

Respiration und Produktion bei *Brachionus calyciflorus* (*Nemathelminthes*, *Rotatoria*)

- Norbert Leimeroth -

Respiration data for different age groups of *Brachionus calyciflorus*, measured with single animals in stoppered cartesian divers, are presented. Oxygen consumption between 1.0 for eggs and  $6.5 \cdot 10^{-3}$   $\mu\text{l/h} \cdot \text{ind.}$  für adult females with two eggs was found. Rotifers were kept in three concentrations of food, *Kirchneriella lunaris*: 0.4, 1 and  $5 \cdot 10^6$  cells/ml. Besides respiration, life table data and dry weight were determined. Relations between respiration and production, calculated from the data, are discussed.

*Brachionus calyciflorus*, respiration, rotifers, secondary production.

1. Einführung

Neben dem Stoff- und Energiefluß durch Ökosysteme - über die Stufen von Nahrungsketten oder -netzen - ist für viele ökologische Fragestellungen auch der "interne" Fluß von (Nahrungs-)Stoffen und der in ihnen gespeicherten Energie durch den einzelnen Organismus von Bedeutung. Eine vollständige Analyse in dieser Richtung, eine Energiebilanz oder das Energiebudget einer Art, umfaßt nach SCHWERDTFEGER (1975) folgende Parameter:

	Respiration	
	Assimilation	Wachstum
Konsumption	Produktion	Fortpflanzung
	Defäkation	Elimination

Ausschnitte einer solchen Energiebilanz, die Respiration und ihr Verhältnis zur Produktion, werden im folgenden für verschiedene Altersstufen des Rotators *Brachionus calyciflorus* dargestellt.

2. Material und Methoden

Die Versuchstiere wurden in einem künstlichen Medium nach HALBACH, HALBACH-KEUP (1974), jedoch ohne die dort angegebenen organischen Komponenten angezogen und gehalten. Als Futter diente die coccale Grünalge *Kirchneriella lunaris* in drei Konzentrationen: 0.4, 1 und  $5 \cdot 10^6$  Algenzellen/ml Kulturmedium. Die Tiere wurden einmal täglich in frisches Medium umgesetzt und gefüttert. Um ein Sedimentieren der Algen zu verhindern, wurden die verschlossenen Kulturgefäße waagrecht auf einer Apparatur befestigt, die sie langsam um ihre Längsachse drehte.

Die Messungen des Sauerstoffverbrauchs wurden mit Hilfe sogenannter kartesianischer Stopfentaucher ('stoppered cartesian divers', Abb. 1) nach ZEUTHEN (1950) durchgeführt. Eine ausführ-

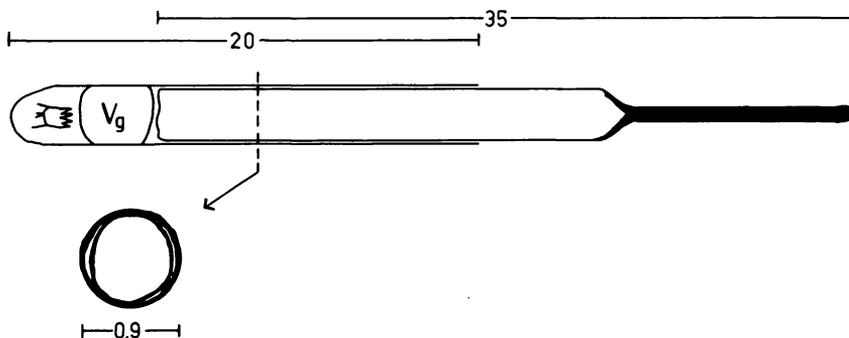


Abb. 1: Kartesianischer Taucher im Längs- und Querschnitt.

$V_g$  ist die Luftblase, aus der Sauerstoff in das Wasser mit dem Versuchstier (links) diffundiert. Das zugeschmolzene Ende des Glasstopfens (rechts) stabilisiert die Lage des Tauchers im Versuchsgefäß. Der Querschnitt zeigt, daß sich die Wandungen von Stopfen und Taucher nicht durchgängig berühren; dadurch können äußere Druckänderungen an  $V_g$  weitergegeben werden. Alle Längenangaben in mm; das Tier ist vergrößert dargestellt.

liche Beschreibung der Methode findet sich bei KLEKOWSKI (1971), ihre Anwendung für Rotatorien - dort *Brachionus plicatilis* - bei DOOHAN (1973). Eine kurze Darstellung des Prinzips der Methode soll daher hier genügen: Die mit dem Versuchstier, einer Luftblase bekannten Volumens  $V_g$  und 0.1 n NaOH (zum Binden von gebildetem  $\text{CO}_2$ ) gefüllten und mit dem Stopfen versehenen Taucher werden in die Versuchsgefäße (Abb. 2) eingebracht, wo sie schweben oder langsam zum Boden sinken müssen. Nach einer Akklimatisationszeit wird das System luftdicht abgeschlossen und die Taucher nacheinander durch Regulierung des Drucks über der Flüssigkeit - und damit durch Änderung von  $V_g$  - auf die Ablesehöhe in den Gefäßen gebracht (vgl. Abb. 2, linker Taucher). Die dazu benötigte Druckdifferenz  $\Delta p$  wird am Manometer abgelesen; dann wird der Druck wieder normalisiert. Da das Tier Sauerstoff verbraucht, nimmt - durch Diffusion -  $V_g$  ab, und die notwendige Druckdifferenz  $\Delta p$  zur Einstellung des Tauchers wächst mit der Zeit. Aus ihr läßt sich der  $\text{O}_2$ -Verbrauch pro Zeiteinheit berechnen.

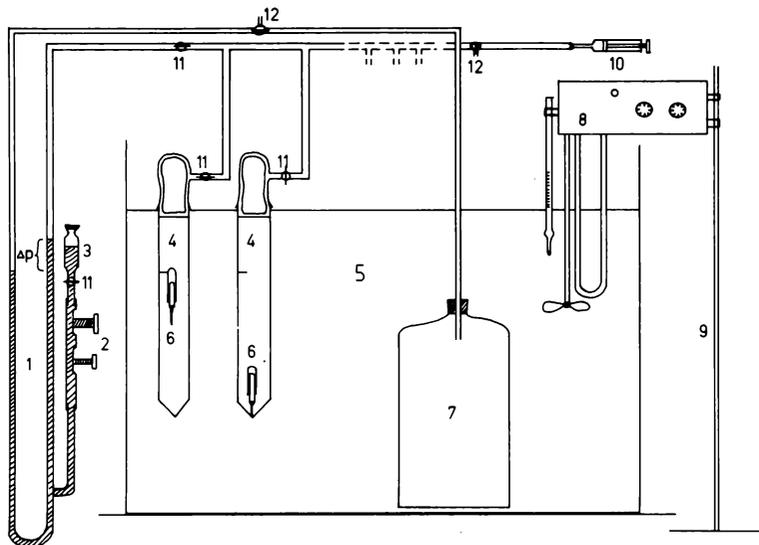


Abb. 2: Versuchsapparatur.

1: Manometer, 2: Vorrichtung zur Druckregelung, 3: Vorratsgefäß mit Brodie'scher Lösung, 4: Versuchsgefäße im 5: Wasserbad, 6: Taucher in den Versuchsgefäßen (der linke wird gerade durch Anlegen einer Druckdifferenz  $\Delta p$  auf die Höhe der Ablesemarke gebracht), 7: luftgefüllte Flasche am offenen Ende des Manometers (verhindert Fehler durch atmosphärische Druckschwankungen), 8: Thermostat an 9: einzeln aufgestelltem Stativ (um Erschütterungen zu vermeiden), 10: Spritze zur groben Druckregelung, 11: Zwei- und 12: Drei-Wege-Hähne.

Die Produktion verschiedener Altersgruppen wurde durch Individualzuchten mit Bestimmung wichtiger Parameter - Dauer der Wachstumsphase, Anzahl gebildeter Subitaneier, Lebensdauer etc. - und Trockengewichtsmessungen von adulten ♀ mit und ohne Eier (in Anlehnung an DOOHAN, RAINBOW, 1971) ermittelt. Für den Energiegehalt der Biomasse von *B. calyciflorus* wurden Werte von STÖRKEL (1977) übernommen.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

In Tab. 1 sind die Ergebnisse der Sauerstoffverbrauchsmessungen der verschiedenen Altersgruppen zusammengefaßt. Die Werte stimmen größenordnungsmäßig gut mit den Ergebnissen anderer Autoren überein. So geben POURRIOT, DELUZARCHES (1970) für *B. calyciflorus* einen Bereich von 1.57 bis  $6.2 \cdot 10^{-3}$   $\mu\text{l O}_2/\text{h} \cdot \text{Ind.}$  (an großen Tierzahlen mit der Mikro-Winkler-Methode bestimmt) an, bei BELYATSKAYA (1959, zit. nach PILARSKA [1977]) liegen die Werte zwischen 0.84 und 2.24. PILARSKA fand für die etwas kleinere Art *B. rubens* Respirationsraten von 1.11 bis  $2.42 \cdot 10^{-3}$   $\mu\text{l O}_2/\text{h} \cdot \text{Ind.}$  und DOOHAN (1973) für die Brackwasserart *B. plicatilis* Werte von 2.7 bis  $5.9 \cdot 10^{-3}$   $\mu\text{l/h}$  für adulte ♀.

Tab. 1: Sauerstoffverbrauch verschiedener Altersgruppen von *Brachionus calyciflorus*. Soweit möglich, sind Mittelwerte und Standardabweichungen angegeben. Bei drei oder weniger Werten sind alle aufgelistet. Bei den Subitaneiern sind die oberen und unteren Grenzwerte der Messungen von jeweils mehreren Eiern angegeben. Alle Werte in  $\mu\text{l} \cdot 10^{-3}/\text{h} \cdot \text{Ind}$ .

Tierzustand	Algenkonzentrationen (Zellen/ml)		
	$0.4 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$
Eier	1.4 - 1.5	0.97 - 1.115	0.85 - 1.1
Juvenile, 0-12 h alt	$1.8753 \pm 0.2877$	$2.3509 \pm 0.4444$	$2.1164 \pm 0.5733$
Juvenile, 12-24 h alt	$3.1645 \pm 0.8136$	$3.3493 \pm 0.2041$	$3.6172 \pm 0.3724$
präfertile ♀ ohne Ei	$3.1062 \pm 0.3119$	$3.1938 \pm 0.1481$	$3.0186 \pm 0.3044$
♀ + 1 Ei	$4.8117 \pm 0.4914$	$4.5314 \pm 0.6439$	$4.1115 \pm 0.7313$
♀ + 2 Eier	5.7323 6.4837 6.4883	6.2346 6.5021 6.5914	$6.1745 \pm 0.5479$
postfertile ♀	$2.0947 \pm 0.0219$	2.5778 2.5976	2.1000 2.4481

Da ein direkter Einfluß der Algen auf die Respirationmessungen ausgeschlossen werden kann (die Tiere wurden vor dem Einsetzen in den Taucher mit reinem Medium gespült und aufgeschwemmt), müssen die beobachteten Differenzen im Sauerstoffverbrauch auf die Haltung in den verschiedenen Futterkonzentrationen zurückgeführt werden. Generell sind die Unterschiede jedoch recht gering und in der Tendenz nicht einheitlich. Eine Ausnahme bilden die Subitaneier, deren Respiration sich mit steigendem Futterangebot an die Muttertiere deutlich verringerte. Dies läuft parallel mit einer Abnahme des Trockengewichts der Eier, das seinerseits offensichtlich wiederum von der Größe des Muttertieres abhängt (vgl. Tab. 2). Eine zweite eindeutige, wenn auch weniger stark ausgeprägte Tendenz ist bei den 12 bis 24 h alten Juvenilen erkennbar. Hier nimmt der  $\text{O}_2$ -Verbrauch mit steigendem Futterangebot zu. Dies dürfte auf die Verkürzung der Entwicklungszeit (Tab. 2) und die dadurch bedingte höhere Stoffwechselaktivität zurückzuführen sein.

Tab. 2: Zur Berechnung der Produktion notwendige Daten. Neben dem Mittelwert ist der Standardfehler des Mittels angegeben.

	Algenkonzentrationen (Zellen/ml)		
	$0.4 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$
Trockengewicht ( $\mu\text{g}$ )			
♀ + 1 Ei	0.53	0.455	0.395
♀ ohne Ei	0.43	0.38	0.33
Ei (Differenz)	0.10	0.075	0.065
Immaturationszeit (h)	$30.28 \pm 1.57$	$26.12 \pm 1.07$	$23.81 \pm 0.54$
Lebensdauer (h)	$121.66 \pm 12.29$	$128.67 \pm 10.70$	$128.80 \pm 11.89$
Eier/♀	$8.87 \pm 0.99$	$12.93 \pm 1.55$	$14.00 \pm 1.97$

Die zur Berechnung der Produktion notwendigen Daten sind in Tab. 2 zusammengestellt. Die durch eigene Wägungen ermittelten Trockengewichte liegen um 10 bis 20% höher als Werte, die man aus einer von DUMONT et al. (1975) ermittelten Relation zwischen Länge und Trockengewicht erhält. Der Vergleich der Lebensdaten mit Ergebnissen von HALBACH, HALBACH-KEUP (1974) (allerdings mit *Chlorella pyrenoidosa* als Futteralge) zeigt allgemein eine Beschleunigung von Vorgängen: Z.B. sind Immaturationszeit (24-30 h gegenüber rund 48 h) und Lebensdauer (120-130 h gegenüber 150-210 h) verkürzt; die durchschnittliche Zahl der Nachkommen ist geringer. Vermutlich sind diese Phänomene eine Folge der ständig verfügbaren Nahrung, was bei HALBACH in der beschriebenen Form nicht gegeben war.

In Tab. 3 sind die ermittelten Werte für Respiration und Produktion - in Joule - vergleichbar gegenübergestellt. Gleichförmiges Wachstum der Juvenilen vom Schlüpfen bis zur Geschlechtsreife wurde angenommen; der O<sub>2</sub>-Verbrauch wurde mit Hilfe des oxykaloischen Koeffizienten nach IVLEV (1945) in Energiewerte umgesetzt. Neben der Netto-Assimilationseffizienz K<sub>2</sub> (= P/A = P/P + R) wurde noch der Quotient P/R berechnet, der Verschiebungen von P und R besser zum Ausdruck bringt. Zwei mehr oder weniger ausgeprägte Tendenzen sind erkennbar: eine deutliche Abnahme von P/R mit zunehmendem Alter und eine weniger deutliche Abnahme des Quotienten mit steigendem Nahrungsangebot. Hier läßt sich wegen der geringen Anzahl der Werte nicht zweifelsfrei entscheiden, ob es sich um eine fallende oder eine Optimumskurve handelt. Für die zweite Annahme sprechen die Ergebnisse von PILARSKA (1977) bei *B. rubens*, die die höchsten Werte für K<sub>2</sub> bei mittleren Algenkonzentrationen (0.6 bis 1.0 · 10<sup>6</sup> Z/ml von *Chlorella vulgaris*) fand.

Tab. 3: Produktion, Respiration, Netto-Produktionseffizienz K<sub>2</sub> und der (aussagefähigeren) Quotient P/R für vier aufeinanderfolgende Stadien von *Brachionus calyciflorus*.

P und R in J · 10<sup>-3</sup>/h, K<sub>2</sub> in Prozent.

		Algenkonzentrationen (Zellen/ml)		
		0.4 · 10 <sup>6</sup>	1 · 10 <sup>6</sup>	5 · 10 <sup>6</sup>
ca. 6 h alte Juvenile	Prod.	0.2173	0.2332	0.2213
	Resp.	0.0379	0.0475	0.0428
	K <sub>2</sub>	85.1	83.1	83.8
	P/R	5.73	4.91	5.17
ca. 18 h alte Juvenile	Prod.	0.2173	0.2332	0.2213
	Resp.	0.0641	0.0678	0.0733
	K <sub>2</sub>	77.2	77.5	75.1
	P/R	3.39	3.44	3.02
♀ in der frühfertilen Phase (ø 2 Eier)	Prod.	0.1993	0.2152	0.1993
	Resp.	0.0649	0.0867	0.0854
	K <sub>2</sub>	75.4	71.3	70.0
	P/R	3.07	2.46	2.33
♀ in der spätfertilen Phase (ø 1 Ei)	Prod.	0.1131	0.1197	0.0783
	Resp.	0.0678	0.0706	0.0634
	K <sub>2</sub>	62.5	62.9	55.2
	P/R	1.67	1.69	1.235

Der 'ökologische Sinn' der höheren Produktionseffizienz der juvenilen gegenüber den adulten Tieren - sie liegt in ähnlicher Form auch bei *B. rubens* vor - besteht wohl darin, daß ein Tier um so wertvoller für den Bestand und das Wachstum der Population ist, je früher es seine ersten Nachkommen erzeugt (EDMONDSON 1968). Die späten Nachkommen eines Tieres haben dagegen nur noch geringen Einfluß auf die Wachstumsrate r der Population. Für Rotatorien, die gewöhnlich vor die Aufgabe gestellt sind, günstige Umweltbedingungen schnell auszunutzen, um anderen potentiellen Besiedlern eines Biotops zuvorzukommen, ist daher rasches Wachstum bis zur Reife wichtiger als höchste Potenz zur Nachkommenproduktion.

#### 4. Zusammenfassung

Mit Hilfe von kartesischen Tauchern wurde der Sauerstoffverbrauch von einzelnen Rotatorien der Art *Brachionus calyciflorus* gemessen. Es wurden Werte zwischen 1.0 - für Subitaneier - und 6.5 · 10<sup>-3</sup> µl O<sub>2</sub>/h · Ind. - für adulte ♀ mit zwei Eiern - gefunden. Die bei den untersuchten Altersgruppen und drei verschiedenen Nahrungskonzentrationen der Grünalge *Kirchneriella lunaris* (0.4, 1 und 5 · 10<sup>6</sup> Z/ml) aufgetretenen Unterschiede werden diskutiert.

Die Produktion verschiedener Altersstufen wurde durch Erhebungen von Lebensdaten und Wägungen bestimmt. Respiration und Produktion werden gegenübergestellt. Der Quotient P/R hat für verschiedene Futterkonzentrationen vermutlich einen Optimumsbereich; mit steigendem Alter der Tiere nimmt er deutlich ab. Eine ökologische Interpretation dieses Phänomens wird versucht.

#### Literatur

- BELYATSKAYA Y.S., 1959: Use of diver microrespirometer for measurements of respiration in planktonic animals. Dokl. Akad. Nauk. Belorussk. SSR 7: 315-317. [in Russisch].
- DOOHAN M., RAINBOW V., 1971: Determination of dry weights of small Aschelminthes. Oecologia (Berlin) 6: 380-383.
- DOOHAN M., 1973: An energy budget for adult *Brachionus plicatilis* Muller (Rotatoria). Oecologia (Berlin) 13: 351-362.

- DUMONT H.J. et al., 1975: The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia* (Berlin) 19: 75-97.
- EDMONDSON W.T., 1968: A graphical model for evaluating the use of the egg ratio for measuring birth and death rates. *Oecologia* (Berlin) 1: 1-37.
- HALBACH U., HALBACH-KEUP G., 1974: Quantitative Beziehungen zwischen Phytoplankton und der Populationsdynamik des Rotators *Brachionus calyciflorus* Pallas. Befunde aus Laboratoriumsexperimenten und Freilanduntersuchungen. *Arch. Hydrobiol.* 73: 273-309.
- IVLEV V.S., 1945: The biological productivity of waters. *Usp. Sovr. Biol.* 19: 98-120 (in Russisch).
- KLEKOWSKI R.Z., 1971: Cartesian diver microrespirometry for aquatic animals. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 18: 93-114.
- PILARSKA J., 1977: Ecophysiological studies on *Brachionus rubens* Ehrbg. (Rotatoria). I. Food selectivity and feeding rate. II. Production and respiration. III. Energy balances. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 24: 319-354.
- POURRIOT R., DELUZARCHES M., 1970: Sur la consommation d'oxygene par les rotifers. *Ann. Limnol.* 6: 229-248.
- SCHWERDTFEGER F., 1975: *Ökologie der Tiere*. Bd. III. Synökologie. 1. Aufl. Hamburg/Berlin (Parey).
- STÖRKEL K.U., 1977: Kalorimetrische Untersuchungen an *Brachionus calyciflorus* Pallas und *Kirchneriella lunaris* Möbius. Diplomarbeit Univ. Frankfurt: 54 S.
- ZEUTHEN E., 1950: Cartesian diver respirometer. *Biol. Bull.* 98: 139-143.

Adresse

Norbert Leimeroth  
Arbeitskreis Ökologie  
FB Biologie - Zoologie  
Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Siesmayerstr. 70  
D-6000 Frankfurt 1

# 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: 1981

Band/Volume: [9\\_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Leimeroth Norbert

Artikel/Article: [Respiration und Produktion bei Brachionus calyciflorus \(Nemathelminthes, Rotatoria\) 109-113](#)