

Untersuchungen zur Eizahl und Laichgröße der Erdkröte

(*Bufo b. bufo*)

KARL KADEL

Mit 3 Abbildungen

Nachdem die genauere Nachprüfung der Laichgrößen der Kreuzkröten (*Bufo calamita*) und Wechselkröten (*Bufo viridis*) von den Literaturdaten stark abweichende Ergebnisse brachte (HEMMER & KADEL 1972 a), erschien es wünschenswert, diese Daten für die Erdkröten (*Bufo b. bufo*) ebenfalls in größerem Rahmen neu zu untersuchen. Während diesbezüglich SCHREIBER (1912) nur von mehreren tausend Eiern pro Laichschnur spricht, sind bei STERNFELD & STEINER (1952) und HELLMICH (1956) für die Eizahlen der Erdkröte Werte von 2000 angegeben. MERTENS (1960, 1972) hingegen spricht von maximal 6840 Eiern als Laichabgabe eines einzelnen Erdkrötenweibchens, FROMMHOLD (1965) ebenfalls von mehreren tausend bis 6840 Eiern. EVANS (zit. nach SMITH 1951) zählte für englische Erdkröten bei drei Schnüren 3132 bis 4152 und HERON-ROYER (zit. nach SMITH 1951) für französische Erdkröten 4972 bis 6840 Eier. Weitere Angaben über die Schwankungsbreite der Laichgrößen fehlen bisher ebenso wie über die für Kreuzkröten inzwischen nachgewiesene Abhängigkeit der Eizahl von der Körpergröße der ♀ (HEMMER & KADEL 1972 a). Es existieren auch keine Angaben über eine mögliche Abhängigkeit der produzierten Laichmasse vom Gewichtszustand der ♀, obwohl die Kenntnis dieser Daten sowohl für ökologische als auch populationsdynamische Fragen von speziellem Interesse sein kann.

Alle Daten, die dieser Arbeit zugrunde liegen, stammen von 48 Erdkrötenpaaren, die in den Jahren 1971, 1972 und 1973 aus einer Population im Mainzer Raum (Ober-Olmer Wald) und von 12 Paaren, die 1972 aus einer Population in Weinheim (Bergstraße) gefangen wurden und im Labor ablaichten. Von diesen 60 Laichschnüren wurden zur Ermittlung der Eizahlen 26 Schnüre einzeln ausgezählt, die restlichen 34 nach der von HEMMER & KADEL (1972 a) angegebenen Methode ausgewertet. Von fast allen Schnüren wurden die mittleren Eidurchmesser und die Gesamtvolumina bestimmt (vgl. HEMMER & KADEL 1972 a); ebenfalls wurden die Gewichtszustandswerte der entsprechenden Erdkrötenweibchen ermittelt (vgl. HEMMER & KADEL 1972 b). Ein Teil des Laiches wurde anschließend für umfangreiche Studien über die Larvalentwicklung im Labor benötigt, der Rest kam in das Laichgewässer zurück.

Die Auswertung der Befunde zeigt, daß sich ebenso wie für die Kreuzkröte (HEMMER & KADEL 1972 a) eine positive allometrische Beziehung zwischen der

Körperlänge der ♀ und der jeweils produzierten Eizahl nachweisen läßt. Der Korrelationskoeffizient ist für beide Populationen gleich (Mainzer Population: $r = 0,59$; Weinheimer Population: $r = 0,59$), im ersten Falle hoch signifikant auf dem 0,1 %-Niveau ($n = 48$), im letzteren infolge der kleineren Meßserie ($n = 12$) signifikant auf dem 5 %-Niveau (Abb. 1). Die Steigungen der betreffenden Regressionsgeraden betragen für die Mainzer Population $3,76 \pm 0,45$ und für die Weinheimer Population $2,85 \pm 0,73$. Bezüglich der Abhängigkeit der produzierten Eizahl von der Körpergröße der ♀ läßt sich kein statistisch so sicherer Unterschied zwischen beiden Populationen nachweisen. Bei der Betrachtung der Einzeleivolumenta ist im Gegensatz zur Kreuzkröte keinerlei Abhängigkeit von der Körpergröße der Weibchen zu finden (Mainzer Population: $r = 0,08$; Weinheimer Population: $r = 0,07$). Vergleicht man die Durchschnittsgrößen der Einzeleivolumenta in beiden Populationen, so zeigt sich nach dem t-Test ein signifikanter Unterschied ($t = 3,42$). Die Erdkrötenweibchen aus der Weinheimer Population besitzen signifikant kleinere Eier und damit auch kleinere Einzeleivolumenta (im Mittel $2,68 \text{ mm}^3$) als die Mainzer Tiere (im Mittel $3,42 \text{ mm}^3$).

Ähnliche Ergebnisse erhielten auch PETTUS & ANGLETON (1967) bei der Untersuchung der Anurenart *Pseudacris triseriata*. Nach den Daten der Verfasser unterscheiden sich ♀ einer in 2800 m Höhe lebenden Population in Eizahl und

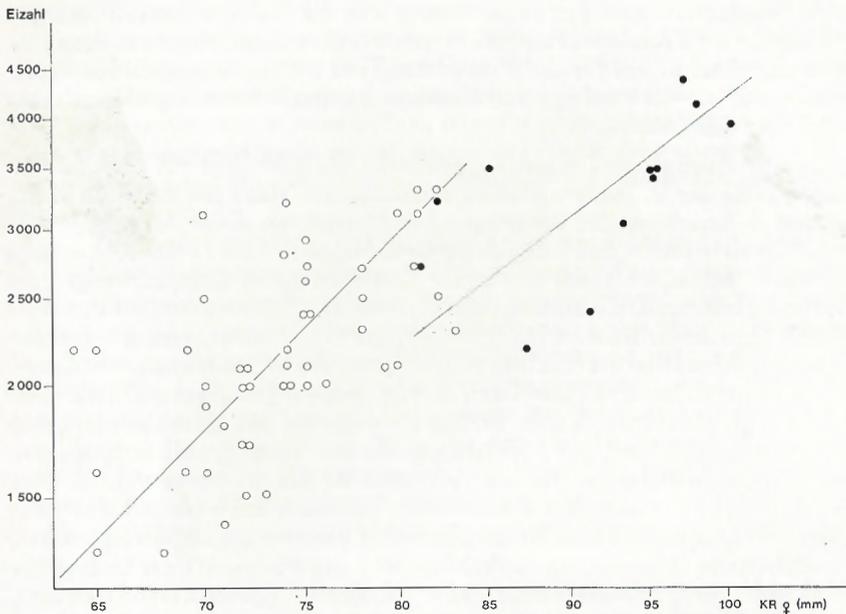


Abb. 1. Diagramm zur Abhängigkeit der Eizahl von der Körpergröße der ♀. — (○: Mainzer Population; ●: Weinheimer Population).

Diagram showing dependence of the number of the eggs on the body size of the females.

Eigröße von Tieren aus einem etwa 1500 m hoch liegenden Gebiet, und zwar besitzen Tiere aus dem höher gelegenen Biotop weniger, dafür aber größere Eier als ♀ aus der tiefer liegenden Population. Gleichfalls fand KOZLOWSKA (1971) in einer Studie über *Rana temporaria*, daß ♀ aus höher gelegenen Populationen im Durchschnitt größer waren und weniger, dafür aber größere Eier besaßen als Tiere aus tiefer gelegenen Biotopen. Die Befunde dieser Autoren sind als spezielle ökologische Anpassungen zu werten, da der Besitz größerer Eier die Embryonal- und Larvalphase nicht unbeträchtlich verkürzt. Kaulquappen, die aus größeren Eiern stammen, wachsen schneller und kommen dadurch auch früher zur Metamorphose als Larven, die sich aus kleineren Eiern entwickeln (vgl. HEMMER & KADEL 1973). Inwieweit nun eine solche ökologische Interpretation der Unterschiede auf die untersuchten Erdkrötenpopulationen aus Mainz und Weinheim übertragbar ist, muß dahingestellt bleiben, da größere klimatische Unterschiede als Selektionsdruck in diese Richtung kaum in Betracht zu ziehen sind. Möglicherweise könnte die Annahme eines Gen-Driftes dieses Phänomen etwas besser erklären, doch läßt sich keine eindeutige Entscheidung treffen, da Entstehung, Herkunft und Entwicklung der Weinheimer Erdkrötenpopulation unbekannt sind.

Die Tatsache, daß beide Krötenpopulationen einen signifikanten Unterschied in der Eigröße beziehungsweise im Einzeleivolumen besitzen, macht es notwendig, die Abhängigkeit der Gesamteivolumina von der Körpergröße der ♀ für beide Populationen getrennt zu bestimmen. Für die Mainzer Population ergibt sich hierfür ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,44$ (Signifikanz auf dem 1 %/o-Niveau), während sich für die Weinheimer Tiere bei einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,42$ infolge der kleineren Meßserie keine Signifikanz mehr nachweisen läßt (Abb. 2).

Die Produktion der Gesamt-Eimasse steht nun allerdings nicht nur mit der Körpergröße der ♀, sondern auch in beträchtlichem Maße mit deren Gewichtszustand in Beziehung. Bei der graphischen Darstellung dieser Abhängigkeit in Abb. 3 ist zu beachten, daß lediglich die Größenklasse 70 bis 75 mm Körperlänge verwendet wurde, da allein von dieser Klasse genügend Einzelmessungen zur Verfügung standen. Die statistische Auswertung ergibt eine lockere, auf dem 5 %/o-Niveau signifikante Korrelation ($r = 0,48$) der Gesamteivolumina mit den Gewichtszustandswerten der ♀. Diese Abhängigkeit der Reproduktionsrate eines ♀ vom Gewichtszustand — also letztlich vom Nahrungsangebot im natürlichen Biotop (vgl. HEMMER & KADEL 1972 b) — weist auf das Vorhandensein eines Regulationsmechanismus der Populationsgröße hin. Sie zeigt aber auch eine weitere Erklärungsmöglichkeit für die Verminderung der Individuenzahl so mancher Krötenpopulationen, für die ansonsten besonders das Verschwinden vieler geeigneter Laichtümpel beziehungsweise deren Beeinträchtigung infolge starker Verschmutzung (HEMMER, unveröff. Manuskri.), der Fischbesatz der Laichgewässer (KADEL 1975) und der Straßentod vieler adulter Kröten (HEUSSER 1968 b, MEISTERHANS & HEUSSER 1970) verantwortlich erscheinen. So hätte nach der Regressionsgeraden aus Abb. 3 eine Abnahme des Gewichtszustandswertes von 100 auf 80 ($\times 10^6$) infolge eines verringerten Nahrungsangebotes bereits eine Reduzierung des abgelaichten Gesamteivolumens eines ♀ und damit der mög-

lichen Jungkrötenzahl von rund 28 % zu bedeuten. Eine beträchtliche Verminderung der Insektenfauna durch chemische Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen muß sich im Blick auf diesen Regulationsmechanismus somit in einer Abnahme der Krötenpopulationsgröße auswirken.

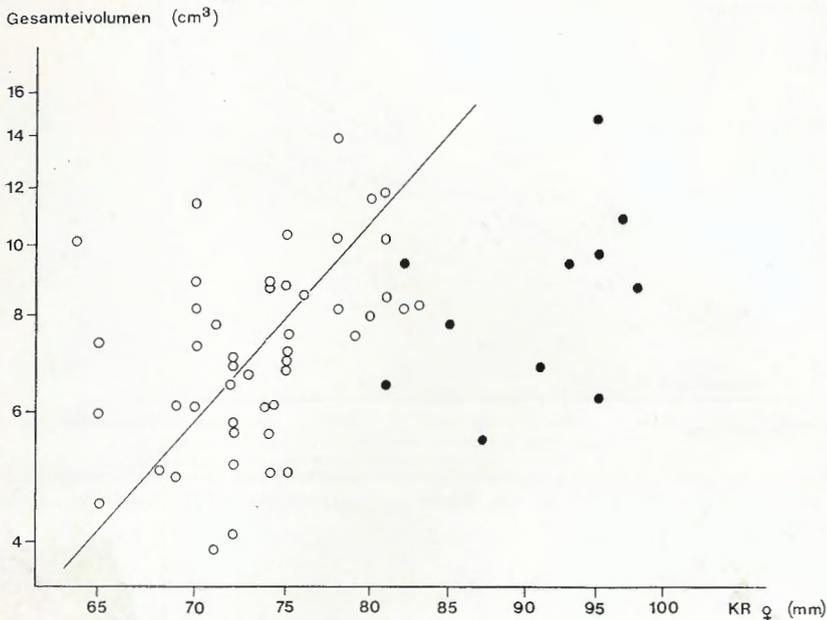


Abb. 2. Diagramm zur Abhängigkeit des Gesamteivolumens von der Körpergröße der ♀. — (○: Mainzer Population; ●: Weinheimer Population).

Diagram showing dependence of the whole egg mass on the body size of the females.

Welche Gesamt-Eimasse beziehungsweise wieviele Eier in einer Erdkrötenpopulation während einer Laichperiode gelegt werden, hängt also unter anderem vom Nahrungsangebot ab. Genügend Fraßkapazität dürfte immer zur Verfügung stehen, da die Messungen in den Laichzeiten 1972 und 1973 zeigten, daß die Gewichtszustandswerte von Wildfängen in der Regel nur zwischen 80—90 ($\times 10^{-6}$) liegen, während bei optimal gefütterten Labortieren der Gewichtszustandswert bis über 135 ($\times 10^{-6}$) steigen kann. Weiterhin steht die Reproduktionsrate auch, wie Abb. 1 beweist, zur alters- beziehungsweise größenmäßigen Zusammensetzung der Krötenpopulation in Beziehung. Sicherlich spielt ebenso die von HEUSSER (1968 a) erwähnte Tatsache, daß viele ♀ nicht in jeder Laichsaison ablaichen, eine gewisse Rolle. Dies könnte allerdings auch über einen zu geringen Gewichtszustand der entsprechenden Individuen eine Erklärung finden. So konnte bei keinem der Erdkrötenweibchen, die zum Abbläichen kamen, ein

Gewichtszustandswert unter $75 (\times 10^{-6})$ gemessen werden, während HEMMER & KADEL (1972b) für die Kreuzkröten zeigen konnten, daß bei Gewichtszustandswerten unter $80 (\times 10^{-6})$ kein Größenwachstum mehr erfolgt.

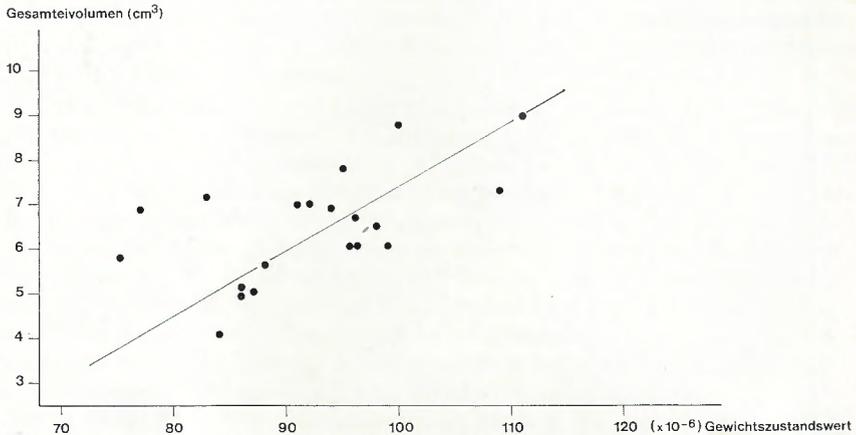


Abb. 3. Diagramm zur Abhängigkeit des Gesamteivolumens vom Gewichtszustand der ♀. Diagram showing dependence of the whole egg mass on the weight condition of the females.

Die Tatsache, daß einerseits in verschiedenen Erdkrötenpopulationen wie in Mainz und Weinheim die Eigrößen und damit auch die Einzeleivolumina signifikante Unterschiede zeigen, daß andererseits eine Abhängigkeit der Produktion der Eimasse eines ♀ auch vom Gewichtszustand des Tieres besteht, bedeutet, daß man die in einer Population gewonnenen Ergebnisse nicht ohne weiteres — auch bei Kenntnis der großemäßigen Zusammensetzung — auf eine andere Population übertragen kann. Demzufolge sollte man die in Abb. 1 dargestellte Abhängigkeit der Eizahlen von der Körpergröße der ♀ nur bedingt verallgemeinern. Dies gilt selbst für die gleiche Population in verschiedenen Laichzeiten. So betrug die durchschnittliche Eizahl pro ♀ bei einer mittleren Körperlänge von 72,9 mm in der Mainzer Population im Jahre 1971 ca. 2400, im Jahre 1972 bei einer mittleren Körperlänge von 74,8 mm etwa 2200 und 1973 bei einer mittleren Körperlänge von 73,1 mm etwa 2000. Für die Weinheimer Population betrug die mittlere Eizahl bei einer mittleren Weibchengröße von 91,6 mm im Jahre 1972 etwa 3300.

Verrechnet man unter dem erwähnten Vorbehalt die in Abb. 1 angegebenen Daten gemeinsam und bezieht erreichbare Literaturdaten über Tiergrößen in verschiedenen europäischen Erdkrötenpopulationen in die Auswertung mit ein, so ist eine vorsichtige Schätzung der denkbaren Eizahlenvariation bei *Bufo bufo*

möglich. HEUSSER (1968 a) gibt als mittlere Länge von Erdkrötenweibchen in verschiedenen Schweizer Populationen Größen zwischen 74,8 und 90,2 mm an, SCHUSTER (1950) nennt Maximalgrößen von 75,8 mm für das Rhein-Main-Gebiet, 78,3 mm für S-Norwegen und 100 bis 110 mm für Schweden. Danach lassen sich für hauptsächlich mittel- und nordeuropäische Populationen grob geschätzte Eizahlen von etwa 1300 bis 6000 vermuten (entsprechend der Weibchengrößenklassen von ca. 60 bis 110 mm). Die Angaben von STERNFELD & STEINER (1952) und HELLMICH (1956) von 2000 Eiern pro Laichschnur würden damit für relativ kleine Tiere (um 70 mm) gelten, während die von MERTENS (1960, 1972) und FROMMHOLD (1965) angegebene Zahl von ca. 6800 Eiern für ♀ von etwa 115 bis 120 mm Körperlänge zutreffen könnte. Solche Tiergrößen dürften allerdings in unserem Raum kaum und, wenn überhaupt, nur als selten gemessene Extremwerte für *Bufo b. bufo* gefunden werden. Eizahlen von fast 7000 könnten eher von der mittelmeehländischen Unterart, *Bufo bufo spinosus*, erreicht werden, deren Körpermaße im allgemeinen größer sind.

Das kleinste Erdkrötenweibchen, das im Labor zum Ablaihen kam, war 64 mm groß und besaß eine relativ hohe Eizahl von 2200. Die kleinste Laichschnur mit nur 1300 Eiern wurde von einem 65 mm großen ♀ gelegt. Diese Größenklasse (bis etwa 65 mm) dürfte jedenfalls für die Masse der Erdkröten eine untere Grenze für geschlechtsreife ♀ darstellen, zumal die Geschlechtsreife, wie Messungen bei Laborzuchten von Kreuz-, Wechsel- und Erdkröten zeigten, nicht mit dem Alter der Tiere, sondern mit deren Körpergröße korreliert ist (KADEL, in Vorbereitung). Ähnliche Größenangaben von 58 bis 65 mm macht auch HEUSSER (1968 a) für gerade geschlechtsreif gewordene männliche Erdkröten, die diesen Entwicklungsabschnitt in einem Alter von drei bis fünf Jahren erreichen sollen. Da nun der größte Teil der ♀ in mitteleuropäischen Erdkrötenpopulationen jedoch den Größenklassen von 70 bis maximal 90 mm angehören, dürften damit Eizahlenangaben von etwa 2000 bis 3600 pro Laichschnur die wahren Verhältnisse am besten wiedergeben.

Zusammenfassung

Für die Eizahl der Erdkröte (*Bufo b. bufo*) läßt sich eine positiv allometrische Beziehung zur Körperlänge der ♀ nachweisen. In beiden untersuchten Populationen existiert ein signifikanter Unterschied in den Eigrößen. Die Produktion der Gesamteimasse steht außerdem in Beziehung zum Gewichtsstatus eines ♀. Diese Abhängigkeit der Reproduktionsrate eines ♀ vom Gewichtsstatus weist auf einen natürlichen Regulationsmechanismus für die Populationsgröße hin. Für mitteleuropäische Verhältnisse lassen sich Zahlen von etwa 2000 bis 3600 pro Laichschnur angeben.

Summary

The number of eggs laid by a female common toad (*Bufo b. bufo*) positively allometrically depends on its body size. Both tested populations differ statistically significantly in the egg size. The production of the egg mass is in relation with the weight condition of the female. The state of dependence between the reproduction rate and weight condition indicates a natural control mechanism for the population size. In Central Europe one can accept numbers from 2000 to 3600 eggs per spawn string.

Schriften

- FROMMHOLD, E. (1965): Heimische Lurche und Kriechtiere. — Neue Brehm-Bücherei. Wittenberg (Ziemsen).
- GISLEN, T. & KAURI, H. (1959): Zoogeography of the Swedish amphibians and reptiles, with notes on their growth and ecology. — Acta vertebrat., 1: 191—397.
- HELLMICH, W. (1956): Die Lurche und Kriechtiere Europas. — Heidelberg (Winter).
- HEMMER, H.: Zur Situation der Kreuzkröte (*Bufo calamita* LAUR.) in der Kulturlandschaft. — Unveröff. Manuskript.
- HEMMER, H. & KADEL, K. (1972 a): Untersuchungen zur Laichgröße nebst Bemerkungen zur Populationsdynamik der Kreuzkröte (*Bufo calamita* LAUR.) und der Wechselkröte (*Bufo viridis* LAUR.). — Zool. Beitr., N. F., 17: 327—336. Berlin.
- — — (1972 b): Gewichtszustand und Wachstumsverlauf bei der Kreuzkröte (*Bufo calamita* LAUR.). — Forma et Functio, 5: 113—120. Oxford, New York, Braunschweig.
- — — (1973): Beobachtungen zur ökologischen Adaptation bei der Ontogenese der Kreuzkröte (*Bufo calamita*) und der Wechselkröte (*Bufo viridis*). — Salamandra, 9: 7—12. Frankfurt am Main.
- HEUSSER, H. (1968 a): Die Lebensweise der Erdkröte, *Bufo bufo* (L.); Größenfrequenzen und Populationsdynamik. — Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen, 29: 1—29.
- — — (1968 b): Wie Amphibien schützen? — Flugbl.-Ser., 2 (3): 3—12.
- KADEL, K. (1975): Freilandstudien zur Überlebensrate von Kreuzkrötenlarven (*Bufo calamita* LAUR.). — Revue suisse Zool., 82: 237—244.
- KOZLOWSKA, M. (1971): Differences in the reproductive biology of mountain and lowland common frogs, *Rana temporaria* L. — Acta biol. cracov., Zool., 14: 17—32.
- MEISTERHANS, K. & HEUSSER, H. (1970): Amphibien und ihre Lebensräume. — Natur u. Mensch, 12: 3—20.
- MERTENS, R. (1960, 1972): Kriechtiere und Lurche. — Stuttgart (Franckh).
- PETTUS, D. & ANGLETON, G. M. (1967): Comparative reproductive biology of montane and piedmont chorus frogs. — Evolution, 21: 500—507.
- SCHUSTER, O. (1950): Die klimaparallele Ausbildung der Körperproportionen bei Poikilothermen. — Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., 482: 1—89. Frankfurt am Main.
- SCHREIBER, E. (1912): Herpetologia europaea. — Jena.
- SMITH, M. A. (1951): The British amphibians and reptiles. — London (Collins).
- STERNFELD, R. & STEINER, G. (1952): Die Reptilien und Amphibien Mitteleuropas. — Heidelberg (Quelle & Meyer).

Verfasser: DR. KARL KADEL, Nordbahnstraße 99, 6750 Kaiserslautern.