

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Weitere Beobachtungen zur ökologischen Physiologie der Miesmuschel *Mytilus edulis* L.

Von Carl SCHLIEPER und Ruth KOWALSKI

1. Einleitung

In früheren Arbeiten haben wir Beziehungen zwischen dem Stoffwechsel und der Aktivität der Miesmuschel *Mytilus edulis* und den physikalisch-chemischen Eigenschaften ihres Außenmediums analysiert (SCHLIEPER 1955 a u. b, SCHLIEPER u. KOWALSKI 1956 a u. b). Inzwischen haben wir diese Untersuchungen unter anderer, mehr zellphysiologischer Fragestellung fortgesetzt, dabei konnten wir jedoch einige weitere Beobachtungen zur allgemeinen ökologischen Physiologie der Miesmuschel machen, die im folgenden kurz berichtet werden sollen. Wir bitten, sie mit als Bausteine zu einer allgemeinen Brackwasserphysiologie zu betrachten.

Das untersuchte Tiermaterial stammte zum Teil aus der Nordsee von der Biologischen Anstalt in List auf Sylt (Salzgehalt des dortigen Meerwassers 30—32‰; Alkalinität im Mittel 2,3 mÄqu/l). Andere Miesmuscheln holten wir selbst aus der Kieler Förde (westliche Ostsee, Salzgehalt des Brackwassers im Mittel 15‰; Alkalinität im Mittel 1,9—2,1 mÄqu/l). Weitere Miesmuscheln konnte einer von uns (Schl.) während eines kurzen Besuches in der finnischen Zoologischen Station Tvärminne untersuchen (östliche Ostsee, Salzgehalt des dortigen Brackwassers zur Zeit unserer Versuche etwa 6‰; Alkalinität 1,4 mÄqu/l). Eine Anzahl finnischer Miesmuscheln wurde mit unserm Forschungskutter „Südfall“ in einem regulierbaren Kühlschranks bei 10° C in Brackwasser der Fundstelle von Tvärminne nach Kiel transportiert und dort im Laboratorium weiter bearbeitet. Ich möchte auch an dieser Stelle dem Direktor der Zoologischen Station Tvärminne, Herrn Professor Dr. P. PALMGREN, und seinen Mitarbeitern für die überaus freundliche Aufnahme in Tvärminne und die bereitwillige Hilfe während des Aufenthaltes verbindlichsten Dank sagen.

2. Die Kreislaufregulation von *Mytilus*

Nach Trockenlegen, d.h. nach Überführung in Luft, schließt die Miesmuschel reflektorisch ihre Schalen, und bald danach nehmen die Frequenz und die Amplitude der Herzschläge stark ab. Ausgelöst wird diese Reduktion (Hemmung) der Herztätigkeit in erster Linie durch die zunehmende Kohlendioxidspannung des in den Schalen eingeschlossenen Mediums. Aber auch sehr niedrige Sauerstoffspannung allein genügt, um die Herzfrequenz innerhalb etwa einer Stunde auf zwei bis drei Pulsationen pro Minute absinken zu lassen (SCHLIEPER 1955 b). Wir haben nun unter Anwendung der gleichen Methodik versucht, den Mechanismus dieses Vorganges weiter zu analysieren, und mit Meerwasser von abgestuften Sauerstoffspannungen gearbeitet. Hierbei ergab sich, daß geringere Herabsetzung der normalen Sauerstoffspannung des Meerwassers auf die Hälfte bis ein Drittel positive Kreislaufregulationen auslöst. Derartige herabgesetzte Sauerstoffspannungen verursachen innerhalb von zwei bis drei Minuten Steigerungen der Herzfrequenz um dreißig bis vierzig Prozent, die nicht nur kurzfristig, sondern bei gleichbleibender niedriger Sauerstoffspannung im Außenmedium auch mehrere Stunden aufrecht erhalten werden (s. Abb. 1, 2 u. 3). Auch in Meerwasser von nur drei Prozent Sauerstoffspannung (das sich also mit einer Atmosphäre von nur

3% Sauerstoffgehalt in Gleichgewicht befindet) steigt die Herzfrequenz zunächst schnell um etwa 40% bei gleichzeitiger Vergrößerung der Amplitude der einzelnen Herzschläge. Bei längerer Einwirkung, nach etwa 80 bis 90 Minuten, reicht diese niedrige Sauerstoffspannung aber anscheinend nicht mehr aus, und es tritt dann eine zunehmende reflektorische Hemmung der Herzstätigkeit ein, die nach insgesamt etwa zwei Stunden zu einem fast vollständigen Stillstand der Herzpulsationen führt (s. Abb. 4). — Geringere Erhöhung der Sauerstoffspannung des Außenmediums hat keine Wirkung. Sehr hohe Sauerstoffspannungen (80—97%) verursachen dagegen häufig starkes Absinken der Herzfrequenz mit dazwischen eingeschalteten kürzeren oder längeren Perioden hoher Frequenz, so daß die Frequenzkurven vielfach unruhig auf und ab pendeln (s. Abb. 5). Bei längerer Dauer wirken sehr hohe Sauerstoffspannungen, besonders bei Ostsee-Individuen, schädigend bzw. letal.

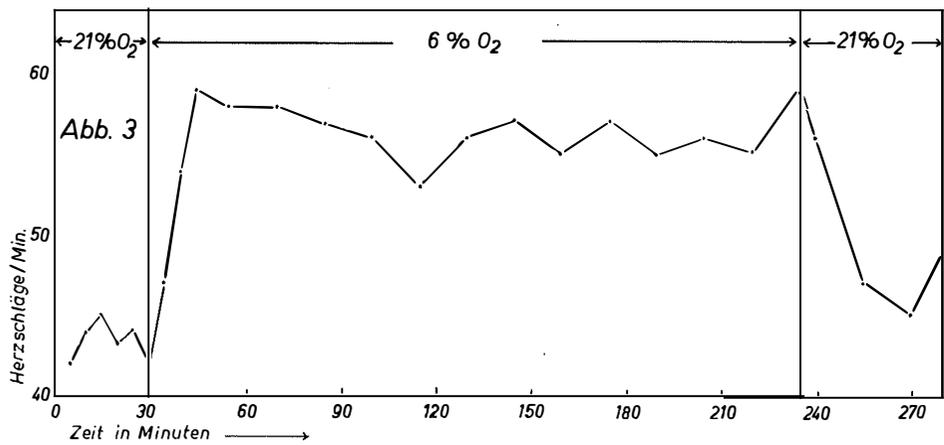
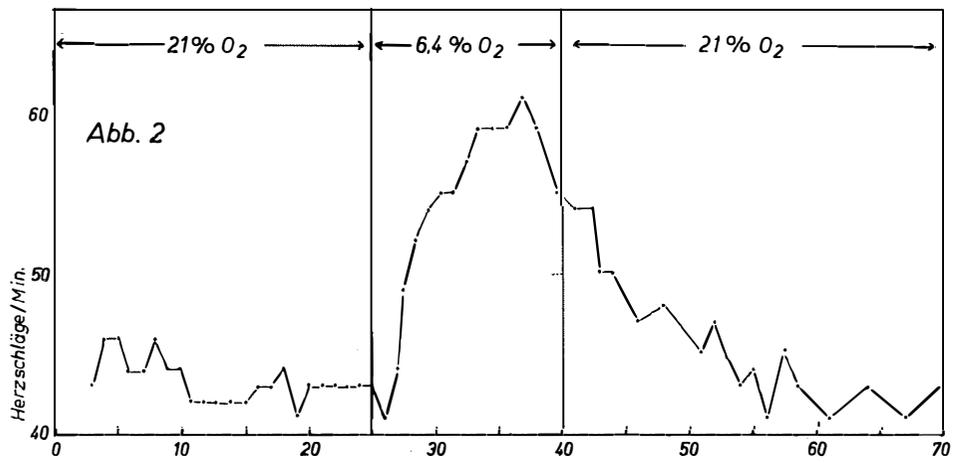
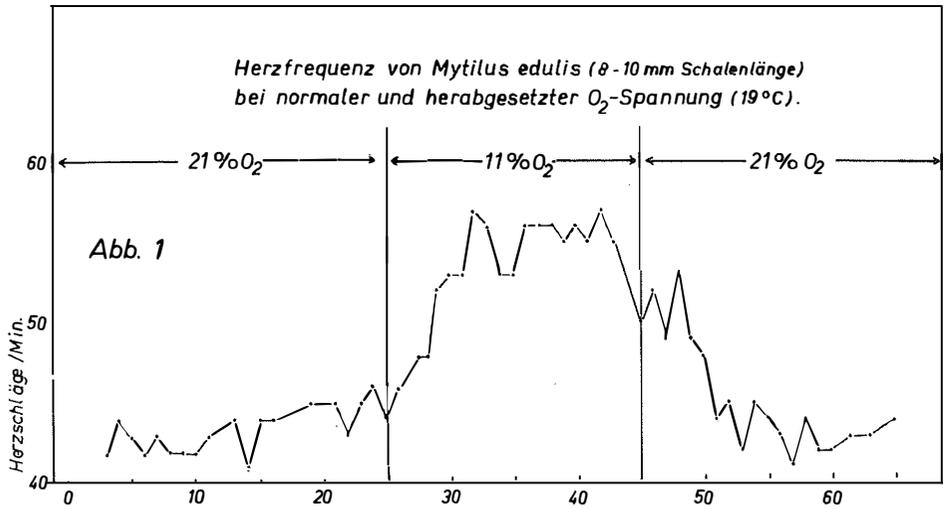
3. Die Aktivität von *Mytilus*

Die Aktivität der Kiemencilien von *Mytilus*, gemessen an der Transportleistung der frontalen Cilien, ist bereits in Brackwasser von 19‰ S um etwa 20—25% herabgesetzt (SCHLIEPER 1955a, SCHLIEPER u. KOWALSKI 1956b). Wir konnten jetzt neben einander die Cilienaktivität bei Miesmuscheln aus der östlichen Ostsee (6‰ S) und der westlichen Ostsee (16‰ S) untersuchen. Da Miesmuscheln in salzarmem Brackwasser wesentlich kleiner sind, verglichen wir jeweils die Cilienaktivität von etwa drei Zentimeter langen Exemplaren. Unsere Beobachtungen ergaben, daß die Cilienaktivität der finnischen Miesmuscheln im Vergleich zu der der Kieler Exemplare außerordentlich stark reduziert ist (s. Tab. 1). Während ein Partikel über die horizontale Kiemenoberfläche der finnischen Miesmuscheln bei Zimmertemperatur pro Minute etwa 14 mm bewegt wird, legt ein ähnlicher Partikel auf der Kiemenoberfläche der Kieler Miesmuscheln in der gleichen Zeit etwa 34 mm, also mehr als die doppelte Strecke zurück. Der Beweis, daß diese Reduktion der Aktivität der finnischen Miesmuscheln auf den niedrigen Salzgehalt des Außenmediums zurückzuführen ist, läßt sich durch Überführung der finnischen Muscheln in Brackwasser von erhöhtem Salzgehalt erbringen. Nach zwei bis dreitägiger Anpassung an Brackwasser von 16‰ Salzgehalt (Kieler Brackwasser) war die Transportleistung der finnischen Miesmuscheln von 14 auf etwa 25 mm/Min. gestiegen. Die Muscheln hatten also nicht ganz die hohe Leistung der Kieler Muscheln erreicht, trotzdem war aber die Erhöhung doch recht beträchtlich.

Wir untersuchten auch die Herzfrequenz von finnischen und Kieler Miesmuscheln. Auch hier scheint eine gewisse Beziehung zum Salzgehalt des Außenmediums zu bestehen. Bei den finnischen Miesmuscheln betrug die Herzfrequenz im Wasser ihres Fundortes (6‰ S, 18° C) im Mittel etwa 37 pro Minute (s. Tab. 2). Demgegenüber fanden wir bei gleichgroßen und in demselben Monat in Kiel untersuchten Miesmuscheln (in Brackwasser von 16‰ S) im Mittel Werte von 49 pro Minute. Bei finnischen Individuen war andererseits die Herzfrequenz nach Überführung der Muscheln in Brackwasser von 16‰ S und mehrtägiger Anpassung auf im Mittel von 43 pro Minute gestiegen. Dies spricht dafür, daß auch die Kreislaufaktivität der Miesmuscheln in salz-

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

- Abb. 1: Die Herzfrequenz von *Mytilus* in normalem Meerwasser und in Meerwasser von etwa halbem Sauerstoffgehalt (11% O₂ entsprechend). Der Herzschlag wurde bei der unverletzten Muschel durch die gelblichen durchsichtigen Schalen beobachtet.
- Abb. 2: Die Herzfrequenz von *Mytilus* in normalem Meerwasser und in Meerwasser von etwa 1/3 Sauerstoffgehalt (6,4% O₂ entsprechend).
- Abb. 3: Die Herzfrequenz von *Mytilus* in normalem Meerwasser und bei längerem Aufenthalt in Meerwasser von etwa 1/3 Sauerstoffgehalt (6,0% O₂ entsprechend).



Tafel 1

Abb.4

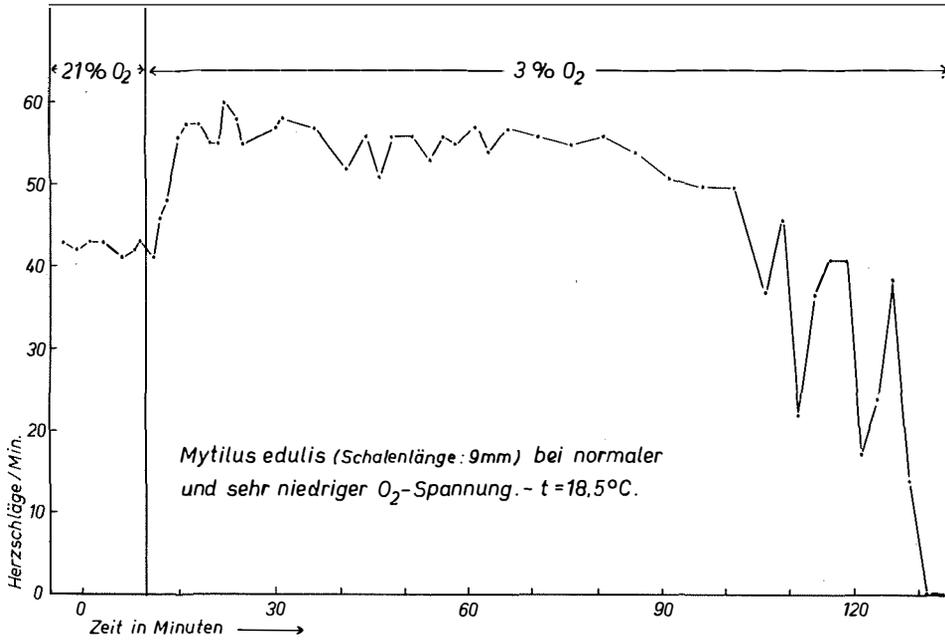


Abb.5

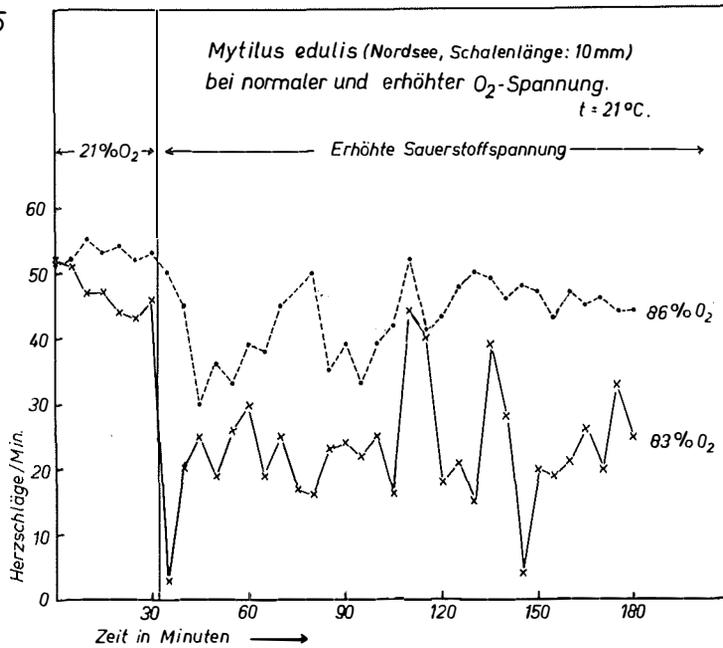


Tabelle 1
Die Cilienaktivität der isolierten Kiemen von *Mytilus edulis*
(Frontale Cilien)

a) Muscheln aus der östlichen Ostsee (Tvärminne) in Brackwasser von im Mittel 6‰ S bei 17—18° C.

Nr.	Schalenlänge mm	Cilienaktivität in mm/Minute nach		
		0 Min.	30 Min.	60 Min.
1	31	15,4	14,8	14,6
2	30	13,5	13,3	12,8
3	32	15,0	14,9	14,5
4	33	13,3	12,6	12,3
5	29	13,6	13,2	12,8
6	30	14,5	13,7	13,7
7	28	13,4	13,0	12,8
8	26	15,3	14,9	14,6
9	31	14,9	14,4	13,9
	30±0,7	14,3±0,3	13,9±0,3	13,6±0,3

b) Muscheln aus der östlichen Ostsee (Tvärminne) nach Überführung und 2—3 Tagen Anpassung in Brackwasser von 16‰ S bei 17,5—18,3° C.

Nr.	Schalenlänge mm	Cilienaktivität in mm/Minute nach		
		0 Min.	30 Min.	60 Min.
10	32	26,2	24,9	23,8
11	32	23,9	23,0	22,0
12	29	22,9	22,6	21,5
13	33	25,4	24,3	23,2
14	29	26,4	25,0	24,5
15	32	26,6	26,8	26,0
16	30	26,6	26,1	25,4
17	30	24,7	23,9	22,7
18	29	25,0	24,7	24,8
19	33	24,3	24,1	24,1
	31±0,5	25,2±0,4	24,5±0,4	23,8±0,5

c) Muscheln aus der westlichen Ostsee (Kiel) in Brackwasser von 16‰ S bei 17,5—18,0° C.

Nr.	Schalenlänge mm	Cilienaktivität in mm/Minute nach		
		0 Min.	30 Min.	60 Min.
20	28	39,0	37,0	35,5
21	30	30,6	30,2	29,7
22	29	31,4	31,1	30,8
23	30	31,4	30,5	27,9
24	28	32,0	31,2	28,3
25	27	34,7	33,9	32,6
26	30	33,9	34,5	31,9
27	30	36,1	35,9	34,9
28	28	35,1	33,5	31,3
29	27	34,9	31,8	29,1
	29±0,4	33,9±0,8	33,0±0,7	31,2±0,8

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 2)

Abb. 4: Die Veränderungen der Herzfrequenz bei *Mytilus* nach Überführung in sehr sauerstoffarmes Meerwasser (3% O₂ entsprechend).

Abb. 5: Die Herzfrequenz von zwei jungen Miesmuscheln in Meerwasser von stark erhöhter Sauerstoffspannung (83 bzw. 86% O₂ entsprechend).

Tabelle 2

Die Herzfrequenz von *Mytilus edulis* aus der östlichen und der westlichen Ostsee bei 18° C (August 1956).

a) Muscheln aus der östlichen Ostsee (Tvärminne) in Brackwasser von 6‰ S.

Nr.	Schalenslänge mm	Herzschläge/Min.
1	8	38
2	10,5	32
3	9	40
4	10	41
5	12	36
6	9	33
7	9,5	39
8	11	34
9	10	38
	10 ± 0,4	37 ± 1,0

b) Muscheln aus der östlichen Ostsee (Tvärminne) nach Überführung und Anpassung in Brackwasser von 16‰ S.

Nr.	Schalenslänge mm	Herzschläge/Min.
10	11	43
11	12	36
12	12	40
13	10,5	41
14	9	36
15	12	50
16	10	46
17	10,5	52
18	12,5	43
19	12,5	46
	11 ± 0,4	43 ± 1,7

c) Muscheln aus der westlichen Ostsee (Kiel) in Brackwasser von 16‰ S.

Nr.	Schalenslänge mm	Herzschläge/Min.
20	10	46
21	11,5	50
22	12	54
23	10	50
24	11	50
25	10,5	48
26	12	46
27	12	49
28	8,5	48
	11 ± 0,4	49 ± 0,8

armem Brackwasser herabgesetzt ist. Allerdings ist zu betonen, daß die Herztätigkeit der Miesmuscheln, wie ja auch die im vorhergehenden Abschnitt geschilderten Versuche beweisen, außerordentlich variabel ist. Außerdem wird die Herzleistung der Muschel ja nicht nur von der Frequenz sondern auch von der Amplitude der Pulsationen bestimmt. Sowohl die Gasspannung als auch die Temperatur des Mediums und zahlreiche andere Faktoren beeinflussen die Herztätigkeit. Man hat aber den Eindruck, daß das Herz einer Miesmuschel aus normalem Meerwasser meist viel regelmäßiger und stärker arbeitet als das einer Muschel aus Brackwasser von niedrigem Salzgehalt. Die Herztätigkeit der finnischen Miesmuscheln variiert besonders stark. Vorübergehend werden auch recht hohe Frequenzwerte erreicht, andererseits wird aber oft auf nur geringe Reizung oder auch aus nicht erkennbaren Gründen die Frequenz schnell herabgesetzt.

4. Die Hitzeresistenz von *Mytilus*

Die unter anderem von der Hydratation der Gewebe abhängige Hitzeresistenz läßt sich auch als Maß der Stabilität der Zellkolloide verwenden. Sie ist bei Miesmuscheln aus Meerwasser stets höher als bei Brackwasserexemplaren. Eine einfache Methode ihrer Bestimmung beruht auf der Beobachtung der Schlagdauer der terminalen Kiemencilien bei 35° C (SCHLIEFER u. KOWALSKI 1956 a u. b). Wir haben unter Verwendung derselben Methodik die Hitzeresistenz von Miesmuscheln aus der Nordsee, sowie aus der westlichen und östlichen Ostsee an isolierten Kiemestücken verglichen. Auch in diesem Falle war die Abhängigkeit vom Salzgehalt des Außenmediums deutlich. Die niedrigsten Werte fanden sich bei Miesmuscheln aus Tvärminne in Brackwasser von nur 6‰ Salzgehalt (s. Tab. 3). Etwa doppelt so hohe Werte wurden bei Nordsee-Exemplaren in Meerwasser von 30‰ Salzgehalt beobachtet, während die Kieler Muscheln in Brackwasser von 15‰ S eine Mittelstellung zwischen beiden Gruppen einnahmen. Hieraus geht hervor, daß sich die Brackwassermuscheln auch in dieser Beziehung nicht der Wirkung des niedrigen Salzgehaltes im Außenmedium entziehen können. Die Stabilität ihrer Zellkolloide ist um so stärker herabgesetzt je niedriger der Salzgehalt ihres Außenmediums ist.

5. Die Schalenbildung von *Mytilus*

Die Größe der Miesmuscheln ist in Brackwasser um so mehr reduziert, je niedriger der Salzgehalt ist. Das gleiche trifft für das Schalengewicht zu (TRAHMS 1939). Ursache dieser Abnahme des Schalengewichtes bei der Brackwassermiesmuschel ist wohl eine Aktivitätsverminderung der kalkausscheidenden Gewebe. Da in der Literatur kaum verwertbare vergleichende Angaben über das Gewicht und die Zusammensetzung von Miesmuschelschalen verschiedener Herkunft vorhanden sind, haben wir Schalen von Miesmuscheln aus der Nordsee, der westlichen Ostsee und der östlichen Ostsee untersucht. Um vergleichbare Werte zu erhalten, benutzten wir zu unseren Messungen gleichgroße Exemplare von etwa 27—33 mm Schalenlänge (s. Tab. 4). Setzt man das Schalen-Trockengewicht der Nordsee-Miesmuscheln (aus Meerwasser von 30‰ S) gleich 100, so beträgt das entsprechende Trockengewicht der Kieler Miesmuscheln (aus Brackwasser von 15‰ S) nur 44% dieses Wertes und das der Schalen finnischer Miesmuscheln (aus Brackwasser von 6‰ S) nur 29%. Eine ähnliche Abnahme zeigt der Kalkgehalt. Auch die organische Schalensubstanz ist vermindert, allerdings in geringerem Maße. Da die drei untersuchten Miesmuschel-Gruppen einheitlich aus wenig bewegtem Wasser stammten, wird wohl der verminderte Salzgehalt des Außenmediums die Hauptursache der festgestellten Reduktion des Schalengewichtes und der Einzelbestandteile sein. Über den Mechanismus der geringeren Kalkausscheidung der

Tabelle 3

Die Hitzeresistenz von *Mytilus edulis*. Schlagdauer der terminalen Kiemencilien bei 35° C.

a) bei Muscheln aus der östlichen Ostsee (Tvärminne) in Brackwasser von 6‰ S.

Nr.	Schalenslänge mm	Schlagdauer der Cilien in Minuten			
		insgesamt	kräftig	schwach	sehr schwach
1	36	45	10	15	20
2	33	50	10	20	20
3	31	40	10	10	20
4	30	45	10	15	20
5	30	40	15	10	15
6	31	45	10	20	15
7	32	40	10	15	15
8	35	45	10	15	20
9	34	45	10	20	15
10	34	45	10	20	15
	33 ± 0,7	45 ± 1,0	11 ± 0,5	16 ± 1,2	18 ± 0,8

b) bei Muscheln aus der westlichen Ostsee (Kiel) in Brackwasser von 15‰ S.

Nr.	Schalenslänge mm	Schlagdauer der Cilien in Minuten			
		insgesamt	kräftig	schwach	sehr schwach
1	31	70	25	25	20
2	30	70	20	25	25
3	31	65	20	25	20
4	30	65	20	25	20
5	28	70	25	25	20
6	30	65	20	25	20
7	29	65	20	30	15
8	28	70	25	20	25
9	27	65	20	20	25
10	28	70	25	20	25
	29 ± 0,5	68 ± 0,8	22 ± 0,8	24 ± 1,0	22 ± 1,0

c) bei Muscheln aus der Nordsee (List nach Überführung und Anpassung an Brackwasser von 15‰ S.

Nr.	Schalenslänge mm	Schlagdauer der Cilien in Minuten			
		insgesamt	kräftig	schwach	sehr schwach
1	60	70	30	20	20
2	60	60	20	30	10
3	52	60	25	25	10
4	59	65	15	30	20
5	55	65	10	30	25
	57 ± 1,6	64 ± 1,9	20 ± 3,5	27 ± 2,0	17 ± 3,0

d) bei Muscheln aus der Nordsee (List) in Meerwasser von 30‰ S.

Nr.	Schalenslänge mm	Schlagdauer der Cilien in Minuten			
		insgesamt	kräftig	schwach	sehr schwach
1	60	95	40	40	15
2	58	105	50	45	10
3	55	100	45	40	15
4	56	100	40	45	15
5	57	95	40	30	25
6	58	100	55	30	15
	57 ± 0,7	99 ± 1,5	45 ± 2,6	38 ± 2,8	16 ± 2,0

Tabelle 4

Gewicht und Zusammensetzung der Schalen von *Mytilus edulis*

a) bei Muscheln aus der Nordsee (List) aus Meerwasser von im Mittel 30‰ S.

Nr.	Schalenlänge	Trocken- gewicht insgesamt mg	Kalkgehalt (HCl-löslich) mg	Organische Subst. mg
	mm			
1	33	1816	1765	51
2	30	1436	1399	37
3	30	1589	1550	39
4	28	1160	1134	26
5	31	1820	1768	52
6	33	2340	2278	62
7	32	1462	1417	45
8	32	1789	1727	62
9	29	1292	1254	38
10	30	1449	1416	33
	31±0,5	1615±107	1571±104	44±4

b) bei Muscheln aus der westlichen Ostsee (Kiel) aus Brackwasser von im Mittel 15‰ S.

Nr.	Schalenlänge	Trocken- gewicht insgesamt mg	Kalkgehalt (HCl-löslich) mg	Organische Subst. mg
	mm			
1	27	625	593	32
2	29	567	539	28
3	32	1115	1063	52
4	31	638	603	35
5	30	626	593	33
6	29	567	539	28
7	29	670	630	40
8	31	685	653	32
9	29	840	801	39
10	31	764	723	41
	29±0,5	710±52	674±50	36±2

c) bei Muscheln aus der östlichen Ostsee (Tvärminne) aus Brackwasser von Mittel 6‰ S.

Nr.	Schalenlänge	Trocken- gewicht insgesamt mg	Kalkgehalt (HCl-löslich) mg	Organische Subst. mg
	mm			
1	27	287	274	13
2	28	514	496	18
3	28	488	469	19
4	27	309	295	14
5	30	515	493	22
6	27	468	442	26
7	29	476	455	21
8	32	634	605	29
9	31	550	527	23
10	30	458	436	22
	29±0,6	470±33	449±32	21±2

Brackwassermuscheln im einzelnen sagen diese Bestimmungen allerdings nichts aus. Die Frage, ob der relativ niedrigere Calciumgehalt des Brackwassers der entscheidende Faktor ist, läßt sich nur auf Grund langfristiger Zuchtversuche mit künstlich zusammengesetztem Brackwasser von verschiedenem Calciumgehalt beantworten.

6. Zusammenfassung

a) Die Herzfrequenz der Miesmuschel nimmt nach Herabsetzung der Sauerstoffspannung im Außenmedium auf die Hälfte bis auf ein Drittel des normalen Wertes um 30—40% zu. Bei sehr niedrigen Sauerstoffspannungen des Mediums wird zunächst die Herzfähigkeit regulatorisch gesteigert, nach längerer Zeit aber, wenn die vorhandene Sauerstoffspannung auf die Dauer nicht ausreicht, reflektorisch gehemmt. Stark erhöhte Sauerstoffspannungen des Außenmediums haben eine reduzierte ungeordnete Herzfähigkeit zur Folge.

b) Die Aktivität der Kiemencilien und der Herzschlag von *Mytilus* ist bei Exemplaren, die in Brackwasser von niedrigem Salzgehalt aufgewachsen sind, um so geringer, je niedriger der Salzgehalt im Außenmedium ist. Erhöhung des Salzgehaltes im Außenmedium bewirkt bei Brackwasser-Miesmuscheln bereits nach kurzer Zeit Zunahme der Aktivität.

c) Die Hitzeresistenz des isolierten Kiemengewebes der Miesmuscheln ist bei Brackwasser-Exemplaren um so geringer, je niedriger der Salzgehalt des Außenmediums ist.

d) Das Gesamtgewicht und der Kalkgehalt der Schalen von *Mytilus* ist bei Brackwasser-Exemplaren um so niedriger, je geringer der Salzgehalt des Außenmediums ist.

Die Untersuchung wurde durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. —

Literaturverzeichnis

REMANE, A.: Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee. In: Tierwelt der Nord und Ostsee 1a, 1—238, 1940. — SCHLIEPER, C.: Über die physiologischen Wirkungen des Brackwassers. (Nach Versuchen an der Miesmuschel *Mytilus edulis*). Kieler Meeresforschungen 11, 22—33, 1955. — SCHLIEPER, C.: Die Regulation des Herzschlages der Miesmuschel *Mytilus edulis* L. bei geöffneten und bei geschlossenen Schalen. Kieler Meeresforschungen 11, 139—148, 1955. — SCHLIEPER, C.: „Brackwasserphysiologie“ in REMANE, A. und C. SCHLIEPER „Brackwasserbiologie“. Schweizerbarth, Stuttgart 1957. — SCHLIEPER, C. u. KOWALSKI, R.: Über den Einfluß des Mediums auf die thermische und osmotische Resistenz des Kiemengewebes der Miesmuschel *Mytilus edulis* L. Kieler Meeresforschungen 12, 37—45, 1956. — SCHLIEPER, C. u. KOWALSKI, R.: Quantitative Beobachtungen über physiologische Ionenwirkungen im Brackwasser. Kieler Meeresforschungen 12, 154—165, 1956. — SEGERSTRALE, S. G.: The brackish-water fauna of Finland. OIKOS 1, 127—141, 1949. — TRAHMS, O. K.: Die Größen- und Kalkreduktion bei *Mytilus edulis* L. in Rügenschens Binnengewässern. Zeitschr. Morphol. u. Ökol. Tiere 35, 246—249, 1939.