

Verified by César Molina. Second known specimen for this recently described species, previously recorded only from the type locality on Cerro Yavi, Amazonas, Venezuela (Myers and Donnelly 1996, Am. Mus. Novitates 3172:1–56). Collected between the 1100–1200 h within a terrestrial plant (*Brocchinia tate*); extends distribution 190 km SW from the type locality.

Submitted by **OSWALDO FUENTES**, Instituto de Medicina Tropical-Serpentarium, Apartado Postal 47423, Caracas 1041-A, Venezuela (e-mail: ofuentes@tyto.ciens.ucv.ve) and **GILSON RIVAS FUENMAYOR**, Fundacion La Salle de Ciencias Naturales, Estacion de Investigaciones Agrope-cuarias, Avenida Bolívar 20-1219, San Carlos 2201, Estado Cojedes, Venezuela (e-mail: gilsonrivas@mixmail.com).

HYLA VERSICOLOR (Eastern Gray Treefrog). USA: WISCONSIN: CRAWFORD CO: Lynxville, from under bark of a Honey Locust Tree (*Gleditsia triacanthos*), Sec. 23, T9N, R6W. 3 June 2000. Harlan D. Walley. HDW-NTU 1678–9. Verified by Kristin Stanford. New county record (Casper 1996, Geographic Distributions of the Amphibians and Reptiles of Wisconsin. Interim Report Wisconsin Herpetological Atlas Project, Milwaukee Public Museum. 87 pp.).

Submitted by **HARLAN D. WALLEY** and **JODI SCALLETA**, Department of Biology, Northern Illinois, Dekalb, Illinois 60115, USA.

LALIOSTOMA LABROSUM. MADAGASCAR: ANTSIRANANA: Montagne des Français, 20 m elev. (12°18'44" S, 49°20'17" E). 13–16 March 2000. M. Vences, F. Glaw, and K. Schmidt. Zoologische Staatssammlung München (ZSM 500/2000 and 501/2000) and Université d'Antananarivo, Département de Biologie Animale (UADBA, four specimens). Verified by Wolfgang Böhme. First record in the biogeographic region of northern Madagascar. Extends range 185 km northwards (Glaw and Vences 1992, A Fieldguide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar. Köln. 331 pp.). Confirms earlier, questionable records (Mocquard 1895, Bull. Soc. Philom. Paris Ser. 8, 7:112–136; Guibé 1978, Bonn. Zool. Monogr. 11) which were not accepted by Blommers-Schlösser and Blanc (1991, Faune de Madagascar 75:1–379) and subsequent authors.

Submitted by **MIGUEL VENCES**, Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire des Reptiles et Amphibiens, 25 Rue Cuvier, F-75005 Paris, France, and **FRANK GLAW**, Zoologische Staatssammlung, Münchhausenstrasse 21, D-81247 München, Germany.

LIMNONECTES HASCHEANUS (Hill-forest Frog). MALAYSIA: PENINSULAR MALAYSIA: PAHANG: Pulau Tioman (02°35'N, 104°15'E). 27 June 1985. J. Counsilman. Raffles Museum of Biodiversity Research, Zoological Reference Collection (ZRC.1.3008, SVL 19.4 mm; ZRC.1.3009, SVL 26.1 mm); 22 June 1999. Peter K. L. Ng. (ZRC.1.4078, SVL 25.3 mm). All verified by Kelvin K. P. Lim. New island record; increases the amphibian checklist of Pulau Tioman to 21 species, instead of 20 as previously reported (Lim and Lim 1999, Raffles Bull. Zool. Suppl. No. 6:131–155).

Submitted by **TZI MING LEONG**, Department of Biological Sciences, National University of Singapore, Singapore 119260.

LIMNONECTES PARAMACRODON (Masked Swamp Frog). MALAYSIA: PENINSULAR MALAYSIA: JOHOR: swamp forest at foothills of Gunong Panti (01°51'N, 103°56'E). 20 September 1990. Peter K. L. Ng, K. S. Boon, and Kelvin K. P. Lim. Raffles Museum of Biodiversity Research, Zoological Reference Collection (ZRC.1.2901, SVL 37.1 mm; ZRC.1.2902, SVL 42.8 mm, ZRC.1.2903, SVL 52.2 mm; ZRC.1.2904, SVL 42.9 mm). All verified by Kelvin K. P. Lim. New state record (Berry 1975, The Amphibian Fauna of Peninsular Malaysia. Tropical Press, Kuala Lumpur. x + 130 pp.), and southward extension of range into the peninsula.

Submitted by **TZI MING LEONG**, Department of Biological Sciences, National University of Singapore, Singapore 119260.

LEPTOBRACHIUM NIGROPS (Black-eyed Leaflitter Frog). INDONESIA: SOUTH KALIMANTAN: BANJARMASIN: stream 55 km from Martapura on Rantau-Martapura road (03°08'S, 115°11'E). 6 June 1996. Heok Hee Ng & Oliver K. S. Chia. Raffles Museum of Biodiversity Research: Zoological Reference Collection (ZRC.1.4617–22, 6 larvae, Gosner stages 37–43, total lengths 39.4–51.1 mm). Verified by Kelvin K. P. Lim. New country record; eastward extension of distribution in Borneo, apart from Sarawak (Inger and Stuebing 1997, A Field Guide to the Frogs of Borneo. Natural History Publications, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia. ix + 205 pp.). Outside of Borneo, the species is also found in Peninsular Malaysia and Singapore (Berry and Hendrickson 1963, Copeia 1963:643–648).

Submitted by **TZI MING LEONG**, Department of Biological Sciences, National University of Singapore, Singapore 119260.

LEPTOTYPHOLOPS UNGUIROSTRIS. ARGENTINA: FORMOSA: Departamento Ramón Lista, Lote 8 (22°50'25"S, 62°16'30"W). 12 January 2000. L. Lanari and A. López. Museo Argentino de Ciencias Naturales, Buenos Aires, Argentina (MACN 37084). Verified by Gustavo Couturier. First province record and northernmost locality for the species; extends range 170 km NE of nearest previous record (Kretzschmar 1996, Acta Zool. lilloana 43[2]:275–279).

Submitted by **LAURA LANARI**, Museo Argentino de Ciencias Naturales, Sección de Herpetología, Avenida Angel Gallardo 470 (1405), Buenos Aires, Argentina (e-mail: tandra@ciudad.com.ar) and **ARIEL LOPEZ**, García Lorca 434 1º "A" (1405), Buenos Aires, Argentina (e-mail: wichiku@hotmail.com).

OSTEOCEPHALUS AYARZAGUENAI: VENEZUELA: ESTADO AMAZONAS: Makrapiwei, Upper Orinoco (2°10'N, 65°10'W). 130 m elev. March 1989. H. Magdefrau. Museo de Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas (MBUCV 6632). Verified by Gilson Rivas. First state record and second known specimen of the taxon. Extends distribution from type locality (Valle del Río Karuay, Estado Bolívar, 5°20'N, 61°54'W; Gorzula and Señaris 1996, Acta Biol. Venezuela 16[4]:19–22) 470 km to the SW.

Submitted by **CÉSAR LUIS BARRIO**, Fundación AndigenA, Apartado Postal 210, Mérida 5101-A, Venezuela (e-mail: cesarlba@yahoo.com) and **OSWALDO FUENTES**, Instituto de Medicina Tropical-Serpentarium, Apartado Postal 47423, Caracas 1041, Venezuela (e-mail: ofuentes@tyto.ciens.ucv.ve).

Stomach content analyses in Malagasy frogs of the genera
Tomopterna, *Aglyptodactylus*, *Boophis*, and *Mantidactylus*
(Anura: Ranidae)

Mageninhaltsanalysen bei madagassischen Fröschen
der Gattungen *Tomopterna*, *Aglyptodactylus*, *Boophis* und *Mantidactylus*
(Anura: Ranidae)

MIGUEL VENCES & FRANK GLAW & CLAUDIA ZAPP

KURZFASSUNG

Mageninhaltsanalysen an 228 konservierten Exemplaren der madagassischen Raniden *Tomopterna labrosa*, *Aglyptodactylus madagascariensis*, *Boophis laurenti*, *B. tephraeomystax*, *Mantidactylus liber*, *M. granulatus*, *M. cornutus*, *M. redimitus*, *M. cf. leucomaculatus*, *M. boulengeri*, *M. cf. asper*, *M. luteus*, *M. ulcerosus*, *M. betsileanus*, *M. femoralis*, *M. lugubris*, *M. cf. lugubris* und dem *M. albofrenatus*-Komplex erlaubten die Identifizierung von 417 Beutetieren. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Insektenlarven (28,5%), Ameisen (18,2%), Käfer (14,9%), orthopteroide Insekten (11,5%) und Spinnen (6,7%). Ameisen wurden bei den meisten Arten in Anteilen von 0% bis 48% gefunden, nur bei *M. liber* wurde ein höherer Prozentsatz (68%) nachgewiesen. In drei Fällen fanden sich Wirbeltiere als Nahrung (zwei Frösche und ein frisch geschlüpftes Chamäleon). Spektrum und Größe der Beutetiere variierten zwischen den meisten Arten nur wenig.

Viele der untersuchten Frösche (20 %) hatten leere Mägen. Für das gesamte Material lag die mittlere Anzahl von Beutetieren pro Exemplar bei 1,8; im artlichen Vergleich war sie bei *M. lugubris* mit durchschnittlich 5,4 am größten. Die höchste Anzahl von Beutetieren, die in einem Frosch (*M. albofrenatus*-Komplex) gefunden wurde, lag bei 34. Die meisten nachgewiesenen Beutetiere hatten Längen zwischen 4 und 5 mm. Die größten Beutetiere maßen zwischen 30 und 40 mm. Bei allen Froscharten außer *A. madagascariensis* und *M. liber* konnten Beutetiere mit Längen über 10 mm gefunden werden.

Diese Ergebnisse werden im Kontext unterschiedlicher Beutefangstrategien diskutiert (Lauerjäger gegenüber aktiven Beutesuchern, Ameisen spezialisten gegenüber Generalisten). Bei den untersuchten Arten handelt es sich vermutlich eher um Generalisten. Die erhobenen Daten über *Mantidactylus* werden mit denen von *Mantella* verglichen, die eine mikrophage und myrmecophage Ernährungsspezialisierung aufweist. Die Tatsache, daß *Mantidactylus liber* kleinere Beute und einen höheren Prozentsatz an Ameisen zu fressen scheint als andere *Mantidactylus*-Arten, stellt einen weiteren Hinweis auf die vermuteten engen verwandtschaftlichen Beziehungen dieser und nahe verwandter Arten zur Gattung *Mantella* dar.

ABSTRACT

417 prey items were identified in the stomach contents of 228 preserved specimens of the Malagasy ranid frog species *Tomopterna labrosa*, *Aglyptodactylus madagascariensis*, *Boophis laurenti*, *B. tephraeomystax*, *Mantidactylus liber*, *M. granulatus*, *M. cornutus*, *M. redimitus*, *M. cf. leucomaculatus*, *M. boulengeri*, *M. cf. asper*, *M. luteus*, *M. ulcerosus*, *M. betsileanus*, *M. femoralis*, *M. lugubris*, *M. cf. lugubris*, and the *M. albofrenatus* complex. These mainly were insect larvae (28.5%), ants (18.2%), beetles (14.9%), orthopteroide insects (11.5%), and spiders (6.7%). Ants were eaten by most species in rates of 0% to 48%, while a higher percentage (68%) was noted in *M. liber*. In three cases, vertebrate prey was recorded (two frogs and one chameleon hatching). Prey sizes and prey types consumed differed but slightly between most species.

20 % of the specimens examined had empty stomachs. Mean number of prey items over all frog specimens was 1.8; comparing taxa, the maximum mean number of 5.4 was found in *M. lugubris*. The largest number of prey items found in one specimen (*M. albofrenatus* complex) was 34. The lengths of most prey items consumed varied between 2 and 20 mm, with an overall modal value between 4 and 5 mm. The largest prey items consumed had lengths between 30 and 40 mm. In all species, items larger than 10 mm were found, except in *A. madagascariensis* and *M. liber*.

The results are discussed in the context of different feeding strategies (sit and wait predators versus active foragers; ant specialists versus generalists). The species examined probably are generalized feeders. The data on *Mantidactylus* species is compared with that of *Mantella* species, which are known to be microphagous and myrmecophagous specialists. The fact that *Mantidactylus liber* seems to consume smaller prey and a higher percentage of ants than other *Mantidactylus* of similar size may further support the assumption of its close phylogenetic relationships to *Mantella*.

KEY WORDS

Amphibia: Anura: Ranidae; Madagascar; food; feeding strategies; *Tomopterna labrosa*, *Aglyptodactylus madagascariensis*, *Boophis laurenti*, *B. tephraeomystax*, *Mantidactylus liber*, *M. granulatus*, *M. cornutus*, *M. redimitus*, *M. cf. leucomaculatus*, *M. boulengeri*, *M. cf. asper*, *M. luteus*, *M. ulcerosus*, *M. betsileanus*, *M. femoralis*, *M. lugubris*, *M. cf. lugubris*, *M. albofrenatus* complex

INTRODUCTION

Although anurans generally are considered to be feeding generalists, some species have been demonstrated to be selective in their feeding (DUELLMAN & TRUEB 1986). Remarkable feeding specializations are those of the aquatic, tongueless Pipidae which transport the food into the mouth through water currents produced by hyobranchial pumping movements (SOKOL 1969), large, macrophagous species such as the South African species *Pyxicephalus adspersus* TSCHUDI, 1838, the snail-eating species of the hyperoliid genus *Paracassina* (DREWES & RÖTH 1981), and the burrowing *Rhinophryne dorsalis* DUMÉRIL & BRON, 1841 which projects its tongue by hydrostatic pressure (TRUEB & GANS 1983). Recent evidence indicates that beside these exceptional examples, feeding specializations are common even among frog groups which were thought to be more generalized in this respect. Some dendrobatid genera seem to be specialized in microphagous and myrmecophagous feeding in different degrees, presumably reflecting their phylogenetic relationships (TOFT 1995; CALDWELL 1996). A similar myrmecophagous feeding is found in other alkaloid containing anurans (VENCES & al. 1998; VENCES & KNIEL 1998), and is probably common among microhylid, leptodactylid and myobatrachid frogs (DONNELLY 1991; VENCES pers. obs.). Feeding

specializations are often reflected by modified skull and tongue shape (EMERSON 1985; HORTON 1982; VENCES & al. 1998), and their identification is therefore important for the recognition of the adaptive nature of character complexes which are frequently used uncritically in phylogenetic studies.

Some data on the food of Malagasy anurans has been published by BLOMMERS-SCHLÖSSER (1975), referring to stomach contents of several microhylids, and by VENCES & KNIEL (1998) on the mantelline genus *Mantella*. Only some cursorial data is available on the stomach contents of the second mantelline genus *Mantidactylus* (GLAW & VENCES 1994), the rhacophorine genus *Boophis* (GLAW & VENCES 1997), and the ranine genus *Agyloptodactylus* (GLAW & al. 1998), whereas nothing was published on the food of the Malagasy frogs of the ranine genus *Tomopterna*.

The aim of the present paper is to provide for the first time quantitative data on the food spectrum of representatives of these four genera, based on stomach content analyses of preserved specimens. Since the studied material was collected at different localities and different times, we are not able to present data about niche partitioning (as e.g. TOFT 1980a, b, 1985), seasonal prey variation (as e.g. DONNELLY 1991), or differential prey selection.

MATERIALS AND METHODS

We studied a total of 228 specimens of the collection of the Museum National d'Histoire Naturelle, Paris (MNHN). The specimens were dissected by a longitudinal cut on the venter; stomachs and intestines were removed and opened, and their contents were examined under a stereo microscope by one of the authors (C. Z.) Snout-vent length (SVL) to the nearest mm was recorded for each frog specimen using calipers. Prey items were counted, classified down to higher taxonomic groups, and measured for their total length. The identified prey items were attributed to one of the following taxonomic categories (in parentheses: a more detailed assignment of the prey items found): (1) Crustacea (isopods,

crabs), (2) Myriapoda (millipedes), (3) Araneae (spiders), (4) Apterygota (collemboles and thysanurans), (5) orthopteroids, including Dermaptera, Blattodea, Saltatoria, and Isoptera (most frequently recorded items were Saltatoria), (6) Hemiptera (cicadas and bugs), (7) Hymenoptera: Formicidae (ants, including winged specimens), (8) Hymenoptera others than ants, (9) Diptera, (10) Coleoptera, (11) insect larvae, (12) undetermined insects or insect remains, (13) others. In some cases of fragmentary prey items, we estimated original total length from the preserved remains (e.g., hindlegs of Saltatoria, elytrae of Coleoptera, heads of ants).

Percentages given indicate relative numbers of prey items.

Most of the anuran specimens examined had been collected during the 1970s by French expeditions; detailed collecting dates were not available from the MNHN catalogues. Species examined and localities of the specimens (according to the MNHN catalogue), were as follows:

Tomopterna labrosa COPE, 1868: MNHN 1973.464 (Ambatoandranoro), 1895.248A, 246, 1953, 199, 201;

Agyloptodactylus madagascariensis (DUMÉRIL, 1853): MNHN 1975. 202, 204 (Ranomafana), 212, 227 (Moramanga-Niagarakely), 240, 254, 256, 262 (Perinet), 270 (Ambana), 271 (Ambala-Manakara), 288 (Ambalamaravandana 1530 m);

Boophis tephraeomyctax (DUMÉRIL, 1853): MNHN 1975.2517 (Maroantsetra), 2525, 2529 (Mahanoro), 2530 (Mananara), and six specimens without locality (2542, 2543, 2550, 2555, 2567, 2578);

Boophis laurenti GUIBÉ, 1947: MNHN 1972.241 (Andringitra; Ibory, pied nord), 287 (Andringitra; Andohariana), 338, 365 (Andringitra; Ampadianombihaly), 357, 377 (Andringitra; Pic Boby), 358, 382 (Andringitra; Cuvette Boby), 396 (Andringitra; Andohabatomena);

Mantidactylus liber (PERACCA, 1893): MNHN 1972. 1254-1255 (Ambohitantely), 1973.973, 976, 1029, 1030, 1035 (Marojezy 1300 m), 1026 (Sambava, forêt costière), 1975.798 (Itampolo), 802 (Ambatoandranoro);

Mantidactylus boulengeri METHUEN, 1919: MNHN 1991.3153, 3156, 1972.1878-1880, 1930, 1937, 1940-1941, 1958, 1981-1983, 1986, 2032, 2041, 2046, 2053 (all from Chaines Anosyennes);

Mantidactylus luteus METHUEN & HEWITT, 1913: MNHN 1972. 1405, 1410 (Camp V, Chaines Anosyennes), 1973.901 (Marojezy, 300 m);

Mantidactylus cf. asper (BOULENGER, 1882): MNHN 1893.243, 248, 1972.573 (M. d'Ambohitantely), 1975.322, 324-325, 329-31 (Les Rousetttes), 326 (Ifaty), 327 (Antsalova, Antsingy), 332 (sans origine précise);

Mantidactylus granulatus (BOETTGER, 1881): MNHN 1973.914 (Marojezy 300 m), 931 (Marojezy 1300 m);

Mantidactylus cornutus (GLAW & VENCES, 1992): MNHN 1972.1471-1472 (Chaines Anosyennes), 1973.912 (determination uncertain) (Marojezy, 1300 m), 1991. 2940;

Mantidactylus cf. leucomaculatus (GUIBÉ, 1975): MNHN 1973.928 (Marojezy 600 m), 1973.922, 924, 926, 929, 933 (Marojezy 1300 m);

Mantidactylus redimitus (BOULENGER, 1889): MNHN 1973.911 (Marojezy 600-1300 m), 937

RESULTS

Overall, we identified a total of 417 prey items. Of these, the largest portion were insect larvae (28.5%), followed by ants (18.2%), coleopterans (14.9%), orthopteroids (11.5%), spiders (6.7%), crusta-

ceans (2.9%), and hemipterans (2.2%); 8.2% of the prey belonged to unidentified insects (table 1). The large percentage of insect larvae is rather surprising; however, a closer look shows that this is mainly

Table 1: Number of prey items identified in stomachs and intestines of studied species of *Tonopelta*, *Agyptodactylus*, *Boophis*, and *Manitidactylus*, classified by taxonomic groups. # - presence of additional remains belonging to the corresponding taxonomic group but not assignable to individual prey items; Crust - Crustacea (isopods and crabs); Myria - Myriapoda (millipedes); Aran - Araneae (spiders); Apter - Apterygota (colemboles and thysanurans); Orthop - Orthopteroids (including Dermaptera, Blattodea, Saltatoria, and Isoptera); Hemip - Hemiptera (cicadas and bugs); Hymen Form - Hymenoptera; Formicidae (ants, including winged specimens); Hymen others - Hymenoptera others than ants; Dip - Diptera; Coleop - Coleoptera; Insecta indet - undetermined insects or insect remains. Shaded lines mark species with a small sample size ($N < 7$).
Tabelle 1: Anzahl der Beutetiere, die im Magen und Darmtrakt der untersuchten Arten von *Tonopelta*, *Agyptodactylus*, *Boophis* und *Manitidactylus* nachgewiesen wurden, geordnet nach taxonomischen Gruppen. # - Anwesenheit von weiteren Resten der entsprechenden Gruppe, die nicht individuellen Beutetieren zugeordnet werden konnten; Crust - Crustacea (Asseln und Krabben); Myria - Myriapoda (Zausendfüßer); Aran - Araneae (Spinnen); Apter - Apterygota (Springschwänze und Silberfliegen); Orthop - Orthopteroids (einschließlich Dermaptera, Blattodea, Saltatoria und Isoptera); Hymen Form - Hymenoptera; Formicidae (Ameisen), inklusive flügeliger Geschlechtsstiere; Hymen others - Hymenoptera, andere als Ameisen; Dip - Diptera; Coleop - Coleoptera; Insecta indet - nicht näher bestimmte Insekten oder Insektenreste; Others - andere, Arten mit einer geringen Stichprobengröße ($N < 7$) sind grau hinterlegt.

Specimens examined / Untersuchte Exemplare	Crust	Myria	Aran	Apter	Orthop	Hemip	Hymen others	Dip	Coleop	Insecta (larvae)	Insecta indet	Others	Total / Gesamt
<i>T. labroza</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	6	0	#	9
<i>A. madagascariensis</i>	0	0	1	0	2#	1	3	0	0	7	2	1#	18
<i>B. rephraeomyctax</i>	0	0	0	0	#	0	0	1	2	2	0#	0	5
<i>B. laurentii</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0#	0	4
<i>M. liber</i>	0	0	0	0	0	0	13	0	0	2	2#	0	19
<i>M. granulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>M. cornutus</i>	0	0	0	0	0	1#	0	0	0	0	0	0	4
<i>M. cf. leucomaculatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	11
<i>M. redimitus</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	#	0	0#	0	4
<i>M. boulengeri</i>	5	0	2	0	20 (17 Isoptera)	2	16	0	1	6	9	5#	1 (pseudoscorpion)
<i>M. luteus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>M. cf. asper</i>	1	0	2	0	1	0	1	0	1	1	4#	0	12
<i>M. heterostus</i>	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0#	1 (frog)	6
<i>M. berleseanus</i>	0	0	2	0	0	2	1	4	0	2	4	0#	15
<i>M. femoralis</i>	2	0	7	0	5	1	4	0	1	14	4	5#	1 (chameleons)
<i>M. lugubris</i> cf. <i>lugubris</i>	2	0	0	1	2	1	18	0	2	6	4	3#	0
<i>M. albofrenatus</i> complex	2	2	9	5	12#	1	19	2	0	9	87	9#	1 (neuropteran larva)
Total / Gesamt	12	3	28	6	48	9	76	7	62	119	36	6	417

Table 2: Number of prey items identified in stomachs and intestines of studied species of *Tonopelta*, *Agyptodactylus*, *Boophis*, and *Manitidactylus*, classified according to their size (total length). Mean snout-vent length of the N frog specimens of each species is also given. Shaded lines mark species with a small sample size ($N < 7$).
Tabelle 2: Anzahl der Beutetiere, die im Magen und Darmtrakt der untersuchten Arten von *Tonopelta*, *Agyptodactylus*, *Boophis* und *Manitidactylus* nachgewiesen wurden, geordnet nach ihrer Größe (Gesamtlänge). Die Tabelle führt auch die mittlere Kopf-Rumpf-Länge (SVL) der N untersuchten Exemplare jeder Froschart auf. Arten mit einer geringen Stichprobengröße ($N < 7$) sind grau hinterlegt.

Taxon	Specimens examined / Untersuchte Exemplare	N (number of specimens) / (Anzahl Exemplare)	SVL (mean) Kopf-Rumpflänge	Number of prey items in the size classes / Anzahl von Beutetieren in den Größenklassen						Total / Gesamt	
				<1 [mm]	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4-5 [mm]	6-10 [mm]	11-20 [mm]	
<i>T. labroza</i>	5	62.4	0	0	0	2	1	3	2	1	9
<i>A. madagascariensis</i>	11	44.7	0	0	1	0	5	12	0	0	18
<i>B. rephraeomyctax</i>	10	40.5	0	0	0	0	0	3	2	0	5
<i>B. laurentii</i>	9	39.0	0	0	0	0	1	2	1	0	4
<i>M. liber</i>	10	25.3	0	0	8	8	1	2	0	0	19
<i>M. granulatus</i>	2	39.0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>M. cornutus</i>	4	41.0	0	0	0	0	2	1	1	0	4
<i>M. cf. leucomaculatus</i>	6	35.5	0	0	0	1	1	8	1	0	11
<i>M. redimitus</i>	5	46.6	0	0	0	0	1	1	1	1	4
<i>M. boulengeri</i>	19	25.9	0	0	4	14	18	27	2	2	67
<i>M. luteus</i>	3	42.3	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>M. cf. asper</i>	13	36.2	0	1	0	2	6	3	0	0	12
<i>M. ulcerosus</i>	10	38.7	0	0	0	1	2	2	1	1	6
<i>M. berleseanus</i>	10	37.0	0	0	1	3	6	5	0	0	15
<i>M. femoralis</i>	10	45.9	1	2	8	5	13	10	2	3	44
<i>M. lugubris</i> cf. <i>lugubris</i>	14	30.3	0	1	3	16	14	4	0	1	39
<i>M. alboffrenatus</i> complex	85	28.0	0	3	10	15	102	25	3	0	158
Total / Gesamt	226	33.4	1	6	35	63	166	112	25	9	417

caused by the large number of larvae eaten by two specimens of the *M. albofrenatus* complex. Stomachs of MNHN 1972.1345 (37 mm SVL) and MNHN 1972.1354 (28 mm SVL) collectively contained 62 insect larvae. Excluding the *M. albofrenatus* complex from the analysis, percentage of insect larvae over all species was 12.4% only, whereas ants (22%) and coleopterans (20.5%) accounted for the highest rates.

The highest percentages of ants were found in *M. lugubris* (48%) and *M. cf. lugubris* (42%), and especially in *M. liber* (68%); in the other species, percentages varied between 0 and 24%. Termites (here included under orthopteroids) were only found once, in a specimen of *M. boulengeri* (33 mm SVL, MNHN 1972.2046) which had consumed 7 ants and 17 termites. Mites, another prey class often consumed by anurans, were not found at all. Although single mites, which can be very small and difficult to identify, may have been overlooked, the examined anuran specimens certainly had not consumed this prey type in large numbers.

Presumably aquatic or semi-aquatic arthropods were found in two frog species known to be brook bank dwellers: *M. betsileanus* (MNHN 1973.789) contained a case-bearing trichopteran larva, and *M. lugubris* (MNHN 1972.1585) a small crab (4 mm).

Three of the examined specimens had eaten vertebrate prey. *M. femoralis* (42 mm SVL, MNHN 1973.835) had eaten a chameleon hatchling (genus *Calumma* or *Furcifer*, 40 mm in total length), whereas *M. ulcerosus* (33 mm SVL, MNHN 1962.875) and *T. labrosa* (54 mm SVL,

MNHN 1973.464) had eaten a small frog each (9 mm and 25 mm SVL, respectively).

46 of the specimens examined (20%) had empty stomachs. Another 35 specimens (15.4%) had only unidentifiable remains in their stomachs. In some cases, e.g. in the high-mountain species *B. laurenti*, this may have been caused by the collecting time, since in seasonal environments, feeding may be limited to certain periods. Mean number of prey items over all 228 specimens was 1.8, but also in species where stomachs were generally not empty, such as *M. boulengeri*, *M. lugubris*, and *M. femoralis*, mean prey number per frog was not very high (3.5, 5.4 and 4.4, respectively). The largest number of prey items was found in the above mentioned specimens of the *M. albofrenatus* complex (MNHN 1972.1345 and 1354; 34 and 31 items, respectively), and in *M. femoralis* (MNHN 1973.835; 24 items).

Most prey items consumed measured between 2 and 20 mm in length, with an overall modal value between 4 and 5 mm (table 2). Modal prey size class was 6-10 mm in most species, except for the *M. albofrenatus* complex and *M. femoralis* (4-5 mm), *M. lugubris* / *M. cf. lugubris* (3 mm), and *M. liber* (2-3 mm). In all species (those with sample size < 7 are not considered here), items longer than 10 mm were observed, except in *A. madagascariensis* and *M. liber*. The largest prey items consumed were, beside the chameleon (see above), insect larvae of 32 mm and 26 mm in *M. boulengeri* (26 mm SVL, MNHN 1991.3156 and 25 mm SVL, MNHN 1972.1930).

DISCUSSION

In amphibians, DUELLMAN & TRUEB (1986: 239-240) distinguish between sit and wait - foragers which ingest large prey and use little energy in obtaining food, and active foragers, which actively search for prey and consume small prey items. According to TOFT (1980a), (a) ant specialists generally employ such an active foraging strategy, and (b) frogs cluster in two guilds based on this prey type distinction, ant specialists versus non-ant specialists.

However, ant specialists may both be found among active foragers and sit-and-wait specialists, as pointed out by DONNELLY (1991), but comparative ethological studies on this subject are largely lacking.

Representatives of the aposematic genera of the Neotropical Dendrobatidae are ant specialists (e.g. TOFT 1995, CALDWELL 1996), and they are known to be active foragers (TAIGEN & POUGH 1983). In Madagascar, the genus *Mantella* has been

demonstrated to feed mainly on ants (74% of consumed prey items according to VENES & KNIEL 1998), and they are known to be active, diurnal foragers (VENES & al. 1998). They display a preference for small prey, which is eaten in large amounts (mean number of prey items per specimen = 52; maximum number of prey items found in one stomach = 131; VENES & KNIEL 1998).

As indicated by the data presented in the present paper, the feeding preferences of *Mantella* are not shared by the species of *Tomopterna*, *Aglyptodactylus*, and *Boophis*, as well as most representatives of *Mantidactylus*. In all species studied, percentage of ant prey is lower than 50% (except *M. liber*), mean number of prey items per specimen is much lower (< 6) and the preference for small prey is less distinct than in *Mantella*, in which 76% of the prey items consumed were 3 mm in length or smaller (VENES & KNIEL 1998). For comparison, in the *M. albofrenatus* complex which is similar to some *Mantella* in body size and general appearance, only 18% of the identified prey items belonged to these small size categories. None out of 774 prey items found in stomachs of *Mantella* specimens was longer than 5 mm (VENES & KNIEL 1998). On the contrary, items of more than 10 mm length were identified in almost all species included in the present study. Some specimens ate very large prey, including vertebrates. This corresponds well with observations on a *Boophis goudotii* TSCHUDI, 1838 specimen which had consumed three frogs (GLAW & VENES 1997), and with cursorial data (GLAW & VENES 1994; VENES & al. 1998) on *M. albofrenatus*, *M. mocquardi* ANGEL, 1929, *M. grandidieri* MOCQUARD, 1895, and *M. ulcerosus* which also consumed large prey (an earthworm of about

50 cm length in one *M. grandidieri*, a frog species that can attain 108 mm SVL). Although no standardized data on availability of different prey types in the frog's habitats are at hand, it is probable that most representatives of these genera are generalized feeders which do not actively discriminate against certain prey types.

An exception may be represented by *M. liber*. In this species, the proportion of ant prey was much larger (68%) and predominance of small prey (2-3 mm) was more expressed than in other *Mantidactylus*, also in comparison with species of similar body size (e.g. *M. boulengeri*; predominance of prey size class 6-10 mm). *Mantidactylus liber* belongs to the subgenus *Guibemantis* (see GLAW & VENES 1994), one out of 12 subgenera within *Mantidactylus*. The phylogenetic relationships within the subfamily Mantellinae, which is composed by the two genera *Mantidactylus* and *Mantella*, are not yet solved. However, currently no characters are known which would support the monophyly of the large and heterogeneous "genus" *Mantidactylus*. By some morphological features (superficial femoral gland morphology, tadpole morphology - BLOMMERS-SCHLÖSSER & BLANC 1991), it can be hypothesized that some species of the subgenera *Guibemantis* and *Blommersia* are closely related to the genus *Mantella*. The fact that *M. (Guibemantis) liber* displays feeding habits more similar to those of *Mantella* than to those of other *Mantidactylus* would well fit into this hypothesis. However, it must be stressed that our data on *M. liber* are based on few identified prey items (19) only. Future studies should compare the foraging habits of this species to those of *Mantella* and should also include other species of *Guibemantis* and *Blommersia*.

ACKNOWLEDGMENTS

We are indebted to ALAIN DUBOIS and ANNE-MARIE OHLER (MNHN) who allowed dissection and ex-

amination of specimens held in their care.

REFERENCES

- BLOMMERS-SCHLÖSSER, R. M. A. (1975): Observations on the larval development of some Malagasy frogs, with notes on their ecology and biology (Anura: Dyscophinae, Scaphiophrynae and Cophylinae). - *Beaufortia*, Amsterdam; 24 (309): 7-26.
- BLOMMERS-SCHLÖSSER, R. M. A. & BLANC, C. P. (1991): Amphibiens (première partie). - *Faune de Madagascar*; 75 (1): 1-379.

- CALDWELL, J. P. (1996): The evolution of myrmecophagy and its correlates in poison frogs (family Dendrobatidae).- *J. Zool.*, London; 240: 75-101.
- DONNELLY, M. A. (1991): Feeding patterns of the strawberry poison frog, *Dendrobates pumilio* (Anura: Dendrobatidae).- *Copeia*, Washington; 1991 (3): 723-730.
- DREWES, R. C. & ROTH, B. (1981): Snail-eating frogs from the Ethiopian highlands: a new anuran specialization.- *Zool. J. Linnean Soc.*, London; 72 (3): 267-287.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. (1986): Biology of amphibians.- New York (Mc Graw-Hill), 670 pp.
- EMERSON, S. B. (1985): Skull shape in frogs - correlations with diet.- *Herpetologica*; 41: 177-188.
- GLAW, F. & VENCES, M. (1994): A fieldguide to the amphibians and reptiles of Madagascar. 2nd edition. Köln (Vences & Glaw), 480 pp.
- GLAW, F. & VENCES, M. (1997): Neue Ergebnisse zur *Boophis goudotii*-Gruppe aus Madagaskar: Bioakustik, Fortpflanzungsstrategien und Beschreibung von *Boophis rufioculus* sp. nov.- Salamandra, Rheinbach; 32 (4): 225-242.
- GLAW, F., & VENCES, M & BÖHME, W. (1998): Systematic revision of the genus *Aglyptodactylus* BOULENGER, 1919 (Amphibia: Ranidae), and analysis of its phylogenetic relationships to other Madagascan ranid genera (*Tomopterna*, *Boophis*, *Mantidactylus*, and *Mantella*).- *J. Zool. Syst. Evol. Res.*; 36: 17-37.
- HORTON, P. (1982): Diversity and systematic significance of anuran tongue musculature.- *Copeia*, Washington; 1982 (3): 595-602.
- SOKOL, O. M. (1969): Feeding in the pipid frog *Hymenochirus boettgeri* (TORMIER).- *Herpetologica*; 25: 9-24.
- TAIGEN, T. L. & POUGH, F. H. (1983): Prey preference, foraging behaviour, and metabolic characteristics of frogs.- *American Naturalist*; 122: 509-520.
- TOFT, C. A. (1980a): Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment.- *Oecologia*, Heidelberg; 45: 131-141.
- TOFT, C. A. (1980b): Seasonal variation in populations of Panamanian litter frogs and their prey. Comparison of wetter and drier sites.- *Oecologia*, Heidelberg; 47: 34-38.
- TOFT, C. A. (1985): Resource partitioning in amphibians and reptiles.- *Copeia*, Washington; 1985: 1-21.
- TOFT, C. A. (1995): Evolution of diet specialization in poison-dart frogs (Dendrobatidae).- *Herpetologica*; 51 (2): 202-216.
- TRUEB, L. & GANS, C. (1983): Feeding specializations of the Mexican burrowing toad, *Rhinophryne dorsalis* (Anura: Rhinophryidae).- *J. Zool.*, London; 199: 198-208.
- VENCES, M. & GLAW, F. & BÖHME, W. (1998): Evolutionary correlates of microphagy in alkaloid-containing frogs (Amphibia: Anura).- *Zool. Anzeiger*; 236: 217-230.
- VENCES, M. & KNIEL, C. (1998): Mikrophage und myrmecophage Ernährungsspezialisierung bei madagassischen Giffröschen der Gattung *Mantella*.- *Salamandra*; 34 (3): 245-254.

DATE OF SUBMISSION: January 8th, 1998

Corresponding editor: Heinz Grillitsch

AUTHORS: MIGUEL VENCES, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Adenauer-allee 160, D-53113 Bonn, Germany [email: m.vences@link-lev.de]; FRANK GLAW, Zoologische Staatssammlung München, Münchhausenstraße 21, D-81247 München, Germany [email: kld1127@mail.lrz-muenchen.de]; CLAUDIA ZAPP, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Adenauer-allee 160, D-53113 Bonn, Germany.

**Parapatry of two lizard species (*Podarcis muralis*, *Lacerta bonnali*) at
Circo de Piedrafita (Alto Aragón, Pyrenees, Spain)**

ANTONIO PALANCA¹, JORGE REY¹, ANTONIO RIBÓ¹ & MIGUEL VENES²

(¹Laboratorio de Anatomía Animal, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, E-36200 Vigo,
e-mail: apalanca@uvigo.es; ²Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig,
Adenauerallee 160, D-53113 Bonn)

Parapatrische Verbreitung von zwei Eidechsenarten (*Podarcis muralis*, *Lacerta bonnali*) im Bereich des Circo de Piedrafita (Alto Aragón, Spanische Pyrenäen)

Die Verbreitung der beiden Eidechsenarten *Podarcis muralis* und *Lacerta bonnali* am Circo de Piedrafita ist parapatrisch. Nur die S- und SW-Hänge werden von den Echsen besiedelt. Ein deutliches Zeichen, daß die Menge der täglichen Sonneneinstrahlung der wichtigste verbreitungsregulierende Faktor ist. Vorläufige Beobachtungen legen nahe, daß die Lebensräume von *P. muralis* durch feuchte Talwinde und die von *L. bonnali* durch trockene von den Hängen herabströmende Föhnwinde bestimmt werden.

At medium altitudes (above 1 100 m a. s. l.), the predominant lizard species in the Pyrenean mountain range is *Podarcis muralis* (MARTÍNEZ-RICA 1979). Its highest enclave, according to this author, is »Lac de Port Biehl« at 2 280 m (probably an incorrect spelling, corresponding to a lake at 2 280–2 300 m altitude on the Spanish versant near Port Vell, W of Andorra, near the Spanish/French/Andorran border). At high altitudes, *P. muralis* is replaced by largely isolated populations of three allopatric and closely related lizard species, *Lacerta bonnali*, *L. aranica* and *L. aurelio* (ARRIBAS 1993a, 1993b, 1994a). In the Monte Perdido massif, *L. bonnali* occurs between 2 050–2 500 m altitude (MARTÍNEZ-RICA 1977); it is known to occur up to 2 750 m (ARRIBAS 1994b) or 2 900 m (MARTÍNEZ-RICA 1979).

Beside generalized statements on vertical occurrence and habitat of *L. bonnali* and *P. muralis* (MARTÍNEZ-RICA 1977, 1979, ARRIBAS 1994b), few data are available on climatic and ecological factors affecting their distribution. Despite a contrary mention of ARRIBAS (1993a: 108), *L. bonnali* lives both on calcareous and cristaline, metamorphic soils (ARRIBAS 1994b: 206), generally in rocky areas. Records in »wet grasslands« (PÉREZ-MELLADO 1997) are based on a wrong quotation of MARTÍNEZ-RICA (1977: 106–107).

Circo de Piedrafita is a plateau between 2 120 m (dam of Respomuso) and ca. 2 500 m altitude, encircled by higher mountains reaching 3 151 m altitude (Balaitous peak), in the alpine domain and in the limits of the subalpine domain of the Aragonese Pyrenees in Huesca province, Spain. Geologically, soils are mainly granitic. We carried out field observations during four visits to the area, in June 1995 (MV), July/August 1996 and 1997 (AP, JR, AR) and August 1997 (AP, MV). The most intensive samplings were carried out from 15. July to 10. August 1996. Total person-hours spent in intensive lizard searching add up to 75, referring to a total of about 80 lizard sightings.

Lizards were located exclusively on rocky (granitic) sites on S- and SW-exposed slopes and plains, as schematically shown in fig. 1. No lizards at all were recorded on the largely shaded slopes (E-, NE-, N-, and NW-exposure) opposed to those figured. *P.*

muralis was recorded at two separate sites (here called PM1 and PM2). PM1: Slopes above the Aguas Limpias brook, up to an altitude of 1 940 m on the S-exposed slope. PM2: 100 m section of the path from the dam to the Respomuso refuge, at an altitude of 2 160–2 200 m. UTM grid 30TYN2144. *L. bonnali* was recorded at three separated sites (LB1–3). LB1: Path Ibones de Arriel to Respomuso, 2 140–2 280 m altitude. UTM grids 30TYN1944 and 30TYN2044. LB2: Pico del Cristal slopes, between the cliff of Respomuso and Ibón de Ranas, 2 140–2 260 m altitude. UTM grids 30TYN2144 and 30TYN2244. LB3: Pico del Cristal slopes from Ibón de Ranas to Campopiano, 2 260–2 280 m altitude. UTM grid 30TYN2244. A larger transect section (about 200 m) not populated by lizards was interposed between PM1 and LB1, whereas PM2 bordered sharply to LB2 and LB3, with a nearest distance between specimens of both taxa of ca. 30 m. No area of syntopic occurrence of both species, and no interspecific behavioural interactions were observed.

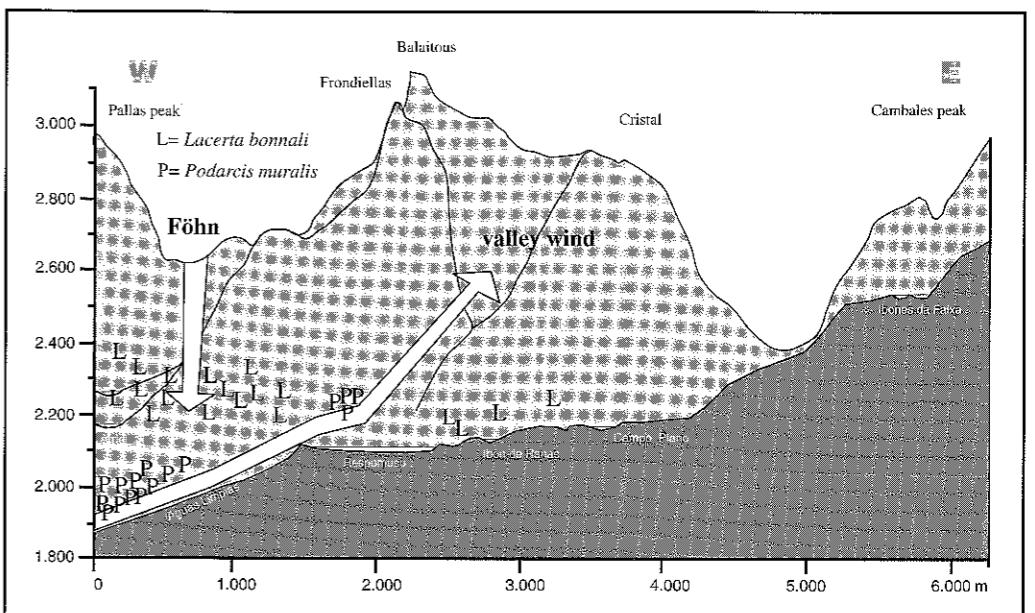


Fig. 1: Profile of Circo de Piedrafita, from the Ibones Da Faxa to the Aguas Limpias brook. Distribution of *Lacerta bonnali* (L) and *Podarcis muralis* (P) is schematically plotted on the sun-exposed slopes of the figured peaks. Plotted areas correspond to those described in the text (PM1–2 and LB1–3). Approximate altitudes and distances are expressed in metres. For exact altitudes and UTM grids see text. No lizards were recorded on the slopes opposed to those shown (E-, NE-, N-, and NW-exposure). Approximate direction and incidence of valley and Föhn winds is shown by white arrows.

Profil des Circo de Piedrafita von den Ibones Da Faxa zu dem Bach Aguas Limpias gesehen. Die Verbreitung von *Lacerta bonnali* (L) und *Podarcis muralis* (P) ist schematisch an den sonnenexponierten Hängen eingezeichnet. Die Bereiche entsprechen denen im Text beschriebenen (PM1–2 und LB1–3). Die ungefähren Höhen und Entferungen sind in Metern angegeben. Für genaue Angaben, auch der UTM-Raster, siehe Text. Auf den entgegengesetzten Hängen (E-, NE- und NW-Exposition) wurden keine Eidechsen gefunden. Die weißen Pfeile kennzeichnen die ungefähren Richtungen der Tal- und Föhnwinde.

The overall distribution of lizards in the study area is clearly explained by temperature, caused by daily amount of solar radiation (only S- or SW-exposed slopes populated). No definite explanation for the parapatric distribution of both taxa is known.

Evidence may be found in the future by detailed analysis of microclimatic conditions caused by different winds shown in fig. 1. (1) Valley wind daily rises from the Aguas Limpias valley to the slopes of the Balaitous as indicated by direct observations and records of the Respomuso metereological station during four years (at average, only two to four days per month winds of contrary direction are recorded; A. MARTÍ, pers. comm.). Site PM1 is largely influenced by this wind. At higher altitude, it continuously looses strength. Passing the Respomuso reservoir it is probably charged with additional humidity which affects site PM2 as indicated by the occurrence of single deciduous trees otherwise absent from Circo de Piedrafita. (2) Föhn winds commonly descend along parts of the S-exposed slopes as indicated by direct observations and typical banner-shape of trees (*Pinus uncinata*), where present. Occurrence of *Festuca* grasses in the areas of major incidence (corresponding to LB1) shows that these winds are hot and dry as typical for Föhn.

The temperature and humidity effects caused by Föhn and valley winds may be decisive direct factors for lizard survivorship, or they may indirectly influence food availability and density as well as habitat structure. If a direct influence should exist, then *P. muralis* seems to be better adapted to humid plots, whereas *L. bonnali* prefers drier zones.

References

- ARRIBAS, O. J. (1993a): Estatus específico para *Lacerta (Archaeolacerta) monticola bonnali* LANTZ, 1927 (Reptilia, Lacertidae). — Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.) 90(1-4): 101-112.
- ARRIBAS, O. J. (1993b): Intraspecific variability of *Lacerta (Archaeolacerta) bonnali* LANTZ, 1927 (Squamata: Sauria: Lacertidae). — Herpetozoa, Wien 6(3/4): 129-140.
- ARRIBAS, O. (1994a): Una nueva especie de Lagartija de los Pirineos Orientales: *Lacerta (Archaeolacerta) aurelio* sp. nov. (Reptilia: Lacertidae). — Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino 12(81): 327-351.
- ARRIBAS, O. (1994b): Estado actual del conocimiento sobre *A. bonnali bonnali* (Squamata: Sauria: Lacertidae) en Cataluña. — III Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, Boí (Alta Ribagorça): 203-213.
- MARTÍNEZ-RICA, J. P. (1977): Observaciones ecológicas [sobre] *Lacerta monticola bonnali*, LANTZ en el Pirineo Español. — P. Cent. Pir. Biol. Exp., Jaca 8: 103-122.
- MARTÍNEZ-RICA, J. P. (1979): Los reptiles del Alto Aragón. — P. Cent. Pir. Biol. Exp., Jaca 10: 49-102.
- PEREZ-MELLADO, V. (1997): *Lacerta bonnali* LANTZ, 1927. In: GASC, J. P., A. CABEZA, J. CRNOBRNJA-ISAILOVIC, D. DOLMEN, K. GROSSENBACHER, P. HAFFNER, J. LESCURE, H. MARTENS, J. P. MARTÍNEZ-RICA, H. MAURIN, M. E. OLIVEIRA, T. S. SOFIANIDOU, M. VEITH & A. ZUIDERWIJK (eds.): Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe: 236-237. — Paris (Societas Europaea Herpetologica and Muséum National d'Histoire Naturelle).

THE MADAGASCAN FROG *PLETHODANTHYLA INGUINALIS* EATS SCORPIONS

WILSON R. LOURENCO*, FRANK GLAW**, JOHN L. CLOUDSEY.

THOMPSON*** & MIGUEL VENES***

*Laboratoire de Zoologie (Arthropodes), M.N.H.N., 61 rue de Buffon 65005 Paris,

France

**Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Adenauerallee 160

53113 Bonn, Germany

***Department of Biology, University College London, Gower Street, London WC1E

6BT, United Kingdom

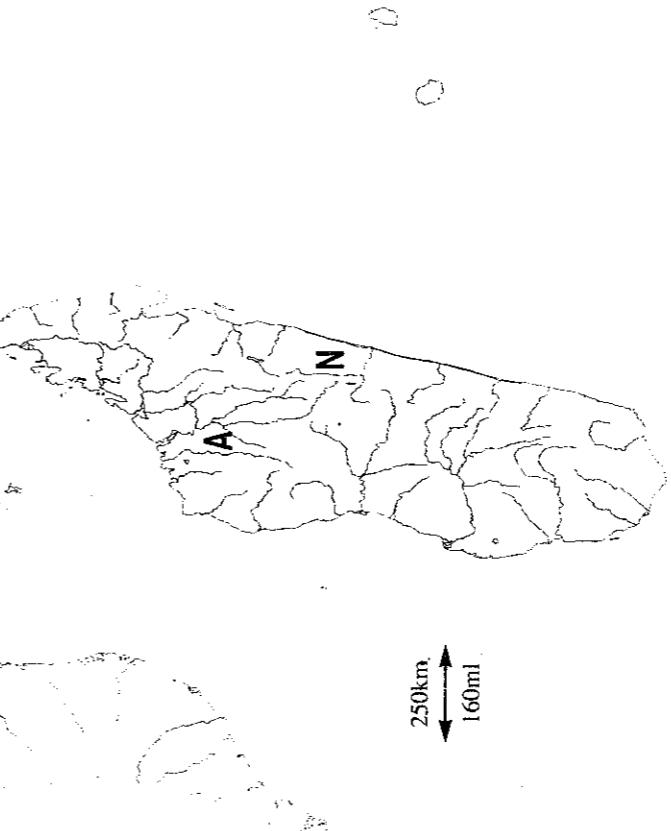
The Madagascan microhylid frog *Plethodontohyla inguinalis* Boulenger, 1882 is recorded for the first time as a predator of the scorpion *Grospius madagascariensis*. Other instances of predation by anurans on scorpions are cited, and it is suggested that large terrestrial amphibians may be effective agents in the control of scorpion populations worldwide.

INTRODUCTION

An exhaustive list of the predators of scorpions was prepared by Polis *et al.* (1981). Predation on scorpions was later analysed by McCormick & Polis (1990). These authors established that approximately 150 taxa, mainly composed of vertebrates, prey on scorpions. They gave the percentages of predators of scorpions represented in each group of vertebrates. These include birds (37%), lizards (34%), mammals (18%), frogs and toads (6%) and snakes (5%). Of predators listed by Polis *et al.* (1981), only seven species of anuran amphibians were cited. [These are: *Bufo cognatus*, *B. compactilis*, *B. terrestris americanus* and *Scaphiopus couchii* in the U.S.A.; *B. melanostictus* in Singapore; *B. regularis* and *B. adspersus* in South Africa.] *B. regularis* is actually widespread throughout most of Africa except for the North West, and could therefore be an important agent in the regulation of scorpion populations over a large area.

In a more recent paper, Lourenco & Cuellar (1995a) identified a new amphibian predator of scorpions, the large terrestrial South American frog *Leptodactylus pentadactylus* (family Leptodactylidae). This was the first record of this species preying on scorpions, and the first instance of predation by Anura reported from South America. Moreover, this species may feed extensively on scorpions and specifically on *Tityus bastosi* Lourenco, since the four cases observed all involved this species. In this note we identify a new amphibian predator of scorpions, the terrestrial Madagascan frog *Plethodontohyla inguinalis* Boulenger, 1882. This is the first record of preying on scorpions in the family Microhylidae and is also the first instance reported from Madagascar of anurans preying on scorpions.

The initial observation was made by F.G., who examined the stomach contents of a male *Plethodontohyla inguinalis* deposited in the Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Koenig (ZFMK 14646). This specimen had been collected at Niagarakely, eastern Madagascar (Fig. 1). Its stomach contained two scorpions as well as fragments of *Geochelone cynophora* Juvik *et al.* (1980-81), in the area of the 'Reserve naturelle intégrale de l'Ankarafantsika' (Fig. 1). However, young tortoises in the reserve have



Map of Madagascar, showing localities mentioned in the text

A: Réserve naturelle intégrale de l'Ankarafantsika

B: Niagarakely

insect. The scorpions were forwarded to W.R.L., who identified them as *Grospius madagascariensis* (Gervais), one of the species most common in Madagascar. The specimen of *P. inguinalis* averaged about 100 mm in snout-vent length, while the two scorpions were both adults, one male and one female, ranging from 45 to 50 mm in length. It is possible that the scorpions were mating when captured by the frog.

This new record of predation on scorpions by frogs is of interest not only because it is the first case involving a Madagascan frog but, secondly because it shows that large terrestrial frogs may be active predators of scorpions and effective means of controlling their populations.

Several species of scorpions are extremely venomous and pose important health problems as a result of the fact that they live in close proximity to human beings in several regions of the world (Lourenco & Cuellar, 1995b; Lourenco *et al.* 1996). This situation is not so common in Madagascar, but due to human activities in that country other problems arise. A biological programme of reproduction and reimplantation has been created by the Jersey Wildlife Trust for the endangered species of tortoise *Geochelone cynophora* Juvik *et al.* (1980-81), in the area of the 'Reserve naturelle intégrale de l'Ankarafantsika' (Fig. 1). However, young tortoises in the reserve have

been killed by scorpion stings (Razanamamafimariivo in litt., 1995). The agent responsible by these incidents was identified as *Groshus bisrianus* Kraepelin, a species very similar in size to *Groshus madagascariensis*. The presence of effective scorpion predators in the reserve might help to control the scorpion populations in the area, which are responsible for the deaths of *G. ymiphora*.

With the alarming decline of amphibian populations worldwide (Barinaga, 1990; Phillips, 1990; Wake *et al.*, 1991), studies are needed to determine the precise extent to which frogs prey on scorpions, and to assess the status of frog populations in Madagascar. Scorpions may be losing some of their effective predators and the agents that control their populations worldwide.

REFERENCES

- Barinaga, M. (1990). Where have all frogs gone? *Science*, **247**: 1033-1034.
Juvik, J.O., Andrianarivo, J. & Blanc, C.P. (1980-81). The ecology and status of *Geochelone ymiphora*: A critically endangered tortoise in Northwestern Madagascar. *Biological Conservation*, **19**: 297-316.
Lourenco, W.R. & Cuellar, O. (1995a). Neotropical frog *Leptodactylus pentadactylus* eats scorpions. *Alytes*, **12** (4): 191-192.
Lourenco, W.R. & Cuellar, O. (1995b). Scorpions, scorpionism, life history strategies and parthenogenesis. *The Journal of Venomous Animals and Toxins*, **1** (2): 50-64.
Lourenco, W.R., Cloudsley-Thompson, J.L., Cuellar, O., Von Eickstedt, V.R.D., Barraviera, B. & Knox, M.B. (1996). The evolution of scorpiomism in Brazil in recent years. *The Journal of Venomous Animals and Toxins*, **2** (2): 121-134.
McCormick, S.J. & Polis, G.A. (1990). Prey, predators, and parasites. In: G.A. Polis (ed.), *The Biology of Scorpions* pp. 294-320. Stanford: Stanford Univ Press.
Phillips, K. (1990). Where have all the frogs and toads gone? *BioScience*, **40**: 422-424.
Polis, G.A., Sisson, W.D. & McCormick, S.J. (1981). Predators of scorpions; field data and a review. *Journal of Arid Environments*, **4**: 309-326.
Wake, D.B., Morowitz, H.J., Blaustein, A., Bradford, D., Bury, R.B., Caldwell, J., Corn, P.S., Dubois, A., Harte, J., Hayes, M., Inger, R., Nettmann, H.K., Rand, A.S., Smith, D., Tyler, M. & Vitt, L. (1991). Declining amphibians populations - a global phenomenon? Findings and recommendations. *Alytes*, **9**: 33-42.

British Herpetological Society Bulletin, No. 60, 1997

NOTES ON HAWKSBILL TURTLE NESTING ON GOLDEN SEAS BEACH, ORACABESSA, JAMAICA

A.D. DARBY

36, Newton Crescent, Dunblane, Perthshire, FK15 0DZ

In July 1993, I visited Jamaica for three weeks. My intention was to visit the Hope Zoo in Kingston, Cinchona Gardens in the Blue Mountains and also see the Jamaican Iguana (*Cyclura collei*) in the Hellshire Hills.

Partly due to the exorbitant cost of vehicle hire and partly due to a stiff neck caused by a maniac driving into the back of my car, writing it off and rearranging my neck muscles, a week before departure, I only managed a short visit to Hope Zoo. Four wheel drive is necessary, as all roads, except the A1, which runs from Montego Bay to Ocho Rios, have potholes - some of them very deep.

Our base was *The Golden Seas Beach Hotel*, Oracabessa. To find the hotel, take the A3 from Ocho Rios East, past developments like Huddersfield, plantations like the Prospect Estate and great houses like Harmony Hall and it is on the left at a dusty bend in the road opposite a petrol station. A few minutes walk along the road, over the Rio Nueva, is Oracabessa town, where Ian Fleming's house *Goldeneye* can be found. Here he wrote many of his 007 books, naming the hero after his friend, the ornithologist James Bond. You can visit James Bond Beach, but *Goldeneye* can only be viewed by boat. Not far away, high on a hill, is *Firefly*, with its "Room with a view" overlooking Port Maria. Here Noel Coward spent many of the last 23 years of his life until he died there in 1973 (Zach, 1989). This place can be visited and is well worth the trek up the hill.

Once it became clear that I was not going to be able to gallivant all over the island, we decided to visit Kingston. A visit to Jamaica's capital is not for the faint-hearted, and the bustle and apparent, if not actual, chaos can be frightening. There are parts even regular visitors do not enter, so a map is essential, and it is not advisable to look lost, even if you are!

On my visit to the Hope Zoo, I was delighted to see a group of juvenile iguanas that were being reared for eventual release. The iguanas all had numbers painted on them and had been electronically tagged. They had originated from a wild nest found in the Hellshire Hills and had been confined to give them a head start before release back into the wild (Rhema Kerr, pers. comm; Vogel & Kerr, 1992). There are many hazards for young iguanas, and not the least of these are the under-fed dogs brought in by local charcoal burners [it was one of these dogs belonging to such a person which had inadvertently rediscovered the Jamaican Iguana after it was thought to have been wiped out in the 1940s] (Vogel & Kerr, 1992). The zoo also had a fine collection of the Jamaican Boa or Yellow snake (*Epicrates subflavus*), but did not have facilities for breeding the snake.

The animals are in the excellent care of senior curator Rhema Kerr, who was very helpful in providing answers to my many questions. Rhema also suggested I keep an eye out for turtles on the Golden Seas Beach. You hear all sorts of stories about travelling abroad, and when you say you are going to Jamaica, some people react as if you have

Anuran eye colouration: definitions, variation, taxonomic implications and possible functions

FRANK GLAW & MIGUEL VENICES

Introduction

Different characters related to external eye morphology are commonly used to characterize anurans. Pupil shape, which can often be classified either as horizontal or vertical, is important in field identification of certain genera. The relation of eye diameter to tympanum diameter is often useful to distinguish between closely related species, but this seems mainly caused by the variability of tympanum diameter.

In contrast to morphometric characters, eye colouration is seldom used taxonomically, although the enormous relevance of life colour for frog determination has often been emphasized (e.g. DUELLMAN 1975: 31 and 32). This may be partly caused by the fact that taxonomists traditionally worked mainly with preserved specimens which had lost their characteristic colour patterns. Just in the last decades colour photographs of many anuran species have been published, potentially allowing the use of eye colouration as a taxonomic character.

In this paper we will describe and discuss eye colour patterns of anurans. Our observations and conclusions are mainly based on species from Madagascar but will be compared to published data referring to other anurans (the often similar patterns of urodeles and reptiles are not considered here). Since the eyes of the rhacophorine genus *Boophis* are extremely colourful and variable between species we will focus our analysis on this genus.

Material and methods

A large collection of colour photographs of Madagascan anurans, made between 1987 and 1995 and consisting of more than 200 different species, was screened 1) to find general pattern of eye colouration and 2) to compare eye colouration of closely related species. Comparisons of advertisement calls were used in most cases for the identification of sibling species, to exclude the possibility that specimens with similar morphology but different eye colouration are only colour morphs of a single species. Most photographs were made by using flashlight and Fuji 100 ASA colour slide films.

To test the general significance of observations we consulted colour photographs of frogs

from different parts of the world, mainly those published by PASSMORE & CARRUTHERS (1995) for South Africa, BLOMMERS-SCHLÖSSER & BLANC (1993) for Madagascar, COGGER (1992) for Australia, MENZIES (1974) for New Guinea, LIM & LIM (1992) for Singapore, KARSEN et al. (1986) for Hong Kong, ZHAO & ADLER (1993) for China, NÖLLERT & NÖLLERT (1992) for Europe, BEHLER & KING (1979) for North America, RODRIGUEZ & DUELLMAN (1994) for South America. Colour pictures of most Madagascan species mentioned in the present text have been published in GLAW & VENCES (1994). Refer to this publication also for exact location of frog collecting localities in Madagascar.

Figure 1 defines the different parts of anuran eyes as they will be used in the following chapters. Definitions are based on *Boophis* eyes but generally also apply to other anurans and urodeles. However, it can not be excluded that some of our definitions do not correctly correspond with morphological nomenclature. For example we did not study whether 'iris periphery' as it will be used in this study is in fact structurally a part of the iris; it may also belong to the nictitating membrane or to another tissue type.

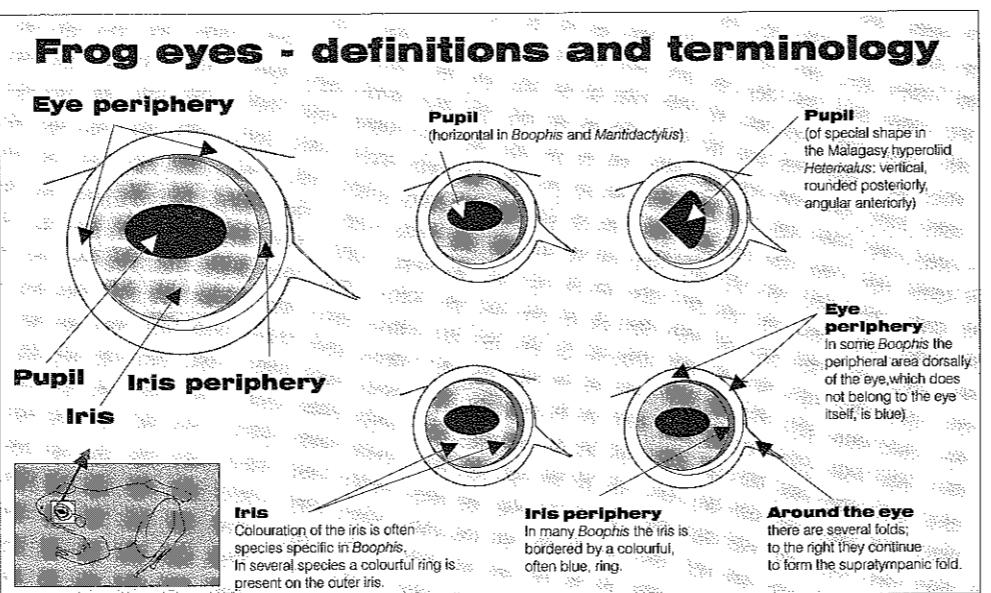


Fig. 1. Definitions of frog eye structures as used in the text.

Morphology and physiology of the amphibian eye

The pigments of amphibians are composed mainly of the following pigment cell types: Melanophores contain black or brown melanine, xanthophores and erythrophores yellow, orange or red pigment. Iridophores do not contain real pigment, the silvery or golden colour is produced by physical effects (WINTER 1988). The epithelial layers of the iris contain iridophores and melanophores, in some anurans xanthophores are also present (DUELLMAN & TRUEB 1986). According to DUBOIS (1976) black eyes are caused by the absence of irido-

phores, a reduction of xanthophore numbers, and a dominance of melanophores.

The iris of anurans can be dilated or contracted to control the size of the pupil and thus the amount of light that strikes the retina. Therefore a comparison of iris colouration is only possible in frogs with similar degree of dilatation. A specimen pictured in darkness will have a large (blackish) pupil, with the pigmented iris as only a small ring around. Another problem is that eyes are not always fully opened, especially during the day. In these cases the colouration of the outer iris area is not or only partly visible (e.g. in *Boophis viridis*).

According to the summary of DUELLMAN & TRUEB (1986), the retina of anurans and urodeles contains four types of receptor cells. These are two types of cones and two types of rods, and their relative numbers vary in relation to the amount of light to which the species normally is exposed. Rods are responsible for colour vision in mammals, and the presence of a second type of rods (green rods) is unique to anurans and urodeles among vertebrates. PENZLIN (1980), probably referring to relatively ancient literature, reported interspecific differences in amphibian colour recognition: no such ability was detected in *Alytes*, whereas *Rana temporaria*, *Triturus alpestris* and *T. vulgaris* could differentiate between red and blue. Few experimental data about colour vision in amphibians are available, but these indicate at least a limited distinction of different wavelengths of light (DUELLMAN & TRUEB 1986). Contrasting this opinion, ZWEIFEL (1992) states that no indication exists that anurans can distinguish colours.

Pattern and variation of eye colouration

Common eye colour combinations: Several main types of colour combinations in the iris can be distinguished in *Boophis* and other anuran genera (see also tab. 1):

I Iris with a blue ring

- a) blue or turquoise outer iris area, inner iris area brown: *Boophis albilabris occidentalis*, *B. viridis* und *B. sp.n. 3*, and the microhylid *Platypelis pollicaris*. This colour pattern is also present in *Rhacophorus angulirostris* (see MALKMUS 1995 and a picture made by P. HOFFMANN in Borneo). In this latter species the bluish colour is present on the dorsal part of the iris, to a lesser extent on the ventral part of the iris, and not recognizable laterally.
- b) blue outer iris area, inner iris area silvery: *Boophis erythrodactylus*, *B. rappiodes*, and the microhylid *Plethodontohyla* sp.n.

II Iris with a red or yellow ring

- a) red or orange outer iris area, inner iris area beige or brown: *Boophis luteus*, *B. guibei*, *B. boehmei*, *B. miniatus*, *B. sp.n. 4* and *B. sp.n. 7*, *Litoria chloris* from Australia.
- b) yellow or whitish outer iris area, inner iris area brown: *Boophis madagascariensis*, *B. cf. burgeri*.

III Iris uniformly coloured

- a) iris greenish: *Boophis microtympanum*, *B. laurenti*, many *Bufo viridis* and *B. calamita*.
- b) iris reddish brown: *Boophis goudotii*, *B. pauliani*, *Stumpffia tridactyla* and many non-Madagascan species (e.g. *Bufo bufo*).

Tab. 1. Eye colouration in the genus *Boophis*. Species are listed according to species groups (see GLAW & VENCES 1994): *B. albiflaviridis*-group, *B. luteus*-group, *B. rappiodes*-group, *B. difficultis*-group, *B. goudotii*-group, *B. microtympanum*-group, *B. tephraeomystax*-group.

c) iris red: not known from *Boophis*, but present in several neotropical hylids: *Agalychnis callidryas* and other species of this genus; most species of *Duellmanohyla* (CAMPBELL & SMITH 1992); *Ptychohyla legleri* (see picture in WEIMER et al. 1993a, but compare with CAMPBELL & SMITH 1992); one colour morph of *Eleutherodactylus caryophyllaceus* (see picture in WEIMER et al. 1993b); also visible in a specimen of *Phylomedusa tarsius* from Tarapoto, Peru (SCHLÜTER 1987, cover photograph).

d) iris silvery or golden: *Boophis* cf. *rhodoscelis*, *B. idae*, *B. opisthodon*, *B. sp.n. 9*, *B. tephraeomystax*, *Mantidactylus argenteus*, many *Heterixalus* and many non-Madagascan species.

IV Iris with reddish or brownish ornamentations

a) irregular reticulations: *Boophis mandraka*.

b) symmetrical or regular markings: *Boophis albipunctatus*, *B. sibilans*, *B. sp.n. 1*, *B. marojezensis*, *B. elenae*.

V Iris dorsally light, ventrally darker: see section iris colour and body colour.

If inner and outer iris area are differently coloured, the inner area is generally less colourful (in most cases silvery, beige or brown). Red iris colour in the genus *Boophis* is present in most species groups: *B. luteus*-group: *B. luteus*; *B. difficilis*-group: *B. miniatus*, *B. sp.n. 3*; *Boophis goudotii*-group: *B. boehmei*, *B. sp.n. 7*; *B. tephraeomystax*-group: *B. guibei*.

Beside the colour of the iris itself, the colour of the iris periphery, especially its posterior part, is an important feature (see tab. 1). Species of the *Boophis luteus*- and *B. rappiodes*-group always have a blue or grey iris periphery, whereas the *B. tephraeomystax*-group has an indistinct and inconspicuously coloured, never blue, iris periphery.

Intraspecific geographic variation of eye colouration: In most *Boophis* species we did not observe important colour differences in the iris or iris periphery of specimens from different localities (see tab. 1). However, there are minor differences in the iris colouration of *Boophis luteus* from Tolagnaro (southeastern Mad.) versus Andasibe and the Ranomafana area (central eastern Mad.). Specimens from both latter localities are characterized by additional reddish pigment on the iris. Comparable patterns are also present in the eye of *Boophis boehmei* from Andringitra and lacking in specimens from Andasibe, Ranomafana and Ambohitantely.

Geographic variation of iris colouration seems to occur also in neotropical frogs, but it can not always be excluded that differences actually refer to (still unrecognized) different species or are due to misidentifications. WEIMER et al. (1993b) figured two colour morphs of *Eleutherodactylus caryophyllaceus* from Costa Rica. Both morphs show extremely different iris colouration. A specimen of *Phylomedusa tarsius* figured in RODRIGUEZ & DUELLMAN (1994) shows a distinctly reticulated iris, whereas a specimen from Tarapoto (Peru) has a dark red iris (see SCHLÜTER 1987: cover photograph).

Altitudinal variation of iris colour was found in *Hyla lancasteri* (TRUEB 1968: 293). Few examples (*B. luteus*: Tolagnaro, near sea level, versus Andasibe, ca. 900 m) indicate that such variation could be present also in *Boophis*. The differences in *B. boehmei* (see above) can clearly not be explained by altitudinal variation, since the localities Andringitra and Ambohitantely are at similar altitude.

Eye colour variation within a population: In several anurans body colouration differs substantially within a population whereas eye colouration shows relatively low variability. This is especially remarkable in an undescribed *Boophis* (B. sp.n. 3) in which several different body colour morphs occur. Eye colour variation within a population mainly concerns colour intensity but not general pattern. The outer iris area and iris periphery of *B. madagascariensis* from Andasibe vary from nearly white to orange-yellow. In an undescribed *Boophis* species from An'Ala the outer iris area varies from yellow to orange, in *B. elenae* from Andasibe pigment in the inner iris area is red or red-brownish. Intrapopulational iris colour variation is often correlated to dorsal body colouration (see next section).

Iris colour and body colour: Obvious relationships between iris colour and dorsal body colour exist between individuals of a population as well as between different species. Some specimens of *Boophis* cf. *mandraka* (from Ranomena) have a uniformly pale green back and a uniformly silvery iris, whereas other specimens with brown pigments on the back have also brown pigments in the iris. At Andasibe there are specimens of *Boophis idae* with a silvery back and a golden iris beside specimens with a brownish back and a golden-brownish iris. *Boophis microtympanum* has a predominantly green back and a green iris. A flavistic mutant of *B. microtympanum* from Ankaratra (with a yellow instead of green back) had a grey-green instead of a metallic green iris as found in normal specimens. Another example can be found on the photographs in PASSMORE & CARRUTHERS (1995): The iris of a greenish morph of *Hyperolius argus* (from Richards Bay) has a greenish iris, a brown-backed morph from the same locality has a brownish iris. Two morphs of *Hyla leucophyllata* occur at Iquitos (Peru): A dark morph with largely dark iris and a lighter reticulated morph with a light iris (RODRIGUEZ & DUELLMAN 1994). Another correlation will be described in the section "Obligatorily black-eyed species": Black eyes are often associated with aposematic body colouration.

In several anuran families a correlation between colourations of dorsal body and iris can be observed when related species are compared. The common toad (*Bufo bufo*) has a brown or reddish-brown back and a copper iris, whereas *Bufo calamita* and *Bufo viridis*, with a partly greenish back, have also a greenish iris. Males of *Rana lessonae* are predominantly yellow with a golden iris during the breeding period, whereas *Rana ridibunda* has more dark colour on dorsum and iris. Other examples are obvious in frogs of South Africa (see photographs in PASSMORE & CARRUTHERS 1995): A brown-backed *Kassina maculata* shows a brown iris, that of a more yellow-backed *Kassina senegalensis* a more golden iris. The iris of the five *Heleophryne* species largely reflect their dorsal colouration. The same is true for the pictured specimens of *Hyperolius horstocki* and *H. tuberilinguis*. The iris of the tree bark-like coloured *Boophis* sp.n. 10 from An'Ala has a colour very similar to the neighbouring skin. The same is true for *Hyla marmorata* from Peru (see photograph in RODRIGUEZ & DUELLMAN 1994).

In other groups such relationships between dorsum and iris colouration are completely lacking. Among the green species of the *Boophis luteus*-group none has a greenish iris. One adult flavistic specimen of this group (probably *B. sibilans*) with a yellow instead of green back had a normally coloured iris.

In many terrestrial (and some scansorial) species, the eye is concealed in a blackish head-

side or in a completely dark lateral colouration. In such species the dorsal part of the iris contains light pigment whereas the ventral part is darker. This pattern, already mentioned by DUELLMAN & TRUEB (1986), can be found in many Madagascan species as *Aglyptodactylus madagascariensis*, *A. sp.n. 1*, *A. sp.n. 2*, several *Mantella*, in different subgenera of *Mantidactylus* (e.g. *M. depressiceps*, *M. luteus*, *M. aerumnalis*). As far as can be judged from photographs it occurs also in South African and Australian species as *Arthroleptella hewitti*, *Anhydrophryne rattrayi*, *Strongylopus wageri*, *Mixophyes* sp., *Phloria loveridgei*, *Taudactylus acutirostris*, *Litoria brevipalmata* (see PASSMORE & CARRUTHERS 1995, COGGER 1992).

An exceptional correlation between body and eye colouration exists in specimens with reduced or absent pigmentation, classified as "albino" or "semi-albino". KLEMZ & KÜHNEL (1986) give a table with a lot of published cases of albinism in anurans. Comparing the pictures in GABRIEL (1987), KARBE & KARBE (1988), MALKMUS (1993), and DANOVÁ et al. (1995), we can distinguish between albinos with translucent reddish eyes, semi-albinos with pigmentless body and normally pigmented eyes, and light yellowish, 'flavistic', specimens with normally pigmented eyes (often the iris in these specimens is somewhat lighter). Although the reddish-eye-forms have been quoted to have a pigmentless iris, in several pictures rests of the iris pigmentation are still recognizable (KARBE & KARBE 1988). The translucent reddish colour is most probably caused by the blood vessels in the retina.

Eye colour differences between males and females: There are still many Madagascan frog species in which females or their life colouration are unknown. In those cases in which photographs of both sexes are available we found no significant differences in the colour of iris or iris periphery between males and females. In the European *Rana lessonae* males in the breeding season have a more yellowish dorsal body colouration and a golden iris, whereas females have more dark pigment on body and iris.

Since it is currently nearly impossible to determine juveniles of Madagascan frogs, we can not treat intraspecific iris colour differences between juveniles and adults, which probably exist especially in *Boophis*.

Eye colouration and habits: Colourful eyes are mainly found in arboreal-nocturnal frogs of the tropics, which often share a "typical" treefrog habitus. Arboreal anurans have generally relatively larger eyes than aquatic or fossorial species (DUELLMAN & TRUEB 1986), and large eyes are especially evident in treefrogs. Two treefrog groups, the family Hylidae and the rhacophorine frogs, show the greatest diversity in eye colouration. Most *Boophis* species with colourful eyes occur primarily or exclusively in rainforest habitats. The same seems to be true for treefrog groups in other tropical regions.

B l a c k e y e s :

– Black eyes as rare mutations : Eyes with a blackish iris have been described as rare mutations in different anuran families (also known from urodeles): **Discoglossidae**: *Alytes obstetricans* (GALAN et al. 1990); **Bufoidae**: *Bufo bufo* (DUBOIS 1969), *Bufo viridis* (ENGELMANN & OBST 1976); **Hylidae**: *Hyla meridionalis* (DELCOURT 1963, after DUBOIS & VACHARD 1971); *Hyla cinerea* (CAIN & UTESCH 1976); **Ranidae**: *Rana clamitans* (RICHARDS

& NACE 1983), *Rana cyanophlyctis* (DUBOIS 1976), *Rana esculenta* (BOULENGER 1897, DUBOIS 1968, 1979), *Rana graeca* (BOULENGER 1898, after DUBOIS & VACHARD 1971), *Rana lessonae* (DUBOIS 1979; DANOVÁ et al. 1995), *Rana nigromaculata* (RICHARDS et al. 1969), *Rana pipiens* (RICHARDS & NACE 1983), *Rana ridibunda* (see DUBOIS 1979), *Rana sylvatica* (RICHARDS & NACE 1983), *Rana temporaria* (ROSTAND 1953, after DUBOIS & VACHARD 1973), *Rana tsushimensis* (RICHARDS et al. 1969).

Some of these variants were kept in captivity and not found to be more fragile or less healthy than those with normal eye colouration (DUBOIS 1979). Own unpublished observations on a partially albinotic "black eyed" specimen of *Alytes obstetricans* confirm this view. This specimen which was described and illustrated in GALAN et al. (1990) was held in captivity by us for several years. During that period it did not show obvious differences in vitality to normal-eyed specimens held in the same terrarium. These observations suggest that black eye mutations can survive in wild populations under certain conditions.

– Obligatorily black-eyed species : There are several species of anurans, urodeles and snakes with obligatorily blackish eyes which may have their origin in mutations of normal eyed ancestors. We classify these species into three groups:

1. Black eyes in not aposematically coloured species are seldom observed. They are common in the genus *Nyctimystes* which occurs mainly in New Guinea (MENZIES 1974, COGGER 1992, MARTENS 1992). The single Australian species (*N. dayi*) also has black eyes (COGGER 1992). A black iris is also typical for *Phyllomedusa boliviana* which shows a special behaviour that can be interpreted as deathfeigning (KÖHLER et al. 1995). Both genera *Phyllomedusa* and *Nyctimystes* are nocturnal rainforest treefrogs of the family Hylidae with vertical pupils and a reticulated translucent eyelid, whereas the Black-eyed Litter Frog (*Leptobrachium nigrops*) from Singapore (LIM & LIM 1992) and *Vibrissaphora boringii* from China (ZHAO & ADLER 1993) are terrestrial.
2. Aposematically coloured terrestrial species in which the body colouration is largely or completely uniform yellow, orange or red with a very contrasting largely black iris. Among these are: *Mantella aurantiaca* from Madagascar, the neotropical dendrobats *Dendrobates pumilio* and *Phyllobates terribilis*, the brachycephalid *Brachycephalus ephippium* from South America, males of the bufonid *Bufo periglenes* (however, the latter has not a completely black iris). Exceptions are found in the bufonid *Atelopus zeteki* and the Madagascan microhylid *Dyscophus antongili*. These species have also a yellow or orange-red body colouration but the iris is light.
3. Aposematically coloured and black-eyed species in which the body is yellow, orange or red with black. Among anurans this is known from the Madagascan *Mantella baroni*, *M. cowani*, *M. laevigata*, several neotropical dendrobats (e.g. *Dendrobates leucomelas*, *D. ventrimaculatus*), some specimens of the African microhylid *Phrynomantis bifasciatus* and the Australian myobatrachid *Pseudophryne corroboree* (some light pigment is still visible in the less aposematically coloured *P. dendyi*, see COGGER 1992). On the other hand, other aposematically coloured amphibians (e.g. several *Atelopus*) do not have uniformly black eyes.

Eye colouration and taxonomy

Sibling species with different eye colour pattern: Within *Boophis* several species are morphologically very similar to each other and can mainly be distinguished by advertisement calls. These species can be considered as sibling species. The majority of these siblings in *Boophis* can clearly be distinguished by iris colouration: *B. a. albilabris* – *B. a. occidentalis*; *B. madagascariensis* – *B. brachy chir*; *B. elenae* – *B. l. luteus* – *B. l. septentrionalis*; *B. miniatus* – *B. sp.n. 3*; *B. reticulatus* – *B. sp.n. 7*; *B. rappioides* – *B. sp.n. 2*; *B. jaegeri* – *B. andreonei*; *B. majori* – *B. marojezensis* – *B. sp.n. 4*. In contrast, only a few sibling species of the speciose mantelline genus *Mantidactylus* (*M. depressiceps* – *M. tornieri*; *M. aglavei* – *M. fimbriatus*) can be clearly distinguished by iris colouration. Only single examples are available for other Madagascan genera: The mantelline *Mantella baroni* has distinctly black eyes, whereas the similar *M. pulchra* has light iris pigments; the arboreal microhylid *Plethodontohyla* sp.n. has a bluish outer iris area which is brownish in the sibling species *P. notosticta*. No species of the hyperoliid treefrog genus *Heterixalus* can be identified by eye colouration.

This clearly demonstrates that the availability of eye colouration as taxonomic character strongly depends on the group under consideration. However, single examples of diagnostic eye colouration between closely related species seem to be widespread among anurans.

Taxonomic implications: Evidence from *Boophis* supports the assumption that larger differences in eye colouration occur mainly between taxonomically different forms. Within frog populations we observed relatively low variability of this character, and few examples of geographic variation do exist. Judging from our current knowledge, eye colour patterns can therefore be a rather reliable taxonomic character, especially in groups with large interspecific variability of eye colour pattern. Larger differences in eye colouration between different "morphs" of a species (e.g. in *Eleutherodactylus caryophyllaceus*, see WEIMER et al. 1993b) may indicate that different taxa are involved. They should be used as stimulation to search for additional (e.g. bioacoustic) differences, but descriptions of new taxa should not be based exclusively on eye colouration. Considering the low number of diagnostic morphometric characters in anurans, more interest should be focused on the comparative investigation of life colouration.

Possible functions of eye colouration

Except for those examples in which iris pigments are integrated into a cryptic body colour (e.g. the terrestrial species with a light dorsal streak on the iris, or examples like *Hyla marmorata*), any statement on the function of eye colouration remains speculative. In the following we will discuss pros and cons of four alternative hypotheses.

Alternative 1 – Eye colouration without any significance: Correlations between body and iris colouration (see section "Iris colour and body colour") demonstrate that iris colouration can not be always explained by structures and functions of the iris itself. They can be interpreted as an effect of pleiotropy, indicating a partly common pigment controlling system for eye and body. They could also be used as argument to deny a separate

functional significance of iris colour. However, at least two strong arguments stand against such a 'neutralist' approach. If colourful eye pigments had no adaptive importance, – differences in pigmentation would be expected to increase with phylogenetic distance. However, strong differences in iris pigmentation are especially found in closely related synoptic sibling species.

– a random distribution of eye colours through ecological frog types would be expected. In contrast to this expectation colourful eye patterns evolved convergently in different anuran groups with similar habits (arboreal and nocturnal).

Alternative 2 – Eye colouration with physiological significance: It can be argued that the iris may be the place of some specialized physio-chemical reactions (and the colour a by-product of these processes). The iris could also be considered as a kind of 'waste pit' for chemical agents which accumulate during certain metabolic activities.

It can not be excluded that light not only reaches the retina through the pupil, but also through the iris. This iris-filtered light may provide some special (unknown) informations, especially during the day when the pupil is largely closed. Such a hypothetic physiological function of iris pigments is in agreement with the fact that some combinations of iris colour pattern have evolved convergently in different anuran groups. However, this fact can also be explained by other hypotheses. We are not aware of any other data which could confirm a physiological or waste pit function of eye colouration, which, in contrast, applies with a certain probability to several other animal pigmentations such as the regular ornaments of mollusc shells; in many species these are covered by the periostracum in life, and therefore can not have any function in communication.

Alternative 3 – Eye colouration with function in prey/predator relationships: Prey of small and medium sized arboreal frogs are mainly rather small arthropods, and it seems extremely unlikely that eye pigmentation could play any role in attracting such prey or distracting it while the frog approaches. A possible function as antipredator adaptation remains as the only conceivable function of colourful eye pattern in interspecific communication.

Before discussing this subject we first will have a look to the so-called "eyespots" which are common on the wings of butterflies and can also be found in the inguinal region of several terrestrial frogs. Leptodactylids of the genera *Pleurodema* and *Physalaemus* have large inguinal glands and assume a defence posture lowering the head and elevating the pelvic region, thereby presenting the glands to the predator (DUELLMAN & TRUEB 1986). Similar spots (without gland-like elevation) occur in the Madagascan microhylid *Plethodontohyla ocellata*. Such ocelli-like markings have been interpreted as "eyespots" with the suggestion that the broad pelvic region with elevated "eyes" gives the image of a much larger organism (DUELLMAN & TRUEB 1986). The interpretation of eyespots as an antipredator mechanism seems convincing at least in some species as *Pleurodema cinereum* which show exact imitations of eyes with a dark pupil. On the other hand the eyespots of *Physalaemus natator* (figured in DUELLMAN & TRUEB 1986) are uniformly dark and could be interpreted as imitations of black eyes.

If the ocelli-like markings in the inguinal region of these frogs are really imitations of eyes, it would be easy to imagine that real eyes can also have an impact on predators. This seems probable for the black eyes of the non-aposematically coloured species of *Nyctimys*.

stes, *Phylomedusa* and *Leptobrachium* as well as for the strongly contrasting black eyes in light aposematically coloured species (e.g. *Mantella aurantiaca*). It is also possible (but not very probable) for certain types of colourful eyes.

In poisonous species Müllerian Mimicry should be expected and would predict a strong convergence of eye colour patterns in syntopic species. This convergence is clearly not found in *Boophis*. A possible explanation is that *Boophis* species are probably not particularly poisonous. Thus, predators could potentially learn that they are edible; different eye colours of related species would be interpreted as a mechanism to prevent habituation of the predator (apostatic selection). However, the same argument would also predict high intraspecific variability of eye colour which is not found.

In species with an aposematic body colouration which includes black parts, the (black) eyes are concealed in these black parts; thus they do not break up the contrast, enhancing the effect of the general pattern. Many of these species have been demonstrated to be poisonous (e.g. the frog genera *Dendrobates* and *Mantella*, the urodele *Salamandra salamandra*, the snake genus *Micruurus*), and it can be assumed that the distinctly contrasting pattern constitute a strong signal to predators.

In cryptically coloured species in which iris colour is similar to body colour, and in terrestrial species with darker head side or flanks (see section "Iris colour and body colour") eye colouration most probably functions enhancing the concealing effect of body colouration.

Alternative 4 – Eye colouration as visual reproductive isolating mechanism : It can be hypothesized that eye colour is an important optical signal to recognize conspecifics and/or rivals. In territorial species such a mechanism would save time and energy by avoiding superfluous battles with non-conspecifics. The obvious advantage of improved mate recognition is to avoid hybridization which often results in unviable offspring. Gull species from the arctic region mainly recognize their mates by the colouration of the area around the eye (SMITH 1967). A striking example of iris colour differences as probable reproductive character displacement is also found in Asian turtles (MOLL et al. 1981). Frogs normally use their advertisement calls as primary premating isolation mechanism, but additional visual mate recognition can be assumed for species with colourful iris pigmentation. The fact that closely related and syntopic sibling species often strongly differ by eye colour supports such a function.

The largest problem for this hypothesis is that most frogs (as well as geckos and snakes) with colourful eyes are nocturnal, often living in the deep darkness of dense forest. The low amount of available light probably does not allow colour-vision at night. Additionally the pupil of nocturnal frogs is enlarged at night and the colourful iris is reduced to a narrow margin along the border of the pupil, thus probably not recognizable. However, during or after heavy rain several *Boophis* species display diurnal activity and start calling long before sunset. The same is true for Nicaraguan *Agalychnis callidryas* (pers. observations). Diurnal calling activity from arboreal positions is generally extremely rare in frogs, probably because of predation by birds. During the day visual recognition of conspecifics could therefore partly replace the acoustic communication. To test this hypothesis it should be studied to which extent male arboreal rainforest frogs conquer and defend calling territories before sunset, and how many females approach their breeding water bodies and are clasped by males during the day.

References

- BEHLER, J.L. & F.W. KING (1979): The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles & Amphibians. – Alfred. A. Knopf, Inc., New York, 744 pp.
- BLOMMERS-SCHLÖSSER, R.M.A. & C.P. BLANC (1993): Amphibiens (deuxième partie). – Faune de Madagascar, 75(2): 385-530 + 20 planches.
- BOULENGER, G.A. (1897): The tailless Batrachians of Europe. I. – London.
- (1898): The tailless Batrachians of Europe. II. – London.
- CAIN, B.W. & S.R. UTESCH (1976): An unusual color pattern of the green tree frog, *Hyla cinerea*. – Southwest. Nat., 21: 235-236.
- CAMPBELL, J.A. & E.N. SMITH (1992): A new frog of the genus *Ptychohyla* (Hylidae) from the Sierra de Santa Cruz, Guatemala, and description of a new genus of Middle American stream-breeding treefrogs. – Herpetologica, 48(2): 153-167.
- COGGER, H.G. (1992): Reptiles & Amphibians of Australia. – Fifth Edition, Reed books, Chatswood, 775 pp.
- DANOVA, R., KOTLIK, P. & V. ZAVADIL (1995): Ein Fall von Albinismus beim Kleinen Wasserfrosch. – Salamandra, 31(1): 57-60.
- DUBOIS, A. (1968): Sur deux anomalies de la grenouille verte (*Rana esculenta*). – Bull. Soc. linn. Lyon, 37(7): 316-320.
- (1969): Sur un crapaud commun aux yeux noirs. – Bull. Soc. linn. Lyon, 38(4): 105-106.
- (1976): Deux *Rana cyanophlyctis* du Nepal aux yeux noirs (Amphibiens, Anoures). – Bull. Soc. linn. Lyon, 45: 303-307.
- (1979): Anomalies and mutations in natural populations of the *Rana "esculenta"* complex (Amphibia, Anura). – Mitt. Zool. Mus. Berlin, 55: 59-87.
- DUBOIS, A. & D. VACHARD (1971): Sur une anomalie pigmentaire de la grenouille verte (*Rana esculenta*) et de quelques autres amphibiens anoures et urodeles. – Bull. Soc. linn. Lyon, 40: 40-52.
- DUELLMAN, W.E. (1970): The hylid frogs of Middle America. – Monog. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, 1: 1-753.
- DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB (1986): Biology of Amphibians. – New York (McGraw-Hill), 670 pp.
- ENGELMANN, W.-E. & F.J. OBST (1976): Partielle Pigmentlosigkeit bei *Bufo viridis viridis* (Amphibia, Anura, Bufonidae). – Zool. Abh. Mus. Tierk., Dresden, 34: 39-41.
- GABRIEL, M. (1987): Ein albinotischer Seefrosch *Rana ridibunda* PALLAS, 1771 aus Sibenik, Jugoslawien (Anura: Ranidae). – Salamandra, 23(4): 280-281.
- GALAN, P., VENCES, M., GLAW, F., FERNANDEZ ARIAS, G. & M. GARCIA-PARIS (1990): Beobachtungen zur Biologie von *Alytes obstetricans* in Nordwestiberien. – herpetofauna, 12(65): 17-24.
- GLAW, F. & M. VENCES (1994): A Fieldguide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar. 2nd edition, including mammals and freshwater fish. – Köln (Vences & Glaw Verlag), 480 pp. + 48 colour pages.
- KARBE, B. & D. KARBE (1988): Fund eines adulten Albino-Grasfrosches *Rana temporaria* LINNAEUS, 1758 in Overath, Oberbergisches Land (Anura: Ranidae). – Salamandra, 24(4): 316-317.
- KARSEN, S.J., LAU, M.W. & A. BOGADEK (1986): Hong Kong Amphibians and Reptiles. – Urban Council Hong Kong, 136 pp.
- KLEMZ, C. & K.-D. KÜHNEL (1986): Ein Beitrag zum Albinismus beim Moorfrosch *Rana arvalis* NILSSON, 1842. – Salamandra, 22(2/3): 190-195.
- KÖHLER, J., IBISCH, P.L., DIRKSEN, L. & W. BÖHME (1995): Zur Herpetofauna der semihumiden Samipata-Region, Bolivien. 1. Amphibien. – herpetofauna, 17(98): 13-24.
- LIM, K.K.P. & F.L.K. LIM (1992): A Guide to the Amphibians and Reptiles of Singapore. – Singapore Science center, 160 pp.

- MALKMUS, R. (1993): Ein Albino des Grasfrosches *Rana temporaria* LINNEAUS, 1758 aus dem Spessart, Nordwestbayern. – *herpetofauna*, 15(85): 17-18.
- (1995): Kopfseitenflecken bei beiden Geschlechtern von *Rhacophorus angulirostris* AHL, 1927 (Amphibia: Rhacophoridae). – *Salamandra*, 31(4): 245-246.
- MARTENS, H. (1992): Froschlurche aus Papua-Neuguinea. – *herpetofauna*, 14(79): 18-24.
- MENZIES, J.I. (1974): Handbook of common New Guinea Frogs. – Wau Ecology Institute Handbook No. 1, Wau, Papua New Guinea, 75 pp.
- MOLL, E.O., MATSON, K.E. & E.B. KREHBIEL (1981): Sexual and seasonal dichromatism in the Asian River Turtle *Callagur borneoensis*. – *Herpetologica*, 37(4): 181-194.
- NÖLLERT, A. & C. NÖLLERT (1992): Die Amphibien Europas. – Stuttgart (Franck-Kosmos Verlag), 382 pp.
- PASSMORE, N.I. & V.C. CARRUTHERS (1995): South African Frogs. A Complete Guide. – Revised edition, Southern book publishers, Witwatersrand University Press, 322 pp.
- PENZLIN, H. (1980): Lehrbuch der Tierphysiologie (3. Auflage). – Stuttgart (Gustav Fischer Verlag), 569 pp.
- RICHARDS, C.M. & G.W. NACE (1983): Dark Pigment Variants in Anurans: Classification, New Descriptions, Color Changes and Inheritance. – *Copeia*, 1983: 979-990.
- RICHARDS, C.M., TARTOF, D.T. & G.W. NACE (1969): A melanoid variant in *Rana pipiens*. – *Copeia*, 1969: 850-852.
- RODRIGUEZ, L.O. & W.E. DUELLMAN (1994): Guide to the Frogs of the Iquitos Region, Amazonian Peru. – The University of Kansas Natural History Museum, Special Publication No. 22, 80 pp. + 12 plates.
- ROSTAND, J. (1953): Sur l'anomalie "iris brun" chez *Rana esculenta* L. et chez *Rana temporaria* L. – *C. r. Acad. Sci.*, 237: 762-764.
- SCHLÜTER, A. (1987): Die Froschlurche an einem Stillgewässer im tropischen Regenwald von Peru. – *herpetofauna*, 9(50): 17-24 (title photograph).
- SMITH, N.G. (1967): Visual isolation in gulls. – *Scientific American*, 94-102.
- TRUEB, L. (1968): Variation in the Tree Frog *Hyla lancasteri*. – *Copeia*, 1968(2): 285-299.
- WEIMER, R., FEICHTINGER, W., BOLANOS, F. & M. SCHMID (1993a): Die Amphibien von Costa Rica. Herpetologische Eindrücke einer Forschungsreise. Teil 1: Einleitung, Hylidae (1). – *Sauria*, 15(2): 3-8.
- (1993b): Die Amphibien von Costa Rica. Herpetologische Eindrücke einer Forschungsreise. Teil III: Leptodactylidae (1). – *Sauria*, 15(4): 19-24.
- WINTER, H.G. (1988): Färbung und Zeichnung. – In: KLEWEN, R.: Die Landsalamander Europas, Teil 1. – Die Neue Brehm Bücherei, Wittenberg Lutherstadt (A. Ziemsen Verlag), pp. 54-55.
- ZHAO, E. & K. ADLER (1993): Herpetology of China. – Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Oxford (Ohio), 522 pp., 48 plates, 1 map. Contr. Herpetol. 10.
- ZWEIFEL, R.G. (1992): Frösche und Kröten. – In: COCKER, H.G. & R.G. ZWEIFEL (eds.): Reptilien und Amphibien, Hamburg (Jahr-Verlag), pp. 76-105.

Authors' addresses: FRANK GLAW and MIGUEL VENCES, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Adenauerallee 160, D-53113 Bonn, Germany.

herpetofauna

Die Zeitschrift für den Terrarianer DM 7,—



13. Jahrgang
Dezember 1991

75

Herpetologische Beobachtungen in Nicaragua

Die Amphibien

mit 9 Abbildungen und 1 Tabelle von den Verfassern

Zusammenfassung

Während zweier Aufenthalte in Nicaragua konnten insgesamt 22 Amphibienarten gefunden werden. Die zum Teil neuen Fundorte werden aufgelistet. Daneben werden Beobachtungen zur Biologie, Phänologie und Populationsgröße einiger Arten angeführt. *Bolitoglossa strigatula* lebt tagsüber versteckt im Laub auf dem Boden und steigt nachts in die Vegetation. Zwei Gelege mit 16 und 27 Eiern waren in der Laubstreu und unter morschen Baumstämmen abgelegt. Tagsüber verfallen diese Salamander bei Gefahr in eine charakteristische, langgestreckte Feindabwehrstarre, während sie nachts bei Störung den Körper ruckartig krümmen. Die geschätzte Größe einer isolierten Population von *Physalaemus pustulosus* in einer Zisterne von 20 Quadratmetern Bodenfläche betrug über 100 Exemplare.

Abstract

During two visits to Nicaragua a total of 22 amphibian species were found. The (partially new) records are listed and observations on biology, phenology and population size of some species are given. *Bolitoglossa strigatula* spends the day in the leaf litter. At night it climbs onto leaves in the vegetation. During the day, disturbed salamanders show a characteristic immobile anti-predator posture. When disturbed during the night, a coiled posture is displayed. Two clutches, containing 16 and 27 eggs, were found in the leaf litter and under fallen wood. The estimated size of an isolated *Physalaemus pustulosus* population in a 20 m² cistern was more than 100 individuals.

Einleitung

Die Herpetofauna vieler mittelamerikanischer Staaten, insbesondere die von Costa Rica, ist in den letzten Jahren sehr detailliert erforscht worden. Dagegen ist aufgrund der komplizierten politischen Lage, die in Nicaragua während der vergangenen zwölf Jahre herrschte, über die Amphibien und Reptilien dieses Landes seit den siebziger Jahren praktisch nichts bekannt geworden.

Die wesentlichen Grundlagen sind in dem hervorragenden Standardwerk von VILLA (1971) festgehalten. Wir wollen hier unsere Beobachtungen während zweier Aufenthalte in den Regenzeiten 1988 und 1990 wiedergeben und Interessierten einige herpetologisch interessante Gebiete vorstellen.

Nicaragua lässt sich im wesentlichen in drei Naturräume aufteilen: die dichtbesiedelte pazifische Küste mit vergleichsweise trockenem Klima, die feuchttropische, fast menschenleere Atlantikküste mit ihren weitgehend intakten Regenwäldern und das zentrale Hochland. Unsere Reise führte uns hauptsächlich in verschiedene Regionen an der Pazifikküste und einige Orte im Hochland.

Der Atlantikküste lässt sich von den hier aufgeführten Gebieten lediglich die Ostküste des Nicaragua-Sees (San Carlos, San Miguelito)

zuordnen. Allerdings ist hier die Abholzung bereits so weit fortgeschritten, daß weit und breit keine Waldreste mehr zu entdecken sind. Erst deutlich weiter ostwärts befinden sich die interessanten, weitgehend unerforschten Teile der südöstlichen Region Rio San Juan. Bei künftigen herpetologisch ausgerichteten Nicaragua-Reisen wäre es sicher besonders interessant, den strapaziösen Versuch zu unternehmen, beispielsweise von San Carlos aus auf dem Fluss Rio San Juan bis San Juan del Norte zu gelangen. Mitfahrmöglichkeiten bieten sich unter Umständen mit den Booten der offiziellen Naturschutzorganisation IRENA oder des Biologenverbandes ABEN an. Genaue Adressen und Ansprechpartner können wir Interessierten gerne nennen.

Fundorte und Methoden:

Im einzelnen besuchten wir die folgenden Fundorte:

1. Diriamba (Departamento Carazo); 2. Barranco Bayo (kleines Dorf am Rio Grande, zwischen Diriamba und Casares); 3. La Boquita (Küstendorf nördlich von Casares); 4. Empresa Mauricio Duarte (Kaffeeverarbeitungsbetrieb 5 km außerhalb von Diriamba an der Straße in Richtung Managua); 5. La Grandeza (winziger Ort, einige Kilometer von Diriamba entfernt);



Abb. 1: *Bolitoglossa striatula*, Feindabwehrstarre bei Störung während des Tages.



Abb. 2: *Bolitoglossa striatula*, Gelege.

6. Santa Teresa (Ortschaft etwa 15 km von Diriamba entfernt in Richtung Nandaime; die Beobachtungen beziehen sich auf einen Bach, der etwa 5 km westlich von Santa Teresa liegt); 7. Granada (Stadt am Nicaragua-See); 8. Vulkan Mombacho (bei Granada); 9. San Miguelito (Ostküste des Nicaragua-Sees); 10. San Carlos (Ostküste des Nicaragua-Sees); 11. Isla San Fernando (Solentiname-Archipel im Nicaragua-See); 12. Ometepe (Insel im Nicaragua-See); 13. Hügel bei Matagalpa (Stadt im zentralen Bergland); 14. Bach an der Straße Matagalpa-Jinotega (nach etwa 5 km); 15. Selva Negra (Hotel etwa auf halbem Weg Matagalpa-Jinotega); 16. Matiguas (Ort zwischen Matagalpa und Boaco); 17. Los Brasiles (Ebene an der Straße von Managua nach Leon); 18. Paso Caballos (Ort an der Brücke nach Corinto); 19. Corinto (Hafenstadt im Nordwesten).

Einige mitgebrachte Amphibien wurden im Zoologischen Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn, deponiert. ZFMK-Nummern werden für diese Exemplare im folgenden hinter dem jeweiligen Fundort angegeben. Chemische Werte einiger Gewässer wurden mit DUPLA-Testkits bestimmt. Die Bestimmung der Arten geht auf VILLA (1971) zurück.

Gefundene Amphibienarten

Bolitoglossa striatula;

Fundort 8 (ZFMK 52074 und 52075)

Es ist interessant, daß aus Nicaragua nur vier Schwanzlurche bekannt sind, während nach

HARDING (1983) in den Nachbarländern Costa Rica und Honduras 27 bzw. neun Arten nachgewiesen wurden. VILLA (1971) vermutet, bei eingehender Suche wäre in Nicaragua die Entdeckung weiterer, unter Umständen neuer, Salamanderarten möglich.

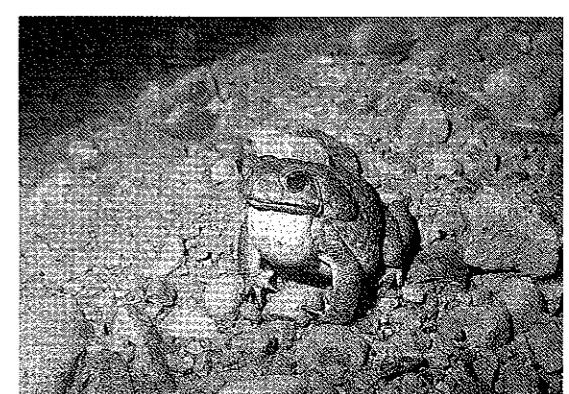
NOBLE (zit. nach VILLA 1971) hatte *Bolitoglossa striatula* an Fundorten in Nicaragua und einem Fundort in Costa Rica gefangen. Die meisten Exemplare waren in der Laubstreu versteckt, das einzige auf dem Vulkan Mombacho gefangene Exemplar kletterte in der Vegetation umher.

Der Mombacho liegt in unmittelbarer Nachbarschaft von Granada. Zu Fuß ist er von der Kreuzung »Guanacaste« (an der Straße Nandaime-Granada) aus zu besteigen. Der Weg zu einigen Fernmeldeantennen auf dem Kraterrand wurde vom Militär angelegt und ist teilweise befestigt. Auf der Aufstiegsseite ist die Landschaft zunächst von Kaffee- und Bananenplantagen geprägt. Ab etwa 600 m ist der Vulkan bewaldet. Beim weiteren Aufstieg erscheinen zunehmend von Kolibris besuchte, große Heliconien-Bestände (etwa 1,5 Meter hohe Stauden) entlang des Weges. Auf den letzten 100 Höhenmetern ist der Weg von intaktem Nebelwald mit ausgeprägtem Epiphytenaufwuchs gesäumt, in dem viele bekannte »Zimmerpflanzen« (beispielsweise Farne, *Clusia rosea*, *Heliconia*, *Philodendron*) wachsen. Während der Aufstieg sehr heiß ist, herrschen auf dem Gipfel äußerst angenehme Temperaturen. Um 8 Uhr morgens zeigte unser Thermometer eine Lufttemperatur von 18-

19°C bei 100% Luftfeuchtigkeit. Abends konnten wir 20°C bei 100% Luftfeuchte messen. Wir waren überrascht, auf dem Kraterrand (Abb. 3) nachts sofort eine große Anzahl *Bolitoglossa* der verschiedensten Größe auf Heliconien und anderen breitblättrigen Pflanzen zu entdecken (s. Titelbild). Meist saß nur ein Salamander auf jedem Blatt, meistens in ca. 1,5 m Höhe. Ein Tier kletterte auf einem etwa 2,5 m hohen Busch umher. In oder an Bromelien entdeckten wir nur in einem Fall ein Exemplar, obwohl viele dieser Epiphyten in geeigneter Höhe wuchsen. Tagsüber konnten wir ebenfalls keine *Bolitoglossa* in Bromelien finden. Unter Steinen und in der Laubstreu gelang es jedoch, einige Tiere zu sehen.

Bei Störung zeigten die Salamander eine tanzende Abwehrreaktion, bei der sie alle Extremitäten an den langgestreckten Körper anlegten und bewegungslos in dieser Stellung verblieben. Die vielen dünnen unregelmäßigen Linien auf Unterseite und Flanken (»*striatula*«) verstärken während dieser Starre den Eindruck eines morschen Stöckchens (Abb. 1). Tagsüber gefangene Salamander zeigten immer dieses Verhalten, in der Nacht gefangene krümmten dagegen bei Berührung ruckartig ihren Körper, so daß der Kopf unter dem Schwanz versteckt war, legten die Beine an den Körper an und verharren dann. Zog man den Salamander auseinander, dann krümmte er sich wieder in seine Feindabwehrhaltung zurück oder versuchte zu entkommen. Während der »Tagesfeindabwehrstarre« war es dagegen fast unmöglich, den Salamander »aufzuwecken«, und er versuchte auch nicht, die gerade gestreckte Körperform aktiv aufrechtzuerhalten. *Bolitoglossa striatula* kann ihren Schwanz abwerfen; einige Adulte besaßen nur noch kurze Schwanzstummel.

In der Laubstreu entdeckten wir auch mehrere Gelege (Abb. 2) in unterschiedlichen Entwick-



Abbildungen von oben nach unten:

Abb. 3: Kraterrand des Vulkans Mombacho; Habitat von *Bolitoglossa striatula* und *Eleutherodactylus cf. rugulosus*.

Abb. 4: *Bufo marinus*, rufendes Männchen (San Miguelito).

Abb. 5: *Bufo coccifer*, rufendes Männchen (Matiguas).

Abb. 6: *Bufo luetkeni*, rufendes Männchen (Isla Ometepe).

lungsstadien (Eizahlen zweier Gelege: 16 bzw. 22). Die tropischen Plethodontiden zeigen eine direkte Entwicklung; der fertige, winzige Salamander schlüpft aus dem Ei. Aus einem der Ende August gesammelten Gelege schlüpften die Jungtiere bereits eine Woche später. Ein anderes, frisch abgelegtes Gelege brauchte noch drei Monate, bis die Tiere Anfang Dezember dann bei einer Temperatur von 15–20°C schlüpften. Viele der Eier waren während dieser drei Monate verpilzt, ohne daß zuvor ein Absterben des Embryos erkennbar gewesen wäre. Die übrigen Eier konnten durch schnelle Trennung von dem verpilzenden Teil des Geleges gerettet werden. Aufgeschnittene, vollständig verpilzte Eier enthielten lebende Embryonen, die sich in sauberem Wasser mehrere Tage halten ließen und dabei sehr lange äußere Kiemen entwickelten. HANKEN (1979) hatte verpilzende Eier von *Bolitoglossa compacta* gerettet, indem er sie alle 2–4 Tage in 0,5%iger Wasserstoffperoxidlösung badete und danach mit destilliertem Wasser abwusch.

Ein Grund für die Probleme bei der Aufzucht dieser Salamandergelege liegt sicher in dem Brutpflegeverhalten vieler Plethodontiden, bei denen das Weibchen oder, seltener, das Männchen die Eier behütet. Dies ist für die neotropischen Arten der Gattungen *Bolitoglossa*, *Chiroppterotriton*, *Lineatriton*, *Pseudoeurycea* und *Parvimolge* bekannt (MC DIARMID & WORTHINGTON 1970; HOUCK 1977; SESSIONS 1977; HANKEN 1979). Bei europäischen *Speleomantes* bleibt das Weibchen die zehn Monate bis zum Schlupf bei den Eiern (DURAND 1970). Die vier von uns gefundenen *Bolitoglossa striatula*-Gelege waren nie von einem Weibchen bewacht. Dies könnte aber unter Umständen darauf zurückzuführen sein, daß wir die entsprechenden Tiere in der vorangegangenen Nacht gefangen hatten. Im kühlen Terrarium (um 20°C) hielten sich die Salamander sehr gut und machten nachts mit ihrer Schleuderzunge Jagd auf Essigfliegen und Wiesenplankton.

Rana pipiens; Fundorte 9,13,15,16
Ein typischer, weit verbreiteter Wasserfrosch. Lebt in Stillgewässern oder ruhigen, größeren Flüssen. In einem Gewässer kam er zusammen mit *R. vaillanti* vor.

Rana vaillanti; Fundorte 6,16
VILLA (1971) erwähnt die in Nicaragua lebenden Frösche des *R. palmipes*-Komplexes unter dem Namen *R. palmipes*; nach HILLIS & DE SA (1988) sind die nicaraguanischen Exemplare der Art *R. vaillanti* zuzuordnen. Sie leben in ruhigen Fließgewässern und daneben befindlichen Tümpeln. In einem Fall war die Art mit *Rana pipiens* vergesellschaftet. Es existieren zwei deutlich unterschiedliche Farbphasen (einfarbig braun und braun mit grünlichem Kopf), bei denen es sich nicht um Sexualdimorphismen zu handeln scheint.

Rana maculata; Fundort 14

Ein Weibchen dieses typischen Braunkrofches fanden wir an einem schnell fließenden Bach im Bergland.

Bufo marinus:

Fundorte 1,2,4,6,7,9,10,11,12,16,18,19

Die Aga-Kröte ist ein weitverbreiteter Kulturfolger, der praktisch überall zu finden ist. Die Männchen rufen mit ihrer »blubbernden« Stimme an und in den verschiedensten stehenden oder langsam fließenden Gewässern (Abb. 4).

Bufo coccifer; Fundorte 8,9,16,18,19

Bei *B. coccifer* (Abb. 5) handelt es sich ebenfalls um einen Kulturfolger. Zu hören war diese Art abends und nachts an flachen, vegetationslosen Pfützen im Kulturland.

Bufo luetkeni; Fundorte 3,12

Diese Art ist in den Trockengebieten der Pazifikküste verbreitet. Auf Ometepe beobachteten wir rufende Männchen (Abb. 6) zusammen mit Aga-Kröten am Seeufer. Diese (für Reisende sehr zu empfehlende) Insel im Nicaragua-See wird von zwei Vulkanen geprägt, dem Concepcion (1610 m) und dem Maderas (1400 m). Die trockene Umgebung des noch aktiven Concepcion ist für Amphibien wenig geeignet. Hier lebten nur einige *Physalaemus pustulosus* in kleinen Tümpeln in Lavafelsen. Den bewaldeten Maderas, in dem sich eine Lagune befindet, konnten wir aus zeitlichen Gründen nicht erkunden.

Centrolenella fleischmannii; Fundort 15 (ZFMK 51868)

Die Männchen (Abb. 7) riefen aus etwa ein bis zwei Meter hohen Kaffeestauden entlang der Bäche in der »Selva Negra«. Die etwa zwanzig Eier umfassenden Gelege waren immer an der Blattunterseite der Kaffeepflanzen angeklebt. Manchmal werden Gelege von Männchen »behütet« (Abb. 8). In manchen Gelegen schmarotzten Fliegenmaden, auch in solchen, auf denen ein Männchen saß.

Die fließwasserbewohnenden Quappen ließen sich problemlos mit Weizenkleie und Fischfutter aufziehen. Adulte Tiere halten sich ebenso wie die aus den Eiern entwickelten Jungtiere gut im Terrarium, wenn für eine nächtliche Abkühlung und genügend Kleinstfutter gesorgt wird.

Hyla microcephala; Fundorte 10,16

Wir fanden rufende Männchen dieses kleinen Hyliden (Männchen bis zu 26 mm KRL) in San Carlos an einem breiteren Straßengraben und bei Matiguas in einer großen, wassergefüllten Bodensenke. Sie saßen immer in der Vegetation ca. 50 cm über dem Wasserspiegel. Die aus San Carlos stammenden Tiere waren etwas kleiner, deutlicher gezeichnet und in einem etwas intensiveren Orangeton gefärbt. Unterschiede im Paarungsruf ließen sich nicht feststellen. Nach DUELLMAN (1970) sind die nicaraguanischen Populationen der Unterart *H. m. underwoodi* zuzuordnen.

Oolygon cf. staufferi; Fundorte 16 (ZFMK 52076),18

Rufende Männchen dieser Art saßen in der Vegetation bis in einer Höhe von 1,5 m über den stehenden Tümpeln. In Matiguas war diese Art nicht mit *Hyla microcephala* vergesellschaftet; beide Arten riefen von verschiedenen Gewässern.

Smilisca baudinii; Fundorte 1,4,6,9,12,16 (ZFMK 51866 und 51867),17,18,19

Der fast überall in Nicaragua vorkommende, größere Hylide kommt in verschiedenen Farbvarianten vor. Die Verteilung der Farbvarianten ist nach DUELLMAN (1970) nicht eng mit der Verbreitung korreliert.

Die von uns festgestellten Färbungsvarianten verteilen sich folgendermaßen auf die Fundorte: braun, dunkelbraun gefleckt: 12,17,18,19 (17 sehr wenige Exemplare); olivgrün, braun gefleckt: 6,16; grün ungefleckt: 1,4,9,18 (18 sehr wenige Exemplare).

An der Pazifikküste und in den Trockengebieten scheint die braune Variante zu überwiegen, in den leicht bergigen Regionen um Diriamba und im feucht-tropischen San Miguelito lebt hauptsächlich die grüne Form.

Agalychnis callidryas; (Abb. 9) Fundorte 1,8

In der Nähe des Kraterrandes des Mombacho, abseits des Wegs, befindet sich eine von dichten Wald umgebene gefäßte Quelle. Wasserwerte: Gesamthärte 7° dH, 19,4°C, pH 7,2.

Einige Gelege des Rotaugenlaubfrosches hingen mehr als zwei Meter über dem Wasser in der Vegetation. Andere Gelege hatten wir bereits während des Aufstiegs an der Wand einer kleinen, fast ausgetrockneten Zisterne (1,0x2,0x1,0m, LxBxT) entdeckt. VILLA (1971) vermutete die Art bereits auf dem Mombacho, bislang ist aber kein Nachweis bekanntgeworden. Die Aufzucht der Jungtiere aus einigen mitgebrachten Eiern verlief problemlos, bis die Tiere bei einer Größe von etwa 5 cm starben. Ein Dia des Agrarberaters MARTIN IRION, auf der gegenüberliegenden Vulkanseite aufgenommen, zeigt ebenfalls einige *Agalychnis* in einer Zisterne zusammen mit Exemplaren von *Bufo marinus*, *Smilisca baudinii* und *Rana pipiens*.

Unsere Beobachtungen in Diriamba, einem kleinen Ort mit angenehm kühltem Klima 45 km nordwestlich der Hauptstadt Managua, auf einer Höhe von 580 m, beziehen sich fast ausschließlich auf eine Zisterne bei dem Landhaus »Quinta Juana«. Die kreisrunde Betonzisterne hatte einen Durchmesser von etwa 5 m bei einer Tiefe von ca. 4 m. Der Wasserstand betrug ca. 1 m und schwankte je nach Niederschlagsmenge. Die Zisterne war dicht mit Wasserhyazinthen (*Eichhornia spec.*) bewachsen, wodurch praktisch keine freie Wasserfläche vorhanden war. Das Wasser wies einen leicht fauligen Geruch, eine Gesamthärte von 13° dH und einen pH-Wert von 7,3 bei einer Temperatur von 23,4°C auf (gemessen am 23. September um 21 Uhr). Die nicht mehr genutzte

Herpetologische Beobachtungen in Nicaragua

Die Amphibien (Fortsetzung)

mit 5 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Fundortskizze von den Verfassern



Abbildungen linke Spalte von oben nach unten:
Abb. 7: Porträt von *Centrolenella fleischmanni*.
Abb. 8: *C. fleischmanni*-Männchen mit Gelege.
Abb. 9 (oben): *Agalychnis callidryas*, Paarung (Diriamba).

Danach kann man die am Laichgewässer lebende Zahl von *Agalychnis* für diesen Tag auf etwa 20 Männchen und vier Weibchen schätzen.

Die Wiederfänge markierter Exemplare (Tab. 1) weisen allerdings auf eine ständige Fluktuation des am Laichgewässer lebenden Teils der Population hin: Im September konnte keines der einen Monat zuvor markierten Exemplare gefunden werden.

Tabelle 1: Wiederfänge markierter *Agalychnis callidryas* in der Zisterne in Diriamba. Alle gefangenen Tiere (Ausnahme: 24.9.) wurden markiert, insgesamt also 29 Männchen und 12 Weibchen. Wiederfänge gelangen nur am selben oder am darauffolgenden Tag. Die Wiederfänge vom 24.9. waren alle am Tag zuvor markiert worden.

Datum	gefangene Männchen	Exemplare Weibchen	darunter Wiederfänge Männchen	Wiederfänge Weibchen
6.8.	9	2	-	-
7.8.	6	4	3	1
12.8.	6	3	-	-
1.9.	3	2	-	-
23.9.	5	1	-	-
24.9.	5	1	4	-

Ende September fanden wir am Laichgewässer sowohl Quappen und metamorphosierende Jungtiere als auch frische Gelege vor. Die Laichzeit der Art dürfte sich in Diriamba somit vermutlich über die ganze Regenzeit von Juni bis September hinziehen.

(Fortsetzung folgt in hf 76/Februar 1992)!

Zisterne war von einer ausgedehnten Wiese umgeben. Daneben gab es auch Reste einer Kaffeefeld und einige Bananenstauden. Die Männchen der Zisternen-Population begannen 1-2 Stunden vor Sonnenuntergang zu rufen. Ab 19 Uhr, eine Stunde nach Sonnenuntergang, war keine Rufaktivität mehr festzustellen, ebensowenig frühmorgens kurz nach Sonnenaufgang. DUELLMAN (1970) erwähnt zwei Rufarten bei *Agalychnis callidryas*. Auch wir konnten zwei verschiedene Rufe hören. Ein häufiges krächzendes »Ää« und ein deutlich seltener zu hörendes Trillern. Der Abwehrklang von gefangenen Männchen erinnert mehr an das Trillern. Dies stützt die Vermutung von DUELLMAN, wonach der Trillerruf territoriale Funktion haben könnte.

Die Anzahl der Exemplare in der Zisterne war zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht sehr hoch. Am 6.8. wurden zunächst acht Männchen und zwei Weibchen markiert. Eine Stunde darauf wurden fünf Männchen und zwei Weibchen gefangen, wovon zwei Männchen und ein Weibchen markiert waren.

Ptychohyla spinipollex; Fundort 15 (ZFMK 52077 und 52078)

Die Männchen (s.a. Abb. 1) riefen bei dem Hotel »Selva Negra« aus der niedrigen Vegetation an kleinen Bächen inmitten von Kaffeefeldern. Inmitten dieser großen, etwa 15 km von Matagalpa entfernten, um 1920 von Deutschen gegründeten Plantage liegt ein Hotel, dessen Architektur der des Schwarzwaldes (Selva Negra) nachempfunden wurde. Direkt daneben befinden sich zwei kleine aufgestaute Teiche, die von Nebelwald umgeben sind. Durch die Kaffeefeldpflanzungen und den Wald ziehen sich die Bäche, die von in vielen Farben blühenden »Fleißigen Lieschen« (*Impatiens walleriana*) gesäumt sind.

Sonogramme der aufgenommenen *Ptychohyla*-Rufe zeigen keine Unterschiede zu den Angaben von DUELLMAN (1970). Mitgebrachte Exemplare hielten sich problemlos im ungeheizten Terrarium bei Temperaturen von etwa 20°C und bei leichter nächtlicher Abkühlung; die Tiere riefen fast jeden Abend.

Phrynohyas venulosa; Fundorte 1,4

Dieser große Hylide lebt in Baumlöchern oder Bananenblattachsen.

Physalaemus pustulosus; Fundort 1,6,8,12,14,16

An vielen Stellen ist diese Art zu sehen und zu hören, meistens in schlammigen Pfützen (Abb. 2). Die 5,5 mitgebrachten Tiere ließen sich leicht im Terrarium nachzüchten. Aus den vier produzierten Schaumnestern entwickelten sich bei einer Wassertemperatur von ca. 24°C nach drei Tagen ca. 5-6 mm große Larven, die schon nach sechs Wochen mit einer Größe von durchschnittlich zehn Millimeter an Land gingen. Die weitere Aufzucht bei Zimmertemperatur und mit der Jungtiergröße angemessenem Futter ist unproblematisch.

Aus der Zisterne bei Diriamba waren viele rufende *Physalaemus* zu hören. Im Gegensatz zu

den in der gleichen Zisterne lebenden *Agalychnis* waren sie aber offenbar kaum in der Lage, die glatte Zisternenwand hochzuklettern. Wir konnten nachts nie *Physalaemus* entdecken, die in die oder aus der Zisterne kletterten. Daher dürfte die Größe der Population nicht durch konstant zu- oder abwandernde Tiere verfälscht sein: Die in der Zisterne lebenden *Physalaemus* müssen auf den ihnen zu Verfügung stehenden knappen 20 m² auch überleben können. Eine Populationsschätzung nach der einfachen Wiederfangmethode ergab am 23. 9. eine Population von über 100 Tieren (Tab. 1).

Leptodactylus melanotus; Fundorte 1,5,6 (ZFMK 51857-51862), 7,9,10,12,16,17,18

Diese Art ist sehr häufig. Rufende Männchen sind oft zu hören, aber sehr schwer zu lokalisieren, da sie auf dem Boden versteckt im Matsch oder unter der Vegetation rufen. VILLA (1971) charakterisiert den Ruf als »pic«, das in Abständen von vielleicht einer Sekunde wiederholt wird. Auffällig ist die aus zwei spitzen Dornen bestehende Brumftschwiele dieser Art (Abb. 3). In San Carlos und Corinto war *L. melanotus* mit *L. labialis* vergesellschaftet. Im warmen Terrarium mit Wasserteil hält sich dieser Frosch sehr gut. Eine Nachzucht gelang uns bisher jedoch nicht.

Leptodactylus labialis; Fundorte 9,10,11 (ZFMK 51869 und 51870), 16,18

Auf der Isla San Fernando fiel uns ein Ruf auf, der aus einer feuchten Wiese nahe eines Baches von überall her zu hören war. Am Wasser waren jedoch keine Frösche zu sehen. Erst als wir entnervt sämtliche Grasbüschel um einen lokalisierten Rufer herum ausgerissen hatten, entdeckten wir unseren ersten *L. labialis* in seiner selbstgegrabenen Erdhöhle (Abb. 4). HEYER (1969) teilt die Gattung *Leptodactylus* anhand ihrer Fortpflanzungsweise in Artengruppen ein: Die am wenigsten spezialisierten

Skizze 1: Fundorte der im Text aufgeführten Arten (s.a. hf 75)

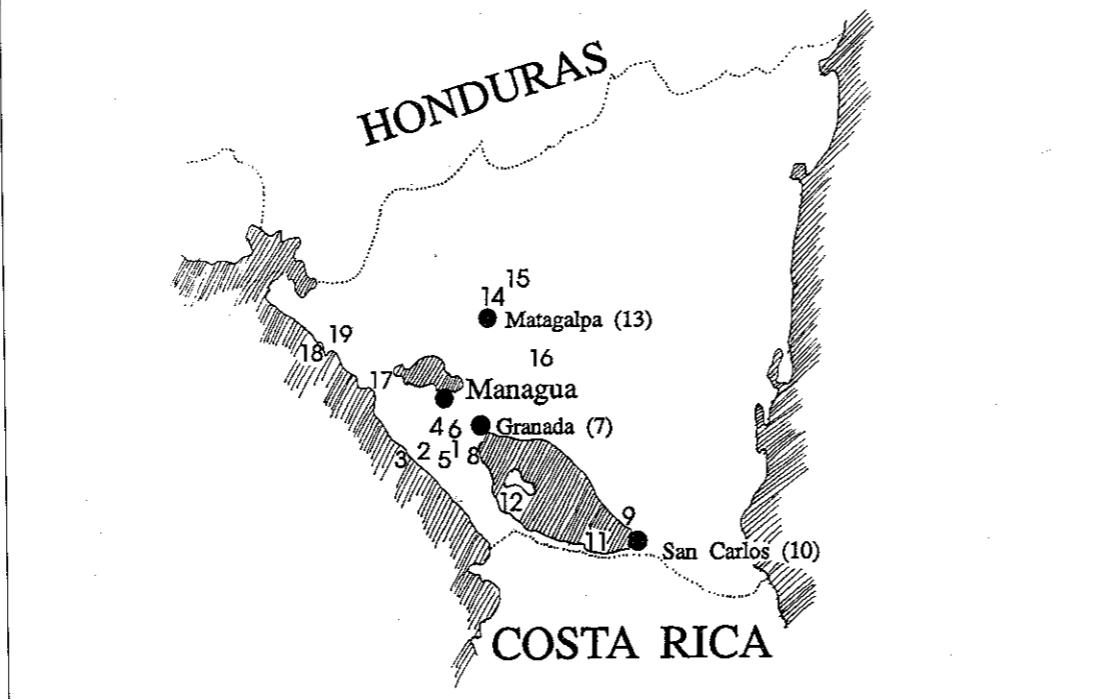


Tabelle 1: Wiederfänge von am Tag zuvor markierten *Physalaemus pustulosus* in der Zisterne in Diriamba und Populationsschätzung am 24.9.90

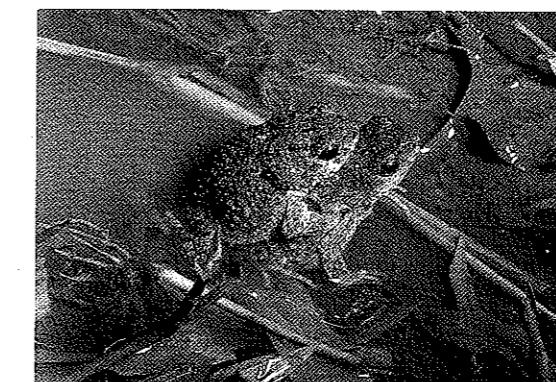
	Männchen	Weibchen	Gesamt
am Tag zuvor markiert	27	25	52
gefangen	14	5	19
davon markiert	6	3	9
Populations- schätzung	63	42	110

Arten (unter anderem die *L. melanotus*-Artengruppe) legen ihre Schaumnester auf die Wasseroberfläche ab. Die Arten der *L. pentadactylus*-Gruppe legen ihre Schaumnester in Höhlen nahe des Wassers. Die Vertreter der *L. fuscus*-Gruppe, zu der auch *L. labialis* gehört, bauen für ihre Nester Bruthöhlen fern vom Wasser. Die Kaulquappen werden vermutlich bei starken Regenfällen ins Gewässer gespült. Die am höchsten entwickelte *L. marmoratus*-Gruppe hat ebenfalls terrestrische Bruthöhlen. Ihre Larven entwickeln sich direkt, ohne die Notwendigkeit von Wasser.

DOWNIE (1984) und CALDWELL & LOPEZ (1989) haben nachgewiesen, daß Kaulquappen der Arten *L. fuscus* und *L. mystaceus*, die beide zur gleichen Artengruppe wie *L. labialis* gehören, in ihrer Bruthöhle selber Schaum herstellen und sich so bei ausbleibendem Regen vor Austrocknung schützen können. Mitgebrachte Männchen bauten sich im Terrarium sofort Erdhöhlen und begannen daraus zu rufen.

Eleutherodactylus cf. rugulosus; Fundorte 5 (ZFMK 51865), 8

Dieser bodenbewohnende Frosch lebte bei La Grandeza in einem schluchtartigen Bachlauf. Das Biotop bestand aus einem sauberen, von dichtem Wald umgebenen Quellbach, der aus einer kleinen Felshöhle entsprang. Am Mombacho war *E. cf. rugulosus* neben *Bolitoglossa striatula* der einzige häufige Lurch auf dem Gipfel. Da *Eleutherodactylus* wie *Bolitoglossa* eine direkte Entwicklung im Ei zeigen, sind beide Arten von den auf dem Mombacho seltenen Wasserstellen unabhängig.



Abbildungen linke Spalte, von oben nach unten:

Abb. 1 *Ptychohyla spinipollex*, Brunnenschwiele.

Abb. 2 *Physalaemus pustulosus*, Pärchen (Matigas).

Abbildungen rechte Spalte, von oben nach unten:

Abb. 3 *Leptodactylus melanotus*, Brunnenschwiele.

Abb. 4 *Leptodactylus labialis*, Männchen in der selbstgegrabenen Erdhöhle (Solentiname).

Abb. 5 *Eleutherodactylus noblei*, (Selva Negra).

Eleutherodactylus cf. noblei; Fundort 15 (ZFMK 52079)

Ein juveniles Exemplar (Abb. 5), das wahrscheinlich dieser Art zugerechnet werden kann, fanden wir auf dem Waldboden in der »Selva Negra«. Im Terrarium starb es, nachdem es bis auf 31,5 mm herangewachsen war.

Eleutherodactylus spec.; Fundort 6 (ZFMK 51863, 51864, 52080)

Bei dem Fundort dieses *Eleutherodactylus* handelt es sich um einen sauberen, von weitge-

hend intaktem Wald gesäumten Quellbach. Nahe dem Bach herrschten bei extremer Luftfeuchtigkeit ziemlich hohe Temperaturen. Wir fingen mehrere Exemplare auf dem Waldboden entlang des Baches. Die Tiere zeigen Ähnlichkeit mit dem sehr variablen *E. fitzingeri*. Dies trifft auch auf einen weiteren *Eleutherodactylus* zu, den wir auf dem Waldboden in der »Selva Negra« (Fundort 15) fingen.

Danksagung

Bei den Herren MARTIN IRION, PAULITO LAZA-

RON, VICTOR GONZALVEZ und MARTIN DAHLKE möchten wir uns an dieser Stelle für die vielfältige Hilfe vor Ort bedanken.

Literatur:

- CALDWELL, J.P. & P.T. LOPEZ (1989): Foam-generating behaviour in tadpoles of *Leptodactylus mystaceus*.— Copeia, New York, 1989 (2): 498–502.
- DOWNIE, J.R. (1984): How *Leptodactylus fuscus* tadpoles made foam, and why.— Copeia, New York, 1984: 778–780.
- DUELLMAN, (1970): The Hylid frogs of Middle America.— Monogr. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, 753 S.
- DURAND, J. (1970): Fortpflanzung und Entwicklung von *Hydromantes*, dem Höhlenmolch.— Aqua Terra, 7: 42–51.
- HANKEN, J. (1979): Egg development time and clutch size in two neotropical salamanders.— Copeia, New York, 1979 (4): 741–745.
- HARDING, K.A. (1983): Catalogue of New World Amphibians.— Oxford (Pergamon Press), 406 S.
- HEYER, W.R. (1969): The adaptive ecology of the Species Groups of the Genus *Leptodactylus*.— Evolution 23: 421–428.
- HILLIS, D.M. & R. DE SA (1988): Phylogeny and taxonomy of the *Rana palmipes* group (Salientia:Ranidae).— Herpetol. Monogr., 2: 1–26.
- HOUCK, L.D. (1977): Reproductive biology of a neotropical salamander, *Bolitoglossa rostrata*.— Copeia, New York, 1977: 70–82.
- MC DIARMID, R.W. & R.D. WORLINGTON (1970): Concerning the reproductive habits of tropical plethodontid salamanders.— Herpetologica, Lawrence, Kansas, 26: 57–70.
- SESSIONS, S.K. (1977): Egg capsules and embryos of the bolitoglossine salamander *Lineatriton lineola*.— Herpetologica, Lawrence, Kansas, 33: 452–454.
- VILLA, J. (1971): Los anfibios de Nicaragua.— Managua, 216 S.

Anschrift der Verfasser:

MIGUEL VENCES
Klosterstr. 124
D-(W) 5000 Köln 41

ROLF SCHMITT
Am Werthschemm 13
D-(W) 4300 Essen 12

Berichtigung

Im ersten Teil dieser Veröffentlichung in hf 75/Dez. 1991, wurden die Legenden zu den Abbildungen auf S. 23 vertauscht — wir bitten dies zu entschuldigen.

Die Legenden in richtiger Reihenfolge von oben nach unten:

- Abb. 3: (Legende richtig)
Abb. 4: *Bufo luetkeni*, rufendes Männchen.
Abb. 5: *Bufo marinus*, rufendes Männchen.
Abb. 6: *Bufo coccifer*, rufendes Männchen.

Große Auswahl an TERRARIENTIEREN

Futtertiere, Terrarien, Heizungen, Zubehör + Bücher für die Terraristik. Preisliste gegen DM 2,- in Briefmarken anfordern, Händlerliste gegen Gewerbenachweis mit Sonderkonditionen anfordern.

Wir kaufen Ihre gesunden Nachzuchten zu einem reellen Preis komplett auf, machen Sie uns bitte zuerst Ihr Angebot.



Import – Export
INGO SEEGER
Sternstr. 22
4150 KREFELD
Tel. 02151/27607
Fax 20153

Als typische Pionierart ist *Bufo calamita* starke Schwankungen in der Populationsgröße unterworfen. Durch ständige Erdbewegungen verändert sich das Erscheinungsbild von in Betrieb befindlichen Kiesgruben oftmals schnell und dramatisch. Dabei werden viele Kreuzkröten verschüttet und Laichgewässer zerstört. Es hat daher auf den ersten Blick den Anschein, als gefährdeten diese Aktivitäten die Krötenbestände. Dennoch erwiesen sich die in Betrieb befindlichen Abgrabungen oft als am stärksten besiedelt.

Die zukünftige Bestandsentwicklung hängt daher im wesentlichen davon ab, ob geeignete Abgrabungen auch zukünftig in entsprechender Zahl zur Verfügung stehen werden bzw. ob während und nach der Rekultivierung offene Flächen und geeignete Laichgewässer erhalten bleiben.

WEITERE ANGABEN

Von MÜTTMANN wurden in Rodenkirchen (R) und Weidenpesch (W) insgesamt 56 Männchen vermessen, die sich wie folgt über die sieben Klassen verteilen.

Länge in mm	W	R	Masse in g	W	R
46 - 50	1	0	11 - 15	3	0
51 - 55	3	0	16 - 20	14	7
56 - 60	9	5	21 - 25	22	2
61 - 65	16	4	26 - 30	6	0
66 - 70	12	0	31 - 35	2	0
71 - 75	6	0	36 - 40	0	0
76 - 80	0	0	41 - 45	0	0

3.1.11 WECHSELKRÖTE – *Bufo viridis* LAURENTI 1768

Frank Glaw, Miguel Vences

KENNZEICHEN

Typische Wechselkröten – wie sie meist in Bestimmungswerken abgebildet sind – lassen sich an der grünlich marmorierten Rücken- und Flankenzeichnung leicht erkennen (s. Tielbild). Viele Tiere sind allerdings erheblich undeutlicher und weniger „schön“ gezeichnet.

Eine helle Rückenlinie ist nur sehr selten ausgeprägt. Ein gutes Erkennungsmerkmal der Wechselkröte sind ihre trillenden Rufe. Zur Identifizierung von „Problemkräten“ siehe unter Kreuzkröte.

VORKOMMEN

Die Wechselkröte fehlt im westlichen Teil Europas und wird hier durch die Kreuzkröte ersetzt. Als Westgrenze gilt im allgemeinen der Rhein, der allerdings an einigen Stellen (z. B. im Kölner Raum) überschritten wird.

In Nordrhein ist die Wechselkröte auf den klimatisch begünstigten Naturraum „Niederrheinische Bucht“ beschränkt (GLAW & VENCES 1991). Aus Westfalen sind bisher lediglich Einzelfunde bekannt geworden (KLEWEN 1981).

In Köln bewohnt die Wechselkröte fast ausschließlich Kiesgruben. Rechtsrheinisch sind die Gruben im Raum Porz geschlossen besiedelt. Die nördlichsten Populationen leben in Gremberg und Merheim. ORTMANN fand zudem in den Jahren 1986-89 regelmäßig zwischen 5 und 20 Wechselkröten in der Kiesgrube Kalkweg bei Deutzbrück. Wir konnten jedoch bei mehreren Begehung im gleichen Zeitraum und 7 gezielten Nachweisversuchen im Frühling 1991 keine einzige Wechselkröte feststellen und halten daher die Existenz einer Population in dieser Grube für äußerst fraglich. Das durch Ausserungen entstandene Vorkommen an der Kiesgrube am Hornpattweg ist inzwischen wieder erloschen.

Linksrheinisch ist die Wechselkröte in den meisten Kiesgruben vertreten. Nicht besiedelt sind die Gruben „Studentendorf“ bei Efferen, „Vogelsang“ (nur Einzelfunde) und „Bildersköckchen“ sowie alle Abgrabungen, die nördlich der Linie Weidenpesch-Pulheim liegen. Diese Linie bildet gleichzeitig die nördliche Arealgrenze der Wechselkröte im Rheintal (vgl. GLAW & VENCES 1991).

Aus: Mittmann / Sün 1991
Amphibien und Reptilien Kölns

Zur historischen Verbreitung liegen folgende Angaben vor:

BÖLSCHE (nach DÜRIGEN 1897) nennt die Wechselkröte für die „Mülheimer Haide“, was GLANDT (1975) als „Köln Mühlheim“ interpretiert. Weitere ältere Fundorte sind „Rodentkirchen“ und „Botanischer Garten Köln“ (THIELE nach GLANDT 1975).

Bufo v. viridis

HABITAT

Die Wechselkröte bevorzugt wie die Kreuzkröte offene, sonnenexponierte Lebensräume, die Laichschnüre werden jedoch bevorzugt in etwas tieferes Gewässer (ca. 15–30 cm) abgelegt (HEMMER & KADEL 1973, NIEKISCH 1983).

Die Habitatansprüche der Wechselkröte überschneiden sich aber in vieler Hinsicht mit denen der Kreuzkröte, dementsprechend häufig kommen beide Arten vergesellschaftet vor. Die Wechselkröte zeigt eine größere Toleranz gegenüber geringer Feuchtigkeit (HERTER & HERTER 1950). Nach GORDON (1962) ist *Bufo viridis* (neben dem südostasiatischen Frosch *Rana cancrivora*) sogar die einzige bekannte euryhaline (salztolerante) Amphibienart. Mit physiologischen Anpassungen an saizhaltige Lebensräume könnte auch zusammenhängen, daß die Laichgewässer der Wechselkröte im Kölner Raum durchschnittlich eine höhere Gesamthärte aufweisen als die der Kreuzkröte (VENCES & NIERHOFF 1991; Wechselkröten-Laichgewässer: 5–32 dH Gesamthärte und Kreuzkröten-Laichgewässer: 0–18 dH Gesamthärte). In Gebieten mit sehr weichen Gewässern wie z. B. der Wahner Heide (0–6 Grad dH Gesamthärte) fehlt die Wechselkröte völlig.

JAHRESRHYTHMUS

Die ersten Exemplare lassen sich bei günstiger Witterung schon Ende März beobachten.

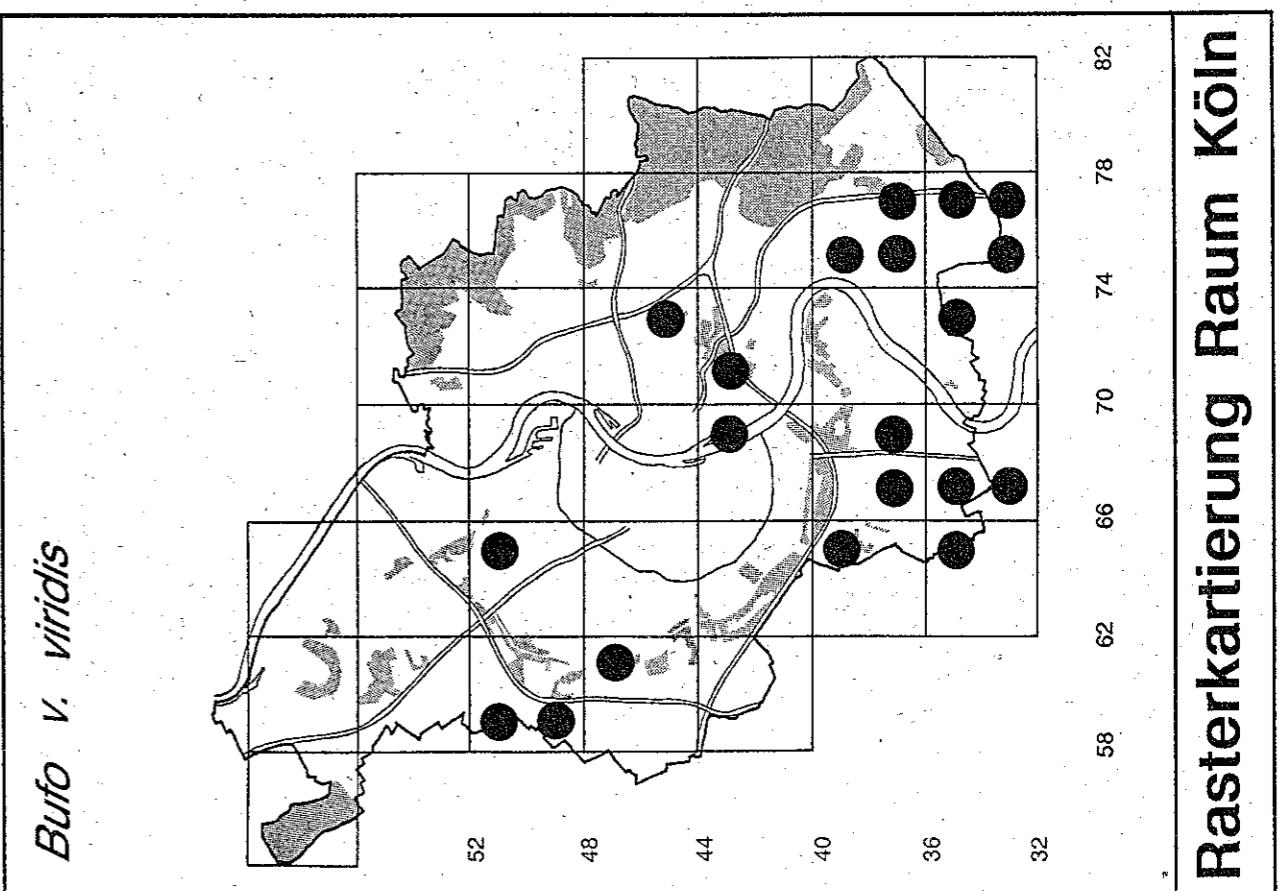
Die Ruf- und Laichaktivitäten beginnen meist Mitte April, enden aber offenbar früher als bei der Kreuzkröte und werden im Sommer nicht mehr so stark durch plötzlich einsetzende Niederschläge ausgelöst.

Die Nachweise der letzten Tiere reichen bis Ende September (späteste Beobachtung: 28. 9. 85).

BESTAND

Das Kölner Stadtgebiet beherbergt mit 27 Fundorten (25 Populationen, 2 Biotope mit Einzelbeobachtungen) fast ein Drittel aller bekannten Wechselkröten-Vorkommen von Nordrhein-Westfalen! Dies ist wohl vor allem auf die klimatisch begünstigte Buchtage und den Kiesgrubenbereich im Rheintal zurückzuführen.

Quantitative Untersuchungen über Populationsgrößen wurden von uns nicht durchgeführt. Schätzungen anhand von stichprobenartigen Zählungen ruhender Männchen weisen auf durchschnittliche Bestandsgrößen von mindestens 50 adulten Exemplaren hin. Die tatsächliche Individuenzahl liegt wahrscheinlich noch höher. MITTMANN nahm Maße und Gewichte von 90 Wechselkrötenmännchen in Rodenkirchen (R) und Weidenpesch (W).



Länge in mm	W	R	Massen in g	W	R
41 - 45	0	0	5 - 10	1	0
46 - 50	3	1	11 - 15	5	3
51 - 55	3	6	16 - 20	13	16
56 - 60	11	9	21 - 25	10	21
61 - 65	9	27	26 - 30	2	14
66 - 70	5	14	31 - 35	0	3
71 - 75	0	2	36 - 40	0	1
			41 - 45	0	0
			46 - 50	0	1

Da sich die Kaulquappen der Wechselkröte langsam entwickeln als die der Kreuzkröte, ist sie in Köln noch stärker auf die Existenz geeigneter Kiesgruben angewiesen, denn in Pfützen auf Ruderflächen erreichen die Kaulquappen zu selten die Metamorphose. Daher ist ihre zukünftige Bestandssituation unmittelbar von der Entwicklung der Kieswirtschaft und von der Art der Gestaltung („Renaturierung“) bereits stillgelegter Kiesgruben abhängig. Gegenwärtig steht den Gruben im Raum Esch - Puselheim eine Rekultivierung und Umwandlung in ein neues Naherholungsgebiet bevor. Dabei müssen die Belange der Wechselkröte in die gegenwärtige Planung einfließen, zumal es sich um ein Areal handelt, das sich die Kaulquappen der Wechselkröte langsam entwickeln.

Der rechtsrheinisch nördlichste Lebensraum „Abgrabung Servatiusstraße“ wurde im Kartierungszeitraum zerstört, das Erlöschen der dortigen Populationen steht unmittelbar bevor. Starke Beeinträchtigungen des Lebensraums scheinen auch die Population am TÜV zu bedrohen.

VERGESELLSCHAFTUNG

Es fällt auf, daß die Wechselkröte in Köln linksrheinisch immer mit der Kreuzkröte vergesellschaftet ist, während beide Arten rechtsrheinisch fast nie in den gleichen Biotopen leben. Die Porzer Kiesgruben sind nur von der Wechselkröte, die angrenzende Wahner Heide ist nur von der Kreuzkröte besiedelt. Einem interessanten Übergang zeigt eine Kiesgrube nördlich von Porz-Wahn, die nahe der Wahner Heide liegt und von beiden Arten besiedelt wird. Die Gründe für die verschiedenen Vergesellschaftungstypen sind noch nicht zufriedenstellend geklärt.

3.1.12 LAUBFROSCH - *Hyla a. arborea* (LINNAEUS 1758)

Frank Glaw, Ralf Mittmann

VORKOMMEN

Zahlreiche historische Funde belegen, daß Laubfrosche als typische Flussauenbewohner am Rhein entlang vom Bodensee bis zum Niederrhein weit verbreitet waren (DÜRIGEN 1897; GLAW & GEIGER 1991; MERREM 1789; SCHADER 1983, TESTER 1990). Für Köln selbst ist zwar kein Beleg für den Laubfrosch bekannt geworden, aber es gibt keinen Grund anzunehmen, daß er nicht auch an „kölschen Rheinufern“ heimisch war.

Heute ist der Laubfrosch nur noch in vereinzelten Populationen (GLAW & GEIGER 1991) im nördlichen Rheinland zu finden. Für Westfalen ergibt sich ein positiveres Bild (LOOS & HILDENHAGEN 1981), dennoch ist der Laubfrosch auch dort stark gefährdet.

Von den wenigen, heute noch im nördlichen Rheinland vorkommenden Populationen sind lediglich zwei Laubfroschbestände natürlichen Ursprungs da (GLAW & GEIGER 1991). Auch das einzige Kölner Vorkommen, das sich im NSG Hornpott (ehemalige Kiesgrube) hält, geht auf eine Aussiedlung zu Beginn der 80er Jahre zurück.

HABITAT / JAHRESRHYTHMUS

Der Laichhabitat des Laubfrosches ist charakterisiert als warmes, sonnenexponiertes Gewässer, das Bereiche mit einer Tiefe um 50 cm aufweisen sollte. Unterwasservegetation ist nicht unbedingt erforderlich. Dagegen sind gewässerbegleitende Strukturen, wie Röhrichte oder Büsche (z.B. Weidengebüsch oder Brombeere) unerlässlich (GLAW & GEIGER 1991).

Diese Strukturen und direkt angrenzende Wiesen, Hecken und Laubwaldränder nutzt der Laubfrosch nach der Laichzeit als Sommerhabitat (GROSSE & JAUCH 1988). Die Laichzeit erstreckt sich über die Monate April bis Juli (SCHALL 1983, TESTER 1990).

Geeignete Habitate, wie sie oben beschrieben sind, können sich insbesondere in ehemaligen Kiesgruben entwickeln (s. Abb. 15). In Köln und im gesamten nördlichen Rheinland ist es dem Laubfrosch im Gegensatz zu Kreuzkröte und Wechselkröte nicht gelungen, Kiesgruben und andere Sekundärbiotope als Ersatzlebensräume für die zerstörten Flussauen zu besiedeln. Der Hauptgrund ist darin zu suchen, daß Laubfroschbestände eine hohe Populationsdynamik aufweisen und deshalb in geeigneten aber isolierten Kleinbiotopen auf Dauer kaum überleben können (SCHADER 1983, TESTER 1990). Der eigentliche Lebensraum des Laubfrosches ist daher ein großräumiges Netz von Einzelbiotopen, ein sogenanntes Biotopverbundssystem.

Aus: Mittwur / Südw. 1991
48 Amphibien und Reptilien Königs

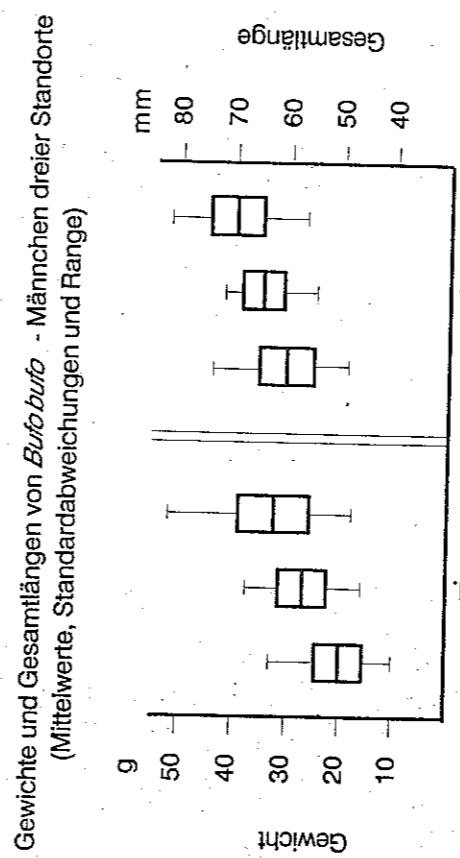


Abb. 13: Mittelwerte (fettgedruckter, horizontaler Strich), Standardabweichung (fettgedrucktes Rechteck) und Variationsbreite (dünne, vertikale Linie) von insgesamt 275 Erdkröten-Männchen.

Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß die Größe und die Beschaffenheit des Landlebensraumes die entscheidenden Faktoren für die Größenentwicklung bzw. für die Lebenserwartung der Erdkröte sind. Eine erschöpfende Untersuchung des Landlebensraumes war nicht möglich. Auffällig ist jedoch, daß die Individuen in Auskiesungen mit kleinfächigem Gehölzbestand als Landlebensraum (hier: Kiesgrube Vogelsang) kleiner bleiben als Individuen in den weitaus größeren und feuchteren Laubmischwäldern der Schluchter Heide und des Königstorfs, wobei der Königstorf mit über 30 000 ha wesentlich größer ist als die Schluchter Heide (130 ha). Körpergrößenunterschiede dieser Art stellen einen Faktor der Bestandsentwicklung dar, da größere Weibchen mehr Eier produzieren und somit einen Bestand theoretisch einer aufrechterhalten können als kleinere Weibchen.

Gewichte und Gesamtlängen von *Bufo bufo* - Männchen dreier Standorte
(Mittelwerte, Standardabweichungen und Range)

3.1.10 KREUZKRÖTE – *Bufo calamita* LAURENTI 1768 (Frank Glaw, Miguel Vences)

KENNZEICHEN

Charakteristisches Merkmal der Kreuzkröte ist die gelbe Mittellinie auf dem Rücken (Abb. 14), die fast immer ausgeprägt ist. Gelegentlich treten jedoch untypische Kröten auf, die auf den ersten Blick kaum von einer Wechselkröte unterscheiden werden können. In diesen Fällen kann man die Kröte in die Hand nehmen und sich die Ausprägung der Zehengelenkhöcker anschauen. Paarig angeordnete Höcker sind für die Kreuzkröte (und Erdkröte) charakteristisch, einfach angeordnete für die Wechselkröte. Eine zuverlässige Hilfe kann jedoch die Beobachtung des Fluchtverhaltens geben: Wechselkröten hüpfen, Kreuzkröten laufen.

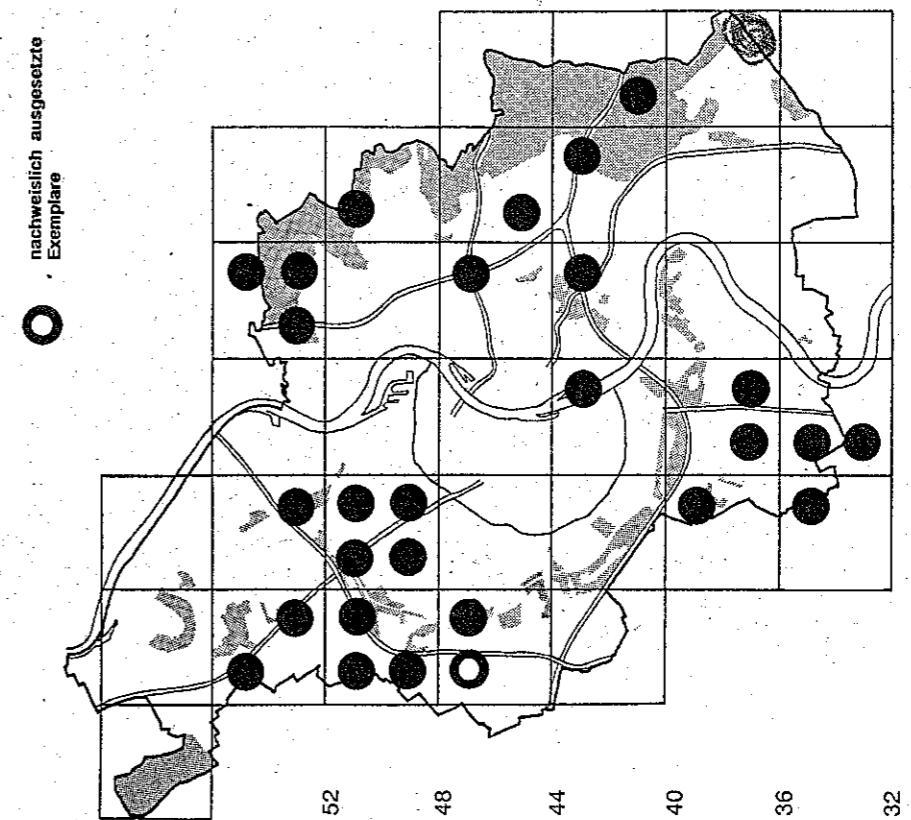
In Ausnahmefällen reicht dieses Merkmal aus, um die Tiere eindeutig zu bestimmen. Solche Tiere treten insbesondere dort auf, wo mehrere Krötenarten vergesellschaftet vorkommen; hier kann es zu natürlichen Hybridisierungen kommen. Derartige Hybriden sind für Kreuz- und Wechselkröte sowie für Erd- und Wechselkröte beschrieben worden. In einer Abgrabung bei Merheim fanden wir 1988 eine solche Kreuzung zwischen Erdkröte und Wechselkröte.



Abb. 14: Kreuzkröte (*Bufo c. calamita*); charakteristisch ist der helle Rückenstreifen. (Foto: Jochen Rodenkirchen)

Bufo calamita

nachweislich ausgesetzte
Exemplare



VORKOMMEN

Die Kreuzkröte bewohnt hauptsächlich den westlichen Teil Europas, wo sie die Wechselkröte vertritt.

In Nordrhein-Westfalen liegen die Verbreitungsschwerpunkte im Flachland, insbesondere in Sekundärbiotopen im Einzugsbereich der großen Flüsse. Ihre Häufigkeit im Rheintal steht im Kontrast zu ihrem Fehlen im Bergischen Land.

In Köln besiedelt die Kreuzkröte grundsätzlich alle Biotope, in denen sie aufgrund ihrer Habitatansprüche erwartet werden kann (Kiesgruben, Ruderalfächen mit Laichgelegenheiten, Wahner Heide). Eine auffällige Ausnahme bilden die Kiesgruben im Raum Porz sowie zwei Biotope bei Gremberg und Merheim, wo nur die Wechselkröte vorkommt.

HABITAT

Die Lebensräume der Kreuzkröte in Köln stimmen mit den Beschreibungen in der Literatur gut überein. Es existiert eine deutliche Präferenz für sandig-kiesige Böden mit flach aufliegenden Versteckmöglichkeiten, unter die sich die Tiere tagsüber bevorzugt zurückziehen.

Als Laichgewässer dienen meist flache, sonnenexponierte Pfützen, die sich schnell erwärmen und so eine schnelle Larvalentwicklung ermöglichen, andererseits aber auch schnell austrocknen können. So erreichten in den trockenen Jahren 1989 und 1990 an vielen Stellen nur wenige Kaulquappen die Metamorphose.

Eine sonnenexponierte Lage ist auch für das Landhabitat von entscheidender Bedeutung; u. a. aus diesem Grunde gehen die Bestände mit fortschreitender Sukzession zurück (z. B. Kiesgrube gegenüber NSG Meschenich).

JAHRESRHYTHMUS

Ruf- und Laichaktivitäten beginnen im April und enden unter günstigen Bedingungen erst Ende August. Frisch umgewandelte Jungtiere fanden sich von Juni bis September. Kaulquappen, die ihre Metamorphose im Herbst nicht mehr erreichen, sterben ab. Die letzten Kreuzkröten ließen sich bis Ende September beobachten.

BESTAND

Die Kreuzkröte ist mit 33 Fundorten (32 Populationen, 1 Biotop mit Einzelbeobachtung) auf Kölner Stadtgebiet gut vertreten und zur Zeit nicht gefährdet. Dies lässt sich zu einem großen Teil auf die hohe Kiesgrubendichte zurückführen, denn auch in vergleichbaren Städten entlang des Rheins, wie z. B. in Düsseldorf (GLAW & SCHÜTZ 1988) und Duisburg (KLEWEN 1988) ist die Kreuzkröte ebenfalls selten.

Rasterkartierung Raum Köln

Als typische Pionierart ist *Bufo calamita* starke Schwankungen in der Populationen unterworfen. Durch ständige Erdbewegungen verändert sich das Erdbild von in Betrieb befindlichen Kiesgruben oftmals schnell und dramatisch. Dabei werden viele Kreuzkröten verschüttet und Laichgewässer zerstört. Es hat daher auf den ersten Blick den Anschein, als gefährdeten diese Aktivitäten die Krötenbestände. Dennoch erwiesen sich die in Betrieb befindlichen Abgrabungen oft als am stärksten besiedelt.

Die zukünftige Bestandsentwicklung hängt daher im wesentlichen davon ab, ob geeignete Abgrabungen auch zukünftig in entsprechender Zahl zur Verfügung stehen werden bzw. ob während und nach der Rekultivierung offene Flächen und geeignete Laichgewässer erhalten bleiben.

WEITERE ANGABEN

Von MITTMANN wurden in Rodenkirchen (R) und Weidenpesch (W) insgesamt 56 Männchen vermessen, die sich wie folgt über die sieben Klassen verteilen.

Länge in mm	W	R	Masse in g	W	R
46 - 50	1	0	11 - 15	3	0
51 - 55	3	0	16 - 20	14	7
56 - 60	9	5	21 - 25	22	2
61 - 65	16	4	26 - 30	6	0
66 - 70	12	0	31 - 35	2	0
71 - 75	6	0	36 - 40	0	0
76 - 80	0	0	41 - 45	0	0

3.1.11 WECHSELKRÖTE - *Bufo v. viridis* LAURENTI 1768

Frank Glaw, Miguel Vences

KENNZEICHEN

Typische Wechselkröten - wie sie meist in Bestimmungswerken abgebildet sind - lassen sich an der grünlich marmorierten Rücken- und Flankenzeichnung leicht erkennen (s. Titelbild). Viele Tiere sind allerdings erheblich undeutlicher und weniger „schön“ gezeichnet.

Eine helle Rückenlinie ist nur sehr selten ausgeprägt. Ein gutes Erkennungsmerkmal der Wechselkröte sind ihre trillernden Rufe. Zur Identifizierung von „Problemkräten“ siehe unter Kreuzkröte.

VORKOMMEN

Die Wechselkröte fehlt im westlichen Teil Europas und wird hier durch die Kreuzkröte ersetzt. Als Westgrenze gilt im allgemeinen der Rhein, der allerdings an einigen Stellen (z. B. im Kölner Raum) überschritten wird.

In Nordrhein ist die Wechselkröte auf den klimatisch begünstigten Naturraum „Niederrheinische Bucht“ beschränkt (GLAW & VENCES 1991). Aus Westfalen sind bisher lediglich Einzelfunde bekannt geworden (KLEWEN 1981).

In Köln bewohnt die Wechselkröte fast ausschließlich Kiesgruben. Rechtsrheinisch sind die Gruben im Raum Porz geschlossen besiedelt. Die nördlichsten Populationen leben in Gremberg und Merheim. ORTMANN fand zudem in den Jahren 1986-89 regelmäßig zwischen 5 und 20 Wechselkröten in der Kiesgrube Kalkweg bei Deilbrück. Wir konnten jedoch bei mehreren Begehung im gleichen Zeitraum und 7 gezielten Nachweisversuchen im Frühling 1991 keine einzige Wechselkröte feststellen und halten daher die Existenz einer Population in dieser Grube für äußerst fraglich. Das durch Aussetzungen entstandene Vorkommen an der Kiesgrube am Hornpottweg ist inzwischen wieder erloschen.

Linksrheinisch ist die Wechselkröte in den meisten Kiesgruben vertreten. Nicht besiedelt sind die Gruben „Studentendorf“ bei Efferen, „Vogelsang“ (nur Einzelfund) und „Bitterstückchen“ sowie alle Abgrabungen, die nördlich der Linie Weidenpesch-Pulheim liegen. Diese Linie bildet gleichzeitig die nördliche Arealgrenze der Wechselkröte im Rheintal (vgl. GLAW & VENCES 1991).

Zur historischen Verbreitung liegen folgende Angaben vor:

BÖLSCHE (nach DÜRIGEN 1897) nennt die Wechselkröte für die „Mülheimer Haide“, was GLANDT (1975) als „Köln Mülheim“ interpretiert. Weitere ältere Fundorte sind „Rodenkirchen“ und „Botanischer Garten Köln“ (THIELE nach GLAW & VENCES 1991).

Beobachtungen zur Biologie von *Alytes obstetricans* in Nordwestiberien

mit 8 Abbildungen und 3 Tabellen der Verfasser

Zusammenfassung

Beobachtungen an *Alytes obstetricans boscai* in Nordwestspanien werden mit den bislang publizierten Angaben zur Biologie der Gattung *Alytes* verglichen. Die Anzahl der von Männchen getragenen Eier variiert ebenso wie die Schlupfquote der Gelege zwischen verschiedenen Populationen. Die Fortpflanzungsperiode von *A. obstetricans* weist dagegen über das gesamte Verbreitungsgebiet kaum Schwankungen (maximal 6 Wochen) auf. Die Nahrung von *A. obstetricans boscai* ist stark vom Lebensraum der jeweils untersuchten Population abhängig. Während der Fortpflanzungszeit wird die Nahrungsaufnahme eingeschränkt. Im Unterschied zu den Weibchen bevorzugen die Männchen kleinere Beutetiere. Farbanomalien und das Feindabwehrverhalten von *A. obstetricans boscai* werden dokumentiert.

Abstract

Observations on the biology of *Alytes obstetricans boscai* in Galicia (NW-Spain) are compared with published data on the genus *Alytes*. The size of *A. obstetricans* »male clutches« and the percentage of successfully hatched eggs vary in different populations, whereas the breeding period of this species is nearly the same (max. difference 6 weeks) in the whole distribution area.

Food of *A. obstetricans boscai* differs depending on the habitat. During the breeding season feeding is limited. In comparison to females, males prefer smaller prey. Some pigmentation anomalies and the anti-predator posture of *A. obstetricans boscai* are documented.

Resumen

Observaciones sobre la biología de *Alytes obstetricans boscai* en Galicia se comparan con los datos publicados sobre el género *Alytes*. El numero de huevos transportados por los machos varía entre poblaciones diferentes de *A. obstetricans*, al igual que el porcentaje de huevos eclosionados. El período reproductor, al contrario, no muestra diferencias importantes (diferencia máxima: 6 semanas) en todo el área de distribución de la especie.

La alimentación de *A. obstetricans boscai* varía según el hábitat. La especie parece limitar su alimentación durante el período reproductor. Comparado con las hembras, los machos prefieren presas más pequeñas. Se describen varias anomalías de coloración y la reacción antipredador de *A. obstetricans boscai*.

Einleitung

Die Erforschung der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) weist eine interessante Geschichte auf. Die Erstbeschreibung durch LAURENTI erfolgte im Jahr 1768. Gut hundert Jahre später untersuchten DE L'ISLE (1876) und HERON-ROYER (1883, 1886) das Fortpflanzungsverhalten dieser Art. Nach der Jahrhundertwende folgten die bis heute umstrittenen Experimente von KAMMERER (z. B. KAMMERER 1906). Danach hätten sich, nachdem *Alytes*-Eier über mehrere Generationen im Wasser aufgezogen würden, Geburtshelferkröten mit Brunftschielen entwickelt, die sich im Wasser fortbewegen. Zu einem aufsehenerregenden Skandal kam es, als dem Lamarckisten KAMMERER Wissenschaftsbetrug vorgeworfen wurde: Der amerikanische Herpetologe NOBLE entdeckte, daß in die angeblichen Brunftschielen Tusche injiziert worden war. KAMMERER nahm sich daraufhin das Leben. Seine

Arbeiten wurden seitdem geächtet, obwohl ungeklärt blieb, ob er die Tusche selbst injiziert hatte. Von MEISTERHANS (1969) und HEINZMANN (1970) wurden dann Biologie und Ökologie von *Alytes o. obstetricans* umfassend bearbeitet.

Mit der Biologie von *Alytes obstetricans* auf der Iberischen Halbinsel beschäftigen sich verschiedene Untersuchungen (CRESPO 1979, CURT & GALAN 1981, MALKMUS 1982b, READING & CLARKE 1988, MARQUEZ 1989). Die hier lebenden Geburtshelferkröten wurden 1879 von LATASTE als *Alytes obstetricans boscai* beschrieben und unterscheiden sich von der Nominatform durch breitere Köpfe und eine variablene Zeichnung. Auch elektrophoretisch lassen sich Unterschiede feststellen (ARNTZEN & SZYMURA 1984).

Der folgenden Untersuchung liegen Beobachtungen des Autors P.G. über den Zeitraum von 15 Jahren sowie Beobachtungen der Autoren

G.F.A., M.V. und F.G. in den Jahren 1988 und 1989 zugrunde, die sich auf die Umgebung von La Coruña (max. 200 m ü. NN) und den Ercina-See (Lago Ercina) bei Covadonga (Asturien, 1100 m ü. NN) beziehen. Von 74 Exemplaren, die in den Jahren von 1974 bis 1979 in der Provinz La Coruña gefangen wurden, untersuchten wir den Mageninhalt.

Von *A. obstetricans* sind bisher drei Unterarten bekannt: *A. o. obstetricans* bewohnt Westeuropa außer der Iberischen Halbinsel, *A. o. boscai* kommt in Spanien und Portugal vor. Die marokkanische *A. o. maurus* zeigt nur geringe elektrophoretische Unterschiede zu *A. o. boscai* und hat daher vermutlich erst in jüngerer Zeit in Nordafrika Fuß gefaßt, wo sie möglicherweise durch den Menschen eingeführt wurde (ARNTZEN & SZYMURA 1984). Daneben enthält die Gattung *Alytes* noch die Iberische Geburtshelferkröte *A. cisternasii* (Abb. 7) und die erst 1981 auf Mallorca lebend entdeckte Balearenkröte *A. muletensis* (Abb. 8), die zuvor bereits durch SANCHIZ & ADROVER (1979) anhand von Fossilfunden als *Baleaphryne muletensis* beschrieben wurde. Neben unseren eigenen Beobachtungen wollen wir hier durch Vergleichende verschiedener Literaturangaben eine knappe Zusammenfassung des bisherigen Kenntnisstandes zur Biologie der Gattung *Alytes* liefern.

Jahresperiodik

Die Fortpflanzungsaktivität von *A. obstetricans* erstreckt sich über einen relativ langen Zeitraum. Wir fanden bei La Coruña Männchen mit Eischnüren von Februar (früheste Beobachtung: 12.2.83) bis August (späteste Beobachtung: 21.8.81), mit einem Maximum zwischen März und Juni.

Diese Ergebnisse stimmen weitgehend mit den Angaben von CRESPO (1979) überein, der in Nordportugal Männchen mit Eiern von März bis Juli fand, während brutpflegende *A. cisternasii* von September bis April gefunden wurden (CRESPO 1979, LOPEZ JURADO et al. 1979). Das Fortpflanzungsmaximum dieser Art befindet sich in den Monaten Oktober und November (LOPEZ JURADO et al. 1979). Eiertragende *A. muletensis* findet man von April bis Juli (ALCOVER et al. 1984).

Bei Hochgebirgspopulationen von *A. o. boscai* kann sich die Fortpflanzungsperiode etwas länger hinziehen. So fanden wir im August am Lago Ercina in Asturien (1100 m) noch viele Männchen mit kaum entwickelten Eiern. In Mitteleuropa pflanzt sich *A. o. obstetricans* von April bis September fort (MEISTERHANS 1969, HEINZMANN 1970, BUCHHOLZ 1989). Die ersten frischgeschlüpften *A. obstetricans*-Larven tauchten bei La Coruña im April auf, und ihre Anzahl stieg bis zum Ende des Sommers. Von Juli bis Oktober fanden sich große Mengen metamorphosierender Larven. In den permanenten Gewässern überwintern viele *Alytes*-Larven. Sie können dann eine Länge von über 11 cm(!) erreichen. Während der trockenen Sommermonate vergraben sich bei La Coruña die meisten Geburtshelferkröten und sind nur selten zu beobachten. Mit dem Einsetzen der Niederschläge im Herbst steigt die Aktivität der Tiere noch einmal an, wird im Winter dann wieder reduziert, jedoch nie ganz eingestellt. Eine echte dauerhafte Winterstarre findet nicht statt. Die Hauptaktivitätsperiode erstreckt sich von März bis Mai. Während dieser Zeit werden die Tiere hier häufig Opfer von Ringelnattern (*Natrix natrix astreptophora*), die oft weit entfernt vom Wasser zu finden sind. Frisch gefangene Ringelnattern erbrachen spontan bis zu vier Geburtshelferkröten. Die Kaulquappen werden oft von Vipernattern (*Natrix maura*) gefressen.

Kaulquappen fanden wir in größerer Anzahl sowohl in stehenden Gewässern als auch an ruhigen Stellen schnellfließender Bäche, die hier ebenso als Laichgewässer dienen (siehe auch MALKMUS 1982 b). Entscheidend für das Vorkommen der Art in Nordwestiberien scheint nicht der Laichgewässertyp, sondern das Vorhandensein geeigneter Landhabitatem (offene, steinige Stellen) zu sein.

Nahrung

Der Magen von 31 der 74 untersuchten Geburtshelferkröten war leer; dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß alle Tiere in den Monaten März, April und Mai, also während der Fortpflanzungsperiode, gesammelt wurden. Dafür spricht auch, daß mehr als die Hälfte der Männchen und Weibchen mit

Tabelle 1: Beutetiere von *Alytes obstetricans boscai* in der Provinz La Coruña

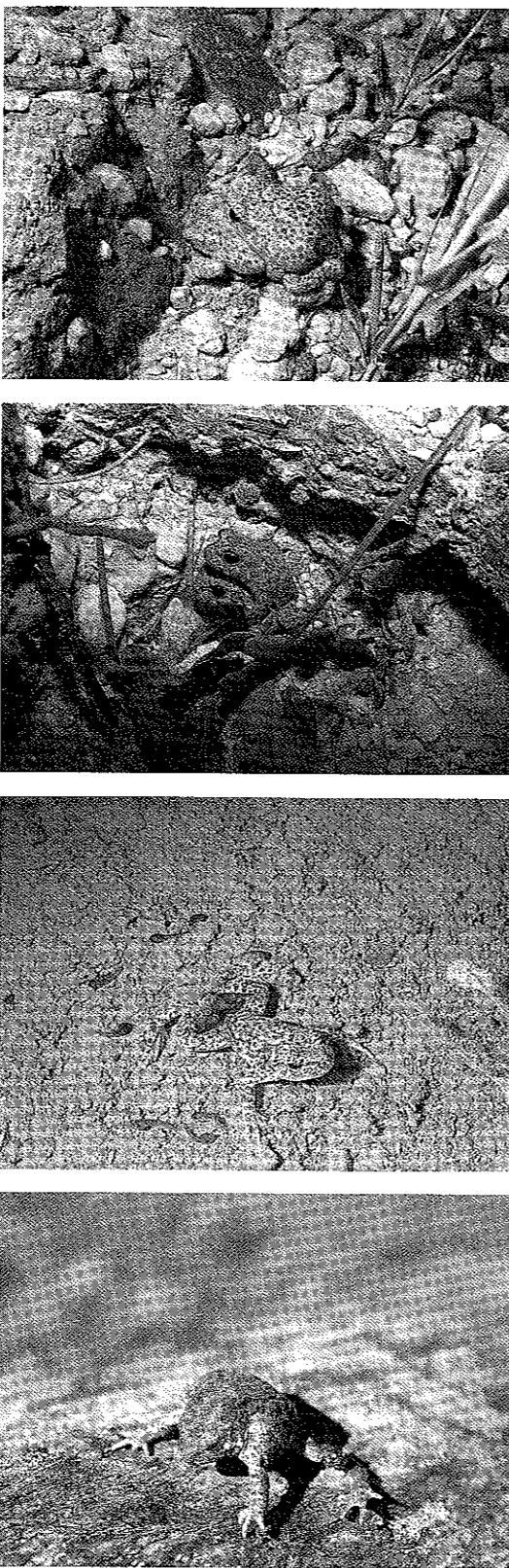
	Männchen	Weibchen mit Laichansatz	Weibchen ohne Laichansatz	Subadulte	Juvenile	Total
Anzahl	32	24	4	10	4	74
Anzahl der Beutetiere	51	34	16	77	17	195
% ohne Mageninhalt	56	58	0	20	0	46
durchsch. Volumen (Kubikmillimeter) der Beute	28	57	69	9	3	-
Beutetiere in %						
Regenwürmer (Ordnung Oligochaeta)	1	6	6	1	1	2
Nacktschnecken (Klasse Gastropoda)	2	3	12	4	1	4
Asseln (Ordnung Isopoda)	2	12	1	9	1	6
Hundert-/Tausendfüßler (Klasse Myriopoda)	8	1	1	1	6	3
Spinnen (Ordnung Araneae)	31	14	25	20	47	25
Weberknechte (Ordnung Opiliones)	1	1	6	3	1	2
Springschwänze (Ordnung Collembola)	1	1	1	26	24	12
Käfer (Ordnung Coleoptera)	37	29	6	14	12	22
Fliegenlarven (Ordnung Diptera)	12	12	19	1	1	7
Schmetterlingslarven (Ordnung Lepidoptera)	1	9	19	1	1	3
andere Insekten	8	15	6	23	12	16

Laichansatz nichts gefressen hatten. Auch MEISTERHANS (1969) erwähnt, daß adulte *A. o. obstetricans* während der Fortpflanzungszeit nur selten aktiv auf Nahrungssuche gehen. Die in Tabelle 1 dargestellte Zusammensetzung der Nahrung von *Alytes obstetricans* in der Provinz La Coruña weicht in gewissem Maße von den Angaben von LIZANA et al. (1986) für *A. obstetricans* in der Provinz Salamanca bzw. MELLADO (1976) und CRESPO (1979) für *A. cisternasii* ab. In der Provinz La Coruña ist besonders auffällig, daß Ameisen, sonst ein Hauptbestandteil der Nahrung, nicht gefressen werden. Dieser Unterschied hängt vermutlich mit den unterschiedlichen Habitaten zusammen, denn die erwähnten Publikationen beziehen sich auf stärker mediterran geprägte Gebiete. Insgesamt hängt die Beutewahl erwartungsgemäß stark von dem Habitat ab: Es werden in erster Linie bodenlebende Tiere überwältigt, viele von ihnen, so die unter den Beutetieren stark vertretenen Laufkäferarten, sind typische Bewohner von offenen und steinigen Flächen, die auch von Geburtshelferkröten bevorzugt werden.

Interessant ist, daß Weibchen ohne Laichansatz mehr und größere Beutetiere fressen als die anderen Adulten. Die Männchen scheinen dagegen kleinere Beutetiere zu bevorzugen. Jungtiere und Subadulte fressen erheblich kleinere, dafür aber auch die meisten Beutetiere. Es fällt auf, daß der Anteil von Käfern an der Nahrung mit zunehmender Größe der Geburtshelferkröten stark ansteigt. Dasselbe Phänomen stellten LIZANA et al. (1986) auch bei anderen Anuren fest.

Fortpflanzungsverhalten und Entwicklung der Eier

Im Mai 1989 sahen wir bei La Coruña nachts mehrmals Paarungen, immer an Stellen, an denen sich drei bis vier Geburtshelferkröten nahe beieinander aufhielten. Die einzelnen Phasen der Paarung (s. Abb. 1 u. 2) stimmten mit den Beschreibungen in der Literatur überein (DE L'ISLE 1876, HERON-ROYER 1883, 1886, MEISTERHANS 1969, HEINZMANN 1970) von denen auch die Paarung von *A. cisternasii* (beschrieben von LOPEZ JURADO et al. 1979) nicht abweicht. Ein abweichendes Paarungsverhalten wird von MARTINEZ RICA et al. (1984) für *A. muletensis* angegeben: Zuerst Kopfamplexus, dann axillare Umklammerung. Dieses Verhalten wurde nach Stimulierung durch Hormone beobachtet. Im Rahmen der von MEISTERHANS (1969) beschriebenen Variabilität könnte es aber mit dem von *A. obstetricans* übereinstimmen.



Während der Entwicklungszeit der Eier konnten wir niemals beobachten, daß die Männchen aus La Coruña die Eier durch Aufsuchen von Wasser aktiv befeuchteten, was z. B. nach MARTINEZ RICA et al. (1984) bei *A. obstetricans* täglich geschehen soll. Auch MEISTERHANS (1969) sowie BUCHHOLZ und MARQUEZ (mündl. Mitt.) konnten ein derartiges Verhalten nicht beobachten. Ein Kontakt mit Wasser führte bei von uns im Terrarium gehaltenen Exemplaren zum Verpilzen der Eier oder zum vorzeitigen Schlupf. Auch bei *A. cisternasii* und *A. muletensis* konnte ein Befeuchten der Eier nie beobachtet werden (LOPEZ JURADO et al. 1979 bzw. MARTINEZ RICA et al. 1984).

Am Lago Ercina dagegen fanden wir mehrere *A. o. boscai*-Männchen mit noch wenig entwickelten, gelben Eiern im Wasser. Auch bei einer zentralspanischen Hochgebirgspopulation beobachteten wir viele Geburtshelferkröten, die sich in einer trockenen Sommernacht im Wasser aufhielten. Darunter befanden sich sowohl Tiere ohne Eischnüre als auch solche mit gelben Eiern.

Eine bemerkenswerte Form der Brutpflege beobachtete MALKMUS (1983) bei *A. cisternasii*: Im Terrarium gehaltene, eiertragende Männchen suchten von sich aus mikroklimatische Nischen auf, in denen für die Eier besonders günstige Bedingungen herrschten, oder stellten solche durch das Graben von Erdhöhlen selbst her. Das Verhalten der eiertragenden Männchen wich nach dem genannten Autor in diesem Sinne erheblich von dem anderer Exemplare ab.

MEISTERHANS (1969) beobachtete, daß eiertragende *A. o. obstetricans*-Männchen bei sehr nassen Boden die Hinterbeine hochstemmten, so daß die Eier keinen Bodenkontakt mehr hatten. Eines Nachts im Mai fanden wir bei La Coruña

ein an ein Gewässer wanderndes Männchen mit schlupfreifen Eiern. Nachdem es sich ins Wasser begeben hatte, tauchte es ca. 5 cm ab und verharrete bewegungslos auf dem Bodengrund. Nach einigen Minuten schlüpften die Kaulquappen in drei Schüben, die jeweils von heftigen Bewegungen einer Quappe ausgelöst wurden, und blieben zunächst bewegungslos am Bodengrund (Abb. 3). Danach verharrete das Männchen noch mehrere Minuten, streifte dann durch Schwimmbewegungen die leeren Eihüllen ab und begab sich wieder an Land. Dies weicht von den Beobachtungen von BUCHHOLZ und MARQUEZ (mündl. Mitt.) ab, die ein Untertauchen der Männchen nur in Ausnahmefällen und nur für kurze Zeit beobachteten.

Aktive schlupffördernde Bewegungen des Männchens sahen wir nicht. Auch MEISTERHANS (1969) und HEINZMANN (1970) konnten bei *A. o. obstetricans* ein »Strampeln« nur beim Abstreifen der bereits leeren Eihüllen beobachten. LOPEZ JURADO et al. (1979) und MARQUEZ (mündl. Mitt.) konnten dagegen bei *A. o. boscai* und *A. cisternasii* schlupffördernde Strampelbewegungen feststellen.

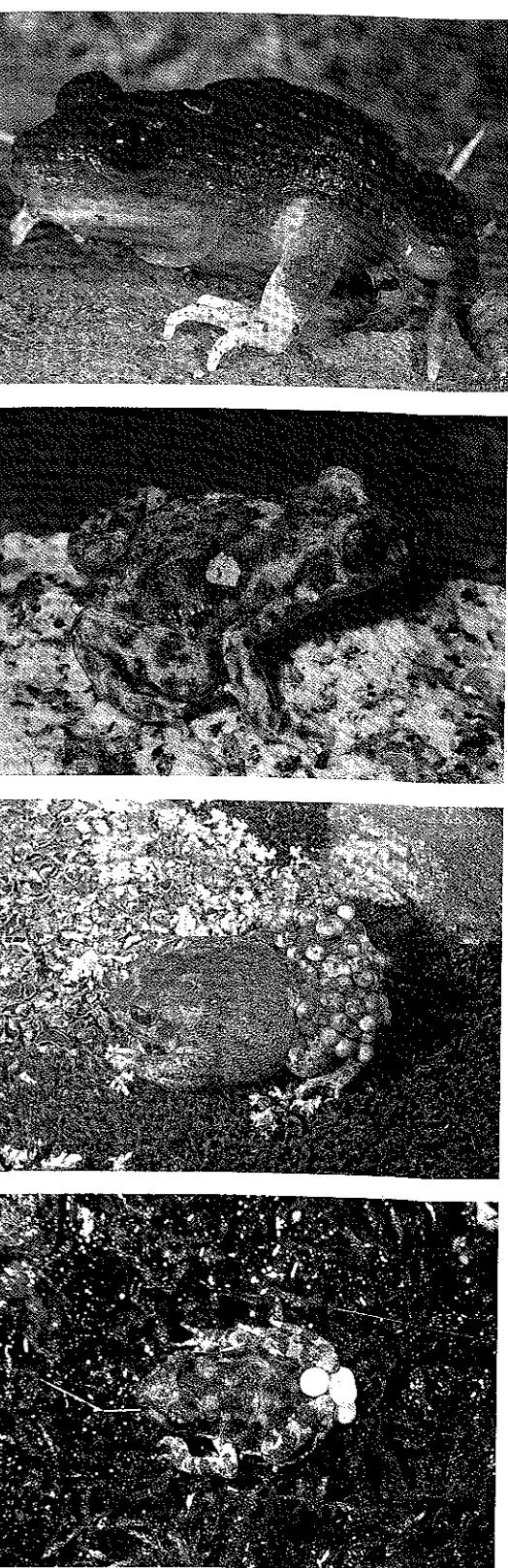
Leere Eihüllen fanden wir zwischen 50 und 160 cm vom Ufer entfernt, normalerweise in flachem Wasser (6-20 cm tief). In Ausnahmefällen fanden wir aber auch einige Eihüllen in bis zu einem Meter tiefem Wasser.

Die Schlupfquoten, die wir anhand dieser leeren Eihüllen ermittelten konnten, weisen von Biotop zu Biotop erhebliche Unterschiede auf. Der Vergleich mit den Angaben in der Literatur bestätigt diese Unterschiede (Tabelle 2). Starke Unterschiede bestehen auch bezüglich der Eizahl, die die Männchen tragen (hier bezeichnet als Gelegegröße). Neuere Untersuchungen (READING & CLARKE 1988, MARQUEZ

Abbildungen von oben nach unten:

- Abb. 1: Erste Phase der Paarung von *A.o.boscai* (Lendenamplexus). Foto: VENCES
- Abb. 2: Zweite Phase. Das Männchen ist zum Kopfamplexus übergegangen undwickelt sich die Eischnüre um die Hinterbeine. Foto: GLAW
- Abb. 3: Untergetauchtes Männchen beim Schlupf der Larven. Foto: VENCES
- Abb. 4: Feindabwehrreaktion von *A.o.boscai*. Foto: VENCES

herpetofauna 12 (65) April 1990



Abbildungen von oben nach unten:

- Abb. 5: Melanotische Geburtshelferkröte mit partiellem Albinismus. Foto: VENCES
- Abb. 6: Weibchen von *A.o.boscai* aus Peñalara (Madrid) mit gelbem Fleck auf der Flanke. Foto: GARCIA-PARIS
- Abb. 7: *Alytes cisternasii*. Foto: VENCES
- Abb. 8: *Alytes muletensis*. Foto: GARCIA-PARIS

herpetofauna 12 (65) April 1990

Tabelle 2: Schlupfquoten von *Alytes*-Gelegen

Quelle	Art	Herkunft	Anzahl Gelege	% unbefruchtet	% abgestorben	% insgesamt nicht geschlüpft
eigene Daten, 1981	<i>A.o.b.</i>	La Coruña	23	5	0	5 (0-15)
eigene Daten, 1989	<i>A.o.b.</i>	La Coruña	17	6	18	24 (0-100)
READING & CLARKE 1988	<i>A.o.b.</i>	Salamanca	161	6,66	2,51	9,17
eigene Daten, 1989	<i>A.o.b.c.</i>	Düren BRD	10	1	1	2
BUCHHOLZ, 1989	<i>A.o.b.o.</i>	Vorröhengebirge	42	?	?	15,3 (0-69)
L. JURADO et al. 1979	<i>A.c.</i>	Cordoba	9	3,3	9,7	13

1989, BUCHHOLZ 1989) haben gezeigt, daß ein Männchen gleichzeitig Eier von bis zu drei, in Ausnahmefällen sogar von vier Weibchen tragen kann. Auch die Weibchen können sich mehrmals verpaaren. Tabelle 3 zeigt, daß es zwischen verschiedenen *A. obstetricans*-Populationen erhebliche Unterschiede bezüglich der Gelegegröße gibt.

Deutliche Unterschiede bestehen aber auch zwischen den drei Arten. *A. cisternasii* (Abb. 7) trägt durchschnittlich die größten Gelege, während *A. muletensis* (Abb. 8) erheblich weniger Eier trägt als die beiden anderen Arten. *A. muletensis* scheint auch nur Gelege von jeweils einem Weibchen aufzunehmen (MARTINEZ RICA et al. 1984).

Schon oft ist auf die Beziehung von Anzahl und Größe bei Amphieneiern hingewiesen worden (für *Alytes* z. B. von CRESPO 1979): Je geringer die Anzahl, desto größer die einzelnen Eier. Während die wenigen Eier von *A. muletensis* deutlich größer sind als die der beiden anderen Arten, ist dieser Unterschied zwischen *A. cisternasii* und *A. obstetricans* nicht so stark ausgeprägt (vgl. Tabelle 3). Die Angaben von HERRMANN et al. (1987) und ENGELMANN et al. (1986), nach denen der Durchmesser der *A. cisternasii*-Eier 1,2 mm bzw. 1,2 mm betragen soll, dürften auf Druckfehlern beruhen. Insgesamt scheinen die Eier von *A. cisternasii* aber tatsächlich etwas kleiner zu bleiben als die von *A. obstetricans*. Die Größe der Eier wird auch durch die Feuchtigkeit beeinflußt. Am Lago Ercina fanden wir manche *A. obstetricans*-Männchen, die weit entwickelte Gelege mit zum Teil bereits vertrockneten Eiern trugen. Der Durchmesser von derartig ausgetrockneten Eiern betrug durchschnittlich 2,5 mm, gegenüber mindestens 3,5 mm bei normalen Eiern der gleichen Entwicklungsstufe.

Noch nicht eindeutig geklärt scheint die Frage, ob die Größe des Geleges von der Größe des Männchens abhängig ist. READING & CLARKE (1988) konnten einen solchen Zusammenhang bei *A. o. boscai* nicht nachweisen, während MARQUEZ (1989) ihn sowohl bei *A. cisternasii* als auch bei *A. o. boscai* fand.

Feindabwehrverhalten

MALKMUS (1982a) beschreibt das Feindabwehrverhalten von *A. cisternasii* folgendermaßen: Das Tier »dehnte die Hinterbeine bis zur maximal möglichen Streckung, hob dabei den gesamten Körper, drückte den Kopf mit geschlossenen Augen zwischen die gespreizten, schräg nach außen gewinkelten, wenig gehobenen Vorderbeine, vergrößerte durch Aufblähen das Körpervolumen und verharrte ca. 6 Sekunden lang starr in dieser Stellung.« Eine identische Feindabwehrstellung konnten wir mehrere Male bei *A. o. boscai* beobachten (Abb. 4). Sie ließ sich, wenn auch nicht immer in der extremsten Form, am besten provozieren, wenn man eine Schlange in die Nähe des Tieres brachte, und hielt z. T. mehrere Minuten lang an. Einen quäkenden Laut und eine starke Sekretabsonderung, wie sie MALKMUS (1982a) bei *A. cisternasii* während der Feindabwehrstellung beobachtete, konnten wir bei *A. o. boscai* nicht wahrnehmen.

Ähnliche Feindabwehrstellungen sind für den Südamerikanischen Ochsenfrosch (*Leptodactylus pentadactylus*) und die Erdkröte (*Bufo bufo*) dokumentiert worden (VILLA 1971 bzw. CURT & GALAN 1982).

Farbanomalien

Albinismus von *Alytes obstetricans* wurde bereits von HERON-ROYER (1886) beschrieben. Bei Arteixo (La Coruña) fanden wir jedoch

Tabelle 3: Gelege- und Eigrößen von *Alytes*

Quelle	Art	Herkunft	Anzahl Gelege	Geleegröße (Männchen-Gelege)	Eidurchmesser (mm)
CRESPO, 1979	<i>A.c.</i>	Portugal	?	73 (42-119)	2,6 - 4,2
L. JURADO et al. 1979	<i>A.c.</i>	Cordoba	9	104 (46-143)	3,5 - 4,4
MALKMUS, 1983	<i>A.c.</i>	Portugal	4	73 (48-116)	
MARQUEZ, 1989	<i>A.c.</i>	Badajoz	180	87 (20-180)	
eigene Daten, 1989	<i>A.o.b.</i>	La Coruña	17	34 (6-53)	
eigene Daten, 1981	<i>A.o.b.</i>	La Coruña	23	55 (24-75)	
eigene Daten, 1981	<i>A.o.b.</i>	La Coruña	5	—	3,6 - 4,5
eigene Daten, 1989	<i>A.o.b.</i>	Lago Ercina	19	38 (5-120)	2,2 - 4,5
READING & CLARKE, 1988	<i>A.o.b.</i>	Salamanca	161	77 (32-171)	
CRESPO, 1979	<i>A.o.b.</i>	Portugal	?	63 (35-95)	2,8 - 4,9
MARQUEZ, 1989	<i>A.o.b.</i>	Huesca	190	73 (25-170)	
eigene Daten, 1989	<i>A.o.b.o.</i>	Düren, BRD	10	27 (21-33)	
BUCHHOLZ, 1989	<i>A.o.b.o.</i>	Vorröhengebirge	148	51 (24-142)	3,0 - 3,5 (frisch abgelaicht)
Alcover et al. 1984	<i>A.m.</i>	Mallorca	9	9,8 (7-12)	4,3 - 7,0
M. RICA et al. 1984	<i>A.m.</i>	Mallorca	?	10-24	

mehrfaßt junge Geburtshelferkröten, deren Körper auffallend dunkel und deren Vorderbeine und Bauchseite pigmentlos waren (Abb. 5). Daneben trat auch ein völlig schwarz gefärbtes Exemplar mit ebenfalls transparenter Bauchhaut auf. Pigmentlose Extremitäten bei der Geburtshelferkröte beobachtete auch WOLTERSTORFF (1941): Eine *Alytes*-Quappe entwickelte nach einer Verletzung des linken Hinterbeins 12 Beinregenerate, 4 davon pigmentlos. Einen anderen Fund machte GRIMM (1951): Ein Jungfrosch, wahrscheinlich *Rana temporaria*, zeigte auffällige Pigmentarmut im Bereich der Extremitäten, während der Rücken ziemlich gleichmäßig bräunlich-rosa gefärbt war und im Laufe der Zeit nachdunkelte. Der Bauch erschien geradezu glasig durchschimmernd. Die Augen dieses Tieres waren außerordentlich pigmentarm, bei Beleuchtung rötlich schimmernd. Die von uns gefundenen Geburtshelferkröten wiesen dagegen einfarbig schwarze Augen auf.

Mit dieser Farbanomalie vergleichbar dürfte auch ein von LANZA et al. (1986) abgebildetes Exemplar des Schleuderzungsalamanders *Hydromantes flavus* mit schwärzlichem Körper und rosa gefärbten Extremitäten sein. Auch einige Farbvarianten nordamerikanischer Salamander (*Plethodon jordani*, *Desmognathus ochrophaeus*, *Ensatina escholtzii*) zeigen die Kombination von dunkler Rückenseite, einfarbig

schwarzen Augen, pigmentarmen Bereichen um die Kehle und auffällig hell gefärbten Beinen (vgl. BEHLER & KING 1979). Obwohl hier teilweise einige Unterschiede im Detail vorliegen (z. B. Beine rot anstatt pigmentlos, Füße normal gefärbt), könnte diese Parallelität auf größere Übereinstimmungen zwischen Schwanz- und Froschlurchen in der Pigmentmusterbildung während der Extremitätenentwicklung hinweisen.

Eine Geburtshelferkröte wies einen deutlichen schwarzen Fleck auf dem Kopf auf, ähnlich wie wir es für Kreuzkröten beschrieben haben (VENCES & GLAW 1988), während ein bei Peñalara (Madrid) gefangenes Weibchen einen gelben Fleck an einer Flanke aufwies (Abb. 6). Hiermit vergleichbar dürften die von PRACHT & ROGNER erwähnten gelben Flecken auf dem Rücken von Gelbauchunken sein.

Literatur:

- ALCOVER, J.A., J. MAJOL, D. JAUME, G. ALOMAR, G. POMAR & J. JURADO (1984): Biología i ecología de les poblacions relictes de *Baleaphryne muletensis* a la muntanya mallorquina. In: HEMMER, H. & J. A. ALCOVER: Historia biológica del Ferreret.- Ciutat de Mallorca, S. 129-151.
- ARNTZEN, J. W. & J. M. SZYMURA (1984): Genetic differentiation between African and European midwife toads (*Alytes*, *Discoglossidae*).- Bijdragen tot de Dierkunde, 54 (2): 157-162.
- BEHLER, J. L. & F. W. KING (1979): The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians.- New York, (Knopf), 743 S.

- BUCHHOLZ, S. (1989): Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie und Populationsdynamik einer Freilandpopulation von *Alytes o. obstetricans* (Amphibia, Anura, Discoglossidae).- Diplomarbeit, Universität Würzburg, 81 S.
- CRESPO, E. G. (1979): Contribuição para o conhecimento da biologia dos Alytes ibéricos, *Alytes obstetricans boscai* LATASTE 1879 e *Alytes cisternasi* BOSCA 1879 (Amphibia-Salientia).- A problemática da especiação de *Alytes cisternasi*.- Dissertation, Universitat Lissabon, 399 S.
- CURT J. & P. GALAN (1982): Esos anfibios y reptiles gallegos.- Pontevedra, 166 S.
- DE L'ISLE, A. (1876): Mémoire sur les moeurs et l'accouplement de l'*Alytes obstetricans*.- Ann. Sci. Nat., 6: 1-51.
- ENGELMANN, W.-E., J. FRITZSCHE, R. GUNTHER & F.J. OBST (1986): Lurche und Kriechtiere Europas.- Leipzig (Neumann), 420 S.
- GRIMM, H. (1951): Ein Frosch (*Rana temporaria?*) mit angeborenem Pigmentmangel.- Zool. Anz. 145 (1/2): 55-56.
- HEINZMANN, U. (1970): Untersuchungen zur Bio-Akustik und Ökologie der Geburtshelferkröte, *Alytes o. obstetricans* (LAURENTI).- Oecologia, 5: 19-55.
- HERON-ROYER, L.F. (1883): Caractères embryonnaires externes de l'Alyte accoucheur *Alytes obstetricans* à partir de la ponte jusqu'à l'écllosion de la larve.- Bull. Soc. Zool. Fr., 8: 417-436.
- (1886): Sur la reproduction de l'albinisme par voie hereditaire chez l'Alyte accoucheur et sur le accouplement de ce batracien.- Bull. Soc. Zool. Fr., 11: 671-679.
- HERRMANN, H.-J., U. KOEPERNIK, W. MATZ, R. BECK, R. GASSEL & V. UTJESHOV (1987): Systematik, Verbreitung, Biologie, Ökologie und Terrarienhaltung der Discoglossidae GÜNTHER 1859, (Amphibia, Anura).- Veröff. Naturhist. Mus. Schleusingen 2: 2-30.
- KAMMERER, P. (1906): Experimentelle Veränderung der Fortpflanzungstätigkeit bei Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) und Laubfrosch (*Hyla arborea*).- Rouxs Archiv f. Entw.-Mech. d. Organismen 22: 48-140.
- LANZA, B., G. NASCETTI & L. BULLINI (1986): A new species of *Hydromantes* from eastern Sardinia and its genetic relationships with the other Sardinian plethodontids (Amphibia:Urodela).- Boll. Mus. reg. Sci. nat., Torino 4 (1): 261-289.
- LATASTE, F. (1879): Sur une nouvelle form de Batracien Anure d'Europe (*Alytes obstetricans boscai* n. subsp.).- Rev. Int. Sci. Paris, 2: 543-545.
- LIZANA, M., M.J. CIUDAD & V. PEREZ MELLADO (1986): Uso de los recursos troficos en una comunidad ibérica de anfibios.- Rev. Esp. Herpetología 1: 207-271.
- LOPEZ JURADO, L.F., M.R. CABALLERO & L. DOS-SANTOS FREITAS (1979): Biología de la reproducción de *Alytes cisternasi* BOSCA, 1879.- Doñana, Acta Vertebrata 6(1): 5-17
- MALKMUS, R. (1982a): Bemerkungen zur Verbreitungsökologie und zum Abwehrverhalten von *Alytes cisternasi*.- herpetofauna, Weinstadt, 4 (21): 23-25.
- (1982b): Beitrag zur Verbreitung der Amphibien und Reptilien in Portugal.- Salamandra, Frankfurt/M., 18 (3/4): 218-299.
- (1983): Zur Fortpflanzungsbiologie von *A. cisternasi*.- herpetofauna, Weinstadt, 5 (25): 30-34.
- MARQUEZ DE ORENSE, R. (1989): Larger midwife toads (*Alytes cisternasi* and *Alytes obstetricans*) are better seductors but not better fathers.- Poster auf dem I. World Congress of Herpetology, Canterbury.
- MARTINEZ RICA, J.P., M.P. PARDO ARA & J. CERVANTES VALLEJO (1984): La reproducción y la conducta en cautividad del sapillo balear, *Baleaphryne muletensis*. In: HEMMER, H. & J.A. ALCOVER (Hrsg): Historia biológica del Fereret. Ciutat de Mallorca, S. 175-191.
- MEISTERHANS, K. (1969): Beiträge zur Fortpflanzungsbiologie und Ökologie der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans* LAURENTI).- Diplomarbeit, Universität Zürich, 100 S.
- MELLADO, J. (1976): Sobre la alimentación del sapo partero ibérico (*Alytes cisternasi*, BOSCA) (Anura:Discoglossidae).- Bol. Est. Cent. Ecol., 9: 81-84.
- PRACHT, A. & M. ROGNER (1987): Farbanomalien bei der Gelbbauchunke, *Bombina variegata*.- Salamandra, Bonn, 23 (1): 68-69.
- READING, C.J. & T. CLARKE (1988): Multiple clutches, egg mortality and mate choice in the mid-wife toad, *Alytes obstetricans*.- Amphibia-Reptilia, Leiden, 9: 357-364.
- SANCHIZ, F. B. & R. ADROVER (1979): Anfibios fosiles del Pleistoceno de Mallorca.- Doñana, Acta Vertebrata 4: 5-25.
- VENCES, M. & F. GLAW (1988): Kreuzkröten mit schwarzen Flecken im Raum Köln.- Jahrbuch für Feldherpetologie, Duisburg, 2: 127-128.
- VILLA, J. (1971): Anfibios de Nicaragua.- Managua, 216 S.
- WOLTERSTORFF, W. (1941): Abnorme Regeneration einer Hintergliedmaße bei einer Larve von *Alytes obstetricans* (Geburtshelferkröte).- Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde 1941, 326-327.

Anschrift der Verfasser:

PEDRO GALAN
Ronda de Outeiro 276-14 A,
E-15010 La Coruña

MIGUEL VENCES
Wittekindstr. 15,
D-5000 Köln 41

FRANK GLAW
Senefelder Str. 20-22,
D-5000 Köln 30

GUSTAVO FERNANDEZ ARIAS
Auda. Vilaboa,
E- Rutis-Vilaboa (La Coruña)

MARIO GARCIA-PARIS
Museo Nacional de Ciencias Naturales
c/José Gutierrez Abascal 2
E-28006 Madrid

Quercus

Observación, Estudio y Defensa de la Naturaleza

Agosto 1989 - Cuaderno 42

Agosto 1989 - 350 Pts.



Distribución de los cervíos en España.

Dormideros de almorchas.

Salamandra salamandra.

Plantación de árboles autóctonos.

Actividad batifera en las costas españolas.

Biología de la salamandra rabilarga

La regresión del bosque caducifolio ha repercutido negativamente en las poblaciones de salamandra rabilarga, un anfibio que solo sobrevive en el cuadrante noroccidental de la Península Ibérica. Sin embargo, los monocultivos de eucalipto que han sustituido en multitud de ocasiones al bosque original, no parecen ejercer un efecto pernicioso sobre tan peculiar salamandra. Ahora bien, esta aparente contradicción es sólo un esbozo de los muchos aspectos oscuros que todavía rodean la existencia de las rabilargas. Y que el autor intenta desentrañar en este artículo.

por Miguel Vences

D

esde que Bocage describiera por primera vez a la especie en el año 1863, apenas se ha investigado algo más sobre la salamandra rabilarga. De hecho, han aparecido publicados los datos más contradictorios sobre su variabilidad, biología reproductora y dis-

tribución geográfica. En tanto que muchos de estos datos pueden desestimarse con toda tranquilidad, quizá tengamos que replantearnos algunas de las presuntas narrativas que circulan sobre su período reproductor. La representación arquetípica de una

Salamandra rabilarga en actividad de caza.



bio torpe, grande y con una coloración lámbrina a base de manchas negras y amarillas, en otras palabras, una descripción que se ajusta a la de una salamandra común (*Salamandra salamandra*).

Es fácil de imaginar cuál sería entonces la sorpresa del biólogo portugués Barroso cuando, en 1863, capturó por primera vez algunas salamandras en las proximidades de Coimbra que presentaban un manifiesto contraste con la descripción anterior. El mayor de tan peculiares anfibios medía 14 centímetros, los cuales 9,5 correspondían a la cola. Todas las salamandras eran muy esbeltes, de un colorido oscuro y con dos bandas longitudinales, colorizadas cada lado del dorso, que se unían en la cola.

Ya unos años antes de la experiencia de Barroso, el naturalista gallego López Socane había tenido en sus manos algunos ejemplares de esta salamandra, pero no supo reconocerlos en ellos a una forma nueva. De este modo, fue Barroso el primero en describir a la especie y fue quien le asignó el nombre científico de *Chirolophis lusitanicus*.

Pero la salamandra rabiblanca no es sólo más pequeña, esbelta y de colores distintos, sino que también se diferencia de la salamandra común por sus pausas de comportamiento. Es capaz, por ejemplo, de perseguir a sus presas con gran deseoza hasta la punta de un tallo flexible y, en caso de peligro, sus reacciones son más parecidas a las de una lagartija que a las de una salamandra. Huile con movimientos sorprendentemente rápidos y bruscos, serpentea hasta el escondite más próximo o se refugia en el agua. La rabiblanca tiene aún otro punto de semejanza con los saurios: al igual que ellos puede desprendese de la cola. El rabo desprendido, en movimiento, distrae al depredador y otorga un tiempo suficiente a la salamandra para ponerse a salvo.

La lisa de singularidades es, sin embargo, bastante más amplia. La rabiblanca es una de las pocas salamandras que desarrollan regularmente parte de su actividad durante el día y no es nada raro sorprender a jóvenes y adultos de esta especie a pleno sol en los prados húmedos o a lo largo de las orillas de un arroyo.

También es peculiar la forma en que captura a sus presas. La lengua de los uróculos tiene dos funciones, por un lado constituye un eficaz instrumento de caza y, por otro, es un órgano que facilita el bombo de arte a los polluelos. Sólo las salamandras con pulmones reducidos pueden transformar su lengua en un sofisticado mecanismo de caza. De esta forma, la especie italiana *Hydromantes italicus*, es capaz de lanzar su lengua a una distancia equivalente a tres veces la longitud de su cuchilla y alcanzar así a los pequeños invertidos de los que se alimenta. Pero la rabiblanca es la única salamandra con los pulmones bien desarrollados y que sin embargo tiene una verdadera lengua un tiempo suficiente a la salamandra

gual lanzadora con una placa viscosa al final de un pedúnculo. La lengua actúa como una tenazas gráciles a que se encuentra soldada no sólo al pedúnculo, sino también a la parte anterior de la mandíbula, de tal forma que puede proyectar el resto desde el interior de la boca y atrapar a su presa entre los dos segmentos carnosos.

Las posibilidades de la salamandra rabiblanca a la hora de engullir presas grandes. Todas las presas potenciales que reciben los dos o tres centímetros de longitud entranan ya problemas considerables. Así pues, la dieta de esta salamandra se compone básicamente de insectos y artrópodos cuyo tamaño es inferior a estas dimensiones.

Historia evolutiva
El origen de este género, cuya distribución actual se encuentra restringida al

norte de Portugal, Galicia y parte de Asturias (las ciudades procedentes del sur de Portugal y de la sierra de Gredos han de observarse en la figura. Hasta con buen tiempo (una temperatura de 15 grados centígrados) no se encuentran en el transcurso de un sola noche más de veinte o treinta individuos a lo largo de un arroyo donde la población total es, tal vez, de un millar de salamandras).

No obstante, Arribalzaga llegó a una serie de resultados en parte sorprendentes gracias a sus trabajos de muestreo y recuento empíridos en los años 1976 y 1977.

En primer lugar, la reproducción de las poblaciones investigadas tenía lugar entre septiembre y noviembre. La oviposición se producía durante el verano y la primera puesta, con huevos visibles se encontró en julio.

Por otro lado, la cantidad de huevos de cada puesta depende del tamaño de la hembrilla. La regeneración de una cola desprendida impide a las hembras la formación de huevos y la regeneración de la cola en hembras con huevos es mínima.

Según los resultados obtenidos por Arribalzaga, las salamandras rabiblancas tienen una puesta exíral. Para ello se reúnen en gran número en lugares como minas o acumulaciones espontáneas de piedras, donde se realizan posteriormente apareamientos y puestas. Algunas salamandras son capaces de recorrer más de 700 metros durante la búsqueda de un lugar adecuado para el descanso veraniego.

Las salamandras rabiblancas se encuentran firmemente ligadas a los pequeños torrentes y arroyos de aguas limpias de los cuales no se alejan más allá de 30 metros, en el caso de los adultos, o de 10 metros, cuando se trata de jóvenes.

Algunas de las larvas que eclosionan entre octubre y enero se metamorfosean al verano siguiente. Otras, en cambio, permanecen en el agua hasta la primavera.

La densidad poblacional por cada 210 metros de arroyo se estimó entre 300 y 1.250 individuos, lo que supone una densidad media de 4 ó 5 salamandras por metro de arroyo.

Todos estos datos proporcionados por Arribalzaga, son de acuerdo general. Al hablar de la ecología de *Chirolophis lusitanicus*, el que existen dos tipos de la Península Ibérica. Las descripciones de la Península Ibérica, que aparecen en varios trabajos científicos, no resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Do por los movimientos espasmódicos de los salamandras juveniles, cuya cola es relativamente dividida en dos núcleos, uno más corta, y con adultos en la otra.

No resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Las glaciaciones, algunas poblaciones quedaron divididas en dos núcleos, uno occidental y otro oriental, que terminaron por desembocar en especies diferentes.

Eso ocurrió, por ejemplo, con el desmán (*Galemys pyrenaicus*), que existió dos formas, una en la Península Ibérica, otra en la Unión Soviética. De modo similar

considérate que la ecología de la salamandra rabiblanca es «de dominio difícil de estudiar», que obtener datos publicables sobre *Chirolophis* es un empeño que requiere mucho trabajo.

La razón de todas estas dificultades es el hábito exquisito de la salamandra rabiblanca. Hasta con «buen tiempo» (una temperatura de 15 grados centígrados y lluvia) no se encuentran en el transcurso de un solo día más de veinte o treinta individuos a lo largo de un arroyo donde la población total es, tal vez, de un millar de salamandras.

No obstante, Arribalzaga llegó a una serie de resultados en parte sorprendentes gracias a sus trabajos de muestreo y recuento empíridos en los años 1976 y 1977.

En primer lugar, la reproducción de las poblaciones investigadas tenía lugar entre septiembre y noviembre. La oviposición se producía durante el verano y la primera puesta, con huevos visibles se encontró en julio.

Por otro lado, la cantidad de huevos de cada puesta depende del tamaño de la hembrilla. La regeneración de una cola desprendida impide a las hembras la formación de huevos y la regeneración de la cola en hembras con huevos es mínima.

Según los resultados obtenidos por Arribalzaga, las salamandras rabiblancas tienen una puesta exíral. Para ello se reúnen en gran número en lugares como minas o acumulaciones espontáneas de piedras, donde se realizan posteriormente apareamientos y puestas. Algunas salamandras son capaces de recorrer más de 700 metros durante la búsqueda de un lugar adecuado para el descanso veraniego.

Las salamandras rabiblancas se encuentran firmemente ligadas a los pequeños torrentes y arroyos de aguas limpias de los cuales no se alejan más allá de 30 metros, en el caso de los adultos, o de 10 metros, cuando se trata de jóvenes.

Algunas de las larvas que eclosionan entre octubre y enero se metamorfosean al verano siguiente. Otras, en cambio, permanecen en el agua hasta la primavera.

La densidad poblacional por cada 210 metros de arroyo se estimó entre 300 y 1.250 individuos, lo que supone una densidad media de 4 ó 5 salamandras por metro de arroyo.

Todos estos datos proporcionados por Arribalzaga, son de acuerdo general. Al hablar de la ecología de *Chirolophis lusitanicus*, el que existen dos tipos de la Península Ibérica. Las descripciones de la Península Ibérica, que aparecen en varios trabajos científicos, no resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Do por los movimientos espasmódicos de los salamandras juveniles, cuya cola es relativamente dividida en dos núcleos, uno más corta, y con adultos en la otra.

No resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Las glaciaciones, algunas poblaciones quedaron divididas en dos núcleos, uno occidental y otro oriental, que terminaron por desembocar en especies diferentes.

Eso ocurrió, por ejemplo, con el desmán (*Galemys pyrenaicus*), que existió dos formas, una en la Península Ibérica, otra en la Unión Soviética. De modo similar

que existen dos tipos de la Península Ibérica. Las descripciones de la Península Ibérica, que aparecen en varios trabajos científicos, no resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Do por los movimientos espasmódicos de los salamandras juveniles, cuya cola es relativamente dividida en dos núcleos, uno más corta, y con adultos en la otra.

No resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Las glaciaciones, algunas poblaciones quedaron divididas en dos núcleos, uno occidental y otro oriental, que terminaron por desembocar en especies diferentes.

Eso ocurrió, por ejemplo, con el desmán (*Galemys pyrenaicus*), que existió dos formas, una en la Península Ibérica, otra en la Unión Soviética. De modo similar

que existen dos tipos de la Península Ibérica. Las descripciones de la Península Ibérica, que aparecen en varios trabajos científicos, no resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Do por los movimientos espasmódicos de los salamandras juveniles, cuya cola es relativamente dividida en dos núcleos, uno más corta, y con adultos en la otra.

No resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Algunas de las larvas que eclosionan entre octubre y enero se metamorfosean al verano siguiente. Otras, en cambio, permanecen en el agua hasta la primavera.

La densidad poblacional por cada 210 metros de arroyo se estimó entre 300 y 1.250 individuos, lo que supone una densidad media de 4 ó 5 salamandras por metro de arroyo.

Todos estos datos proporcionados por Arribalzaga, son de acuerdo general. Al hablar de la ecología de *Chirolophis lusitanicus*, el que existen dos tipos de la Península Ibérica. Las descripciones de la Península Ibérica, que aparecen en varios trabajos científicos, no resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Do por los movimientos espasmódicos de los salamandras juveniles, cuya cola es relativamente dividida en dos núcleos, uno más corta, y con adultos en la otra.

No resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Las glaciaciones, algunas poblaciones quedaron divididas en dos núcleos, uno occidental y otro oriental, que terminaron por desembocar en especies diferentes.

Eso ocurrió, por ejemplo, con el desmán (*Galemys pyrenaicus*), que existió dos formas, una en la Península Ibérica, otra en la Unión Soviética. De modo similar

que existen dos tipos de la Península Ibérica. Las descripciones de la Península Ibérica, que aparecen en varios trabajos científicos, no resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Do por los movimientos espasmódicos de los salamandras juveniles, cuya cola es relativamente dividida en dos núcleos, uno más corta, y con adultos en la otra.

No resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Las glaciaciones, algunas poblaciones quedaron divididas en dos núcleos, uno occidental y otro oriental, que terminaron por desembocar en especies diferentes.

Eso ocurrió, por ejemplo, con el desmán (*Galemys pyrenaicus*), que existió dos formas, una en la Península Ibérica, otra en la Unión Soviética. De modo similar

que existen dos tipos de la Península Ibérica. Las descripciones de la Península Ibérica, que aparecen en varios trabajos científicos, no resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

Do por los movimientos espasmódicos de los salamandras juveniles, cuya cola es relativamente dividida en dos núcleos, uno más corta, y con adultos en la otra.

No resulta, por lo tanto, sorprendente que varios herpetólogos hayan demostrado su interés por este endemismo monárquico.

ZUR VERBREITUNG VON
WECHSELKRÖTE
(*Bufo viridis* LAURENTI, 1768)
UND
KREUZKRÖTE
(*Bufo calamita* LAURENTI, 1768)
IM NÖRDLICHEN RHEINLAND

FRANK GLAW & MIGUEL VENCES, Köln

1. Einleitung

Mit einem vorläufigen Verbreitungsatlas (GEIGER & NIEKISCH, Hrsg., 1983) wurde die Verbreitung der Amphibien und Reptilien im nördlichen Rheinland erstmals zusammenhängend dokumentiert. Hier nach waren etwa 20 Populationen der Wechselkröte bekannt von denen nur 5 als nicht unmittelbar bedroht eingestuft wurden. Die Nordgrenze der Verbreitung von *Bufo viridis* verläuft nach NIEKISCH (1983b) im nördlichen Rheinland südlich von Köln.

Das Auffinden von Wechselkröten-Populationen im Raum Köln war der Anlaß, die genaue Verbreitungsgrenze dieser Art im nördlichen Rheinland zu klären und gleichzeitig die Vergesellschaftung von Kreuz- und Wechselkröte zu untersuchen.

2. Naturräumliche Gliederung

Alle erfaßten Fundpunkte liegen im Gebiet der Niederrheinischen Bucht. Diese ist für die einheimische Herpetofauna von großer Biogeographischer Bedeutung, da hier neben der Wechselkröte Feuersalaman-

der, Geburtshelferkröte, Gelbbauchunke, Springfrosch und Mauereidechse an ihre Arealgrenzen stoßen.

Nach PAFFEN (In: MEYNEN et al. 1962) zeichnet sich dieser Naturraum gegenüber dem nördlich angrenzenden Niederrheinischen Tiefland durch das kontinentalere Klima mit ausgeprägten Sommerregen und durch eine lange Vegetationsperiode aus. Im Niederrheinischen Tiefland wird der in der Bucht vorherrschende Lößboden durch Lehmböden ersetzt. Östlich und südwestlich wird die Bucht von den Naturräumen Bergisches Land und Eifel begrenzt, die beide starke klimatische und geologische Unterschiede zum hier behandelten Gebiet aufweisen.

Die Niederrheinische Bucht gliedert sich in verschiedene Untereinheiten: Die westlichen Böden werden durch die Ville von der Kölner Bucht getrennt, an welche sich östlich die Schlebusch-Wahner Heide anschließt (Abb. 1).

In der Kölner Bucht setzen sich die Böden westlich des Rheins vorwiegend aus Löß, östlich des Rheins zu einem größeren Teil aus Sand zusammen. Auch in der Schlebusch-Wahner Heide überwiegen sandige Böden.

3. Kartierungsmethode

Da Kreuz- und Wechselkröte in erster Linie in Sekundärbiotopen (Abgrabungen aller Art, Ruderalflächen) vorkommen, konnten viele potentielle Lebensräume mit Hilfe von topographischen Karten (1:25.000 und 1:50.000) aufzufinden werden. Alle eingezeichneten Abgrabungen wurden systematisch abgefahrt.

Der Untersuchungszeitraum umfaßt die Jahre 1986 bis 1988. Insgesamt wurden, sowohl tagsüber als auch nachts, ca. 130 potentielle Habitate begangen. Zusätzlich werteten wir mündliche Mitteilungen aus.

4. Ergebnisse

Verbreitung und Bestandssituation von *Bufo viridis* und *Bufo calamita*

Im Untersuchungsgebiet verläuft eine regionale Verbreitungsgrenze der Kreuzkröte. Sie dringt im Osten nicht in das Bergische Land vor



Abb. 1: Naturräumliche Gliederung des Untersuchungsgebietes.

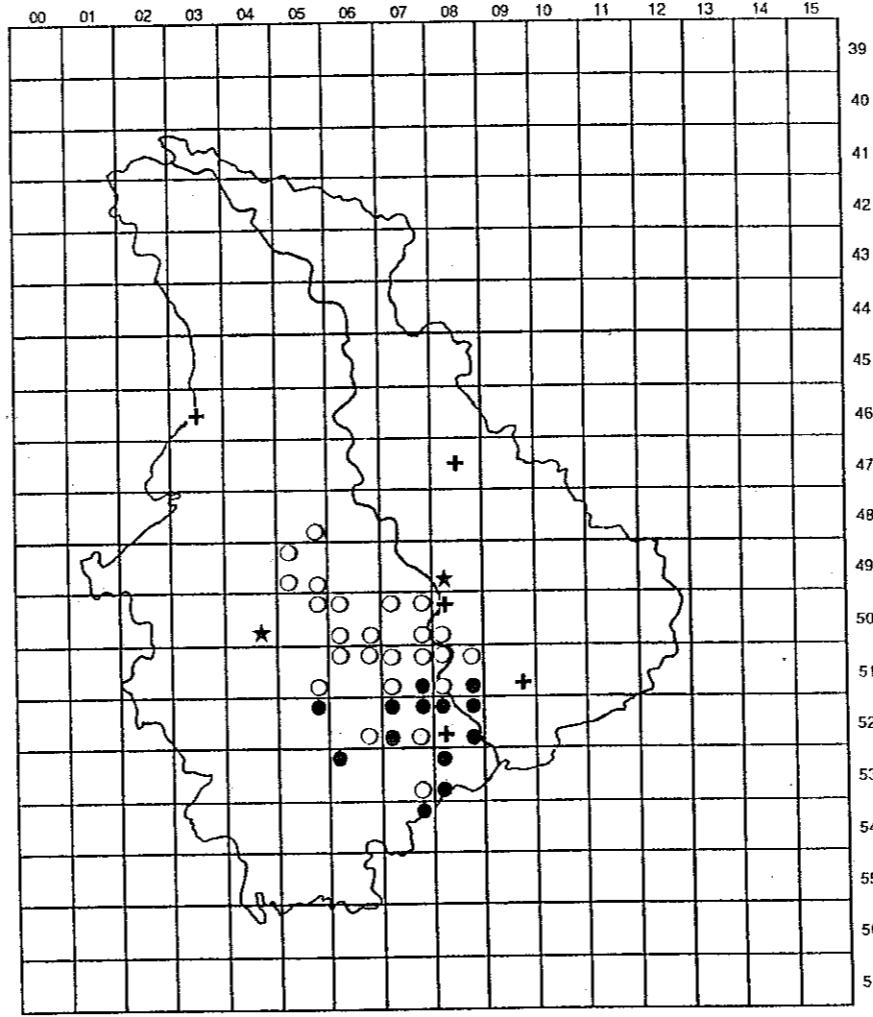


Abb. 2: Verbreitung von *Bufo viridis* im nördlichen Rheinland.
 Punkte: Angaben aus GEIGER & NIEKISCH (Hrsg., 1983)
 Kreise: eigene Daten, Sterne: Aussetzungen,
 Kreuze: alte Angaben (erloschen bzw. nicht bestätigt).

64

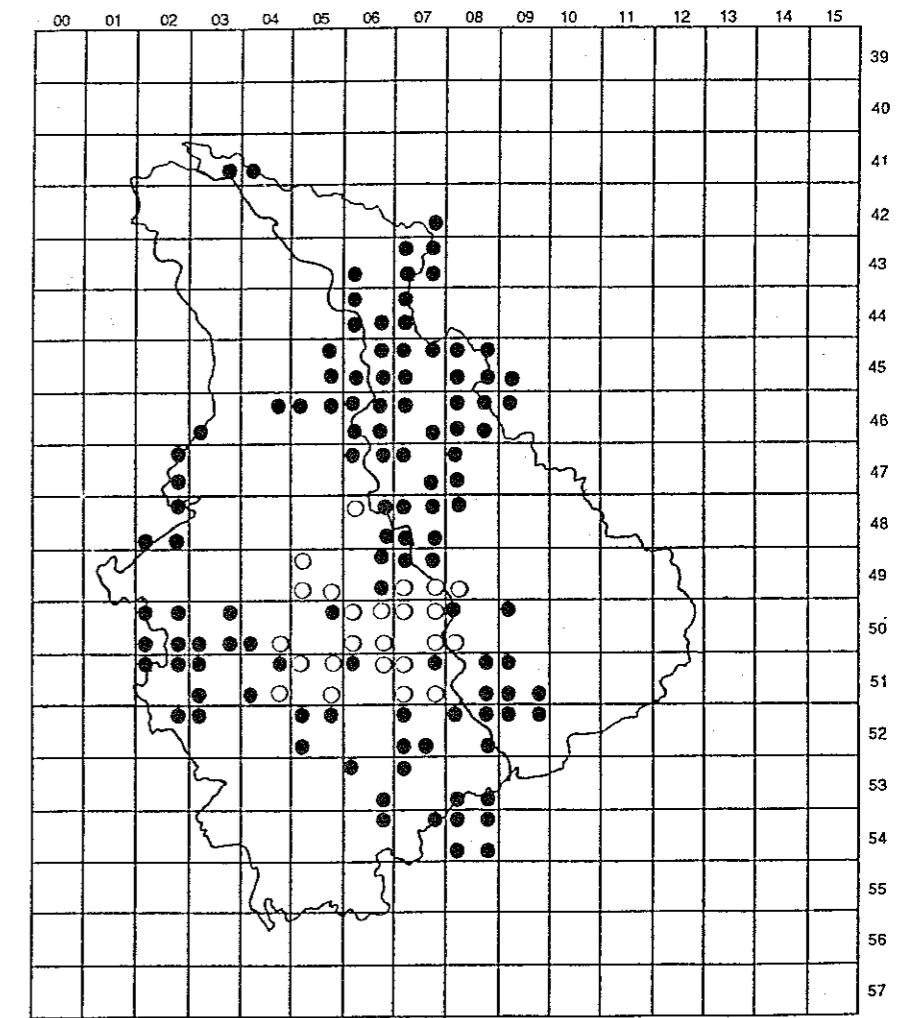


Abb. 3: Verbreitung von *Bufo calamita* im nördlichen Rheinland.
 Punkte: Angaben aus GEIGER & NIEKISCH (Hrsg., 1983)
 Kreise: eigene Daten

65

(siehe auch NIEKISCH 1983b). Insgesamt konnten wir mehr als 80 Vorkommen kartieren. Die Wechselkröte erreicht im nördlichen Rheinland den Nordweststrand ihres Gesamtareals. Ihre Verbreitung wird nach Osten durch den Übergang zum Bergischen Land begrenzt. Sie verläuft durch den Norden Kölns und reicht im Nordwesten entlang der Braunkohletagebaue bis nach Grevenbroich, wo sie das Niederrheinische Tiefland erreicht. Im weiteren folgt sie nach Süden (entlang dem Rheintal) dem Rand der Voreifel.

Diese Verbreitung stimmt in Teilbereich mit naturräumlichen Grenzen überein. So kommt die Wechselkröte in der Ville und dem südlichen Teil der Kölner Bucht relativ häufig vor, fehlt dagegen völlig in der Schlebusch-Wahner-Heide und scheint in den westlich gelegenen Böden nur sporadisch vertreten zu sein. Die Erft wird nur in Einzelfällen nach Westen überschritten.

Zur früheren Verbreitung der Wechselkröte außerhalb bzw. am Rand der aktuellen Verbreitungsgrenze im nördlichen Rheinland liegen einige Angaben vor. Weitere ältere Fundorte finden sich bei GLANDT (1975):

- Wuppertal-Elberfeld (BEHRENS 1884 als *Bufo variabilis*)
(vermutlich TK 4708)
- Naturschutzgebiet "Krickenbecker Seen", Kreis Kempen-Krefeld
(THIELE 1956, zitiert nach GLANDT 1975)
(TK 4603)
- Köln-Mülheim (DURIGEN 1897, zitiert nach GLANDT 1975, nach
NIEKISCH 1983b unklar)
(TK 5008/1)
- Düsseldorf, Hardtberg, Ippendorf, Lengsdorf (MOLLE 1951, 1955)
(TK 5208/3)
- Siegburg (OBERT 1977)
(TK 5109/4) - Das Vorkommen ist 1975 erloschen.

Für das letztgenannte Gebiet gibt OBERT (1977) das Verschwinden der Kreuzkröte für 1973 an. Während die Wechselkröte hier nicht mehr zu finden war, ist der Kreuzkröte die Wiederbesiedlung gelungen. 1989 konnten wir in dem von OBERT beschriebenen Habitat große Mengen von Jungtieren feststellen.

In zwei Gebieten (Sophienhöhe bei Hambach, TK 5004/4 und Hornpottgrube bei Köln, TK 4908/3), in denen in den letzten Jahren Wechselkröten ausgesetzt worden sind, konnten wir die Art nicht nachweisen.

Nach Auswertung eigener Beobachtungen, der Kartierungsergebnisse aus GEIGER & NIEKISCH (1983) und mündlicher Mitteilungen von KUPKE (Erftkreis), v. DEWITZ (Brühl), WOLF (Grevenbroich), DEXEL (östl. Rheinbach, Nachweis 1985) und SAUER (Bonn) sind im nördlichen Rheinland etwa 62 Wechselkrötenvorkommen bekannt:

- Bonn/Siegburg und südlichere Gebiete	5 Populationen
- Braunkohletagebaue (Ville, Hambach) und angrenzende Gebiete	ca. 26 Populationen
- Köln (linksrheinisch)	18 Populationen
- Köln/Porz (rechtsrheinisch)	13 Populationen

Hiermit ist sicher der größte Teil der nordrhein-westfälischen Populationen erfaßt, denn nach KLEWEN (1981) sind in Westfalen nur Einzelfunde der Wechselkröte bekannt geworden.

Im nördlichen Rheinland ist die Existenz weiterer, bisher unbekannter Vorkommen dieser Art allerdings sehr wahrscheinlich. Die Gründe hierfür sind darin zu sehen, daß

- Wechsel- und Kreuzkröten nicht ausschließlich in Abgrabungen vorkommen, sondern auch geeignete Ruderalfächen u.ä. besiedeln, die mittels topographischer Karten nicht ausfindig gemacht werden können;
- nicht alle Abgrabungen in diesen Karten eingezeichnet sind;
- zahlreiche potentielle Habitate aus verschiedenen Gründen (militärische Sperrgebiete, Deponien, Privatgelände) legal nur schwer zugänglich sind;
- der Raum Bonn/Siegburg und die westlich angrenzenden Gebiete nicht systematisch kartiert wurden.

Besondere Situation in der Ville

Bei der Kartierung von Wechsel- und Kreuzkröte im Braunkohleabbaugebiet der Ville waren verschiedene gebietsspezifische Probleme zu berücksichtigen.

Da das gesamte Gebiet durch den fortschreitenden Braunkohleabbau einem kontinuierlichen Wandel unterliegt, sind nur an wenigen Stellen beständige Populationen der wenig laichplatztreuen Arten Kreuz- und Wechselkröte zu verzeichnen. Beide Arten wandern aus solchen Gebieten ab, in denen im Zuge der Rekultivierung geeignete Habitatstrukturen verschwinden. Sie besiedeln in kürzester Zeit neu entstandene Lebensräume.

Im Verlauf des Braunkohleabbaus wird in großem Maße Erdreich bewegt und über relativ weite Entferungen transportiert. Mit großer Wahrscheinlichkeit werden hierbei auch Amphibien, insbesondere grabende Arten wie Kreuz- und Wechselkröte, mitbefördert. Dies kann u. U. die Besiedlung neuer Gebiete erheblich beschleunigen (KUPKE, mündl. Mitt.).

Bevor ein neues Gebiet für den Braunkohletagebau erschlossen wird, werden die in der betroffenen Gegend lebenden Amphibien und Reptilien von den lokalen Naturschutzgruppen systematisch umgesiedelt. In den letzten Jahren wurden diese Aktivitäten intensiviert. Im Bereich Bergheim konnten in den Jahren 1985, 1986 und 1987 insgesamt über 560 Wechselkröten und 220 Kreuzkröten (nicht eingerechnet sind etwa 1100 Jungtiere beider Arten) umgesiedelt werden (WITTIG, mündl. Mitt.), zum Teil auch in Gebiete, in denen das autochthone Vorkommen der Art nicht feststeht. So wurden 1984 etwa 50 Wechselkröten auf der Sophienhöhe bei Hambach (Düren) ausgesetzt.

Eine genaue Quantifizierung der Ville-Populationen ist aus diesen Gründen unmöglich, ebenso wie nur schwer nachvollziehbar ist, welche Vorkommen autochthon und welche auf Verfrachtung oder Aussetzung zurückzuführen sind. Daß die Verbreitung der Wechselkröte in der Ville bis nach Grevenbroich nur zu einem geringen Teil durch Aussetzungen bedingt ist, scheint aber festzustehen. Schon um 1970 war die Wechselkröte in der Ville verbreitet (siehe z.B. HEMMER & BOHME 1974).

Stetigkeit

Von 97 auf Amphibienvorkommen überprüfte Abgrabungen waren

- 27 von der Kreuzkröte
- 15 von der Wechselkröte
- 31 von beiden Arten
- 24 von keiner der beiden Arten

besiedelt. Die Stetigkeit der überprüften Abgrabungen beträgt somit für die Wechselkröte 47% und für die Kreuzkröte 60%.

Vergesellschaftung von Kreuz- und Wechselkröte

Hinsichtlich der Vergesellschaftung beider Arten lassen sich ein rechtsrheinischer und ein linksrheinischer Verbreitungstyp unterscheiden.

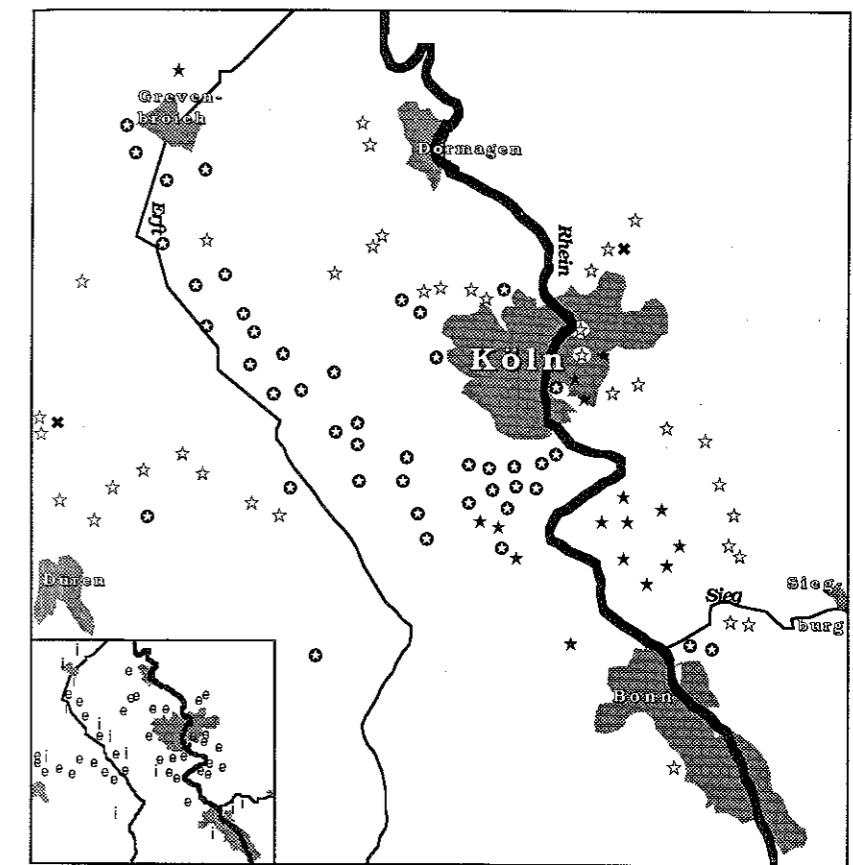


Abb. 4: Verbreitung von *Bufo viridis* und *Bufo calamita*.
schwarze Sterne: reine *Bufo viridis* - Populationen
weiße Sterne: reine *Bufo calamita* - Populationen
weiße Sterne auf schwarzem Grund: Mischpopulationen
Kreuz: nicht autochthone Populationen von *B. viridis*
e: eigene Daten
i: nicht nachgeprüfte Mitteilungen

den. Im Raum Köln stellten wir rechtsrheinisch nur in einem Fall eine Vergesellschaftung fest, obwohl die Lebensräume beider Arten z.T. weniger als 2 km voneinander entfernt liegen und alle bekannten Habitatstrukturen sowohl für Kreuz- als auch für Wechselkröten geeignet erscheinen. Andererseits fanden wir linksrheinisch nördlich von Bonn kaum Wechselkrötenhabitante, die nicht auch gleichzeitig von der Kreuzkröte besiedelt waren.

Vergesellschaftungen mit anderen Amphibien

Im Untersuchungsgebiet sind Wechsel- und Kreuzkröte am häufigsten mit dem Teichmolch (*Triturus vulgaris*) und Wasserfröschen vergesellschaftet. Es wurden Vergesellschaftungen von *Bufo calamita* mit *Rana lessonae* und von *Bufo calamita* und *Bufo viridis* mit *Rana ridibunda* und *Rana kl. esculenta* festgestellt.

Die Beobachtung von NIEKISCH (1983a), nach der Kreuzkröte und Wasserfrösche zwar im gleichen Gebiet vorkommen, aber unterschiedliche Laichgewässer nutzen, kann nicht bestätigt werden. Wir fanden mehrmals Larven der Kreuzkröte und des Teichfrosches im selben Gewässer.

Die Erdkröte (*Bufo bufo*) ist normalerweise nur dann in Kreuz- und Wechselkrötenhabitaten zu finden, wenn auch tiefere Laichgewässer vorhanden sind. Ausnahmen finden sich in einigen Kiesgruben westlich der Erft. Hier laicht die Erdkröte allein oder gemeinsam mit der Kreuzkröte und/oder der Wechselkröte in flachen, temporären Pflützen ab.

In den Bereichen der Ville und der Wahner Heide, wo der Grasfrosch (*Rana temporaria*) flächendeckend vorkommt, besiedelt dieser auch die Kreuz- und Wechselkrötenhabitante.

Weitere Amphibienarten wurden nur vereinzelt mit *Bufo calamita* und *Bufo viridis* vergesellschaftet angetroffen: zweimal Kammolch (*Triturus cristatus*) und Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), je einmal Fadenmolch (*Triturus helveticus*), Moorfrosch (*Rana arvalis*) und Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*).

Farbanomalien

Die von uns (GLAW & VENCES 1988) an Kreuzkröten gefundenen Farbkleidanomalien (schwarze Flecken) treten mittlerweile auch bei

jungen Wechselkröten auf. Zahlreiche neue Fundorte von schwarzfleckigen Jungkröten sind hinzugekommen (Bonn, Siegburg). Der Prozentsatz der betroffenen Individuen schwankt in den verschiedenen Populationen erheblich. Erste Untersuchungen von JAEGER (unpubl.) deuten darauf hin, daß es sich bei den farblichen Veränderungen um Aggregationen von Melanozyten handelt.

Gleichzeitig fanden sich bei den untersuchten Tieren Aeromonaden in großer Menge. Da derartige bakterielle Infektionen bevorzugt bei geschwächten Tieren auftreten, ist davon auszugehen, daß die Tiere sekundär von den Aeromonaden befallen worden sind.

Bastardierung

Über die Bastardierung zwischen Kreuz- und Wechselkröte ist schon häufiger berichtet worden (z.B. HEMMER 1973). Auch wir konnten des öfteren Mischpaare und Wechselkröten mit rückenbandähnlichen Zeichnungselementen beobachten, die nach FLINDT & HEMMER (1969) auf Bastardierung hindeuten.

Dagegen wurde ein unter natürlichen Bedingungen entstandener adulter Bastard zwischen Wechsel- und Erdkröte erst einmal beschrieben (HEMMER & BOHME 1974). Dieses bei Kerpen (nahe Köln) gefundene Krötenmännchen wies folgende Merkmale auf:

- bräunlichgraue Grundfarbe mit kleinen grünen Flecken
- messingfarbene Iris
- wie bei der Wechselkröte einfache Ausprägung der Zehenhöcker (bei der Erdkröte: paarig).

Ein Tier, das dieser Beschreibung entspricht, konnten wir Ende April 1988 in der "Abgrabung Servatiusstraße" in Köln (rechtsrheinisch) fangen, in der Erd- und Wechselkröte gemeinsam vorkommen. Es befand sich, neben einigen Wechselkrötenmännchen sitzend, am Rande eines Tümpels und rieb wie eine Erdkröte. Erdkröten waren zu dieser Zeit an dem Gewässer nicht mehr zu beobachten.

Durch eine von GREVEN & BRENNER (unpubl.) durchgeführte Serumalbuminelektrophorese konnte der Bastardcharakter dieses Tieres bestätigt werden.

Gefährdung und Schutz von Kreuz- und Wechselkröte in Nordrhein-Westfalen

Nach der Roten Liste der in NRW gefährdeten Kriechtiere und Lurche (2. Fassung, FELDMANN & GEIGER 1987) werden Kreuz- und Wechselkröte folgendermaßen eingestuft:

	Kreuzkröte	Wechselkröte
Nordrhein-Westfalen	gefährdet	vom Aussterben bedroht
Niederrheinische Bucht	gefährdet	vom Aussterben bedroht

Nach unseren Ergebnissen können wir die Bestandssituation der Wechselkröte in der Niederrheinischen Bucht günstiger beurteilen (Kategorie "stark gefährdet"). Wir halten aufgrund unserer Ergebnisse auch eine Rückstufung in Nordrhein-Westfalen in die Kategorie "gefährdet" für angebracht.

Aus den folgenden Gründen sind konkrete Schutzmaßnahmen dringend erforderlich:

1. Wie man aus den historischen Daten (s.o.) und Beobachtungen aus anderen Regionen (z.B. Niedersachsen, PODLOUCKY, schriftl. Mitt.) schließen kann, ist die Wechselkröte an ihrer westlichen Verbreitungsgrenze von starken Arealschrumpfungen betroffen. Den letzten Wechselkröten-Nachweis im Norden Grevenbroichs erbrachte WOLF am 9.5.1986. In Grevenbroich-Frimmersdorf konnten wir 1987 nur 4 rufende Männchen finden, während die meisten weiter südlich gelegenen Populationen erheblich individuenstärker sind.
2. Fast alle untersuchten Lebensräume sind Sekundärbiotope, insbesondere Kiesgruben, Deponien und (zum Teil ehemalige) Braunkohleabbaugebiete, die teilweise bereits durch Verkippung oder Rekultivierung akut bedroht sind.
3. Da über die langfristige Nutzung der verbleibenden Lebensräume keine zuverlässigen Aussagen gemacht werden können, ist eine Gefährdung auch dieser Lebensräume nicht auszuschließen.
4. Mit einer Neuentstehung von potentiellen Ausweichhabitaten (Abgrabungen) ist in größerem Ausmaß nicht zu rechnen.

Nach unseren Erfahrungen sind in Betrieb befindliche Abgrabungen in der Regel für die Bestandssituation eher förderlich, da durch die Abbauaktivitäten ständig offenes, vegetationsarmes Gelände mit besonnten Wasserflächen entsteht.

In diesem Zusammenhang möchten wir auch auf die Bedeutung von Zivilisationsmüll und Arbeitsmaterialien als Versteckmöglichkeiten hinweisen, was natürlich nicht als Aufruf verstanden werden soll. Müll in die Landschaft zu werfen. Während Asphaltklumpen gemieden wurden, erwiesen sich nicht genutzte Förderbänder, Bretter, Betonbrocken, Teppiche und große Plastiktüten als besonders geeignet. Derartige unorthodoxe Habitatstrukturen können eine Besiedlung durch Kreuz- und Wechselkröte auch auf schlecht grabbarem Untergrund erleichtern.

Beispiele von Abgrabungen im Süden von Köln, in denen sich die Sukzession bereits in fortgeschrittenen Stadien befindet, weisen vergleichsweise geringe Krötenbestände auf. Obwohl derartige Lebensräume oft unter Naturschutz stehen, erfüllen sie die Ansprüche von Pionierarten nur unzureichend.

Wo die Abgrabungen bereits stillgelegt sind, muß daher (zumindest bei einigen) durch Pflegemaßnahmen der ruderaler Charakter erhalten werden. Hierzu zählt insbesondere regelmäßiges Roden der aufkommenden Vegetation (zum Beispiel durch Befahren mit schweren Fahrzeugen). Vermeidung (unter Umständen durch Unterschutzstellung) von Verkippung und Rekultivierung mit der üblichen Gehölzbeplanzung.

Optimal erscheint eine Abgrabungsnutzung unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Artenschutzes. Entsprechende Auflagen sollten künftig mit der Vergabe von Abgrabungsgenehmigungen verbunden werden.

5. Zusammenfassung

Die Verbreitungsgrenze der Wechselkröte im nördlichen Rheinland verläuft weiter nördlich und westlich als bisher angenommen. Die linksrheinischen Populationen sind auf der Höhe von Köln mit der Kreuzkröte vergesellschaftet, während rechtsrheinisch beide Arten zwar nebeneinander, nicht aber im gleichen Habitat vorkommen. Ein natürlicher Bastard Erdkröte x Wechselkröte wird beschrieben.

Danksagung

Wir danken folgenden Damen und Herren für ihre Unterstützung: H.GREVEN und M. BRENNER führten die Serumelektrophorese des Krötenbastards durch, F. JAEGER die histologischen Untersuchungen an den schwarzfleckigen Kröten, W.v.DEWITZ, W. KUPKE, P. WITTIG und H. WOLF halfen uns bei der Kartierung im Bereich der Ville. A. GEIGER, H. SAUER und R. DEXEL überließen uns die Kartierungsergebnisse aus dem nördlichen Rheinland, K. RIMPP und R. PODLOUCKY aus Baden-Württemberg bzw. Niedersachsen. Auf den Begehungungen begleiteten uns zeitweise A. KUPFER, R. MITTMANN, K. SIMON und U. WACHHOLZ.

Literatur

- BEHRENS, W.J. (1884): Die Amphibien und Reptilien der Umgegend von Elberfeld.- Jber. naturwiss. Ver. Elberfeld 6: 78-79.
- DURIGEN, B. (1897): Deutschlands Amphibien und Reptilien.- Magdeburg.
- FELDMANN, R. & A. GEIGER (1987): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Kriechtiere (Reptilia) und Lurche (Amphibia).- In: Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere, 2. Fassung.- Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW 5: 9-14.
- FLINDT, R. & H. HEMMER (1969): Wechselkröten (*Bufo viridis*) mit Rückenband aus einer Population im Rhein-Main-Gebiet.- Salamandra 5: 18-22.
- GLANDT, D. (1975): Die Amphibien und Reptilien des nördlichen Rheinlandes.- Decheniana 128: 41-62.
- HEMMER, H. (1973): Die Bastardierung von Kreuzkröte (*Bufo calamita*) und Wechselkröte (*Bufo viridis*).- Salamandra 9: 118-136.
- HEMMER, H. & W. BOHME (1974): Nachweis einer natürlichen Bastardierung der Erdkröte (*Bufo bufo*) mit der Wechselkröte (*Bufo viridis*) im Rheinland.- Salamandra 10: 126-130.
- KLEWEN, R. (1981): Wechselkröte - *Bufo viridis* LAURENTI 1768.- In: FELDMANN, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Westfalens.- Abh. Landesmus. Naturk. Münster 43: 88-89.
- MEYNEN, E. (Hrsg., 1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands.- Bad Godesberg.
- MOLLE, F. (1951): Zum Vorkommen der Wechselkröte westlich des Rheines.- DATZ 4: 333.
- MOLLE, F. (1955): Neues von der Wechselkröte westlich des Rheines.- DATZ 8: 222.
- NIEKISCH, M. (1983a): Kreuzkröte - *Bufo calamita* LAURENTI 1768.- In: GEIGER, A. & M. NIEKISCH (Hrsg.): Die Lurche und Kriechtiere im nördlichen Rheinland. -Vorläufiger Verbreitungsatlas-. Neuss. S. 95-99.
- NIEKISCH, M. (1983b): Wechselkröte - *Bufo viridis* LAURENTI 1768.- In: GEIGER, A. & M. NIEKISCH (Hrsg.): Die Lurche und Kriechtiere im nördlichen Rheinland. -Vorläufiger Verbreitungsatlas-. Neuss. S. 100-103.
- OBERT, H.-J. (1977): Ökologische Untersuchungen zum Rückgang von Froschlurchen in zwei Biotopen des Rhein-Sieg-Gebietes zwischen 1971-1976.- Salamandra 13: 121-140.
- VENCES, M. & F. GLAW (1988): Kreuzkröten mit schwarzen Flecken im Raum Köln.- Jb. Feldherpetologie 2: 127-128.

Anschriften der Verfasser:
Frank Glaw, Senefelder Str. 20, D-5000 Köln 30
Miguel Vences, Wittekindstr. 15, D-5000 Köln 41

Zum Beutefangverhalten der europäischen Amphibien

mit 6 Abbildungen von F. RAUSCHENBACH und 2 Skizzen von P.G. REGALADO

Zusammenfassung

Es wird ein Überblick über das Beutefangverhalten europäischer Amphibien gegeben. Bei Vertretern der Gattungen *Pelobates*, *Discoglossus* und *Hyla* konnten spezifische Verhaltensweisen beim Beutefang fotografisch dokumentiert werden.

Abstract

A survey of the different prey-catching behaviours of European amphibians was made. Photographs show specific behaviours in the genera *Pelobates*, *Discoglossus* and *Hyla*.

Einleitung

Genaue Kenntnisse über das Beutefangverhalten der Amphibien sind nicht weit verbreitet. Zwar ist allgemein bekannt, daß Anuren ihre Zunge herausschleudern und mit deren Hilfe ihre Nahrung erbeuten können und daß einige Spezialisten unter den Urodelen spezielle Schleuderzungen herausgebildet haben, doch genauere Untersuchungen beziehen sich meist nur auf wenige Arten und Gattungen. Zusammenfassungen finden sich bei LESCURE (1986) und DUELLMAN & TRUEB (1986).

OZETI & WAKE (1969) hielten die bei den aquatisch lebenden Schwanzlurchen (Molchen) vorhandenen Zungen (water tongues) ungeeignet für den Beutefang an Land. Daß SEVERTSOV dies bereits 1971 widerlegte und nachwies, daß Vertreter der Gattung *Triturus* und *Hynobius* die Zunge beim Beutefang einsetzen können, hat nur wenig Beachtung gefunden. KLEWEN (1987) schreibt: »Ein solches Verhalten ist von aquatisch lebenden Salamandern (Molchen) nicht bekannt.« In dieser Arbeit wird versucht, eine Übersicht über das unterschiedliche Verhalten bei der Nahrungsaufnahme der europäischen Amphibien zu geben, was durch einige exemplarische Fotos dokumentiert werden soll.

Material und Methoden

Folgende Arten wurden im Terrarium und zum Teil im Freiland eingehend bei der Nahrungsaufnahme beobachtet: *Discoglossus pictus*, *D. galganoi* (Abb. 4), *D. sardus*, *Alytes obstetricans*, *Bombina orientalis*, *Pelobates cultripes*,

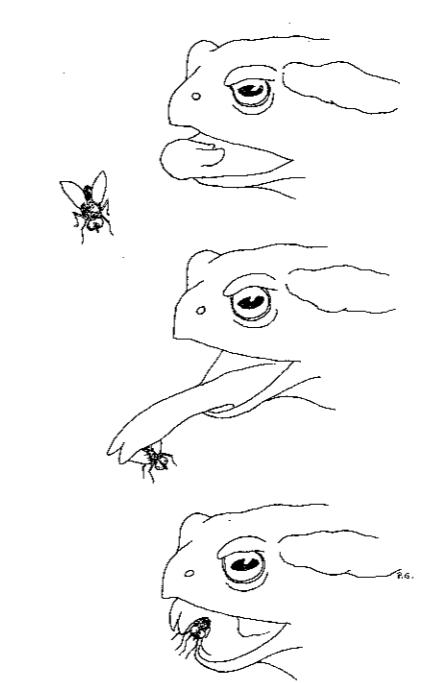
P. fuscus (Abb. 2), *Rana lessonae* (Abb. 1), *R. temporaria*, *R. arvalis*, *R. dalmatina*, *Bufo bufo*, *B. calamita*, *B. viridis*, *Hyla arborea* (Abb. 3), *H. sarda*, *Mertensella caucasica*, *Salamandra salamandra* (Abb. 6), *Salamandrina terdigitata*, *Chioglossa lusitanica* und *Hydromantes italicus* (Abb. 5).

Das Frischverhalten selbst – ein Vorgang, der sich aufgrund seiner Geschwindigkeit dem menschlichen Auge entzieht, – wurde fotografisch festgehalten. Hierzu wurde zwischen »Jäger« und »Beute« eine Infrarot-Lichtschranke plaziert, die im Falle einer Unterbrechung die Kamera auslöste. Da der Verschluß einer normalen Spiegelreflexkamera nicht schnell genug reagiert, wurde eine Linhof-Kamera mit Zentralverschluß eingesetzt. Das »Einfrieren« der Bewegungen wurde durch den Einsatz von Blitzen mit der extrem kurzen Leuchtzeit von 1/25.000 Sek. erreicht.

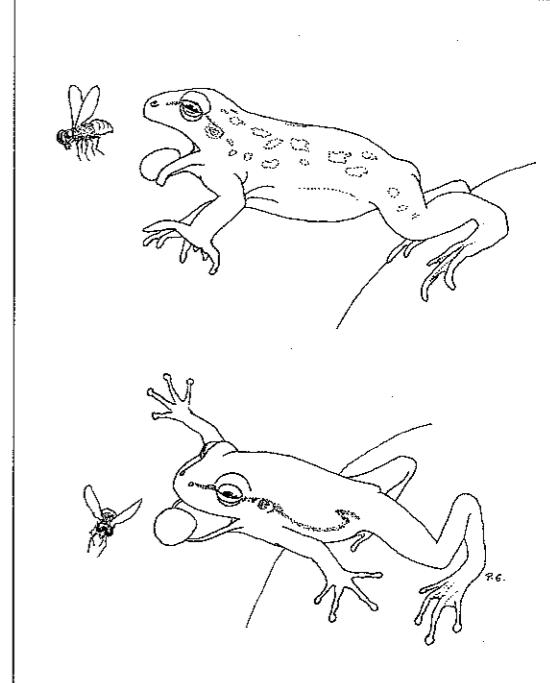
Um statistisch abgesicherte Ergebnisse zu erhalten, wurden auch größere Fotoserien geschossen. Hierbei wurde aus Kostengründen eine Kleinbild-Spiegelreflexkamera eingesetzt, deren Kameraverschluß im voraus geöffnet wurde; die Lichtschranke aktivierte lediglich die Blitze. Diese Methode ist mit Einschränkungen dort anwendbar, wo es um technisch perfekte und nicht um besonders ästhetische Fotos geht.

Ergebnisse**1. Anuren**

Die Zunge der Froschlurche, die sehr weit vorne am Mundboden angewachsen ist und mit einer oder zwei Spitzen in Richtung



Skizze 1: Schematische Darstellung des Zungenmechanismus der Gattung *Bufo*.



Skizze 2: Schematische Darstellung der charakteristischen Sprunghaltung der Gattungen *Pelobates* (oben) und *Hyla* (unten).

Schlund zeigt, streicht beim Beutefang an speziellen Drüsen am Gaumendach entlang, wird auf diese Weise klebrig und schlägt schließlich von oben auf die Beute DUELLMAN & TRUEB (l.c.). Dieser Mechanismus konnte bei allen untersuchten Arten beobachtet werden. Es fanden sich jedoch spezielle Verhaltensweisen bei einigen Arten und Gattungen.

Hyla: Die Zunge der europäischen Laubfrösche ist zu kurz, um weit aus dem Mund geschieleudert zu werden. Als Unterstützung beim Beutefang werden daher meistens die Sprungbeine eingesetzt. Sofern die mit Haftscheiben versehenen Hinterfüße sich nicht vom Untergrund lösen, können die Laubfrösche auch nach einem Sprung ins Leere wieder auf ihre ursprüngliche Sitzwarde zurückfedern. Als eine Anpassung an das Leben im Geäst ist bei den *Hyla*-Arten die Fähigkeit ausgeprägt, ihre Sprünge durch eine vollkommen waagerechte Haltung der Vorderbeine, die im Winkel von 90° abgespreizt werden, auszubalancieren. Arten wie die mit-

telamerikanische *Hyla miliaria* haben diese Fähigkeit weiterentwickelt. Durch ihre gut ausgebildeten Spannhäute sind diese auch als Flugfrösche bezeichneten Tiere in der Lage, bis zu drei Meter ohne nennenswerten Höhenverlust zu segeln (DUELLMAN 1970).

Pelobates: Was die Beschaffenheit der Zunge und die daraus resultierenden ethologischen Besonderheiten anbetrifft, ähnelt diese Gattung der vorhergehenden. Auch die Schaukelkröten springen nahezu immer beim Beutefang, und auch sie haben eine sehr charakteristische Sprunghaltung herausgebildet, welche bei den unterschiedlichen Arten nahezu identisch ist.

Discoglossus, Alytes, Bombina: Die scheibenförmige Zungenkonstruktion der Discoglossiden führt zu dem Trugschluß, daß sie darauf angewiesen wären, ihre Beute mit den Kiefern zu packen (z.B. HERTER 1930). Tatsächlich aber nehmen auch die Discoglossiden ihre Beute mit Hilfe der Zunge auf (s. a. EIBL-EIBESFELDT 1962). Da diese aber ziemlich kurz ist, wird sie normalerweise nicht von

oben, sondern seitlich oder schräg von unten auf die Beute geschleudert (Abb. 4.) Dies konnte bei den drei europäischen Gattungen beobachtet werden.

Rana: Wie die vorherigen Gattungen setzen auch die Echten Frösche zum Erreichen weiter entfernter Beute die Sprungbeine ein. Bei einer mittleren Distanz, wo ein wirklicher Sprung nicht notwendig erscheint, die Zunge allein aber zum Beutefang nicht ausreicht, schiebt sich das Tier gleichzeitig mit dem Herausklappen der Zunge mit Hilfe der Hinterbeine ein Stück nach vorne. Die Vorderbeine werden hierbei schräg nach vorne, vielleicht als eine Art »Bremse« weggestreckt. Diese Verhaltensweise findet sich auch bei den Discoglossiden.

Bufo: Bei den Kröten dagegen erfolgt die Annäherung an die Beute auf prinzipiell andere Weise. Sie schieben sich mit Hilfe der Vorderbeine so nah wie möglich an das Beutetier heran und schnappen dann nur mit der Schleuderzunge zu. Obwohl Arten wie die Wechselkröte oder auch die Erdkröte durchaus in der Lage sind zu springen, kommt ein Beutesprung mit gleichzeitigem Einsatz der Zunge bei ihnen äußerst selten vor. Ist bei den Echten Kröten die Annäherung an die Beute einmal erfolgt, dann findet normalerweise keine Bewegung des Körpers mehr statt. Dreifachbelichtungen mit einem Abstand von 20 Millisekunden zeigen, daß sich Körper und Kopf nur um Millimeter verschieben, während die Zunge auf die Beute klappt. Bei den anderen untersuchten Froschlurchen wird beinahe immer auch der Körper bewegt. Sprünge kommen bei den europäischen Kröten nur dann vor, wenn eine besonders große Beute erfaßt werden muß, die mit der Zunge nicht in den Mund befördert werden kann. In diesem Fall wird z.B. ein großer Regenwurm nur mit den Kiefern gepackt.

2. Urodele

Der für die Discoglossiden beschriebene Zungenmechanismus hat auch für die meisten Urodelen Gültigkeit. Nach DUELLMAN & TRUEB (1986) konnten lediglich Arten, bei denen die Lunge fehlt oder stark zurückge-

bildet ist (nach der genannten Arbeit wären dies in Europa: *Hydromantes*, *Salamandrina* und *Chioglossa*), die Zunge, die bei den übrigen Schwanzlurchen eine wichtige Hilfsfunktion bei der Atmung ausübt, zu einem perfekten, am Ende mit einer Haftscheibe versehenen Jagdinstrument umbilden. Zumaldest auf *Chioglossa* trifft diese Bedingung allerdings nicht zu; wie BÖTTCHER (1883) angibt, sind die Lungen bei dieser Art gut ausgebildet.

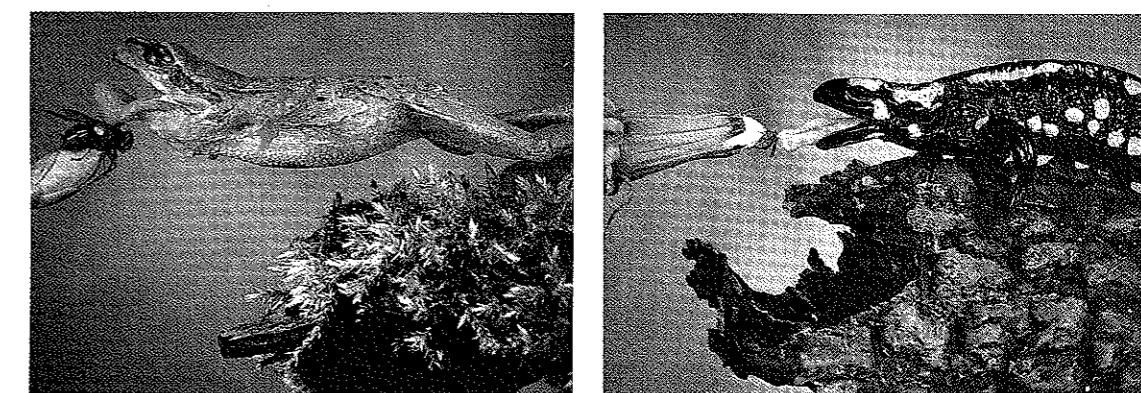
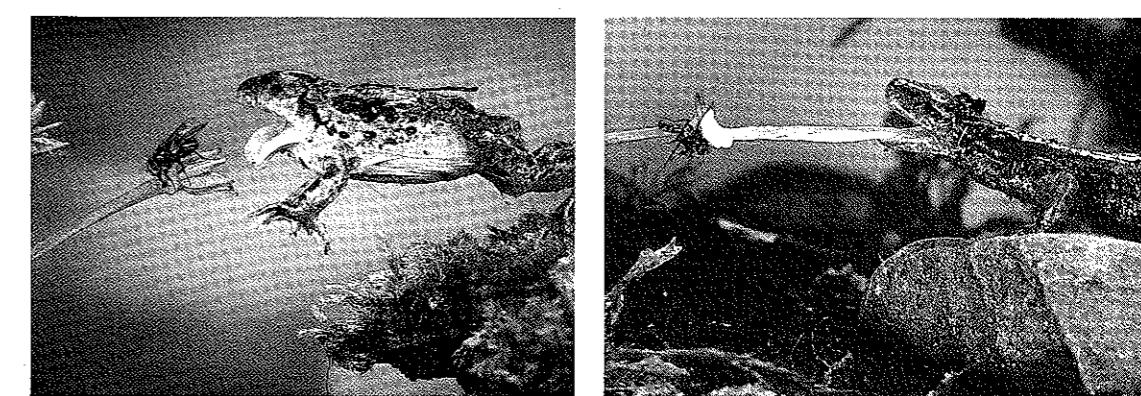
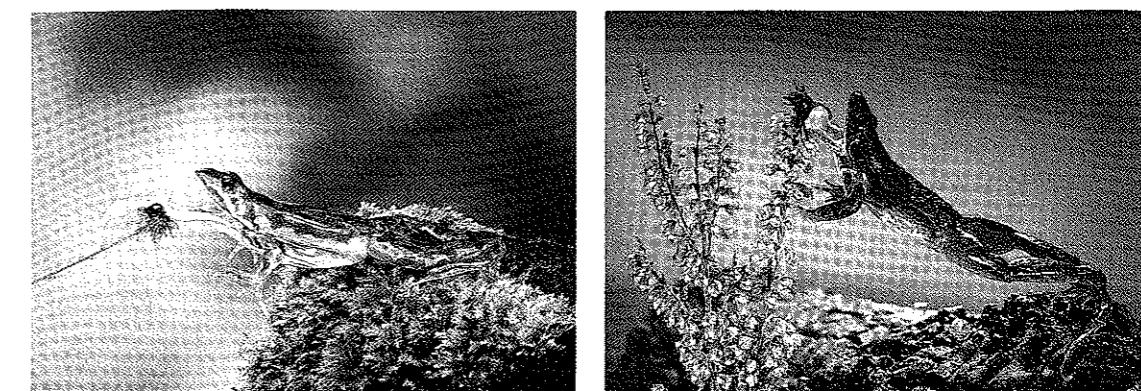
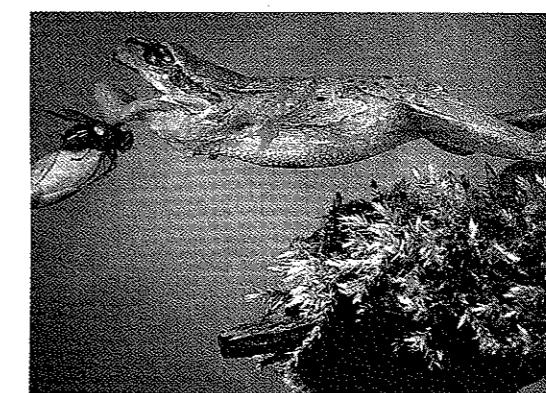
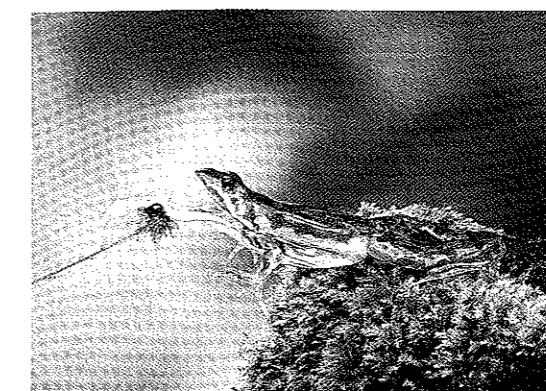
Für den Kaukasussalamander *Mertensiella caucasica* wurde beschrieben, daß er seine Beute in Sprüngen von 2-3 cm erbeuten kann (KNOBLAUCH, 1905). Die gleiche Fähigkeit findet sich auch bei *Chioglossa*. Der Schub für diese Sprünge geht bei beiden Arten von den Vorderbeinen aus.

Während bei den Salamandriden wie *Chioglossa* und *Salamandrina* die Schleuderzunge vorne im Mundboden angewachsen ist, haben die meisten Plethodontiden eine rundum freie Zunge, die auch entsprechend weiter aus dem Mund geschleudert werden kann. Hier drückt ein komplizierter Muskelapparat die Zunge regelrecht aus dem Mund, was bei einigen Arten weniger als 1/100 Sek. dauert. Bei den im Wasser lebenden Molchen wird während ihrer aquatilen Phase der Beutefang mit der Zunge durch das sogenannte Saugschnappen ergänzt (bzw. meist ganz ersetzt), bei dem die Beute durch das plötzliche Öffnen des Mundes angesaugt wird.

Diskussion

Das Beutefangverhalten gibt wichtige Informationen über Lebensweise und Ansprüche einer Tierart. Die immense Bedeutung für den Terrarianer, dem dies wichtige Rückschlüsse auf die benötigten Futtertiere erlaubt, sollte ebensowenig unterbewertet werden wie die Bedeutung ethologischer Merkmale für die Systematik.

Diese Arbeit zeigt, daß sich verschiedene Amphibienarten und -gattungen aufgrund ihres Verhaltens bei der Nahrungsaufnahme charakterisieren lassen. Es wäre also denkbar, nach genaueren vergleichenden Analysen einen systematischen Stammbaum



Abbildungen linke Spalte von oben nach unten:

Abb. 1: Beutefang von *Rana lessonae*. Die lange Zunge schlägt von oben auf die Beute, die Vorderbeine sind als »Bremse« schräg nach vorne vorgestreckt.

Abb. 2: Charakteristische Sprunghaltung von *Pelobates fuscus*.

Abb. 3: Beutesprung von *Hyla arborea*. Charakteristisch die Haltung der Vorderbeine. Auch nach einem derartig wuchtigen Sprung kann der Laubfrosch wieder an seinen ursprünglichen Standort zurückkehren, da ihn die hinteren Haftfüße dort festhalten.

herpetofauna 10 (57), Dezember 1988

Abbildungen rechte Spalte von oben nach unten:

Abb. 4: *Discoglossus galganoi*. Die Zunge schlägt nicht von oben auf die Beute, sondern heftet sich von unten an.

Abb. 5: Einsatz der Schleuderzunge bei *Hydromantes italicus*.

Abb. 6: Auch *Salamandra salamandra* kann seine Zunge beim Beutefang einsetzen.

bestimmter Amphibiengruppen auf dieser Basis zu erstellen. Hierbei könnte als Vorbild der von ARNTZEN & SPARREBOOM (1987) entworfene Stammbaum der Gattung *Triturus* dienen, der auf detaillierten Vergleichen des Paarungsverhaltens gründet.

Wichtig sind dabei allerdings auf jeden Fall die Details der jeweiligen Verhaltensweisen. Gerade das Beutefangverhalten samt seiner morphologischen Voraussetzungen scheint sich in verschiedenen Amphibiengruppen analog entwickelt zu haben. Als Beispiel wäre die Schleuderzunge bei Salamandriden und Plethodontiden zu nennen, die bei oberflächlicher Beobachtung ähnlich, bei genauerer Betrachtung der Muskelmechanismen jedoch völlig unterschiedlich funktionieren. Auch drängte sich uns angesichts unserer ersten Fotos der Eindruck auf, das gleiche Vorwärtsschieben mit Hilfe der Vorderbeine käme bei Kröten und bei den Salamandern *Chioglossa* und *Mertensiella* vor. Erst komplizierte Dreifachbelichtungen zeigten den wesentlichen Unterschied: Bei den Kröten ist die Annäherung beim Herausklopfen der Zunge abgeschlossen, bei *Mertensiella* und *Chioglossa* erfolgt beides gleichzeitig. Sicher ist nur, daß für eine derartige Untersuchung des Beutefangs weit mehr Material erforderlich wäre. Die etwa 200 Bilder, die dieser Arbeit zugrundelagen, konnten lediglich einige Details dieses normalerweise für den Menschen nicht wahrnehmbaren Augenblicks sichtbar machen.

Danksagung

Ich danke PEDRO GALAN REGALADO, La Coruna, für die Anfertigung der Skizzen. Bei FRANK GLAW, Köln, BENEDETTO LANZA, Florenz, GUSTAVO FERNANDEZ ARIAS, Lugo, und

RALF MITTMANN, Köln, bedanke ich mich für die Hilfe bei der Beschaffung der Tiere. Ganz herzlich möchte ich mich bei FRITZ RAUSCHENBACH, Wesseling, bedanken, ohne dessen Fotoausrüstung diese Untersuchung unmöglich gewesen wäre.

Literatur:

- ARNZEN, J.W. & M. SPARREBOOM (1987): The use of biochemical and behavioural data for the phylogeny of the Old World newts, genus *Triturus*. - Proc. fourth ord. gen. meeting SEH: 25-28.
BÜTTCHER, O. (1883): Beiträge zur Anatomie von *Chioglossa lusitanica* (BOCAGE). - Inaug. Diss. Göttingen.
DUELLMAN, W.E. (1970): Hylid frogs of Middle America. - Monog. Mus. nat. Hist. Univ. Kansas, Lawrence, 1: 1-752 (2 Bände).
DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB (1986): Biology of amphibians. - New York (Mc Graw-Hill), 670 S.
EIBL-EIBESFELDT (1962): Die Verhaltensentwicklung des Krallenfrosches (*Xenopus laevis*) und des Scheibenzunglers (*Discoglossus pictus*) unter besonderer Berücksichtigung der Beutefanghandlungen. - Zeitschr. Tierpsych., 19: 385-393.
HERTER, K. (1930): Die Physiologie der Amphibien. In: KRUMBACH, T. (Hrsg.): Handbuch der Zoologie. - Berlin.
KLEWEN, R. (1988): Die Landsalamander Europas, Teil 1. - Wittenberg Lutherstadt (Ziemsen), 184 S.
KNOBLAUCH, A. (1905): Der Kaukasische Feuersalamander *Salamandra caucasica* (WAGA). - Ber. Senckenberg Gesell.: 89-110.
LESCURE, J. (1986): Le Comportement alimentaire. In: BRASSE, P.-P. (Hrsg.): Traité de zoologie, Bd. 14-1B (Batraciens). - Paris, 828 S.
ÖZETI, N. & D.B. WAKE (1969): The morphology and evolution of the tongue and associated structures in salamanders and newts family (Salamandridae). - Copeia, New York etc., 1969 (1): 91-123.
SEVERTSOV, A. S. (1971): The mechanisms of food capture in tailed amphibians. - Doklady Biol. ci. roc. Acad. Sci. USSR, 197: 185-187.

Anschrift des Verfassers:
MIGUEL VENCES
Wittekindstr. 15
D-5000 Köln 41