

Beitrag zum taxonomischen Status von *Bufo trifolium* TSCHUDI, 1845 und *Bufo spinulosus flavolineatus* VELLARD, 1959 sowie zur Biologie von *Bufo spinulosus* WIEGMANN, 1834

WINFRIED HAAS

Abstract

Contribution to the taxonomic status of Bufo trifolium TSCHUDI, 1845 and Bufo spinulosus flavolineatus VELLARD, 1959 as well as to the biology of Bufo spinulosus WIEGMANN, 1834.

Data on morphology, life history, bioacoustics and reproductive biology imply that *Bufo flavolineatus* and *B. trifolium*, both from Andean Peru, are junior synonyms of *B. spinulosus*. The two former merely differ from *B. spinulosus* in colour pattern. Under captive conditions, however, all three nominal species could be obtained from one single clutch. The release call of *B. spinulosus* is described. Developmental and larval characters are provided.

Keywords: Anura: Bufonidae: *Bufo spinulosus flavolineatus* *B. trifolium* syn. ad *B. spinulosus*; morphology; life history; bioacoustics; reproduction; Peru.

Zusammenfassung

Daten zur Morphologie, Lebensweise, Bioakustik und Reproduktionsbiologie weisen darauf hin, dass *Bufo spinulosus flavolineatus* und *B. trifolium*, beide aus den Anden Perus, Juniorsynonyme von *B. spinulosus* sind. Die beiden zuerst genannten unterscheiden sich von *B. spinulosus* lediglich im Farbmuster. In Gefangenschaft entwickelten sich allerdings alle drei nominellen Arten aus einem einzigen Gelege. Der Abwehrlaut von *B. spinulosus* wird beschrieben. Entwicklungs- und Larvalmerkmale sind tabellarisch erfasst.

Schlagwörter: Anura: Bufonidae: *Bufo spinulosus flavolineatus* und *B. trifolium* syn. ad *B. spinulosus*; Morphologie; Lebensweise; Bioakustik; Fortpflanzung; Peru.

1 Einleitung

In der Gattung *Bufo* zeichnet sich die neotropische *spinulosus*-Gruppe besonders im Hochland von Peru durch einen ausgeprägten Polymorphismus aus. Dies führte in der Vergangenheit unter anderem dazu, dass die verschiedenen Farbvarianten von *B. spinulosus* WIEGMANN, 1834 (Abb. 1) einschließlich ihrer Juvenilform als unterschiedliche Taxa erachtet wurden (vgl. TSCHUDI 1845, BOULENGER 1900). Die letztgenannte Fehlbestimmung wurde erst von VELLARD (1959) berichtigt.

Bufo trifolium TSCHUDI, 1845 (Abb.2) und *B. spinulosus flavolineatus* VELLARD, (1959) (Abb.3) wurden aus Peru beschrieben, erstere jedoch ohne nähere Fundortangabe. Der Unterartstatus von *flavolineatus* wurde von verschiedenen Autoren fortgeschrieben beziehungsweise für *trifolium* neu aufgeführt (vgl. GORHAM 1974, HARDING 1983). CEI (1972) hingegen erhob beide Formen in den Artstatus; FROST (1985, 1999) schloss sich dieser Auffassung an. LAVILLA (1992) erwähnte jedoch *B. trifolium* als Synonym von *B. spinulosus*. Keiner der Autoren, welcher sich nach der Erstbeschreibung zur Systematik dieser Formen geäußert hat, begründete seine jeweilige Auffassung.

Nach MARTIN (1972) sind *B. atacamensis* CEI, 1962, *B. spinulosus*, *B. flavolineatus* und *B. trifolium* osteologisch sehr ähnlich, so dass von daher kaum Rückschlüsse auf die systematische Einordnung dieser Formen gezogen werden können. Bereits SINSCH (1990) bezweifelte den Artstatus der Formen *flavolineatus* und *trifolium* und vertrat

die Ansicht, dass es sich lediglich um verschiedene Phänotypen von *B. spinulosus* handelt. CORDOVA (1999) kam auf Grund karyologischer Untersuchungen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass es sich bei *B. flavolineatus* und *B. trifolium* um Synonyme der polymorphen *B. spinulosus* handelt. Die widersprüchlichen Angaben der verschiedenen Autoren zeigen, dass in dieser Bufoniden-Gruppe aus dem peruanischen Hochland noch erheblicher taxonomischer Klärungsbedarf besteht.

Anlässlich eines Aufenthaltes am Río Mantaro, in der Nähe von Concepción, Peru (Departamento Junín), konnte ich alle drei nominellen Taxa – *B. flavolineatus*, *B. spinulosus* sensu stricto und *B. trifolium* – syntop und gleichzeitig beobachten. Ich entnahm dieser Population je eine Zuchtgruppe von einigen Tieren. Ziel dieses Artikels ist es, anhand eines morphologischen Vergleichs sowie durch die gewonnenen Erkenntnisse aus den Beobachtungen im natürlichen Lebensraum und in Gefangenschaft zur Klärung der taxonomischen Konfusion dieser drei Krötenformen beizutragen sowie die Kenntnisse zu deren Biologie zu erweitern.

2 Material und Methoden

Die Maße der Adulti wurden mit einer Schieblehre mit einer Genauigkeit von 0,5 mm erfasst, während die morphometrischen Merkmale des Geleges und der Kaulquappen über die Messskala im Binokular mit einer Genauigkeit von 0,1 mm gemessen wurden.

Bei der Morphometrie wurden bewusst nur solche Bezugsgrößen ausgewählt, welche als Präparate in Alkohol beziehungsweise Formalin der geringsten und annähernd gleichmäßigen Veränderung während des Schrumpfungsprozesses unterliegen. Tympani und Parotoiden wurden nicht vermessen, deren Form und Größe ist aus den Abbildungen ersichtlich. Die Lebendfärbungen der einzelnen Formen werden mit Farbfotos belegt (vgl. Abb. 1-4). Die Haltungs- und Aufzuchtbedingungen entsprechen den Beschreibungen von HAAS (1997, 1999).

Die spontanen Abwehrlaute wurden im Aufzuchtterrarium bei einer Temperatur von 23 °C mit einem Tonbandgerät Sony WM-DC6 sowie einem Mikrofon Sony ECM 957 aufgenommen. Das dazu ausgewählte Männchen hat eine Kopf-Rumpf-Länge von 62,0 mm und befindet sich in der Sammlung des Autors. Klangspektr- und Oszillogramm wurden mit dem Programm Avisoft SASLab Pro aufbereitet und ausgewertet, der Hochpassfilter betrug 300 Hz.

Die Terminologie der Kaulquappen erfolgte nach MC DIARMID & ALTIG (1999), die Bestimmung des Entwicklungsstadiums entsprechend der Tabelle von GOSNER (1960).

3 Ergebnisse und Diskussion

Die nominellen Arten *Bufo flavolineatus*, *B. spinulosus* sensu stricto und *B. trifolium* aus dem Mantaro-Tal in Peru unterscheiden sich nach meinen Beobachtungen und Untersuchungen lediglich im Farbkleid (vgl. Abb. 1-3). Von besonderer Bedeutung ist die Lebendfärbung der grünen Iris bei allen Tieren (meines Erachtens ein invariant artspezifisches Merkmal in der Gattung *Bufo*).

Weder morphologisch, noch in der Lebensweise, Bioakustik oder Reproduktionsbiologie konnte ich wirkliche Unterschiede feststellen, worauf im Nachfolgenden detailliert eingegangen wird. Aufgrund dieser Erkenntnisse bin ich derselben Auffassung wie SINSCH (1990) und CORDOVA (1999), dass *B. flavolineatus* und *B. trifolium* lediglich Farbvarianten einer polymorphen Art, nämlich *B. spinulosus*, sind, für die kein eigenständiger taxonomischer Status zu rechtfertigen ist.

3.1 Morphologie

Die gemessenen Exemplare der drei Formen sind alle in etwa gleich groß (Tab.1). Ein typisches Merkmal sind die kleinen, rundlichen Parotoiden (Abb. 1-3). Der Rücken ist mit verhornten Warzen bedeckt, deren Anzahl und Dichte an den Seiten zunimmt. Alle drei nominellen Taxa haben Tuberkel unterhalb des Tympanums, eine Drüsenleiste auf dem Unterarm und eine Tarsalfalte. Die Fingerformel lautet $2 < 1 < 4 < 3$, die der Zehen $1 < 2 < 5 < 3 < 4$. Zwischen Männchen und Weibchen besteht kein Größenunterschied (Tab. 1).

Geschlechtsdimorphe Merkmale sind der etwas weniger gedrungene Körper des Weibchens sowie dessen geringere und kaum verhornte Bewarzung. Der auffälligste Unterschied zwischen den Geschlechtern sind die mit kräftigen Stacheln versehenen Warzen des Männchens, welches keine Schallblase besitzt, während der Paarungszeit (Abb. 4).

	Kopf-Rumpf-Länge/ Snout-vent length	Kopfbreite/ Head width	Unterarmlänge/ Radius length	Tibia-Länge/ Tibia length
<i>flavolineatus</i>	62,8	21,2	16,4	24,0
<i>flavolineatus</i>	59,5	19,6	15,1	22,5
<i>flavolineatus</i>	67,2	21,5	16,3	26,1
<i>flavolineatus</i>	67,3	25,1	17,4	25,8
<i>flavolineatus</i>	61,9	23,1	17,1	25,2
Mittelwert ± Standardabweichung/ Mean ± standard deviation	63,7 ± 3,42	22,1 ± 2,09	16,5 ± 0,89	24,7 ± 1,48
<i>spinulosus</i> sensu stricto	62,0	24,7	15,5	25,8
<i>spinulosus</i> sensu stricto	55,6	19,1	13,1	20,2
<i>spinulosus</i> sensu stricto	66,5	22,0	15,4	25,2
<i>spinulosus</i> sensu stricto	66,8	23,9	16,2	26,5
Mittelwert ± Standardabweichung/ Mean ± standard deviation	62,7 ± 5,23	22,4 ± 2,49	15,1 ± 1,35	24,4 ± 2,87
<i>trifolium</i>	62,2	19,4	14,8	23,5
<i>trifolium</i>	59,9	21,1	15,5	24,8
<i>trifolium</i>	53,7	17,9	14,4	20,8
<i>trifolium</i>	58,2	17,8	15,0	20,6
<i>trifolium</i>	51,2	17,9	15,2	22,7
Mittelwert ± Standardabweichung/ Mean ± standard deviation	57,0 ± 3,55	18,8 ± 0,06	15,0 ± 0,42	22,5 ± 1,16

Tab. 1. Maßangaben in mm von insgesamt 14 Exemplaren der drei nominellen Arten.
Measurements in mm of a total of 14 specimens of the three nominal species.

3.2 Lebensweise

Das besagte Gebiet (Abb. 5), in dem sich die drei Formen syntop und gleichzeitig aufhielten, befindet sich in einem andinen Tal von Zentral-Peru zwischen Concepción und Huancayo im Departamento de Junín in einer Höhe von etwa 3200 m über NN



Abb. 1. Adultes Männchen von *Bufo spinulosus*.

Adult male of the phenotype *spinulosus*.



Abb. 2. Adultes Weibchen der Form *trifolium*.

Adult female of the form *trifolium*.



Abb. 3. Adultes Männchen der Form *flavolineatus*.

Adult male of the form *flavolineatus*.



Abb. 4. Adultes Männchen von *Bufo spinulosus* während der Paarungszeit.

Adult male of *Bufo spinulosus* during breeding period.

und erstreckt sich zu beiden Seiten des Río Mantaro. Die Überschwemmungszone des Flusses ist teilweise mit Kies und Geröll sowie mit einer spärlichen Vegetation bedeckt. An der rechten Uferseite wurde mit Schaufelladern Kies abgebaut, wobei etwa 1-1,5 m tiefe, mit Wasser gefüllte Ausschachtungen entstanden. Die Ufervegetation der rechteckigen etwa 25-30 m² großen Becken bestand aus kleinwüchsigen Binsen. Diese Becken wurden von den dort vorkommenden Kröten als Laichplatz genutzt.

Während meines Aufenthaltes Mitte März 1997 ging die Fortpflanzungsperiode offensichtlich ihrem Ende entgegen. Der überwiegende Teil der Larven hatte die Metamorphose bereits beendet, während die restlichen sich in der letzten Entwicklungsphase kurz vor der Umwandlung befanden. Paare im Amplexus oder Gelege konnten trotz intensiver Suche nicht mehr gefunden werden. Schon bei den Larven

waren zwei distinkte Morphen zu erkennen, die eine mit hellem Vertebralstreifen, die andere ohne diese Zeichnung. Auch bei den Jungkröten, deren Finger und Zehen orangegelb gefärbt waren, ein typisches Erkennungsmerkmal der Juvenilform der *spinulosus*-Artengruppe, gab es diese beiden unterschiedlichen Zeichnungsmuster. Adulte und subadulte Tiere wurden im Uferbereich nur selten gefunden. Versteckplätze befanden sich unter Steinen beziehungsweise unter abgelagertem Müll. Die größte Ausbeute an adulten Kröten aller drei Formen ergab sich beim Abfahren der parallel zum Fluss verlaufenden Straßen nach einem Regenfall bei Einbruch der Dunkelheit.

3.3 Bioakustik

Die akustische Kommunikation umfasst bei der überwiegenden Mehrheit der Gattung *Bufo* sowohl einen Anzeigeruf als auch einen Abwehrlaut. Abweichend hiervon sind in der Neotropis beziehungsweise in der Nearktis zwei Artengruppen von Schmal-schädelkröten (vgl. BLAIR 1972) verbreitet, welche nur einen schwachen Abwehrlaut emittieren. Eine dieser beiden Gruppen ist die in der andinen Neotropis verbreitete *spinulosus*-Gruppe. Im Gegensatz zur Mehrzahl der Angehörigen der Gattung *Bufo* emittiert *B. spinulosus* auch ohne taktilen Stimulus diesen Abwehrlaut, beispielsweise in Laichgesellschaften während der Paarungszeit, wo in einem Laichgewässer eine größere Anzahl von Kröten auf engem Raum versammelt ist.

Die Signalsequenz eines Abwehrlautes von *B. spinulosus* enthält zwei unterschiedliche Strukturen, einen gepulsten Abwehrlaut (Abb. 6) und einen ungepulsten Abwehrlaut (Abb. 7). Es werden sowohl Einzellaute als auch homo- beziehungsweise heterotypische Lautsequenzen emittiert. Einzellaute sind überwiegend gepulst, während Lautsequenzen überwiegend aus ungepulsten Signalen bestehen. Die Strukturmerkmale einer Lautsequenz von *B. spinulosus* sind der Tabelle 2 zu entnehmen.



Abb. 5. Gebiet, wo alle drei im Text genannten Kröten vorkommen (Río Mantaro, Peru).
Area where all three toads mentioned in text occur (Río Mantaro, Peru).

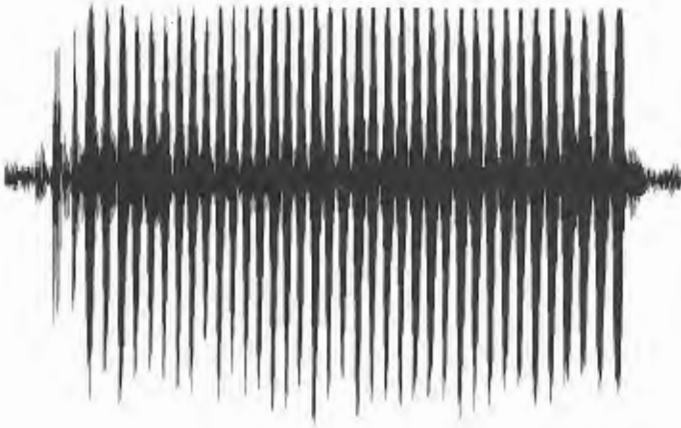


Abb. 6. Gepulster Abwehrlaut (vgl. Tab. 2).
Pulsed release call (compare table 2).

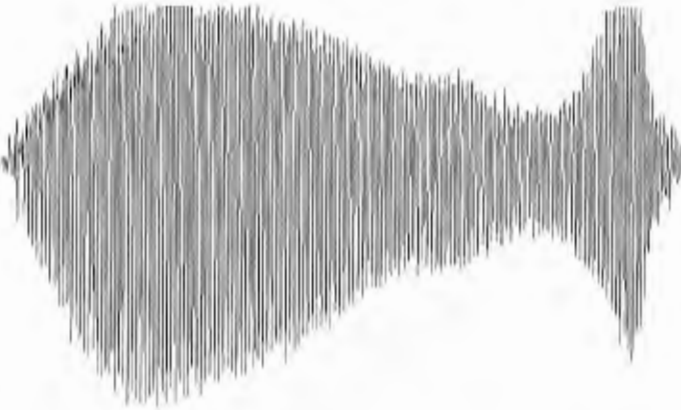


Abb. 7. Ungepulster Abwehrlaut (vgl. Tab. 2).

Unpulsed release call (compare table 2).

0 ms

	Gepulstes Signal/ Pulsed signal	Ungepulstes Signal/ Unpulsed signal
Dauer/duration	810 ms	168 ms
Dominanzfrequenz/ Dominant frequency	1267 Hz	915 Hz
Anzahl Pulse/ Number of pulses	39 = 48,2/s	
Pulslänge/ Pulse length	13-15 ms (n = 5)	
Pulsintervall/ Inter-pulse-interval	5-6 (n = 4)	

Tab. 2. Strukturmerkmale des gepulsten und des ungepulsten Abwehrlautes.
Structural characteristics of the pulsed and unpulsed release call.

Merkmal/ Character	Ungefährer Wert/ Approximate value
Anzahl der Eier in einem Gelege/ Number of eggs in one clutch	1500
Anzahl der Eier pro cm/ Number of eggs per cm	7
Eidurchmesser/Egg diameter	1,7 mm
Dauer der Embryogenese/ Duration of embryo genesis	4 d
Gesamtlänge der Schlüpflinge/ Total length of hatchlings	5 mm
Dauer der Larvalentwicklung/ Duration of development	37 d (Hinterbeine/hindlimbs) 41 d (Vorderbeine/forelimbs)
Gesamtlänge nach Durchbruch der Vorderbeine/ Total length after appearance of forelimbs	30 mm
Gesamtlänge nach der Metamorphose/ Total length after metamorphosis	11-13 mm

Tab. 3. Entwicklungsbiologische Merkmale bei einer Temperatur von $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
Characters of developmental biology.

Merkmal/ Character	Wert/ Value
Gesamtlänge/Total length	20,0 mm
Körperlänge/Body length	7,5 mm
Mundscheibe/Oral disc	gekerbt/noched
Papillen/papillae	marginal
Labiale Zahnreihenformel/ Labial tooth row formula	2(2)/3
Zahndichte/Tooth density	60-70/cm
Augen/Eyes	dorsal
Spiraculum	links/left
After/Vent	median

Tab. 4. Morphometrische und morphologische Merkmale einer Larve in Stadium 33 nach GOSNER (1960).

Morphometric and morphological features of tadpole in stage 33 of GOSNER (1960).

3.4 Reproduktionsbiologie

Der Laichakt des zur Nachzucht gewählten Pärchens der Form *spinulosus* sensu stricto begann am 01.04.1997 gegen 15 Uhr und war etwa um 17 Uhr beendet. Im Stadium 40, in welchem die hinteren Gliedmaßen zur Lokomotion mitbenutzt werden, zeigte sich bei den ersten Larven ein heller Vertebralstreifen (Abb. 8), welcher jedoch bei



Abb. 8. Larve mit hellem Vertebralstreifen.
Larva with light vertebral stripe.



Abb. 9. Jungkröte mit hellem Vertebralstreifen, den Formen *flavolineatus* beziehungsweise *trifolium* entsprechend.
Toadlet with light vertebral stripe, resembling the forms *flavolineatus* and *trifolium*, respectively.

einem Teil der Larven, auch nach der Metamorphose bei den Jungkröten, nicht ausgebildet wurde. Im Stadium 42, nach Durchbruch der vorderen Gliedmaßen, waren Finger und Zehen bereits orangefarben. Weitere entwicklungsbiologische Daten und Merkmale der Schlüpflinge und Larven sind den Tabellen 3 und 4 zu entnehmen.

Nach der Metamorphose betrug das Verhältnis von Jungkröten mit zu denen ohne Vertebralstreifen bei insgesamt 47 Tieren 14:33 (vgl. Abb. 9 und 10). Somit zeigten 29,8 % der Jungkröten aus einem Gelege bereits Merkmale, die den Formen



Abb. 10: Jungkröte, der Form *spinulosus* sensu stricto entsprechend.

Toadlet resembling the form *spinulosus* sensu stricto.

flavolineatus beziehungsweise *trifolium* entsprechen, während die Mehrzahl der Form *spinulosus* sensu stricto entsprach. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass sich unter den Namen *B. spinulosus flavolineatus* und *B. trifolium* lediglich Phänotypen einer variablen Art verbergen.

Schriften

- BLAIR, W.F. (ed.) (1972): Evolution in the genus *Bufo*. – Austin, London (University of Texas Press), 459 S.
- BOULENGER, G.A. (1900): Description of new batrachians and reptiles collected by Mr. P.O. SIMONS in Peru. – Ann. Mag. Nat. Hist., 7: 18-186.
- CEI, J.M. (1972): *Bufo* of South America. – S. 82-92 in: BLAIR, W.F. (Hrsg.). Evolution in the genus *Bufo*. – Austin, London (Univ. Texas Press).
- CÓRDOVA, J.H. (1999): On karyomorphs, cladistics and taxonomic status of the *Bufo spinulosus* species group (Amphibia: Anura) in Peru. – Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. A, 600: 1-28.
- FROST, D.R. (Hrsg.) (1985): Amphibian species of the world. A taxonomic and geographical reference. – Lawrence (Allen Press & ASC), 708 S.
- (1999): Amphibian species of the world: an online reference. V2.1 (15 November 1999). – New York. [<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>]
- Gorham, S.W. (1974): Checklist of world amphibians up to January 1, 1970. – Saint John, Canada (The Brunswick Museum): 174 S.
- GOSNER, K.L. (1960): Staging table of anuran embryos. – Herpetologica, 16: 183-191.
- HAAS, W. (1997): Pflege und Zucht von *B. luetkenii* BOULENGER, 1891. – Herpetofauna, Weinstadt, 19: 5-9.
- (1999): Zur Biologie von *Bufo kelaarti* GÜNTER, 1859. – Elaphe (N.F.), 2: 16-19.

- HARDING, K.A. (1983): Catalogue of New World amphibians. – Oxford (Pergamon Press), 428 S.
- LAVILLA, E.O. (1992): Tipos portadores de nombre y localidades tipo de anfibios de Argentina. – Acta Zoologica Lilloana, **XLII**: 59-100.
- MARTIN, R.F. (1972): Evidence from osteology. – S. 37-70 in: BLAIR, W.F. (Hrsg.). Evolution in the genus *Bufo*. – Austin, London (Univ. Texas Press).
- MCDIARMID R.W. & R. ALTIG (1999): Tadpoles, the biology of anuran larvae. – Chicago (Univ. Chicago Press), 444 S.
- SINSCH, U. (1990): Froschlurche (Anura) der zentral-peruanischen Anden: Artdiagnose, Taxonomie, Habitate, Verhaltensökologie. – Salamandra, **26**: 177-214.
- TSCHUDI, J.J. (1845): Reptilium conspectum quae in Republica Peruana reperiuntur et pleraque observata vel collecta sunt in itinere. – Archiv für Naturgeschichte, Berlin, **XI**: 179-170.
- VELLARD, J. (1959): Estudios sobre batracios andinos. V. El género *Bufo*. – Mem. Mus. Hist. Nat. „Javier Prado“, **8**: 1-48.
- WIEGMANN, A.F.A. (1835): Beiträge zur Zoologie gesammelt auf einer Reise um die Erde, von Dr. F.J.F. MEYEN. Sieben Abhandlungen. Amphibien. – Nova Acta Acad. Leop. Carol., **17**: 183-268.

Eingangdatum: 21. Februar 2002

Verfasser: WINFRIED HAAS, Fiersbacher Straße 11, D-57635 Hirz-Maulsbach, Deutschland.