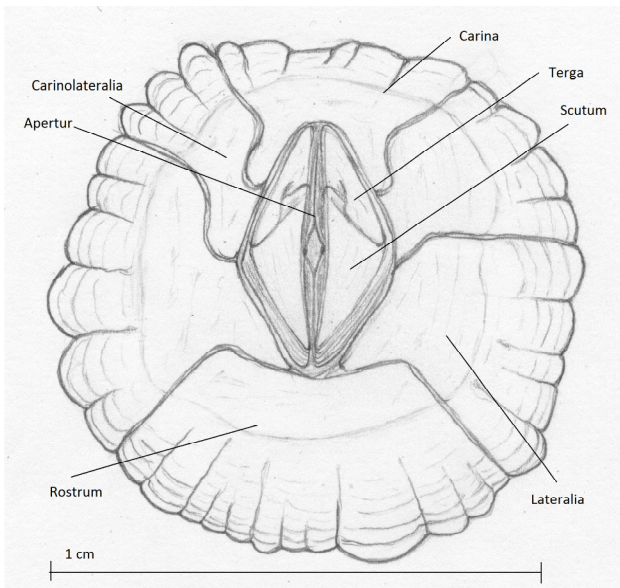


Abb. 1: *S. balanoides* frontal. 5-15 cm Durchmesser; weite Gehäuseöffnung; geschwungene Fuge zwischen Scuta und Terga.

In zwei Untersuchungsreihen wurde das Vorkommen von *S. balanoides* in Gebieten, die sich in den genannten Faktoren unterscheiden, verglichen. In der ersten Untersuchungsreihe (a) wurde zunächst ein Vergleich des Vorkommens an drei unterschiedlich exponierten Orten durchgeführt. Die zweite Untersuchungsreihe (b) stellte das Vorkommen von *S. balanoides* an jeweils drei Orten mit nördlicher bzw. südlicher Ausrichtung gegenüber. Durch qualitative Beobachtungen wurden zusätzlich mögliche Auswirkungen des gemeinsamen Auftretens mit anderen sessilen Arten im Habitat auf die Populationsgröße von *S. balanoides* untersucht.

Material und Methoden

Die Untersuchungsreihen zum Einfluss von Wellenenergie bzw. geografischer Ausrichtung auf das Vorkommen von *S. balanoides* (bestimmt nach Luther, 1987; OECD, 1963) wurden beide im September 2010 im nordöstlichen Skagerrak gelegenen Kosterfjord, Schweden, durchgeführt.

Die durchschnittliche jährliche Wassertemperatur im Untersuchungsgebiet beträgt 9,0°C (Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium Databas; Werte von Oktober 2009 bis September 2010). Diese liegt offenbar im Toleranzbereich für die Besiedlung durch *S. balanoides*, deren Ausbreitung sich auf arktische und boreal-arktische Gewässer beschränkt (Nilsson-Cantell,

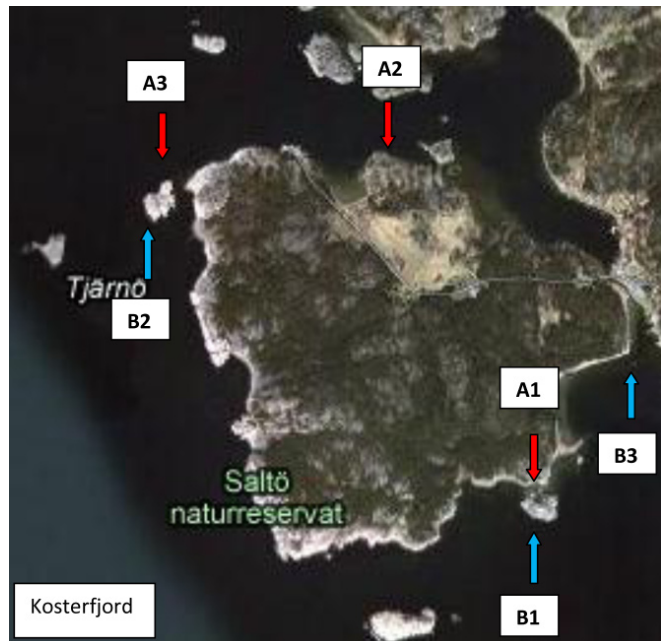


Abb. 2: Beobachtungsorte des Feldversuches. Versuchsreihe (a) mit den nach Norden ausgerichteten Fundorten A1: geschützt, A2: halbexponiert und A3: geschützt, rote Pfeile. Versuchsreihe (b) mit den nach Süden ausgerichteten Fundorten B1-B3, blaue Pfeile.

1978). *S. balanoides* zeigt außerdem eine Präferenz für steinige Habitats (Lingk & Zeller, in press). Der festgelegte Untersuchungsraum an der oberen Grenze des Litorals, weist fast ausschließlich diese Seepockenart auf.

Für die erste Untersuchungsreihe (a) wurden drei Orte gewählt, an denen die Individuen von *S. balanoides* jeweils einer unterschiedlich starken Wellenenergie ausgesetzt sind. Ein schmaler Seitenstrom zwischen der Insel Saltö und der kleinen südwestlich gelegenen Insel Kattholmen wurde als geschütztes Habitat ausgewählt (A1). Der halbexponierte Ort liegt in der Bucht zwischen Saltö und Saltöhamn (A2). Als besonders exponierter Ort wurde die kleine Insel Vattenholmen ausgewählt, die sich westlich der Insel Saltö befindet und somit offen zum Kosterfjord liegt (A3). Allen Untersuchungsorten gemein ist, dass sie nach Norden ausgerichtet sind und eine vertikale Felswand aufweisen, an der *S. balanoides* siedelt. Die Wassertiefe an den Untersuchungsorten betrug nicht mehr als 1,20 m Tiefe, um den Zugang vom Wasser aus zu ermöglichen.

An den drei Orten wurden jeweils sechs 25x25 cm große Quadrate ausgezählt, in denen alle Individuen von *S. balanoides* erfasst wurden. Bei starkem Vorkommen, wurde ein 5 cm breiter, vertikaler Streifen in der Mitte des Quadrats ausgewählt und das Ergebnis mit 5 multipliziert. Die Auswahl der jeweils sechs Quadrate wurde durch eine Zufallsmethode auf einer Länge von 10 m festgelegt. Hierfür wurde zunächst ein Startpunkt willkürlich bestimmt, von dem aus nach links die Felder angelegt wurden. Aus 20 möglichen 50 cm-Schritten von 0,5 – 10 m, wurden jeweils sechs ausgelost. An den

zufällig festgelegten Stellen wurde die Oberkante des Messquadrats an dem höchstgelegenen Individuum der betrachteten Art angesetzt. Wenn die getesteten Orte keine 10 m durchgehende vertikale Felswand aufwiesen, wurden einzelne steile, zum Wasser ausgerichtete Abschnitte auf eine Gesamtlänge von 10 m addiert und anschließend untersucht.

Bei der folgenden Auszählung der Individuen wurden für die drei Habitate Mittelwerte der Individuenanzahl gebildet sowie die jeweilige Streuung festgestellt. Für die Datenauswertung und die grafische Darstellung der Ergebnisse wurde Microsoft Excel 2007 für Windows verwendet.

Bei der zweiten Untersuchungsreihe (b) wurden drei Orte ausgewählt, die - im Gegensatz zu den ersten Untersuchungsstellen - nach Süden ausgerichtet waren. Bei der Wahl der Orte wurde nun der Faktor Wellenenergie vernachlässigt, da dieser in der Untersuchungsreihe (a) keinen nachweisbaren Einfluss auf das Vorkommen von *S. balanoides* hatte. Der erste Ort für den Feldversuch war Kattholmen südwestlich von Saltö (B1), auf der auch der Untersuchungspunkt (A1) lag. Die zweite Stelle für die Untersuchung befand sich Vattenholmen westlich von Saltö (B2). Der dritte Untersuchungsstandort war ein Felsen, der vollständig von Wasser umgeben ist und westlich von Saltö liegt (B3).

Die Methoden der Felderwahl und der Auszählung der Individuen von *S. balanoides* entsprechen denen der Untersuchungsreihe (a).

Auf die Auszählung der Individuen folgte die Bildung des Mittelwerts der Individuenanzahl für alle 18 untersuchten Felder sowie die Ermittlung der Streuung. Diese wurden mit dem Mittelwert der Individuenanzahl der 18 Felder aus der Untersuchungsreihe (a) verglichen. Auch diese Datenauswertung und grafische Darstellung wurde mithilfe von Microsoft Excel 2007 für Windows durchgeführt. Um die statistische Aussagekraft der in der Untersuchungsreihe (b) ermittelten Daten festzustellen, wurde zunächst der χ^2 -Test durchgeführt. Da der Streuungswert der Datenreihen (a) und (b) hoch ausfällt, ist außerdem der Mann-Whitney-U-Test durchgeführt worden.

Zusätzlich zu der Auszählung der Felder wurden die häufig vorkommenden und größere Flächen bedeckenden Arten bestimmt, die außer *S. balanoides* innerhalb der Felder siedelten (bestimmt nach Kristiansen & Svedberg, 1999).

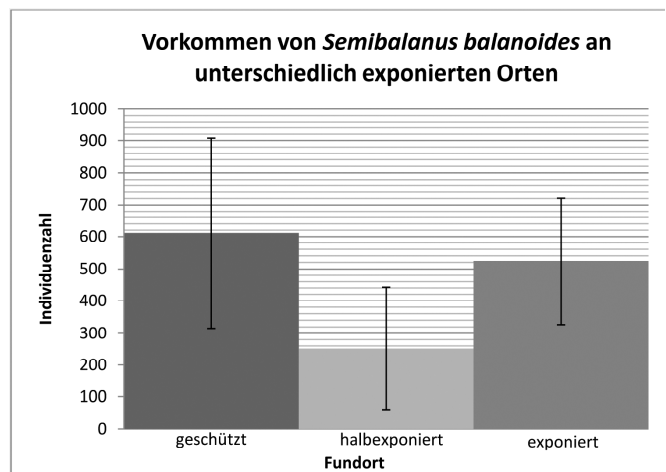


Abb. 3: Das Vorkommen von *S. balanoides* an unterschiedlich exponierten Orten. Die Abbildung zeigt die drei Fundorte, A1(geschützt), A2(halbexponiert) und A3(exponiert) und die jeweils vorgefundene mittlere Individuenzahl nach 6 Stichproben. Die höchste Individuenzahl fand sich bei A1, eine mittlere bei A3. Die niedrigste mittlere Individuenzahl wurde an der halbexponierten Stelle A2 vorgefunden. Alle drei Mittelwerte zeigen eine große Streuung.

Ergebnisse

S. balanoides kam an einigen Stellen der vorgefundenen steilen Felsküste stark geballt vor, an anderen Stellen konnten dagegen nur vereinzelt Tiere gezählt werden. Eine eindeutige Tendenz in der Verteilung von *S. balanoides* und der Individuendichte, bezogen auf die Exponiertheit des Untersuchungsstandortes, ist nicht festzustellen. Die beobachteten Populationsdichten können die Hypothese, dass die Wellenenergie das Vorkommen von *S. balanoides* im Habitat beeinflusst, nicht bestätigen. Die gegenläufige Annahme, dass das Vorkommen von Seepocken unabhängig von der Wellenenergie im Habitat ist, wird somit bekräftigt. Alle Daten der Untersuchungsreihe (a) sind berechnete Mittelwerte der genommenen Proben. Die errechneten Mittelwerte zeigen, dass durchaus Unterschiede in den Mittelwerten existieren. Mit durchschnittlich 611,7 Individuen/25cm² sind an den geschützten Untersuchungsstandorten (A1) die höchsten Populationsdichten gefunden worden. Die niedrigsten Populationsdichten mit 251,7 Individuen/25cm² wurden am halbexponierten Standort (A2) gefunden. Am exponierten Standort (A3) konnten mittlere Populationsdichten mit 524,2 Individuen/25cm² erfasst werden. Alle Mittelwerte weisen eine sehr hohe Streuung auf, die je nach Fundort zwischen 191 und 296 Individuen/25cm² liegt.

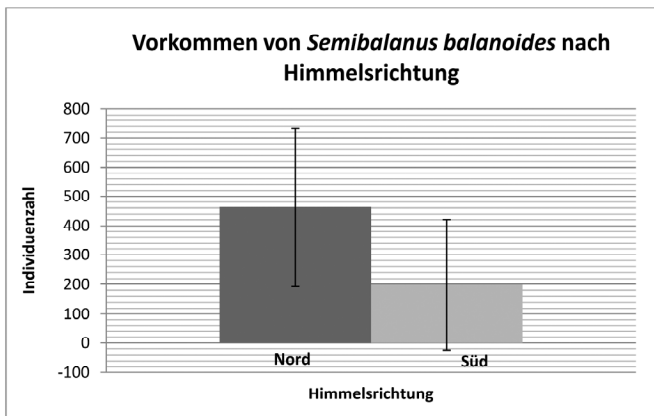


Abb. 4: Das Vorkommen von *S. balanoides* nach Himmelsrichtung. Dargestellt sind jeweils die errechneten Mittelwerte aus 18 Quadraten pro Himmelsrichtung. Die mittlere Individuenzahl/25cm² der nördlichen Küstenflächen ist mit 462,5 signifikant höher, als die der südlichen mit 198,1. Die Streuung ist bei beiden Mittelwerten groß.

In der zweiten Untersuchungsreihe (b), wurde das Vorkommen von *S. balanoides* an Orten entgegen gesetzter Himmelsrichtung (Nord/ Süd) untersucht. Die vorgefundene mittlere Individuenanzahl an nördlichen Küstenflächen ist signifikant höher, als die an südlichen Küsten. Auf nach Norden gerichteten Testfeldern wurden durchschnittlich 462,5 Individuen/25cm² gezählt, auf nach Süden gerichteten Testfeldern 198,1 Individuen/25cm². Die Streuung ist bei beiden Mittelwerten mit 270,2 Individuen/25cm² in südlich ausgerichteten Habitaten, gegenüber 223,2 Individuen/25cm² in nördlich ausgerichteten Habitaten, sehr groß. Mittels zweier statistischer Testverfahren, dem χ^2 -Test und dem Mann-Whitney-U-Test, wurde der Unterschied zwischen den Mittelwerten als signifikant herausgestellt (jeweils $P < 0,05$). Durch das signifikant höhere Vorkommen von Seepocken bei nördlicher, gegenüber südlicher Ausrichtung, kann die Annahme bestätigt werden, dass das Vorkommen von Seepocken sich je nach Ausrichtung zu den Kardinalpunkten Nord und Süd unterscheidet.

Um der Frage nach dem Einfluss von Konkurrenz auf die Besiedlung eines Ortes durch *S. balanoides* nachzugehen, wurden die anderen ansässigen Arten bestimmt. Andere vorgefundene sessile Arten im Habitat waren vorrangig die Braunalgen *Fucus ceranoides* L., *Fucus serratus* L. und die Rotalge *Polysiphonia fibrillosa* (Dillwyn) Spreng. sowie die Miesmuschel *Mytilus edulis* L.

Diskussion

Die Ergebnisse der Untersuchungsreihe (a) zeigen keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen der Populationsdichte von *S. balanoides* und der Exponiertheit des Ortes. Eine Präferenz von *S. balanoides* für Orte mit hoher bzw. geringer Wellenenergie ist somit nicht auszumachen. Dies entspricht nicht der ursprünglichen Annahme, dass Seepocken exponierte Orte bevorzugen. Begründet wurde diese Vermutung durch die Tatsache, dass Orte mit hoher Wellenenergie einen nahrungs- und sauerstoffreichen Lebensraum für Balanomorph bieten. Frühere Untersuchungen zeigen, dass filtrierende Organismen unter exponierten Bedingungen signifikant mehr Biomasse produzieren, als unter weniger exponierten Bedingungen (McQuaid & Branch, 1985).

Der Räuberdruck (hier z.B. durch die Schnecken *Polinices pulchellus*, *Hinia incrassata*) übt in exponierten Habitaten wenig beeinträchtigenden Einfluss auf die Population aus. In geschützten Lebensräumen wie Felsspalten, haben Räuber dagegen einen kontrollierenden Einfluss auf die Populationsgröße sessiler Beute (Menge, 1978). Der unterschiedlich starke Räuberdruck an verschiedenen exponierten Standorten scheint im nördlichen Skagerrak jedoch kein Mechanismus zu sein, der die Populationsdichten von *S. balanoides* strukturiert. Die genannten Mechanismen spiegeln sich daher in den Ergebnissen der Untersuchungsreihe (a) nicht wieder und scheinen auf das Vorkommen von *S. balanoides* im Lebensraum Kosterfjord keine Auswirkungen zu haben.

Sowohl in Untersuchungsreihe (a), als auch in Untersuchungsreihe (b), weisen die Werte eine große Streuung in der Individuenanzahl um den jeweils errechneten Mittelwert auf. Diese Differenzen in der Individuenanzahl der verschiedenen Felder eines Untersuchungsortes lassen sich auf die Siedlungsweise von *S. balanoides* zurückführen. Da sie sich mittels interner Befruchtung fortpflanzen und der maximale Individuenabstand durch die Reichweite des Penis begrenzt wird (Little & Kitching, 1996), stellt die Siedlungsweise in „Patches“ mit vielen Individuen geballt auf einem Fleck, einen Vorteil dar. Die Mechanismen der Ansiedlungsweise von Larven ist allerdings noch nicht ausreichend geklärt (Jonsson & Larsson, 2006).

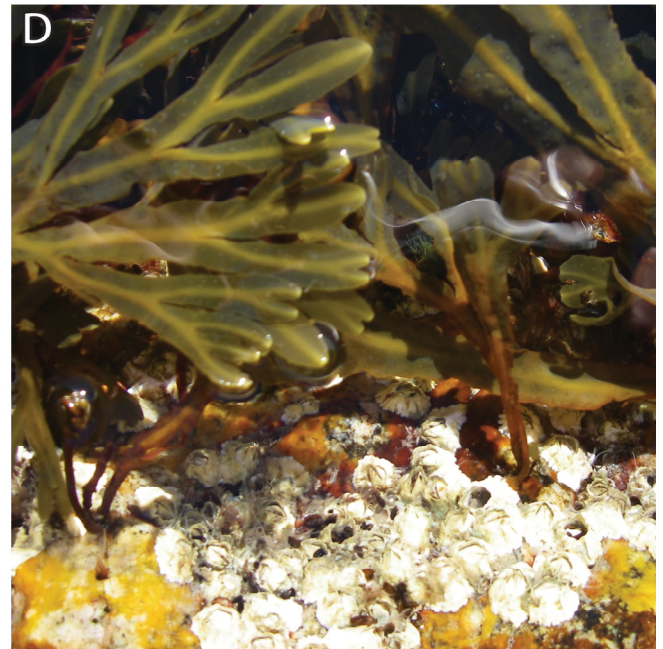
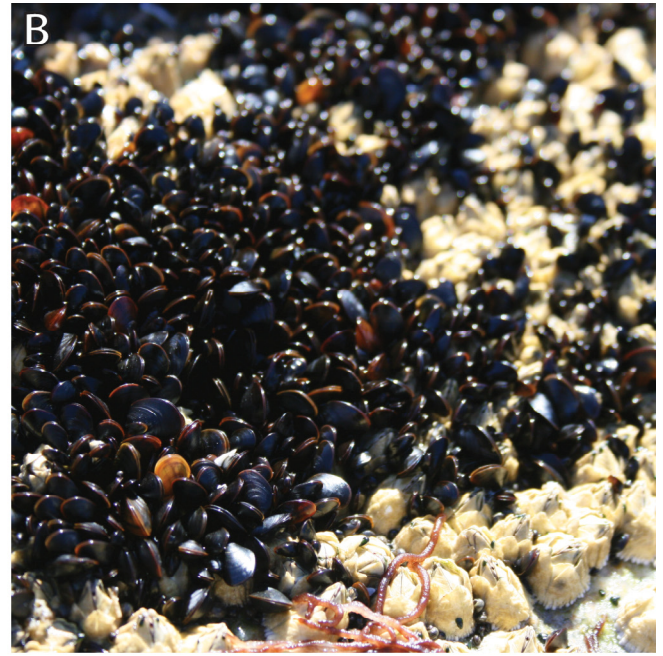


Abb. 5: (A) Dichte Population von *S. balanoides* oberhalb der Wasseroberfläche. (B) Gemeinsamer Siedlungsraum von *S. balanoides* mit jungen Miesmuscheln. (C) Typisches Auftreten der Population in konzentrierten Flecken am Felsen. (D) Gemeinsames Auftreten mit *Fucus ceranoides* und *Haliclona limbata* an der Wasseroberfläche.

In der zweiten Untersuchungsreihe (b) wurde das Vorkommen von *S. balanoides* an nördlich bzw. südlich ausgerichteten Küstenabschnitten verglichen. Da die südlich ausgerichteten Habitate einer intensiveren Sonnenstrahlung und somit einer höheren Temperatur ausgesetzt sind, wurde angenommen, dass diese ein geringeres Vorkommen von *S. balanoides* aufweisen. Die Ergebnisse der Untersuchungsreihe (b) zeigen ein signifikant vermehrtes Auftreten der Seepocken an nördlichen gegenüber südlich ausgerichteten Küstenabschnitten.

Eine nahe liegende Erklärung für diese Befunde könnten die Bedingungen in Habitaten oberhalb der Wassergrenze sein, die einer stärkeren Sonnenstrahlung ausgesetzt sind. Innerhalb des Litorals sind die Seepocken regelmäßig Trockenperioden ausgesetzt. Während dieser Trockenphasen verstärkt eine intensive Sonneneinstrahlung bei südlicher Ausrichtung des Habitats den thermischen Stress.

Generell ist festzustellen, dass Seepocken lange Zeiträume in denen sie trocken fallen, überleben können (Nillson-Cantell, 1978). Die genauen

Zeiträume des Überlebens in Trockenphasen für *S. balanoides* wurden bisher nicht festgestellt. Vermutlich ist es dennoch von Vorteil, den thermischen Stress möglichst gering zu halten. Frühere Forschungsergebnisse stellten heraus, dass in wärmeren Habitaten der thermale Stress und die Austrocknungsgefahr durch eng besiedelte Lebensräume herabgesetzt werden (Bertness et al., 1999; Bertness & Leonard, 1997). Der Vermutung, dass das geringere Vorkommen von *S. balanoides* an den südlich ausgerichteten Untersuchungsstellen mit dem thermalen Stress und der Austrocknungsgefahr zusammenhängt, müsste in weiteren Untersuchungen nachgegangen werden.

Ein weiterer Erklärungsansatz, dass das Auftreten anderer sessiler Organismen und somit Konkurrenz um Siedlungsfläche das Vorkommen von *S. balanoides* einschränkt, konnte im Zuge qualitativer Beobachtungen nicht bestätigt werden. Auch an stark algenbewachsenen Stellen traten dichte Seepockenpopulationen auf, eine gegenseitige Verdrängung konnte nicht beobachtet werden. Vielmehr traten die Populationen gemeinsam auf, sodass davon ausgegangen werden kann, dass dieses gemeinsame Vorkommen zumindest keine beschränkenden Auswirkungen auf die Populationsgröße von *S. balanoides* hat. Es konnten keine merklichen Unterschiede in der Besiedlungsdichte durch *S. balanoides* an Orten mit oder ohne Konkurrenten um Siedlungsfläche festgestellt werden. Untersuchungen zu positiven Interaktionen innerhalb intertidaler, sessiler Gemeinschaften, die großer Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind zeigten, dass die Überlebensrate einzelner Individuen positiv mit der Siedlungsdichte im Habitat einhergeht (Bertness & Leonard, 1997). Daraus lässt sich die Vermutung ableiten, dass ein gemeinsames Auftreten von *S. balanoides* mit anderen sessilen Arten die Überlebensrate begünstigt. Im Zuge weiterführender Untersuchungen könnten die Auswirkungen von Interaktionen geprüft werden.

Literatur

Bertness, M. D., Leonard, G. H., Levine, J. M. & Bruno, J. F. (1999): Climate-driven interactions among rocky intertidal organisms caught between a rock and a hot place. *Oecologia* 120: 446-450.

Bertness, M. D. & Leonard, G. H. (1997): The role of positive interactions in communities: Lessons from intertidal habitats. *Ecology* 78(7): 1976-1989.

Jonsson, P. R. & Larsson, A. I. (2006): Barnacle larvae actively select flow environments supporting post-settlement growth and survival, *Ecology*, 87(8): 1960–1966.

Kristiansen, A. & Svedberg, U. (1999): *Havets Växter*. Stockholm: Prisma.

Ling, U. & Zeller, E.-M. (2010): Untersuchung von Substratpräferenzen verschiedener Balanida (Cirripedia: Crustacea). in press.

Little, C. & Kitching, J. A. (1996): *The Biology of Rocky Shores*. Oxford: Oxford University Press.

Luther, G. (1987): *Seepocken der deutschen Küstengewässer*. Hamburg: Biologische Anstalt Helgoland.

McQuaid, C. D. & Branch, G. M. (1985): Trophic structure of rocky intertidal communities. Response to the wave action and implication for energy flow. *Marine Ecology Progress Series*, 22: 153-161.

Menge, B. A. (1987): Predation Intensity in a Rocky Intertidal Community. Relation between Predator Foraging Activity and Environmental Harshness. *Oecologia* 34: 1-16.

Nilsson-Cantell, C.-A. (1978): *Cirripedia Thoracica and Acrothoracica*. Oslo: Universitetsforlaget.

Organisation for Economic Co-Operation and Development (1963): *Barnacles. Catalogue of main marine fouling organisms*. Paris: OECD Publications.