

Morphologische und elektrophoretische Charakterisierung von hybriden Unkenpopulationen (*Bombina bombina* x *B. variegata*) aus dem Burgenland

Günter GOLLMANN

Um mögliche Hybridisierung mit der Rotbauchunke zu überprüfen, wurden morphologische und elektrophoretische Untersuchungen an fünf Gelbbauchunkenpopulationen aus dem mittleren und südlichen Burgenland durchgeführt. An den Genorten Ldh-1 und Mdh-1, die artspezifische Allele aufweisen, lag der durchschnittliche Anteil der für die Rotbauchunke charakteristischen Allele zwischen 0 und 23 %. Die Genotyphäufigkeiten in den Hybridvorkommen sowie die unabhängige Variation morphologischer und genetischer Merkmale zeigten, daß sie vermutlich panmiktische Populationen waren.

GOLLMANN G., 1991: Morphological and electrophoretic characteristics of hybrid populations of Fire-bellied Toads (*Bombina bombina* x *B. variegata*) from Burgenland (Austria).

In order to examine possible hybridization with *Bombina bombina*, five populations of *Bombina variegata* from Burgenland were investigated using morphological and electrophoretic methods. At the enzyme loci Ldh-1 and Mdh-1, which have alternatively fixed alleles in the two species, the average proportion of alleles characteristic of *B. bombina* varied between 0 and 23 %. Genotypic frequencies in the hybrid samples and independent variation of morphological and genetic characters indicate panmixis in the hybrid populations.

Keywords: hybrid zone, allozyme markers, morphological characters, *Bombina*, Burgenland.

Einleitung

Die Areale von Rotbauch- und Gelbbauchunke (*Bombina bombina* und *B. variegata*) berühren einander in mehrere tausend Kilometer langen Kontaktzonen (ARNTZEN 1978, GOLLMANN 1987b), in denen regelmäßig Hybridpopulationen auftreten. Durch SZYMURAS (1976a, b, SZYMURA et al. 1985, SZYMURA & BARTON 1986) genetische Analysen der Hybridpopulationen in der Nähe von Krakau wurden diese zu einem oft zitierten Modellfall einer Hybridzone (z.B. GUTTMAN 1985, HEWITT 1988).

Vergleichende Untersuchungen verschiedener Abschnitte dieser Hybridzonen

zeigten eine beachtliche Variabilität in ihren genetischen Populationsstrukturen (GOLLMANN & SZYMURA 1986, GOLLMANN et al. 1988). Die Ursachen für diese Variabilität sind vermutlich in regional unterschiedlichen Umweltbedingungen, besonders in Angebot und kleinräumiger Verteilung geeigneter Habitate, zu finden; gerade die ökologischen Aspekte der Hybridisierung der Unken sind allerdings noch unzureichend untersucht.

In Österreich wurden bisher vor allem das östliche Waldviertel und der Wienerwald bearbeitet (GOLLMANN 1981, 1984, in Vorb., HÖDL & GOLLMANN 1985). In den Jahren 1982 bis 1986 wurden auch einige Fundorte im Burgenland untersucht. Es handelte sich dabei größtenteils um Hybridpopulationen, in denen der Anteil der von der Gelbbauchunke stammenden Gene deutlich überwiegt („*variegata*-ähnliche Hybride“). Versuche, im mittleren Burgenland Transekte quer durch die Hybridzone zu besammeln, scheiterten, da in einigen potentiellen Habitaten von *B. bombina* keine Unken gefunden wurden. Die Ergebnisse haben also fragmentarischen Charakter. Sie wurden bereits im Atlas der Amphibien und Reptilien Österreichs (CABELA & TIEDEMANN 1985) verwendet; hier werden diese Daten dokumentiert und zur Prüfung der Möglichkeit, durch Analyse weniger Merkmale der äußeren Morphologie Hybridunken zu erkennen, herangezogen.

Material und Methoden

Unken wurden an folgenden Fundorten aufgesammelt (Abb. 1):

1. Forstweg nördlich von Lackenbach (16°26', 47°36'), N = 20. In einer 4 km südöstlich dieses Fundorts gelegenen Sandgrube wurde ein weiteres Vorkommen von Hybridunken festgestellt; da von dieser Fundstelle nur drei Tiere untersucht werden konnten, wird sie hier nicht weiter behandelt.
2. Waldteich südlich von Neudorf bei Landsee (16°23', 47°33'), N = 17.
3. Steinbruch nördlich von Bernstein (16°16', 47°25'), N = 12.
4. Gräben westlich von Schrötten (16°10', 47°05'), N = 13.
5. Waldschreinergraben, nördlich von Neuhaus am Klausenbach (16°01', 46°53'), N = 8.

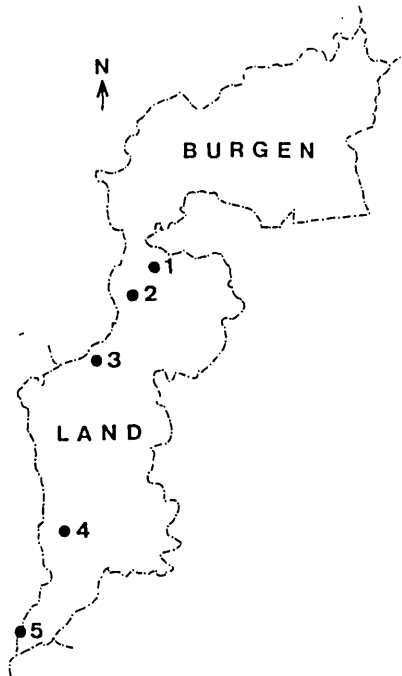


Abb. 1: Fundorte von Gelbbauch- und Hybridunken im Burgenland. Angaben zu den Fundorten: s. Text!

Gewebeextrakte aus jeweils einer amputierten Zehe wurden mittels horizontaler Stärkegelelektrophorese aufgetrennt; anschließend wurden Lactatdehydrogenase und Malatdehydrogenase durch spezifische Färbungen dargestellt und die Genotypen von Ldh-1 und Mdh-1, die bei den zwei Unkenarten alternativ fixierte Allele aufweisen (SZYMURA 1976a, GOLLMANN 1981, 1984), bestimmt. Aus der Zahl der für *B. variegata* charakteristischen Allele an diesen beiden Genorten läßt sich für jede Unke ein genetischer Hybridindex bestimmen, der die Werte 0 (reine *B. bombina*) bis 4 (reine *B. variegata*) annehmen kann (HÖDL & GOLLMANN 1985).

Die Fleckenmuster der Bauchseite wurden nach der Methode von GOLLMANN (1981, 1984) protokolliert. Zur Auswertung wurde ein morphologischer Index, der vier verlässliche Unterscheidungsmerkmale zwischen den beiden Unkenarten berücksichtigt (Ausdehnung der gelben Färbung auf die Spitzen von erstem Finger und erster Zehe, Verbindungen der Leistenflecken miteinander und mit den Schenkelflecken; s. GOLLMANN 1987a, b), herangezogen. Dieser Index kann

Werte von 0 bis 8 annehmen, bei reinen Rotbauchunken beträgt er meist 0 (selten 1 oder 2), bei reinen Gelbbauchunken 8 (selten 6 oder 7) (GOLLMANN 1987a). Eine bis sieben Wochen nach dem Fang wurden die Unken wieder an ihren Herkunftsorten freigelassen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Allelfrequenzen von Ldh-1 und Mdh-1 (Tab. 1) weisen die Unkenpopulationen an den Fundorten 1, 2 und 4 als Hybridvorkommen aus, in denen die von der Gelbbauchunke stammenden Gene überwiegen, der Anteil der von der Rotbauchunke eingekreuzten Gene aber so hoch ist, daß mehr als die Hälfte dieser Unken ein „*bombina*-Allel“ an zumindest einem der zwei untersuchten Genorte trugen (Tab. 2). Fundort 3 erscheint als fast reine Gelbbauchunkenpopulation - nur ein Tier besaß ein „*bombina*-Allel“. Ein mögliches Vorkommen von Rotbauchunken oder Hybriden am Fundort 5 (dem Naturhistorischen Museum Wien wurden 1982 eine Rotbauch- und eine Gelbbauchunke zugeschickt, die angeblich von diesem Fundort stammten; die genauen Fundumstände konnten leider nicht eruiert werden) konnte nicht bestätigt werden. Es wurden dort ausschließlich Gelbbauchunken angetroffen.

Fundort		1	2	3	4	5
Ldh-1	F	0.92	0.85	1.00	0.81	1.00
	S	0.08	0.15	-	0.19	-
Mdh-1	F	0.78	0.85	0.96	0.73	1.00
	S	0.22	0.15	0.04	0.27	-

Tab. 1: Allelfrequenzen von Ldh-1 und Mdh-1 in den fünf untersuchten Unkenpopulationen.

Die für die Rotbauchunke charakteristischen Allele Ldh-1^S und Mdh-1^S wurden durchwegs im heterozygoten Zustand gefunden, was mit den Erwartungen der Hardy-Weinberg-Verteilung in Einklang steht - die Hybridvorkommen erscheinen also als panmiktische Populationen. Die Resultate der morphologischen Auswertungen entsprechen in groben Zügen den genetischen Ergebnissen (Tab. 2): am Fundort 5 wurden nur typische Gelbbauchunken gefunden, die auch an den anderen Fundorten vorherrschten; dort wurden aber auch einige Exemplare mit intermediärer Merkmalsausprägung angetroffen.

	Fundort				
	1	2	3	4	5
Genetischer Hybridindex					
0 oder 1	-	-	-	-	-
2	2	1	-	4	-
3	8	8	1	4	-
4	10	8	11	5	8
Morphologischer Index					
0, 1 oder 2	-	-	-	-	-
3	1	-	-	-	-
4	-	-	-	1	-
5	1	1	1	-	-
6	2	-	2	3	-
7	3	3	-	2	-
8	13	13	9	7	8

Tab. 2: Verteilung der Werte an genetischem Hybridindex und morphologischem Index in den fünf untersuchten Unkenpopulationen.

Bei den Unken aus den Hybridpopulationen wurde die Beziehung von genetischem Hybridindex und morphologischem Index geprüft (Tab. 3); Chi-Quadrat- und G-Tests (SOKAL & ROHLF 1981) zeigen, daß sie voneinander unabhängig sind. Die weitgehend unabhängige Variation von morphologischen und genetischen Merkmalen untermauert, daß es sich bei den einzelnen Hybridvorkommen

um panmiktische Populationen handelt. Innerhalb solcher Populationen ist nicht zu erwarten, Hybride und reine Gelbbauchunken unterscheiden zu können. Auch der genetische Hybridindex, der ja nur zwei Genorte berücksichtigt, sagt wenig über die genetische Konstitution eines Individuums aus. Obwohl die Beschränkung auf wenige Merkmale manchmal Ergebnisse bringen kann, die im Widerspruch zur Gestaltwahrnehmung des erfahrenen Beobachters stehen, erscheint die verwendete morphologische Auswertungsmethode zur Charakterisierung von Populationen durchaus geeignet zu sein.

Morphologischer Index	Genetischer Hybridindex		
	4 (<i>B. variegata</i>)	2 und 3 (Hybrid)	Gesamt
8 (<i>B. variegata</i>)	17	16	33
3 bis 7 („Hybrid“)	6	11	17
Gesamt	23	27	50

Tab. 3: Assoziation von genetischem Hybridindex und morphologischem Index bei den Unken von den Fundorten 1, 2 und 4.

In Diskussionen über Hybridzonen wird immer wieder die Frage nach dem Artstatus der hybridisierenden Formen gestellt. Bei rigoroser Auslegung des biologischen Artkonzepts wären Rotbauch- und Gelbbauchunke als der gleichen Art zugehörig zu betrachten. Die meisten Zoologen neigen aber dazu, die Art nicht nur als genetische, sondern auch als ökologische und historische Einheit anzusehen (SUDHAUS 1984). Unter diesen Gesichtspunkten ist die Anerkennung der zwei Unkenarten gut begründet (GOLLMANN & SZYMURA 1986, SZYMURA & BARTON 1986). Weiters ist zu bedenken, daß die Hybridpopulationen die Genpools ihrer Elternarten gleichzeitig verbinden und trennen: Genfluß durch die Hybridzonen ist möglich und konnte wiederholt nachgewiesen werden - so auch in den Gelbbauchunkenpopulationen im Burgenland; dennoch stellen die Hybridzonen eine bedeutende Schranke für den Genfluß dar (SZYMURA & BARTON 1986), die beiden Arten sind trotz Genaustausch in ihrer Evolution weitgehend unabhängig.

Dank

Ich danke Herrn Dr. Walter HÖDL für seine Mitwirkung bei der Freilandarbeit, dem Amt der Burgenländischen Landesregierung für die Erteilung von Sammelbewilligungen und dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung für finanzielle Unterstützung (Projekte 4750 und 5445, geleitet von Prof. Dr. Friedrich SCHALLER).

Literatur

- ARNTZEN J. W., 1978: Some hypotheses on postglacial migrations of the fire-bellied toad, *Bombina bombina* (LINNAEUS) and the yellow-bellied toad, *Bombina variegata* (LINNAEUS). J. Biogeogr. 5, 339-345.
- CABELA A. & TIEDEMANN F., 1985: Atlas der Amphibien und Reptilien Österreichs. Neue Denkschriften des Naturhist. Mus. Wien, Bd. 4, F. Berger & Söhne, Wien-Horn.
- GOLLMANN G., 1981: Zur Hybridisierung der einheimischen Unken (*Bombina bombina* (L.) und *Bombina variegata* (L.)), Anura, Discoglossidae). Dissertation, Universität Wien.
- GOLLMANN G., 1984: Allozymic and morphological variation in the hybrid zone between *Bombina bombina* and *Bombina variegata* (Anura, Discoglossidae) in northeastern Austria. Z. zool. Syst. Evol.-forsch. 22, 51-64.
- GOLLMANN G., 1987a: *Bombina bombina* and *Bombina variegata* in the Mátra mountains (Hungary): New data on distribution and hybridization (Amphibia, Anura, Discoglossidae). Amphibia-Reptilia 8, 213-224.
- GOLLMANN G., 1987b: Möglichkeiten der Freilanddiagnose von Hybriden der Rotbauch- und Gelbbauchunke, *Bombina bombina* (LINNAEUS, 1761) und *Bombina variegata* (LINNAEUS, 1758) (Anura: Discoglossidae). Salamandra 23, 43-51.
- GOLLMANN G., ROTH P. & HÖDL W., 1988: Hybridization between the fire-bellied toads *Bombina bombina* and *Bombina variegata* in the karst regions of Slovakia and Hungary: morphological and allozyme evidence. J. evol. Biol. 1, 3-14.
- GOLLMANN G. & SZYMURA J. M., 1986: Geographische Variabilität der Hybridzone zwischen Rotbauch- und Gelbbauchunke. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 79, 171-172.

- GUTTMAN S. I., 1985: Biochemical studies of anuran evolution. *Copeia* 1985, 292-309.
- HEWITT G. M., 1988: Hybrid zones - natural laboratories for evolutionary studies. *Trends Ecol. Evol.* 3, 158-167.
- HÖDL W. & GOLLMANN G., 1985: Bioakustische Freilanduntersuchungen an hybriden Unkenpopulationen. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 78, 340.
- SOKAL R. R. & ROHLF F. J., 1981: *Biometry*. 2nd ed., Freeman, New York.
- SUDHAUS W., 1984: Artbegriff und Artbildung in zoologischer Sicht. *Z. zool. Syst. Evol.-forsch.* 22, 183-211.
- SZYMURA J. M., 1976a: Hybridization between Discoglossid toads *Bombina bombina* and *Bombina variegata* in southern Poland as revealed by the electrophoretic technique. *Z. zool. Syst. Evol.-forsch.* 14, 227-236.
- SZYMURA J. M., 1976b: New data on the hybrid zone between *Bombina bombina* and *Bombina variegata* (Anura, Discoglossidae). *Bull. Acad. Polon. Sci. Cl. II.* 24, 355-363.
- SZYMURA J. M. & BARTON N. H., 1986: Genetic analysis of a hybrid zone between the fire-bellied toads, *Bombina bombina* and *Bombina variegata*, near Cracow in Southern Poland. *Evolution* 40, 1141-1159.
- SZYMURA J. M., SPOLSKY C. & UZZELL T., 1985: Concordant change in mitochondrial and nuclear genes in a hybrid zone between two frog species (genus *Bombina*). *Experientia* 41, 1469-1470.

Manuskript eingelangt: 1990 11 06

Anschrift des Verfassers: Dr. Günter GOLLMANN, Institut für Zoologie, Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [128](#)

Autor(en)/Author(s): Gollmann Günter

Artikel/Article: [Morphologische und elektrophoretische Charakterisierung von Hybriden Unkenpopulationen \(*Bombina bombina* x *B. variegata*\) aus dem Burgenland 157-164](#)