

Unterschiede der Pupillengröße bei Weibchen und Männchen der Erdkröte (*Bufo bufo*)

BRIGITTE BENDER

Abstract

Discrimination of male and female common toads (Bufo bufo) using differences in the eye to pupil size ratio.

Photos of 21 toad couples were projected onto a slide screen, in order to measure the eye diameter and the vertical pupil size. In female toads, the ratio of eye to pupil size amounted to 2:1 or less, whereas the eye to pupil ratio in males always exceeded 3:1.

Key words: Anura; Bufonidae; *Bufo bufo*; sex dimorphism; eyes; pupil; dilation of pupil; contraction of pupil.

Zusammenfassung

Dias von 21 Erdkrötenpaaren wurden projiziert, um die vertikale Augen- und Pupillengröße an der Leinwand abzumessen. Bei den Weibchen war die Relation von Augengröße zur Pupillengröße 2:1 oder kleiner, bei den Männchen 3:1 oder größer.

Schlagwörter: Anura; Bufonidae; *Bufo bufo*; Geschlechtsunterschiede; Auge; Pupille; Pupillenveränderung; Laichstimmung.

1 Einleitung

Während der Frühjahrswanderung der Amphibien sind Amphibienbetreuer bemüht, die eingesammelten Tiere nach Art und Geschlecht zu bestimmen, um Daten für eine spätere Auswertung zu erhalten. Bei der Erdkröte (*Bufo bufo*) bereitet die Geschlechtsbestimmung am Krötenzaun jedoch oft Schwierigkeiten, obwohl verschiedene Merkmale vorhanden sind.

Die Größe, wie auch die Körperform der laichbereiten Weibchen, sind die augenfälligsten Hinweise und bei den Männchen die schwärzlichen Paarungsschwien am Daumen und an der Innenseite der nächsten beiden Finger (ENGLMANN et al. 1993). Während der Paarungszeit sind die Bereitschaft der Männchen zum Amplexus sowie die Abwehrlaute weitere Erkennungsmerkmale. Die Unterscheidung der Geschlechter anhand der kräftigeren Oberarme der Männchen, der längeren Hinterbeine und Hinterfüße, oder des Fersengelenks, das bei jenen bis zum Trommelfell und bei den Weibchen nur bis zur Achsel gelegt werden kann (NÖLLERT 1992), ist eine Methode, die, nach meinen Erfahrungen, aus Zeitmangel selten oder nie von Amphibienbetreuern angewandt wird. Auch Subadulte weisen keine eindeutigen Merkmale auf. In vielen Fällen wird das Tier wegen der angenehmen höheren Wahrscheinlichkeit als Männchen notiert.

Beim intensiven Durchsehen einiger Dias der Erdkrötenwanderung fiel auf, daß die Pupillen der Weibchen viel größer wirkten als die der Männchen (Abb. 1). Dieses Phänomen ist auch bei Fehlpaarungen (Grasfrosch/Erdkröte) und Grasfroschpaaren festzustellen und wurde ebenso von GROSSENBACHER (briefliche Mitteilung) beobachtet. Auffällig waren diese Unterschiede während des Tages. Weil bei den Erdkrötenpaaren das Männchen bekanntlich oben sitzt, stellte sich die Frage, ob

BRIGITTE BENDER

dessen exponierte Lage zum Tageslicht schon eine Kontraktion der Pupillen zur Folge hat. Da die Aufnahmen mit Blitzlicht entstanden waren, lag auch der Gedanke nahe, daß die künstliche Lichtquelle einen Einfluß auf die Pupillengröße haben könnte. Diese Überlegungen führten zu folgender Überprüfung.



Abb. 1. Erdkrötenpaar (*Bufo bufo*): Man beachte die unterschiedliche Pupillengröße. Toad couple (*Bufo bufo*): Please note the size difference of the pupil.

2 Methode

Erdkrötenpaare wurden bei Tageslicht mit oder ohne Blitzlicht fotografiert. Die Dias wurden im Format von ca. 1 m² groß auf die Leinwand projiziert, um möglichst große und damit genaue Werte zu bekommen. Mit einem durchsichtigen Lineal wurde auf der Leinwand bis auf einen halben Millimeter genau gemessen. Die Augengröße wurde definiert als der Durchmesser des Auges (Abb. 2). Bei der Pupille wurde die maximale Vertikale gemessen. Die Relation zwischen Augengröße und Pupillenöffnung wurde in prozentualen Anteil der Pupille (maximale Vertikale) am Auge (Durchmesser) berechnet. Ungenauigkeiten durch unterschiedlichen Aufnahmeabstand (Kamera-Objekt) und Größenunterschiede der Erdkröten konnten so ausgeschlossen werden. Gemessen wurden nur Augen, die auf der Leinwand 1-6 cm groß waren, um Meßungenauigkeiten möglichst klein zu halten.

Nachtaufnahmen wurden nicht ausgewertet, da die Augen von Männchen wie von Weibchen nachts große bis maximal erweiterte Pupillen zeigten. Zudem ist ein Auffinden der Tiere ohne Taschenlampe bei Dunkelheit kaum möglich, und damit

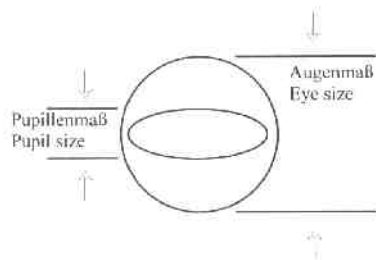


Abb. 2. Messung von Augen- und Pupillengröße.
Measurement of eye size and pupil size.

ist eine Adaption der Pupille an dieses Licht eingeleitet, noch bevor der Strahl der Lampe die Tiere trifft. Eine dann folgende Aufnahme würde lediglich einen Moment in der Adaption der Pupille zur völligen Kontraktion wiedergeben.

Abbildung 3 zeigt den prozentualen Pupillenanteil (maximale Vertikale) zum Augendurchmesser von sieben „Doppeldeckern“ bei fünf bzw. zwei Folgefotos mit Blitzlicht. „Doppeldecker“ Nr. 1 zeigt bei den Fotos a-e kaum eine Veränderung, weder beim Weibchen noch beim Männchen kontrahierten die Pupillen. Auch in den weiteren sechs Säulengruppen ist zwischen Foto a und Folgefoto b keine Tendenz abzulesen, die auf eine Pupillenveränderung hindeutet. Die geringfügigen, unregelmäßigen Abweichungen, die maximal 5% erreichen, sind wahrscheinlich auf Meßungenauigkeiten zurückzuführen. Die Blitzlichtaufnahmen haben also keinen Einfluß auf die Pupillengröße. Somit lassen die ausgewerteten Dias Rückschlüsse auf die reale Pupillenöffnung zu.

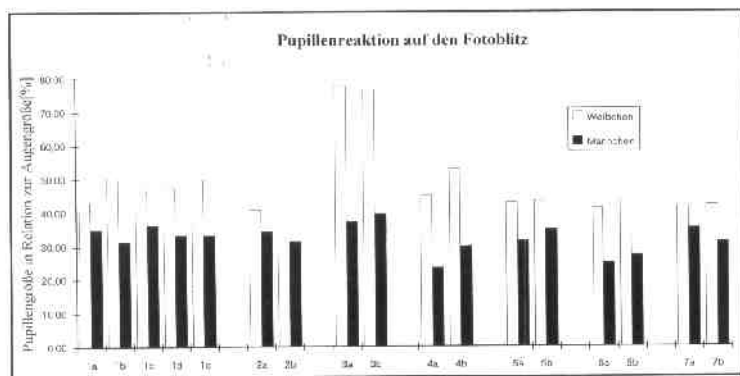


Abb. 3. Pupillenreaktion auf den Fotoblitz.
Pupil reaction to flash light.

3 Überprüfung zur Eignung der Methode

Verpaarte Erdkröten, sogenannte „Doppeldecker“, wurden bei Tageslicht an der gleichen Stelle fotografiert; einige wurden getrennt und nochmals abgelichtet. Die Männchen, nun auf gleicher Ebene wie die Weibchen, zeigten keine Pupillenveränderung. Ebenso erfolgten Aufnahmen bei Tageslicht mit und ohne Fotoblitz. Das Blitzlicht leuchtete in gleicher Höheebene die Körperseiten der Erdkröten aus. Nach 10 s wurde erneut geblitzt.

4 Ergebnisse

In Abbildung 3 ist schon zu erkennen, daß die Werte der Männchen deutlich unter denen der Weibchen liegen. Auch im Vergleich von 21 Paaren liegen die Werte stets unter denen der Weibchen (Abb. 4). Alle „Doppeldecker“ wurden am gleichen Standort fotografiert, bis auf Paar 19-20, die sich im Wasser befanden. Der Mittelwert des berechneten Anteils [%] der Pupille (maximale Vertikale) am Auge (Durchmesser) liegt bei den Weibchen bei 47,67% und bei den Männchen bei 28,44%, (Tab. 1). Nach dem „Mann-Whitney U-Test“ unterscheiden sich die weiblichen und männlichen Werte hoch signifikant ($\alpha < 0.001$).

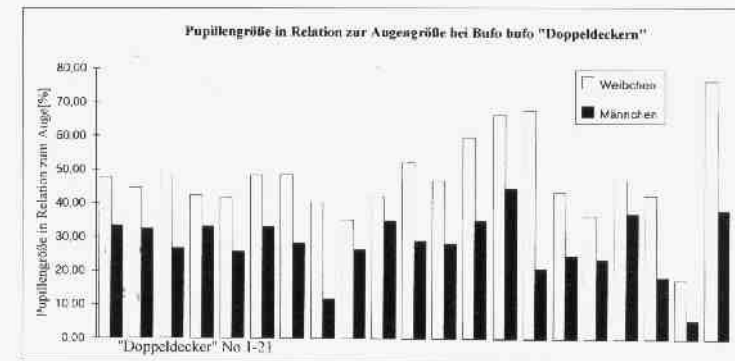


Abb. 4. Pupillengröße in Relation zur Augengröße bei (*Bufo bufo*).
Pupil to eye ratio of 21 toad couples (*Bufo bufo*).

5 Auswertung

Die Differenz zwischen den Pupillenöffnungen der Geschlechter ist mindestens 6,93% und maximal 47,13% (Tab. 1). Abgesehen von drei Minima und Maxima, liegen alle restlichen Werte zwischen 10-25%. Die Pupillen der Männchen sind im Mittel also 10-25% kleiner als die der Weibchen. Diese Maßangaben beziehen sich immer auf das Verhältnis der gemessenen, maximalen Vertikalen der Pupille zum Durchmesser des Auges und nicht auf einen berechneten Flächenanteil, der die Unterschiede aber noch deutlicher zeigen würde.

Die Auswertung der Dias und der Diagramme ergab, daß die Weibchen während der Laichzeit größere Pupillen aufweisen als die Männchen. Auch unter anderen Lichtverhältnissen, wie Sonnenlicht auf dem Wasserspiegel, bei denen die Pupillen völlig kontrahiert sind, waren die Pupillen der Weibchen noch sichtbar weiter geöffnet als die der Männchen. Ebenso war dies bei fotografierten, einzeln anwandernden Tieren zu beobachten. In etwa liegt die Öffnung der Pupillen (maximale Vertikale) in Relation zum Augendurchmesser bei den Männchen bei 1:3 und bei den Weibchen bei 1:2.

6 Diskussion

Selbstverständlich kann man nicht den Schluß ziehen, die Geschlechter an der Pupillengröße unterscheiden zu können, zumal einzelne Überlappungen der Prozentualwerte von Männchen und Weibchen auftraten. Der Standort, bzw. die Lichtstärke, verändert zwar die Pupillengröße, aber die Relation zwischen Augen-

<i>Bufo bufo</i> (cm)	Weibchen			Männchen		
	⊕Auge	⊖Pupille	%-Anteil	⊕Auge	⊖Pupille	%-Anteil
1	1,76	0,84	47,73	1,34	0,45	33,58
2	3,35	1,50	44,78	2,55	0,83	32,55
3	1,85	0,90	48,65	1,60	0,43	26,88
4	2,20	0,95	42,42	1,95	0,65	33,33
5	1,65	0,70	41,86	1,35	0,35	25,93
6	2,15	0,90	48,57	1,65	0,55	33,33
7	3,50	1,70	48,57	2,10	0,60	28,57
8	5,40	2,20	40,74	5,00	0,90	12,00
9	1,70	0,60	35,29	1,50	0,40	26,67
10	4,50	1,90	42,22	3,40	1,20	35,29
11	1,90	1,00	52,63	1,70	0,50	29,41
12	1,70	0,80	47,06	1,40	0,40	28,57
13	2,00	1,20	60,00	1,70	0,60	35,29
14	2,10	1,40	66,67	2,00	0,90	45,00
15	2,20	1,50	68,18	1,90	0,40	21,05
16	1,60	0,70	43,75	1,20	0,30	25,00
17	3,00	1,10	36,67	2,50	0,60	24,00
18	2,10	1,00	47,62	1,60	0,60	37,50
19	1,40	0,60	42,86	0,80	0,15	18,75
20	1,70	0,30	17,65	1,70	0,10	5,88
21	3,50	2,70	77,12	3,70	1,43	38,60
Mittelwert	2,44	1,17	47,67	2,03	0,59	28,44

Tabelle 1. Gemessener Augen- und Pupillendurchmesser (maximale Vertikale) und relative Pupillengröße (%) bei Erdkrötenpärchen.

Measured eye and pupil diameter (maximal vertical diameter) and relative pupil size of common toad couples (*Bufo bufo*).

und Pupillengröße bleibt bei Männchen und Weibchen unterschiedlich groß. Eine weitere Untersuchung mit umfangreichem Datenmaterial ist in Vorbereitung. Es könnte vermutet werden, daß nur die Laichstimmung der Tiere für eine Pupillenveränderung verantwortlich ist. Erdkrötenmännchen zeigen eine Art Trancezustand, während sie sich vom Weibchen zum Teich tragen lassen (WOLF 1994). WOLF geht davon aus, daß das Männchen in diesem Zustand seine Ortstreue aufgibt und die Wanderrichtung dem Weibchen überläßt.

Ein Trancezustand wäre eine Erklärung für die kontrahierten Pupillen der Männchen, während eine Erregung der Weibchen, die zielstrebigter als die Männchen bemüht sind, zum Laichgewässer zu kommen, eine Pupillenerweiterung plausibel erscheinen läßt. Auch verpaarte Erdkröten im Wasser zeigten dieses Phänomen, obwohl dort die Pupillen beider Geschlechter oft bis auf ein Minimum kontrahiert waren, was vielleicht auf die Lichtreflexion durch den Wasserspiegel zurückzuführen ist (Abb. 4, No 20). Da aber nicht nur verpaarte, sondern auch einzeln anwandernde Weibchen erweiterte bzw. Männchen kontrahierte Pupillen zeigten, ist anzunehmen, daß die Laichstimmung die Ursache dieser Differenzierung ist.

Schriften

- ENGELMANN, W.-E., J. FRITSCH, R. GÜNTHER & F.J. ORST (1993): Lurche und Kriechtiere Europas. – Radebeul (Neumann).
- NÖLLERT, A. & C. NÖLLERT (1992): Die Amphibien Europas. – Stuttgart (Franckh-Kosmos Verlags-GmbH).
- WOLF, K.R. (1994): Untersuchungen zur Biologie der Erdkröte *Bufo bufo* L. unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Migrationshindernissen auf das Wanderverhalten und die Entwicklung von vier Erdkrötenpopulationen im Stadtgebiet von Osnabrück. – Press. Hemmoor (Mellen University), S. 32-33.

Eingangsdatum: 31. Oktober 1994

Verfasserin: BRIGITTE BENDER, FORTANSTR. 15, D-33719 Bielefeld.