

Aus dem II. Zoologischen Institut der Universität Wien

Temperaturabhängigkeit des Sauerstoffverbrauchs von Nach-Diapause-Eiern einiger Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria)

VON KARL SÄNGER

Mit 2 Abb.

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 10. Jänner 1974 durch
das w. M. Wilhelm KÜHNELT)

Einleitung

Die meisten mitteleuropäischen Heuschrecken legen ihre Eier im Herbst ab. Die Entwicklung wird während der kalten Jahreszeit durch eine, in der Regel im Anatrepsisstadium auftretende Diapause, die schließlich in ein Quieszenzstadium übergehen kann (BEIER, 1972), unterbrochen. Während der Diapause ist der Sauerstoffverbrauch von Heuschreckeneiern sehr gering. Erst in den auf die Diapause folgenden Entwicklungsstadien nimmt der Respirationsquotient stark zu (BURKHOLDER, 1934; BOELL, 1935).

In der vorliegenden Arbeit wurde der Sauerstoffverbrauch schlüpfreifer Eier mehrerer Tettigoniiden und Acridiiden während der Entwicklung bei verschiedenen Temperaturen gemessen.

Ich danke Herrn Professor Dr. Wilhelm KÜHNELT für die Möglichkeit, diese Arbeit durchzuführen, und Herrn Dr. Herbert NOPF für seine wertvolle Hilfe bei der Respirometrie. Die Heuschreckeneier stammten aus Zuchten, die im Rahmen eines vom Fonds zur Förderung wissenschaftlicher Forschung finanzierten Programms angelegt worden waren.

Material und Methode

Verwendet wurden die Eier folgender Arten:

Tettigoniidae:

Platycleis grisea FABR., 350 Stück

Metrioptera (Bicolorana) bicolor (PHIL.), 240 Stück

Acridiidae:

Oedipoda coerulescens (L.), 170 Stück

Chorthippus (Chorthippus) dorsatus ZETT., 150 Stück

Omocestus viridulus L., 130 Stück

Euchorthippus declivus BRIS., 120 Stück

Zur Eiablage wurden die Tiere in Glasbehältern, die mit Plastikgitter abgedeckt waren, bei Temperaturen von 28—30°C (tagsüber) und 15—20°C (nachts) gehalten. In halber Höhe der Terrarien war eine Styroporplatte montiert. Auf diesen Styroporplatten lebten die Tiere. Eine Strukturierung des Raumes war durch täglich erneuerte Gras- bzw. Klee- und Löwenzahnbüschel, die als Futter dienten, sowie durch Knäuel von Holzwolle gegeben. Weiters wurden die Tiere mit Kunstfutter verschiedener Herkunft (im Handel erhältliche Aquarienfisch- und Hundefuttermittel) versorgt.

Die Tiere legten zum überwiegenden Teil ihre Eier in die Styroporplatten ab. Eine Ausnahme bildeten *Omocestus viridulus* — diese Art klebt die Eipakete meist an Grashalmen oder grasähnlichen Strukturen an — und *Chorthippus dorsatus*, der die Eier hauptsächlich in Spalten, im gegenständlichen Fall zwischen Styroporplatte und Behälterwand, gelegentlich auch an Grashalmen, deponiert. Die Eipakete der Feld- und die Einzeleier der Laubheuschrecken konnten unschwer aus dem Styropor herausgehoben und auf sterilem, feuchtem Sand aufbewahrt werden. (Eine eingehende Darstellung der hier angedeuteten Zuchtmethode findet sich bei HELFERT [in Vorbereitung].) Die Zucht auf Styropor hat gegenüber anderen, z. B. der bei LOHER (1966) beschriebenen, Methoden den Vorteil, daß die Eier, vor allem die dunkelgefärbten, im weißen Styropor leicht aufzufinden und zu isolieren sind. Die Eipakete der Feldheuschrecken mußten zur Gewinnung der Eier geöffnet werden, was bei Paketen, die bei hoher Luftfeuchtigkeit aufbewahrt werden, leicht zu bewerkstelligen ist, ohne die Eier zu beschädigen.

Die Gelege wurden bei 5°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von etwa 95% überwintert. Nach mindestens 3 und höchstens

5 Monaten wurden Sauerstoffmessungen bei 5°, 15°, 20°, 25° und 30°C durchgeführt.

Der Sauerstoffverbrauch bei niedrigen Temperaturen (5°C) wurde mit volumetrischen Plexiglasrespirometern nach dem Prinzip von SCHOLANDER (1952) ermittelt. Eine genaue Beschreibung der verwendeten Methode findet sich bei NOPP (1965). Die Eier wurden in Glasröhrchen exponiert. Durch Beigabe wassergetränkter Wellpapperöllchen in die Reaktionsgefäße konnte die Luftfeuchtigkeit konstant auf 98—100% gehalten werden.

Für die Messungen bei höheren Temperaturen (15°, 20°, 25° und 30°C) stand eine WARBURG-Apparatur V 85 der Firma Braun, Melsungen, zur Verfügung. Die Reaktionsgefäße faßten 0,8 ml; als Manometerflüssigkeit wurde Brodie-Lösung, zur CO₂-Absorption 20%ige KOH verwendet. Eine Schüttelung der Reaktionsgefäße mußte wegen der Verletzlichkeit der weichschaligen Acridiereier unterbleiben.

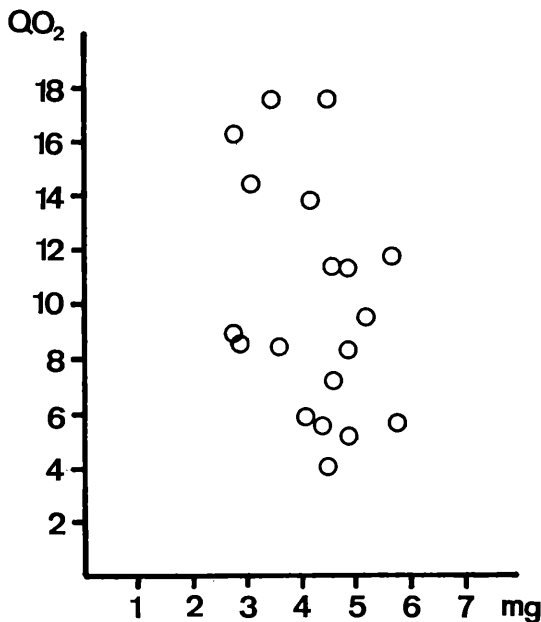


Abb. 1. Verhältnis QO₂:Eigewicht. Eier von *Platycleis grisea*. Temperatur: 5°C.

Die bei 5°C ($\pm 0,5^\circ$) gelagerten Eier wurden möglichst erschütterungsfrei in die Reaktionsgefäße gebracht. Die Adaptationszeit betrug eineinhalb bis zweieinhalb Stunden. Anschließend erfolgten die Ablesungen, die bei den SCHOLANDER-Respirometern in 2-Stunden-Abständen, bei den Messungen nach WARBURG jeweils nach 30 Minuten durchgeführt wurden. Eine Versuchsserie dauerte 8 Stunden (SCHOLANDER) bzw. 5 Stunden (WARBURG).

Der Sauerstoffverbrauch (QO_2) wird in $\text{mm}^3 \text{O}_2$ pro Gramm Frischgewicht und Stunde, reduziert auf 0°C und 760 mm Hg angegeben.

Ergebnisse

a) Zusammenhang Eigewicht — QO_2

Eine Überprüfung, wie stark der Sauerstoffverbrauch vom Gewicht des Eies abhängt, wurde an Gelegen von *Platycleis grisea* bei einer Temperatur von 5°C durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 dargestellt.

Die QO_2 leichter Eier sind meist höher als die schwererer; die Schwankungen sind jedoch so groß, daß eine direkte Abhängigkeit des Sauerstoffverbrauchs vom Eigewicht nicht bewiesen werden konnte. Trotzdem wurde bei den folgenden Versuchen darauf geachtet, daß nur etwa gleich schwere Eier zur Verwendung kamen.

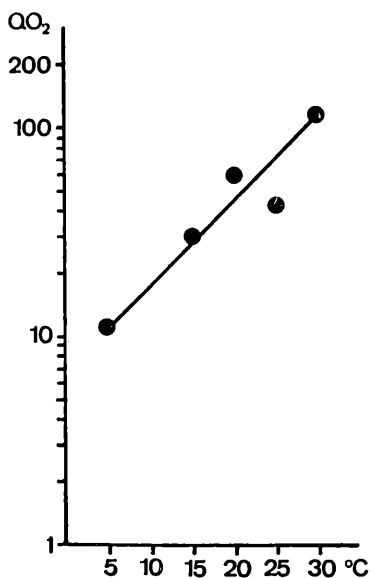
b) QO_2 -Werte bei verschiedenen Temperaturen

Die Gelege wurden in Gruppen zu 5 bzw. 10 Stück (5°), 5 Stück (15°), 4 Stück (20°), 3 Stück (25°) und 2 Stück (30°) gleichzeitig untersucht.

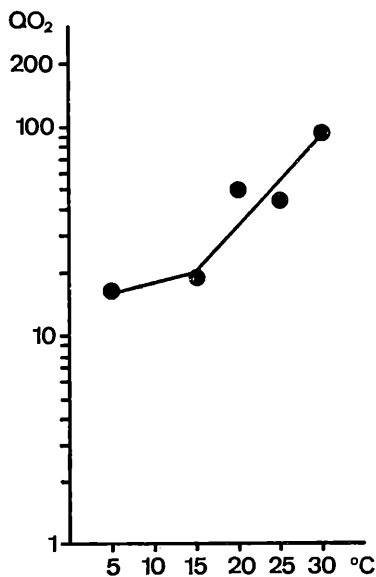
Bei 5°C liegen die QO_2 — vor allem bei den Acridiiden — sehr eng beisammen (zwischen 5,23 bei *Oedipoda coerulea* und 7,67 bei *Omocestus viridulus*). Die beiden Tettigoniiden verbrauchen im Vergleich dazu bei 5°C wesentlich mehr Sauerstoff (*Platycleis grisea* 11,07, *Metrioptera bicolor* 16,24 $\text{mm}^3 \text{O}_2/\text{g/h}$). Bei allen Eiern — mit Ausnahme von *Metrioptera bicolor*, bei der erst bei 20°C eine stärkere Erhöhung des O_2 -Verbrauchs eintritt — wird der Sauerstoffverbrauch bei 15°C deutlich gesteigert. Besonders auffällig ist dies bei *Omocestus viridulus*.

Maximalwerte wurden bei 30°C festgestellt. Die höchsten QO_2 haben die Eier von *Oedipoda coerulea* (193,14), relativ am wenigsten Sauerstoff verbrauchen die Gelege von *Metrioptera bicolor* (92,88).

°C	<i>Plat. grisea</i>	<i>Metr. bicolor</i>	<i>Oedip. coerul.</i>	<i>Chorth. dorsatus</i>	<i>Omocest. viridul.</i>	<i>Euchorth. declivus</i>
5	11,07 ± 7,77	16,24 ± 10,09	5,23 ± 3,01	7,35 ± 3,43	7,67 ± 4,79	6,69 ± 2,86
15	29,89 ± 5,50	19,35 ± 1,61	21,51 ± 2,25	24,13 ± 4,72	32,26 ± 4,24	26,03 ± 3,65
20	58,38 ± 13,65	49,90 ± 14,22	41,50 ± 8,85	27,74 ± 10,01	59,00 ± 10,13	41,99 ± 5,35
25	41,78 ± 18,50	44,70 ± 11,00	87,12 ± 25,85	40,26 ± 13,55	94,90 ± 20,20	62,85 ± 10,41
30	116,27 ± 28,63	92,88 ± 10,50	193,14 ± 34,21	105,28 ± 21,22	120,79 ± 21,11	141,17 ± 16,74

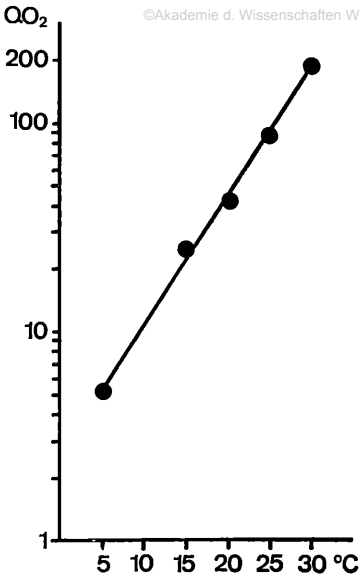
Tabelle 1. QO_2 -Werte der untersuchten Eier.

a

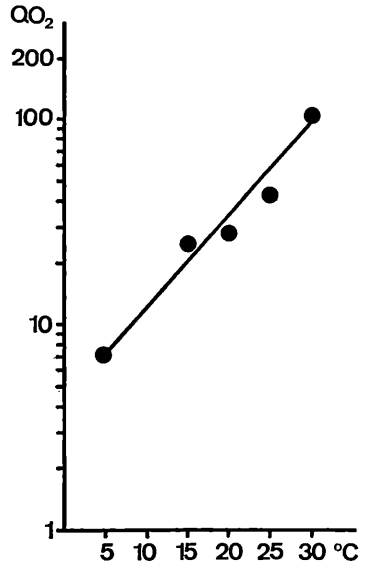


b

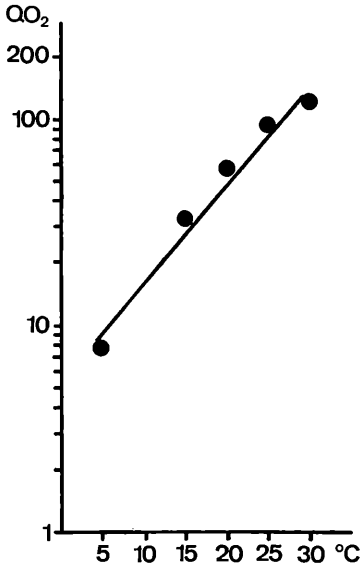
Legende siehe nächste Seite



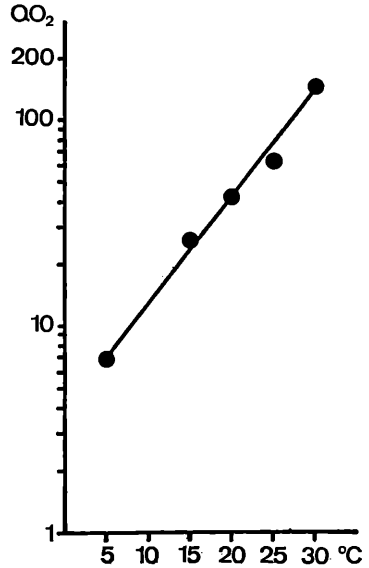
c



d



e



f

Abb. 2. QO_2 bei verschiedenen Temperaturen.

a) *Platycleis grisea*; b) *Metrioptera bicolor*; c) *Oedipoda coerulescens*; d) *Chorthippus dorsatus*; e) *Omocestus viridulus*; f) *Euchorthippus declivus*.

Diskussion und Zusammenfassung

Die auf die Diapause bzw. Quieszenz folgenden Entwicklungsstadien werden in erster Linie durch Temperaturerhöhung (PRECHT, CHRISTOPHERSEN und HENSEL, 1955) eingeleitet. Gleichzeitig ist für die weitere Keimesentwicklung eine gesteigerte Wasserzufuhr von entscheidender Bedeutung. Die Blastokinese kann nach DEMPSTER (1963) erst bei erhöhter Wasserabsorption beginnen. Die Wasseraufnahme der Eier wird jedoch unter anderem bei niedrigen Temperaturen stark eingeschränkt (MORIARTY, 1969). Werden Heuschreckeneier, deren Diapause offenbar bereits beendet ist, drastisch erhöhten Temperaturen bei gleichzeitigen reichlichen Wassergaben ausgesetzt, so kommt es zu einer raschen Entwicklung. Ein brauchbarer Anzeiger dieser Entwicklung scheint der gesteigerte Sauerstoffverbrauch zu sein. Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist natürlich temperaturabhängig.

Auffallend ist die fast schlagartig einsetzende Erhöhung des QO_2 beim Einsetzen höherer Temperaturen. Ich nehme an, daß die bei 5°C gelagerten Eier „überreif“ waren, daß die innersekretorisch bedingte Diapause bereits zu Ende war und die Entwicklung mit steigender Temperatur geradezu stürmisch einsetzt. Die stärkste Zunahme des Sauerstoffverbrauchs konnte bei *Oedipoda coerulescens* beobachtet werden. *Oedipoda*-Eier verbrauchen bei einer Temperatur von 30°C fast vierzigmals soviel O_2 als bei 5°C.

Der Anstieg des Sauerstoffverbrauchs der Eier von *Platycleis grisea* und *Metrioptera bicolor*, deren QO_2 wie erwähnt bei 5°C wesentlich höher ist als jener der untersuchten Feldheuschrecken, ist weniger steil als bei den Acridiiden. Vor allem bei *Metrioptera bicolor* ist die Zunahme des Sauerstoffverbrauchs zwischen 5° und 15°C minimal. Eine Steigerung tritt erst bei weiterer Erwärmung ein. Bei *Metrioptera bicolor* schlüpfen nach dem ersten Winter nur 15—20% aller Individuen. Eine Untersuchung der Abhängigkeit des O_2 -Verbrauchs vom Eigewicht, die bei *Platycleis grisea* durchgeführt wurde, ergab keinen signifikanten Zusammenhang.

Bei den vier Acridiiden steigt der Verbrauch wesentlich rascher an; die thermo- und xerophilen Arten (*Oedipoda coerulescens*, *Euchorthippus declivus*) erreichen dabei höhere Werte als die euryökeren Wiesenformen. Auffällig ist der hohe QO_2 von *Omocestus viridulus* bei 15°C. *Omocestus viridulus* ist eine nach HARZ (1957) mesophile, im Gebirge bis 2600 m vorkommende Art. Die starke Zunahme des Sauerstoffverbrauchs bei einer relativ niedrigen Temperatur steht offenbar mit der schnell erfolgenden Entwicklung

dieses Tieres in Zusammenhang. Von den hier untersuchten Arten schlüpft *Omocestus viridulus* am raschesten.

Literatur

- BEIER, M. (1972): Saltatoria. In: Handb. Zool. 4 (2): 1—217.
- BOELL, E. J. (1935): Respiratory quotients during embryonic development (Orthoptera). J. cell. comp. Physiol., Philadelphia, 6: 369—385.
- BURKHOLDER, J. R. (1934): A quantitative study of respiratory metabolism in single developing eggs. Physiol. Zool., Chicago, 7: 247—270.
- DEMPSTER, J. P. (1963): The population dynamics of grasshoppers and locusts. Biol. Rev. 38: 490—529.
- HARZ, K. (1957): Die Geradflügler Mitteleuropas. VEB Fischer-Verl., Jena.
- LOHER, W. (1966): Die Steuerung sexueller Verhaltensweisen und der Oocytenentwicklung bei *Gomphocerus rufus* L. Z. vgl. Physiol. 53: 277—316.
- MORIARTY, F. (1969): Egg diapause and water absorption in the grasshopper *Chorthippus brunneus*. J. Ins. Physiol. 15: 2069—2074.
- NOFF, H. (1965): Temperaturbezogene Regulation des Sauerstoffverbrauchs und der Herzschlagrate bei einigen Landpulmonaten. Z. vgl. Physiol. 50: 641—659.
- PRECHT, H., J. CHRISTOPHERSEN und H. HENSEL (1955): Temperatur und Leben. Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- SCHOLANDER, P. F., C. L. CLAFF, J. R. ANDREWS & D. F. WALLACH (1952): Microvolumetric respirometry. J. gen. Physiol. 35: 379—395.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: [182](#)

Autor(en)/Author(s): Sänger Karl Peter

Artikel/Article: [Temperaturabhängigkeit des Sauerstoffverbrauchs von Nach-Diapause-Eiern einiger Heuschrecken \(Orthoptera: Saltatoria\). 265-272](#)