

Erste Ergebnisse zur Temperatur-Abhängigkeit der Energiebilanz
von *Daphnia longispina* aus dem Heiligensee in Berlin

- Ingrid Chorus -

For a partial energy budget for *Daphnia longispina* production and respiration were measured in the course of the individual development of the animals from birth to senescence at three experimental temperatures: 12.0 °C, 17.5 °C, and 23.0 °C. Net production efficiency and temperature dependance of the rates of production and respiration were calculated. Preliminary results point towards

- decreasing net production efficiency with increasing age and size, and
- decreasing net production efficiency with decreasing temperature caused by stronger temperature-dependance of the rate of production as compared to the rate of respiration.

Daphnia longispina, energy budget, respiration, secondary production.

1. Einführung

Ziel dieser Arbeit ist die Bestimmung der Netto-Produktionseffizienz einer der drei im Berliner Heiligensee sympatrisch vorkommenden Daphnien-Arten - *Daphnia longispina* - in Abhängigkeit von der Temperatur und unter Berücksichtigung der Individualentwicklung. Die Netto-Produktionseffizienz K_2 gibt den prozentualen Anteil der von einem Organismus assimilierten Energie A an, der zur Produktion von neuer Biomasse P verwertet wird: $K_2 = P \cdot 100/A$. Die Assimilation A setzt sich aus der Summe einerseits von Energieverlusten durch Respiration R und andererseits von Energiespeicherung durch Produktion P zusammen:

$$A = P + R$$

A selbst ist Teil der Gesamtbilanz Ingestion = Assimilation + Egestion, in der $\frac{P \cdot 100}{I} = K_1$ die Brutto-Produktionseffizienz darstellt.

Die Netto-Produktionseffizienz ist als Maß für den "Wirkungsgrad" einer Population im Energie-Transfer von einer Trophie-Ebene zur nächsten von ökologischer Bedeutung. Ferner ist sie von Umweltparametern wie z.B. der Temperatur abhängig. Daher kann sie als Kriterium zur Beurteilung der Konkurrenzchancen einer Art herangezogen werden.

Die von einem Organismus umgesetzten Energiemengen können sowohl als momentane Stoffwechselrate (Umsatz pro Zeiteinheit zum jeweiligen Zeitpunkt) als auch als kumulierter Betrag (von Geburt an bis zu einem definierten Zeitpunkt summiert) gemessen und dargestellt werden. Die Stoffwechselraten sind vom physiologischen Zustand der Organismen und von ihrer Körpergröße abhängig. Aus den momentanen Stoffwechselraten kann unter Berücksichtigung des physiologischen Zustandes der Organismen sowie der Größenverteilung innerhalb einer Population für diese Population der Anteil am Energiefluß im Ökosystem zu einem bestimmten Zeitpunkt abgeschätzt werden. Aus den kumulierten Energiebeträgen, die von einem Organismus während seiner Lebensdauer umgesetzt werden, kann dagegen bei Kenntnis der Populationsdynamik der betreffenden Art auf ihren Anteil am Energiefluß im Ökosystem während des Untersuchungszeitraumes geschlossen werden. Die in Abhängigkeit von Alter oder Körpergröße gemessenen momentanen Stoffwechselraten (Index "i" für "instantaneous") können durch Integration der Funktionen in die kumulierte Form (Index "c" für "cumulated") umgerechnet werden. Umgekehrt lassen sich kumulative Funktionen durch Differentiation als momentane Rate darstellen.

2. Meßgrößen und Methoden

Die Versuche wurden bei 12.0 °C, 17.5 °C und 23.0 °C durchgeführt. Zur Temperatur-Akklimatisation wurden die Tiere 15-21 Tage vor Versuchsbeginn bei der jeweiligen Versuchstemperatur im Brutschrank gehalten. Die Fütterung erfolgte mit *Monoraphidium falcatum* im Überschuß.

Die Respiration wurde als Respirationsrate R_1 in Abhängigkeit von der Länge der Tiere ermittelt [$R_1 = f(L)$]. R_1 wurde im cartesianischen Taucher gemessen. Zur Umrechnung in Energieeinheiten wurden für 1 µl O₂ 0.021 J (= 0.005 cal) eingesetzt (siehe RICHMAN 1958).

Die Produktion wurde als kumulierte Produktion P_C in Abhängigkeit vom Alter t der Tiere ermittelt [$P_C = f(t)$]. Dazu wurden für einzelne Tiere im Laufe ihrer Lebensspanne das Längenwachstum (L/t), das Alter bei Ablage jedes Geleges und die Eizahl pro Gelege bestimmt. An anderen Tieren wurde das Trockengewicht W in Abhängigkeit von der Länge L [$W = f(L)$] ermittelt und das mittlere Trockengewicht eines Eies W_e bestimmt. Aus der Trockengewichts-Zunahme der Tiere und dem Trockengewicht

ihrer Eiproduktion wurde die kumulierte Produktion in μg berechnet [nach $P_{Ct} = W_t - W_{t_0} + (\Sigma \text{Eizahl}_t \times W_e)$; siehe KLEKOWSKI, DUNCAN 1975]. Zur Umrechnung in Energieeinheiten wurden für 1 μg Trockengewicht 0.021 J (= 0.005 cal) eingesetzt (siehe CUMMINS, WUYCHECK 1973 sowie RICHMAN 1958).

Aus $R_i = f(L)$, $P_C = f(t)$ und den Daten zum Längenwachstum der Tiere wurden $R_C = f(t)$ sowie $P_i = f(L)$ berechnet. Aus den bei verschiedenen Versuchstemperaturen gemessenen Stoffwechselraten wurde der jeweilige Temperaturkoeffizient Q ermittelt. Die Netto-Produktionseffizienz wurde aus P_C in Prozent der kumulierten Assimilation A_C ($A_C = P_C - R_C$) berechnet.

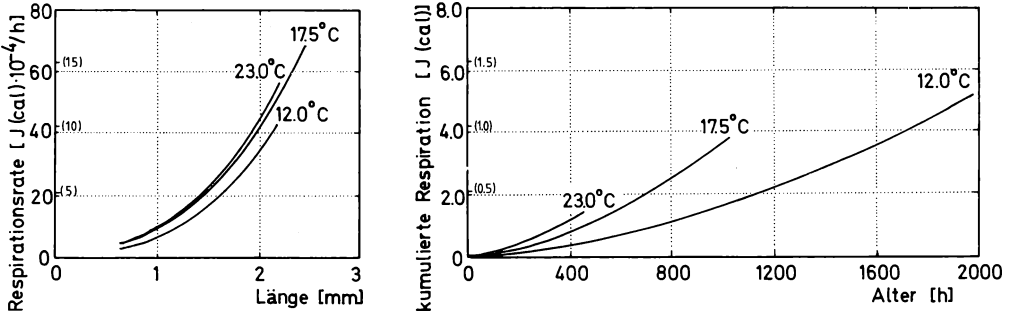


Abb. 1: a. Respirationsrate in Abhängigkeit von der Länge der Tiere $R_i = f(L)$
 23.0 °C: $R_i = 9.18 L^{2.29}$
 (mittlere Standard-Abweichung: $8.7 \cdot 10^{-4}$ J (= $2.1 \cdot 10^{-4}$ cal); 94 Wertepaare)
 17.5 °C: $R_i = 8.80 L^{2.23}$
 (mittlere Standard-Abweichung: $1.9 \cdot 10^{-3}$ J (= $4.5 \cdot 10^{-4}$ cal); 61 Wertepaare)
 12.0 °C: $R_i = 5.48 L^{2.61}$
 (mittlere Standard-Abweichung: $9.1 \cdot 10^{-4}$ J (= $2.2 \cdot 10^{-4}$ cal); 61 Wertepaare)
 b. Kumulierte Respiration in Abhängigkeit vom Alter der Tiere $R_C = f(t)$

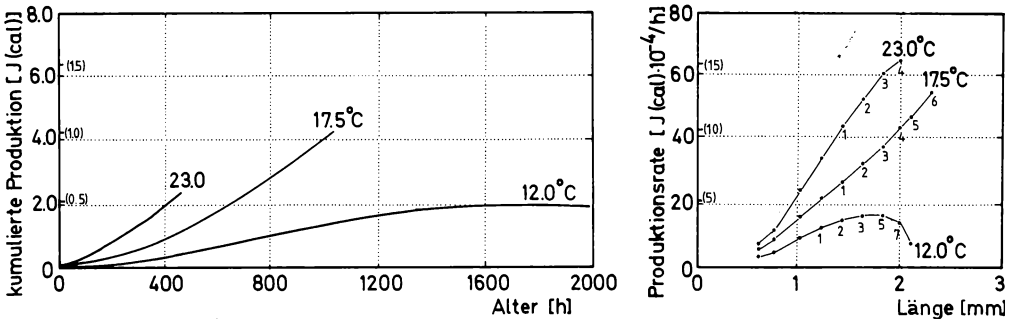


Abb. 2: a. Kumulierte Produktion in Abhängigkeit vom Alter der Tiere $P_C = f(t)$
 23.0 °C: $P_C = 7.62 \cdot 10^{-4}t + 1.78 \cdot 10^{-5}t^2 - 1.86 \cdot 10^{-8}t^3$
 (mittlere Standard-Abweichung: 0.18 J (= 0.042 cal); 247 Wertepaare)
 17.5 °C: $P_C = 5.82 \cdot 10^{-4}t + 5.32 \cdot 10^{-6}t^2 - 1.96 \cdot 10^{-9}t^3$
 (mittlere Standard-Abweichung: 0.32 J (= 0.084 cal); 706 Wertepaare)
 12.0 °C: $P_C = 3.57 \cdot 10^{-4}t + 1.57 \cdot 10^{-6}t^2 - 6.32 \cdot 10^{-10}t^3$
 (mittlere Standard-Abweichung: 0.39 J (= 0.094 cal); 1141 Wertepaare)
 b. Produktionsrate in Abhängigkeit von der Länge der Tiere $P_C = f(L)$
 (Ziffern unter Punkten geben die Anzahl der bei dieser Länge im Mittel abgelegten Gelege an.)

3. Ergebnisse

3.1 Respiration

Die Respirationsraten R_i bei 17.5 °C und 23.0 °C unterscheiden sich nur geringfügig. Bei 12.0 °C liegt R_i dagegen deutlich niedriger (Abb. 1a); diese Unterschiede können jedoch nicht als gesichert angesehen werden. Durch Berechnung von $R_C = f(t)$ vergrößert sich der Abstand zwischen den Kurven bei 17.5 °C und 23.0 °C etwas, da die Tiere bei 17.5 °C erst später als bei 23.0 °C die entsprechende Länge erreichen (Abb. 1b).

3.2 Produktion

Sowohl für $P_C = f(t)$ (Abb. 2a) als auch für $P_i = f(L)$ (Abb. 2b) sind deutliche Unterschiede zwischen allen 3 Versuchstemperaturen erkennbar. Auch hier ist der Abstand zwischen den Kurven bei 17.5 °C und bei 12.0 °C am größten. Die bei 17.5 °C und bei 23.0 °C gehaltenen Tiere produzierten in der Regel bis zum Absterben ständig Eier. Bei 12.0 °C begannen die Tiere bereits bei geringerer Körperlänge mit der Eiproduktion (Abb. 2b). Sie wiesen zunächst auch hohe Eizahlen pro Gelege auf; jedoch stellte ein Großteil der Tiere nach Ablage des ca. 6. Geleges im Alter von etwa 1200 h die Eiproduktion nahezu vollständig ein (Jahreszeit: Februar). Diese Tiere befanden sich weiterhin in einem vitalen Zustand; auch konnten Häutungen häufig beobachtet werden.

3.3 Der Temperaturkoeffizient Q

Er zeigt Schwankungen in Abhängigkeit von der Größe der Tiere. In Tab. 1 ist der Bereich der Werte angegeben, die Q jeweils annimmt: $Q_{5,5}$ von 23.0 °C zu 17.5 °C liegt sowohl für P_i als auch für R_i unter den Werten für $Q_{5,5}$ von 17.5 °C zu 12.0 °C. Die Werte, die Q für P_i annimmt, liegen - mit einer Ausnahme - stets über den Werten, die Q für R_i annimmt.

Tab. 1: Temperaturkoeffizient Q für P_i und für R_i

		Q_{P_i}	Q_{R_i}
$Q_{11.0}$	23.0 °C - 12.0 °C	2.13 - 4.47	1.95 - 1.30
$Q_{5.5}$	23.0 °C - 17.5 °C	1.31 - 1.63	1.02 - 1.09
$Q_{5.5}$	17.5 °C - 12.0 °C	1.63 - 3.01	1.85 - 1.19

3.4 Die Netto-Produktionseffizienz K_{2c}

Sie sinkt mit abnehmender Temperatur, insbesondere zwischen 23.0 °C und 17.5 °C. Ursache ist die geringere Temperaturabhängigkeit der Respirationsrate gegenüber der Produktionsrate, wie sie in den Werten für Q zum Ausdruck kommt. Ferner sinkt K_{2c} mit zunehmendem Alter der Tiere.

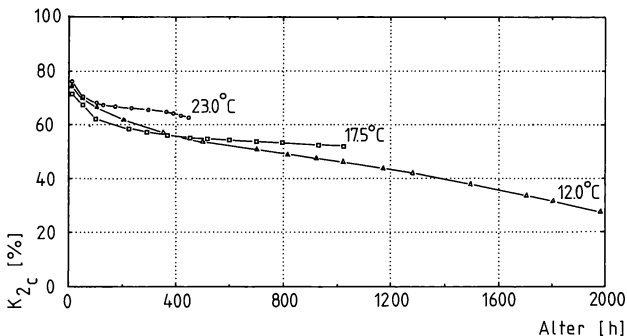


Abb. 3: Netto-Produktionseffizienz K_{2c} in Abhängigkeit vom Alter der Tiere

4. Diskussion

Eine ähnliche Tendenz zur Abnahme der Netto-Produktionseffizienz mit zunehmendem Alter der Tiere wurde von LEIMEROOTH (1980) für *Brachyonus calyciflorus* beschrieben: Die Werte für K_2 sanken bei hohem Nahrungsangebot und einer Temperatur von 20 °C von 83.3% auf 55.2%. Dagegen stellten andere Autoren sowohl mit zunehmendem Alter steigende Werte (RICHMANN 1958; KLEKOWSKI, SHUSHKINA 1966) als auch gleichbleibende Werte (KLEKOWSKI, DUNCAN 1975; HILBRICHT-ILKOWSKA, KARABIN 1970) fest.

Die beschriebene rückläufige Produktionsrate bei 12.0 °C kann durch einen saisonalen Rhythmus der zwischen dem 2. Sept. und 18. Okt. 1978 dem Heiligensee entnommenen Tiere bedingt sein. Diese Vermutung wird dadurch erhärtet, daß die *D. longispina*-Population im Heiligensee bei Temperaturen unter 10 °C im April 1978 die höchsten Eizahlen aufwies (SIEBOLD 1980).

Die Ergebnisse für die Respirationsrate weisen auf eine relative Temperaturunabhängigkeit der Energieverluste durch Respiration hin. Die Produktionsrate dagegen ist deutlich stärker temperaturabhängig, wodurch die Netto-Produktionseffizienz bei steigender Temperatur erhöht wird. Hohe Wassertemperaturen ermöglichen demnach für *D. longispina* eine bessere Energieausnutzung.

Mein besonderer Dank gilt Herrn A. Jacobs (TU Berlin) für die Erstellung des EDV-Programms und viele am Terminal zugebrachte Stunden, sowie Dr. F. Schiemer und Dr. P. Newrkla (Akademie der Wissenschaften Wien) für die Anleitung bei der Methode des cartesianischen Tauchers.

Diese Arbeit entstand im Rahmen des "Heiligensee-Projekts" unter Anleitung von Prof. M. Tilzer am Institut für Ökologie, Fachgebiet Limnologie der Technischen Universität Berlin in Zusammenarbeit mit dem Institut für allgemeine Zoologie und experimentelle Morphologie der Freien Universität Berlin.

Literatur

- CUMMINS K.W., WÜYCHECK J.C., 1973: Caloric equivalents for investigations in ecological energetics. Verh. Int. Ver. Limnol. 18: 1-6.
- HILBRICHT-ILKOWSKA A., KARABIN A., 1970: An attempt to estimate consumption, respiration and production of *Leptodora kindtii* (Focke) in field and laboratory experiments. Pol. Arch. Hydrobiol. 17: 81-86.
- KLEKOWSKI R.Z., SHUSHKINA E.A., 1966: Ernährung, Atmung, Wachstum und Energie-Umformung in *Macrocyclus albidus* (Jurine). Verh. Int. Ver. Limnol. 16: 399-418.
- KLEKOWSKI R.Z., DUNCAN A., 1975: Physiological approach to ecological energetics. Aus (Ed. GRODZINSKI W. et al.): Methods for Ecological Energetics - IBP Handbook 24. 1. Aufl. Oxford/London/Edinburgh (Blackwell): 367 p.
- LEIMEROOTH N., 1980: Untersuchungen der Respiration und Energiebilanzen verschiedener Stadien des Rotators *Brachionus calyciflorus*. Diplomarbeit FB Biologie Universität Frankfurt am Main.
- RICHMANN S., 1958: The transformation of energy by *Daphnia pulex*. Ecol. Monogr. 28: 273-291.
- SIEBOLD G., 1980: Jahreszeitliche Populationsentwicklung von *Daphnia cucullata*, *Daphnia hyalina* und *Daphnia longispina* im Heiligensee 1980. Diplomarbeit Inst. für Ökologie (Fachgebiet Limnologie) TU Berlin.

Adresse

Ingrid Chorus
Fichtestr. 27

D-1000 Berlin 61

ZOBODAT - 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): Chorus Ingrid

Artikel/Article: [Erste Ergebnisse zur Temperatur-Abhängigkeit der Energiebilanz von *Daphnia longispina* aus dem Heiligensee in Berlin 95-98](#)