

# Substrate selection of *Asterias rubens* differs in laboratory experiments and field observations

Maria Manerowski, 4238470, m.manerowski@fu-berlin.de

Robert Heinsius, 4121531, angelff@zedat.fu-berlin.de

## Abstract

*Asterias rubens* is a widely distributed sea star species. Different preferences regarding substrate type have been reported in the literature for *Asterias rubens*. In the shallow sublittoral of the northern Skagerrak the population density of *Asterias rubens* is significantly higher on soft sediment compared to coarse sand and hard substrates. Laboratory experiments on the other hand demonstrate that *Asterias rubens* significantly chooses hard substrate over soft sediments. This discrepancy demonstrates that factors other than substrate type shape the distribution of *Asterias rubens* in the field. Some potential factors are discussed. Moreover, the present study shows the usefulness of combining careful field observations with laboratory experiments.

## Einleitung

Das Vorkommen von *Asterias rubens* war zuvor bereits Gegenstand vieler Studien. Ihr Auftreten ist breit gefächert von Island bis nach Senegal (Hayward & Ryland, 1990). Die Wahl des Substrates unterscheidet sich jedoch in den bisherigen Beobachtungen. Während einige Studien *Asterias rubens* auf weitgehend allen Substraten beschreiben, über Schlamm bis hin zu Felsen (Ververs, 1949), beschränkt sich die Substratwahl bei Anderen hauptsächlich auf harte Substrate (Hayward & Ryland, 1998). An diesen Forschungsstand knüpft die Untersuchung dieser Studie an, mit dem Ziel die Frage zu klären, ob *Asterias rubens* Präferenzen für bestimmte Substrattypen zeigt, oder nicht.

Organismen, wie Nahrungsangebot, Strömung, Räuberdruck, Temperatur oder Salinität. Um der Hypothese nachzugehen, dass *Asterias rubens* einen bestimmten Bodentyp bevorzugt, wurde im nördlichen Skagerrak die Populationsdichte auf unterschiedlichen Bodentypen untersucht. Ist die Beschaffenheit des Untergrundes eventuell entscheidend, für die Substratwahl von *Asterias rubens*? Um diese Frage zu beantworten, wurden unter standardisierten Bedingungen Wahlversuche durchgeführt, die das Präferenzverhalten von *Asterias rubens* auf die Bodenbeschaffenheit untersucht.

Im Freiland bestimmt das Zusammenspiel vieler unterschiedlicher Faktoren die Verteilung von

## Material und Methoden

### Freilandversuche

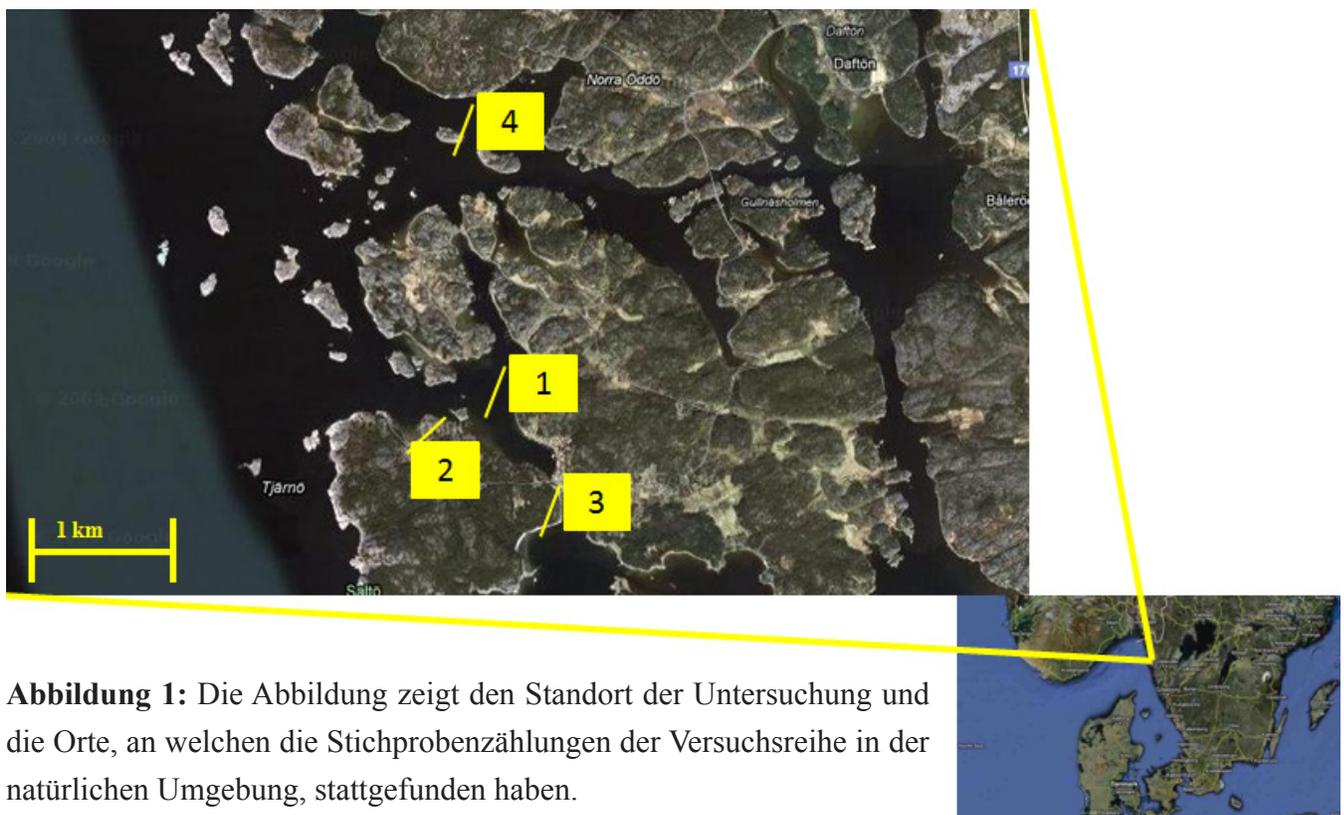
In einem Zeitraum von drei Tagen, vom 27. September 2010 bis zum 30. September 2010, wurden vier unterschiedliche Habitattypen zwischen den Inseln Tjarnö und Saltö, im nördlichen Skagerrak untersucht (siehe Abbildung 1).

An den vier ausgewählten Standorten herrschten vier verschiedene Habitattypen, Schlamm, Sand, feiner Kies und Geröll vor. Die Substrattypen wurden nach ihrer Korngröße definiert (Schlamm:  $<63\mu\text{m}$ , Sand:  $63\mu\text{m} - 4\text{mm}$ , Kies:  $4 - 256\text{mm}$ , Geröll:  $>256\text{mm}$  (Little, 2003)). An jedem Standort wurden jeweils fünf unterschiedliche Stichproben genommen. Die Standorte wurden im Vorfeld nach vergleichbaren Bedingungen, wie leichte Strömung, Bewuchs, Salzgehalt, Temperatur oder Tiefe ausgewählt. Alle durchgeführten Zählungen wurden im oberen Sublitoral durchgeführt, hier betrug die Wassertiefe 0,5m bis 1,5m. Zur Auswahl der Stichprobe wurde ein Quadrat aus einem dünnen Metallstab mit den Maßen 1 x 1m verwendet, welches noch einmal in 25 einzelne Quadrate durch eine dünne Schnur unterteilt

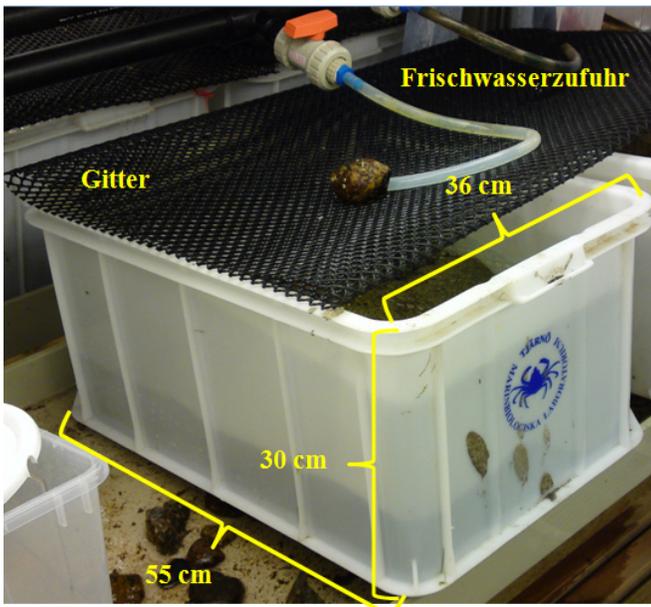
wurde. Zur Orientierung an der Wasseroberfläche wurde ein Auftriebskörper mit einer Schnur befestigt. Dieses Quadrat wurde am jeweiligen Standort in eine zufällige Richtung und Weite geworfen. Im Anschluss wurden sämtliche Individuen von *Asterias rubens* im Quadrat gezählt. Nach Erfassung der Daten wurden diese statistisch aufbereitet und in der Abbildung 3 und 4 grafisch dargestellt.

### Laborversuche

Für den Versuch im Labor wurden die gleichen vier Substrattypen wie im Freilandversuch verwendet. Um eine Vergleichsmöglichkeit zu gewährleisten, wurden die Substrate nach dem Auszählen im Freilandversuch an diesen Stellen entnommen. Das entnommene Substrat wurde in vier gleichen, vorher gereinigten Boxen (Höhe: 30cm, Länge: 55cm, Breite: 36cm) zu gleichen Teilen angeordnet (siehe Abbildung 2). Jedes Substrat besaß eine Höhe von 12cm. Zur Abgrenzung der Substrate wurden Trennwände mit der Höhe von 8cm zwischen die verschiedenen Substraten eingebracht. Die Boxen wurden durchgängig mit frischem Meerwasser aus 40m Tiefe versorgt.



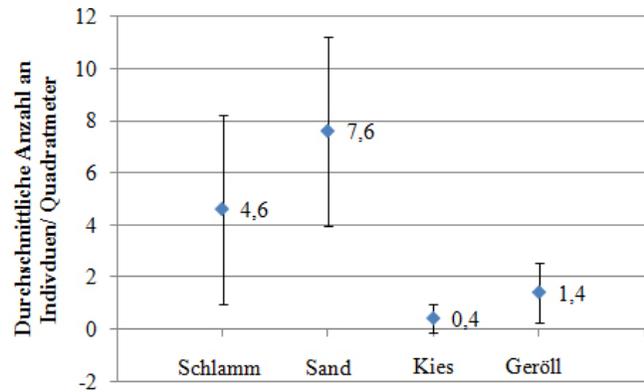
**Abbildung 1:** Die Abbildung zeigt den Standort der Untersuchung und die Orte, an welchen die Stichprobenzählungen der Versuchsreihe in der natürlichen Umgebung, stattgefunden haben.



**Abbildung 2:** Aufbau der ersten Laborversuchsreihe. Die zweite Laborversuchsreihe war bis auf die Größe der Boxen identisch aufgebaut. Hier betrug die Länge: 36cm, die Höhe: 30cm und die Breite: 27,5cm. Über alle Versuchsboxen wurde ein Gitter gelegt, um den Verlust von Individuen

Die Versuchstiere wurden vor der Durchführung des Experimentes für 20 Stunden in einer neutralen Box ohne Substrat gehalten. Zu Beginn des Experimentes wurden fünf zufällig gewählte Versuchstiere pro Box in die Mitte dieser gesetzt. Im weiteren Verlauf, wurde der jeweilige Aufenthaltsort der einzelnen Individuen, in vordefinierten Zeitabständen von einer Stunde aufgenommen (siehe Tabelle 1). Ein Individuum wurde immer dann zu einem Substrat gezählt, wenn es sich mit der Zentralscheibe auf diesem befand bzw. über diesem. Die ermittelten Daten wurden statistisch in einer Grafik aufbereitet.

Im weiteren Verlauf wurden sechs weitere Boxen mit jeweils zwei Substrattypen präpariert, dabei betrug auch hier die Substrathöhe 12cm und auch hier wurden Trennwände von einer Höhe von 8cm eingerichtet. Die Boxen wiesen die Hälfte der Maße der Boxen aus der ersten Versuchsreihe auf, lediglich die Höhe der Versuchsbox blieb gleich. Es wurden nun pro Box je zwei zufällig bestimmten Individuen ausgewählt und in die Mitte der verschiedenen Boxen gesetzt, so dass sie, wie in der ersten Versuchsreihe, mit allen in der Box befindlichen Substrattypen gleichzeitig in Berührung kommen. Anders als in der ersten Versuchsreihe

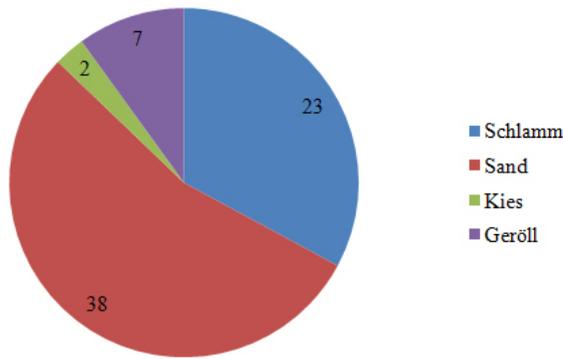


**Abbildung 3:** Populationsdichten von *Asterias rubens* auf unterschiedlichen Habitattypen. Fehlerbalken sind Standardabweichungen.

wurden hier alle zwei Stunden die Versuchstiere gegen andere ausgetauscht. Nun wurde auch hier wieder in vordefinierten Zeitabständen von einer Stunde die Lage der Individuen gezählt, wobei alle Individuen berücksichtigt wurden, die sich mit der Zentralscheibe auf bzw. über einem Substrat befanden. Die aus der zweiten Versuchsreihe resultierenden Daten wurden wieder statistisch aufbereitet.

## Ergebnisse

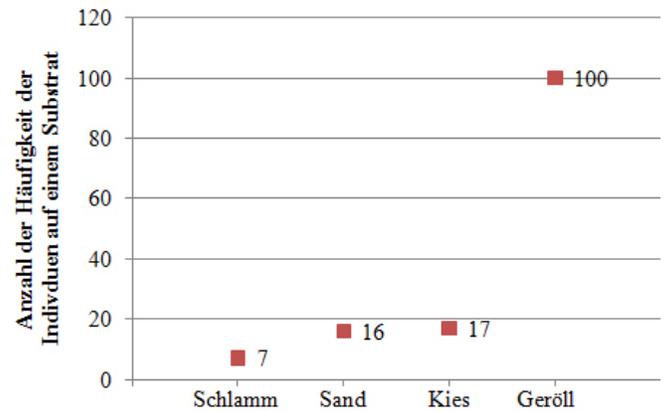
Das Freilandexperiment hat ergeben, dass die Populationsdichte von *Asterias rubens* auf Sand und Geröll am höchsten ist. Dabei fand man auf Sand durchschnittlich fast 8 Individuen pro Quadratmeter (Abbildung 3). Die Dichte auf Schlamm betrug nur knapp 5 Individuen pro Quadratmeter, wobei die Dichte höher war als auf Kies und Geröll. Jedoch ist der Unterschied zwischen Sand und Schlamm nicht signifikant ( $\chi^2$ -Test ergab einen Wert von 3,69  $\rightarrow p > 0,05$ ). In allen Zählungen wurden insgesamt 70 Tiere gezählt, dabei hatten die Individuen auf Sand mit insgesamt 38 Individuen einen Anteil von 54,3% (Abbildung 4). Die durchschnittliche Populationsdichte auf Kies beträgt nahezu kein



**Abbildung 4:** Gesamtzahl der Individuen auf den vier unterschiedlichen Substrattypen. Um die Verteilung der Gesamtanzahl von *Asterias rubens* auf den verschiedenen Habitattypen zu verdeutlichen, wurden diese in einem Diagramm dargestellt. Dabei zeigt sich eine hohe Anzahl von Individuen im sandigen Habitat. Insgesamt wurden in allen Stichproben 70 Individuen gezählt. Dieses Diagramm zeigt nur einen Anhaltspunkt für die Habitatwahl von *Asterias rubens* in einer natürlichen und von anderen Einflüssen bedingten Umgebung.

Individuum pro Quadratmeter, auf Geröll beträgt sie ca. 1 Individuum pro Quadratmeter (Abbildung 3). Der Unterschied zwischen Kies und Geröll ist nicht signifikant, doch weichen Sand und Geröll signifikant voneinander ab ( $\chi^2$ -Test ergab einen Wert von 8,53  $\rightarrow p < 0,05$ ).

Die Auswertung der Substratwahl von *Asterias rubens*, in einem nachgestellten Lebensraum hat ein entgegengesetztes Ergebnis gezeigt. Hier trat *Asterias rubens* mit einer deutlichen Mehrheit auf dem Substrat Geröll auf. Insgesamt waren 100 Individuen auf diesem Substrat vertreten, das entspricht 71,4% der Gesamtanzahl. Die Individuen auf den Substraten Sand und Kies lagen bei 16 und 17, lediglich auf dem Substrat Schlamm wurde *Asterias rubens* nur 7 mal aufgefunden (Abbildung 5, Tabelle 1). Dieser Trend lässt sich anhand der durchschnittlich aufgefunden Individuen pro Stunde nachvollziehen (Abbildung 6). Durchschnittlich befand sich *Asterias rubens* mit 14 Individuen auf diesem Substrat. Auf den restlichen Substraten, konnten nicht mehr als durchschnittlich 2 Individuen pro Stunde nachgewiesen werden (Abbildung



**Abbildung 5:** Die Grafik zeigt den Trend für die Substratwahl von *Asterias rubens*, in Bezug auf das Substrat Geröll, mittels der dargestellten absoluten Häufigkeit des Auftretens der Versuchstiere von *Asterias rubens* auf den unterschiedlichen Substrattypen.

6, Tabelle 1). Die Unterschiede zwischen den Substrattypen sind hoch signifikant ( $\chi^2$ -Test ergab einen Wert von 172,49  $\rightarrow p < 0,05$  (Tabelle 1)).

In einem dritten Schritt wurden die Auswahlmöglichkeiten für die Individuen noch weiter eingeschränkt, so dass sie nun nur noch zwei Wahlmöglichkeiten besitzen. Die Hälfte der Versuchsboxen wies eine starke bis hohe Signifikanz auf ( $\chi^2$ -Test ergab in den Boxen 1, 4 und 6 die Werte 6 und 24  $\rightarrow p < 0,05$  (Tabelle 2)). Jedoch wiesen die Boxen 2, 3 und 5 ein nicht signifikantes Versuchsergebnis auf ( $\chi^2$ -Test ergab in den Boxen 2, 3 und 5 die Werte 0,17 und 1,5  $\rightarrow p > 0,05$  (Tabelle 2)). Am häufigsten traten die Individuen in der Box 1 auf dem Substrat Sand auf. Die Box 4 wies eine starke Tendenz für das Substrat Kies auf, hingegen wies die Versuchsbox 6 eine häufige Wahl des Substrates Geröll auf (vgl. Tabelle 2).

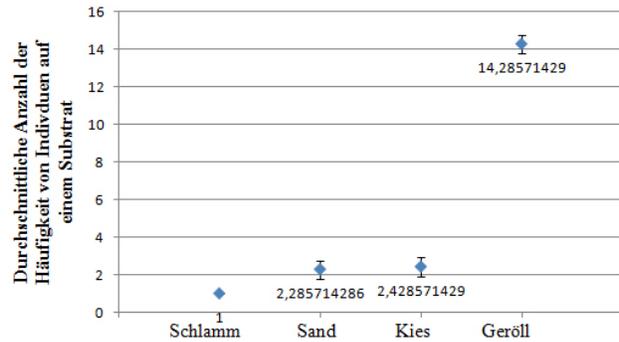
## Diskussion

Die Beobachtung des unterschiedlich starken Auftretens von *Asterias rubens* auf verschiedenen Habitaten im Freien hat gezeigt, dass es eine Präferenz für weiches Substrat gibt. Insbesondere auf

**Tabelle 1:** Ergebnisse der ersten Laborversuchsreihe, in welcher vier identische Versuchsboxen, mit jeweils vier Substrattypen (Schlamm, Sand, Kies, Geröll) und jeweils fünf Individuen von *Asterias rubens* untersucht wurden. Über sieben Stunden wurde die Anzahl der Tiere auf den verschiedenen Substrattypen gezählt.

Habitat/t [h]	Total	Mittelwert	Standardabweichung	Erwartungswert
Schlamm	7	1	0	35
Sand	16	2,2857143	0,487950036	35
Kies	17	2,4285714	0,534522484	35
Geröll	100	14,285714	0,487950036	35
Total	140	x2-Test →	172,487395	hoch signifikant

den sandigen Sedimenten ist *Asterias rubens* stark vertreten. Die Ergebnisse der Stichprobenzählung zeigen, dass *Asterias rubens* häufiger auf weichem Habitat wie Sand und Schlamm zu finden ist, wodurch die Hypothese dieser Studie bestätigt wird. Eine mögliche Erklärung für die hohe Anzahl an Individuen von *Asterias rubens* im sandigen Substrat erklärt sich anhand des erhöhten bzw. angepassten Nahrungsangebotes und der darauf basierenden erhöhten Reproduktionrate in diesem Habitat. Das führt dazu, dass verstärkt viele junge Tiere im sandigen Sediment zu finden sind. Adulte Tiere sind in der Lage ein breiter gefächertes Nahrungsangebot zu nutzen, welches in verschiedenen Habitaten vorkommt, wodurch sie in die Lage versetzt werden, Habitate mit anderen Nahrungsquellen zu wählen (Vevers, 1949). Adulte Tiere sind somit nicht so stark auf bestimmte Nahrungsquellen angewiesen, sondern können sich auch an anderen Habitaten mit anderen Nahrungsquellen anpassen. Ein weiterer Grund könnte daraus resultieren, dass es eine Überpopulation an einigen Standorten gibt, welche zu einer höheren Reproduktionsrate führen könnte (Vevers, 1949). Je mehr Individuen sich auf einem Habitat sammeln, desto mehr Individuen sind imstande sich dort zu vermehren, was natürliche eine weitere Begrenzung der Nahrungsressourcen zur Folge haben könnte. Neben der Nahrung können auch andere Umwelteinflüsse sich auf die Wahl des Habitates auswirken. Während der Wahl der Stichproben der verschiedenen Substrate



**Abbildung 6:** In diesem Diagramm werden die unterschiedlichen Sedimenttypen gegen die durchschnittliche Anzahl der Häufigkeiten, des Auftretens der Individuen von *Asterias rubens* aufgetragen. Hierbei sind alle Versuchsboxen zusammengefasst. Für jeden Durchschnittswert wurde zudem die Standardabweichung hinzugefügt. Es lässt sich ein deutlicher Trend hin zu festem Substrat, insbesondere Geröll, feststellen.

wurde zwar darauf geachtet, dass vergleichbare Bedingungen vorherrschen, jedoch wurde die Salinität, wie die Erhebung des eventuell bestehenden Nahrungsspektrums der unterschiedlichen Habitate außer acht gelassen. Bei vorherigen Studien hat sich dagegen gezeigt, dass *Asterias rubens* eine hohe Intoleranz gegenüber unterschiedlichen Salzgehalten hat (Briyon, 1961), was auch hier ausschlaggebend sein könnte für das Ergebnis dieser ersten Bestandsaufnahme. Diese Stichprobenreihe zeigt, dass im nördlichen Skagerrak *Asterias rubens* bevorzugt auf weichem Substrat zu finden ist. Grund für diese Verteilung der Population in diesen Küstengebieten kann die Abhängigkeit von einem bestimmten Nahrungsangebot sein (Vevers, 1949). Es gilt hier noch weiter zu untersuchen, wie vergleichbar die Bedingungen für *Asterias rubens* an diesem Standort mit anderen bereits bekannten Populationsgebieten sind.

Um den Einfluss von äußeren Faktoren auf diese Ergebnisse weitestgehend auszuschließen, wurde *Asterias rubens* außerhalb von Umweltfaktoren auf die Habitatwahl untersucht. Die Durchführung eines Vergleichsversuchs im Labor ermöglicht die Ausblendung von Räuberdruck, Nahrungsangebot und unterschiedlicher Strömung sowie schwankendem Salzgehalt und Temperatur,

durch die permanente Versorgung der Individuen mit vergleichbarem Meerwasser. Die erste Versuchsreihe im Labor hat gezeigt, dass in drei von vier Versuchsansätzen *Asterias rubens* Geröll vor Weichsubstrat und Kies bevorzugt. Dies spiegelt sich in der vorangehenden Forschung wieder, die *Asterias rubens* auf verschiedenen harten Substraten beschreibt (Hayward & Ryland, 1990).

Nachdem getestet wurde wie sich *Asterias rubens* bei einer gleichzeitigen Auswahl von vier Substraten entscheidet, wurde in der zweiten Versuchsreihe die Auswahl des Substrates auf jeweils zwei verschiedene Substrate eingeschränkt, wodurch eine direkte Entscheidung von *Asterias rubens* zwischen zwei Substraten erzwungen wurde. Dies ermöglicht eine Angabe über die Präferenz der Substrate untereinander im direkten Vergleich. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass nur die Hälfte der Kombinationen von den vier verschiedenen Substraten signifikante Resultate ergeben. Eine deutliche Präferenz für ein hartes Substrat gegenüber einem weichen gibt es nur bei Kies und Sand. Die weiteren Kombinationen von hartem Substrat mit weichem Substrat ergaben keine signifikanten Unterschiede. Innerhalb des weichen und harten Substrattypen zeigt sich jedoch eine Präferenz, basierend auf einem Vorzug von Geröll gegenüber Kies, sowie Sand gegenüber Schlamm. Zusammenfassend zeigt sich in dieser Versuchsreihe eine Präferenz dem harten Substrat gegenüber dem weichen Substrat, dennoch gibt es Vertreter von *Asterias rubens*, die verstärkt das weiche Substrat bevorzugen. Der Grund für diese Wahl kann darin liegen, dass die Individuen in diesem Substrat ein besseres Nahrungsangebot erwartet haben. Keinen Einfluss auf die Entscheidung von *Asterias rubens* nimmt der Ort des Lichteinfalls, da *Asterias rubens* sich nicht nach der Lichtquelle orientierte und diese nicht über die Substratwahl dominierte, wodurch die

Ergebnisse nicht mit den vorangehenden Studien zur Lichtorientierung von Seesternen übereinstimmen (E. Diebschlag, 1938). Auszuschließen als Grund für die Wahl des Substrates ist zudem der Einfluss weiterer Vertreter von *Asterias rubens*, da sie keine Reaktion auf das Wasser zeigen, indem sich ein Artgenosse befindet, somit kann ein gegenseitiger Einfluss über den Geruch des Anderen ausgeschlossen werden (Castilla, 1970). Doch zeigte die Haltung der Individuen in der neutralen Box bereits Ansätze von gegenseitiger Rivalität. Was sich in dem Verlust von zwei kleineren Individuen niederschlägt.

Im Vergleich der Beobachtung im Freien mit den zwei Laborversuchen zeigt sich, dass zwei verschiedenen Präferenzen auftreten. Basierend darauf wird die Frage nach weiteren Faktoren, welche die Präferenzierung eines bestimmten Substrates auslöst, aufgeworfen. Zu diesen Faktoren zählen das Nahrungsangebot, die Strömung, der Räuberdruck, den Salzgehalt oder auch Schutzmöglichkeiten, bis hin zu günstigen Bedingungen für die Reproduktion, im jeweiligen Habitat, die in diesem Versuch nicht weiter untersucht wurden. Das lässt darauf schließen, dass die Wahl des Substrates im Freien von *Asterias rubens* von diesen Umwelteinflüssen dominiert wird. Weiterführend müssten die einzelnen vermuteten Einflüsse auf ihre Relevanz bei der Substratwahl geprüft werden. Daran schließt an, dass für relevante Ergebnisse bei der Beobachtung im Freiland zu wenige Standorte geprüft wurden. Anhand dieser Beobachtung lässt sich nur eine Aussage für den nördlichen Skagerrak treffen. Die Hypothese lässt sich somit nur für die gewählten Standorte im Freien bestätigen, jedoch wird sie eindeutig durch die standardisierten Versuchsreihen im Labor nicht bestätigt und damit widerlegt. Auf den Ergebnissen aufbauend, müssten weitere Standorte gewählt werden und mit diesen verglichen werden. Die Ergebnisse aus dem Labor

**Tabelle 2:** Ergebnisse der zweiten Laborversuchsreihe, in welcher 6 Versuchsboxen, mit jeweils zwei Substrattypen (Schlamm, Sand, Kies, Geröll) in allen möglichen Kombinationen untersucht wurden. In Zeitabständen von einer Stunde über zwölf Stunden wurde die Anzahl der Tiere auf den unterschiedlichen Substrattypen gezählt.

Box 1:	Habitat/t [h]	Total	Mittelwert	Standabweichung	Erwartungswert
	Schlamm	6	0,5	0,522232968	12
	Sand	18	1,5	0,522232968	12
	Total	24	x2-Test →	6	stark signifikant
<b>Box 2:</b>	Habitat/t [h]	Total	Mittelwert	Standabweichung	
	Schlamm	11	0,9166667	0,668557923	12
	Kies	13	1,0833333	0,668557923	12
	Total	24	x2-Test →	0,166666667	nicht signifikant
<b>Box 3:</b>	Habitat/t [h]	Total	Mittelwert	Standabweichung	
	Schlamm	9	0,75	0,452267017	12
	Geröll	15	1,25	0,452267017	12
	Total	24	x2-Test →	1,5	nicht signifikant
<b>Box 4:</b>	Habitat/t [h]	Total	Mittelwert	Standabweichung	
	Sand	0	0	0	12
	Kies	24	2	0	12
	Total	24	x2-Test →	24	hoch signifikant
<b>Box 5:</b>	Habitat/t [h]	Total	Mittelwert	Standabweichung	
	Sand	9	0,75	0,452267017	12
	Geröll	15	1,25	0,452267017	12
	Total	24	x2-Test →	1,5	nicht signifikant
<b>Box 6:</b>	Habitat/t [h]	Total	Mittelwert	Standabweichung	
	Kies	6	0,5	0,522232968	12
	Geröll	18	1,5	0,522232968	12
	Total	24	x2-Test →	6	stark signifikant

zeigen zusammenfassend eine signifikante Präferenz von *Asterias rubens* zu den harten Substraten wie Geröll und Kies, wodurch die Hypothese, dass *Asterias rubens* weiches Substrat wie Sand oder Schlamm bevorzugt, widerlegt wird. Die Wahl des Gerölls als Substrat könnte darin begründet liegen, dass *Asterias rubens* von einem stark mit Algen bewachsenen Grund entnommen wurde, die ihm

gute Versteckmöglichkeiten bot. Das Geröll bietet im Vergleich zu dem Kies, Schlamm und Sand ebenfalls die Möglichkeit sich zu verstecken, das sich bei vielen kleinen Vertretern beobachten lies. Dies lässt auf eine Schutzreaktion schließen.

## Literatur

- Hayward, P.J. & Ryland, J.S. (1998): Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe, Oxford University Press, New York, S. 668-671
- Hayward, P.J. & Ryland, J.S. (1990): The Marine Fauna of the British Isles and North-West Europe. Molluscs to Chordates. Volume 2, Calarendon Press, Oxford, S. 848
- Little, C. (2003): The Biology of Soft Shores and Estuaries. Oxford University Press, New York, S.4
- Briyon, J. (1961): Salinity tolerance and permeability to water of the starfish *Asterias rubens* L., Cambridge University Press, New York
- Castilla, J.C. & Crisp, D.J. (1970): Responses of *Asterias rubens* to olfactory stimuli. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom, Cambridge University Press, New York
- Diebschlag, E. (1938): Ganzheitliches Verhalten und Lernen bei Echinodermen. Journal of comparative physiologie A: neuroethology, sensory, neural and behavioral physiologie, Volumen 25, Nr.4
- Ververs, H.G. (1949): The biology of *Asterias rubens* L.: growth and reproduction, Cambridge University Press, New York