

## Ionale Veränderungen in der Muschel *Dreissena polymorpha* (Pallas) unter niedrigen Sauerstoffpartialdrucken

Eckart Bär

Under reduced oxygen conditions in water *Dreissena polymorpha* shows a decrease of oxygen consumption in relation to partial  $O_2$ -pressure. Changes in the ionic concentration of sodium in the hemolymph may be found too. Sodium concentration decreases below an oxygen-saturation of 50%. Only 45% of sodium is present in the blood of the mussels after 2 days under anaerobic conditions. If the mussels are exposed to fully oxygenated water after anaerobic periods of 1 to 3 days, there is no complete recovery of sodium-concentration in the blood. The survival and distribution of *Dreissena polymorpha* due to seasonal oxygen depletion in eutrophic lakes is discussed.

*Anaerobic conditions, Dreissena polymorpha, oxygen consumption, sodium concentration.*

### 1. Einführung

Die letzte Eiszeit drängte die Wandermuschel *Dreissena polymorpha* aus Europa in den pontokaspischen Raum zurück. Seit Beginn des 19. Jahrhunderts wurde sie wieder eingeschleppt und fand eine rasche Ausbreitung (GRIM 1971). Ihre Verbreitungsgrenze liegt heute von Ostfrankreich bis hin nach Südkandinavien. Die Muschel kommt dabei gleichermaßen in fließenden und stehenden Gewässern vor (WOLFF 1969; LEENTVAAR 1971; EINSLE, WALZ 1972). Bei einigen Seen und Flußarmen war nach ihrem Massenauftreten auch wieder ein Rückgang zu verzeichnen (STANCZYKOWSKA 1961, WALZ 1974). Im vorigen Jahrhundert war die Muschel auch am Niederrhein und dessen Nebenarmen verbreitet. In den Nebenarmen sind die Populationen jedoch zum größten Teil, vermutlich im Zusammenhang mit Verlandung und Eutrophierung, wieder erloschen (NEUMANN et al. 1978). Über die Ausbreitung von *Dreissena* (u.a. BURLA, LUBINI-FERLIN 1976) und deren Produktionsbiologie liegen umfangreiche Arbeiten vor von STANCZYKOWSKA (1964) und WALZ (1978). Bisher ist aber wenig darüber bekannt, welche Ansprüche *Dreissena* an ein Gewässer im einzelnen stellt. Über die Tiefenverbreitung hat STANCZYKOWSKA (1964) festgestellt, daß in den Masurischen Seen die Maximalabundanz in den oberen Wasserschichten liegt. Mit zunehmender Tiefe (über 4 Meter) nimmt das Vorkommen stark ab. Salinitätstoleranzen bis zu 4 ‰ stellte ROTTHAUWE (1958) fest.

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Population eines ehemaligen Baggersees näher untersucht, da *Dreissena* in der Rheinischen Bucht häufig in diesen aufgefunden wird. Es liegt die Vermutung nahe, daß mit zunehmender Tiefe eines Gewässers Sauerstoffgehalt und Temperatur limitierende Faktoren für die Verbreitung von *Dreissena* sein können. Nach dem freischwimmenden Veligerlarvenstadium von etwa 8 Tagen ist die heranwachsende Muschel, mit Byssusfäden an geeignetem Substrat angeheftet, mehr oder weniger ortsgebunden. Lediglich jüngere Muscheln können noch ihren Anheftungsplatz verändern. Notwendigerweise müßte *Dreissena* niedrige Sauerstoffverhältnisse in eutrophen Gewässern unterhalb eines ausgeprägten Metalimnions bis hin zu anaeroben Bedingungen während der Stagnationszeiten eines stehenden Gewässers stoffwechselphysiologisch tolerieren. Untersuchungen von NEUMANN (1962) zeigten, daß mit Einsetzen der Anaerobiose bei *Chironomus* als fakultativem Anaerobier der Wasserhaushalt gestört war und damit eine Erniedrigung der Blutkonzentration einherging. Dies gab einen zusätzlichen Ansatzpunkt zu prüfen, ob ähnliches auch bei *Dreissena* unter erniedrigten Sauerstoffpartialdrucken auftritt.

## 2. Material und Methode

Die Muscheln wurden von Tauchern mit Steinen aus dem Fühlinger See, einem ehemaligen Baggersee in Köln, gesammelt und anschließend im Labor für mindestens 14 Tage bei 20 °C gehältert. Die tägliche Fütterung mit Bäckerhefe erfolgte bis einen Tag vor Versuchsbeginn.

Um den Sauerstoffverbrauch der Tiere messen zu können, wurden diese einzeln in Durchflußkammern eingesetzt, wobei parallel dazu die Registrierung der Öffnungs- und Schließzeiten möglich war. Eine nachgeschaltete Schlauchpumpe hielt den Wasserdurchfluß in jeder Kammer konstant. Mit einer Gasmischpumpe (Fa. Wösthoff) konnte der gewünschte Sauerstoffpartialdruck im Wasser zwischen 0 und 160 mm Hg eingestellt werden. Für jeweils 10 Minuten wurde der Sauerstoffverbrauch der einzelnen Versuchstiere jede Stunde polarographisch (Radiometer PHM 27) bestimmt. Bei Versuchen mit erniedrigtem Sauerstoffpartialdruck blieben die Tiere 48 Stunden in den Kammern. Nach Versuchsende wurde den Muscheln nach vorsichtigem Abheben einer Schalenhälfte Hämolymphe aus dem Herzen entnommen und deren Natrium-Ionenkonzentration auf dem Atomabsorptionsspektrophotometer (Perkin-Elmer Modell 422) bestimmt.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Die Atmung

Ein Maß für die biologische Aktivität der Tiere ist der Sauerstoffverbrauch. Entsprechend den erniedrigten Sauerstoffverhältnissen im Wasser bei zunehmender Tiefe während der Stagnationszeiten von eutrophen Seen wurden die Muscheln in den Versuchskammern vermindertem Sauerstoffpartialdruck ausgesetzt.

Der Sauerstoffverbrauch von *Dreissena* blieb zwischen 100% und 50% Sauerstoffsättigung des Wassers annähernd konstant (Tab. 1). Erst unterhalb von 50% Sauerstoffsättigung nahm der O<sub>2</sub>-Verbrauch der Tiere kontinuierlich ab. Bei einer O<sub>2</sub>-Sättigung von 10% wurden nur noch 45% derjenigen Sauerstoffmenge aufgenommen, die Tiere vergleichsweise bei O<sub>2</sub>-gesättigtem Wasser veratmeten. Während der Versuchszeit von 48 Stunden zeigten die Muscheln keine Veränderung des Sauerstoffverbrauchs pro Stunde.

Tab. 1: Der Sauerstoffverbrauch von *Dreissena polymorpha* (Pallas) in Abhängigkeit von O<sub>2</sub>-Sättigung bzw. O<sub>2</sub>-Partialdruck im Wasser bei 20 °C. Adaptationstemperatur 20 °C. Jedem Mittelwert (mit Standardabweichung) liegen 10 bis 18 Einzeltiermessungen zugrunde.

O <sub>2</sub> -Sättigung	O <sub>2</sub> -Partialdruck	O <sub>2</sub> -Verbrauch der Tiere
%	mm Hg	µl/h/g TG
100	159.07	199.0 ± 25.9
65	103.4	205.2 ± 16.8
50	79.53	202.8 ± 21.7
40	63.63	164.1 ± 27.4
30	47.72	161.4 ± 14.0
20	31.81	114.5 ± 18.2
15	23.86	96.8 ± 15.4
10	15.91	91.7 ± 8.5

### 3.2 Der Ionenhaushalt des Natriums in Abhängigkeit von der Anaerobiosedauer

Je nach Eutrophierungsgrad stehender Gewässer können für die unterhalb des Metallimnions angesiedelten Muscheln mit fortschreitender Stagnationszeit anaerobe Verhältnisse im Tiefenwasser eintreten. Die Auswirkungen unter anaeroben 'Sauerstoffbedingungen' ergaben im Laborversuch eine starke Konzentrationsverminderung für den Natrium-Gehalt innerhalb von 48 Stunden Versuchsdauer gegenüber Tieren in O<sub>2</sub>-gesättigtem Medium (Abb. 1). Je länger die Tiere den anaeroben 'Sauerstoffbedingungen' ausgesetzt wurden, desto weiter sank die Konzentration des Natriums in der Hämolymphe ab und erreichte nach 5 Tagen ein Niveau, bei dem nur noch 45% der ursprünglichen Natrium-Blutkonzentration nachgewiesen werden konnten. Eine Anaerobiosedauer über 6 Tage hinaus bei einer Wassertemperatur von 20 °C überlebten die Tiere nicht. Da die Muscheln in den Versuchskammern während dieser Zeit nicht gefüttert wurden, ist ein Vergleich zu ebenfalls nicht gefütterten

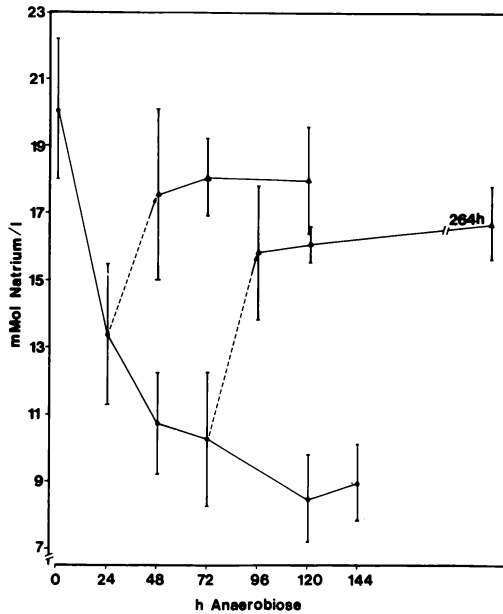


Abb. 1: Veränderungen der Natrium-Ionenkonzentration von *Dreissena polymorpha* (Pallas) in Abhängigkeit von der Anaerobiosedauer (●) und nach anschließendem Angebot sauerstoffgesättigten Wassers (▲). Adaptations- und Versuchstemperatur 20 °C. Tiergröße: Schalenlänge 23 ± 3 mm. Jedem Mittelwert (mit Standardabweichung) liegen 12 bis 30 Einzeltiermessungen zugrunde.

Tieren in sauerstoffgesättigtem Wasser möglich; diese Kontrolltiere zeigten keine Konzentrationsveränderungen des Natriums in der Hämolymphe für gleiche Versuchszeiten.

### 3.3 Erholung nach Anaerobiose

Wurde den Muscheln nach 24 Stunden Anaerobiosedauer wieder O<sub>2</sub>-gesättigtes Wasser angeboten und die Natrium-Ionenkonzentration nach 24-stündigem Aufenthalt in sauerstoffgesättigtem Wasser bestimmt, so war der Natriumgehalt in der Hämolymphe wieder angestiegen, ohne jedoch die Konzentration derjenigen Tiere zu erreichen, die normalen Sauerstoffsättigungen ausgesetzt waren (Abb. 1). Nach 48 und 96 Stunden Aufenthalt im Wasser mit normaler O<sub>2</sub>-Spannung ergab sich für das Natrium kein weiterer Anstieg. Ein Versuch mit 48stündiger Anaerobiosedauer und anschließendem Angebot von sauerstoffgesättigtem Wasser zeigte das gleiche Ergebnis (ohne Abb.). Lebten die Muscheln 72 Stunden in O<sub>2</sub>-freiem Medium und bekamen danach ebenfalls wieder sauerstoffreiches Wasser in die Kammern, so stieg auch hier innerhalb von 24 Stunden die Natriumkonzentration gegenüber den anaerob gehaltenen Tieren wieder an. Ein 11tägiger Aufenthalt unter diesen Bedingungen war mit keiner weiteren Konzentrationszunahme verbunden (Abb. 1).

Je länger die Anaerobiosedauer anhielt, desto weniger wurden die ursprünglichen Konzentrationsverhältnisse vom Natrium in der Hämolymphe nach anschließender Erholung in sauerstoffreichem Wasser erreicht. Eine langfristige Störung des Elektrolythaushalts ist also hierbei für das Natrium die Folge.

### 3.4 Natriumkonzentrationen bei erniedrigten Sauerstoffpartialdrucken

Anaerobe 'Sauerstoffverhältnisse' im Gewässer stellen den Extremfall dar. Je nährstoffreicher das Gewässer ist, desto größer ist auch die Zehrung des Sauerstoffs, besonders dann, wenn nicht mehr genügend Sauerstoff in tiefere Wasserschichten nachgeliefert wird. Da *Dreissena* unter anaeroben Bedingungen Änderungen im Elektrolythaushalt aufwies, sollte unter vermindertem O<sub>2</sub>-Partialdruck ebenfalls eine Veränderung des Natriumgehalts in der Hämolymphe zu erwarten sein. Dazu wurden die Tiere jeweils für 48 Stunden einem verringerten Sauerstoffangebot in den Versuchskammern ausgesetzt. Bis zu einer erniedrigten Sauerstoffsättigung von 50% wurde die Natrium-Ionenkonzentration auf dem Normalniveau gehalten (Abb. 2). Erst unter noch geringerer O<sub>2</sub>-Sättigung nahm die Konzentration des Natriums stetig ab. Eine Abhängigkeit des Elektrolytgehalts von der Sauerstoffsättigung ist damit gegeben.

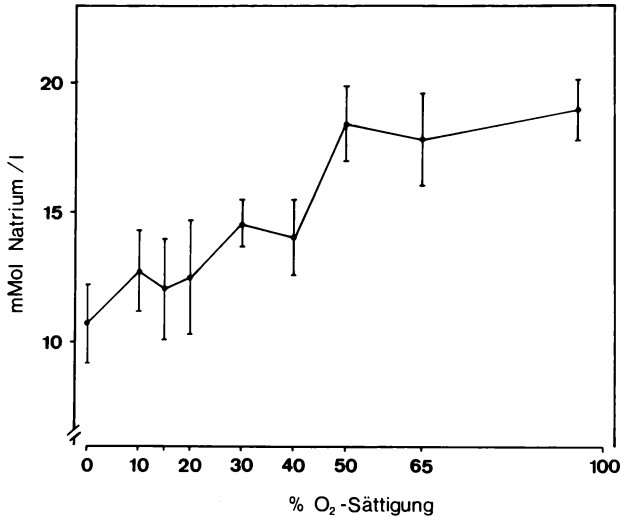


Abb. 2: Die Natrium-Ionenkonzentration von *Dreissena polymorpha* (Pallas) in Abhängigkeit von der O<sub>2</sub>-Sättigung im Versuchswasser nach 48 Stunden.

Adaptations- und Versuchstemperatur 20 °C. Tiergröße: Schalenlänge 23 ± 3 mm. Jedem Mittelwert (mit Standardabweichung) liegen 10 bis 18 Einzeltiermessungen zugrunde.

## 4. Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung stellte sich heraus, daß *Dreissena polymorpha* unter erniedrigtem Sauerstoffpartialdruck eine herabgesetzte Stoffwechselrate, gemessen als Sauerstoffverbrauch der Tiere, und gleichzeitig auch eine einschneidende Störung im Natriumhaushalt zeigte. Unter anaeroben Bedingungen verminderte sich die Natrium-Ionenkonzentration in der Hämolymphe innerhalb von 24 Stunden. Hierbei kann es sich einerseits um eine Störung des Mineralhaushalts handeln, andererseits kann aber eine Beeinträchtigung des Wasserhaushalts die Ursache sein. Auf Grund der Befunde an dem fakultativen Anaerobier *Chironomus thummi* (NEUMANN 1962) ist zu vermuten, daß in erster Linie der Wasserhaushalt so gestört ist, daß entweder der stete osmotische Wassereinstrom nicht mehr über die Niere herausgepumpt wird oder daß sogar ein verstärkter osmotischer Einstrom stattfindet. Für Störungen im Wasserhaushalt als primärer Ursache spricht die Tatsache, daß auch die Muscheln unter den anaeroben Bedingungen aufgequollen erscheinen, und zwar derart, daß sie hin und wieder beim Schließen der Schalen ihre Siphons ein-klemmten. Mit der schnellen Veränderung der Elektrolytkonzentration des Natriums bekommt man einen frühzeitig einsetzenden Indikator für die Konsequenzen von mangelhaften Sauerstoffbedingungen in eutrophen Gewässern.

Die maximale Abundanz von *Dreissena* in stehenden Gewässern liegt zwischen 4 bis 6 Metern (STANCZYKOWSKA 1964, WALZ 1973, AHRENS unveröff.). In dieser Verteilung spielen sicherlich zusätzlich Substratbedingungen, Konkurrenz und andere Faktoren eine Rolle. Auch Grünalgen und die Ausbreitung des Phytals mit Cyanophyceenrasen in den oberen Metern werden auf die vorliegende Abundanz einen Einfluß haben können. Entscheidend dürfte jedoch für die Abnahme der Abundanz der geringer werdende Sauerstoffpartialdruck mit zunehmender Wassertiefe sein. Die mangelhaften O<sub>2</sub>-Bedingungen im Tiefenwasser eutropher Gewässer oder in deren Verlandungszonen (besonders während der Stagnationszeiten im Sommer) dürften ein Ansiedeln bzw. Überleben der Muschel *Dreissena polymorpha* verhindern. Die Laboruntersuchungen wurden einheitlich bei 20 °C durchgeführt. Es darf erwartet werden, daß bei niedrigeren Temperaturen im Gewässer das Stoffwechselgeschehen im Tier herabgesetzt und die Anaerobiose über eine längere Zeit als bei 20 °C möglich ist, daß aber ansonsten die gleichen Störungen im Na-Haushalt, wenn auch verzögert, eintreten und die Anaerobiose-Toleranz nur begrenzt verlängert ist.

#### Literatur

- BURLA H., LUBINI-FERLIN V., 1976: Bestandsdichte und Verbreitungsmuster von Wandermuscheln im Zürichsee. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 121: 187-199.
- EINSLE U., WALZ N., 1972: Die täglichen Vertikalwanderungen der Larven von *Dreissena polymorpha* Pallas im Bodensee-Obersee. gwf-wasser/abwasser 113: 428-430.
- GRIM J., 1971: Tiefenverteilung der Dreikantmuschel (Pallas) im Bodensee. gwf-wasser/abwasser 112: 437-441.
- LEENTVAAR P., 1971: Das Vorkommen von *Dreissena polymorpha* in den Niederlanden. I.A.W.R.-Bericht (Rotterdam).
- NEUMANN D., 1962: Die Anaerobiose-Toleranz der Larven zweier Subspezies von *Chironomus thummi*. Z. vergl. Physiol. 46: 150-162.
- NEUMANN D., JAGDMANN C., LILLER K., 1978: *Dreissena*-Horizont in den Faulschlammablagerungen des Alten Rhein bei Bienen-Praest (Niederrhein). Decheniana 131: 183-187.
- POTTS W.T.W., 1954: The inorganic composition of the blood of *Mytilus edulis* and *Anodonta cygnea*. J. exp. Biol. 31: 376-385.
- ROTTHAUWE H.W., 1958: Untersuchungen zur Atmungsphysiologie und Osmoregulation bei *Mytilus edulis* mit einem kurzen Anhang über die Blutkonzentration von *Dreissena polymorpha* in Abhängigkeit vom Elektrolytgehalt des Außenmediums. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 5: 143-159.
- STANCZYKOWSKA A., 1961: Die gewaltige Zahlenverminderung *Dreissensia polymorpha* Pall. in einigen Masurischen Seen neben Mikolajki. Ekol. Polska B 7: 151-153. (Poln. mit dt. Zsfg.).
- STANCZYKOWSKA A., 1964: On the relationship between abundance, aggregations and "conditions" of *Dreissena polymorpha* Pall. in 36 Mazurian Lakes. Ekol. Polska A 34: 653-690.
- STANCZYKOWSKA A., LAWACZ W., MATTICE J., 1975: Use of field measurements of consumption and assimilation in evaluation of the role of *Dreissena polymorpha* Pall. in a lake ecosystem. Pol. Arch. Hydrobiol. 22: 509-522.
- WALZ N., 1973: Untersuchungen zur Biologie von *Dreissena polymorpha* Pallas im Bodensee. Arch. Hydrobiol. Suppl. 42: 452-482.
- WALZ N., 1974: Rückgang der *Dreissena polymorpha*-Population im Bodensee. gwf-wasser/abwasser 115: 20-24.
- WALZ N., 1978: The energy balance of the freshwater mussel *Dreissena polymorpha* Pallas in laboratory experiments and in Lake Constance. Arch. Hydrobiol. Suppl. 55: 83-105.
- WOLFF W.J., 1969: The mollusca of the estuarine region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the topography of the area. II. The Dreissenidae. Basteria 33: 93-103.

#### Adresse

Dipl.-Biol. Eckart Bär  
Lehrstuhl für Physiologische Ökologie  
Zoologisches Institut Univ.  
Weyertal 119  
D-5000 Köln 41

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [10\\_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Bär Eckart

Artikel/Article: [lonale Veränderungen in der Muschel \*Dreissena polymorpha\* \(Pallas\) unter niedrigen Sauerstoffpartialdrucken 563-567](#)