

Variation in der Grösse und im Nährstoffgehalt der Eier von *Arianta arbustorum*

Anette BAUR *

Optimale Zusammensetzung von Eiern

Tiere können nicht unbeschränkt viele oder beliebig grosse Nachkommen produzieren, vor allem weil die Ressourcen für die Fortpflanzung begrenzt sind. Bei vielen Invertebraten gibt es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl und der Grösse der Jungen, die ein Tier produzieren kann. Dabei sind wenige, aber grosse Junge und viele, aber kleine Junge die zwei extremen Möglichkeiten. Verschiedene theoretische Modelle erlauben Voraussagen über die optimale Anzahl und Grösse der Nachkommen. Alle diese Modelle basieren auf der Annahme, dass grössere Eier auch mehr Ressourcen enthalten als kleinere Eier. Verschiedene Studien zeigten aber, dass dies nicht immer zutreffen muss (z. B. bei Seesternen; MCEWARD & CARSON 1987). In dieser Arbeit untersuchte ich ob bei *Arianta arbustorum* der Energie- und Nährstoffgehalt (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt) der Eier mit deren Grösse korreliert ist. Im weiteren versuchte ich die folgenden zwei Fragen zu beantworten: (1) Wie variiert die Eigrösse und der Nährstoffgehalt der Eier innerhalb und zwischen Gelegen von *A. arbustorum*? (2) Sind Eigrösse, Nährstoffgehalt der Eier und Gelegegrösse von der Art der Nahrung der Mutter beeinflusst, und verändern sich diese Variablen im Verlauf der reproduktiven Saison?

Erwachsene *A. arbustorum* wurden im voralpinen Wald Gurnigel (30 km südlich von Bern) auf einer Höhe von 1430 m ü. M. gesammelt. Die Tiere wurden einzeln in Bechern gehalten, deren Boden mit feuchter Erde bedeckt war. Die abgelegten Eier wurden gesammelt, gereinigt, gezählt und in eine mit feuchtem Papier ausgekleideten Schale gelegt. Nach 24 Stunden habe ich mit Hilfe eines Messokulares (Vergrösserung 16x) den Durchmesser sämtlicher Eier gemessen und mit einer Waage das Feuchtgewicht der Eier bestimmt. Vor der Analyse des Nährstoffgehaltes wurden die Eier bei einer Temperatur von 70° C während drei Tagen getrocknet. Der Kohlen- und Stickstoffgehalt der einzelnen Eier wurden mittels eines CHN-Analysegerätes bestimmt. In diesem Prozess wurde auch das Trockengewicht der Eier automatisch protokolliert. Von jeder Schnecke wurden alle Eier eines Geleges analysiert. Der Kohlenstoffgehalt der Eier kann als ein Mass für den Energiegehalt betrachtet werden, während der Stickstoffgehalt mit dem Proteingehalt der Eier korreliert ist. Multipliziert man den Stickstoffgehalt mit dem Faktor 6.25, so erhält man eine Schätzung des Proteingehaltes der Eier (BAUR 1994).

Um mögliche Effekte von unterschiedlichem Futter auf die Grösse und den Nährstoffgehalt der Eier zu untersuchen, fütterte ich die Tiere entweder mit Salat oder mit Pestwurz-Blättern (*Petasites albus*). *Petasites albus* ist eine häufige Pflanze im Habitat der untersuchten Schnecken und wird von *A. arbustorum* auch gefressen. Insgesamt habe ich 20 Eigelege von Tieren, die mit Salat gefüttert wurden, und 16 Gelege von Tieren, die mit *P. albus* gefüttert wurden, analysiert. Schnecken, die unterschiedlich gefüttert wurden, unterschieden sich nicht in der Schalengrösse. Um einen möglichen Effekt der Jahreszeit auf die Konzentration der Nährstoffe in den Eiern feststellen zu können, wurden Schnecken zu drei verschiedenen Zeitpunkten (16. Mai, 21. Juni und 11. Juli 1992) gesammelt.

* Anette Baur, Natur-, Landschafts- und Umweltschutz der Universität Basel, Abteilung Naturschutzbiologie, St. Johans-Vorstadt 10, CH- 4056 Basel, Schweiz.

Zusammenhang zwischen Eigrösse und Nährstoffgehalt

Ich fand eine positive Korrelation zwischen Eivolumen und Kohlenstoffgehalt in 22 von 36 Gelegen und zwischen Eivolumen und Stickstoffgehalt in 23 von 36 Gelegen. Betrachtet man die Durchschnittswerte von jedem Gelege, so sind die Zusammenhänge zwischen Eigrösse und Kohlen- und Stickstoffgehalt hoch signifikant. Mit anderen Worten: Grössere Eier enthalten linear mehr Kohlenstoff und Stickstoff.

Tabelle 1 zeigt, dass das Trockengewicht der Eier etwa 20% des Feuchtgewichtes entspricht. Die Kohlenstoffkonzentration (in % des Trockengewichtes) ist 6 - 8 mal höher als Konzentration des Stickstoffes. Die durchschnittliche Stickstoffkonzentration von 4.08% deutet auf eine Proteinkonzentration von 25.5% in Eiern von *A. arbustorum* hin.

Die Variation in der Eigrösse und im Nährstoffgehalt innerhalb von Gelegen wurde mit dem Variationskoeffizienten (korrigiert für Stichprobengrösse) verglichen. Innerhalb eines Geleges variieren Eivolumen, Feucht- und Trockengewicht der Eier mehr als die Kohlenstoff- und Stickstoffkonzentration (Abbildung 1). Das heisst, die Schnecken produzieren eine 'Eisubstanz' mit ziemlich konstanten Konzentrationen von Kohlen- und Stickstoff, welche aber in kleinere oder grössere Portionen (Eier) aufgeteilt wird.

Schnecken, die mit Salat gefüttert wurden, legten grössere Eier als diejenigen, die mit Blättern von *P. albus* gefüttert wurden. Allerdings unterschieden sich die Eier der beiden Gruppen nicht im Trockengewicht. Das zeigt, dass die Eier der Tiere, die mit Salat gefüttert wurden, mehr Wasser enthielten. Eier von Schnecken, die mit Blättern von *P. albus* gefüttert wurden, zeigten eine grössere Variation im Trockengewicht, was als eine Anpassung an schlechtere Futterbedingungen interpretiert werden könnte. Bei schlechten Futterbedingungen gibt es möglicherweise verschiedene optimale Eigrössen. *Petasis albus* dürfte – verglichen mit Salat – mit grösster Wahrscheinlichkeit ein Futter von geringerer Qualität sein, produzierten doch die Schnecken in dieser Gruppe weniger Eier. Der Zeitpunkt, zu dem die Schnecken gesammelt wurden, hatte keinen Einfluss auf die Grösse und den Nährstoffgehalt der Eier.

Die Studie zeigte, dass grössere Eier mehr Energie und Nährstoffe enthalten als kleinere Eier, wenn man die Durchschnittswerte der Gelege betrachtet. Damit wird eine grundlegende Annahme bestätigt, auf der die meisten Modelle über die optimale Anzahl und Grösse der Nachkommen aufbauen. Betrachtete man aber jedes Gelege für sich, so bestand in nur etwa 60% aller Gelege eine ähnliche Beziehung. Diese unterschiedlichen Ergebnisse können durch die kleine Variation in der Eigrösse innerhalb der Gelege erklärt werden. Einige Gelege zeigten keine messbare Variation in der Eigrösse.

Im allgemeinen war die Variation im Nährstoffgehalt kleiner als diejenige in der Eigrösse. Es ist möglich, dass Unterschiede in der Eigrösse das Ergebnis einer ungenauen Grössenkontrolle der 'Mutter' bei der Eibildung ist, oder dass die Variation in der Eigrösse eine bewusste Reaktion der 'Mutter' auf heterogene Umweltbedingungen widerspiegelt. Verschiedengrosse Eier dürften sich bei verschiedenen Umweltbedingungen in der Überlebenswahrscheinlichkeit unterscheiden. In Laborzuchten haben *Arianta* Eier von mittlerer Grösse einen höheren Schlüpfertag als kleine und grosse Eier (BIRCHLER 1992).

In dieser Arbeit wurden Eier von *A. arbustorum* analysiert, welche zu verschiedenen Zeitpunkten während der Fortpflanzungssaison gesammelt wurden. Ist die Variation in der Grösse oder im Nährstoffgehalt der Eier klein, so ist es fast unmöglich mit den angewandten Methoden saisonale Unterschiede festzustellen. Weitere Arbeiten werden benötigt um mögliche saisonale Veränderungen in der Grösse der Eier und der Konzentration der Nährstoffe nachweisen zu können. Diese Arbeit wurde vom schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt.

Tabelle 1. Durchschnittswerte von Eigrösse (Volumen, Feucht- und Trockengewicht), Stickstoff- und Kohlenstoffkonzentration beziehungsweise -gehalt in Gelegen von *A. arbustorum*. 'Grand means' basieren auf Durchschnittswerten von 36 Gelegen.

Variable	Grand mean \pm 1 S.D.	Variationsbreite der Durchschnittswerte von Gelegen (Minimum - Maximum)
Eivolumen (mm ³)	13.37 \pm 2.57	8.71 - 18.48
Feuchtgewicht (mg)	10.88 \pm 2.14	6.53 - 15.82
Trockengewicht (mg)	2.19 \pm 0.27	1.64 - 2.88
Stickstoffkonz. (%)	4.08 \pm 0.19	3.68 - 4.50
Kohlenstoffkonz. (%)	32.21 \pm 0.77	30.55 - 33.86
Stickstoffgehalt (mg)	0.09 \pm 0.01	0.07 - 0.11
Kohlenstoffgehalt (mg)	0.70 \pm 0.08	0.55 - 0.90

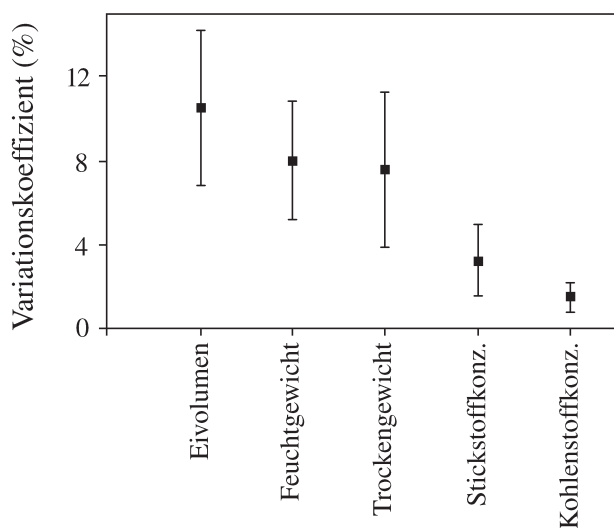


Abbildung 1. Variationskoeffiziente von Volumen, Feucht- und Trockengewicht, und Stickstoff- und Kohlenstoffkonzentrationen (%) der Eier von *A. arbustorum*. Dargestellt sind Durchschnittswert \pm Standardabweichung von jeweils 36 Gelegen.

Literatur

- BAUR, A. (1994): Within- and between-clutch variation in egg size and nutrient content in the land snail *Arianta arbustorum*. - *Funct. Ecol.* 8: 581-586.
- BIRCHLER, T. (1992): Mehrfache Vaterschaft und phänotypische Variabilität bei der Landschnecke *Arianta arbustorum*. - Diplomarbeit, Universität Basel, Basel.
- MCEWARD, L.R. & CARSON, S.F. (1987): Variation in egg organic content and its relationship with egg size in the starfish *Solaster stimpsoni*. - *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 41: 159-169.