

Der Einfluss von Seepockenbefall auf die Agilität von *Littorina littorea*

Merten, Luisa; isa.merten@web.de
Le, Mai-Lee Van; maileevanle@googlemail.com

Abstract

In the Wadden sea of Sylt *Littorina littorea* constitutes a wide spreaded species of snails. Since *L. littorea* possesses no defence mechanisms against settling by epibionts such as chemical barricades, the periwinkles are often strongly overgrown by barnacles and larval states of mussels and oysters. The most common epibiont on *L. littorea* is the barnacle *Balanus crenatus*. In this study we examine the effects of barnacle overgrowth on the agility of *L. littorea*. In order to analyse the influence of heavy overgrowth, individuals were sampled, weighed and categorized. Three experimental groups, two with contrasting severity of overgrowth and one with removed barnacles, were tested. Experiments revealed that heavy barnacle overgrowth affected the mobility of the periwinkles substantially. Moreover snails with removed barnacles performed as successful or occasionally more successful than snails without barnacles. This might demonstrate a certain training effect of snails with removed barnacles due to their adaptation to a heavier weight load.

Introduction / Einleitung

Das überwiegend vorzufindende Hartsubstrat im Watt liefern die Schalen und Gehäuse der epibenthischen Organismen, wie beispielsweise Schalen von Miesmuscheln (*Mytilus edulis*), Panzer von Krabben (wie *Carcinus maenas*) oder auch die Gehäuse der gemeinen Strandschnecke (*Littorina littorea*). Zahlreiche Arten erhalten so eine Siedlungsgrundlage, wo sonst durch Sand und Schlick keine Möglichkeit der Festsetzung besteht (Asmus & Asmus 2017).

Littorina littorea ist eine weit verbreitete Schneckenart im Wattenmeer (Wilhelmsen & Reise 1994) und findet im Watt auf Muschelbänken oder an felsigen Küstenlandschaften Halt (Asmus & Asmus 2017; Graham 1988). Sie selbst dient ebenfalls als Siedlungsgrund sowohl für Seepocken als auch Miesmuschel- und Austernlarven (Carrasco et al. 2018). *Littorina littorea* wird bis zu 30 mm hoch und 25 mm breit (Graham 1988) und erreicht ihr Erwachsenenalter mit 11 - 12 mm Gehäusehöhe (Williams 1964). Dabei kann ihr Gehäuse nach 4 Jahren bereits eine Höhe von über 17,5 mm erreichen (Williams 1964). Aufgrund von fehlenden Verteidigungsmechanismen gegen Bewuchs (Wahl & Sönnichsen 1992) ist die Seepocke *Balanus crenatus* der häufigste Epibiont auf *L. littorea* (Buschbaum und Reise 1999). Im Watt profitiert der Epibiont von diesem Kontakt mit der Schnecke, da *Littorina littorea* als Basibiont

das notwendige Hartsubstrat liefert (Buschbaum & Reise 1999). Inwieweit die Basibionten von dieser Verbindung beeinflusst werden, ist nur teilweise erforscht worden (Buschbaum und Reise 1999). Aus den Studien von Buschbaum und Reise (1999) geht hervor, dass Prädation, parasitischer Befall und der Pockenbewuchs die Schlüsselfaktoren in der Populationsdynamik der Strandschnecken sind. In Versuchen zur Bewegungseinschränkung von *L. littorea* wurde festgestellt, dass keine der überwachsenden Individuen in der Lage waren sich aus der Rückenlage in die natürliche Kriechposition zu bringen, im Vergleich zu zwei Dritteln der Individuen ohne Seepockenbewuchs.

Als Weiterführung dieser Experimente, setzen wir ein genaueres Augenmerk auf die Anpassung der Schnecke an das zusätzliche Volumen und besonders an das zusätzliche Gewicht, welches ihnen durch den Überwuchs von *Balanus crenatus* auflastet. Dafür wurden Untersuchungen zu der veränderten Bewegungsfreiheit von *L. littorea* mit Seepocken, sowie nach dem Entfernen dieser durchgeführt. Ebenfalls wurde ein weiterer Experimentteil dem Experiment von Buschbaum und Reise nachempfunden, in welchem Individuen mit bzw. ohne Seepockenbefall gegenübergestellt wurden.

Material & Methods / Material & Methoden

Die Untersuchungen fanden zwischen dem 25.09.2019 und dem 30.09.2019 in List auf Sylt statt. Dafür wurden Individuen der Art *Littorina littorea* mit den Größen 1,8 cm - 2,3 cm im Eulitoral des Wattenmeers gesammelt. Anschließend wurden diese in die Gruppen "ohne Seepocken" und "mit Seepocken" eingeteilt. Schnecken mit einer Oberflächenbedeckung durch Pocken von 75% -100% wurden der Gruppe "mit Pocken" (Abb. 1 A&B) zugeordnet und jene mit einer Oberflächenbedeckung von 0% - 10% wurden in die Gruppe "ohne Pocken" eingeteilt (Abb. 1 B&C). Die Schnecken wurden in Meerwasserbecken mit kontinuierlichem Frischwasserdurchlauf und Sauerstoffzufuhr gehalten. Eine Fütterung der Tiere mit *Ulva lactuca* fand täglich nach den Experimenten statt.

Gewichtsbestimmung der Pockenlast

Des Weiteren wurden einhundert Individuen der Strandschnecken aus der Kategorie "mit Pocken" (s. o.) vor sowie nach dem Entfernen der Seepocken gewogen. Anschließend wurde das Mittel des prozentualen Anteils der Pockenmasse am Eigengewicht der entpockten Individuen berechnet. Zusätzlich wurde eine Stichprobe von 20 Individuen von *Littorina littorea*, auf denen natürlicherweise keine bzw. kaum Seepocken anzufinden waren, also aus der Kategorie "ohne Pocken" (s. o.), auf den Anteil der Pocken am Eigengewicht geprüft.

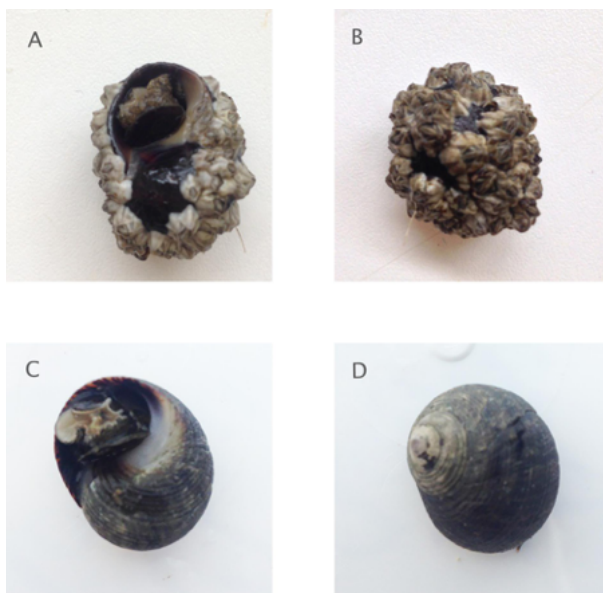


Abb. 1: **A:** Auf der Rückseite des Gehäuses liegende Schnecke mit starkem Pockenbefall. **B:** In Kriechposition befindliche Schnecke mit starkem Pockenbefall. **C:** Auf der Rückseite des Gehäuses liegende Schnecke ohne Pockenbefall. **D:** In Kriechposition befindliche Schnecke ohne Pockenbefall.

Untersuchung zur Agilität von *Littorina littorea*: Aufbau des Experiments

In zwei Aquarien mit jeweils 5 cm Wasserfüllstand, welches den Hochwasserzustand im Watt simuliert (Buschbaum & Reise 1999), fand die Durchführung der Experimente statt. Pro Durchgang wurden 30 Individuen, d.h. 15 pro Becken, auf beide Becken verteilt und getestet. Die Versuchstiere wurden mit einem Abstand von 5 cm auf dem Rücken platziert, sodass die Öffnung ihrer Gehäuse nach oben zeigte. Nun wurde im Abstand von 10 Minuten (min) notiert, wie viele Individuen sich zurück in die natürliche Kriechposition bewegt hatten. Schnecken, die sich bereits gedreht hatten, wurden aus dem Becken entfernt, um eine Beeinflussung der Verbleibenden zu vermeiden. Insgesamt wurde das Experiment über eine Dauer von 60 min durchgeführt. Es erfolgten vier Versuchsdurchgänge für die drei Versuchsgruppen. In den Durchgängen eins, zwei und drei wurden jeweils 30 Individuen beobachtet. Im letzten Durchgang nur zehn Individuen der jeweiligen Versuchsgruppen, so dass in jeder Versuchsgruppe insgesamt 100 Individuen überprüft wurden.

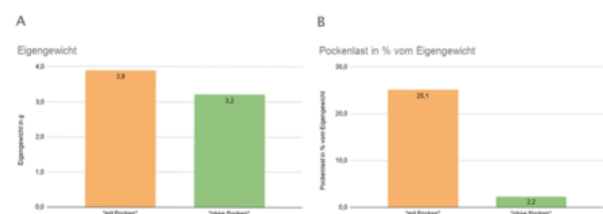


Abb. 2: **A:** Durchschnittliches Gesamtgewicht des Pockenaufwuchses bei Schnecken der Kategorien "Ohne Pocken" und "Mit Pocken". **B:** Prozentualer Anteil des Pockengewichtes am Gesamtgewicht bei Schnecken der Kategorien "Ohne Pocken" und "Mit Pocken" (siehe Material und Methoden für die Definition der Kategorien).

Results / Ergebnisse

Gewichtsbestimmung der Pockenlast

Die Berechnungen der Masse der Pocken auf *L. littorea* zeigen, dass die Schnecken durch die Pocken im Mittel $25,1 \pm 9,2$ % ihres Eigengewichtes zusätzlich auf ihrem Gehäuse tragen (Abb. 2). Schnecken ohne bzw. mit wenigen Pocken sind im Mittel mit $2,2 \pm 2,1$ % zusätzlicher Masse, als Anteil vom Eigengewicht belastet (Abb. 2).

Untersuchung zur Agilität von *Littorina littorea*

Von 100 Individuen der Schnecken ohne Pocken haben sich 69 Schnecken innerhalb einer Stunde umgedreht (Tab. 1, Abb. 3). Dagegen haben es nur 31 Individuen der Versuchsgruppe "mit Pocken" geschafft, sich umzudrehen (Tab. 1, Abb. 3). Nach Entfernung der Pocken bei 100 Individuen der Versuchsgruppe "mit entfernten Pocken", erreichten 85 Individuen dieser Gruppe die Kriechposition (Tab. 1, Abb. 3).

Wurden die Anzahlen der umgedrehten Strandschnecken für die vier Durchgänge nach dem jeweiligen Zeitabschnitt prozentual berechnet und die Prozente anschließend gemittelt, so ergaben sich ähnliche prozentuale Anteile wie bereits oben für die Gesamtheit der Individuen beschrieben: Von den Schnecken "ohne Pocken" schafften es nach einer Stunde im Schnitt $30,8 \pm 5,7$ %, von denen "mit Pocken" $65,8 \pm 11,0$ % und von den Schnecken der Versuchsgruppe "mit entfernten Pocken" $84,2 \pm 6,3$ % (Tab. 1, Abb. 4).

Beide zuvor beschriebenen Herangehensweisen der Datenauswertung zeigen auch sehr ähnliche

Trends für die jeweiligen Versuchsgruppen über den Zeitverlauf der 60 Minuten (Tab. 1). Von den Schnecken mit Pocken schafften es nach den ersten 10 Minuten sieben Schnecken von einhundert Individuen bzw. über die vier Durchgänge im Mittel $7,5 \pm 7,4$ % (Tab. 1, Abb. 3 & 4). Die darauffolgenden Minuten brachten die größte Anzahl weiterer Umdrehereignisse. Somit haben sich nach 20 Minuten 17 von hundert bzw. $15,8 \pm 9,2$ % der Individuen während der Durchgänge umgedreht (Abb. 3 & 4). In den darauffolgenden Minuten kamen nur wenige weitere Individuen hinzu. Folglich hatten es 21, 25, 29 und schlussendlich die 31 Individuen geschafft bzw. $19,2 \pm 10,7$ %, $24,2 \pm 7,4$ %, $29,2 \pm 8,8$ % und final $30,8 \pm 5,7$ % geschafft sich nach 30, 40, 50 und 60 Minuten umzudrehen (Tab. 1, Abb. 3 & 4). Weitaus mehr erfolgreiche Versuche der Schnecken, sich in die Kriechposition zu bringen, fanden bei den Individuen "ohne Pocken" und "mit entfernten Pocken" statt. Bei den Individuen "ohne Pocken" schafften es nach 10 Minuten 53 Individuen von hundert insgesamt und von denen "mit entfernten Pocken" lediglich 40 von hundert, und demnach weniger Individuen (Tab. 1, Abb. 3 & 4). Nach 20 Minuten hielten sich die beiden Gruppen auf dem selben Level mit 62 Umdreherfolgen bzw. $56,7$ % Umdreherfolgen pro Durchgang bei einer Standardabweichung von $\pm 17,8$ bei der Gruppe "ohne Pocken" und $\pm 18,7$ % bei den Schnecken "mit entfernten Pocken" (Tab. 1, Abb. 3 & 4). Nach diesem Zeitpunkt schafften es, mit 82 Individuen und im Mittel $80,0 \pm 9,8$ % pro Durchgang der Gruppe "mit entfernten Pocken", mehr Individuen sich umzudrehen, im Vergleich zu nur 65 Individuen oder $60,8 \pm 14,0$ % der Gruppe der Schnecken "ohne Pocken" (Tab. 1, Abb. 3 & 4). In den darauffolgenden 30 Minuten kommen in beiden

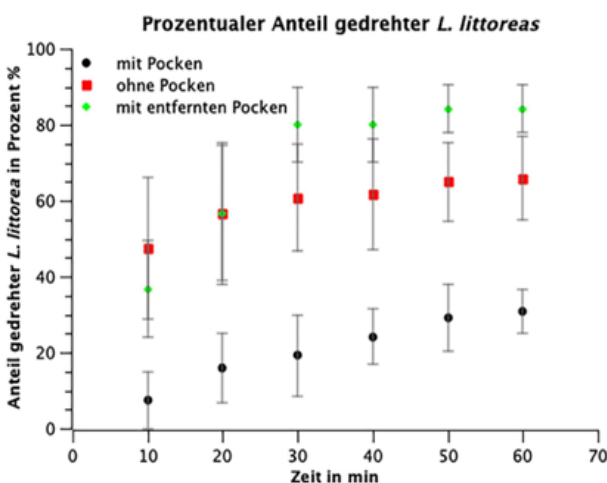


Abb. 3: Gesamtzahl der Schneckenindividuen, die sich nach einer festgelegten Zeit aus der Rückenlage umdrehen konnten. "Mit Pocken" (Schwarz), "ohne Pocken" (Rot) und "mit entfernten Pocken" (Grün).

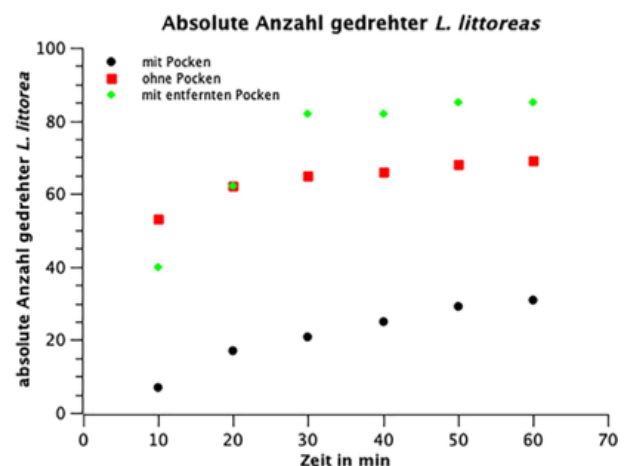


Abb. 4: Prozentualer Anteil der Schneckenindividuen, die sich nach einer festgelegten Zeit aus der Rückenlage umdrehen konnten gemittelt über die vier Durchgänge. Mit Pocken (Schwarz), ohne Pocken (Rot) und mit entfernten Pocken (Grün).

Gruppen ca. 3-4 Individuen bzw. 4-5% hinzu. So konnten nach 60 Minuten 69 bzw. $65,8 \pm 11,0$ % von den Schnecken "ohne Pocken" einen Erfolg im Umdrehen erzielen (Tab. 1, Abb. 3 & 4). Von den Schnecken der Versuchsgruppe "mit entfernten Pocken" schafften es 85 Individuen bzw. $84,2 \pm 6,3$ % (Tab. 1, Abb. 3 & 4).

Mithilfe zweiseitiger T-Tests zu den jeweiligen Zeitabschnitten (nach 10 min, 20 min, 30 min, 40 min, 50 min, 60 min) wurde untersucht, ob zwischen den beiden unabhängigen Versuchsgruppen der Schnecken „ohne Pocken“ und "mit entfernten Pocken" signifikante Unterschiede hinsichtlich ihrer Agilität bestehen. Dabei stellte sich heraus, dass sich nach einer Versuchszeit von 30 min in der Gruppe ohne Pocken $60,8 \pm 14,0$ % der Individuen und in der Gruppe "mit entfernten Pocken" $80,0 \pm 9,8$ % der

Individuen umgedreht haben (Tab. 1, Abb. 3 & 4). Nach 50 min $65,0 \pm 10,4$ % gegenüber $84,2 \pm 10,3$ % (Tab. 1, Abb. 3 & 4). Der Unterschied ist in beiden Fällen signifikant ($p \leq 0,05$, t-test). Alle anderen Vergleiche zeigten mit über 0,05 keine Signifikanz. Die Vergleiche der Versuchsgruppe "mit Pocken" mit den Schnecken "ohne Pocken" bzw. "mit entfernten Pocken", zeigten immer einen signifikanten Unterschied bei einem Signifikanzniveau das mindestens unter 0,05 lag. Die Unterschiede liegen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 3,0% nach 10 Minuten bzw. 2,6% nach 20 Minuten unter dem Signifikanzniveau von 5%. Ab der 30-Minuten-Schwelle liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit schließlich unter der 0,5%-Schwelle und kann damit als hoch-signifikant bewertet werden.

Discussion / Diskussion

Die Trainingseffekt-Hypothese

Schnecken mit starkem Pockenbefall müssen im Durchschnitt ein Viertel ihres Eigengewichts zusätzlich mit sich tragen und sind so in ihrer Bewegungsfreiheit und demnach ihrer Agilität erheblich eingeschränkt (Abb. 2). Jene Individuen "mit entfernten Pocken", verzeichneten ähnlich hohe bzw. höhere Erfolge sich in die natürliche Kriechposition zu bringen, verglichen mit der Versuchsgruppe "ohne Pocken" (Abb. 3 & 4). Da Individuen mit starkem Pockenbefall durch *Balanus crenatus* im Durchschnitt

$25,1 \pm 9,2$ % ihres Eigengewichts zusätzlich bewegen müssen, ist eine körperliche Anpassung daran nicht auszuschließen (Abb. 2 B). Das zusätzliche Volumen und auch das erhöhte Gewicht können die Individuen von *L. littorea* an größere Gehäusemaßen gewöhnt haben. Besonders das erhöhte Gewicht und die damit verbundene gesteigerte Belastung sowie die Trägheit im Wellengang des Eulitorals, könnten die Schnecken dazu gebracht haben, sich mit mehr Ausdauer um einen günstigen Halt in der Brandung zu bemühen. Dies zeigt sich in einer höheren Anzahl umgedrehter Individuen pro Zeitintervall, im Vergleich zu den

Tabelle 1. Anzahl umgedrehter Individuen von *L. littorea* über den Zeitraum einer Stunde. Erfassung der Individuenanzahl in 10-Minuten-Schritten. Gegenüberstellung der absoluten Individuenanzahl von einhundert Individuen insgesamt mit dem relativen Anteil der umgedrehten Individuen pro Durchgang gemittelt über die vier Durchgänge.

Zeit	Schnecken mit Pocken		Schnecken ohne Pocken		Schnecken mit entfernten P.	
	absolute Anzahl umgedrehter Individuen	gemittelter relativer Anteil umgedrehter Individuen [%]	absolute Anzahl umgedrehter Individuen	gemittelter relativer Anteil umgedrehter Individuen [%]	absolute Anzahl umgedrehter Individuen	gemittelter relativer Anteil umgedrehter Individuen [%]
nach 10 min	7	$7,5 \pm 7,4$	53	$47,5 \pm 18,5$	40	$36,7 \pm 12,8$
nach 20 min	17	$15,8 \pm 9,2$	62	$56,7 \pm 17,8$	62	$56,7 \pm 18,7$
nach 30 min	21	$19,2 \pm 10,7$	65	$60,8 \pm 14,0$	82	$80 \pm 9,8$
nach 40 min	25	$24,2 \pm 7,4$	66	$61,7 \pm 14,5$	82	$80 \pm 9,8$
nach 50 min	29	$29,2 \pm 8,8$	68	$65 \pm 10,4$	85	$84,2 \pm 6,3$
nach 60 min	31	$30,8 \pm 5,7$	69	$65,8 \pm 11,0$	85	$84,2 \pm 6,3$

natürlich unbepockten Individuen. Weiterhin zeigte sich in unserem Experiment, dass die Versuchsgruppe "mit entfernten Pocken" zunächst langsamer ist als die Versuchsgruppe "ohne Pocken". Der T-Test zeigt zwischen der Versuchsgruppe "ohne Pocken" und "mit entfernten Pocken" signifikante Unterschiede nach 30 sowie nach 50 Minuten. Dementsprechend waren die Schnecken mit entfernten Pocken in diesen Zeitspannen signifikant erfolgreicher im Umdreheexperiment, als jene, deren Gehäuse per se nicht von Pocken bedeckt waren. Der höhere Umdreherfolg der Gruppe "mit entfernten Pocken" nach 30 Minuten ist auch ein Hinweis auf eine erhöhte Ausdauer.

Auswirkungen in der natürlichen Umgebung

Es ist zu vermuten, dass in der natürlichen Umgebung kaum bzw. keine Bedingungen herrschen, die zu einer Ablösung der Seepocken vom Schneckenhaus führen. Diesbezüglich konnte beobachtet werden, dass zwischen den lebendigen Individuen von *Balanus crenatus* auch tote Individuen auf dem Schneckengehäuse zu finden waren, welche keine Aktivität unter Wasser zeigten. In der natürlichen Umgebung des Eulitorals bedeutet der Bewuchs der Schnecke durch *Balanus crenatus* oder auch anderen Pockenarten, eine Verringerung der Fitness. Das äußert sich, wie von Buschbaum und Reise (1999) beschrieben, in einer höheren Mortalitätsrate der bepockten Schnecken in kälteren Perioden und auch in einer um 75%-reduzierten, deutlich geringeren Reproduktionsrate dieser.

Zudem sollte die mögliche Verlangsamung der Individuen durch einen erhöhten Widerstand im Wasser in Betracht gezogen werden. Damit weggespülte Individuen von *L. littorea* wieder zu ihrem bevorzugten Habitat kommen, muss eine relativ schnelle Reaktion der Schnecke auf ihre veränderte Position erfolgen, um die stabile, natürliche Kriechposition wieder einzunehmen und auf einem Hartsubstrat Halt zu finden. Diese Theorie wird in unseren experimentellen Ergebnissen durch die signifikant erhöhte Anzahl umgedrehter Individuen ohne Pocken bestätigt. Schafft es die Schnecke nicht sich umzudrehen, könnte sie als Folge von Trocken- oder Salzstress physiologischer Belastung ausgesetzt sein.

Nichtsdestotrotz gibt es auch positive Komponenten, die aus dem Bewuchs mit Pocken hervorgehen könnten. Beispielsweise können die Pocken eine gute Tarnung bieten, da Habitats der Schnecken, wie Miesmuschelbänke und Steingrund, oft ebenfalls einen Pockenbewuchs aufweisen. Dies kann sich in einer Verminderung des Prädationsdrucks äußern. Darüber hinaus bieten die Pocken potentiell einen mechanischen Schutz in der Brandungszone, da schwere Erschütterungen des Gehäuses abgepolstert werden

können. Zuletzt ist ein Schutz der Schnecke durch den Pockenbewuchs vor Parasiten nicht auszuschließen.

Verbesserungsvorschläge für künftige Experimente

In die Analyse der Daten wurden Umgebungsfaktoren, wie Temperatur oder Wetterlage an den verschiedenen Versuchstagen nicht mit einbezogen. Diese können eventuell Abweichungen in dem Verhalten der Tiere zur Folge gehabt haben. Auch die Umgebungslautstärke, Bodenerschütterungen und nicht konstante Lichtverhältnisse sollten berücksichtigt werden. Die bedeutendsten Störfaktoren während des Experiments waren die Beobachtung der Schnecken sowie das Entnehmen der umgedrehten Schnecken aus dem Becken. Hierbei kam es zu visuell sichtbaren Reaktionen der Versuchstiere, die sich teilweise augenblicklich in ihr Gehäuse zurückzogen. Eine Optimierungsmöglichkeit wäre hier ein experimenteller Versuchsaufbau, in dem sich alle Versuchsindividuen in separaten Becken aufhalten und sich somit auch nicht gegenseitig beeinflussen können, sobald sie in ihre Kriechposition gelangen. Außerdem würde eine Versuchsvorrichtung, die für eine überall gleichausgerichtete Gehäuseöffnung sorgt, die Fehlerkomponenten bezüglich der Lage der Individuen im Becken minimieren. Die verschiedenen Gehäuseformen oder auch Verteilungen des Pockenvolumens auf dem Panzer sind natürlicherweise nicht für jedes Individuum konstant und erschweren im schlechtesten Fall das Erreichen des Bodens oder auch das Kippen des Gehäuses in die richtige Lage. Eine weitere optimierbare Komponente stellt die Handhabung der Schnecken durch verschiedene Personen dar. Ein zudem diskutabler Punkt ist die Akklimatisierungszeit von mindestens 20 Minuten, die den Individuen, deren Pocken zuvor entfernt wurden, gegeben worden ist. Eine über diese Zeitspanne hinaus bestehende Beeinflussung ihres Verhaltens während des Experiments, ist nicht vollständig auszuschließen.

Abschließend kann festgehalten werden, dass viele verschiedene Faktoren die Agilität und die damit verbundene Fitness von *Littorina littorea* beeinflussen. Unsere Daten bestätigen die Aussage von Buschbaum und Reise (1999), dass die Agilität der bepockten Schnecken gegenüber der von Individuen ohne Pocken deutlich sichtbar und signifikant eingeschränkt ist (Abb. 3 & 4). Als Weiterführung dieses Experiments konnten wir zeigen, dass das Entfernen des Überwuchses mit *Balanus crenatus* zu einer signifikant höheren Anzahl an Umdreherfolgen nach 30 min sowie nach 50 min führte im Vergleich zur Versuchsgruppe "ohne Pocken". Die erhöhte Ausdauer und Motivation können Gründe dafür sein.

Cited Literature / Literaturverzeichnis

Asmus H., Asmus R. (2017): Muschelbänke, Seegrasswiesen und Watten an Sand- und Schlickküsten. Faszination Meeresforschung (eds. Hempel G., Bischof K., Hagen W.), pp. 261-272. Springer, Berlin, Heidelberg. 10.1007/978-3-662-49714-2_25.

Buschbaum, C., Reise K.,(1999): Effects of barnacle epibionts on the periwinkle *Littorina littorea* (L.), Helgol Mar Res 53:56–61.

Carrasco, M. et al. (2018). Effects of different intertidal hard substrates on the recruitment of *Crasostrea gigas*. Hydrobiologia. 10.1007/s10750-018-3774-x.

Graham, Alastair F.R.S. (1988): Molluscs: prosobranch and pyramidellid gastropods. 1988 No.Ed. 2 pp.662 pp. ref.15 pp. Gastropods.

Wahl, M., Sönnichsen, H. (1992): Marine epibiosis. IV. The periwinkle *Littorina littorea* lacks typical antifouling defences. - Why are some populations so little fouled? Marine Ecology Progress Series. Vol. 88: 225-235,1992.

Williams, E. E. (1964): The Growth and Distribution of *Littorina littorea* (L.) on a rocky shore in Wales. Journal of Animal Ecology, Vol. 33, No. 3 (Oct., 1964), pp. 413-432.

Appendix / Anhang

Tabelle 2. Gewichtsbestimmung bei *L. littorea* vor und nach dem Entfernen der Seepocken bei stark-bepockten Individuen. Höchster und niedrigster prozentualer Anteil des Pockengewichts am Eigengewicht fett markiert.

	mit Pocken (g)	ohne Pocken (g)	Pockengewicht (g)	Pockengewicht (% vom Eigengewicht)
1	5,12	4,26	0,86	20,2
2	4,09	3,19	0,9	28,2
3	4,22	3,31	0,91	27,5
4	5,63	4,61	1,02	22,1
5	5,47	4,28	1,19	27,8
6	5,58	4,55	1,03	22,6
7	4,05	3,11	0,94	30,2
8	5,94	5,11	0,83	16,2
9	4,58	3,72	0,86	23,1
10	4,42	3,6	0,82	22,8
11	3,5	3,14	0,36	11,5
12	3,79	3,31	0,48	14,5
13	6,23	4,72	1,51	32,0
14	4,6	3,74	0,86	23,0
15	4,1	3,44	0,66	19,2
16	4,65	3,98	0,67	16,8
17	4,24	3,36	0,88	26,2
18	4,96	4,03	0,93	23,1
19	4,32	3,34	0,98	29,3
20	4,15	3,55	0,6	16,9
21	6,46	5,06	1,4	27,7
22	4,49	3,84	0,65	16,9
23	4,77	3,77	1	26,5
24	3,92	3,22	0,7	21,7
25	3,86	2,93	0,93	31,7
26	4,49	3,51	0,98	27,9
27	5,55	4,43	1,12	25,3
28	4,23	3,29	0,94	28,6
29	3,29	2,61	0,68	26,1
30	6,44	4,05	2,39	59,0
31	6,19	4,81	1,38	28,7
32	5,41	4,27	1,14	26,7

33	3,69	3,19	0,51	16,0
34	6,1	5,05	1,05	21,5
35	4,55	2,89	1,27	44,1
36	6,35	5,1	1,25	24,5
37	2,9	2,56	0,32	12,4
38	3,9	3,04	0,84	27,5
39	4,5	3,45	0,72	21,0
40	4,9	4,24	0,65	15,3
41	4,25	3,54	0,72	20,3
42	6,79	4,72	1,47	31,1
43	4,7	3,75	0,95	25,6
44	3,7	3,2	0,5	15,6
45	4,24	3,6	0,65	18,0
46	4,55	3,69	0,84	22,8
47	6,6	5,29	1,31	24,8
48	4,89	4	0,89	22,0
49	4,94	3,85	1,11	29,5
50	5,68	3,84	1,84	47,9
51	4,84	3,7	1,11	30,5
52	3,74	2,9	0,85	29,2
53	4,23	3,49	0,74	21,2
54	6,3	5,56	1,31	23,8
55	3,48	2,78	0,7	25,2
56	4,55	3,94	0,59	15,0
57	5,56	4,12	1,26	30,6
58	5,7	3,14	2,57	89,8
59	5,56	4,5	0,87	19,3
60	4,89	4,04	0,84	20,8
61	4,94	4,1	0,83	20,2
62	3,94	3,22	0,72	22,4
63	5,54	4,42	1,12	25,1
64	5,2	3,9	1,3	33,2
65	4,6	3,8	0,8	21,3
66	4,37	3,39	0,98	28,9
67	4,54	3,67	0,67	18,3

Tabelle 2 fortgesetzt.

68	4,06	4,91	1,31	23,4
69	6,43	5,51	0,92	16,7
70	4,79	3,94	0,85	21,6
71	3,65	2,94	0,71	24,3
72	3,75	3,28	0,49	14,9
73	3,94	3	0,94	31,3
74	3,1	2,56	0,54	21,1
75	4,89	3,86	1,03	26,7
76	4,83	3,96	0,87	22,0
77	5,57	4,07	1,5	36,9
78	7,2	5,7	1,5	26,3
79	4,39	3,82	0,57	14,9
80	4,69	3,7	0,99	26,8
81	5,32	4,14	1,18	28,5
82	4,97	3,8	1,17	30,8
83	5,87	4,66	1,21	26,0
84	4,29	3,58	0,71	19,8
85	6,3	5,2	1,1	21,2
86	5,67	4,76	0,91	19,7
87	4,71	3,31	0,86	26,0
88	6,2	4,68	1,72	38,4
89	4,47	3,52	0,95	27,0
90	4,6	3,96	0,64	16,2
91	6,08	4,97	1,11	22,3
92	4,31	3,37	0,94	27,9
93	3,99	3,3	0,68	20,5
94	4,07	3,13	0,94	30,0
95	5,26	4,01	1,25	31,3
96	3,8	2,99	0,81	27,1
97	5,07	4,43	0,64	14,4
98	6,53	5,28	1,25	23,7
99	6,1	5,2	0,9	17,3
100	4,67	3,7	0,97	26,2
Mittelwert	4,86	3,89	0,97	25,1

Tabelle 3. Gewichtsbestimmung bei *L. littorea* vor und nach dem Entfernen der Seepocken bei Individuen "ohne Pocken" und "mit Pocken". Höchster und niedrigster prozentualer Anteil des Pockengewichts am Eigengewicht fett markiert..

	mit Pocken (g)	ohne Pocken (g)	Pockengewicht (g)	Pockengewicht % vom Eigengewicht
1	3,58	3,51	0,07	2,0
2	3,46	3,44	0,02	0,6
3	3,34	3,24	0,1	3,1
4	3,77	3,12	0,65	1,8
5	2,83	2,83	0	0,0
6	2,7	2,62	0,08	3,1
7	3,45	3,45	0,02	0,6
8	5,1	4,96	0,14	3,0
9	4,56	4,34	0,22	5,1
10	3,71	3,62	0,09	2,4
11	2,2	2,77	0,03	1,4
12	4,62	4,41	0,21	4,8
13	3,11	3,08	0,03	1,0
14	3,28	3,24	0,04	1,2
15	3,68	3,58	0,1	2,9
16	2,92	2,91	0,01	0,3
17	2,79	2,79	0	0,0
18	2,99	2,99	0	0,0
19	2,76	2,7	0,06	2,2
20	2,28	2,22	0,06	2,7
Mittelwert	3,30	3,22	0,08	2,2