

# 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.

## Elektrolytregulation und Temperatur bei *Crangon crangon* L. und *Carcinus maenas* L.

Von HANSJÜRGEN FLÜGEL

**Zusammenfassung:** Die elektrische Leitfähigkeit des Blutes von *Crangon crangon* ist in einem Bereich von 3,6‰ bis 23–25‰ S größer als die des Außenmediums. Oberhalb von 25‰ S ist die elektrische Leitfähigkeit des Blutes geringer als die des Außenmediums. Die ionenregulatorische Leistung, gemessen an den Differenzen zwischen den Leitfähigkeiten des Innenmediums und denen des Außenmediums, ist bei an 5° C angepaßten Tieren größer als bei an 15° C angepaßten. Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Gefrierpunktsbestimmungen überein.

Bei Temperaturen unter 5° C (deutlich bei 2° C) nimmt die ionenregulatorische Leistung wieder ab.

Ganz ähnlich verhält sich die Krabbe *Carcinus maenas*. Unterhalb von 28–29‰ S ist die Konzentration der Blutflüssigkeit (durch eine größere elektrische Leitfähigkeit) hypertonic zum Außenmedium. Oberhalb von 29‰ S ist das Blut dagegen hypotonisch. Auch bei *Carcinus* erwies sich der „ionenregulatorische Apparat“ bei an 5° C angepaßten Tieren in einem Bereich von 5‰ S bis 29‰ S leistungsfähiger als bei an 15° C angepaßten. Oberhalb von 29‰ S waren die Unterschiede zwischen kaltadaptierten und warmadaptierten nicht eindeutig.

**Electrolyte Regulation and Temperature of *Crangon crangon* L. and *Carcinus maenas* L. (Summary):** The electrical conductivity of the body fluid of *Crangon crangon* is higher than in the external medium in a range from 3,6‰ to 23–25‰ S. Between 25‰ S and 40‰ S the electrical conductivity of the blood is relatively lower.

The performance of ionic regulation is always higher in animals adapted to 5° C than in individuals which are adapted to 15° C. These results are corresponding with the previous determinations of freezing points.

The performance of ionic regulation decreases at temperatures below 5° (distinctly at 2° C).

The crab *Carcinus maenas* is reacting similarly. Below a salinity of 28–29‰ the concentration of body fluid is hypertonic by a relatively higher electrical conductivity. Above 29‰ S the body fluid has contrarily a relatively lower electrical conductivity. Also with *Carcinus* the „ionic-regulatoric apparatus“ proved to be more efficient in animals adapted to 5° C in a range of 5–29‰ S than in those adapted to 15° C. Above 29‰ S the differences between the cold-adapted and warm-adapted were not significant.

### I. Einleitung

Die Körperflüssigkeit euryhaliner decapoder Crustaceen ist im allgemeinen in Brackwasser gegenüber dem Außenmedium mehr oder weniger hypertonic. Unterhalb eines artspezifisch verschiedenen Grenzwertes (Salzgehaltes) des Außenmediums löst dann ein Versagen des „osmoregulatorischen Apparates“ irreversible Schädigungen aus, die schließlich den Tod des Tieres herbeiführen. In normalem Meerwasser und bei noch höheren Salzkonzentrationen dagegen ist die Blutflüssigkeit gegenüber dem Außenmedium meistens isotonisch bzw. hypotonisch, bis auch in diesem Bereich des Außenmediums ein (oberer) Grenzwert der Lebensfähigkeit der Art eine unüberwindliche Schranke setzt.

Ganz ähnlich verhalten sich in dieser Beziehung die Garnele *Crangon crangon* L. und die Krabbe *Carcinus maenas* L., wie Untersuchungen von SCHLIEPER (1929), BROEKEMA (1942) und FLÜGEL (1960) zeigten.

Leitfähigkeitsmessungen am Blut von Crangon wurden bereits von BROEKEMA durchgeführt. Sie untersuchte das Blut in einem Konzentrationsbereich des Außenmediums von 15<sup>0</sup>/<sub>00</sub> S bis 45<sup>0</sup>/<sub>00</sub> S nach Anpassung der Versuchstiere an 3—5°C und an 21°C. Unterhalb von 15<sup>0</sup>/<sub>00</sub> S, also in Salzkonzentrationen wie sie im größeren Teil der Ostsee die Regel sind, fehlten bisher Leitfähigkeitsmessungen des Innenmediums. Es ist das Ziel vorliegender Arbeit, diese Lücke zu schließen und die früher in eigenen Untersuchungen bei verschiedenen Anpassungstemperaturen ermittelten Gefrierpunktwerte mit den Leitfähigkeitswerten zu vergleichen. Nur die Untersuchung der Körperflüssigkeit mit beiden Methoden ermöglicht es, den Elektrolytgehalt einerseits und den Gehalt an nichtdissoziierten, osmotisch wirksamen Substanzen des Blutes andererseits, festzustellen. Es ist anzunehmen, daß der osmotische Wert des Blutes bei Brackwasserindividuen zu einem Teil von nichtdissoziierten organischen Substanzen abhängt (vgl. DRILHON-COURTOIS 1934).

Um diese Frage auch an einer zweiten Art zu prüfen, wurden ergänzend Leitfähigkeitsmessungen am Blute von *Carcinus maenas* durchgeführt, für den Gefrierpunktsbestimmungen schon von SCHLIEFER (1929) vorliegen.

## II. Material und Methoden

### 1. Beschaffung und Hälterung der Versuchstiere

Die Garnelen wurden am Westufer der Kieler Förde in Höhe der Bellevue-Badeanstalt mit dem Schiebehamen im flachen Wasser gefangen. Während der kalten Jahreszeit bereitete der Fang mitunter Schwierigkeiten, da Crangon im Oktober die flachen Sande verläßt und sich bis zur Rückwanderung im März/April im tieferen Wasser aufhält. Die unterhalb der Badeanstalt gelegenen Miesmuschelbänke waren dann die einzigen Stellen, an denen es bei Niedrigwasser auch im Januar/Februar möglich war, Garnelen in größerer Zahl zu erbeuten. Die Wassertemperatur an der Fangstelle betrug im Winter im Mittel 2,5°C und der Salzgehalt 13,6<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Im Mai hatte das Wasser eine Temperatur von 10—11,5°C und einen Salzgehalt von 15,2<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Sofort nach dem Fang wurden die Tiere im Wasser der Fundstelle zum Institut transportiert, nach der Größe sortiert und jeweils 5—6 Exemplare von 35—45 mm Länge auf Kunststoffschalen (180×180×50 mm) verteilt. Zur Unterscheidung der Geschlechter dienen bei Crangon die ersten Antennen und die ersten beiden Pleopodenpaare. Es war nicht möglich, die Fänge nach Geschlechtern zu sortieren, ohne die Tiere zu verletzen. Jedoch überwogen, wie sich bei den späteren Untersuchungen zeigte, bei weitem weibliche Garnelen. Bis zum Versuchsbeginn, d. h. bis zur Anpassung an die verschiedenen Salzkonzentrationen, blieben die Tiere in Ostseewasser (14,6<sup>0</sup>/<sub>00</sub> S) bei genau 10°C. Das Wasser wurde im allgemeinen alle zwei Tage gewechselt. Nur in Ausnahmefällen, wenn sich tote Tiere in den Schalen befanden, mußte das Wasser häufiger gewechselt und die betreffende Schale gründlich gereinigt werden. Gefüttert wurden die Tiere nur, wenn bis zur Untersuchung mehr als 4 Wochen vergingen.

*Carcinus maenas* wurde am Liegeplatz unseres Forschungskutters „Hermann Wattenberg“ (Reventlou-Brücke, Westufer der Kieler Förde) in Reusen gefangen. Bis zum Versuchsbeginn blieben die Krabben in belüfteten Stufenbecken im Institutsaquarium. Der Salzgehalt des strömenden Ostseewassers betrug etwa 18<sup>0</sup>/<sub>00</sub> S, die Temperatur schwankte zwischen 13° und 16,8°C. Es wurde mit männlichen Tieren mittlerer Größe gearbeitet (Carapaxlänge 30 bis 35 mm). Vor den Versuchen wurden die Tiere in Glasgefäßen (Durchmesser 19 cm, Wasserstand 5 cm) bei genau 10°C an die jeweilige Außenkonzentration angepaßt. Das Wasser in den Glasgefäßen wurde täglich gewechselt.

Vor der Anpassung an die Versuchstemperatur (2°, 5° oder 15°C) wurden die Tiere zunächst 8—14 Tage bei 10°C an die verschiedenen Salzgehalte angepaßt. In Konzentrationen über 35‰ S und unter 12‰ S wurden die Tiere stufenweise überführt. Danach wurden dann je 5—6 Tiere jeweils 5—6 Tage an die Versuchstemperaturen 5° und 15°C angepaßt. Die für die 2° C-Versuche bestimmten Garnelen wurden erst 4 Tage bei 5°C gehalten, bevor sie in einen auf 2°C eingestellten Kühlschrank kamen, der mit Kontaktthermometer, Ventilator und Neonbeleuchtung ausgestattet war.

Die 5° und 15°C-Versuche wurden in den temperaturkonstanten Räumen des Institutes durchgeführt. Da die Häufigkeitsfrequenz bei 15° wesentlich höher ist als bei 5° und 2°C und die frischgehäuteten Tiere regelmäßig von ihren Artgenossen aufgefressen wurden, mußten die Garnelen bei 15°C einzeln gehalten werden.

## 2. Die Bestimmung der Blutkonzentration

Die elektrischen Leitfähigkeitsmessungen wurden mit einer Meßbrücke (Wheatstoneschen Brücke) der Firma WTW (Wissenschaftlich Technische Werkstätten, Stuttgart) durchgeführt. Als Meßzelle diente eine mit einer Füllspritze versehene Kapillarelektrode, deren Meßvolumen etwa 30 mm<sup>3</sup> betrug. Diese Mikrozelle war mit einem Thermostatenmantel versehen, durch den während der Messung ein temperaturkonstanter Flüssigkeitsstrom (extra dünnflüssiges Paraffinöl) geleitet wurde und so eine stets gleichbleibende Meßtemperatur in der Meßkapillare gewährleistete. Sie wurde mit einem Thermomixergerät (Braun-Melungen) genau auf 25°C gehalten.

Diese Methode erforderte eine Blutmenge, wie sie nur in den seltensten Fällen von einem Tier gewonnen werden konnte. Zur Vermeidung von Fehlern wurde die Blutflüssigkeit unverdünnt untersucht. Im allgemeinen lieferten große Individuen mehr Körperflüssigkeit als kleine, doch ist auch der Gonadenzustand und die „gesundheitliche Verfassung“ ausschlaggebend, wie auch schon BROEKEMA (1942) beobachtete.

Die Genauigkeit der erzielten Leitfähigkeitswerte hängt einerseits von der Meßtemperatur und andererseits von der gründlichen Spülung der verwendeten Kapillarelektrode ab. Deshalb wurde jeweils das Blut von 5 Garnelen verwendet. Dabei wurde darauf geachtet, daß immer annähernd die gleiche Menge Körperflüssigkeit von jedem der 5 Tiere entnommen wurde. Die Blutentnahme erfolgte mit einem Glasröhrchen (12 cm Länge), dessen eines Ende zu einer Kapillare ausgezogen war. Dieses Röhrchen wurde zwischen die ersten beiden Abdominalsegmente der gründlich abgetrockneten Garnelen eingeführt und danach jeweils die gleiche Menge Blutflüssigkeit aufgezogen. Bei den Messungen wurde zunächst das Außenmedium untersucht. Anschließend wurden durch einen Luftstrom alle Flüssigkeitsreste in der Meßelektrode entfernt. Darauf wurde nach mehrfacher Spülung mit der Blutflüssigkeit, die Leitfähigkeit derselben gemessen.

Bei den untersuchten Krabben (*Carcinus*) bereitete es keine Schwierigkeiten, von einem Exemplar genügend Blut zu gewinnen. Sie wurden gründlich mit Filtrierpapier abgetrocknet und in ein sauberes Tuch eingeschlagen. Dann wurde ein Pereiopod abgeschnitten und das hervorquellende Blut mit dem Glasröhrchen aufgefangen und in das Sammelgefäß entleert. Die *Carcinus*-Versuche wurden jeweils fünfmal wiederholt und der entsprechende Mittelwert gebildet.

Die zitierten Gefrierpunktwerte des Crangon-Blutes wurden früher mit einer selbst entwickelten Methode (FLÜGEL 1960) ermittelt. Hierbei wurde die zu untersuchende Probe, nach dem zuerst von DRUCKER und SCHREINER (1913) beschriebenen Prinzip, zunächst in Glaskapillaren aufgenommen und in einem Kühlbad bei sehr tiefen Temperaturen eingefroren (vgl. auch CAPELLETTI 1939; MOSEBACH 1940; RAMSAY 1949; HARGITAY et al. 1951; KINNE 1952 und KESSELER 1958). Anschließend wurden die Proben in ein

Flüssigkeitsbad überführt und durch langsames Erwärmen wieder aufgetaut. Dieser Vorgang wurde im polarisierten Licht mit Hilfe eines Mikroskopes bei schwacher Vergrößerung beobachtet. Im Moment des Verschwindens des letzten Eiskristalles, der sich im polarisierten Licht gut von dem dunklen Hintergrund abhebt, wurde an einem in dem Flüssigkeitsbad befindlichen Thermometer die Temperatur des Bades abgelesen. Diese Ablesetemperatur entsprach dann dem Gefrierpunkt der Lösung.

### III. Experimenteller Teil

Der Einfluß der Temperatur auf den Elektrolytgehalt des Blutes von *Crangon* wurde in einem Bereich von 3,6 bis 40,6‰ S untersucht. Bei den eigenen früheren Untersuchungen an *Crangon* hatten sich 5° und 15°C als besonders geeignete Versuchstemperaturen erwiesen. Die Tiere wurden nach 5–6 tägiger Anpassung an diese Temperaturen untersucht; außerdem wurden noch an 2°C angepaßte Tiere geprüft. Bei jeder Temperatur wurden mindestens 4 Versuche durchgeführt. Die Meßpunkte der Kurven entsprechen also Mittelwerten von je mindestens 20 Individuen. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, ist das Blut gegenüber einem Außenmedium von 23–25‰ S isotonisch. Unter 23‰ S ist das Blut hypertonisch; oberhalb von 25‰ S ist es gegenüber dem Außenmedium hypotonisch. Ein Versuch, die Blutkonzentration auch unter 3,6‰ S zu untersuchen, mißlang, da in derartig verdünntem Meerwasser nicht eine genügende Anzahl der Tiere über 5 Tage am Leben blieb.

In Übereinstimmung zu den früher gemachten Beobachtungen (FLÜGEL 1960), erwies sich 5°C als relativ günstigste Temperatur. Hier waren die Garnelen besser als nach Anpassung an 15° und 2°C in der Lage, eine vom Salzgehalt des Außenmediums unabhängige Blutkonzentration aufrechtzuerhalten.

Schon bei den früheren Untersuchungen wurde beobachtet, daß die Sterblichkeit der Garnelen bei Temperaturen unter 5°C stark zunahm. Die Leitfähigkeitsmessungen bei an 2°C angepaßten Tieren bestätigten diesen Befund. Wie Abb. 2 zeigt, war die Blutkonzentration dieser Tiere in Brackwasser von 3,6 bis 23‰ S wesentlich niedriger als die der 15°- und 5°-Tiere. In Meerwasser über 25‰ S war die osmoregulatorische Leistung der 2°-Tiere etwa der der 15°-Tiere gleich.

Es fiel auf, daß die bei dieser niedrigen Temperatur gehaltenen Tiere in den meisten Fällen schon äußerlich einen geschädigten Eindruck machten. Oft schwammen sie nicht in „Normallage“. Wurden sie auf den Rücken gedreht, so blieben sie in dieser Lage oder drehten sich nur ganz langsam um. Mitunter wiesen sie einen typischen Knick zwischen dem zweiten und dritten Abdominalsegment auf, wie er bei allen Tieren kurz vor dem Exitus beobachtet wurde.

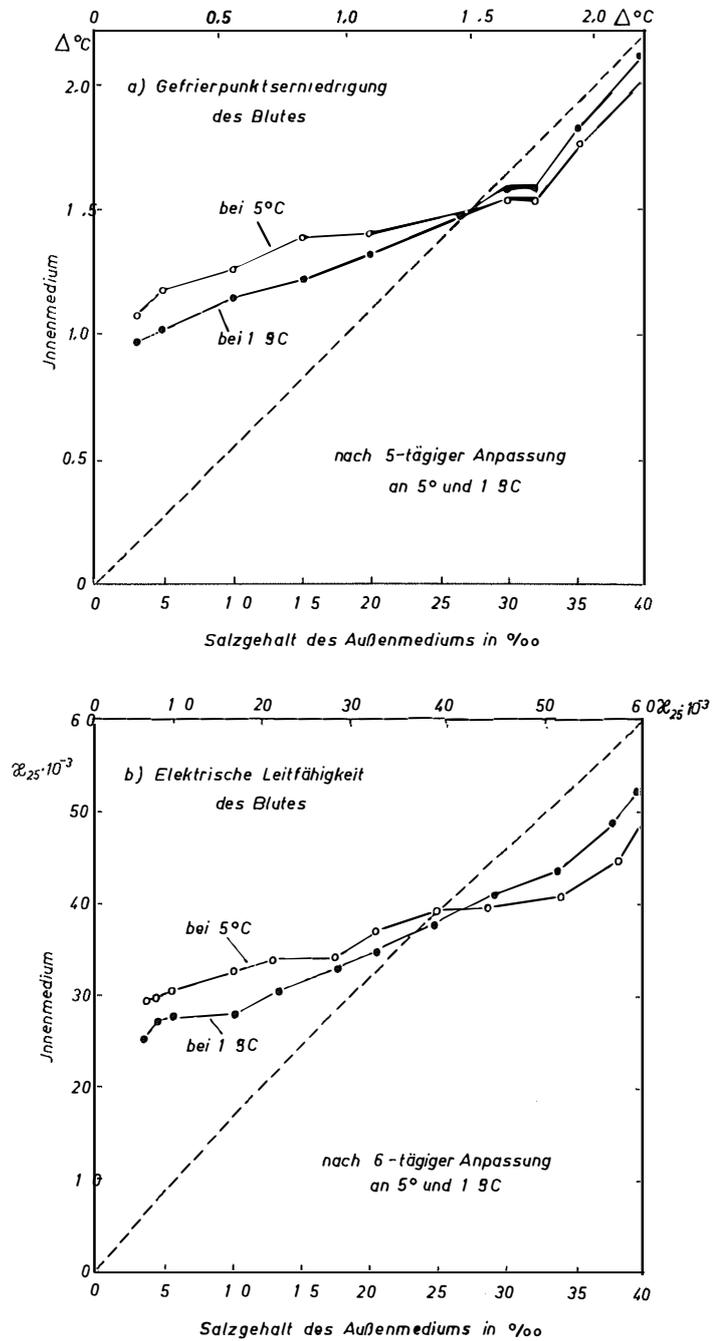
Ebenfalls in einem Bereich von 3,6–40,6‰ S des Außenmediums wurde der Elektrolytgehalt des Blutes von *Carcinus maenas* ermittelt (vgl. Abb. 3). Der Verlauf der Konzentrationskurven ist im Prinzip ähnlich. Unterhalb von 28–29‰ S des Außenmediums ist die Blutflüssigkeit ausgesprochen hypertonisch, oberhalb dieses Wertes schwach hypotonisch. Auffällig ist ein steiler Konzentrationsabfall etwa bei 5,5‰ S. In einem Bereich von 5,5 bis etwa 27‰ S sind die Tiere bei 5°C stets besser als bei 15°C in der Lage, die Konzentration der Körperflüssigkeit auf einem annähernd gleichen Niveau zu

#### Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

Abb. 1a: Die Gefrierpunktniedrigung des Blutes von *Crangon crangon* in Abhängigkeit vom Salzgehalt des Außenmediums nach 5-tägiger Anpassung an 5° und 15° C (nach FLÜGEL 1960).

Abb. 1b: Die elektrische Leitfähigkeit des Blutes von *Crangon crangon* in Abhängigkeit vom Salzgehalt des Außenmediums nach 6-tägiger Anpassung an 5° und 15° C.

Abb.1 Der Einfluß der Temperatur auf die Blutkonzentration von *Crangon crangon*



Tafel 1 (zu H. Flügel)

Abb 2 Die Ionenregulatorische Leistung von Crangon crangon gemessen an den Differenzen zwischen den elektrischen Leitfähigkeitswerten des Aussenmediums und denen des Innenmediums bei 2°, 5° und 15°C

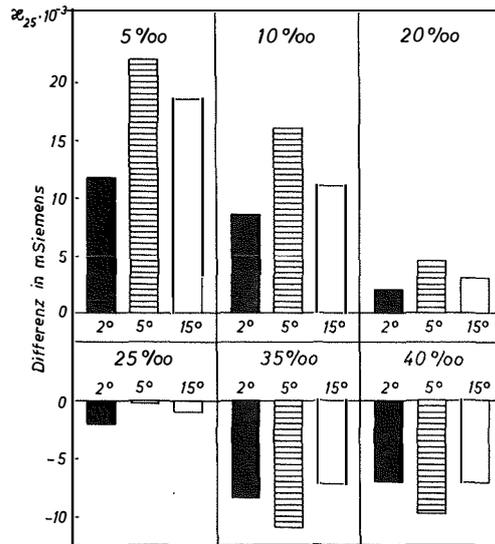
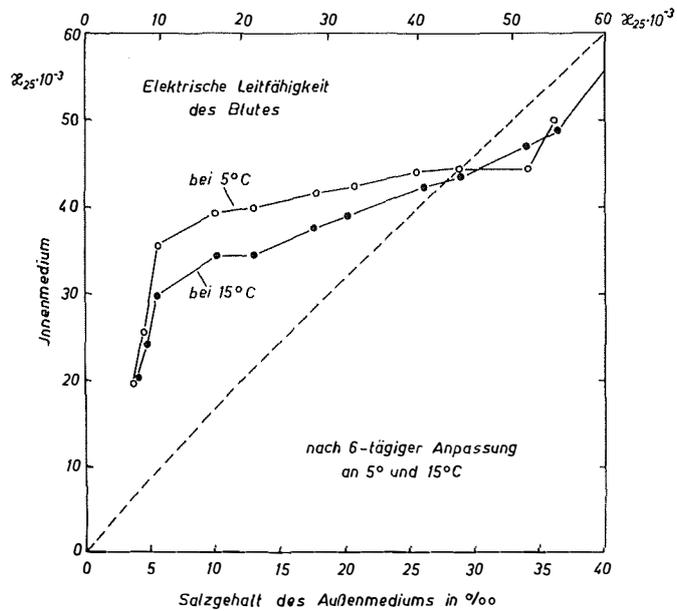


Abb.3 Die elektrische Leitfähigkeit des Blutes von Carcinus maenas nach 6-tägiger Anpassung an 5° und 15°C (Ostseetiere)



Tafel 2 (zu H. Flügel)

halten. Unter 5,5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> S ist diese Beobachtung nicht mehr eindeutig. Auch im hypotonischen Bereich ist kein deutlicher Unterschied wahrzunehmen. Beide Kurven laufen dicht nebeneinander, in geringem Abstand zum Außenmedium. Ein Vergleich (s. Tab. 1) mit den Gefrierpunktwerten von SCHLIEPER (1929) ergibt, daß die osmotische Gesamtkonzentration des Blutes dieser Tiere etwas höher als die von mir bestimmte Elektrolytkonzentration liegt. Oberhalb von 28<sup>0</sup>/<sub>00</sub> S ist das Blut von *Carcinus* nahezu mit dem Außenmedium isotonisch.

Tabelle 1. Die Gefrierpunktserniedrigung und die elektrische Leitfähigkeit der Körperflüssigkeit von *Carcinus maenas* nach Anpassung an verschiedene Salzkonzentrationen des Außenmediums (Gefrierpunktwerte nach SCHLIEPER 1929)

Gefrierpunktserniedrigung				Elektrische Leitfähigkeitswerte	
Außenmedium		Innenmedium		Innenmedium	
$\Delta^{\circ} \text{C}$	isoton. ‰ S	$\Delta^{\circ} \text{S}$	isoton. ‰ S	mSiemens $\kappa_{25} \cdot 10^{-3}$	isoton. ‰ S
1,80	33,1	1,82	33,4	46,4	30,1
1,08	20,1	1,67	30,8	39,1	24,9
0,90	16,8	1,53	28,3	37,0	23,4
0,75	14,0	1,55	28,6	35,3	22,2
0,63	11,8	1,45	26,8	34,5	21,7
0,32	6,0	1,37	25,4	30,0	18,6
0,20	3,7	1,34	24,8	20,2	13,3

#### IV. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der elektrischen Leitfähigkeitsmessungen am Blute von *Crangon* bestätigen eigene frühere Beobachtungen am gleichen Versuchstier (FLÜGEL 1960). Schon damals zeigten kryoskopische Untersuchungen der Körperflüssigkeit, daß die an 5<sup>0</sup>C angepaßten Garnelen in Brackwasser und hypertonischem Meerwasser stets eine größere osmoregulatorische Leistung zeigten als die an 15<sup>0</sup>C und 20<sup>0</sup>C angepaßten, d. h. die Differenzen zwischen den Gefrierpunkten des Außenmediums und denen des Innenmediums waren bei 5<sup>0</sup>C immer größer.

Diese Befunde stehen im Gegensatz zu Beobachtungen BROEKEMAS (1942). Die Autorin hatte die elektrische Leitfähigkeit des Blutes ihrer Versuchstiere nach Anpassung derselben an 3—5<sup>0</sup>C und 20—22<sup>0</sup>C gemessen. Sie fand, daß in einem Bereich von 15—45<sup>0</sup>/<sub>00</sub> S die an etwa 20<sup>0</sup>C angepaßten Tiere besser „osmoregulierten“. Sie kam auf Grund dieser Ergebnisse zu dem Schluß, daß *Crangon* extreme Salzgehalte besser in der Wärme (20—22<sup>0</sup>C) als in der Kälte (3—5<sup>0</sup>C) ertragen könne (S. 70—71). Diese Ansicht fand in den eigenen Experimenten keine Bestätigung.

Es konnte damals aber nicht geklärt werden, worauf diese unterschiedlichen Ergebnisse zurückzuführen waren, da die Untersuchungen mit verschiedenen Methoden und bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt worden waren. Die schon früher (FLÜGEL

#### Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 2)

Abb. 2: Die elektrolytregulatorische Leistung von *Crangon crangon* gemessen an den Differenzen zwischen den elektrischen Leitfähigkeitswerten des Außenmediums und denen des Innenmediums nach mehrtägiger Anpassung an 2<sup>0</sup>, 5<sup>0</sup> und 15<sup>0</sup> C.

Abb. 3: Die elektrische Leitfähigkeit des Blutes von *Carcinus maenas* in Abhängigkeit vom Salzgehalt des Außenmediums nach 6-tägiger Anpassung an 5<sup>0</sup> und 15<sup>0</sup> C.

1960) geäußerte Ansicht, daß u. a. in den unterschiedlichen Versuchstemperaturen mit die Ursache für das gegenteilige Verhalten unserer Versuchstiere zu suchen ist, wird nun durch die Ergebnisse meiner Leitfähigkeitsmessungen gestützt. Sowohl bei meinen kryoskopischen Experimenten als auch bei den Leitfähigkeitsmessungen hat sich gezeigt, daß die osmoregulatorischen Fähigkeiten von Crangon nach Anpassung an Temperaturen unter 5°C wieder abnahmen. So war die osmoregulatorische Leistung von Crangon im Brackwasser bei 2°C (vgl. Abb. 2) wesentlich geringer als bei 5°C und 15°C. Diese Befunde stimmen auch mit Freilandbeobachtungen überein. Crangon ist im salzarmen Brackwasser vor der finnischen Küste im Winter nicht lebensfähig (SEGERSTRÅLE 1957, S. 775, und mündliche Mitteilung). Während meine Experimente in automatisch genau regulierten, temperaturkonstanten Räumen durchgeführt werden konnten, erzielte BROEKEMA seinerzeit die niedrigen Versuchstemperaturen noch durch Kühlung mit Eis. Sie schwankten nach ihren Angaben zwischen 3° und 5°C. Es ist m. E. denkbar, daß dabei ihre Versuchstiere zeitweilig Temperaturen ausgesetzt waren, die bereits das Funktionieren des „osmoregulatorischen Apparates“ erschweren.

Meine schon früher geäußerte Ansicht, daß Temperaturen zwischen 5° und 15°C für den Crangon der Ostsee relativ „optimal“ seien, wohingegen Temperaturen unter 5°C und über 15°C auf die Dauer weniger gut ertragen werden, wird nun auch durch die Ergebnisse der neuen Leitfähigkeitsmessungen gestützt. Die gleiche Tendenz, d. h. maximale osmoregulatorische Leistung nur in einem mittleren Temperaturbereich, wird auch von anderen euryhalinen Crustaceen beschrieben. So zeigte Gammarus duebeni und Heteropanope tridentatus im Brackwasser nach Untersuchungen von KINNE (1952) und KINNE und ROTTHAUWE (1952) das gleiche Verhalten.

Interessant ist der Vergleich der kryoskopisch ermittelten Blutkonzentrationen mit den elektrischen Leitfähigkeitswerten. Während bei den kryoskopischen Untersuchungen die Blutflüssigkeit Crangons einem Außenmedium von 27—28‰ S isotonisch ist, liegt der „Isotoniebereich“ bei den Leitfähigkeitsmessungen zwischen 23‰ und 25‰ S (vgl. Abb. 1a und Abb. 1b). Die Gefrierpunktskurven liegen im gesamten Untersuchungsbereich etwas höher als die Kurven des Elektrolytgehaltes. Dieser Befund, den HOHENDORF (1963) auch bei den Polychaeten Nereis diversicolor (mündliche Mitteilung) beobachtete, zeigt bekanntlich, daß der osmotische Wert der Körperflüssigkeit euryhaliner Meerestiere nicht allein von den als Ionen vorliegenden gelösten Salzen abhängt, sondern auch von nichtdissoziierten organischen Stoffen. Ein Vergleich von Gefrierpunktskurven (SCHLIEPER 1929) und Leitfähigkeitswerten des Blutes von Carcinus maenas (vgl. Tabelle 1) bestätigt dies für einen weiteren euryhalinen Krebs. Im Gegensatz zu den relativ geringeren Elektrolytwerten stimmen die kryoskopisch ermittelten Konzentrationswerte des Blutes oberhalb von 28—29‰ S fast mit denen des Außenmediums überein. Auch diese Art ist bei 5°C in Brackwasser besser in der Lage, die Körperflüssigkeit gegenüber dem Außenmedium hypertonisch zu halten als bei 15°C. Carcinus ähnelt also in seinem osmotischen Verhalten stark dem von KINNE und ROTTHAUWE (1952) untersuchten brachyuren Krebs Heteropanope tridentatus. Wahrscheinlich liegt auch für diesen Krebs die Elektrolytkurve des Innenmediums stets etwas niedriger als die Gefrierpunktskurve. Interessant ist in diesem Zusammenhang weiterhin die Untersuchung von DRILHON-COURTOIS (1934) an Carcinus. Dieser Autor stellte eine Zunahme der Proteine im Blut nach Überführung der Krabben in Brackwasser fest. Die Entscheidung über die Frage, inwieweit der Prozentsatz der nichtdissoziierten Substanzen im Blut jahreszeitlichen Veränderungen unterliegt, muß allerdings späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

#### Literaturverzeichnis

- BROEKEMA, M. M. M. (1942): Seasonal movements and the osmotic behaviour of the shrimp *Crangon crangon* L. Arch. Néerland. de Zool., 6, 1—100. — BROEKHUYSEN, G. J. (1946): On development, growth and distribution of *carcinides maenas* L. Arch. Néerland. de Zool., 2, 257—399. — CAPELLETTI, C. (1939): L'impiego dell' anidride carbonica solida (ghaiccio secco) nella semimicro microscopia. Nuovo giornale botanico italiana 46, pp 334—338. — CAUDRI, L. W. D. (1937): Einfluß der Temperatur und des Salzgehaltes auf die Sterblichkeit der Garnelen (*Crangon crangon* L.) Arch. Néerland. de Zool. 3, 179—196. — DRILHON-COURTOIS (A.) (1934): De la régulation de la composition minérale de L'Hémolymphe des Crustacés. Ann. de Phys. et de Physicochimie biol. 10, 377. — DRUCKER, C. und SCHREINER, E. (1913): Mikrokryoskopische Versuche. Biol. Zbl. 33, 99—103. — EHRENBAUM, E. (1890): Zur Naturgeschichte von *Crangon vulgaris* Fabr. Dt. Fisch. Ver. Mitt. der Sekt. f. Küsten u. Hochseefisch. — FLÜGEL, H. (1959): Zum Problem der Osmoregulation im tropischen Brackwasser. Naturw. 6, 213. — FLÜGEL, H. (1960): Über den Einfluß der Temperatur auf die osmotische Resistenz und die Osmoregulation der decapoden Garnele *Crangon crangon* L. Kiel. Meeresf. 16, 186—200. — HARGITAY, B., KUHN, W. und WIRZ, H. (1951): Eine mikrokryoskopische Methode für sehr kleine Lösungsmengen (0,1—1  $\mu$ ). Experientia (Basel) 7, 276. — HAVINGA, B. (1930): Der Granat in den Holländischen Gewässern. Journ. Cons. perm. intern. expl. mer., 5, 57—97. — HOHENDORF, K. (1963): Kieler Meeresforschungen, im Druck. — KESSELER, H. (1958): Eine mikrokryoskopische Methode zur Bestimmung des Turgors an Meeresalgen. Kieler Meeresf. 14, 23—41. — KINNE, O. (1952a): Ein neues Gerät zur Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung kleiner Flüssigkeitsmengen. Veröff. Inst. Meeresf. Bremerhaven 1, 47—51. — KINNE, O. (1952b): Zur Biologie und Physiologie von *Gammarus duebeni* Lillj., V.: Untersuchungen über Blutkonzentration, Herzfrequenz und Atmung. Kieler Meeresf. 9, 134—150. — KINNE, O. und ROTTHAUWE, E.-W. (1952): Biologische Beobachtungen und Untersuchungen über die Blutkonzentration an *Heteropanope tridentatus* (Maitland). Kieler Meeresf. 8, 212—217. — KROGH, A. (1939): Osmotic regulation in aquatic animals. Cambridge Univ. Press. — LLOYD, A. J. and YONGE, C. M. (1944): The biology of *Crangon vulgaris* in the Bristol Channel and Bevern estuary. Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. XXVI, 626—661. — MEREDITH, S. S. (1952): A study of *Crangon vulgaris* in the Liverpool Bay area. Liverpool Biol. Soc. Vol. LVIII, 75—109. — MOSEBACH, G. (1940): Ein Mikroverfahren zur kryoskopischen Untersuchung saftreicher Gewebe. Ber. dtsh. bot. Ges. 58, pp. 29—40. — PANIKKAR, N. K. (1940): Influence of temperature on osmotic behaviour of some crustaceans and its bearing on problems of animal distribution. Nature 146, 366—367. — PANIKKAR, N. K. (1941): Osmoregulation on some palaemonid prawns. J. Mar. Biol. Assoc. U. K. 25, 317—359. — RAMSAY, J. A. (1949): A new method of freezing point determination for small quantities, J. Exp. Biol. 26, 57—64. — SCHLIEPER, C. (1929): Über die Einwirkung niederer Salzkonzentrationen auf marine Organismen. Z. vgl. Physiol. 9, 478—514. — SCHLIEPER, C. (1930): Die Osmoregulation wasserlebender Tiere. Biol. Rev. 5, 309—356. — SCHLIEPER, C. (1935): Neuere Ergebnisse und Probleme aus dem Gebiet der Osmoregulation wasserlebender Tiere. Biol. Rev. (Cambridge) 10, 334—360. — SEGERSTRÅLE, S. G. (1957): Baltic Sea, in: Treatise on Marine Ecology and Paleoecology, Geol. Soc. America, Memoir 67, 1, 751—800. — TIEWS, K. (1954): Die biologischen Grundlagen der Büsumer Garnelenfischerei. Berichte der Deutschen Wiss. Komm. f. Meeresf. N. F., Bd. XIII, H. 3. — TIEWS, K. (1954): Einfluß der Gezeiten und der Wassertemperaturen auf die Garnelenfischerei. Berichte der Deutschen Wiss. Komm. f. Meeresf. N. F., Bd. XIII, H. 3. — VERWEY, J. (1957): A plea for the study of temperature influence on osmotic regulation. Ann. Biol. 33, 129—149.