

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 H₂O-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 *Ascidella 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-

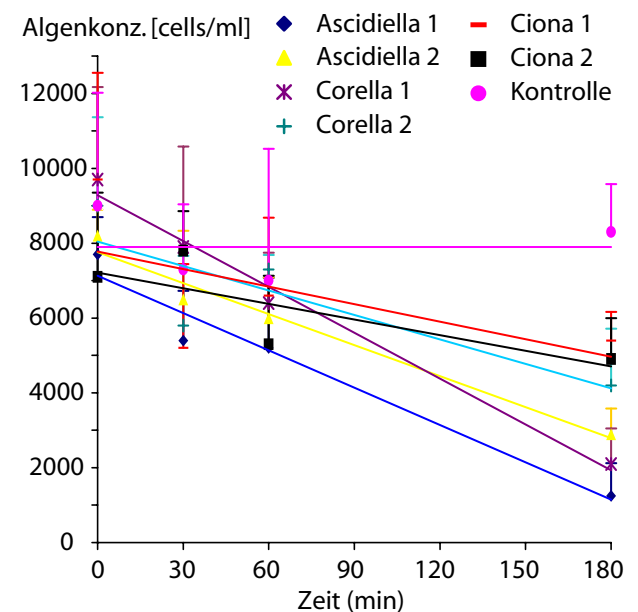


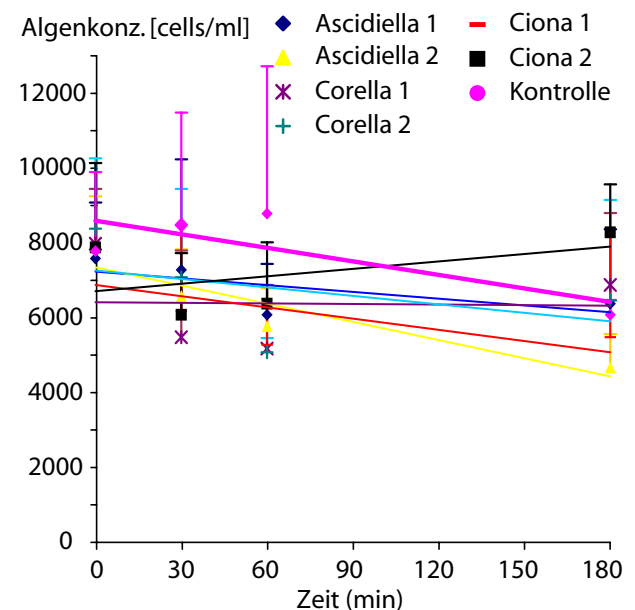
Abb. 1: Die absolute Filtrationsleistung in cells/ml der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak aus dem Versuch über 180 min bei einer Salinität von 33‰. Als Verlauf sind Regressionsgeraden aufgetragen. Die Standardabweichungen sind als positive Fehlerbalken eingetragen.

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 ₂ O]
Salinität 33‰					
<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
Salinität 22‰					
<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 Ascidiensarten 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.

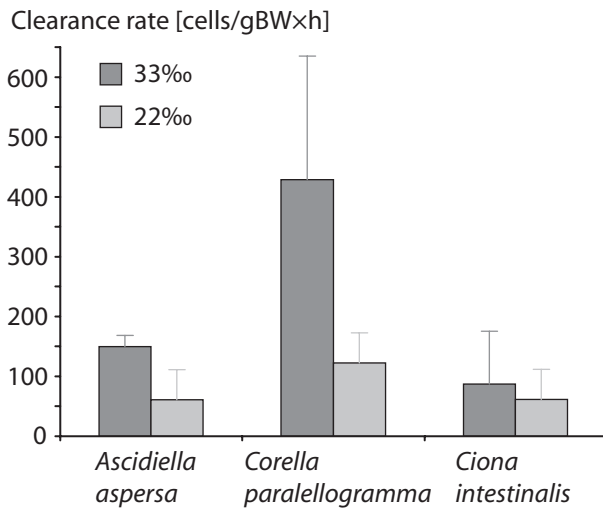


Abb. 3: Die individuelle Filtrationsleistung in cells/gBWxh der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak über 180 min bei einer Salinität von 33‰ und von 22‰.

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

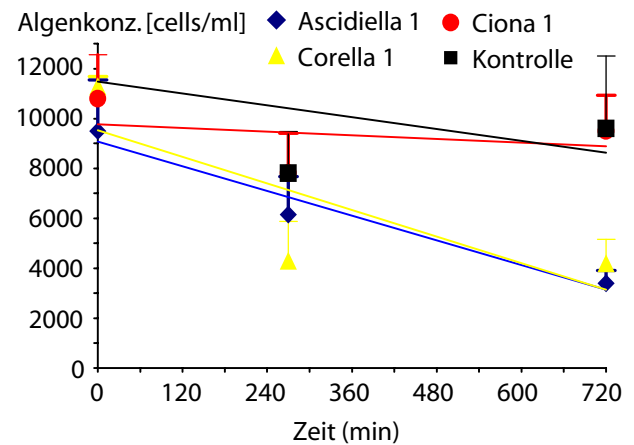


Abb. 4: Die absolute Filtrationsleistung in cells/ml der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak aus dem Versuch über 720 min bei einer Salinität von 33‰. Als Verlauf sind Regressionsgeraden aufgetragen. Die Standardabweichungen sind als positive Fehlerbalken eingetragen.

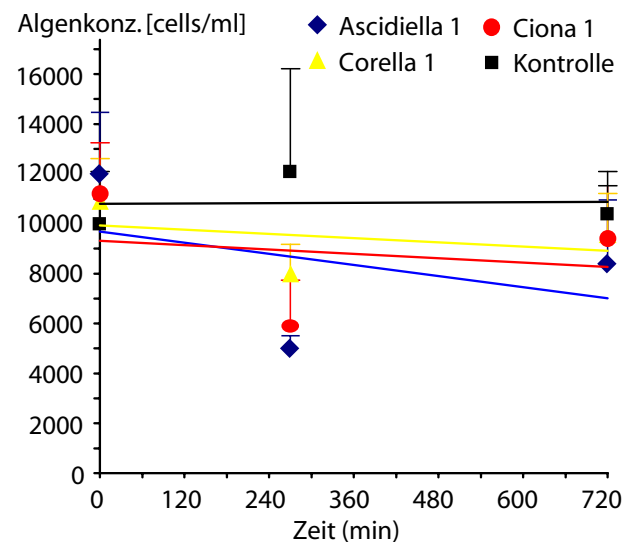


Abb. 5: Die absolute Filtrationsleistung in cells/ml der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak aus dem Versuch über 720 min bei einer Salinität von 22‰. Als Verlauf sind Regressionsgeraden aufgetragen. Die Standardabweichungen sind als positive Fehlerbalken eingetragen.

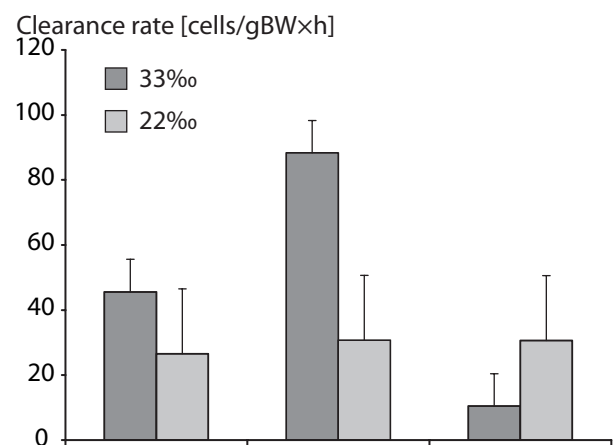


Abb. 6: Die individuelle Filtrationsleistung in cells/gBWxh der verwendeten Ascidien aus dem Skagerrak aus dem Versuch über 720 min bei einer Salinität von 33‰, bzw. 22‰.

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.