

Analyse des akustischen Geschlechtererkennungsmechanismus (Befreiungsrufe) bei Kröten (Genus *Bufo*)

Die als «Unkreaktion»¹, «Abwehrlaute»², «Abwehrquaken»³ oder allgemein als «Befreiungsrufe»⁴ («release calls» im angelsächsischen Schrifttum⁵) bekannten Lautäußerungen der männlichen Kröten (und vieler anderer Anuren⁶) spielen mit den dazugehörigen Körperbewegungen bei der Geschlechtererkennung am Laichplatz und damit für die Sicherstellung der Fortpflanzung eine bedeutende Rolle^{1,4}. Da im Falle eines Vorkommens zweier nahe verwandter Arten (z.B. der Gattung *Bufo*) am gleichen Laichplatz interspezifische Kopulationen nicht selten sind⁶⁻⁸, muss dieser akustische Erkennungsmechanismus auch über die Artgrenzen hinweg funktionsfähig sein. Dass andererseits bei den Lautäußerungen der hier untersuchten europäischen Kröten (*Bufo bufo* L., *B. calamita* Laur., *B. viridis* Laur.) klare Artdifferenzierungen vorhanden sind, ist für die Paarungsrufe bekannt, die von SCHNEIDER⁹ näher analysiert wurden. Die entsprechende Analyse der Befreiungsrufe dieser Arten erschien daher sowohl im Hinblick auf ihre gegenüber den Paarungsrufen wohl noch höhere Bedeutung im Fortpflanzungsverhalten als auch in vergleichend systematischer Sicht von grösstem Interesse.

Die Unkreaktion ist jederzeit leicht auslösbar, wenn man männliche Kröten mit 2 Fingern unterhalb der Achseln fasst (vgl. dazu auch EIBL-EIBESFELDT¹ und BOGERT⁵). Dieser Umstand erlaubte es, bei den 3 behandelten Arten die Befreiungsrufe unter gleichen Bedingungen zu erhalten. Die Rufe wurden mit einem Batterie-Tonbandgerät Grundig TK-1 aufgenommen. Die Herstellung der Oszillogramme erfolgte mit einem Oszillographen Tektronix 502-A, die Klangspektrogramme wurden mit dem Sona-Graph Sound Spectrograph der Kay

¹ I. EIBL-EIBESFELDT, Behaviour 2, 217 (1950).

² H. HEUSSER, Behaviour 12, 208 (1958).

³ H. HEUSSER, Z. Tierpsychol. 17, 67 (1960).

⁴ H. SCHNEIDER, Stuttg. Beitr. Naturk. 152, 1 (1966).

⁵ C. M. BOGERT, Animal Sounds and Communication (Ed. W. E. Lanyon und W. N. Tavolga 1960), p. 137.

⁶ R. FLINDT und H. HEMMER, Zool. Beitr. [NF] 13, 149 (1967).

⁷ R. FLINDT und H. HEMMER, Zool. Jb. Syst. 94, 162 (1967).

⁸ R. FLINDT und H. HEMMER, Zool. Anz. 178, 419 (1967).

⁹ H. SCHNEIDER, Z. Morph. Ökol. Tiere 57, 119 (1966).

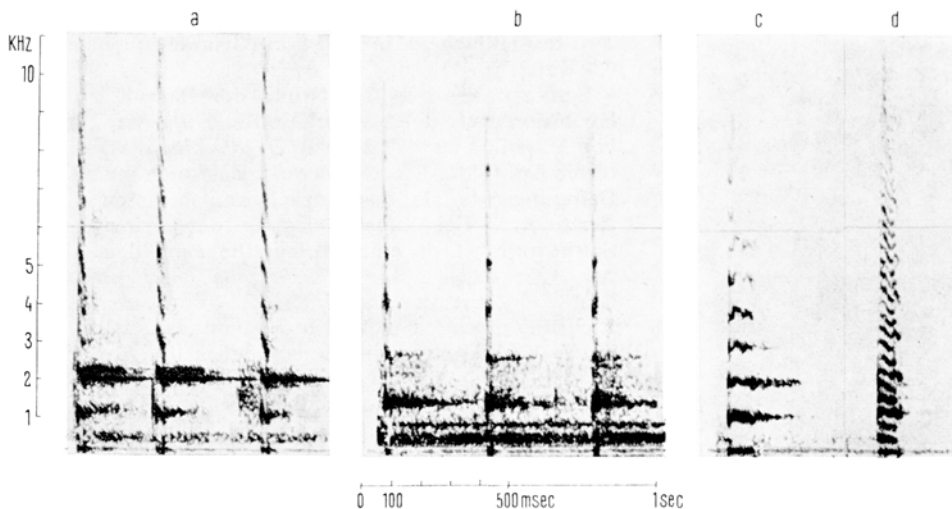


Fig. 1. Klangspektrogramme: Einfache Befreiungsrufe (Unkreaktion) von (a) *B. bufo*, (b) *B. viridis* und (c) und (d) *B. calamita*. Bei (a) und (b) ist eine Reihung zur Strophe erkennbar.

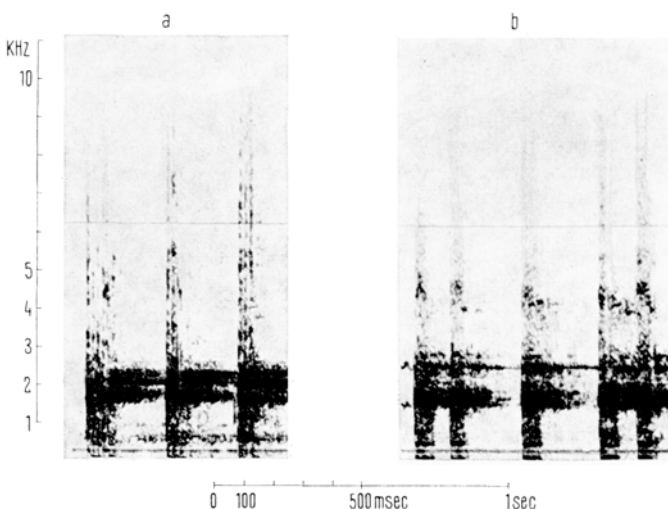


Fig. 2. Klangspektrogramme: Rätschlaute von (a) *B. viridis* und (b) *B. calamita*.

Electric Co. hergestellt (FI-1, Bandbreite der Filter 45 Hz)¹⁰.

Erdkröte (*B. bufo*): Der Befreiungsruf ist ein kurzer, ca. 10–30 msec dauernder explosiver Laut, der einzeln oder in Serie (Figur 1 und 3) ausgestossen werden kann. Oszillogramm und Spektrogramm lassen erkennen, dass es sich dabei hauptsächlich um einen impulsartigen Klang handelt (Grundfrequenz bei 1 KHz), bei dem eine Frequenz von 2 KHz den Hauptanteil stellt.

Kreuzkröte (*B. calamita*): Bei der Kreuzkröte entspricht der Befreiungsruf grundsätzlich dem der Erdkröte, besitzt jedoch noch ausgeprägteren Klangcharakter als jener (Figur 1 und 3). Seine Dauer beträgt ca. 15–80 msec. Gegenüber der Erdkröte lassen sich bei der Unkrektion der Kreuzkröte nach der Frequenz 2 Typen unterscheiden, von denen der eine, höher klingende (Grundfrequenz 0,9 KHz) mehr dem Ruf der Erdkröte nahesteht, jedoch weniger häufig ausgestossen wird, während der tiefere Laut (Grundfrequenz 0,4 KHz) die Regel darstellt (Figur 1). Darüber hinaus tritt gelegentlich noch eine dritte Form des Abwehrquakens auf, die man als «Rätschen» bezeichnen könnte. Hierbei handelt es sich um einen aus mehreren, sehr rasch aufeinanderfolgenden Impulsen zusammengesetzten Laut (Impulsserie) von etwa 50–90 msec Dauer, der wiederum als Lautfolge (Strophe) von bis zu 7 Impulsserien ausgestossen wird. Der Rätschlaut besitzt einen Klang- und einen Geräuschanteil und ähnelt damit im Oszillogramm dem Paarungsruf der Erdkröte. Sein Hauptfrequenzbereich liegt bei ca. 1,5 KHz (Figur 2 und 4).

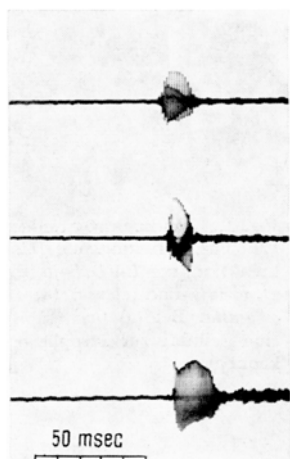


Fig. 3. Oszillogramme: Einfache Befreiungsrufe von *B. bufo* (oben), *B. calamita* (Mitte) und *B. viridis* (unten).

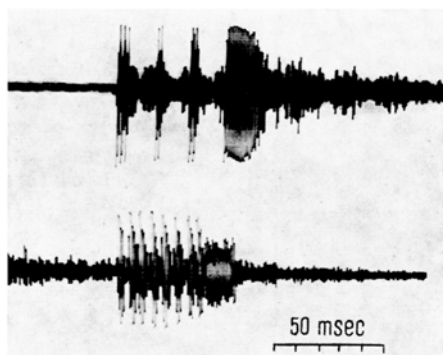


Fig. 4. Oszillogramme: Rätschlaut (einzeln Impulsserie aus der Strophe) von *B. viridis* (oben) und *B. calamita* (unten).

Wechselkröte (*B. viridis*): Wie bei der Kreuzkröte, so ist auch bei der Wechselkröte neben der Unkrektion, die bevorzugt in Serie geschieht (Ruf von ca. 20 msec Dauer und 1,2 KHz Grundfrequenz) (Figur 1 und 3), ebenfalls gelegentlich ein Rätschen zu vernehmen, das sich durch entsprechende Parameter im Spektrum auszeichnet (Impulsserie gewöhnlich etwas gedehnter als bei *B. calamita*, von ca. 60–100 msec Dauer, Einzelimpulse davon ebenfalls länger als bei der Kreuzkröte mit grösseren Intervallen, von ca. 10–25 msec Dauer; Hauptfrequenzbereich bei 1,5–2 KHz; Reihung zur Strophe) (Figur 2 und 4).

Somit zeigen alle 3 europäischen Krötenarten einen Befreiungsruf von starkem Klangcharakter, der für das menschliche Ohr gleich klingt und auch im Frequenzspektrogramm grosse Ähnlichkeit aufweist (impulsartiger Klang von um 20 msec variierender Dauer und einer um 1 KHz liegenden Grundfrequenz). Dadurch ist bei den einfachen Abwehrlauten aller Arten die Gewähr gegeben, dass sie auch interspezifisch «verstanden» werden. Artunterschiede liegen dagegen in zusätzlich vorkommenden Rufen in der gleichen Situation. Gegenüber der Erdkröte heben sich die Wechsel- und Kreuzkröte insofern ab, als diese beiden Arten den hier als «Rätschen» bezeichneten Laut hervorbringen können, welcher der Erdkröte zu fehlen scheint (Lautfolge aus 50–100 msec dauernden Impulsserien mit Klang- und Geräuschanteil und einem Hauptfrequenzbereich von 1,5–2 KHz). Eine weitere Differenzierung besitzt die Kreuzkröte mit einem zweiten Typ der einfachen Unkrektion (Grundfrequenz bei nur 0,4 KHz).

SCHNEIDER⁹ stellt auf Grund der Paarungsrufe eine Evolutionsstufenfolge innerhalb der *Bufo*-Arten auf, die von *B. viridis* über *B. bufo* zu *B. calamita* als spezialisiertester Art führt. Letztere erweist sich auch an Hand der Befreiungsrufe als die lautlich am stärksten differenzierte Art. Bei Zugrundelegung der Prinzipien von SCHNEIDER würde eine Stufenreihe nach den Abwehrrufen von *B. bufo* über *B. viridis* zu *B. calamita* führen. Eine Interpretation auch der Paarungsrufe in dieser Richtung erscheint uns nach den von SCHNEIDER publizierten Abbildungen durchaus möglich und naheliegend, da sich Kreuz- und Wechselkröte hierin hauptsächlich nur in Impulsdauer und Abfolgefrequenz bei klanghaftem Charakter der Einzelimpulse und prinzipiell gleichem Aufbau der Impulsserie unterscheiden, während der Paarungsruf der Erdkröte von beiden durch seinen Aufbau aus Geräusch- und Klangteil abgehoben ist, wie er sich bei jenen in den Rätschlauten findet.

Summary. The release calls of male European toads (*B. bufo* L., *B. calamita* Laur., *B. viridis* Laur.) have been described and recorded in the form of spectrograms and oscillograms. While only 1 type of release call is uttered by *B. bufo*, in *B. viridis* and *B. calamita* 2 and 3 types respectively were found. The latter 2 species show a close relationship, *B. calamita* being the most highly developed toad in Europe.

R. FLINDT und H. HEMMER

Institut für physiologische Zoologie der Universität,
65 Mainz (Deutschland), 21. November 1967.

¹⁰ Für die Herstellung der Klangspektrogramme und für die Beratung bei deren Ausdeutung sind wir Herrn Dipl.-Ing. KAHL (Institut für allgemeine Nachrichtentechnik der TH Darmstadt) zu grossem Dank verpflichtet.