

Der Seefrosch in Nordhessen: Nachweis, Rufe und Rufverhalten *

SUSANNE LENNÉ und HANS SCHNEIDER

Summary

The mating calls of water frogs of four localities in northern Hessian have been analyzed in order to determine the taxonomic status of these frogs. The results unequivocally demonstrate that only lake frogs, *Rana ridibunda* PALLAS, 1771, inhabit the waters.

Zusammenfassung

Die Paarungsrufe der Wasserfrösche von vier Standorten in Nordhessen wurden analysiert, um den taxonomischen Status dieser Frösche zu ermitteln. Die Ergebnisse zeigen unzweideutig, daß in den Gewässern ausschließlich Seefrösche, *Rana ridibunda* PALLAS, 1771, vorkommen.

Die Grün- oder Wasserfrösche sind in Hessen weit verbreitet (MALKMUS 1975; HEIMER 1981; MAI 1984, 1989; GÜNTHER 1990; THIELCKE et al. 1991; JEDICKE 1992; NÖLLERT 1992). Nach den Ergebnissen der in jüngster Zeit durchgeführten Kartierung sind sie die fünfthäufigste Amphibienart beziehungsweise Artengruppe. Bei diesen Untersuchungen über die Verbreitung der Wasserfrösche in Hessen wurde allerdings nicht zwischen den einzelnen Arten unterschieden, sondern sie wurden als *Rana esculenta*-Komplex zusammengefaßt. Als Grund dafür nennen HEIMER (1981), MAI (1984) und JEDICKE (1992) die noch nicht geklärten Verwandtschaftsverhältnisse und die schwierige Unterscheidung im Gelände.

Zu den Grün- oder Wasserfröschen Mitteleuropas zählen der Tümpelfrosch, *Rana lessonae* CAMERANO, 1882, und der Seefrosch, *R. ridibunda* PALLAS, 1771, als gute Arten sowie der Teichfrosch, *R. esculenta* LINNAEUS, 1758, als Hybride dieser beiden Arten (BERGER 1966). Nach dem bisherigen Wissensstand gehört ganz Hessen zum Verbreitungsgebiet von *R. lessonae* und *R. esculenta*, während *R. ridibunda* auf den nördlichen und südlichen Teil des Landes begrenzt zu sein scheint (JEDICKE 1992; NÖLLERT 1992). Aufgrund dieser Angaben sind in Nordhessen alle drei Formen zu erwarten. Eine Untersuchung in diesem Gebiet schien uns daher geboten, um genaueren Aufschluß über die Zusammensetzung der Wasserfrosch-Populationen zu bekommen. Zur Bestimmung der Wasserfrösche benützten wir die bioakustische Methode und analysierten die Paarungsrufe, die nach SCHNEIDER (1966, 1973, 1992) spezifisch und daher ein sicheres und aussagekräftiges Unterscheidungsmerkmal sind. Gleichzeitig ermittelten wir auch das Ruf- und Fortpflanzungsverhalten während der annuellen Aktivitätsperiode.

* Herrn Prof. Dr. Werner Kloft, Institut für Angewandte Zoologie, zur Vollendung seines 70. Lebensjahres gewidmet.

Material und Methoden

1. Technik: Die Beobachtungen und Aufzeichnungen der Rufe erfolgten von Anfang April bis Mitte Juli 1993 beinahe täglich, danach bis Mitte September 1993 einmal wöchentlich. Hauptuntersuchungsgebiet waren die Seen und Tümpel bei Freudenthal.

Für die Aufzeichnung der Rufe standen ein Uher Report 4200-Tonbandgerät (Bandgeschwindigkeit 9,5 cm/s) und ein Sennheiser K 3 Mikrophon mit ME 88 Kopf zur Verfügung. Die Bestimmung der Wassertemperatur erfolgte in 2 cm Tiefe und die der Lufttemperatur 5 cm über der Wasseroberfläche mit einem Digitalthermometer Technotherm 1500. Zur Anfertigung der Oszillogramme diente ein Tektronix 502 A-Oszillograph und eine Toennies Recordine Kamera (Laufgeschwindigkeit 250 mm/s).

2. Biotope: Es wurden Wasserfrösche aus vier Gewässern untersucht, die im unteren Werratal liegen. Die Höhenlage ist zwischen 135 und 155 m über NN. Die weiteste Entfernung zwischen den Untersuchungsgebieten beträgt 25 km. Wir benennen die Gewässer nach den Orten, in deren Nähe sie liegen.

Freudenthal: Das Gebiet ist zirka 72 ha groß und befindet sich 3 km nördlich von Witzzenhausen auf der Höhe von Ermschwerd. Es besteht aus Kiesabbauflächen, bereits rekultiviertem Gelände mit mehreren Seen und Tümpeln und landwirtschaftlich genutzten Flächen. In nächster Nähe eines 70 x 50 m großen Sees befinden sich zwei Tümpel 10 x 5 m und 5 x 3 m, in denen sich die Frösche aufhielten.

Witzzenhausen: Das Untersuchungsgebiet ist ein 200 x 50 m großer Teich, an den Wald und Wiesen angrenzen, am Stadtrand von Witzzenhausen.

Albungen: Dieses Gebiet liegt zwischen Eschwege und Bad Sooden-Allendorf und umfaßt etwa 6 ha. In Verbindung mit dem 1985 begonnenen Kiesabbau wurde es als Regenerationsgebiet angelegt. Es besteht aus einem See mit steilen Ufern und einem Feuchtbiotop mit mehreren flachen Tümpeln.

Oberrieden: Es handelt sich um einen nach dem Bau einer Ortsumfahrung Ende 1988 neu geschaffenen Ausgleichsbiotop an der Bundesstraße 27 mit zwei Wasserflächen von 200 x 35 m und 100 x 10 m.

Ergebnisse

Ruf- und Fortpflanzungsverhalten

Die Rufperiode der Frösche dauerte vom 16. April 1994 bis Ende Mai und ließ sich auf Grund einer zweimaligen Änderung des Rufverhaltens in eine Vor-, Haupt- und Nachlaichzeit gliedern.

Vorlaichzeit: 19. - 21. April 1993. Es war schon seit Tagen sonnig, wolkenlos und leicht windig. Die Wassertemperatur stieg an diesen Tagen von 14°C auf 21,5°C. Die Frösche gaben gegen 9 Uhr 15 die ersten Paarungsrufe ab. Mit der Erwärmung des Wassers und der Luft nahm die Rufaktivität im Laufe des Vormittags rasch zu, wobei Aktivitätsmaxima mit Aktivitätsminima abwechselten. Bis 10 Uhr 15 dauerten die Maxima 30-40 s, die Minima 10-15 min. Von 10 Uhr 30 an verlängerten sich die Rufzeiten auf zirka 3 min, die Minima verkürzten sich auf 5 min. Von 16 Uhr an riefen nur noch wenige Frösche.

Hauptlaichzeit: 22. - 25. April 1993. Wie schon die Tage vorher war es sonnig und warm. Die Lufttemperatur stieg bis 28°C an, die Wassertemperatur lag zwischen 21 und 22°C. Die Frösche in dem 10 x 5 m großen Tümpel sammelten sich zu zwei Rufgruppen in der Nähe des Ufers. Sie riefen fast ohne Unterbrechung bis nach Mitternacht, als die Beobachtungen endeten. Die Rufserien waren sehr lang. Während des Rufens schwammen und sprangen die Frösche lebhaft umher, veränderten ihre Position aber nur um wenige Zentimeter. Der Abstand zwischen den Individuen betrug ca 20 cm. Die noch nicht paarungsbereiten Weibchen saßen rund um den Tümpel am Ufer. Sobald sie zur Paarung bereit waren, schwammen sie zur Rufgruppe, wo sie unmittelbar von einem Männchen umklammert wurden. Die Ablage der Eier erfolgte vielfach schon 30 min nach der Umklammerung.

Nachlaichzeit: 26. April - 17. Mai 1993. Das Wetter war zunächst noch sonnig und heiß. Zwischen dem 3. und 7. Mai 1993 kühlte es ab, anschließend stieg die Temperatur wieder an. An seichten Stellen erwärmte sich das Wasser bis auf 26-28°C. Vom 26. April an war es wieder ruhiger am Gewässer. Es riefen nicht mehr alle Frösche, die Aktivitätsmaxima dauerten 1-2 min, die -minima 10-20 min. An den Ufern aller Gewässer hielten sich im Abstand von mehreren Metern Männchen auf, entweder einzeln oder in Gruppen von drei bis fünf Tieren. Es bildeten sich keine Rufgruppen mehr. Tagsüber waren nur vereinzelt Serien von Paarungsrufen zu hören. Nach 19 Uhr nahm die Rufaktivität zu und steigerte sich im Laufe der Nacht noch weiter. Vom 12. Mai 1993 gaben die Frösche nur noch selten Paarungsrufe ab, überwiegend waren es jetzt Revierrufe. Die ersten Kaulquappen schwammen im Wasser umher. Die Nachlaichzeit war am 17. Mai 1993 beendet, denn danach war nur noch hin und wieder einmal ein Frosch zu hören. Es waren meist Revierrufe.

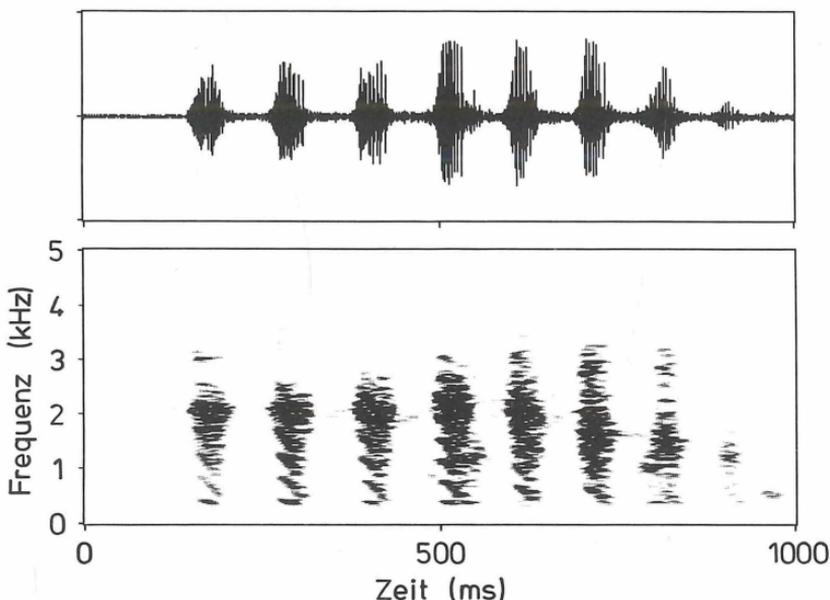


Abb. 1. Oszillogramm (oben) und zugehöriges Spektrogramm (unten) eines Paarungsrufes mit 8 Impulsgruppen bei 20,8°C Wassertemperatur.

In allen Untersuchungsgebieten wiesen die Wasserfrösche eine sehr unterschiedliche Färbung auf. Die Grundfärbung reichte von hellem Grün, über Oliv bis zu Braun mit wenigen oder vielen dunkelgrünen Flecken. Alle Frösche hatten auf dem Rücken einen hellen Mittelstreifen, der von der Spitze der Schnauze bis zum Ende des Rumpfes reichte. Insgesamt waren die Frösche mit grüner Färbung häufiger als die mit brauner. Auf Grund der Färbung ließ sich nicht mit Sicherheit feststellen, welche Form der Wasserfrösche vorkam.

Rufe

Bereits nach dem Abhören der Paarungsrufe war die Situation eindeutig: In den Gewässern aller Untersuchungsgebiete kommt ausschließlich *R. ridibunda* vor, denn nur die Rufe von Seefröschen waren zu hören. Alle bekannten Ruftypen waren nachweisbar: Paarungsruf, Revierrufe 1, 2 und 3, Befreiungsruf.

1. Paarungsruf

R. ridibunda gibt die Paarungsrufe immer in Serien unterschiedlicher Länge ab. Meist sind es 5-15 Rufe pro Serie. Ein Ruf und das nachfolgende Intervall bis zum nächsten Ruf bilden die Rufperiode. Jeder Ruf besteht aus einer Anzahl von Impulsgruppen, die durch Intervalle voneinander getrennt sind (Abb. 1, oben). Bei 20° C Wassertemperatur bestehen die Rufe im Mittel aus 7,2 Impulsgruppen und haben eine Dauer von 664,55 ms. Das Frequenzspektrum der Paarungsrufe reicht von 0,5-3,8 kHz und besteht aus einer Anzahl von Frequenzbändern (Abb. 1, unten). Außerdem ist ein frequenzmodulierter Bereich zu erkennen, der stark mit Energie besetzt ist. Vom Beginn bis zur Mitte eines Rufes erhöht sich die Frequenz von 1,8-2,2 kHz auf etwa 3 kHz und geht bis zum Ende wieder auf den Ausgangswert oder weiter zurück. Die dominante Frequenz der mittleren Impulsgruppen liegt bei 2 kHz.

Im Verlauf der Untersuchungen wurden Paarungsrufe bei Wassertemperaturen von 18,5°C - 27,5°C aufgezeichnet. Bei steigender Temperatur ändern sich mehrere entscheidende Rufmerkmale (Abb. 2). Nach den Ergebnissen der statistischen Berechnungen sind die Impulsgruppendauer, das Impulsgruppenintervall und die Impulsgruppenperiode mit der Wassertemperatur negativ korreliert (Abb. 2 a-c, Tabelle), die Anzahl der Impulsgruppen pro Ruf und die Anzahl der Impulsgruppen/s dagegen positiv (Abb. 2 d-e, Tabelle). Alle Regressionen gehorchen linearen Gleichungen. Die Anzahl der Impulse/Gruppe, die Rufperiode, das Rufintervall und die Rufdauer bleiben von der Wassertemperatur unbeeinflusst (Tabelle). Für die Rufdauer ergibt sich eine negative, lineare Korrelation mit der Wassertemperatur, wenn jeweils Rufe mit der gleichen Anzahl von Impulsgruppen einer statistischen Analyse unterzogen werden (Tabelle).

Revierrufe

Bei *R. ridibunda* kommen die Revierrufe 1, 2 und 3 vor, außerdem Übergangsrufe zwischen Revierrufen sowie zwischen Revierrufen und Paarungsruf. Diese Übergangsrufe enthalten Komponenten beider Ruftypen. Revierrufe sind kurze, laute Rufe. Sowohl allein sitzende Männchen als auch solche in Rufgruppen gaben sie ab. Bei manchen Rufmaxima waren nur Revierrufe zu hören.

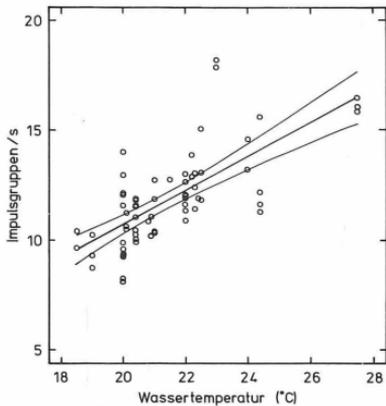
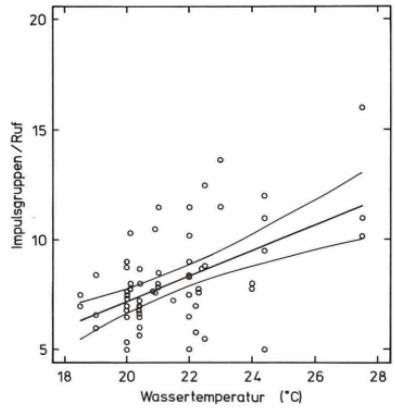
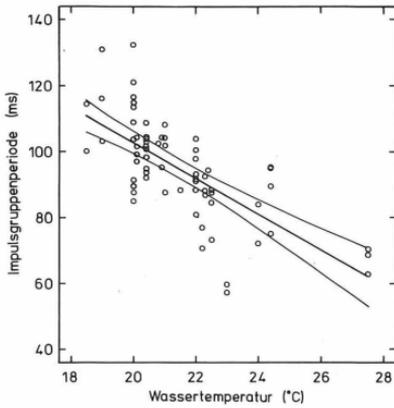
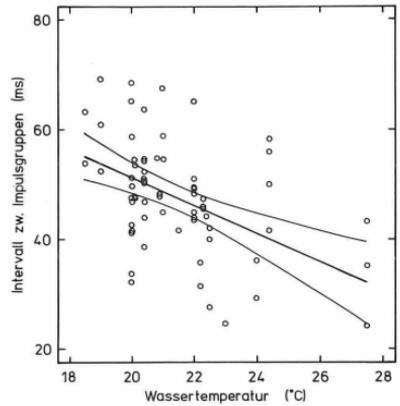
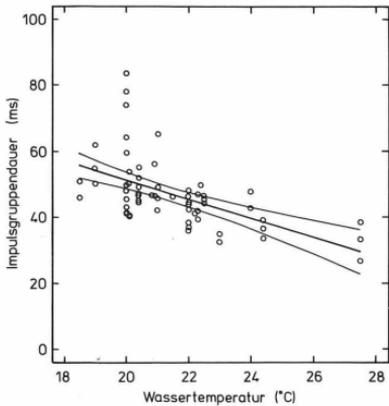


Abb. 2 a-e. Verschiedene Parameter des Paarungsrufes als Funktion der Wassertemperatur. a) Dauer der Impulsgruppen; b) Intervall zwischen den Impulsgruppen; c) Periode der Impulsgruppen; d) Impulsgruppen/Ruf; e) Impulsgruppen/s.
 ——— Regressionslinie mit 95% Vertrauensgrenzen.

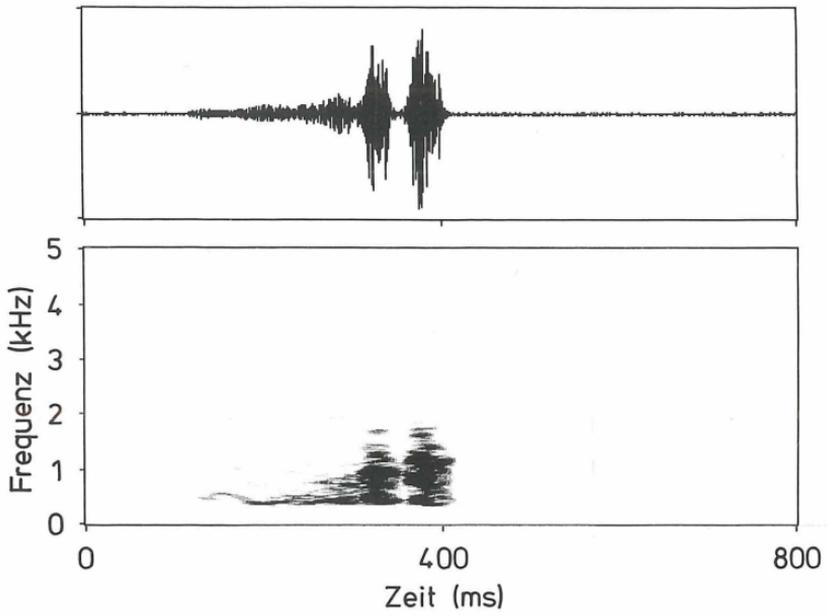


Abb. 3. Oszillogramm (oben) und Spektrogramm (unten) eines Revierrufs 1 bei 20,8°C.

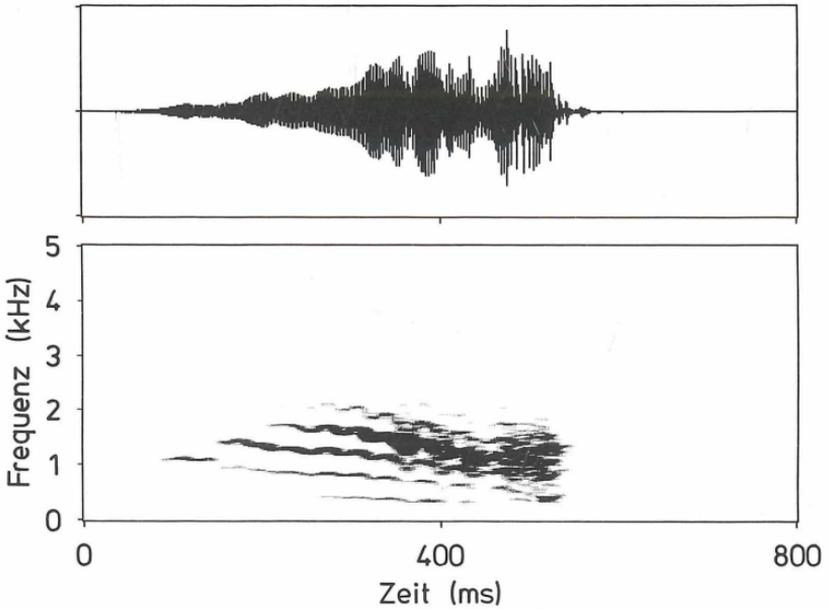


Abb. 4. Oszillogramm (oben) und Spektrogramm (unten) eines Revierrufs 2 bei 20,8°C Wassertemperatur.

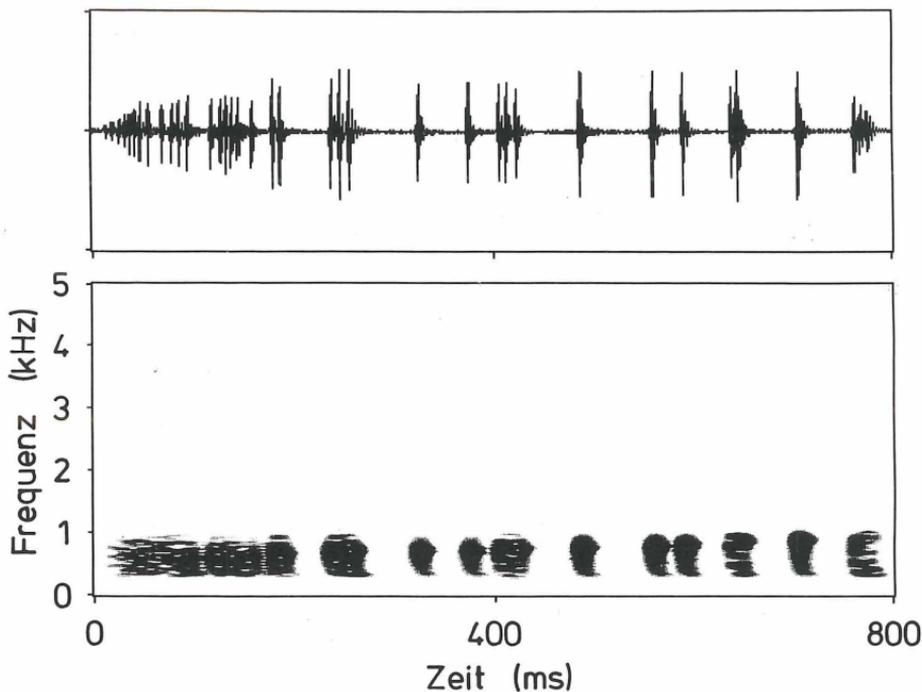


Abb. 5. Oszillogramm (oben) und Spektrogramm (unten) eines Revierrufs 3 bei 20,8°C Wassertemperatur.



Abb. 6. Oszillogramm eines Paarungsrufes von *R. lessonae* bei 20,8°C (oben) und von *R. esculenta* bei 20,5°C Wassertemperatur (unten). Die Rufe stammen von Fröschen einer Population im Naturpark Kottenforst bei Bonn.

Der Revierruf 1 war der häufigste. Er setzt sich aus Impulsen zusammen, die mehr oder weniger klar getrennte Gruppen bilden (Abb. 3, oben). Ein Ruf beginnt mit einer Anzahl langsamer Impulse mit geringer Amplitude. Der nachfolgende Teil besteht aus zwei bis vier Impulsgruppen. Die Rufe besitzen ein charakteristisches Frequenzspektrum (Abb. 3, unten). Bei 0,4 kHz haben sie einen frequenzkonstanten Bereich. Ein weiteres Frequenzband beginnt in der Mitte der Rufe, bei etwa 0,6 kHz, und steigt bis zum Ende der Rufe auf 1,6 kHz an. Das Energiemaximum liegt zwischen 0,8 und 1,2 kHz. Der Übergang von einem schmalen niederfrequenten Spektrum zu einem weiten Frequenzband ist typisch für Revierruf 1.

Der Revierruf 2 besteht ebenfalls aus zwei Teilen, die mehr oder weniger deutlich voneinander abgesetzt sind (Abb. 4, oben). Der erste ist lang und aus Impulsen aufgebaut, deren Amplitude schnell ansteigt. Den zweiten Teil bilden eine bis vier Impulsgruppen, die meist durch kurze Intervalle voneinander getrennt sind. Diese beiden Bereiche unterscheiden sich durch ihr Frequenzspektrum klar voneinander (Abb. 4, unten). Es gibt einen frequenzkonstanten Bereich bei 0,4 kHz und mehrere frequenzmodulierte Bänder. Die Frequenzen fallen zur Mitte eines Rufes hin und steigen danach wieder an. Diese Frequenzmodulation ist für die Revierrufe 2 charakteristisch.

Der Revierruf 3 besteht aus einer Anzahl von Impulsen, die durch unterschiedlich lange Intervalle getrennt sind (Abb. 5, oben). In einzelnen Abschnitten kann es zur Bildung von Impulsgruppen kommen. Das Energiespektrum dieser Rufe ist sehr niedrig und reicht von 0,25 bis etwa 1 kHz (Abb. 5, unten).

Diskussion

Lebensräume: Die bevorzugten Lebensräume von *R. ridibunda* sind stark besonnte Gewässer. Nach ARNOLD & BURTON (1978) halten sich die Seefrösche in nahezu allen Arten von Gewässern auf, wie Tümpel, Gräben und Bächen. In Gebieten, in denen auch die beiden anderen Wasserfroschformen vorkommen, sind sie dagegen mehr in Seen und Flüssen zu finden. Nach BLAB (1986) bevorzugen sie während der Fortpflanzungsperiode große, offene Wasserflächen mit mindestens 40 cm Wassertiefe. Im nördlichen Teil des Verbreitungsgebietes kommen die Seefrösche in eutrophen Gewässern von großen Flußauen vor, im Süden dagegen in verschiedenen Gewässertypen, wie ephemeren Wasseransammlungen, permanenten Kleingewässern und großen Seen (GÜNTHER 1990). In Hessen verteilen sich die Laichhabitats der Wasserfrösche überwiegend auf Teiche (52%), gefolgt von Tümpeln (17%), Baggerseen (14%), ferner mit 17% auf Seen, Gräben und andere Gewässer (JEDICKE 1992). In den von uns überprüften Gewässern in Nordhessen hielten sich die Seefrösche während der Vor- und Hauptlaichzeit überwiegend in Klein- und Kleinstgewässern auf. In Freudenthal betrug die Größe der Tümpel 10 x 5 m und 5 x 3 m. In Albugen war das Habitat noch kleiner und maß nur 4 x 2 m. Alle Habitats lagen im Tal der Werra. An den Ufern der Werra kamen im Bereich der Untersuchungsorte keine Seefrösche vor.

Fortpflanzungsperiode: Als Fortpflanzungsperiode der europäischen Wasserfrösche wird die Zeit von April bis Mitte Juli angegeben, die sich in die Vor-, Haupt- und Nachlaichzeit unterteilen läßt. In der Nähe von Jerevan (Armenien) befanden sich 1989 und 1990 die Seefrösche in der zweiten Aprilhälfte in der Hauptlaichzeit, Ende April in der Nachlaichzeit (SCHNEIDER & EGIASARJAN 1989, 1991). Für Gurjev geben SCHNEIDER & EGIASARJAN (1991) die Vorlaichzeit für Mai, die Hauptlaichzeit für Ende Mai bis Anfang Juni an. In Nordhessen (Freudenthal) dauerte die Vorlaichzeit vom 5.4.-21.4.1993. Sie lag

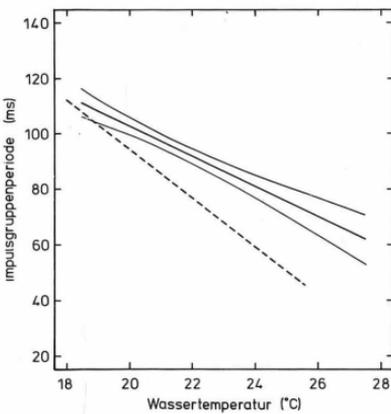
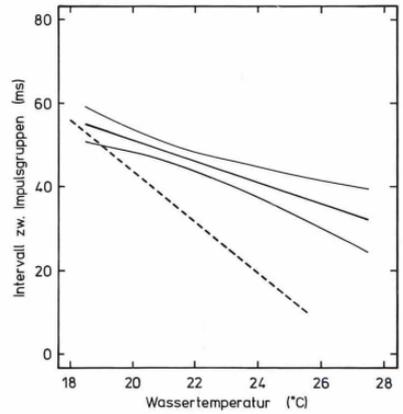
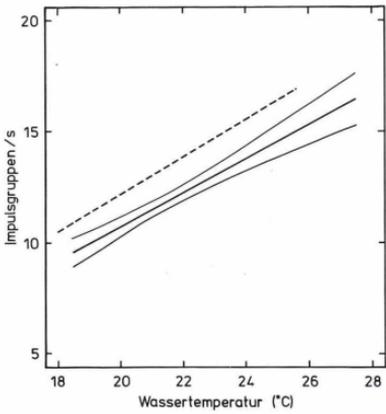
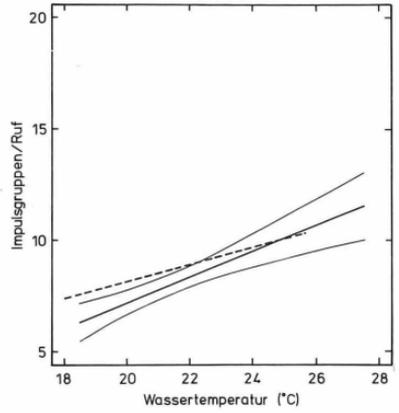
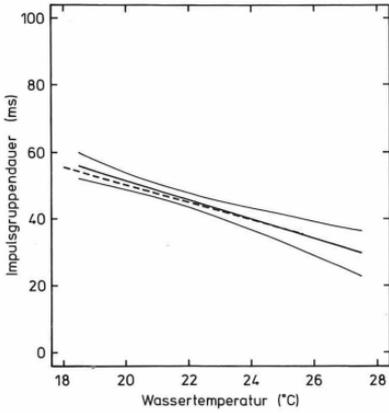


Abb. 7 a-d. Vergleich verschiedener Parameter der Paarungsrufe von Seefröschen aus Nordhessen (— mit 95% Vertrauensgrenzen) und aus der Umgebung von Gurjev, Kasachstan (- - -) als Funktion der Wassertemperatur. a) Dauer der Impulsgruppen; b) Impulsgruppen/Ruf; c) Impulsgruppen/s; d) Intervall zwischen den Impulsgruppen; e) Periode der Impulsgruppen.

damit sehr früh und war mit 16 Tagen von kurzer Dauer. Die Hauptlaichzeit war extrem kurz, denn sie dauerte nur drei Tage (22.4.-25.4.1993). Diese frühe und kurze Hauptlaichzeit hatte ihre Ursache in der günstigen Witterung. Unter diesen Bedingungen war auch die Nachlaichzeit kurz. Bereits am 17.5.1993 ging in Freudenthal die Rufperiode zu Ende.

Taxonomie: Bei den bisherigen faunistischen Arbeiten in Hessen wurde darauf verzichtet, die Wasserfrösche getrennt zu erfassen und zu kartieren. Der Grund hierfür ist die schwierige Bestimmung der Frösche im Gelände (JEDICKE 1992). Dieses Vorgehen ist verständlich, denn die Bestimmung der verschiedenen Wasserfroschformen im Freiland nach äußeren morphologischen Merkmalen ist in der Tat nicht einfach und mit einer gewissen Unsicherheit behaftet.

Aufgrund der charakteristischen Merkmale eignen sich die Paarungsrufe vorzüglich zur Bestimmung der verschiedenen Wasserfroschformen. Die Vorteile dieser bioakustischen Methode sind zweifach. Es ist nicht erforderlich, zur Bestimmung Frösche zu fangen, außerdem ist es möglich, durch Abhören oder durch Registrierung der Paarungsrufe während der Fortpflanzungsperiode alle oder doch fast alle Tiere eines Habitats zu erfassen. So läßt sich auch bei gemischten Populationen die Zusammensetzung genau ermitteln. Die Paarungsrufe von *R. lessonae* und von *R. esculenta* sind im Vergleich zu dem von *R. ridibunda* anders strukturiert. Bei *R. lessonae* bestehen die Rufe aus vielen, sehr kurzen Impulsen, deren Amplitude sich periodisch ändert, sodaß sich eine Gliederung in Impulsgruppen ergibt, die nicht durch Intervalle voneinander getrennt sind (Abb. 6, oben). Die Paarungsrufe klingen daher wie ein gleichmäßiges Schnarren. Bei *R. esculenta* sind die Paarungsrufe ebenfalls in Impulsgruppen gegliedert (Abb. 6, unten). Sofern Intervalle zwischen diesen auftreten, sind sie sehr kurz und beim Hören nicht wahrzunehmen. Die Anzahl der Impulse pro Gruppe ist höher als bei den Rufen von *R. lessonae*. Daher sind die Impulsgruppen markant und beim Abhören gut herauszuhören. Dennoch benötigt die Unterscheidung der Paarungsrufe von *R. lessonae* und *R. esculenta* durch Hören allein eine gewisse Erfahrung und ist nicht immer sicher, da die Veränderungen mehrerer Rufmerkmale unter dem Einfluß der Wassertemperatur beträchtlich sind.

Die äußere Morphologie der in den verschiedenen Untersuchungsgewässern vorkommenden Wasserfrösche ließ zunächst keine gesicherten Aussagen über ihre systematische Zugehörigkeit zu. Aber nach dem Abhören und der nachfolgenden Analyse der Paarungsrufe war klar, daß in allen Gewässern nur Frösche einer Art vorkommen und es sich um *Rana ridibunda* handelt. Um völlig sicher zu gehen, führten wir einen Vergleich mit den Paarungsrufen der Seefrösche aus der unmittelbaren Umgebung von Gurjev am Nordende des Kaspischen Meeres durch, deren Struktur und Korrelation mit der Wassertemperatur genau bekannt ist (SCHNEIDER & EGIASARJAN 1991). Gurjev ist nach MERTENS & WERMUTH (1960) *Terra typica restricta* von *R. ridibunda*. Abb. 7 zeigt die Korrelation von fünf Rufparametern der Paarungsrufe von *R. ridibunda* aus Nordhessen und aus der Umgebung von Gurjev mit der Wassertemperatur. Trotz der großen Entfernung von 3000 km zwischen den beiden Standorten ist die Struktur der Paarungsrufe sehr ähnlich, denn die Regressionslinien liegen dicht beieinander. Die Dauer der Impulsgruppen (Abb. 7 a) und die Anzahl der Impulsgruppen/Ruf (Abb. 7 b) sind identisch. Die für die Rufe der Seefrösche von Gurjev errechneten Regressionslinien verlaufen ganz oder fast ganz innerhalb der Vertrauensgrenzen der für die Rufe der Seefrösche aus Nordhessen errechneten Regressionslinien. Die Wiederholungsrate der Impulsgruppen (Abb. 7 c) ist bei den Rufen der Seefrösche aus Nordhessen bei 20°C

Wassertemperatur nur um 2,62 Impulsgruppen/s höher als bei den Rufen der Seefrösche aus Gurjev. Die Korrelation mit der Wassertemperatur ist gleich, denn die Geraden verlaufen nahezu parallel. Ein gewisser Unterschied ist bei den Intervallen zwischen den Impulsgruppen festzustellen (Abb. 7 d). Während im unteren Temperaturbereich die Werte übereinstimmen, vergrößern sich die Unterschiede bei steigender Temperatur, da bei den Rufen der Seefrösche aus Nordhessen die Verkürzung geringer ist, als bei den Rufen der Frösche aus Gurjev. Dieser Unterschied reduziert sich bei der Impulsgruppenperiode (Abb. 7 e). Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den Rufen der Frösche der beiden Standorte gering und stellen lediglich Variationen bei Populationen dar. Es steht außer Zweifel, daß die in Nordhessen untersuchten Wasserfrösche zu *R. ridibunda* gehören. Es überrascht, daß dort *R. lessonae* und *R. esculenta* völlig fehlen.

Tabelle. Ergebnisse der statistischen Berechnungen. Signifikanzniveau für die Korrelation mit der Wassertemperatur (Koeffizient r): * 5%, ** 1%, *** 0,1%. In den Gleichungen ist für x die Wassertemperatur in °C einzusetzen. y = abhängige Variable, S.D. = Standardabweichung. N = Mittelwerte aus jeweils fünf Rufen eines Männchens; bei Rufdauer, Rufintervall und Rufperiode stützen sich die Rechnungen auf Einzelwerte.

Variable (y)	N	r	Regressionsgleichung oder Mittelwert
Impulsgruppendauer (ms)	68	-0,56***	$y = 109,04 - 2,88x$
Impulsgruppenintervall (ms)	68	-0,47***	$y = 102,14 - 2,54x$
Impulsgruppenperiode (ms)	68	-0,69***	$y = 210,75 - 5,41x$
Impulsgruppen/Ruf (N)	68	0,52***	$y = - 4,42 + 0,58x$
Impulsgruppen/s (Hz)	68	0,71***	$y = - 4,62 + 0,77x$
Rufdauer bei 7 Impulsgruppen (ms)	65	-0,49***	$y = 1291,75 - 31,36x$
Rufdauer bei 8 Impulsgruppen (ms)	43	-0,72***	$y = 1377,22 - 32,20x$
Rufdauer (ms)	249	0,01	$y = 679,34 \pm 187,14$
Rufintervall (ms)	172	0,08	$y = 925,19 \pm 588,94$
Rufperiode (ms)	172	0,05	$y = 1583,30 \pm 575,94$

Literatur

- ARNOLD, E. N. & J. A. BURTON (1979): Pareys Reptilien- und Amphibienführer Europas. - Hamburg, Berlin (P. Parey).
- BERGER, L. (1966): Biometrical studies on the population of green frogs from the environs of Poznan. - Ann. Zool. Warszawa **23**: 303-324.
- BLAB, J. (1986): Ökologie und Schutz von Amphibien. - Schriftenreihe Landschaftspfll. Naturschutz **18**: 1-180.
- GÜNTHER, R. (1990): Die Wasserfrösche Europas (Anura - Froschlurche). - Wittenberg-Lutherstadt (A. Ziemsen).
- HEIMER, W. (1981): Amphibienvorkommen im Ostteil des Landkreises Darmstadt-Dieburg. - Hess. Faun. Briefe **4**: 20-23.
- JEDICKE, E. (1992): Die Amphibien Hessens. - Stuttgart (E. Ulmer).
- MAI, H. (1984): Untersuchungen zum Amphibienvorkommen auf fünf Meßtischblättern der Landkreise Waldeck-Frankenberg und Schwalm-Eder (Nordhessen). - Vogelkundl. Hefte Edertal **10**: 104-127.
- MAI, H. (1989): Amphibien und Reptilien im Landkreis Waldeck-Frankenberg: Verbreitung und Schutz. - Natursch. in Waldeck-Frankenberg **2**: 1-200.
- MALKMUS, R. (1975): Die Verbreitung der Amphibien und Reptilien im hessischen Spessart. - Beitr. Naturkde. Osthessen **9/10**: 113-128.
- MERTENS, R. & H. WERMUTH (1960): Die Amphibien und Reptilien Europas. - Frankfurt/Main (W. Kramer).
- NÖLLERT, A. & C. NÖLLERT (1992): Die Amphibien Europas. - Stuttgart (Franckh-Kosmos).
- SCHNEIDER, H. (1966): Die Paarungsrufe einheimischer Froschlurche. - Z. Morph. Ökol. Tiere **57**: 119-136.
- SCHNEIDER, H. (1973): Die Paarungsrufe einheimischer Ranidae (Anura, Amphibia). - Bonn. zool. Beitr. **24**: 51-61.
- SCHNEIDER, H. (1992): Bioakustik der Wasserfrösche. - Biologie in unserer Zeit **22**: 342-349.
- SCHNEIDER, H. & E. M. EGIASARJAN (1989): Bioacoustic investigations of lake frogs (Ranidae: *Rana ridibunda*) in Armenia as a contribution to the study of distribution of the eastern form. - Biol. J. Armenia **42**: 926-935.
- SCHNEIDER, H. & E. M. EGIASARJAN (1991): The structure of the calls of lake frogs (*Rana ridibunda*: Amphibia) in the Terra typica restricta. - Zool. Anz. **227**: 121-135.
- THIELCKE, G., HUTTER, C.-P., HERRN, C.-P. & R.L. SCHREIBER (1991): Rettet die Frösche. - Stuttgart (Weidbrecht).

Verfasser

Prof. Dr. Hans Schneider, Dipl.-Biol. Susanne Lenné, Zoologisches Institut, Poppelsdorfer Schloß, D-53115 Bonn.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hessische Faunistische Briefe](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Lenne Susanne, Schneider Hans

Artikel/Article: [Der Seefrosch in Nordhessen: Nachweis, Rufe und Rufverhalten 51-62](#)