

## Zwischenbericht über die innerartliche Variabilität der Erdkröte (*Bufo bufo* L.)

(Amphibia: Salientia: Bufonidae)

HELMUT HEMMER & WOLFGANG BÖHME

Mit 4 Abbildungen

### Einleitung

Vor einiger Zeit gab einer der Verfasser (HEMMER 1975) in dieser Zeitschrift die Entdeckung eines elektrophoretisch leicht darstellbaren Serumeiweißunterschiedes zwischen mitteleuropäischen (*Bufo b. bufo*) und südwesteuropäischen Erdkröten (*B. bufo spinosus*) bekannt. Die nach derzeitiger Kenntnis auf zwei verschiedene Allele eines einzigen Gens zu beziehende Differenz der albuminähnlichen Proteinfraction versprach die biogeographisch bedeutsame Möglichkeit, das Vermischungsgeschehen zweier postglazial zusammengetroffener Amphibienunterarten in ihrer Grenzzone zu untersuchen. Daher wurden in jener Mitteilung alle in der mutmaßlichen Grenzregion sammelnden Herpetologen gebeten, lebende Erdkröten zur serologischen Bestimmung zur Verfügung zu stellen.

Die Bemühungen der Verfasser um lebende Erdkröten aus den Randländern des Mittelmeeres erbrachten zwar bislang noch nicht das durch jenen Aufruf erhoffte umfangreiche Material, führten aber doch zum Erhalt einiger Exemplare aus verschiedenen Ländern. Deren elektrophoretische Bearbeitung, verbunden mit der Erfassung einiger wichtiger morphognostischer und metrischer Merkmale, läßt bereits jetzt die Umrisse eines Bildes erkennen, das mit der simplifizierenden, aber nach wie vor anerkannten Einteilung der Art in eine nördliche (*B. b. bufo*) und eine südliche, holomediterrane Unterart (*B. bufo spinosus*) (MERTENS & WERMUTH 1960, HOTZ 1970, OBST 1973), nicht viel gemein hat. Die Verfasser halten es daher für angebracht, die bisherigen Stichproben-Ergebnisse in Form eines Zwischenberichtes bekannt zu geben, wobei sie ihre Bitte um weiteres Lebendmaterial — auch zur leihweisen Überlassung — erneuern.

### Material und Methode

Folgende Erdkröten wurden bislang untersucht:

3 bereits früher (HEMMER 1975) genannte Exemplare aus den Regionen Valencia (Ostspanien), Nîmes und Narbonne (Südfrankreich).

2 Exemplare aus Braga (Nordportugal), zur Verfügung gestellt von Herrn P. VAN DEN ELZEN, Bonn.

1 Exemplar von der Laguna Grande de Gredos, Sierra de Gredos (Mittelspanien), das Herr Dipl.-Biol. L. TRUTNAU, Wittlich, zugänglich machte.

5 Exemplare vom Ercina-See bei Covadonga, Kantabrisches Gebirge (Nordspanien), die wir von Herrn K. GUTSCHE, Aachen, erhielten.

2 Exemplare von Abano-Terme, Region Padua (Norditalien), übersandt von Herrn J.-P. RISCH, Luxemburg.

2 Exemplare aus Verona (Norditalien), die Herr P. VAN DEN ELZEN, Bonn, zur Verfügung stellte.

1 Exemplar (♀) von der Insel Elba (Italien), ebenfalls von Herrn VAN DEN ELZEN zugänglich gemacht.

1 Exemplar (♂) aus dem Rila-Gebirge (Bulgarien), das uns Herr W. BISCHOFF, Magdeburg, überließ.

1 Exemplar (subadult) aus dem Rif-Gebirge (Marokko), das wir Herrn K. GUTSCHE verdanken.

Zum serologischen Vergleich dienten jeweils Exemplare aus Populationen des Rhein-Main-Gebietes (Mainz, Oppenheim, Rüsselsheim).

Den Kröten wurden ca. 2—10 µl Blut aus der Vena angularis entnommen. Das hieraus mittels der von JAEGER (1963) beschriebenen Methode gewonnene Serum wurde — jeweils mit einer Vergleichsauftragung eines anderen Serums auf dem gleichen Streifen — auf Cellogel-Streifen elektrophoretisch aufgetrennt und hinsichtlich der relativen Mobilität vor allem der albuminähnlichen Fraktion ausgewertet.

## Ergebnisse

Das dem *bufo*-Albumin ( $A_b$ ) gegenüber etwas weniger weit anodisch wandernde *spinosus*-Albumin ( $A_s$ ) ist außer bei den Kröten aus Valencia, Nîmes und Narbonne sowie aus der Sierra de Gredos allein nur noch bei einem Tier aus Elba vorhanden, in Kombination mit  $A_b$  in Doppelbandenform bei je einem Tier aus Nordportugal und dem Kantabrischen Gebirge, während die anderen Exemplare jener Fundorte allein  $A_b$  besitzen. Ebenfalls nur  $A_b$  konnte bei den Kröten aus Norditalien, Bulgarien und aus Nordafrika festgestellt werden (Abb. 1).

In den meisten der untersuchten Serien war eine Präalbuminfraktion nachweisbar, deren Stärke bis zur das Proteinmuster neben der Albuminbande beherrschenden Bande reichen kann. Allerdings ist die quantitative Ausprägung dieser Fraktion offenbar stark vom physiologischen Zustand der einzelnen Kröte abhängig, variierte sie doch bei Tieren, denen als Vergleichsbasis mehrfach zu verschiedenen Zeiten Blut entnommen wurde, entweder von nicht erkennbar bis zu deutlicher Ausprägung (Narbonne), oder von letzterem bis zu extremer Stärke (Oppenheim), wie sie sich auch bei zweien der fünf Kröten aus dem Kantabrischen Gebirge und dem Exemplar aus dem Rif-Gebirge fand. Eine sehr schwache, noch weiter anodisch wandernde Präalbuminbande ließ sich bei einem Teil der Erdkröten aus dem Rhein-Main-Gebiet, dem Kantabrischen Gebirge und aus Portugal erkennen, ferner bei dem bulgarischen Exemplar.

Färbung und Zeichnung der von den Verfassern lebend gesehenen Erdkröten unterliegen einer hohen Variabilität. Einheitliche oder doch schwerpunktartige Ausprägung dieser Merkmale finden sich hauptsächlich nur auf dem Niveau von Lokalpopulationen. Mitteleuropäische Tiere können bei graubraunen, gelbbraunen, olivbraunen, dunkel- oder rotbraunen Grundtönen klar abgegrenzte Flecken

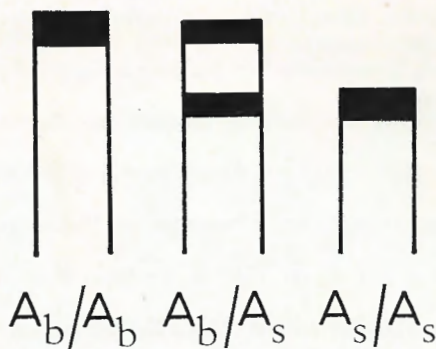


Abb. 1. Albumintypen bei Erdkröten verschiedener Herkunft. —

$A_b/A_b$ : Tiere aus dem Rhein-Main-Gebiet (4), dem Kantabrischen Gebirge (4), Portugal (1), Norditalien (4), Bulgarien (1) und Nordafrika (1).

$A_b/A_s$ : Tiere aus dem Kantabrischen Gebirge (1) und Portugal (1).

$A_s/A_s$ : Tiere aus Mittelspanien (1), Ostspanien (1), Südfrankreich (2) und Elba (1). — Alle Zeichn. Mus. A Koenig, W. HARTWIG.

Types of albumin-like proteins in common toads of different origin. —

$A_b/A_b$ : Toads from the Rhine-Main-region (4), the Cantabrian mountains (4), Portugal (1), northern Italy (4), Bulgaria (1) and North Africa (1).

$A_b/A_s$ : Toads from the Cantabrian mountains (1) and Portugal (1).

$A_s/A_s$ : Toads from central Spain (1), eastern Spain (1), southern France (2) and the island of Elba (1).

besitzen, die unregelmäßig oder aber in Längsreihen angeordnet sein können. Ebenso oft sind solche dunklen Flecken jedoch überhaupt kaum erkennbar. Schließlich können auch gegenüber der Grundfarbe aufgehellte Bänder zwischen den Fleckenreihen eine lebhaft Kontrastierung, vor allem der Rückenseiten, bedingen. Eine solche Kontrastfärbung ist bei mitteleuropäischen Exemplaren sehr selten, läßt sich aber in manchen Lokalpopulationen auch gehäuft beobachten. Insgesamt häufiger ist sie bei iberischen oder apenninischen Populationen. Die drei hier studierten *spinosus*-Exemplare aus Ostspanien und Südfrankreich zeichnen sich durch dunkel rotbraune, dunkelbraune beziehungsweise hellbräunliche Grundfärbung aus, wobei nur der Kröte aus Nîmes keine Kontrastfärbung zukommt. Besonders starke Kontrastfärbung charakterisiert das ♂ von der Typuslokalität von *B. bufo gredosicola*, das auf hellgrauem Grund sich sehr scharf abhebende dunkelbraune Zeichnung besitzt. Die kleine Serie der kantabrischen Lokalpopulation (Covadonga) zeigt durchgehend gelbbraune bis lehmgelbe, sogar ockergelbe Grundtönungen. Die oberitalienischen Tiere variieren von lehmfarben hellbräunlich bis zu hell graubraun oder hell grau-oliv. Das ♀ aus Elba trägt bei sehr kontrastreicher Färbung und Zeichnung (Abb. 2) rötlichbraune Flecken auf bläulich graubrauner Grundfarbe. Verstärkt findet sich dieser Färbungstyp bei dem südbulgarischen ♂ wieder, das rötliche, je nach physiologischem Farbwechselzustand bis ziegelrote Flecken auf einer dorsal mehr blaugrau-schie-

ferfarbenen, lateral helleren Grundfarbe besitzt. Wiederum völlig verschieden ist die Farbgebung der Jungkröte aus dem Rif, deren Rücken besonders im vorderen Teil intensiv rot überhaucht ist und die rote Farbanteile auch an Oberarmen und Unterschenkeln besitzt. Uns vorliegende Farbdias adulter marokkanischer Erdkröten sowie die von SCHNEIDER (1974) gegebene Beschreibung eines tunesischen Individuums legen jedoch nahe, daß die Färbung des noch nicht adulten Rif-Exemplares am wenigsten zu verallgemeinern ist.



Abb. 2. Erdkröten-♂ aus Norditalien (Mitte) und Bulgarien (rechts) und ♀ aus Elba (links) zum Größen- und Färbungskontrastvergleich. — Aufn. Mus. A. Koenig, H. HOENOW.

Male common toads from northern Italy (centre) and Bulgaria (right) and female from Elba (left): compare different size and different contrast of colour and pattern.

Die Körpergröße der hier besprochenen Erdkröten liegt bei den Exemplaren mit dem Albumin A<sub>b</sub> aus Portugal, Kantabrien und Oberitalien im normalen Bereich mitteleuropäischer Tiere: Kopf-Rumpflängen nicht über 80 mm. Die südfranzösisch-ostspanischen Kröten mit A<sub>s</sub> und das ♂ aus Bulgarien mit A<sub>b</sub> sind mit Körperlängen über 100 mm als groß, das ♀ von Elba ist mit 154 mm Körperlänge als riesig zu bezeichnen. Die wichtigsten Kopfmaße (Augen-Nasen-Distanz, Internasaldistanz, Interorbitaldistanz, Oberlidbreite, Oberlidlänge, Parotidenlänge, Parotiden-Mundspalt-Distanz, Tympanum-Mundspalt-Distanz) zeigen, daß diesbezügliche Proportionsunterschiede zwischen mitteleuropäischen und mediterranen Erdkröten auf allometrischen Größenbeziehungen beruhen, daher also keine realen Unterscheidungsmerkmale darstellen (Abb. 3).

Die Stachelwarzigkeit schließlich, die ja namengebendes Charakteristikum der mediterranen Erdkröte war (*spinus*!), übrigens auch der aus dem Kaukasus beschriebenen Rasse (*verrucosissimus*!), ist ein Merkmal, das außer bei *Bufo bufo*

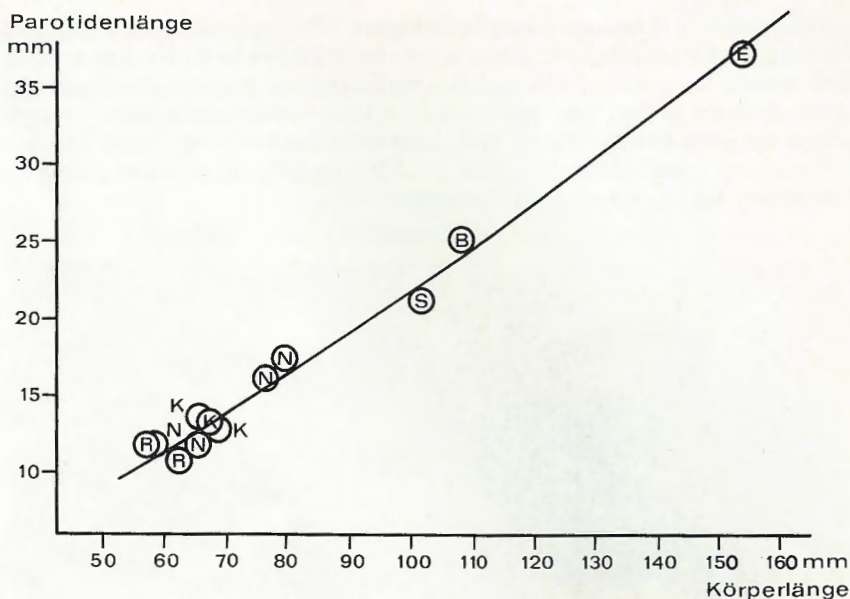


Abb. 3. Allometrie-Beziehung von Körperlänge und Parotidenlänge bei Erdkröten verschiedener Herkunft (B = Bulgarien, E = Elba, K = Kantabrisches Gebirge, N = Norditalien, R = Rhein-Main-Gebiet, S = Südfrankreich). Kurve erstellt über die doppellogarithmische Berechnung der Allometrie-Achse (Allometrie-Exponent = 1,28).

Allometry of body length and parotoid-gland length in common toads of different origin (B = Bulgaria, E = Elba, K = Cantabrian mountains, N = northern Italy, R = Rhine-Main-region, S = southern France). Curve drawn by double-log calculation of allometric axis (allometric exponent = 1.28).

auch bei vielen anderen Arten der Gattung eine große, teils parallele Variabilität an den Tag legt, wobei es nicht nur geographisch, sondern auch saisonal und geschlechtsgebunden variieren kann. Bei den oberitalienischen und kantabrischen Tieren ist Stachelwarzigkeit kaum ausgeprägt, von unseren hier diskutierten Exemplaren zeigt es nur das Riesen-♀ von Elba deutlich. In der Erdkrötensammlung des Museums Koenig, Bonn, befinden sich stachelwarzige Tiere nur von Castellon (Ostspanien) und Neapel (Süditalien). Weitere Serien aus diesen Ländern, wie auch aus dem mediterranen Jugoslawien und Griechenland, sind trotz oft bedeutender Abmessungen weitgehend glatthäutig. Man muß der systematischen Verwendung dieses Merkmals Skepsis entgegenbringen, wie das auch EISELT (1965) tut.

#### Diskussion

Bisherige Untersuchung zur intraspezifischen Variabilität albuminähnlicher Proteine bei Amphibien erbrachten keine Hinweise auf eine eventuelle Selektion.

tionsbeeinflussung bei der geographischen Verteilung verschiedener Allele. Daher darf der Kenntnis solcher Allel-Verbreitungen für die Beurteilung innerartlicher Evolutions- und Ausbreitungsprozesse große Bedeutung beigemessen werden. Ein erster Versuch, mit den bislang vorhandenen Daten die Grundlage für eine mehr und mehr zu verdichtende Allelkarte für die Erdkröte zu erstellen (Abb. 4), zeigt folgendes: Die durch den Besitz von  $A_s$  gekennzeichneten regionalen Populationen sind auf einen im einzelnen noch unbekannt großen Teil der Iberischen Halbinsel, Südfrankreichs und — nach dem Vorkommen auf Elba — vermutlich auch der Apennin-Halbinsel eingeeengt. Demgegenüber ist die *bufo*-Gruppe, wenn das Allel  $A_b$  als deren Leitmerkmal gewählt wird, neben den bisher für sie anerkannten Gebieten auch in den nordspanischen Gebirgen, im Südwesten bis Nordportugal, verbreitet, wobei hier jeweils das Vorkommen auch des  $A_s$ -Allels in den geprüften Lokalpopulationen die Nähe der *spinosus*-Gruppe anzeigt. Für die *bufo*-Gruppe ist also hier das im Prinzip gleiche Verbreitungsbild anzunehmen, das auch andere Elemente der iberischen Herpetofauna zeigen (zum Beispiel *Triturus helveticus*, *Alytes obstetricans*, *Hyla arborea*, *Rana temporaria*, *Anguis fragilis*, *Lacerta muralis*, *Coronella austriaca*; vgl. Verbreitungskarten bei SALVADOR 1974). In diesem Fall ist sicher mit physiologischen Adaptationsunterschieden zwischen den Gruppen *bufo* und *spinosus* zu rechnen, wie etwa mit

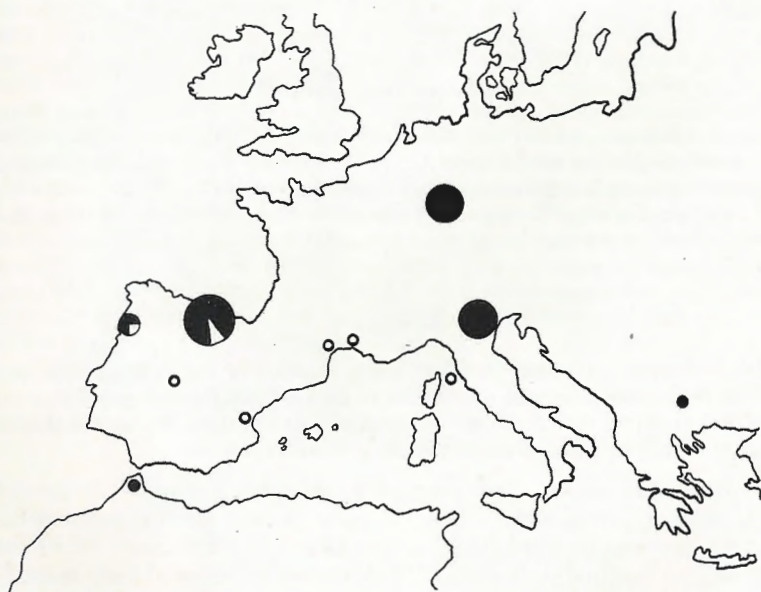


Abb. 4. Verbreitungskarte für die Allele  $A_b$  und  $A_s$ . Kreisdurchmesser entsprechend der Zahl untersuchter Individuen; dunkel =  $A_b$ -Anteil, hell =  $A_s$ -Anteil der jeweiligen Serie. Distributional map for the albumin alleles  $A_b$  and  $A_s$ . The diameter of the locality points corresponds to the number of examined specimens; dark =  $A_b$ , light =  $A_s$ .

unterschiedlichen Vorzugstemperaturen und verschiedener Temperaturabhängigkeitskurve der Larvalentwicklung. Die für erstere von STRÜBING (1954) getroffene Feststellung, daß sich nämlich *B. b. bufo* und *B. bufo spinosus* hier gleich verhalten, wird durch den Umstand entkräftet, daß die von STRÜBING benutzten „*spinosus*“ von der Balkanhalbinsel stammten, für die jedoch nach unseren Befunden eine Besiedlung durch die *bufo*-Gruppe anzunehmen ist.

Ähnliche Verhältnisse wie auf der Iberischen Halbinsel scheinen auf der Apennin-Halbinsel zu existieren, wo außer auf Elba die *spinosus*-Gruppe auch in tiefen Lagen des Festlandes erwartet werden kann. Der östliche Teil der Po-Ebene erscheint allein von der *bufo*-Gruppe besiedelt, wobei sich die dortigen Tiere auch in ihrer Größen- und Färbungsvariation noch den mitteleuropäischen anreihen lassen. Dieser unmittelbare Anschluß hinsichtlich der Färbung gilt sicherlich nicht für die Einzelexemplare aus Bulgarien einerseits und dem marokkanischen Rif andererseits, die serologisch aber ebenfalls der *bufo*-Gruppe angehören. Eine Materialvermehrung aus den Ländern der Balkanhalbinsel und Nordafrikas könnte eine taxonomische Eigenbehandlung der Erdkröten dieser Regionen angezeigt werden lassen. Zu *Bufo bufo spinosus* dürfen sie jedenfalls schon jetzt nicht mehr gezählt werden.

Unser Dank gilt allen in der Materialliste genannten Herren. Des weiteren danken wir Herrn U. JOGER, Marburg, für die Vorlage einiger Lebendphotos adulter marokkanischer Erdkröten. Unsere Bitte um das dringend notwendige weitere Material sei hier wiederholt.

#### Zusammenfassung

Elektrophoretische Studien der albuminähnlichen Fraktion des Serumeiweißbildes lieferten erste Ergebnisse zur Revision der Verbreitung der *bufo*- und *spinosus*-Populationsgruppen innerhalb der paläarktischen Krötenart *Bufo bufo*. Die Ergebnisse gestatten es nicht, das bisherige Konzept einer holomediterran verbreiteten Unterart *B. bufo spinosus* aufrecht zu erhalten.

#### Summary

Elektrophoretic studies on the albumin-like fraction of the serum protein pattern gave first results concerning the distribution of the *bufo* and *spinosus* population groups within the palaeartic toad *Bufo bufo*. These results do not allow to maintain the former concept of a single holomediterranean subspecies *B. bufo spinosus*.

#### Schriften

- EISELT, J. (1965): Einige Amphibien und Reptilien aus der nordöstlichen Türkei, gesammelt von Herrn H. STEINER. — Ann. naturhist. Mus. Wien, 67: 387—399. Wien.
- HEMMER, H. (1975): Serumeiweißunterschied zwischen *Bufo b. bufo* und *Bufo bufo spinosus* (Salientia, Bufonidae). — Salamandra, 11: 61—63. Frankfurt am Main.

- HOTZ, H. (1970): Zur Laichplatzökologie von *Bufo bufo spinosus* DAUDIN (Amphibia, Salientia) im tyrrhenischen Ligurien. — Viertelj.-Schr. naturforsch. Ges. Zürich, 115: 239—254.
- JAEGER, R. (1963): Preparation of serum for paper electrophoresis from small animals. — *Experientia*, 19: 660. Basel.
- MERTENS, R. & WERMUTH, H. (1960): Die Amphibien und Reptilien Europas. — Frankfurt am Main (Kramer).
- OBST, F. J. (1973): Die Mittelmeer-Erdkröte, *Bufo bufo spinosus* DAUDIN, neu für Bulgarien. — *Zool. Abh.*, 32: 149—153. Dresden.
- SALVADOR, A. (1974): Guia de los anfibios y reptiles españoles. — Madrid (ICONA).
- SCHNEIDER, B. (1974): Beitrag zur Herpetofauna Tunesiens, I. *Bufo bufo spinosus*. — *Salamandra*, 10: 55—60. Frankfurt am Main.
- STRÜBING, H. (1954): Über Vorzugstemperaturen von Amphibien. — *Z. Morph. Ökol. Tiere*, 43: 357—386.

Verfasser: Prof. Dr. HELMUT HEMMER, Institut für Zoologie der Gutenberg-Universität, Saarstraße 21, 6500 Mainz.  
 Dr. WOLFGANG BÖHME, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig, Adenauerallee 150—164, 5300 Bonn.