

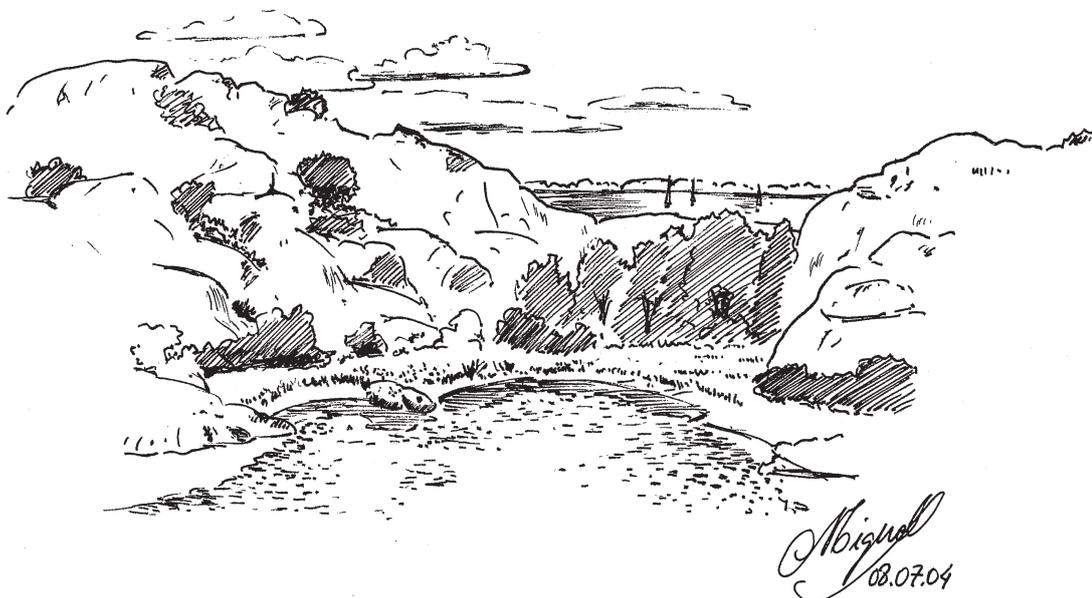
# Proceedings in Marine Biology

Journal of the Graduate Course of the Freie Universität Berlin  
(Germany) at Kristinebergs Marina Forskningsstation (Sweden)

**Volume 1    Number 1    2004**



- Achatz, M., Seifert, A.:** Food preferences explain distribution of the two marine gastropods *Hydrobia ulvae* and *Littorina littorea*. **1-4**
- Damerius, L., Paasch, A.:** Qualitative differences between epifauna on rock and *Mytilus edulis* at two different water depths **5-8**
- Corvers, L., Dominguez Camacho, M.:** Biological characterization of a semi-enclosed cove in the Gullmars Fjord, Sweden **8-14**
- Müßig, L., Winter, J.:** Filtration rates in three different Scandinavian ascidians: quantification of the influence of salinity on feeding efficiency **15-19**
- Diaries **20-22**
- List of species **23-25**



*“Proceedings in Marine Biology” is an international journal publishing original research by graduate students on all aspects of marine biology. Subjects covered include: ecological surveys and population studies of oceanic, coastal and shore communities; physiology and experimental biology; taxonomy, morphology and life history of marine animals and plants. Papers are also published on techniques employed at sea for sampling, recording, capture and observation of marine organisms.*

#### *Editorial Board*

<i>P. Grobe</i>	<i>T. Stach</i>
<i>Zoologie</i>	<i>Zoologie</i>
<i>Freie Universität</i>	<i>KMF</i>
<i>Berlin</i>	<i>Kristineberg</i>
<i>Germany</i>	<i>Sweden</i>
<i>pgrobe@zoosyst.fu-berlin.de</i>	<i>thomas.stach@kmf.gu.se</i>

#### *Instructions to authors.*

*Manuscripts submitted to “Proceedings in Marine Biology” must be original, not under consideration elsewhere. Papers should be written in clear English, German, or Swedish with an abstract in English. Acronyms must be written in full on their first occurrence and SI units should be used. Scientific names should be italicized.*

*Manuscripts should be arranged in the following order:*

*Title, Author(s), Address(es), Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References, Figures, Captions, and Tables.*

#### *Submission.*

*Please submit all manuscripts for review by e-mail, postal service, or personally as plain word files to the editors.*

#### *Preparation.*

*“Proceedings in Marine Biology” invites contributions as:*

- 1. Full Research Articles of not more than 10 printed pages including tables and illustrations (10,000 words + figures + tables).*
- 2. Short Papers of not more than 3000 words (+2 figures & 2 tables, or 4 figures or 4 tables etc.)*
- 3. Short Communications of not more than 2 printed pages including table and illustration (1500 words + 1 figure & 1 table, or 2 figures or 2 tables). These papers must start with an Abstract but are not otherwise divided into sections.*

#### *E-mail.*

*Please provide an e-mail address for the first or corresponding author. This will appear on the title page of each article.*

#### *Title.*

*The title should be no more than 20 words.*

#### *Abstract.*

*A concise informative abstract of not more than 250 words should summarize the most important findings.*

#### *Tables.*

*Tables should not be excessive in size and headed by informative legends. Legend, headings and footnote are delimited by horizontal lines. Data sheets and tables deemed necessary might accompany the manuscript and added as appendices in an electronical supplements.*

#### *Citation of literature.*

*References in the text should refer to the authors name and year of publication. Two authors should be cited using ‘&’ (Rainbow & Dellinger, 1993); for more than two authors, the name of the first author followed by*

'et al.' (Lallier et al., 1987). When citing more than one publication use a semi-colon to separate the different authors e.g. (Gorind et al., 1997; Mykels & Skinner, 1985a,b; Skinner, 1996). The manuscript should be carefully checked to ensure the details of authors and dates cited in the text exactly match those in the reference list. Cross checking of references in the text to the cited literature and vice versa is the responsibility of the author.

All literature quoted in the text must be listed in alphabetical and chronological order of author names at the end of each manuscript. When more than one publication with the same first author(s) is cited the following order alphabetically applies: (a) single author; according to publication dates; (b) same author and one co-author; (c) same author and more than one co-author. Titles of journals must be written in full and references to books should include the place of publication and the publisher. Examples:

#### *Journals.*

Marshall, S.M., Nicholls, A.G. & Orr, A.P. (1939): *On the growth and feeding of young herring in the Clyde. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2: 427–455.

#### *Books.*

Cushing, D.H. (1981): *Fisheries biology, a study in population dynamics*, 2nd ed. Madison: University of Wisconsin Press.

#### *Chapters from books.*

Weir, B.S. (1990): *Intraspecific differentiation*. In: *Molecular systematics* (ed. D.M. Hillis and C. Moritz), pp. 373–410. Sunderland: Sinauer Associates.

#### *Processing.*

Manuscripts will be critically reviewed by at least two referees. Subject to suitable review, papers may be selected for publication by the editor. Acceptable papers will be returned to the author for revision and editorial corrections. The acceptance date will appear at the end of the published manuscript.

#### *Revision.*

Revised manuscripts must be returned electronically or on CD. Any Word formats are suitable for text.

#### *Figures.*

Figures must be submitted as PC compatible TIFF files. These must be of 300 dpi resolution. All figures should be labelled with a medium weight sans serif font of an appropriate size to result in 8 point type when reduced to a single column width. If figures are in parts, please label A, B, C, D, etc. in top left corner of each part.

#### *Proofs.*

The first or corresponding author will receive the proofs which will be supplied as word files.

#### *Reprints.*

A CD with the final version of the manuscript will be provided.

This volume deals exclusively with the results of the  
research field trip of the Freie University of Berlin to the  
Marine Research Station Kristineberg/Schweden

from 06.07. - 16.07.2004



Participants:

Michaela Achatz

Miguel Dominguez Camacho

Linda Corvers

Laura Damerius

Peter Grobe

Laurenz Müßig

Anne Paasch

Anja Seifert

Thomas Stach

Jonas Winter

medusa6@gmx.de

miguelondia@hotmail.com

lindacorvers@yahoo.de

laura@damerius.de

pgrobe@zoosyst-berlin.de

bephat@gmx.de

annepaasch@compuserve.de

flickan@zedat.fu-berlin.de

thomas.stach@kmf.gu.se

winterpol@web.de

# Food preferences explain distribution of the two marine gastropods *Hydrobia ulvae* and *Littorina littorea*

Achatz, Michaela, medusa6@gmx.de  
Seifert, Anja, flickan@zedat.fu-berlin.de

## Zusammenfassung

Im Rahmen des Meeresbiologischen Praktikums in der Forschungsstation Kristineberg (Schweden) im Sommer 2004 haben wir untersucht, ob die marinen Gastropodenarten *Hydrobia ulvae* und *Littorina littorea* Futterpräferenzen aufweisen. In Laborversuchen wurden beiden Arten unterschiedliche Kombinationen der Pflanzen *Fucus vesiculosus*, *Ceramium rubrum* und *Zostera marina* angeboten. *H. ulvae* zeigte eine deutliche Präferenz für *C. rubrum*. Bei *L. littorea* konnte keine Präferenz festgestellt werden. Quantitative Beobachtungen im Freiland ergaben, daß verschiedene Größenklassen von *L. littorea* unterschiedliche Pflanzen bevorzugen. Adulte *L. littorea* traten auf *F. vesiculosus*, und *F. serratus* auf. Juvenile Exemplare von *L. littorea* hingegen fanden sich auf *Laminaria saccharina*, *Sargassum muticum*, *Ceramium rubrum*, *Enteromorpha flexuosa* und *Zostera marina*.

## Einleitung

Bei Probenahmen in der Klubbanbucht und Bökevikbucht im Gullmarfjord war auffallend, dass sich Gastropoden bevorzugt im Littoral auf unterschiedlichen Pflanzen und Steinen sowohl im Uferbereich als auch in der Flachwasserzone aufhalten. Dabei treten die Prosobranchier *Littorina littorea* und *Hydrobia ulvae* am häufigsten auf. *L. littorea* ist eine bis zu 4 cm große Strandschnecke, die vom Mittelmeer, über Ost- und Nordsee bis zum Atlantik verbreitet ist (Janke, 1988). Sie lebt auf Weich- und Hartböden in der Gezeitenzone, an Uferbefestigungen, Steinufern

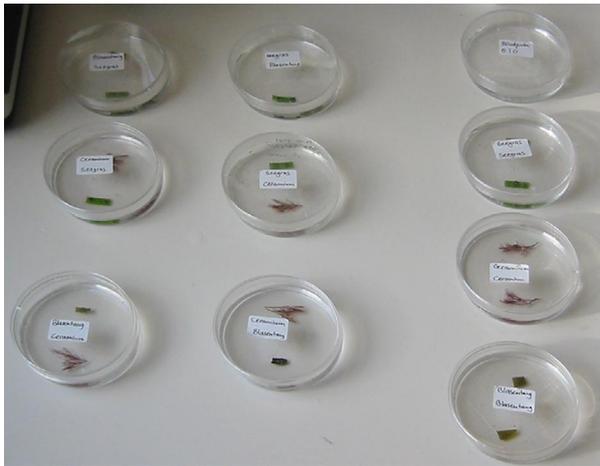
und Miesmuschelbänken. Sie lebt außerdem als Weidegänger und ist in ihrer Substratwahl wenig selektiv (Janke, 1988). *H. ulvae* dagegen ist nur 3 - 6 mm groß und vom Senegal bis in die Ostsee verbreitet (Janke, 1988). Sie tritt auf Sandböden, Algen, schlickigen Böden vom Gezeitenbereich bis in 10 m Wassertiefe auf und kann Brackwasser von nur 10 Promille Salzgehalt vertragen (Janke, 1988).

Wir nehmen an, dass beide Arten deutliche Futterpräferenzen für eine bestimmte Pflanzenart zeigen, welche sich qualitativ unterscheiden.

## Material und Methoden

Im Zeitraum vom 9.7. bis 11.7.2004 wurden in den Buchten Klubban, Bökevik und Råtholmen rund um die marine Forschungsstation Kristineberg in der Nähe von Fiskebäckskil/Schweden Sammlungen von marinen Pflanzen im oberen Sublittoral unternommen. In der Klubbanbucht wurden Proben von *Fucus serratus*, *Fucus vesiculosus*, *Enteromorpha flexuosa* und *Ceramium rubrum*, in der Bökevikbucht von *Sargassum muticum* und nördlich von Råtholmen Proben von *Laminaria saccharina* sowie *Zostera marina* genommen. Die Aufsammlungen stammen aus Wassertiefen von 20 cm bis 2,5 m. Von jeder Pflanzenart wurden mittels osmotischen Schocks mit Süßwasser möglichst viele Organismen abgesammelt,

die vorgefundenen Gastropoden dabei in separate Gefäße überführt und bestimmt. Es konnten die herbivoren Arten *Hydrobia ulvae*, *Littorina littorea*, *Littorina obtusata*, *Littorina saxatilis*, *Lacuna vincita*, sowie die carnivoren Arten *Hinia reticulata* und *Limacina clavigera* erfasst werden. Anschließend wurde das Pflanzenmaterial mittels der Präzisionswaage (Mettler AT 261 Delta Range) gewogen, sowie die Gastropoden, die sich auf der jeweiligen Pflanzenart befanden, ausgezählt, um eine Relation zwischen Individuenzahl der jeweiligen Gastropodenart pro Fläche der jeweiligen Pflanze herzustellen. Als Grundlage zur Erstellung einer Gewicht-Fläche Relation wurden jeweils fünf Pflanzenstücke pro



**Abb. 1:** Versuchsaufbau zur Nahrungspräferenz von *Hydrobia ulvae*.

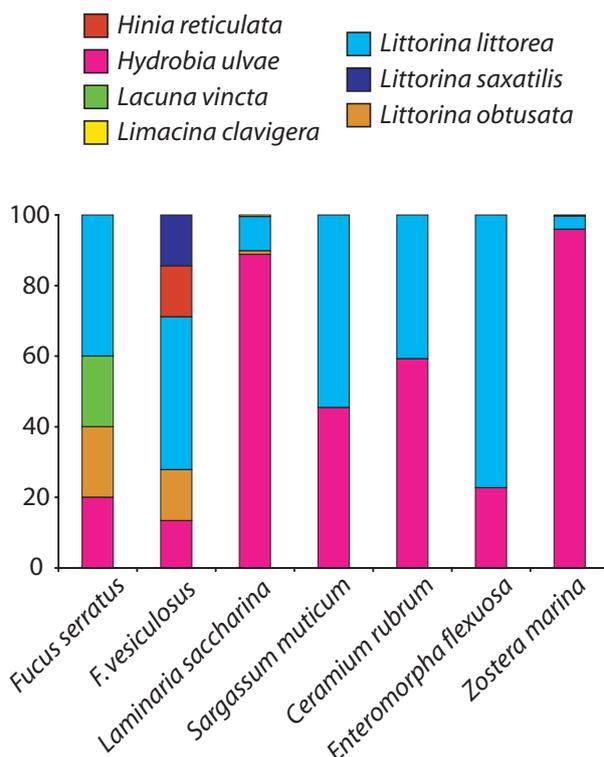
Pflanzenart vermessen und gewogen (definierte Oberfläche in  $\text{mm}^2 \times$  Mittelwert des Gewichts in  $\text{mg}$  / Mittelwert der Flächen in  $\text{mm}^2$ ).

Aufgrund der relativ hohen Individuenanzahl von *H. ulvae* (1163) und *L. littorea* (211) wurden diese für unsere weiteren Versuche gewählt. Um eine floristische Variabilität zu erhalten, wurden *F. vesiculosus*, *C. rubrum* und *Z. marina* als potenzielle Futterpflanzen gewählt.

In zwei parallelen Versuchsreihen mit je sechs Petri-

## Ergebnis

Auf den sieben gesammelten Pflanzenarten aus dem Gulmarfjord finden sich sieben Gas-

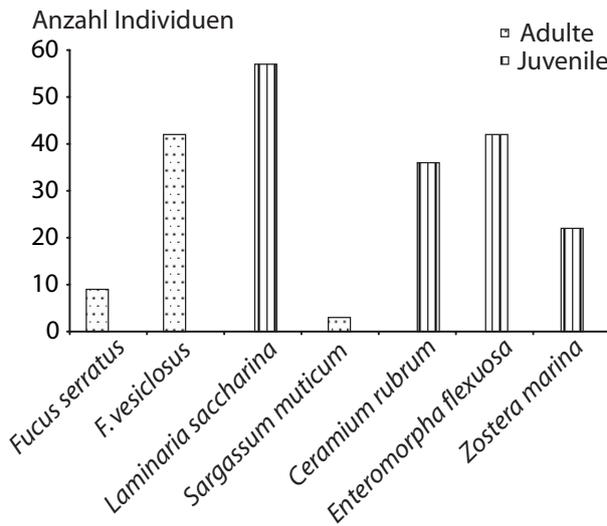


**Abb. 2:** Gastropodenverteilung auf verschiedenen Pflanzenarten im dem Gullmarfjord/Schweden.

schalen mit 25 ml Meerwasser und zwei Pflanzenarten mit definierter Oberfläche (ca.  $38 \text{ mm}^2$ ) wurden je 15 Individuen von *H. ulvae* gegeben. Es wurden immer zwei unterschiedliche Pflanzenarten kombiniert, und dabei sowohl eine Art einmal in der linken als auch in der rechten Hälfte des Versuchsbehälters platziert. Damit sollte ausgeschlossen werden, dass von den Versuchstieren eine Richtung bevorzugt wird. Zudem wurde eine Blindprobe ohne Pflanzen und drei Kontrollen, in denen sich jeweils zweimal die gleiche Pflanze befunden hat, verwendet (Abb. 1).

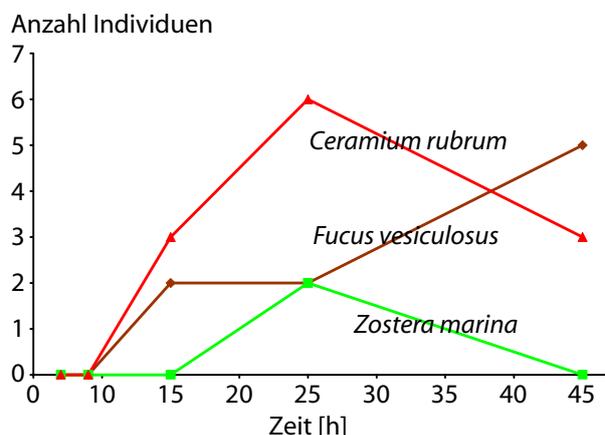
Für den Versuch mit *L. littorea* wurden sowohl die Aquarien als auch die Fläche der Futterpflanzen (ca.  $7350 \text{ mm}^2$ ) der Größe der Tiere angepasst und mit je 5 Liter Meerwasser und dem gleichen Versuchsmodell angesetzt. Um gleiche Ausgangsbedingungen zu schaffen, wurden alle Gastropoden in die Mitte der Versuchsbecken gesetzt. Die Aufenthaltsorte von *H. ulvae* wurden dann nach 2, 12, 16.5, 23.5, 32 und 46 Stunden notiert, bei *L. littorea* nach 2, 4, 10, 20 und 40 Stunden. Aufgrund der geringen Individuenzahl und des zu erwartenden hohen Messfehlers durch feuchtes Pflanzenmaterial wurde bei *H. ulvae* die gefressene Pflanzenmenge nicht bestimmt. Bei *L. littorea* wurde das Anfangs- und Endgewicht der Futterpflanzen erfasst.

tropodenarten, welche unterschiedlich auf den Pflanzenarten verteilt sind. Auf *Fucus serratus* befinden sich zu 40% *Littorina littorea* und zu jeweils 10% *Littorina obtusata*, *Hydrobia ulvae* und *Lacuna vincta*. *L. littorea* stellt auch den größten Anteil auf *F. vesiculosus* (40%) dar, gegenüber *L. obtusata*, *L. saxatilis*, *H. ulvae* und *Hinia reticulata*, welche je zu 15% auftreten. *H. ulvae* stellt mit 90% die häufigste Gastropodenart auf *Laminaria saccharina*. Auf *Sargassum muticum* ist das Verhältnis *L. littorea* und *H. ulvae* eins zu eins. Die Gastropodenarten auf *Ceramium rubrum* sind zu 60% *H. ulvae* und zu 40% *L. littorea*. Bei *Enteromorpha flexuosa* ist dieses Verhältnis genau umgekehrt: 40% *H. ulvae* zu 60% *L. littorea*. 95% der Gastropoden auf *Zostera marina* stellt *H. ulvae* und *L. littorea* die verbleibenden fünf Prozent (Abb. 2). Auffällig ist, dass bei *L. saccharina*, *S. muticum*, *E. flexuosa* und *Z. marina* nur juvenile Individuen

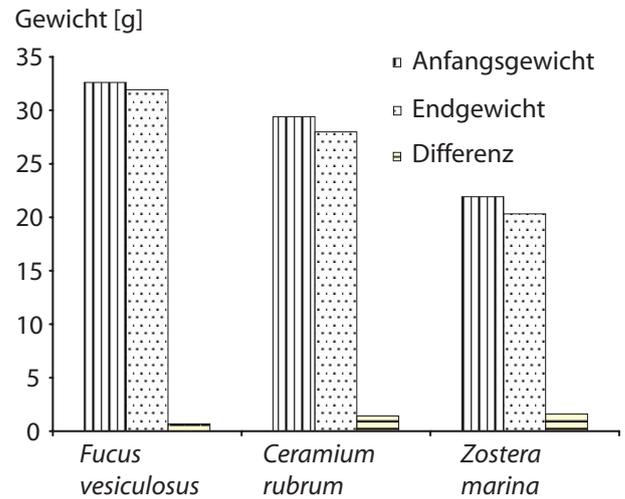


**Abb. 3:** Altersverteilung von *Littorina littorea* auf verschiedenen Pflanzenarten im Gullmarfjord, Schweden.

von *L. littorea* zu finden sind (Abb. 3). *L. littorea* hält sich bei Fraßversuchen im Labor eher am Rand des Aquariums auf als auf den Pflanzen. Nach zehn Stunden befindet sich *L. littorea* vereinzelt an *F. vesiculosus* (zwei Individuen) und *Ceramium rubrum* (drei Individuen). Auf *Z. marina* (zwei Individuen) sind sie nach 20 Stunden zu finden. Ebenfalls zwei Individuen befinden sich nach 20 Stunden auf *F. vesiculosus* und sechs Individuen auf *C. rubrum*. 40 Stunden nach Versuchsbeginn sind noch drei Schnecken auf *C. rubrum* und fünf auf *F. vesiculosus* zu beobachten (Abb. 4). Trotz der geringen beobachteten Individuenzahl auf den Pflanzen ist bei ihnen ein Gewichtsverlust messbar. Das Anfangsgewicht von *F. vesiculosus* war



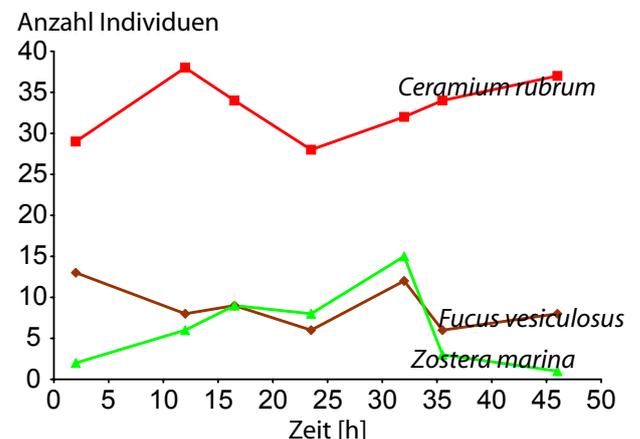
**Abb. 4:** Kumulierte Aufenthaltshäufigkeit von *Littorina littorea* auf *Fucus vesiculosus*, *Ceramium rubrum* und *Zostera marina* über 40 Stunden.



**Abb. 5:** Gewichtsveränderung der Pflanzen *Fucus vesiculosus*, *Ceramium rubrum* und *Zostera marina* vor und nach 40 Stunden Besatz mit *Littorina littorea*.

32615 mg und das Endgewicht 31927 mg. Das entspricht einem Gewichtsverlust von 688 mg. Bei *C. rubrum* war das Anfangsgewicht 29407 mg und das Endgewicht 27989 mg. Es gibt also eine Gewichtsabnahme von 1418 mg. Die Gewichtsveränderung bei *Z. marina* beträgt 1603 mg, bei einem Anfangsgewicht von 21922 mg und einem Endgewicht von 20319 mg (Abb. 5).

*H. ulvae* zeigt eine andere Verteilung bei dem Futterwahlversuchen als *L. littorea*. Auffällig ist, dass sie vor allem auf und in einer Entfernung von weniger als fünf Millimeter bei *C. rubrum* zu finden ist, obwohl auch *H. ulvae* nicht in gleichen Individuenzahlen auf den Pflanzen zu finden war. Nach zwei Stunden finden sich 29 Individuen, das Maximum ist nach zwölf Stunden



**Abb. 6:** Kumulierte Aufenthaltshäufigkeit von *Hydrobia ulvae* auf *Fucus vesiculosus*, *Ceramium rubrum* und *Zostera marina* über 46 Stunden.

erreicht, wo 38 Individuen gezählt werden. Zum Versuchsende, nach 46 Stunden sind 37 Individuen auf nachweisbar. Das ergibt für *C. rubrum* einen Mittelwert von  $34 \pm 4$  *H. ulvae*, die sich auf oder in einem Umfeld von 5 mm von der Alge befinden. *F. vesiculosus* und *Z. marina* werden annähernd gleich stark bzw. schwach von *H. ulvae* frequentiert. Bei *F. vesiculosus* liegt das Maximum nach zwei Stunden bei 13 Individuen

### Diskussion

Die beiden Gastropoden *Littorina littorea* und *Hydrobia ulvae* kommen auf allen untersuchten marinen Pflanzenarten vor und bilden den Großteil der Stichprobe. Sie scheinen daher am tolerantesten in der Habitatswahl zu sein. Die übrigen Gastropodenarten bilden die Minderheit und sind offensichtlich auf einen engeren Lebensraum beschränkt. Sie stellen scheinbar höhere Kriterien an ihr Habitat.

Die Verteilung der adulten und juvenilen Individuen von *L. littorea* kann auf die Pflanzenwuchsform zurückgeführt werden. Die juvenilen Tiere halten sich bevorzugt in verzweigten oder dünnfädigen Pflanzen oder Pflanzenanhängen auf. Dort finden sie ausreichend Schutz vor Fressfeinden. Die adulten Tiere dagegen bevorzugen großflächigere Pflanzen, um sich besser festhalten zu können. Die Schnecken ähneln außerdem in Form und Farbe den Blasen des *F. vesiculosus*, so dass dieser ein besonders gutes Habitat darzustellen scheint, da er so Sichtschutz vor Fressfeinden bieten kann.

*H. ulvae* zeigt eine Präferenz für *C. rubrum* im Vergleich zu *F. vesiculosus* und *Z. marina*. Im Versuch mit *H. ulvae* sehen wir unsere Hypothese, dass unterschiedliche Gastropodenarten verschiedene Pflanzenarten bevorzugen, bestätigt. Da der Fraßvorgang von *H. ulvae* nicht beobachtet werden konnte, bzw. keine Gewichtsver-

änderung der angebotenen Pflanzen festgestellt wurde, bleibt offen, ob sich *H. ulvae* dort aufhält um zu fressen, oder evtl. Schutz vor Fressfeinden sucht (Habitatswahl). Einen möglichen Schutz vor Freßfeinden könnte *C. rubrum* durch seine verästelte Struktur bieten. Im Gegensatz dazu bieten *F. vesiculosus* und *Z. marina* diese Schutz- und Tarnmöglichkeiten nicht, da sie relativ glatte, unverzweigte Pflanzenarten sind.

Bei den Futterwahlversuchen mit *L. littorea* sehen wir unsere Hypothese, einer Präferenz für eine bestimmte Pflanzenart, nicht bestätigt. Begründen kann man dies damit, dass *L. littorea* auch einige Tage ohne Nahrung auskommen kann, eine hohe Toleranz gegenüber schwankender Salinität und Trockenheit aufweist (Campbell, 1987). Dies könnte auch erklären, warum sich die Tiere vermehrt am Beckenrand aufgehalten haben, da sie es aus dem natürlichen Habitat (Gezeitenzone) gewöhnt sind, regelmäßig ohne Wasser auskommen zu müssen. Es besteht zudem die Möglichkeit, dass sie die angebotenen Pflanzen nicht fressen. Es konnte jedoch eine Gewichtsabnahme bei den im Versuch verwendeten Pflanzenarten gemessen werden. Dies deutet darauf hin, dass die Schnecken die wir beobachtet haben gefressen haben, aber sich nicht ständig auf den Pflanzen aufgehalten haben.

### Literatur

- Campbell, A (1987): Der Kosmos-Strandführer. Kosmos, Stuttgart.  
 Janke, K (1988): Düne, Strand und Wattenmeer. Kosmos, Stuttgart.

# Qualitative differences between epifauna on rock and *Mytilus edulis* at two different water depths

Damerius, Laura, [laura@damerius.de](mailto:laura@damerius.de)  
Paasch, Anne [annepaasch@compuserve.de](mailto:annepaasch@compuserve.de)

## Zusammenfassung

Die Oberflächen von Miesmuschelschalen und Steinen bilden Hartbodenhabitats für viele Pflanzen und Tiere. Das Ziel dieser Untersuchung war es, die Nullhypothese, dass die Artenvielfalt auf Steinen und Miesmuschelschalen gleich ist, zu testen. Hierfür wurden vier Steinproben in zwei verschiedenen Tiefen und ebenso vier Miesmuschelproben in annähernd den gleichen Tiefen entnommen. Die Artenerfassung und Bestimmung erfolgte mit Hilfe eines Binokulars. Fauna und Flora auf beiden Substraten unterschieden sich nur geringfügig. Es wurde jedoch festgestellt, dass bestimmte Arten nur auf Steinen oder nur auf Miesmuschelschalen anzufinden waren. Darüberhinaus konnten Unterschiede der Artenvielfalt in Abhängigkeit von der Tiefe festgestellt werden. Anhand dieser Beobachtungen konnte die Nullhypothese nicht abgelehnt werden. Trotz der unterschiedlichen Zusammensetzung der Substrate scheinen die ähnlichen Lebensbedingungen der Hartbodensubstrate zu überwiegen.

## Einleitung

Die Oberfläche von Steinen und von Miesmuscheln bilden Hartbodenhabitats für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen. Der anorganische Hartboden, den die Steine bilden, unterscheidet sich jedoch von dem teilweise organischen Hartboden, den *M. edulis* mit seiner Muschelschale bildet. Der Gneiss der Steine besteht aus Feldspat, Quarz und Glimmer mit einer sehr hohen Rohdichte und einer geringen Porosität ([www.alfredopoliti.ch](http://www.alfredopoliti.ch)). Genau wie die Steine bildet die Schale von *M. edulis* eine glatte Oberfläche. Jedoch entsteht durch das Zusammenklustern vieler Tiere zu einer sog. Miesmuschelbank ein dreidimensionaler Besiedlungsraum für andere Organismen. *M. edulis* filtert jedoch pro Tag bis zu 5 Liter Wasser pro Tag verbraucht so Biomasse. Dadurch steht weniger Nahrung für andere, filtrierende und strudelnde Organismen zur Verfügung.

Aus diesen Gründen ist anzunehmen, dass sich die Arten auf Steinen von den Arten auf Miesmuschelschalen unterscheiden, obwohl beide Hartbodenhabitats bilden.

Südöstlich der Meeresbiologischen Forschungs-

station Kristineberg an der Westküste Schwedens befindet sich eine ausgedehnte Miesmuschelbank, die bei niedrigem Wasserstand zum Teil trocken fällt. Diese Miesmuschelbank bietet einen optimalen Ort, um die Artenvielfalt, die auf der Oberfläche von *Mytilus edulis* lebt, mit der Artenvielfalt auf Steinen, die ebenfalls entlang der Miesmuschelbank in gleichen Tiefen lagen, vergleichen zu können.

Folgende Hypothese wurde aufgestellt:

$H_1$ : Die Fauna und Flora auf der Oberfläche von *M. edulis* und Steinen unterscheidet sich qualitativ.

Daraus ergibt sich folgende Nullhypothese:

$H_0$ : Die Fauna und Flora auf der Oberfläche von *M. edulis* und Steinen unterscheidet sich nicht.

## Material und Methoden

Im Zeitraum vom 12.07 bis 14.07.2004 wurden von einer durch *Mytilus edulis* gebildeten Muschelbank südöstlich der Meeresbiologie-Forschungsstation Kristineberg in der Nähe von Fiskebäckskil in Schweden Proben entnommen und untersucht.

Das Ziel dieser Untersuchung war es die Nullhypothese, ob die Artenvielfalt auf Steinen und Miesmuschelschalen gleich ist, zu testen.

Um herauszufinden, ob auf Muscheln und Steinen unterschiedliche Tierarten leben, wurden Habitate untersucht, die annähernd gleich gross waren. Zu Beginn des Versuches wurden daher die durchschnittliche Oberfläche von *M. edulis* mit Hilfe der Oberflächenformel eines Zylinders:  $O = 2\pi r^2 + 2\pi r \cdot l$  berechnet. Dazu wurde die Oberfläche von zehn zufällig gezogenen Muscheln ausgemessen und berechnet. Die durchschnittliche Oberfläche einer Miesmuschel (=OM) betrug 160 cm<sup>2</sup>. Die Proben wurden entlang der Muschelbank entnommen. Da der Meeresspiegel je nach Luftdruck sinkt oder steigt, galt ein relativ grosser Stein, der nordöstlich der Muschelbank lag (Abb.1) als Fixpunkt. Mit Hilfe des Fixsteins lässt sich die Höhe des Meeresspiegels zum Zeitpunkt der Probenahme jederzeit nachvollziehen. In Anlehnung an den Fixstein wurden um ca. 17 Uhr mit Hilfe einer Messlatte eine Wasserhöhe von 20 cm gemessen. In 40 cm Tiefe wurden zwei Steinproben entnommen und deren Oberfläche mit Hilfe der Oberflächenformel eines Quaders berechnet. Hierbei musste beachtet werden, dass die untere Seite der Steine von Sand bedeckt war und so nicht als Hartbodenhabitat für Flora und Fauna zur Verfügung stand. Daraus ergab sich folgende Formel für die Berechnung der Oberflächen der Steine:  $O_{St.} = a \cdot b + 2(a \cdot c) + 2(b \cdot c)$ . Aus 40 cm Tiefe betrug die Oberfläche von Stein 1 825

## Ergebnisse

Die Untersuchung der Habitate Muscheloberfläche und Steinoberfläche in Tiefen von ca. 40 cm und ca. 115 cm zeigt, dass Arten die auf Steinen vorkommen, zu 80% auch auf den Muscheloberflächen vorkommen. Nur fünf von 25 Arten auf Steinen unterscheiden sich (Tab. 1). Die Diversität der Arten auf *M. edulis* im tieferen Gewässer ist weit aus größer als die der Steine (unabhängig der Tiefe) und als die der Muscheln im flachen Gewässer.

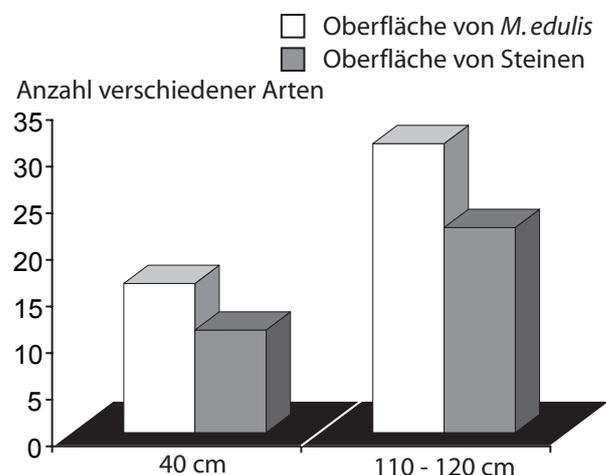
Die Diversität der Arten auf der Oberfläche von *M. edulis* im tiefen Gewässer ist deutlich höher (ca. 50 %) als die der Muscheln im flachen Gewässer (Abb. 1).

cm<sup>2</sup> und für Stein 2 625 cm<sup>2</sup>. Diesen Oberflächengrößen entsprechen für Stein 1 fünf Miesmuscheln und für Stein 2 vier Miesmuscheln. Somit ließen sich die Oberflächen von Miesmuscheln und Steinen vergleichen. Mit der gleichen Methode wurden zwei Steine in ca. 115 cm Tiefe entnommen und deren Oberfläche berechnet (Stein 3: 945cm<sup>2</sup>; Stein 4: 1633cm<sup>2</sup>). Dies entsprach für Stein 3 sechs und für Stein 4 zehn Miesmuscheln. Im Labor wurden die acht Proben in getrennten Behältern in einer mit Meerwasser gefüllten Durchflusswanne aufbewahrt, um die Lebensbedingungen der Flora und Fauna möglichst wenig zu beeinträchtigen. Es folgen vier Arbeitsschritte, um sicherzustellen, dass keine Arten auf den Muschel- und Steinoberflächen bei der Bestandsaufnahme übersehen werden.

1. Erfassung der makroskopischer Flora und Fauna
2. Erfassung der Flora und Fauna mit Hilfe des Binokulars
3. Osmotischer Schock durch Süßwasser
4. Bestimmung der Arten mit Hilfe von Sekundärliteratur

Es wurden nur Pflanzen und Anhängsel (z.B. Muschel-, Schneckeschalen) im Abstand von 5 cm bei der Erfassung der Arten berücksichtigt. Darüberhinaus wurden keine Mikroorganismen erfasst.

Die mit Hilfe der Sekundärliteratur bestimmten Arten wurden nach ihren Taxa geordnet und in einer Tabelle zusammengestellt. Anhand dieser Tabelle wurden sowohl die unterschiedlichen Arten von Steinen und Muscheln gegenübergestellt als auch die Arten in verschiedenen Tiefen auf ihre Diversität hin untersucht. Die Verarbeitung und Darstellung der Daten erfolgte mit Hilfe von Microsoft Excel 7.0.



**Abb. 1:** Artenvielfalt auf den Oberflächen von *Mytilus edulis* und auf Steinen in verschiedenen Wassertiefen bei Blåbärsholmen, Kristineberg, Schweden

Auch die Diversität der Arten der Steine im tiefen Gewässer ist deutlich höher (ca. 50 %) als die der Steine im flachen Gewässer (Abb. 1).

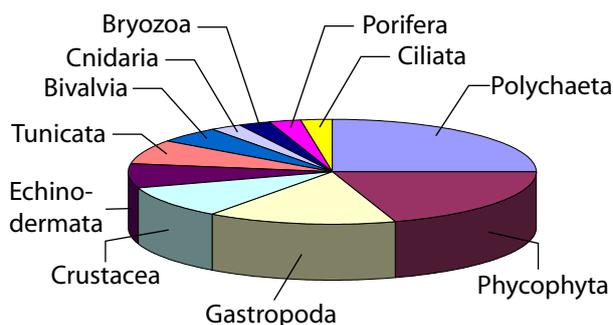
Es gibt insgesamt 36 Arten. Diese Tier- und Pflanzenarten gehören 11 Taxa an wie z.B. den Echinodermata, Cnidaria und Crustacea. Am häufigsten vertreten sind die Taxa Polychaeta und Phycophyta (Abb. 2).

Im Gegensatz zu der gekerbten Seepocke (*Balanus creatus*) sind viele Tierarten nicht direkt auf der Muschel- oder Steinoberfläche anzutreffen sondern halten sich bevorzugt in den Wurzeln von Pflanzen und in den Anhängen auf.

An den Byssus-Fäden der Muscheln sammelt sich totes Material wie Steine, Muschel-, und Schneckenschalen etc. Polychaeten wie z.B. der Schuppenwurm *Harmothoe sp.* sind dort anzutreffen. Andere Tierarten, so auch die *Lebralia pallasiana* (Bryozoa) und vor allem Pflanzenarten wie z.B. die Krustenrotalge (*Hildenbrandia rubra*) bevorzugen die offene Oberfläche der Muschel und Steinen.

Sieben Arten kommen in beiden Habitaten und in beiden Tiefen vor. Das sind 19,5 % der insgesamt gefundenen Arten. Zu ihnen gehören u.a. die Seenelke (*Metridium senile var. pallidus*), die adulte Form der gemeinen Strandschnecke (*Littorina littorea*) und der Blasantang (*Fucus vesiculosus*) (Tab. 1, Tab. 2).

*Corophium volutator*, der Schlickkrebs, ist die einzige Art, die unabhängig von der Tiefe nur auf Steinen vorkommt.



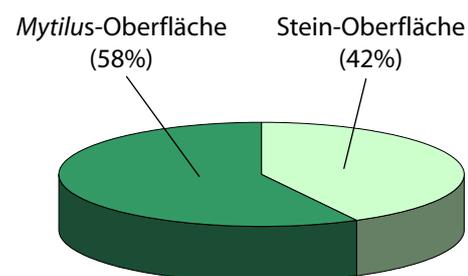
**Abb.2:** Gesamte Diversität aller Taxa auf den Stein- und *Mytilus*-Oberflächen bei Blåbärsholmen, Kristineberg, Schweden.

Hingegen kommen 41,5 % der Arten nur auf den *Mytilus*-Oberflächen vor. Der Knorpeltang (*Laurencia obtusa*) und die graue Meeresnacktschnecke (*Aeolidia papillosa*) sind einige Beispiele der 15 von den insgesamt 36 Arten (Abb. 3, Tab. 1, Tab. 2).

Über 90 % der nur auf den Muscheln vorkommenden Arten befinden sich zusätzlich nur auf den Proben aus tieferem Gewässer. Die Arten, die auf *F. vesiculosus* anzutreffen sind, stimmen sogar zu 100 % überein. Lediglich die Rändle-Käferschnecke (*Lepidochitona cinereus*) war auf den Muschelproben aus flachem und tieferem Gewässer zu finden (Tab. 1, Tab. 2). Zusätzlich gibt es zwei Arten, die gemeine Strandkrabbe (*Carcinus maenas*) und die Schnecke *Hinia reticulata*, die nur auf Muscheln in Tiefen von 40 cm vorkommen (Tab. 1, Tab. 2).

Einige Arten sind auf Muscheloberflächen aus beiden Tiefen und auf den Steinen aus tieferem Gewässer zu finden, nicht aber auf Steinen aus flachem Gewässer. Hierzu gehören *M. edulis*, *L. pallasiana* und juvenile *L. littorea* (Tab. 1, Tab. 2).

*Balanus crenatus* (Balanide) und *Polydora ciliata* (Polychaeta) sind auf Muscheloberflächen aus beiden Tiefen und auf den Steinen aus flacherem Gewässer zu finden, nicht aber auf Steinen aus tieferem Gewässer (Tab. 1, Tab.2 ). *P. ciliata* wurde nicht direkt auf bzw. in den Steinen gefunden, sondern in und auf der Kalkschale der Balaniden.



**Abb.3:** Prozentualer Anteil an der Anzahl der bestimmten Taxa (i. e. Artenvielfalt) auf den unterschiedlichen Substraten. Die Anzahl der Taxa beider untersuchter Tiefen wurde jeweils addiert.

### Diskussion

Die  $H_0$ -Hypothese: "Die Fauna und Flora auf der Oberfläche von *Mytilus edulis* und Steinen unterscheidet sich qualitativ nicht" lässt sich nicht verwerfen. Die Diversität der Arten von Muschel- und Steinoberflächen unterscheidet sich nur geringfügig, denn Arten die auf Steinen vorkommen, kommen zu 80% auch auf den Muschel-Oberflächen vor. Die  $H_0$ -Hypothese wird daher beibehalten.

Dies ist nicht sehr verwunderlich, wenn man sich die physikalischen Gegebenheiten von Muschel- und Steinoberflächen anschaut. Beide Substrate sind hart und bieten kaum Unterschlupfmöglichkeiten für Organismen.

Trotzdem leben 41,5% der gefundenen Arten nur auf Muscheloberflächen. Durch die Kolonienbildung mit den Byssusfäden (Abb. 1) der Muscheln werden zahlreiche Unterschlupfmöglichkeiten geschaffen. Viele Organismen wurden in den Zwischenräumen von toten Muscheln- und Schneckenschalen und in dem an ihnen haftenden Schlamm gefunden wie z.B. *Eulalia viridis* (Grüner Blattwurm) und *Ophiothrix fragilis* (zerbrechlicher Schlangensterne). Da auf dem Stein kaum totes Material und in den Steinporen nur wenig Schlamm heften bleibt, wurden dort weniger Arten gefunden. So sind trotz ähnlicher Oberflächenstruktur und Oberflächengröße un-

terschiedliche Lebensbedingungen geschaffen. Letztere beeinflussen die Diversität der Arten. Zusätzlich kommen unterschiedliche Pflanzen auf den beiden zu vergleichenden Substraten vor. Die Ursachen hierfür müssten in weiteren Versuchen belegt und begründet werden.

Der *Polydora ciliata* wurde auf bzw. in Muscheln gefunden und auf Steinen, die auch Balaniden trugen. Steine ohne Balaniden enthielten keine *P. ciliata*. Daraus ist zu folgern, dass Muschel- und Pockenschalen ein wichtiger Bestandteil des *Polydora* Lebensraumes sind.

Die Diversität der Arten war auf Steinen und Muscheln in den tiefen Gebieten jeweils höher als im flachen Gewässer. Dies lässt sich unter anderem durch den ständig ändernden Wasserstand erklären. Bei hohem Luftdruck ist der Wasserstand sehr tief, so dass die Substrate in niedrigen Wassertiefen ungeschützt gegenüber Austrocknung und Fraßfeinden sind. Speziell Austernfischer (*Haematopus ostralegus*) wurden entlang der Muschelbank beim Beuteerwerb gesichtet. Physikalische Faktoren spielen auch eine große Rolle. So ändern sich die Licht und Strahlenverhältnisse in tieferen Gewässern (Little & Kitching, 1996). Auch durch Wellen verursachte Strömung macht es gerade für größere Organismen schwer in flachen Gewässern zu leben (Little & Kitching, 1996).

### Literatur

Little, C. & Kitching, J. A. (1996): The Biology of Rocky Shores. S.36 und S.21.

# Biological characterization of a semi-enclosed cove in the Gullmars Fjord, Sweden

Corvers, Linda, lindacorvers@yahoo.de  
Domínguez Camacho, Miguel, miguelondia@hotmail.com

## Abstract

Species of marine animals and plants are distributed on seashores along physical and chemical gradients. In a cove, these gradients stretch along a horizontal axis. The objective of this study was to document the distribution of the invertebrate fauna in the Swedish temperate cove Gåsevik and identify possible correlations with abiotic gradients. A qualitative counting of taxa, which are found in different zones of the cove revealed that these taxa were distributed heterogeneously, along the longitudinal axis of the cove. The number of taxa is positively correlated with depth and is highest at the mouth of the cove.

## Einleitung

Die Artenverteilung mariner Tiere und Pflanzen am Meeresrand hängen sowohl von physikalischen als auch chemischen Gradienten ab (Raffaelli & Hawkins, 1996). An Felsküsten wird das Verteilungsmuster unter anderem durch vertikale Gradienten bestimmt, z.B. durch Gezeiten, Oberflächenströmungen oder Licht (Little & Kitching, 1996). In einer Bucht sind die Parameter allerdings horizontal verteilt. Barnes (1980) schreibt in einer Studie über Lagunen, dass viele Faktoren, die im offenen Meer vertikale Gradienten zur Folge haben, aufgrund anderer Dimensionen der Wassermasse ihre Gültigkeit verlieren und die abiotischen Faktoren sehr variabel werden. Im Fall einer Bucht wird die biologische Verteilung stärker von anderen Faktoren beeinflusst, wie z.B. die Wellenbewegung und die Beweglichkeit der Sedimentpartikel (Little, 2000). Zusätzlich veränderte Bedingungen entstehen, wenn ein Fluss oder ein Bach in die Bucht mündet, was sich auf das Artenverteilungsmuster auswirkt (Raffaelli & Hawkins, 1996).

Eine vertikale Zonierung findet sich auch im Gullmarsfjord, der durch Felsküste geprägt ist (Rosenberg, 1982). Dieser vertikale Gradient wird in Buchten jedoch gestört, so dass auch in den Buchten des Gullmarsfjordes ein horizontaler Gradient in der Biodiversität angenommen werden kann. Da in die Gåsevik Bucht zusätzlich ein Bach mündet stellt sie ein besonders interessantes Gebiet da, weil in ihr viele Parameter einen Gradienten bilden.

Ziel der Untersuchungen war es ein qualitative Verteilungsmuster mariner Invertebraten in der der Bucht zu bestimmen, wobei eine heterogene Verteilung der Anzahl verschiedener Familien vermutet wird, die eine horizontale Zonierung ergeben. Aufgrund der relativen Unbeweglichkeit der Epifauna und ihrer damit verbundenen Abhängigkeit von vorgegebenen abiotischen Faktoren, ist diese Bucht ein geeigneter ökologischer Raum, um die Hypothese einer Taxaverteilung entlang eines horizontalen Gradienten zu überprüfen.

## Material und Methoden

Die Gåsevik Bucht liegt im östlichen Eingangsbereich des Gullmarfjordes an der Westküste Schwedens. Zur Untersuchung wurde die Bucht in vier Areale unter-

teilt. Diese Untersuchung erfolgte in drei Schritten: Erstellen einer Karte des Untersuchungsgebiets und Einteilung in vier verschiedene Areale, Probenent-

nahme aus den verschiedenen Arealen und die Auswertung der entnommenen Proben.

Die Probenentnahme erfolgte an vier aufeinanderfolgenden Tagen, vom 08.07.04 bis zum 12.07.04.

#### Kartenerstellung:

Auf einer Karte des Untersuchungsgebietes wurde eine Einteilung des Gebietes von einer erhöhten Position nach Augenmass gemacht. Dabei dienten Unterschiede in der Bodenfärbung, verursacht durch unterschiedlichen Bodenbewuchs und unterschiedliche Wassertiefe, als Richtlinien. Dadurch ergeben sich vier Areale unterschiedlicher Struktur. Von dieser Position wurde ein Foto von der Bucht gemacht (Abb. 1).

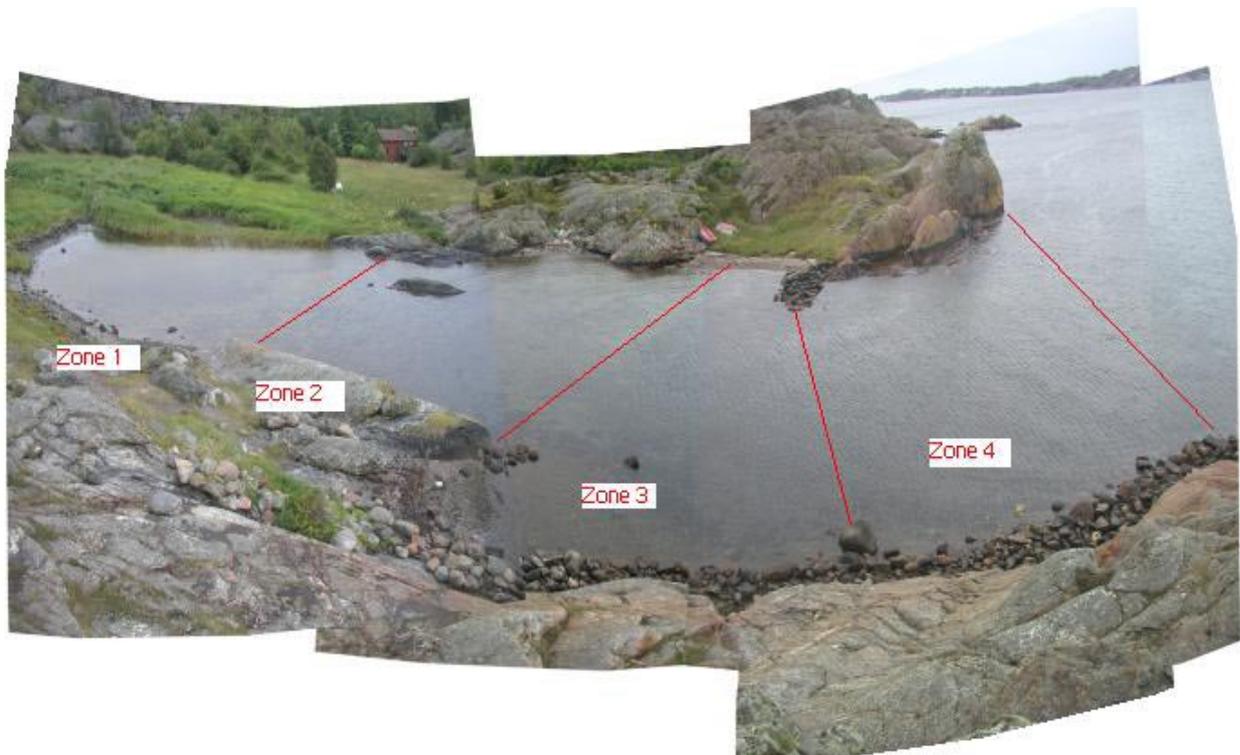
wurden in Plastiktüten ins Labor transportiert und unter fließendem Seewasser in Aquarien aufbewahrt.

#### Wassertiefe:

Die Wassertiefe wurde mit einer Messlatte bestimmt, es wurde immer die zum Zeitpunkt der Probenentnahme aktuelle Wassertiefe gemessen. Für den Vergleich der Zonen wurde der Durchschnitt aller in der jeweiligen Zone gemessenen Wassertiefen errechnet. Auf der Karte wurde die mittlere Entfernung der Zonen zum Buchteingang bestimmt.

#### Probenauswertung:

Die Proben wurden sofort nach Entnahme und bis ca. 15:30 des nächsten Tages ausgewertet.



**Abb. 1:** Übersicht der Gäsevik Bucht, Gullmars Fjord (Schweden), mit den vier Untersuchungs-zonen.

#### Probenentnahme:

Pro Areal wurden vier zufällige Stichproben entnommen, bis auf Zone 4 wo drei Stichproben genommen wurden. Die Beprobung erfolgte jeweils um ca. 16:00, wobei jeden Tag eine Zone beprobt wurde, in der Reihenfolge Zone 1 bis 4. Die Entnahmeorte in den einzelnen Arealen wurden zufällig gewählt.

Eine Stichprobe setzte sich aus einer Bodenmaterialprobe, einer Wasserprobe und der Bestimmung von Temperatur und Wassertiefe zusammen.

#### Bodenprobe:

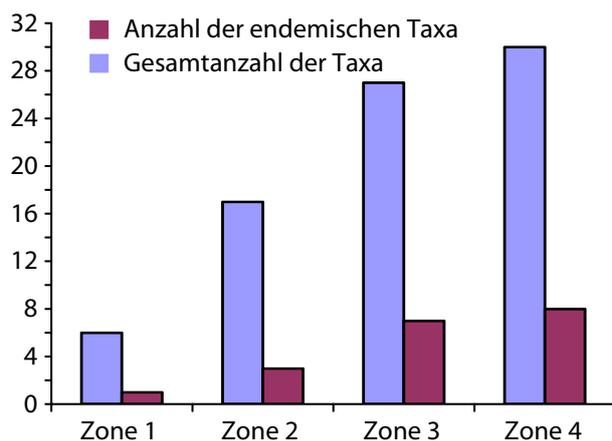
Durch Auflegen eines Holzrahmens auf den Grund der Bucht wurde eine Fläche von 625 cm<sup>2</sup> begrenzt. Innerhalb dieser Fläche wurde die Epifauna und oberste Sedimentschicht abgesammelt. Die Proben

Das Bodenmaterial wurde unter dem Binokular (Vergrößerung 6,5 bis 40x) und mit verschiedener Bestimmungsliteratur qualitativ ausgewertet. Zur Durchsicht der Sedimentproben wurden diese kurz mit Süßwasser geschockt und in ein Sieb dekantiert (Maschendurchmesser 120 µm) und das im Sieb verbleibende Material in Salzwasser untersucht. Die gefundene Fauna wurde, sofern größer als 0,5 mm, bis zum übergeordneten Taxon Familie bestimmt. Von den Crustacea wurden Vertreter der Taxa Amphipoda und Copepoda, die kleiner als 1mm waren, nicht weiter bestimmt.

Die Wetterverhältnisse waren während der Beprobung sehr wechselhaft. Durch Messung der Temperatur und Salinität in Zone 1 am ersten und vierten Beprobungstag zeigte sich eine große Variabilität dieser Faktoren.

## Ergebnisse

Die Fauna der Bucht von Gåsevik (Gullmarsfjord, Schweden) weist Unterschiede in der untersuchten qualitativen Zusammensetzung der Taxa auf. Die Gåsevik Bucht zeigt vom Buchteingang bis zum Ende eine Abnahme der Wassertiefe. Entlang dieser Abnahme der Tiefe und gleichzeitiger Zunahme der Entfernung vom Anfang der Bucht nimmt die Anzahl der Taxa ab (Abb. 3). Am Buchteingang (Abb. 1: Zone 4), mit einer durchschnittlichen Wassertiefe von 0,84 m, finden sich Individuen aus 30 verschiedenen Taxa (Tab. 4). In der durchschnittlich 0,51 m tiefen, auf den Buchteingang folgenden Zone 3 finden sich Individuen aus 27 verschiedenen Taxa (Tab. 3). Zone 2, die im Durchschnitt 0,31 m tief



**Abb. 2:** Anzahl der in der Bucht von Gåsevik gefundenen Taxa nach Zonen getrennt. Dargestellt sind jeweils die Gesamtanzahl einer Zone und die nur in dieser Zone gefundenen (=„endemischen“) Taxa.

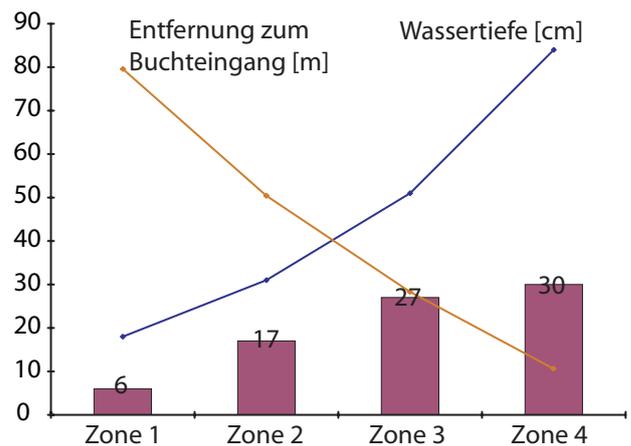
## Diskussion

Die erhaltenen Daten der Untersuchung der Gåsevik Bucht zeigen eine heterogene Verteilung der Organismen. Die Anzahl der Taxa nimmt vom Ende der Bucht (Zone 1) bis zum Eingang (Zone 4) zu. In Zone 1 kann man die gefundenen Organismen nur wenigen Taxa zuordnen, wohingegen in Zone 2 relativ viele verschiedene Taxa vorkommen. Das Maximum wird in Zone 3 und 4 erreicht, wobei sich diese Zonen kaum in der Anzahl gefundener Taxa unterscheiden. Die Taxaverteilung folgt also einem horizontalen Gradienten. Dieser Gradient ist von Zone

1 bis Zone 3 ausgeprägt und „flacht“ dann ab. Vergleicht man die Organismenverteilung mit der Wassertiefe und der Entfernung zum Buchteingang, so korreliert diese bis zu Zone 3, danach nimmt die Wassertiefe weiter linear zu und die Entfernung zum Buchteingang verringert sich konstant, aber es beeinflusst die Biodiversität nur noch gering. Der Parameter Wassertiefe und die Entfernung zum Buchteingang können andere für das Leben mariner Organismen essentielle Parameter definieren. Dazu gehören die Sauerstoffkonzentration, die Salinität und Licht (Raffaelli

ist, wies Individuen aus 17 verschiedenen Taxa auf. Das Buchtende (0,17 m durchschnittlich tief) wies die niedrigste Anzahl an Taxa auf: die gefundenen Individuen in der Zone 1 stammten aus 6 verschiedenen Taxa (Tab. 1) Es gibt in jeder Zone mindestens ein Taxon, deren Vertreter nur in dieser zu finden sind („endemisch“). Das Verhältnis der „zonenendemischen“ Taxa zur Gesamtzahl der gefundenen Taxa am Buchteingang 1:4 und am Buchtende 1:6 (Abb. 2).

Es wurden nur aus zwei Taxa Organismen gefunden die sich über die gesamte Bucht verteilen. Dies waren Individuen der Sycettidae (Porifera: Calcarea) und der Littorinidae (Mollusca: Gastropoda).



**Abb. 3:** Anzahl der in der Bucht von Gåsevik gefundenen Taxazahlen nach Zonen getrennt, in Verbindung mit der Wassertiefe und der Entfernung vom Buchteingang.

& Hawkins, 1996). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich Unterschiede in der Wassertiefe in flachem Wasser, d.h. zwischen ca. 20 cm und 50 cm, stark auf die Lebensbedingung auswirken. Hat das Wasser eine Tiefe von ca. 50 cm so ändern zusätzliche 30 cm die Lebensbedingungen vergleichsweise weniger, da die Wassermasse Pufferkapazität gewonnen hat.

Die maximale Entfernung in der Zone 1 zum Eingang der Bucht lässt nur einen geringen Wasseraustausch zu. Dadurch entsteht eine breite anaerobe Wasserschicht (Raffaelli & Hawkins: S. 22, Fig. 1.14). In Anbetracht der geringen Größe des einmündenden Bachs ist es unwahrscheinlich, dass in den hinteren Zonen ein Süßwassereinfluss vorhanden ist. Daraus folgt, dass

der Sauerstoffgehalt am Ende der Bucht (Zone 1) sehr gering war und dadurch nur Individuen aus wenigen Taxa gefunden wurden.

In Zone 2 hat sich sowohl die Entfernung zum Buchteingang verringert, d.h. der Wasseraustausch ist grösser, zum anderen ist die Entfernung zum Bach, also zur Süßwasserquelle geringer, was sich in einer erhöhten Biodiversität bemerkbar macht.

In Zone 3 und 4 war die Wellenbewegung stärker was wahrscheinl. zu einem guten Wasseraustausch und damit zu einer guten Sauerstoffversorgung des Wassers geführt hat. Die physikalischen Gegebenheiten der Gåsevik Bucht führen zu einer Zunahme der Biodiversität vom Buchtende zum Buchteingang.

### Literatur

- Little, C. (2000): *The Biology of Soft Shores and Estuaries*. Oxford University Press, New York.
- Little, C. & Kitching, J. A. (1996): *The Biology of Rocky Shores*. Oxford University Press, New York.
- Raffaelli, D., Hawkins, S. (1996) *Intertidal Ecology*. Chapman and Hall, Hampshire (U.K.).
- Rosenberg, R. (1982): *Havets liv och miljö*. Liber, Uddevalla.

**Anhang:** Taxa nach Größenklassen der Tiere geordnet. Die untersuchte Fläche betrug 4×625 cm<sup>2</sup> Epifauna und oberste Substratschicht. Kursiv sind die „endemisch“ (nur in dieser Zone) vorkommenden Taxa.

**Tab.1:** Am Ende der Gåsevik-Bucht (Zone 1) gefundene Taxa.

Taxon	0,5mm ≤ 2mm	2mm – 5mm	5mm – 10mm	> 10 mm
Porifera		Sycettidae		
Hydrozoa	Campanulariidae			
Polychaeta		Serpulidae Spionidae		
Gastropoda		Littorinidae	Littorinidae	Littorinidae
Echinodermata		<i>Ophiuroidea</i>		

**Tab.2:** Vor dem Ende der Gåsevik-Bucht (Zone 2) gefundenen Taxa.

Taxon	0,5mm ≤ 2mm	2mm – 5mm	5mm – 10mm	> 10 mm
Porifera		Sycettidae <i>Clathriidae</i>		
Hexacoralia		Actiniidae		
Polychaeta		Serpulidae	Nereidae Phyllodocidae	<i>Magelonidae</i>
Oligochaeta		Tubificidae		
Isopoda		Janiridae		
Cirripeda		Balanidae		
Amphipoda	Gammaridae Amphithoidae	Gammaridae Amphithoidae	Gammaridae	
Decapoda		Xanthidae		
Gastropoda	<i>Rissoidea</i>	Littorinidae	Littorinidae	Littorinidae Nassariidae
Bivalvia		Mytilidae		

**Tab. 3:** Hinter dem Eingang der Gåsevik-Bucht (Zone 3) gefundenen Taxa.

Taxon	0,5mm ≤ 2mm	2mm – 5mm	5mm – 10mm	> 10 mm
Porifera		Sycettidae Clionidae Halichondriidae	Sycettidae	
Hexacorallia		Parazoanthidae <i>Diadumenidae</i> <i>Edwardsiidae</i>	Metridiidae	Metridiidae
Hydrozoa	Campanularidae	<i>Hidractiniidae</i>		
Polychaeta		<i>Spirorbidae</i>		Spionidae Aphroditidae Serpulidae
Oligochaeta		Tubificidae <i>Naididae</i>		
Cirripeda		Balanidae	Balanidae	Balanidae
Amphipoda	Acanthonotozomatidae Amphithoidae	Acanthonotozomatidae Amphithoidae Gammaridae Corophiidae	Amphithoidae	
Gastropoda		Littorinidae Hydrobiidae	Littorinidae Nassariidae	Littorinidae Nassariidae
Bivalvia			Mytilidae	Mytilidae <i>Cardiidae</i>
Polyplacophora			Ischnochitonidae	
Bryozoa	Membraniporidae			

**Anhang:** Taxa nach Größenklassen der Tiere geordnet. Die untersuchte Fläche betrug 4×625 cm<sup>2</sup> Epifauna und oberste Substratschicht. Kursiv sind die „endemisch“ (nur in dieser Zone) vorkommenden Taxa.

**Tab. 4:** Am Eingang der Gåsevik-Bucht (Zone 4) gefundenen Taxa.

Taxon	0,5mm ≤ 2mm	2mm – 5mm	5mm – 10mm	> 10 mm
Porifera	<i>Myxillidae</i> <i>Adociidae</i> <i>Biemnidae</i> <i>Sycettidae</i>	Clionidae	Halichondridae	
Hexacorallia	Parazoanthidae	Actiniidae	Metridiidae	Metridiidae
Hydrozoa	<i>Bouganvillidae</i>			
Polychaeta	<i>Netrillidae</i>		Spionidae Phyllodocidae	Nereidae Aphroditidae
Oligochaeta		Tubificidae		
Cirripeda			Balanidae <i>Chthamalidae</i>	
Amphipoda		Amphithoidae Gammaridae <i>Talitridae</i>	Amphithoidae Gammaridae	
Decapoda		Xanthidae		
Gastropoda	Littorinidae	Littorinidae Hydrobiidae	Littorinidae	Littorinidae Nassariidae
Bivalvia				Mytilidae
Polyplacophora			Ischnochitonidae	
Bryozoa	Membraniporidae <i>Hypoporinidae</i>			

# Filtration rates in three different Scandinavian ascidians: quantification of the influence of salinity on feeding efficiency

Müßig, Laurenz, bephat@gmx.de  
Winter, Jonas P., winterpol@web.de

## Abstract

Ascidians are marine filter-feeding organisms, which feed on phytoplankton and organic detritus. We examined the influence of salinity on absolute and individual filtration rates of three Scandinavian ascidian species (*Ascidiella aspersa*, *Corella parallelogramma*, *Ciona intestinalis*). These species differ in their general feeding efficiency in deep sea water (salinity 33‰) that correlate with morphological differences of the branchial basket. Therefore *C. parallelogramma* which is the only species possessing a complex spiral-shaped gill slit structure showed the highest absolute and individual filtration rate. Under conditions of low salinity (22‰) all species show a reduced filtration rate. *C. parallelogramma* was most severely affected by this stress factor followed by *A. aspersa*, which also showed a highly reduced filtration rate. *C. intestinalis* showed only a slight decrease of filtration efficiency in the low salinity treatment. The different influence of reduced salinity on filtration rates can be explained by a general difference of the species towards physiological stress. Another possibility is that this shows the preferred depth of the habitat the different species live in. The data for *C. intestinalis* should be interpreted with caution, because it is possible that this species has physiological difficulties under the experimental conditions.

## Einleitung

Ascidien kommen in vielen unterschiedlichen Habitaten vor, wie z.B. Felsküsten, Muscheln, Steinen, Algen und sandigen Böden, wobei die meisten Arten solitär leben. Bis auf wenige Ausnahmen handelt es sich bei diesen zwittrigen Organismen mit freilebenden Larven um Filtrierer, die sich von Phytoplankton und organischem Detritus ernähren, indem sie Wasser mit Hilfe der Cilien ihres Kiemendarmes, die die Kiemenspalten flankieren, durch die Mundöffnung einstrudeln. Die Nahrungspartikel verfangen sich dabei in dem vom Endostyl gebildeten Schleimfilm, und werden über die Branchialwand zum Dorsalorgan und von dort zum Ösophagus transportiert.

Bei unseren Versuchen interessierte uns nun, ob es einen Unterschied in der Filtrationsleistung der Tunikatenarten *Ascidiella aspersa*, *Corella parallelogramma* und *Ciona intestinalis*, die alle im Skagerrak vorkommen, gibt. Darüber hinaus untersuchten wir wie anfällig die Arten auf den Stressfaktor niedrige Salinität reagieren, da im Untersuchungsgebiet die Salinität je nach Wassertiefe stark variiert. Dabei hat das Tiefenwasser eine fast konstante Salinität von ca. 33‰, und die des Oberflächenwassers schwankt zwischen 20-33‰. An Hand von eigenen morphologischen Untersuchungen und Literaturdaten sollte ein Zusammenhang zwischen der Gestalt des Kiemendarms hergestellt werden.

## Material und Methoden

Die verwendeten Ascidienarten *Ascidiella aspersa*, *Corella parallelogramma* und *Ciona intestinalis* wurden mit einer Dredge aus ca. 20 m Tiefe im Mündungsgebiet des Gullmarfjord im Skagerrak

hochgeholt. Zunächst wurden sämtliche Versuchstiere vermessen, wobei Länge, Höhe und Breite mit einer Schublehre, Gewicht mit einer Waage und Volumen mit einem Überlaufgefäß (ml H<sub>2</sub>O-ver-

drängt) bestimmt wurden. Um die Filtrationsleistung (herausgefilterte Algenzellen pro ml; cells/ml) und Filtrationsraten (herausgefilterte Algenzellen pro Körpergewicht in g und Stunde; cells/gBW×h) der verwendeten Ascidien bei unterschiedlichen Salinitäten zu untersuchen, wurden zwei Versuchsreihen mit einer Salinität von 33‰ und 22‰ angesetzt. Pro Versuchsreihe wurden jeweils zwei Tiere pro Art in ein belüftetes Becherglas mit einem Liter Wasser mit ca. 7000-10000 Algenzellen der Art *Tetraselmis sp.* (9-10 µm) gesetzt. Zusätzlich wurde für die beiden unterschiedlichen Salinitäten (33‰ und 22‰) eine Kontrolle nur mit Algen angesetzt. Nach 0, 30, 60 und 180 min wurden aus jeder Probe 700 µl entnommen und mit 700 µl 6%-igem Formalin fixiert. Die fixierten

Proben wurden anschließend mit einem Mikroskop und einem Hämacytometer ausgezählt, wobei die Algenkonzentration von jeweils vier mal fünf µl bestimmt und gemittelt wurden. Zur graphischen Darstellung wurde die absolute Filtrationsleistung mit der jeweiligen Standardabweichung für jedes Individuum über der Zeit aufgetragen. Darüber hinaus bestimmten wir die artspezifische Filtrationsrate in cells/gBW×h, die ebenfalls mit der Standardabweichung über der Zeit aufgetragen wurde. Um einen Langzeittrend ermitteln zu können wurde der Versuch mit jeweils einem Individuum pro Art bei gleichen Salinitäten nochmals wiederholt, und nach 0, 270 und 720 min Proben entnommen und ausgewertet.

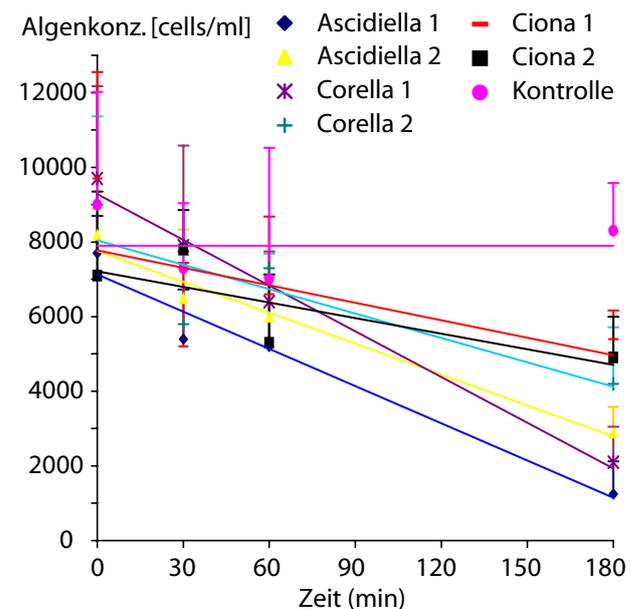
## Ergebnisse

Die verwendeten Individuen von *Ciona intestinalis* (58 – 78 mm) sind um etwa ein Drittel größer als *Ascidiella aspersa* (45-48 mm). *Corella parallelogramma* ist mit 26,5-34,5 mm Körperlänge die kleinste Art. Die Breite von *C. intestinalis* schwankt erheblich (14,5-21,5 mm), wohingegen sie bei den anderen Arten relativ konstant ist (*A. aspersa* 20,5-23,5 µm, *C. parallelogramma* 19-21,5 µm). Auch das Körpergewicht und Volumen variiert bei *C. intestinalis* (4,9-16,2 g) am stärksten, bei den anderen Arten ist es relativ konstant (*A. aspersa* 10,5-13,1 g, *C. parallelogramma* 3,8-6,7 g) (Tab. 1).

Bei einer Salinität von 33‰ ergeben sich für alle drei Ascidienarten unterschiedliche absolute Filtrationsleistungen (Abb. 1). Besonders *A. aspersa* (ca. 1958 cells/h) und *C. parallelogramma* (ca. 2067 cells/h) filtrierten deutlich mehr Algenzellen aus dem Wasser als *C. intestinalis* (ca. 1083 cells/h). Bei einer Salinität von 22‰ ist die absolute Filtrationsleistung bei allen drei Arten geringer (*A. aspersa*: ca. 750 cells/h; *C. parallelogramma*: ca. 500 cells/h; *C. intestinalis*: ca. 333 cells/h), was einem durchschnittlichen Abfall der Filtrationsleistung von ca. 70% entspricht (*A. aspersa*: ca. 62%; *C. parallelogramma*: ca. 76%; *C. intestinalis*: ca. 69%) (Abb. 2). Dieser Trend wird durch die individuellen Filtrationsraten

(cells/gBW×h) untermauert. Während es bei *C. parallelogramma* bei einer Salinität von 22‰ zu einem Abfall der individuellen Filtrationsrate von ca. 72%, und bei *A. aspersa* von ca. 59% kommt, ist der Unterschied in der individuellen Filtrationsrate bei den verwendeten Salinitäten bei *C. intestinalis* deutlich geringer (ca. 30%) (Abb. 3).

Bei dem Langzeitversuch über 720 min zeigt sich ein ähnliches Ergebnis: Die absolute Filtrations-



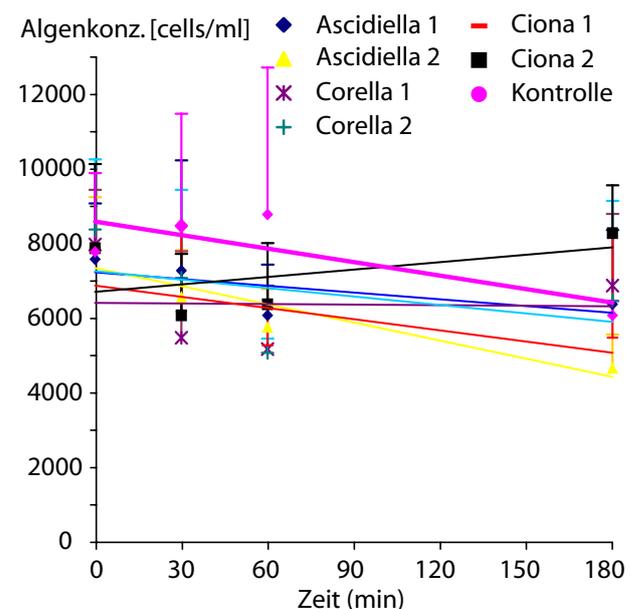
**Abb. 1:** Die absolute Filtrationsleistung in cells/ml der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak aus dem Versuch über 180 min bei einer Salinität von 33‰. Als Verlauf sind Regressionsgeraden aufgetragen. Die Standardabweichungen sind als positive Fehlerbalken eingetragen.

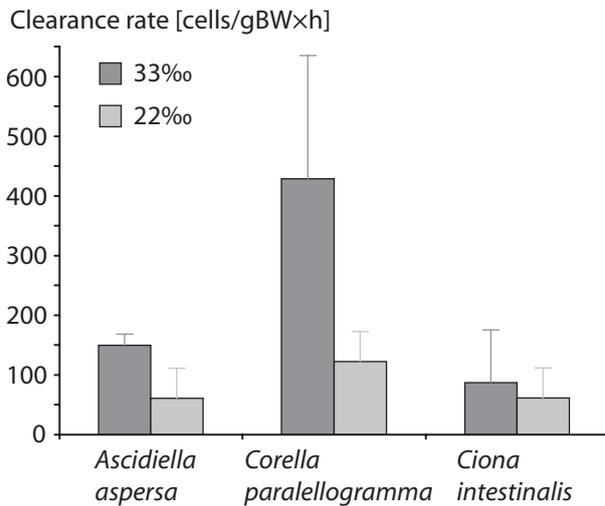
**Tab. 1:** Morphologische Parameter der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak. Die Filtrierleistung der Individuen 1-2 sind jeweils über 180 min gemessen worden, die der Individuen 3 über 720 min.

Individuum	Länge [mm]	Breite [mm]	Höhe [mm]	Gewicht [g]	Volumen [ml H <sub>2</sub> O]
<b>Salinität 33‰</b>					
<i>Asciadiella</i> 1	49,0	22,5	18,5	14,9	12,0
<i>Asciadiella</i> 2	48,5	19,5	15,0	11,4	12,0
<i>Corella</i> 1	33,0	22,0	12,5	4,9	6,0
<i>Corella</i> 2	34,5	21,0	9,0	4,7	5,5
<i>Ciona</i> 1	69,0	14,5	-	10,9	11,5
<i>Ciona</i> 2	72,0	21,5	-	17,1	20,0
<i>Asciadiella</i> 3	44,0	21,0	15,5	11,15	10,0
<i>Corella</i> 3	34,5	21,5	11,5	6,7	6,5
<i>Ciona</i> 3	55,0	16,0	-	10,4	11,5
<b>Salinität 22‰</b>					
<i>Asciadiella</i> 1	45,0	21,5	15,0	10,5	11,5
<i>Asciadiella</i> 2	48,0	23,5	15,5	13,1	13,5
<i>Corella</i> 1	29,0	19,0	12,5	3,9	4,0
<i>Corella</i> 2	26,5	21,0	11,0	4,2	5,0
<i>Ciona</i> 1	58,0	15,0	-	6,1	6,0
<i>Ciona</i> 2	78,0	18,5	-	16,2	18,0
<i>Asciadiella</i> 3	46,0	20,5	18,0	11,3	10,5
<i>Corella</i> 3	29,0	19,0	11,5	3,8	4,5
<i>Ciona</i> 3	38,0	14,0	-	4,9	4,0

leistung von *A. aspersa* und *C. parallelogramma* nimmt bei einer Salinität von 22‰ (*A. aspersa*: ca. 300 cells/h; *C. parallelogramma*: ca. 117 cells/h) im Vergleich zu 33‰ (*A. aspersa*: ca. 508 cells/h; *C. parallelogramma*: ca. 592 cells/h) deutlich ab (*A. aspersa*: ca. 41%; *C. parallelogramma*: ca. 80%) (Abb. 4 und 5), wobei die Filtrationsleistung von *C. intestinalis* diesmal bei 22‰ (ca. 150 cells/h) im Vergleich zu 33‰ (ca. 108 cells/h) mit 28% sogar zunimmt. Auch hier wird dieser Trend durch die individuellen Filtrationsraten bestätigt: bei *C. parallelogramma* ergibt sich bei 22‰ Salinität ein Abfall von ca. 65% und bei *A. aspersa* von ca. 41%. Im Gegensatz dazu steigt bei einer Salinität von 22‰ die Filtrationsrate von *C. intestinalis* um ca. 68% (Abb. 6). Allerdings ist bei allen drei Ascidienarten in diesem Versuch die absolute Filtrationsrate in cells/h (ca.  $71 \pm 12\%$ ) und die individuelle Filtra-

tionsrate in cells/gBW×h (ca.  $69 \pm 15\%$ ) geringer als in dem Versuch über 180 min.

**Abb. 2:** Die absolute Filtrationsleistung in cells/ml der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak aus dem Versuch über 180 min bei einer Salinität von 22‰. Als Verlauf sind Regressionsgeraden aufgetragen. Die Standardabweichungen sind als positive Fehlerbalken eingetragen.

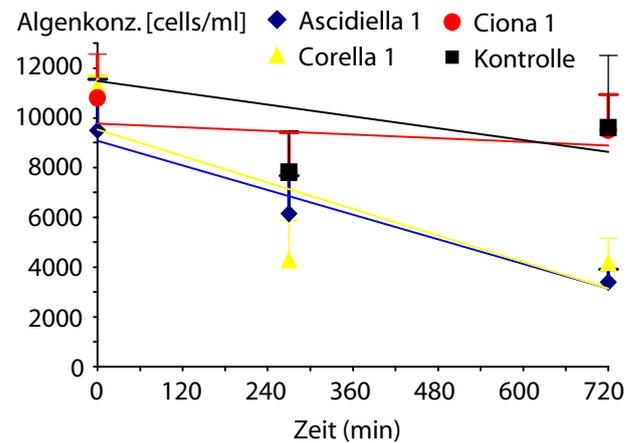


**Abb. 3:** Die individuelle Filtrationsleistung in cells/gBWxh der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak über 180 min bei einer Salinität von 33‰ und von 22‰.

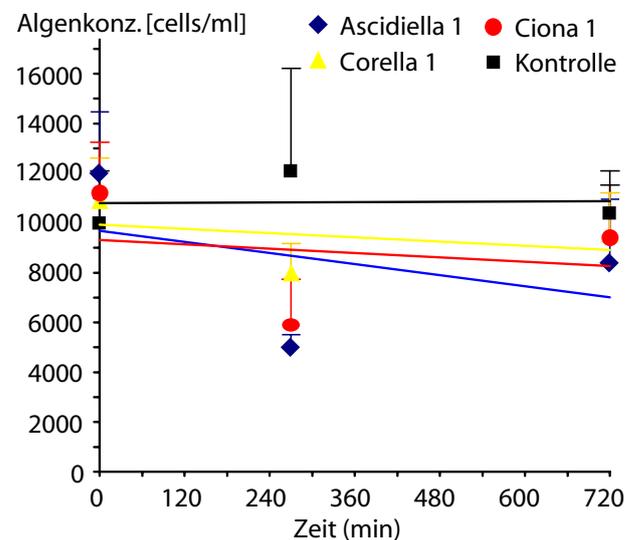
### Diskussion

Bei einem Vergleich der für die Filtrationsrate wichtigen morphologischen Parameter ergibt sich als Hauptunterschied zwischen den verwendeten Tunikatenarten die Struktur der Kiemenpalten. Während diese bei *Ascidiella aspersa* und *Ciona intestinalis* relativ simple aufgebaut sind und gerade verlaufen, bestehen sie bei *Corella parallelogramma* aus einer komplexen spiralförmigen Struktur (Tab. 2).

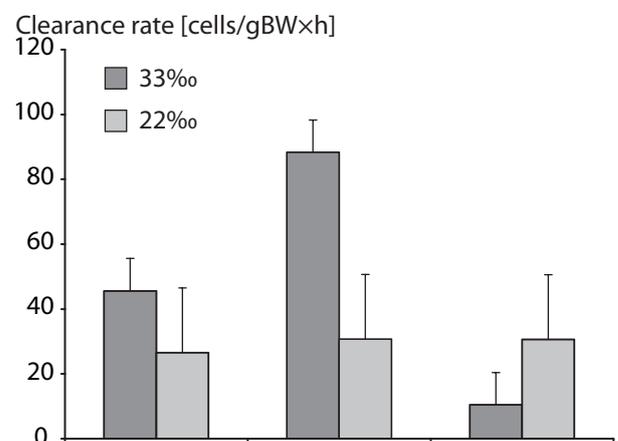
*C. parallelogramma* zeigte in unserem Experiment die höchste absolute sowie individuelle Filtrationsrate, was also durch die komplexe Struktur der Kiemenpalten erklärt werden könnte. Dies wurde auch von Carlisle (1979) gefunden. Das steht allerdings im Gegensatz zu den Ergebnissen von Kott (1989) und Petersen & Svane (2002), die keinen Zusammenhang zwischen einer komplexen Kiemenpaltenstruktur und einer erhöhten Filtrationsrate feststellen konnten. Petersen & Svane (2002) fanden, dass vielmehr die Länge der Cilien, die den Wasserstrom erzeugen, der wichtigste Faktor neben der Kiemendarmgröße für eine bessere Filtrationsrate ist. Da in unserem Versuch die Filtrationsrate von *A. aspersa* im Vergleich zu *C. parallelogramma* um 65% geringer war, gehen wir davon aus, dass neben der Cilienlänge auch die Morphologie der Kiemenpalten



**Abb. 4:** Die absolute Filtrationsleistung in cells/ml der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak aus dem Versuch über 720 min bei einer Salinität von 33‰. Als Verlauf sind Regressionsgeraden aufgetragen. Die Standardabweichungen sind als positive Fehlerbalken eingetragen.



**Abb. 5:** Die absolute Filtrationsleistung in cells/ml der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak aus dem Versuch über 720 min bei einer Salinität von 22‰. Als Verlauf sind Regressionsgeraden aufgetragen. Die Standardabweichungen sind als positive Fehlerbalken eingetragen.



**Abb. 6:** Die individuelle Filtrationsleistung in cells/gBWxh der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak aus dem Versuch über 720 min bei einer Salinität von 33‰, bzw. 22‰.

einen Einfluss auf die erhöhte Filtrationsrate hat. Von den drei untersuchten Tunikatenarten reagiert *C. parallelogramma* am stärksten auf den Stressfaktor niedrige Salinität. Dies könnte daran liegen, dass diese Art generell am stressanfälligen ist, oder sich in diesem Ergebnis die bevorzugte Wassertiefe, in der die Organismen leben widerspiegelt. Die Salinität von 22‰ liegt an der unteren Schwankungsgrenze des Oberflächenwassers im Skagerrak, die Salinität von 33‰ entspricht der des Tiefenwassers (unterhalb von ca. 15m). Da die drei Tunikatenarten alle

*parallelogramma* in Bereichen mit schwankenden Salzgehalt anfinden müsste. Der Rückgang der Filtrationsrate bei niedriger Salinität ist bei *C. intestinalis* am geringsten. Allerdings ist die Leistung im Vergleich zu den anderen Arten unter beiden Bedingungen ebenfalls die niedrigste. Dies könnte darauf schließen lassen, dass *C. intestinalis* mit Salinitätsschwankungen physiologisch am besten zurecht kommt. Die gefundenen Ergebnisse für *C. intestinalis* bewerten wir aber äußerst kritisch, da wir davon ausgehen, dass diese Art unter den gewählten Versuchsbedingun-

**Tab. 2:** Morphologische Parameter des Kiemendarms der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak (verändert nach Petersen & Svane, 2002) und deren Vorkommen (Millar 1966: 38, 41, 58).

Art	Struktur Kiemenspalte	open fraction des Kiemendarms [%]	Vorkommen Tiefe [m]
<i>A. aspersa</i>	gerade	-	1-90
<i>C. parallelogramma</i>	spiral-förmig	37	1-200
<i>C. intestinalis</i>	gerade	35	1-500

Habitate von Flach- bis Tiefenwasser besiedeln (Millar 1966: Seiten: 38, 41, 58) wäre es möglich, dass *C. parallelogramma* erst in größeren Tiefen häufiger vorkommt und Bereiche mit niedrigen Salinitäten meidet. Ähnliches würde dann für *A. aspersa* gelten, die man dann etwas häufiger als *C.*

gen nicht die optimale Filtrationsrate erreichte. Zum einen schwankten die individuellen Raten zwischen einzelnen Individuen extrem und zum anderen stieg die individuelle Filtrationsrate im Langzeitversuch bei einer Salinität von 22‰ im Vergleich zu 33‰.

## Literatur

- Carlisle, D.B. (1979): Feeding mechanisms in tunicates. Inland Directorate Water Quality Branch, Scientific Series, 103: 1-66.
- Kott, P. (1998): Form and function in the Ascidiacea. Bull Mar Sci, 45: 253-276.
- Petersen, J.K. & Svane, I. (2002): Filtrationrate in seven Scandinavian ascidians: implications of the morphology of the gill sac. Marine Biology, 140: 397-402.
- Millar, R.H. (1966): Tunicata, Ascidiacea, 1st ed Universitetsforlaget.

## Sonntag der 11.7.2004

Die Erinnerungen an den Tag verblassen immer mehr, aber er wird wohl so ähnlich begonnen haben wie die anderen Tage auch. Den Wecker drei mal nach hinten korrigiert, duschen usw., Treppe runter schnell ´nen Kaffee zum wach werden, was meistens nicht klappte, da die Nächte einfach zu kurz waren, Kuchenbrot mit altbekanntem Käse und Schinken, noch ´nen Kaffee und kurzer Plausch mit verschlafenden Gesichtern. Dann schnell rüber ins Labor; da Wochenende war, dauerte es etwas die Tür zu öffnen.



Den Vormittag verbrachten wir damit unsere Zwischenberichte vorzubereiten, was bei dem einen oder der andren Hektik aufkommen ließ. Die Präsentation hatte dank Laura und Anne einen gewissen Unterhaltungswert. Trotz ihrer scharfen Blicke war es den beiden nicht so recht gelungen die Wassertiefe genau zu ermitteln, was besonders bei Laura Enttäuschung hervorrief, da sie doch so gerne wissenschaftlicher gearbeitet hätte. Den Nachmittag arbeiteten wir bei Musik im Labor, wobei wir in unserem Trott nur kurz registrierten, dass Anjas Eltern sie besuchten. Nach Feierabend, was wohl so gegen 22 Uhr war, machten Linda, Laurenz und ich eine Wanderung in den umliegenden Klippen, wobei Bergführer Laurenz immer einen geeigneten Abstieg runter ins nächste Tal fand und Linda, wie Ronja die Räubertochter über die Schluchten und Stacheldrahtzäune sprang. Als wir wieder in der Station ankamen empfing uns ein Brief von Laura. Ich hatte vergessen Thomas seinen Schlüssel zurückzugeben, also holten Laurenz und ich das dann nach. Deshalb hat sich der geplante Saunagang soweit nach hinten verschoben, dass schon alle schliefen, als ich um ein Uhr in die Sauna ging um danach wie immer total erschöpft mit einem verstohlenen Blick auf den Wecker ins Bett zu fallen, der schon in fünf Stunden wieder klingeln würde.

von Jonas



## Mittwoch der 13.07.2004

### Ausflugstag

Womit fing der Tag an, was haben wir vormittags gemacht? Keine Ahnung, ich glaube emsig gearbeitet, um bis um drei mit dem Tagespensum fertig zu werden, bereit für den freien Nachmittag.

Die erste Station der Reise war das Fischgeschäft, leider nicht bildlich dokumentiert, das Fischgeschäft und die Wartenummern die den Schweden sehr wichtig zu sein scheinen... Umso mehr Bilder gibt es von uns im Supermarkt, so viele schwierige Entscheidungen, soviel Verantwortung, welches Brot, wie viele Kartoffeln, und dann hat Laura auch noch die falschen Kekse gekauft.



Als nächstes sind wir zu Thomas gefahren um uns mit Kuchen und Salat versorgen zu lassen und um sein Kind anzuschauen was uns allen endlich ein fotogenes verzücktes Lächeln auf die Lippen gelegt hat.

Auf der Fähre standen wir komischen Deutschen ganz vorne, aber wann fährt man auch sonst über einen Fjord, und Gruppenfotos wollen doch alle haben.

Dann waren wir bei den Steinzeichnungen, so viele kleine Männer mit gewaltigen Peniszen, runde Räder (UFOs? Räder? Mondkalender? ), und keine Frauen. Wozu dann so große ...?

Weiter oben im Wald haben wir eine Vertiefung gefunden, die den kreisförmigen Abbildungen entsprach, es war schön im Wald, Frieden und Blaubeeren.



Schließlich und endlich sind wir in der Badebucht angekommen, wo die eine Hälfte dick angezogen aufs Wasser geschaut hat und die andere Hälfte gebadet hat (zu welcher Hälfte hat wohl Miguel gehört?). Während Laurenz und Jonas ein ums andere Mal ins Wasser gesprungen sind, Laura einen eleganten Kopfsprung gemacht hat, Anja mit nur einem winzigen bißchen Überwindung gesprungen ist, hatte Linda (also ich) große Probleme mit dem Springen ( Kurzfilm). Aber was man auf dem Film nicht mehr sieht, was aber alle wissen, ich bin dann doch gesprungen! Leider war das Wasser zum schwimmen ein wenig zu kalt.

Als wir dann grillen wollten war die Kohle schon fast runtergebrannt denn obwohl wir lange überlegt hatten wie viel Brot etc. wir bräuchten, hatten wir nur ganz wenig Kohle gekauft. Kein Problem Laura und Peter sind schnell, und zwar sehr schnell, neue holen gefahren. Unterdessen lagen Michi und Laura bäuchlings am Wasser und haben die Kartoffeln gewaschen und gerade als wir die Makrelen auf den Grill legen wollten, haben wir bemerkt, dass sie noch nicht ausgenommen waren. Zum Glück waren Jonas und ich in einem früheren Leben Fischputzer, naja nur Laura hat auf Leber gebissen.



Hätte ich Peter beim Essen nicht den ganzen Wein weggetrunken könnte ich jetzt vielleicht über dieses seltsame Holz-werf-Spiel berichten, was schließlich einen Großteil des Abends einnahm, aber leider kann ich das nicht. Is nicht so schlimm, oder? Es gibt ja viele schöne Fotos davon und ihr erinnert euch bestimmt noch ganz gut.

Am Ende vom Abend saßen wir alle auf dem Hügel (aus Granit und deshalb schön rund) und haben die abendliche Stimmung in uns aufgenommen, und langsam ist es dunkel geworden.

Kurz vor elf sind wir sturmartig aufgebrochen um die 11-Uhr-Fähre noch zu bekommen. In letzter Minute, die Fähre war schon am ablegen, ein mutiger Sprung und hinter uns sind die Schranken gefallen.

von Linda



# List of species

*Chlorophyceae, Grünalgen*  
*Enteromorpha flexuosa*

*Phaeophyceae, Braunalgen*  
*Bifurcaria bifurcata*  
*Fucus evanescens*  
*Fucus serratus*  
*Fucus spiralis*  
*Fucus vesiculosus*  
*Laurencia obtusa*  
*Laminaria saccharina*  
*Polysiphonia nigrescens*  
*Sargassum muticum*  
*Scytosiphon lomentaria*



*Corallium rubrum*

*Rhodophyceae, Rotalgen*  
*Ceramium rubrum*  
*Corallina officinalis*  
*Hildenbrandia rubra*  
*Lithothamnion calcareum*



*Cladonia sp.*

*Gräser*  
*Zostera marina*

*Lichenes*  
*Caloplaca marina*  
*Verrucaria maura*  
*Cladonia sp.*

*Porifera*  
*Myxilla fimbriata*

*Cnidaria*  
*Alcyonium digitatum*  
*Caryophyllia smithii*  
*Eutima gracilis* (Hydromedusa)  
*Gonactinia prolifera*  
*Haliplanella lineata*  
*Hydractinia echinata*  
*Leucarciara octona*  
*Metridium senile var. pallidus*  
*Pennatula phosphorea*  
*Sertularella sp.*



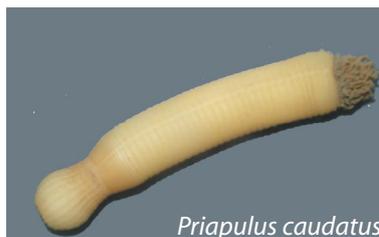
*Caryophyllia smithii*



*Metridium senile var. pallidus*

*Plathelminthes*  
*Plagiostum sp.*

*Priaplida*  
*Priapulus caudatus*



*Priapulus caudatus*

*Nemertini*  
*Micrura fasciolata*

*Sipunculus*  
*Golfingia minuta*

## Mollusca

*Aeolidia papillosa*  
*Aequipecten opercularis*  
*Buccinum undatum*  
*Emerginula fissura*  
*Hinia reticulata*  
*Hydrobia ulva*  
*Lacuna vincta*  
*Lepidochitona cinereus*  
*Lepidopleurus asselus*  
*Limacina clavigera*  
*Littorina littorea*  
*Littorina obtusata*  
*Littorina saxatilis*  
*Mytilus edulis*  
*Onchidoris muricata*  
*Pseudamussium septemradiata*  
*Turritella communis*



Littorina sp.



Aeolidia papillosa

## Polychaeta

*Eulalia bilineata*  
*Eulalia viridis*  
*Harmothoe glabra*  
*Harmothoe ljunghmani*  
*Lanice conchilega-Larve*  
*Lepidonotus squamatus*  
*Myzostoma cirriferum*  
*Neoamphitrite filiformis*  
*Nereimyra punctata*  
*Nereis pelagica*  
*Pectinaria auricoma*  
*Polydora ciliata*  
*Pommatoceros triqueter*  
*Pygospio elegans*  
*Spirorbis spirorbis*  
*Terebellides stroemi*



Spirorbis spirorbis



Polydora ciliata



Pommatoceros triqueter



Semibalanus balanoides

## Crustacea

*Balanus crenatus*  
*Carcinus maenas*  
*Corophium volutator*  
*Evadne nordmanni*  
*Evadne primifera*  
*Gammarus locusta*  
*Haploops tubicola*  
*Hyas araneus*  
*Jaera nordmanni*  
*Pagurus bernhardus*  
*Palaemon elegans*  
*Semibalanus balanoides*



Hyas araneus



Jaera nordmanni

## Bryozoa

*Cryptosula pallasiana*  
*Electra pilosa*  
*Lebralia pallasiana*  
*Securiflustra securifrons*



Securiflustra securifrons



Electra pilosa

## Phoronida

*Phoronis ovalis*  
*Phoronis pallida-Larve*



Phoronis ovalis

*Echinodermata*

*Amphiura chiajei*  
*Amphiura filiformis*  
*Antedon bifida*  
*Asterias rubens*  
*Brissopsis lyrifera*, Larve  
*Echinus esculentus*, Larve  
*Marthasterias glacialis*  
*Ophiocomina nigra*  
*Ophiopholis aculeata*  
*Ophiothrix fragilis*  
*Psammechinus miliaris*

*Chaetognatha*

*Krohnitta* sp.

*Tunicata*

*Asciella aspersa*  
*Asciella scabra*  
*Botryllus schlosseri*  
*Ciona intestinalis*  
*Corella parallelogramma*  
*Dendrodoa grossularia*

