

## Beobachtungen an mittelasiatischen Wechselkröten (*Bufo viridis* ssp.)

HELMUT HEMMER

Mit 9 Abbildungen

Anlässlich einer Informationsreise durch Sowjetisch-Mittelasien<sup>1</sup> hatte der Verfasser im Juni 1974 die Gelegenheit, eine Reihe von Beobachtungen zum Verhalten, zur Ökologie und zur Morphologie von Wechselkröten am Nordrand des Tianschan-Gebirgssystems zu machen und drei Tiere dieser Art zu weiteren Studien lebend von dort mitzubringen. Für *Bufo viridis* aus Innerasien sind bisher kaum Angaben zu Verhaltensmerkmalen (Rufe, Wahl des Laichplatzes, Aktivitätsphasen) zu finden. Zur Ökologie dieser Wechselkröten liegen hauptsächlich die Untersuchungen von PETERS (1971) an einer mongolischen Population und einige Angaben von WALTER (1888) aus Turkmenien und von KRIVOSCHJEV (1958) aus der Kysylkum-Wüste vor. Serologische Befunde fehlen noch ganz. Wie die Studien von EISELT & SCHMIDTLER (1973) zeigen, steht auch die morphologische Bearbeitung jener Formen noch in den Anfängen. So erschien eine Mitteilung der nun erhaltenen Neubefunde sinnvoll, wenn diese auch teilweise noch recht lückenhaft erscheinen.

### 1. Fundorte und Habitate

Wechselkröten wurden im Umkreis aller in der Umgebung von Alma-Ata (Kasachstan) und Frunse (Kirgisistan) besuchten stehenden Gewässer gefunden (Abb. 1). Es ist daher anzunehmen, daß sie in diesen Regionen am Nordrand des Tianschan durchaus häufig sind. In Alma-Ata selbst konnte die Art anhand ihres charakteristischen Paarungsrufes an zwei Stellen, so an einem großen Schwimmvogelweiher, innerhalb des Zoologischen Gartens nachgewiesen werden. An einem austrocknenden kleinen Wassergraben wurden am gleichen Ort sehr zahlreiche gerade metamorphosierende Jungkröten bei der Abwanderung in die dichte Bodenvegetation des unmittelbar anschließenden Gepardengeheges beobachtet. Das Zoogelände, in dem *Bufo viridis* hier offenbar recht zahlreich vorkommt, ist in der Gesamtheit als Parklandschaft mit einer Reihe von Wasseransammlungen zu kennzeichnen.

Ebenfalls eine rufende Wechselkröte wurde an den Resten des mehrere Jahre zuvor im Zuge tektonischer Bewegungen weitgehend leergefallenen Issyk-Sees (nicht mit dem großen See Issyk-Kul identisch) im Alatau-Gebirge in 1700 m

<sup>1</sup> Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

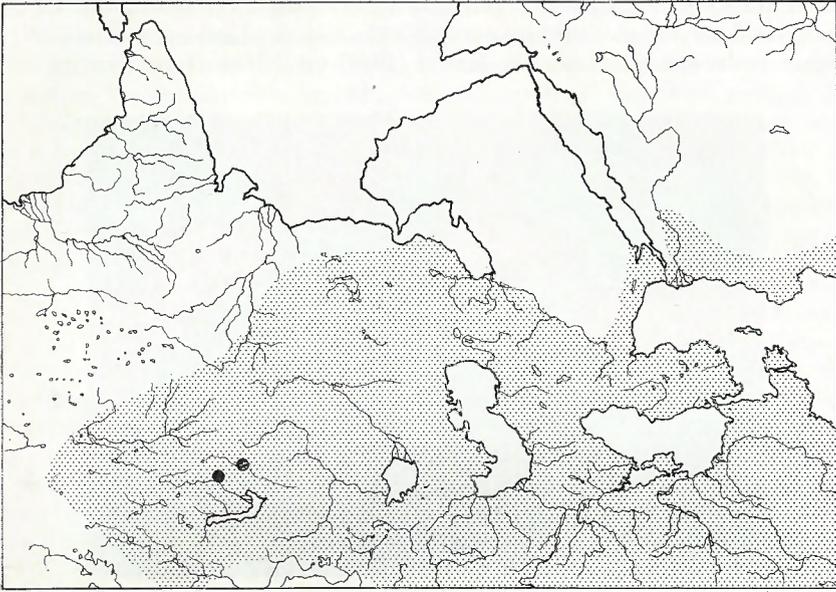


Abb. 1. Fundorte der in dieser Arbeit behandelten Wechselkröten (●) im Rahmen des asiatischen Verbreitungsgebietes von *Bufo viridis* (schematische Flächenkarte nach Fundortkarten bei KAURI 1948 und EISELT & SCHMIDTLER 1973).

Localities of the green toads described in this paper (●) in the context of the Asiatic part of the distribution of *Bufo viridis* (schematic map drawn on the basis of locality maps given by KAURI 1948 and EISELT & SCHMIDTLER 1973).

Höhe lokalisiert. Dieses Gewässer enthielt gleichzeitig sehr viele Larven der Art, und im unmittelbaren Uferbereich wurde unter einem Stein eine frisch metamorphosierte Kröte gefunden. In der Nachbarschaft dieses Sees befinden sich eine nicht sehr umfangreiche aride Zone, die hauptsächlich die ehemalige Seerausdehnung kennzeichnet, sowie anschließend Gebirgs-Nadelwäldungen (Abb. 2), die als Lebensraum dieser Krötenpopulation in Frage kommen.

In Frunse wurden zwei adulte Kröten zu Beginn ihrer nächtlichen Aktivitätsphase im mit niedrigen Bäumen bestandenen Garten des Hotels Ala-Too gefangen (Abb. 3). Eine große Zahl von Larven und einige gerade metamorphosierte Jungkröten ließen sich in und an einem kleinen, von einem schmalen Rinnsal gespeisten Tümpel innerhalb der die Vorberge des Gebirges bedeckenden Gras- und Krautsteppenlandschaft bei Tschon-Tasch in der Region von Frunse beobachten (Abb. 4). Eine bereits etwas größere Jungkröte konnte von dort mitgenommen werden.

Wechselkröten besiedeln hier im Übergangsbereich von den kasachischen und kirgisischen Steppen zum Gebirgsmassiv also sowohl die Steppe als auch Garten- und Parkbezirke im Inneren der mit reichem Baumbestand versehenen großen

Städte und Ödlandschaften und Waldungen der Hochgebirge und sind damit als weitgehend eurytop zu charakterisieren. Sie gleichen also hinsichtlich ihrer ökologischen Anforderungen nach von KAURI (1948) getroffenen Feststellungen den

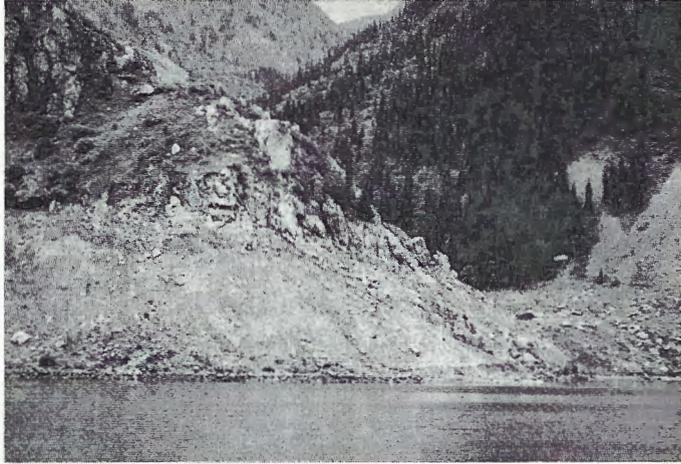


Abb. 2. Wechselkröten-Laichplatz in 1700 m Höhe am Issyk-See im Alatau-Gebirge, Kasachstan: Fundort der Kröte von Abb. 7.

Spawning place of green toads in an altitude of 1700 m on the shore of the Issyk lake in the Alatau mountains, Kazakhstan: locality of the toad shown in fig. 7.

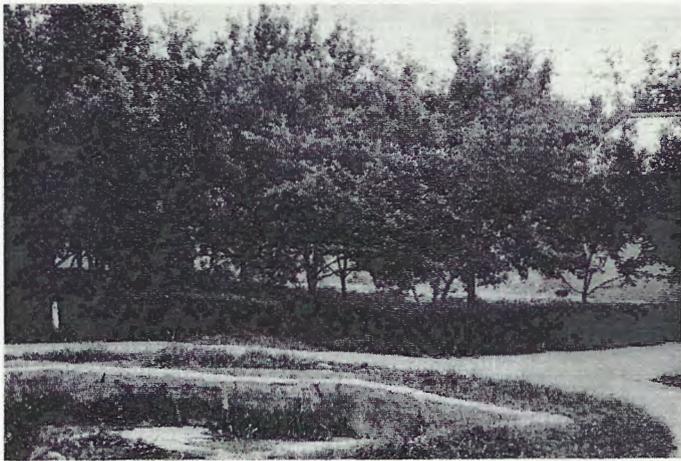


Abb. 3. Habitat adulter Wechselkröten in Frunse, Kirgisistan: Fundort der Kröten von Abb. 8 links und Mitte.

Habitat of adult green toads in Frunse, Kirgisistan: locality of the toads shown in fig. 8 left and center.

Vertretern der Art aus südlichen Teilen des gesamten Verbreitungsgebietes und heben sich von den mehr stenotop erscheinenden, warme und aride Landschaften bevorzugenden und Wald- und Parklandschaften sowie Mittel- und Hochgebirge weitgehend meidenden Populationen Mittel- und Nordeuropas ab.

## 2. Laichplatzwahl

Laichplätze ließen sich zur Beobachtungszeit (Mitte Juni, tagsüber) allein anhand von im Gewässer befindlichen Larven und durch einzelne am Uferand rufende Männchen erkennen. In den beiden Fällen, in denen eine gewisse Laichplatzaktivität adulter Kröten (Paarungsrufe) nachweisbar war, handelte es sich um größere Weiher (Zoo Alma-Ata, Issyk-See; Abb. 2), wie sie auch in Mitteleuropa, nach HEMMER & KADEL (1970), normalerweise von Wechselkröten gewählt werden. Bei Tschon-Tasch fanden sich Larven allerdings in einem nur sehr kleinen, aber doch Laichablagetiefen von über 20 cm gewährliehenden Tümpel, dessen Ausdehnung zur Zeit des Abliehens noch etwas größer gewesen sein mag (Abb. 4). Am Issyk-See beschränkte sich die mittägliche Rufaktivität auf einen nur schwer zugänglichen, relativ steilen und mit Steinen und Felsbrocken übersäten Uferabschnitt, der sich entsprechend steil unter Wasser fortsetzt. Auch dies entspricht mitteleuropäischen Wechselkröten-Laichplätzen. So weisen diese Beobachtungen nicht auf deutliche Unterschiede der Laichplatzwahl zwischen *Bufo v. viridis* und der mittelasiatischen Form dieser Art hin, wie sie andererseits in Europa zwischen *Bufo viridis* und der verwandten Art *Bufo calamita* bestehen (HEMMER & KADEL 1970).



Abb. 4. Wechselkröten-Laichplatz bei Tschon-Tasch, Kirgisistan: Fundort der Kröte von Abb. 8 rechts.

Spawning place of green toads at Tschon-Tasch, Kirgisistan: locality of the toad shown in fig. 8 right.

### 3. Laichzeit

Aus den im Juni gemachten Beobachtungen ist es selbstverständlich nicht möglich, den wirklichen Beginn der Laichzeit in der betreffenden Region zu erschließen. Ihr Ende muß nach Mitte Juni liegen, nachdem am 15. und 16. VI. noch Rufaktivität herrschte. Zu dieser Zeit (15. - 21. VI.) fanden sich in den verschiedenen Gewässern sowohl relativ junge Larven mit erst beginnendem Hinterbeinwachstum, als solche kurz vor der Metamorphose. Ferner hielten sich in unmittelbarer Ufernähe bereits metamorphosierte Jungkröten dieses Jahrgangs von Metamorphosegröße bis hin zu wenigstens 22 mm Körperlänge auf. Nach der Wachstumsrate solcher Wechselkröten bei optimaler Fütterung unter Gefangenschaftsbedingungen zu urteilen (FLINDT & HEMMER 1970, HEMMER & KADEL 1972), sollten letztere jedenfalls zumindest eine bis zwei Wochen zuvor zur Metamorphose gekommen sein, das heißt, ganz grob gesagt, Anfang Juni. Selbst bei optimalen Temperaturen im Laichgewässer ist dann nach Befunden von WETZEL (1971; vgl. HEMMER & KADEL 1973) und KADEL (mündl. Mitt.) über das Larvalwachstum von *Bufo viridis* nochmals mit einer Zeit bis zurück zur Laichablage von mindestens etwas über zwei Wochen zu rechnen, so daß nach diesen Mitte Juni erhobenen Befunden an den Larven und Jungkröten die Laichzeit am Fuß bis in 1700 m Höhe des Tianschan zumindest von etwa Mitte Mai (mutmaßlich früher) bis Mitte Juni mehr oder minder kontinuierlich andauern mußte.

Sie deckt sich damit offenbar mit der Laichzeit mitteleuropäischer Wechselkröten, die je nach Witterungsverlauf in der Regel Ende März bis Mitte April beginnt, ihren Höhepunkt im April bis Mai hat, und bis Ende Juni reichen kann (vgl. zum Beispiel FLINDT & HEMMER 1967). Ein Vergleich mit den von KAURI (1948) zusammengestellten Daten über den Laichzeitbeginn von *Bufo viridis* auf verschiedenen Breitengraden ist mangels eines echten Anfangsdatums vorläufig kaum möglich. Ähnlich wie die Laichzeit am Nordrand des Tianschan oder sogar noch etwas später dürfte diejenige der Wechselkröten in der SW-Mongolei liegen, nachdem PETERS (1971) dort Anfang Juli gerade metamorphosierende Kröten und Larven in Tümpeln einer Bachaue fand. Entsprechend nannte ZUGMAYER (1909) halbentwickelte Larven für Anfang Juni aus O-Turkestan, und KRIWOSCHEJEW (1958) fand Ende Mai, Anfang Juni Kaulquappen in der Kysylkum-Wüste Mittelasiens. In Turkmenien stellte WALTER (1888) eine Ausdehnung der Laichzeit von Anfang März bis Mitte Juni fest.

### 4. Rufe

Der trillernde Paarungsruf der Wechselkröten aus dem Osten Kasachstans klingt für das menschliche Ohr ganz wie derjenige mitteleuropäischer Tiere und unterscheidet sich von dem sehr ähnlichen Ruf der nordamerikanischen Yosemite-Kröte (*Bufo canorus*) in gleicher Weise wie jener (vgl. FLINDT & HEMMER 1972). Auf Vorspielen von Paarungsrufen mitteleuropäischer Wechselkröten vom Tonband reagierte ein aus Frunse mitgebrachtes adultes ♂ im Labor durch Zuwenden und Versuche des Hinstrebens zur Schallquelle.

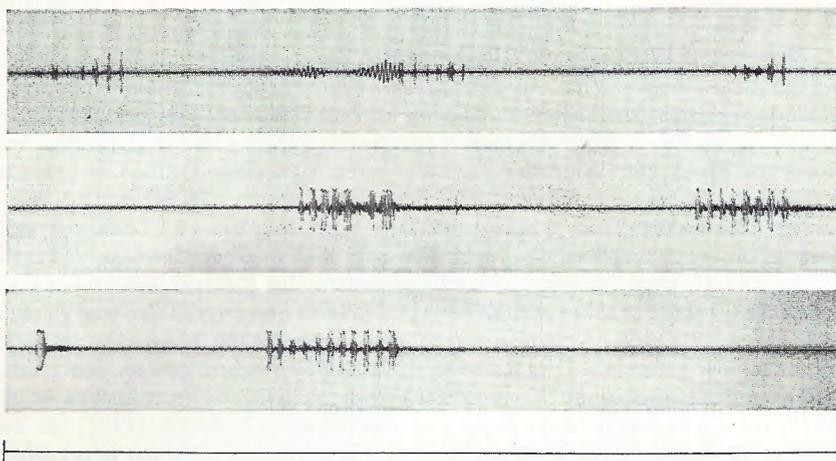


Abb. 5. Oszillogramm mehrerer Befreiungsrufe eines Wechselkröten-♂ aus Frunse, Kirgisistan: Rätschlaute und Kurzruf. Zeitmaßstab: 1 sec.

Oscillograms of several release calls of a male green toad from Frunse, Kirgisistan. Time scale: 1 sec.

Befreiungsrufe konnten von dem betreffenden ♂ aus Kirgisistan im Labor auf Band aufgenommen werden (mit Uher 4000 Report-L, Mikrophon Uher M 514). Sie treten wie bei europäischen Vertretern der Art und wie bei der Kreuzkröte (*Bufo calamita*) in zwei Typen auf, nämlich dem einfachen, meist in Serie geäußerten Kurzruf und dem von FLINDT & HEMMER (1968 a) als Rätschlaute bezeichneten längeren Ruf. Eine Analyse des letzteren über die Erstellung von Oszillogrammen zeigt die für *Bufo v. viridis* charakteristischen (FLINDT & HEMMER 1968 a, 1972) größeren Intervalle zwischen den Einzelimpulsen des geräuschhaften Rufteiles. Die Dauer dieser Intervalle beträgt im Mittel 9,5 msec und variiert mit einer Standardabweichung von  $\pm 2,5$  msec und den Extremwerten 5-19 msec ( $n = 34$ ), ist also etwas geringer als bei den von FLINDT & HEMMER (1968 a) ausgewerteten Rätschlauten von *Bufo v. viridis* mit ca. 10 bis 25 msec. Dafür ist die Gesamtrufdauer mit  $124 \pm 34$  msec ( $n = 8$ ) jenen gegenüber (60-100 msec) infolge einer höheren Zahl von Einzelimpulsen ( $8 \pm 2$ ,  $n = 8$ ) größer (Werte der mittelasiatischen Tiere hier jeweils nur von einem einzigen ♂). Während der Rätschlaute von *Bufo v. viridis*, wie auch derjenige von *Bufo calamita*, in der Regel einen Anteil gleichmäßiger geräuschhafter Impulse und einen abschließenden verlängerten, mehr klanghaften Teil besitzt, kommt bei der untersuchten kirgisischen Wechselkröte dieser Typ seltener vor; häufiger sind hier in der Dauer der Einzelimpulse keine bedeutenden Unterschiede zu finden, wobei allerdings An- und Abschwollen der Amplitude während einer Impulsreihe möglich ist (Abb. 5).

## 5. Aktivitätsrhythmus

Einzelbeobachtungen zum Rhythmus der Tagesaktivität lassen das grundsätzlich gleiche Bild wie bei mitteleuropäischen Wechselkröten erkennen. Gerade metamorphosierte Jungkröten wanderten im Zoo von Alma-Ata bei einer Lufttemperatur von über 30° C und starker Sonneneinstrahlung nachmittags zwischen 16.30 und 16.45 Uhr in großer Zahl aus einem sumpfigen Graben in grasiges Gelände ab, wobei sie einen schmalen Streifen trockenen, nackten Bodens überquerten. Bei Tschon-Tasch wurde am späten Vormittag um 11 Uhr eine in den Vorwochen metamorphosierte Jungkröte auf einer kleinen Insel im Tümpel sitzend und dann ins Wasser flüchtend beobachtet. Zur gleichen Zeit wurde eine andere Jungkröte dort aber auch unter einem großen Stein verborgen und ruhend angetroffen. In gleicher Situation wurde eine Jungkröte um 12.30 Uhr am Ufer des Issyk-Sees gefunden. Dies deckt sich mit den Beobachtungen an den Laichplätzen mitteleuropäischer Wechselkröten und mit der von BUSCHINGER & al. (1970) für die Erdkröte (*Bufo bufo*) und von HEMMER & KADEL (1971) für die Kreuzkröte beschriebenen Tagesperiodik gerade metamorphosierter Jungkröten, die jeweils eine vormittägliche und eine spät nachmittägliche und abendliche Aktivitätsphase besitzen.

Einzelne Paarungsrufe erklangen bei jeweils hohen Lufttemperaturen am Issyk-See mittags zwischen 12 und 13 Uhr, im Zoo von Alma-Ata nachmittags zwischen 16.15 und 16.45 Uhr. Dies entspricht der Feststellung von FLINDT & HEMMER (1969 a), daß bei höheren Temperaturen Wechselkrötenrufe nicht nur in den Abend- und frühen Nachtstunden, sondern auch zu fast allen anderen Tageszeiten zu hören sind. Wie in Mitteleuropa die Hauptphase motorischer Aktivität adulter Wechselkröten in den Dämmerungs- bis Nachtstunden liegt und KRIWOSCHEJEW (1958) auch für Wechselkröten der Kysylkum-Wüste angibt, daß sie sich tagsüber verborgen halten, so wurden die beiden in Frunse gefangenen erwachsenen Kröten ebenfalls zu Beginn ihrer Jagdaktivität am späten Abend etwa um 21 Uhr (18./19. VI.) überrascht, als sie gerade aus ihren Tagesverstecken hervorgekommen waren.

## 6. Kaulquappen

Die zahlreich beobachteten Larven in verschiedenen Entwicklungsstadien bewegen sich größtmäßig im Bereich mitteleuropäischer Wechselkrötenlarven, werden also im Vergleich zu Larven anderer, verwandter Krötenarten relativ groß. Die Körpergröße gerade metamorphosierter Jungkröten steht dementsprechend ebenfalls in Einklang mit derjenigen bei *Bufo v. viridis*. Auch das Verhalten dieser mittelasiatischen Wechselkröten-Kaulquappen zeigt keine Unterschiede zu dem europäischer. Sie schwimmen wie jene einzeln und in individueller Weise, ohne eine erkennbare Tendenz zur Schwarmbildung (vgl. EIBL-EIBESFELDT 1953).

## 7. Metrische Merkmale

Von den beiden in Frunse gesammelten adulten Kröten besaß zum Fangzeitpunkt das ♂ eine Körperlänge von 85 mm, das ♀ eine solche von 68 mm. Ersteres

übertrifft damit größtmäßig alle von BEDRIAGA (1898) und EISELT & SCHMIDTLER (1973) mitgeteilten Werte mittelasiatischer Wechselkröten, auch diejenige aller von PETERS (1971) gefundener mongolischer ♂, wird aber seinerseits von einigen ♀ der letztgenannten Serie übertroffen. Von den in der Literatur beschriebenen Wechselkröten-♂ sind nur Stücke aus Transkaspien (Turkmenien) mit 89-92 mm Körperlänge größer (WALTER 1888).

Die relative Länge des Hinterbeines und seiner einzelnen Elemente (Tibia, Fuß) entspricht bei frisch metamorphosierten Kröten ganz den Verhältnissen bei *Bufo v. viridis* (Abb. 7). Auch das Jugendwachstum, das bei einer mit einer Körperlänge von 22 mm gefangenen Jungkröte bei optimaler Fütterung im Labor sehr rasch bis zur Adultgröße verfolgt werden konnte (vgl. 10. Größenwachstum), verläuft wie das mitteleuropäischer Wechselkröten. Die relative Hinterbein-, Unterschenkel- (Tibia-) und Fußlänge der beiden adulten Kröten variieren zwar ebenfalls noch im Streuungsbereich letzterer, sind aber deren Mittelwerten gegenüber relativ etwas geringer. Die mittelasiatischen Wechselkröten vermitteln damit zu den nordwestafrikanischen (*Bufo viridis bouleengeri*), für die besonders bezüglich der relativen Tibialänge durchschnittlich noch etwas geringere, denen der Kreuzkröte etwa entsprechende Werte gefunden wurden (FLINDT & HEMMER, im Druck). Unter Hinzuziehung der von BEDRIAGA (1898) publizierten Maße von Wechselkröten Zentralasiens läßt sich einem bivariaten Verteilungsdiagramm für die Parameter Körperlänge und Unterschenkel- und Fußlänge entnehmen, daß diese Tiere zwar prinzipiell noch im Gesamtvariationsbereich von *Bufo v. viridis* bleiben, aber sich ab der Erwachsenengröße in dessen unterer Zone befinden, was der oberen Zone der *Bufo calamita*-Proportionen entspricht (Abb. 6). Ähnliches ergibt sich für die von PETERS (1971) bearbeiteten mongolischen Wechselkröten. Die aus Abb. 4 dieser Studie entnommenen Klassenmittelwerte der Abhängigkeit Tibia-/Körperlängenindex zu Körperlänge liegen nahe der für mitteleuropäische Wechselkröten gefundenen Untergrenze und im Kreuzkrötenbereich. Allerdings erscheint letztere, von KANEP (1963; zit. nach PETERS 1971) übernommene Darstellungs- und Auswertmethode für einen relevanten Vergleich weitgehend ungeeignet, solange sie nicht, wie dort für die Mittelwertskurve zum Zwecke der Vergleichbarkeit mit den KANEPSchen Ergebnissen ausgeführt, die unterschiedlichen Verhältnisse bei ♂ und ♀ berücksichtigt. Im Vergleich zu dem hier erhobenen Befund ist die von PETERS (1971) geäußerte Vermutung außerordentlicher Kurzbeinigkeit mongolischer Wechselkröten vor Eintritt der Geschlechtsreife wohl unzutreffend.

Die relative Länge des 1. und 2. Fingers entspricht bei den beiden adulten Exemplaren typischen Wechselkrötenverhältnissen (1. Finger länger als 2.). Bei den östlichen geographischen Formen von *Bufo viridis* herrscht nach den Befunden von EISELT & SCHMIDTLER (1973) allerdings gerade in diesem Merkmal größere Variabilität. Hinsichtlich der von diesen Autoren verglichenen Indizes verschiedener Kopfmaße ordnen sich die hier betrachteten adulten Tiere bei den Verhältnissen Distanz zwischen verlängerter Mundspalte und unterem Parotidenrand/Distanz zwischen verlängerter Mundspalte und unterem Tympanumrand sowie Augen-Nasen-Distanz/Internasaldistanz den von EISELT & SCHMIDTLER (1973) publizierten Variationsbreiten von Wechselkröten des kasachisch-kirgisischen Gebietes zu. Die Jungkröte von Tschon-Tasch übertrifft in letzterem

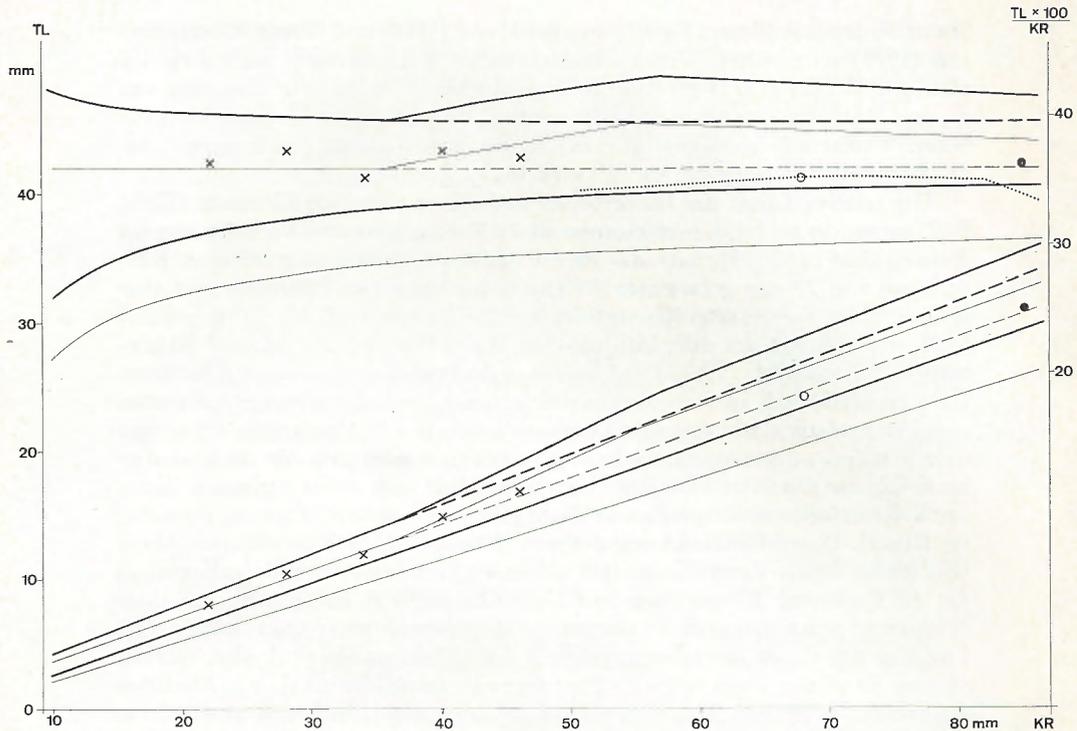


Abb. 6. Diagramm zur Relation Unterschenkel-(Tibia)-Länge (TL)/Körperlänge (KR) und Tibialängenindex ( $TL \times 100$ ) / Körperlänge (oben, rechte Skala). Eingetragen Ober- und Untergrenzen der Variabilität mitteleuropäischer Wechselkröten (starke Linien) und Kreuzkröten (dünne Linien) und Obergrenzen der Variabilität der ♀ allein (unterbrochene Linien entsprechender Stärke) (nach von SECKERT zur Verfügung gestellten Maßserien); punktierte Linie = Verbindung von Klassenmittelwerten mongolischer Wechselkröten aus Abb. 4 bei PETERS 1971; × = im Laufe des Wachstums einer Jungkröte von Tschon-Tasch erhaltene Maße; o = ♀, ● = ♂ aus Frunse.

Scatter diagram for the relations tibial length (TL)/body length (KR) and tibial index ( $TL \times 100$ ) / body length (above, right scale). Upper and lower limits of the variability of Central European green toads (thick lines) and natterjacks (*Bufo calamita*) (thin lines), upper limits of the females of both species (broken lines) (from series of measurements taken by SECKERT); dotted line = connexion of class means of Mongolian green toads taken from fig. 4 of PETERS 1971; × = measurements taken during the growth of a juvenile toad from Tschon-Tasch; o = ♀, ● = ♂ from Frunse.

Index allerdings den für sämtliche Wechselkröten angegebenen Maximalwert noch beträchtlich. Hier ist mit allometrischem Wachstum zu rechnen, worauf bereits ZUGMAYER (1909) mit der Feststellung hinweist, daß bei ostturkestanischen Wechselkröten die Augenwülste und Parotiden bei Jungtieren relativ

kleiner als bei erwachsenen Kröten sind. Die von EISELT & SCHMIDTLER aufgezeigte Variabilität „ostturkestanischer“ Tiere wird von den beiden adulten Kröten aus Frunse für den Index Parotidenlänge/Oberlidlänge (190, 205) und den Index Oberlidbreite/Interorbitaldistanz (155, 185) in hohem Maße nach oben erweitert. Die Werte dieser Kröten entsprechen in beiden Fällen den Verhältnissen bei *Bufo viridis kermanensis*, hinsichtlich des ersteren Index ferner der von EISELT & SCHMIDTLER unterartlich nicht zugeordneten transkaspischen Populationsgruppe. Auch im nördlichen Mittelasien existieren also Wechselkröten mit ausgesprochen langen Parotiden (Parotidenlänge in % der Körperlänge bei allen drei hier vorliegenden Kröten 24-25). So ergibt sich eine außerordentlich große Variabilität dieses Merkmals bei *Bufo viridis* aus jenem geographischen Raum, nachdem auch alle von BEDRIAGA (1898) publizierten Maße kürzere Parotiden bei zentralasiatischen (ostturkestanischen) Wechselkröten belegen (Parotidenlänge in % der Körperlänge 18-23).

### 8. Morphognostische Merkmale

In Färbung und Zeichnung sind die dem Verfasser lebend vorliegenden adulten Tiere Musterbeispiele für den von EISELT & SCHMIDTLER (1973) beschriebenen Sexualdimorphismus hinsichtlich dieser Merkmale bei ostturkestanischen Wechselkröten. Der Rücken des ♂ erscheint fast einfarbig, wobei sich von hell graugrünem Grund große hell gelblich graugüne Flecken nur äußerst schwach

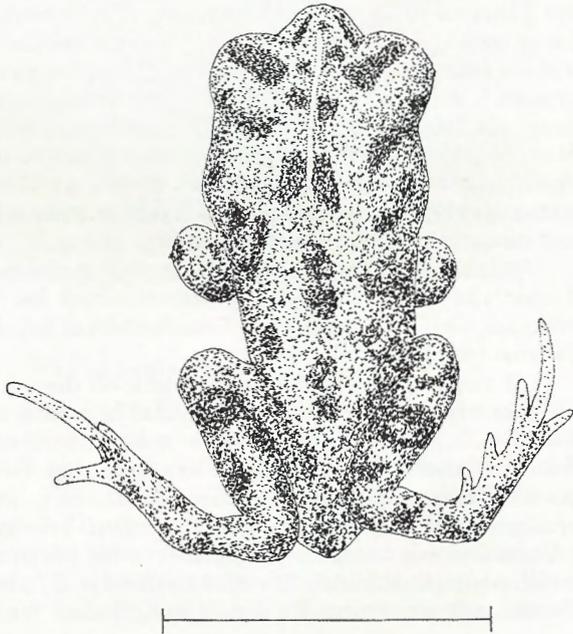


Abb. 7. Wechselkröte vom Issyk-See, Kasachstan, kurz nach der Metamorphose. Maßstab = 10 mm.

Green toad from the Issyk lake, Kasakhstan, shortly after metamorphosis. Scale = 10 mm.

abheben (Abb. 8 links). Die Grundfarbe des ♀ ist graulich braunoliv. Seine zahlreichen kleinen Flecken, die teils unregelmäßig miteinander verschmolzen, teils auch kompakt sind, haben grüne Färbung mit teilweise sehr dünner schwarzgrüner Umrandung (Abb. 8 Mitte). Gerade metamorphosierte Kröten besitzen im allgemeinen (Fundorte: Alma-Ata, Issyk-See) bräunliche Grundfarbe und ziemlich kompakte dunkelgrüne Flecken (Abb. 7). Etwas größere Jungkröten (Fundort: Tschon-Tasch) variieren von heller Grundfarbe mit deutlicher grüner Fleckung bis zu recht dunkel bräunlicher Farbe mit nur wenig hervortretenden dunklen Flecken. Mit zunehmender Größe hellte sich bei dem lebend mitgebrachten Jungtier die Grundfarbe etwas weiter zu einem braunolivem Ton auf und die kleinen grünen, jeweils warzenumrandenden Flecken hoben sich zunehmend deutlicher ab (Abb. 8 rechts). Nach der Zeichnungsmustereinteilung von EISELT & SCHMIDTLER (1973) handelt es sich hierbei um Muster B, während das Muster des adulten ♀ als Muster A zu bezeichnen ist. Auf der Bauchseite besitzt die genannte Jungkröte zahlreiche kleine schwarzgrüne Flecken im mittleren und grauliche Färbung im hinteren Bereich, das adulte ♂ trägt einige größere grüne Flecken auf dem Bauch, während die Bauchseite des adulten ♀ ungefleckt ist. Teile eines sehr dünnen, in Grundfarbe erscheinenden oder weißlichen Rückenbandes sind bei manchen Jungkröten in der vorderen Körperhälfte zu finden. Schwache Andeutungen einer Rückenlinie beziehungsweise ein ganz dünnes helles Band besitzen an dieser Stelle auch die adulten Kröten aus Frunse.

Die hier vorgestellten mittelasiatischen Wechselkröten entsprechen bezüglich Färbung und Musterung und deren Variabilität recht gut der von PETERS (1971) für eine mongolische Population gegebenen Beschreibung. Die von BEDRIAGA (1898) für seine zentralasiatische Färbungsvarietät *grumgrzimaloi*, von der ihm nur Jungtiere vorlagen, gegebene Diagnose trifft etwa auf die hier behandelten Jungtiere zu, die Diagnose für die Färbungsvarietät *strauchi* auf das adulte ♀, und die Färbung des adulten ♂ entspricht am besten der Diagnose der Varietät *pewzowi*. Für die beiden letzteren dieser infolge sympatrischen Vorkommens kaum als geographische Subspecies aufzufassenden Varietäten (cf. EISELT & SCHMIDTLER) gibt BEDRIAGA (1898) zusätzlich zur Färbung die auch hier vorhandenen relativ kurzen Hinterbeine als typisch an. Auch die Beschreibung ZUGMAYERS (1909) für Jungkröten aus Kaschgar steht mit der Jugendfärbung der hier studierten Tiere in Übereinstimmung.

Die Irisfärbung variiert von dem für *Bufo v. viridis* und *Bufo viridis arabicus* charakteristischen grünlichgelben Gesamteindruck bei dem ♂ zu einem mehr ins bräunlich Goldgelbe spielenden Gesamteindruck bei dem ♀ und dem größeren Jungtier (wohl ebenfalls ♀).

Die Fingerspitzen sind bei dem ♀ hell, bei dem ♂ leicht gedunkelt, bei dem Jungtier wiederum ganz hell. Als Regelfall helle Fingerspitzen zeigt auch die von EISELT & SCHMIDTLER behandelte Serie von elf ostturkestanischen Kröten. Die Subartikulartuberkel sind bei den hier studierten Tieren an der längsten Zehe in zwei Fällen einfach, in einem doppelt beziehungsweise aus doppelter Anlage verschmolzen. Die Parotiden sind posttympanal bei den adulten Exemplaren ausgebuchtet, jedoch weniger auffällig, als es EISELT & SCHMIDTLER (1973) für *Bufo viridis oblongus* abbilden. Die Hautdrüsen des ♂ haben braune Spitzen, wie es PETERS auch als typisch für die ♂ mongolischer Wechselkröten beschreibt, bei

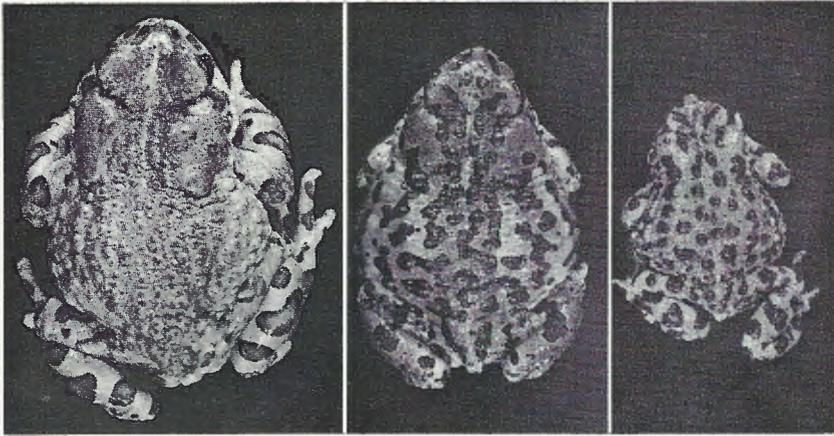


Abb. 8. Links: Adultes Wechselkröten-♂ aus Frunse, Kirgisistan. Mitte: Adultes Wechselkröten-♀ aus Frunse, Kirgisistan. Rechts: Juvenile Wechselkröte aus Tschon-Tasch, Kirgisistan, nach Laboraufzucht bis knapp zur Größe bei Geschlechtsreife.

Left: Adult male green toad from Frunse, Kirgisistan. Center: Adult female green toad from Frunse, Kirgisistan. Right: Juvenile green toad from Tschon-Tasch, Kirgisistan, after rearing in laboratory nearly to the size at maturity.

denen es aussieht, „als seien Sandkörnchen auf der Haut festgetrocknet“ (PETERS 1971: 321). Die Feststellung WALTERS (1888), daß Wechselkröten-♂ aus Transkaspien (Turkmenien) auf ihrer Oberseite weit stärker stachelwarzig sind als solche aus Europa und dem Kaukasusgebiet, dürfte auf eine ganz entsprechende Ausprägung dieses Merkmals auch in jener Region hinweisen.

### 9. Serumeiweißbild

Wie FLINDT & HEMMER (1968 b, 1973, im Druck) zeigten, kann die elektrophoretische Untersuchung des Serumeiweißbildes einen wichtigen Beitrag zur Klärung der subspezifisch-verwandtschaftlichen Stellung bei Wechselkröten leisten. So wurden mittels Cellogel-Elektrophorese (zur Methode vgl. FLINDT, HEMMER & JAEGER 1968) die Pherogramme der Serumeiweiße beider adulter Kröten aus Frunse dargestellt. Es zeigen sich Übereinstimmungen hohen Grades mit den Pherogrammen von *Bufo viridis arabicus* auf der einen und *Bufo viridis boulengeri* (marokkanische Tiere) auf der anderen Seite (Abb. 9). Verschiedenheiten in Stärke und Mobilität einzelner nur wenig weit anodisch wandernder Fraktionen sollten hierbei nicht überbewertet werden, nachdem Verschiebungen in diesem Bereich der Serumproteine bei Anuren mit jahreszeitlichen und Temperaturänderungen zustande kommen können (ENGELMANN & KABISCH 1972, FLINDT & HEMMER 1973, REICHEL & HÜBNER 1972). Serologisch ordnen sich

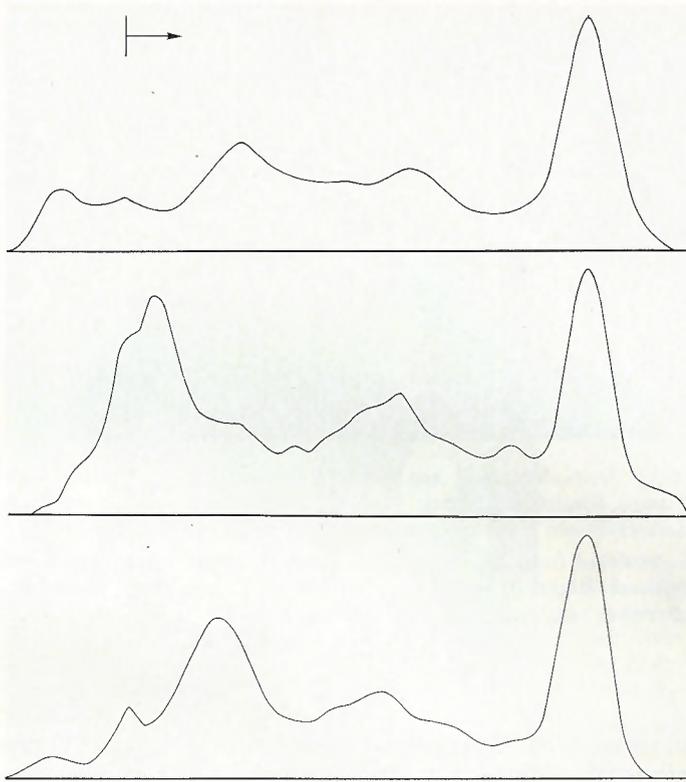


Abb. 9. Densitometrische Auswertung der Pherogramme des Serumeiweißbildes von Wechselkröten-♂ aus Marokko (*Bufo viridis boulengeri*), Adana, Türkei (*Bufo viridis arabicus*) und Frunse, Kirgisistan (*Bufo viridis* ssp.) (von oben nach unten). Links oben Auftragestelle und Laufrichtung markiert.

Densitometric evaluation of pherograms of the plasma protein pattern of male green toads from Morocco (*Bufo viridis boulengeri*), Adana, Turkey (*Bufo viridis arabicus*), and Frunse, Kirgisistan (*Bufo viridis* ssp.) (from top to bottom). Application site and run are marked above.

diese mittelasiatischen Wechselkröten demnach der *arabicus*-Unterartengruppe von *Bufo viridis* zu, die durch einen Komplex mittelweit anodisch wandernder Fraktionen mit der stärksten Bande im Bereich von 50-60% der Entfernung Auftragestelle - Albuminfraktion gekennzeichnet ist. Eine relativ weit kathodisch laufende Fraktion besitzen die mittelasiatischen Tiere wie diejenigen aus Marokko, während diese den Kröten aus den östlichen Randländern des Mittelmeeres zu fehlen scheint.

## 10. Größenwachstum

Wie PETERS (1971) zeigt, sind unter natürlichen Umweltbedingungen Wechselkröten aus der SW-Mongolei im Vergleich zu mitteleuropäischen sehr schnellwüchsig. Sie erreichen bereits im Alter von einem Jahr Körperlängen von 48 bis 64 mm bei den ♂ und 51-71 mm bei den ♀ und sind so in diesem Alter im Mittel schon um 25 mm größer als mitteleuropäische Tiere (vgl. FLINDT & HEMMER 1970). Die im Labor unter optimalen Fütterungsbedingungen (Ameisen, Käfer verschiedener Größe, Mehlkäferlarven) aufgezogene Jungkröte von Tschontasch dürfte in ihrer Wachstumsgeschwindigkeit die mongolischen Kröten noch übertreffen. Nach ihrem Fang mit 22 mm Körperlänge am 21. VI. 1974 und dem Beginn der Laborhaltung am 27. VI. hatte sie nach einem gleichbleibenden mittleren täglichen Wachstum von ca. 0,5 mm Mitte August bereits eine Größe von 46 mm erreicht, ehe ihr Wachstum dann im Herbst stagnierte. Unter entsprechenden Aufzuchtbedingungen ist ein derart rasches Wachstum aber auch bei mitteleuropäischen Wechselkröten zu beobachten, so daß, wie HEMMER & KADEL (1972) feststellten, die körperliche Entwicklung der Kröten weitgehend eine Funktion der Umwelt ist (cf. PETERS 1971). Auf etwaige unterschiedliche Wachstumspotenzen mittelasiatischer, mongolischer und mitteleuropäischer Wechselkröten darf aus diesen Befunden also nicht geschlossen werden.

## 11. Hautsekrete

Der von den Hautdrüsen der Wechselkröten, in besonderem Maße den Parotiden und Tibialdrüsen, beim Fang oder sonstiger starker Reizung in der Regel abgeschiedene zähe weiße Schleim besitzt für die menschlichen Sinnesorgane sehr charakteristische Merkmale des Geruches und der Konsistenz. Besonders die Geruchskomponente unterscheidet diese Sekretion fast stets deutlich von derjenigen der verwandten Kreuzkröte und anderer Arten. Nur bei einer einzigen aus einer von FLINDT & HEMMER untersuchten Serie von 289 Kreuzkröten aus einer Population des Rhein-Main-Gebietes fand sich der für *Bufo viridis* typische Geruch, wobei für die betreffende Population noch introgressive Hybridisation mit Wechselkröten anzunehmen ist. Bei jeweils gleichartiger Behandlung kam es überhaupt zur spontanen Schleimabsonderung bei 28 von 44 Wechselkröten (= 64%), aber nur bei 31 der 289 Kreuzkröten (= 11%). Nach der Beurteilungsmöglichkeit der menschlichen Sinne stimmt Geruch und Konsistenz der Hautsekrete der beiden adulten Kröten aus Frunse mit denjenigen von *Bufo v. viridis* und anderen Wechselkröten-Unterarten überein. Gas-chromatographische Auftrennung der Hautsekrete ergab für das ♀ aus Frunse und eine mitteleuropäische Wechselkröte eine identische Charakteristik (JAEGER & HEMMER, unveröffentlicht).

## 12. Temperaturanpassung

Ein relativ einfach, wenn auch mit großen Fehlergrenzen zu bestimmendes physiologisches Merkmal, das einen Schluß auf die ökologische Adaptation einer Anuren-Art zuläßt, ist die Temperaturpräferenz. Bei den bislang mit der am

leichtesten zu handhabenden Methode, der Temperaturorgel nach HERTER, daraufhin untersuchten Arten der Gattung *Bufo* zeigte sich jeweils Artspezifität der Vorzugstemperatur (JUNGFER 1943, STRÜBING 1954). JUNGFER und STRÜBING fanden für Wechselkröten Mitteleuropas, Osteuropas, Griechenlands (*Bufo v. viridis*) und Syriens (*Bufo viridis arabicus*) jeweils eine bevorzugte Unterlagentemperatur von im Mittel 33° C. Bei der Bewertung dieser Temperatur ist allerdings zu beachten, daß die mit der HERTERSchen Methode gewonnenen Werte die tatsächlichen Vorzugstemperaturen, die bei allseitigem Kontakt des Tieres mit dem Medium zu bestimmen sind und den im Freiland gewählten Temperaturen des Aufenthaltsortes entsprechen, um jeweils mehrere Grad übersteigen (MAZEK-FIALLA 1941, FREISLING 1948; eigene Untersuchungen an den europäischen Arten der Gattung *Bufo*: jeweils ca. 6° C höher). Für die drei Wechselkröten aus Kirgistan ergab sich mit der HERTERSchen Temperaturorgel eine mittlere Vorzugstemperatur von 30° C. Kontrolltests mit unter identischen Temperaturbedingungen (Zimmertemperatur) gehaltenen Tieren aus der Umgebung von Haifa (*Bufo viridis arabicus*) erbrachten im Mittel 30,5° C. Die untersuchten Kröten reagierten in der Temperaturorgel nicht sehr eindeutig, was in einer relativ großen Streuung der Werte zum Ausdruck kommt (mittelasiatische Tiere:  $M \pm s = 29,5 \pm 1,7$ ,  $29 \pm 1,4$ ,  $31 \pm 1,3$ , Gesamtmittel  $30 \pm 0,9$ ). Der erhaltene Mittelwert der Vorzugstemperatur mittelasiatischer Wechselkröten weicht zwar um 3° C von dem durch JUNGFER und STRÜBING für Wechselkröten anderer Herkunft gewonnenen Wert ab, dies gilt aber prinzipiell auch für den Wert der beiden Kontrollkröten aus Israel, obwohl STRÜBING für zwei syrische Tiere das gleiche Mittel wie für europäische fand. Da sich die entsprechende Abweichung den von jenen Autoren publizierten Werten gegenüber auch bei Kreuzkröten fand, ist anzunehmen, daß die Unterschiede jener Ergebnisse und der hier erhaltenen nicht tatsächliche Vorzugstemperatur-Unterschiede zum Ausdruck bringen, sondern methodisch bedingt sind, wobei besonders an verschiedene Haltungs-, das heißt Anpassungstemperaturen zu denken ist. Wie nämlich BRATTSTROM & LAWRENCE (1962) zeigten, spielt die thermische Anpassung bei Anuren eine große Rolle und kann das kritische thermische Maximum um bis zu 4° C verschieben.

### 13. Verwandtschaftliche Beziehungen und ökologische Anpassung

Die hier untersuchten mittelasiatischen Wechselkröten ordnen sich hinsichtlich ihrer Färbung und Musterung und dem bei diesen Merkmalen bestehenden Sexualdimorphismus im Vergleich zu den Befunden von EISELT & SCHMIDTLER (1973) unmittelbar den von diesen Autoren überprüften „ostturkestanischen“ Tieren zu. Bezüglich des Geschlechtsunterschiedes und des nunmehr auch in einer mittelasiatischen Population nachgewiesenen Zeichnungsmusters B nach EISELT & SCHMIDTLER bestehen auch Ähnlichkeiten zu *Bufo viridis oblongus* aus dem nordostiranischen und zu *Bufo viridis kermanensis* aus dem südostiranischen Raum, teilweise auch zu *Bufo viridis arabicus* aus dem westiranischen Gebiet. Die Wech-

selkröten aus der Mongolei sind nach der Beschreibung durch PETERS (1971) denen aus Mittelasien in diesen Merkmalen voll anzuschließen. Da sich ein ähnlich starker Sexualdimorphismus bei den verwandten Arten *Bufo raddei* aus dem östlichen Zentralasien und *Bufo canorus* aus der kalifornischen Sierra Nevada (vgl. FLINDT & HEMMER 1972) findet, mag dies bei den betreffenden *Bufo viridis*-Formen als ursprüngliches Merkmal zu werten sein. Die besondere Stachelwarzigkeit der ♂ schließt die Wechselkröten vom transkaspischen Raum über das nördliche Mittelasien bis in die Mongolei hinein zu einer gemeinsamen Gruppe zusammen.

Die relativ kurzen Hinterbeine der erwachsenen Kröten, die sich ontogenetisch aus für *Bufo viridis* normalen Proportionen entwickeln, haben die Kröten aus Kirgisistan mit anderen innerasiatischen Wechselkröten (PETERS 1971) gemein, ferner mit den Wechselkröten Nordwestafrikas (*Bufo viridis boulengeri*), die zu teilweise noch stärkerer relativer Kürze der Extremitätenabschnitte tendieren (FLINDT & HEMMER, im Druck). Die geographisch dazwischen existierende Unterart *Bufo viridis arabicus* besitzt wie *Bufo v. viridis* im Mittel relativ längere Hinterbeine (FLINDT & HEMMER 1968 b). Die ähnliche Situation bei den mittelasiatischen und nordwestafrikanischen Kröten könnte damit sowohl als gemeinsames ursprüngliches, wie auch als parallel evoluiertes Merkmal verstanden werden.

Hinsichtlich der Proportionen des Kopfes und der Parotiden diskutieren EISELT & SCHMIDTLER (1973) einen Anschluß der ostturkestanischen Wechselkröten an *Bufo viridis oblongus* und sehen Tiere aus Buchara als ein mögliches Bindeglied an. Die hier erhaltenen Maße legen infolge Erweiterung der Variationsbreiten der betreffenden Indizes bei den mittelasiatischen Kröten ferner teilweise Beziehungen zu *Bufo viridis kermanensis* und den transkaspischen Populationen nahe. Das Serumeiweißbild schließlich stellt die kirgisischen Tiere zur *arabicus*-Unterartengruppe, zu der wohl alle Wechselkröten Nordafrikas und des Vorderen Orients zu rechnen sind.

Die Angehörigen dieser Gruppe sind als die Kröten der großen paläarktischen Eremialgebiete und ihrer arboREALen Randzonen zu bezeichnen, von denen sich die weitgehend europäisch verbreiteten Kröten der *viridis*-Gruppe absetzen. Die Bildung von im taxonomischen Sinne als Unterarten getrennten merkmalsverschiedenen Populationen innerhalb dieses großen Raumes läßt sich mit lokaler Evolution in den einzelnen Refugial- und Ausbreitungszentren und Effekten von Gendrift bereits bei der ursprünglichen Ausbreitung vom vorläufig noch unbekanntem Entstehungszentrum her verstehen, zumal Gendrift gerade bei Anuren mit der Möglichkeit der Bildung von Populationswellen auf der Basis nur sehr weniger Individuen eine große Rolle spielen kann (FLINDT & HEMMER 1969 b). Die weitgehende Merkmalsübereinstimmung oder offenbar klinale Variation von Einzelmerkmalen läßt die gesamten mittelasiatischen Populationen als eine zusammengehörige Kette vom transkaspischen Gebiet im Südwesten bis zum Gebirgsriegel im Osten des turanischen Tieflandes und im Norden um den Tianschan herum bis in die Mongolei erscheinen.

Merkmale des Verhaltens der mittelasiatischen Wechselkröten weichen, soweit hier untersucht, von denen europäischer Angehöriger der Art nur in geringem Maße ab. So liegen offenbar weitgehend gleiche Verhältnisse der Laichplatzwahl

vor, und der Aktivitätsrhythmus scheint der entsprechende zu sein. Nur in den Befreiungsrufen finden sich gewisse, möglicherweise nur individuelle Unterschiede. Mit der ebenfalls offensichtlich entsprechenden Präferenztemperatur werden die Unterschiede in der Habitatwahl mittelasiatischer (und mittelmeerländisch-vorderasiatischer) und mitteleuropäischer Tiere verständlich, nachdem in Zonen gegenüber den mitteleuropäischen höherer Sommertemperaturen als Aufenthaltsorte auch Wald-, Park- und Gartenlandschaften in Frage kommen und höhere Lagen der Gebirge besiedelt werden, die in Mittel- und Nordeuropa nicht in ausreichendem Maße die Temperaturanforderungen der Wechselkröte erfüllen (cf. KAURI 1948). So erscheinen die ökologischen Anpassungen der mittelasiatischen Kröten grundsätzlich als die gleichen wie diejenige der europäischen; sie können als artspezifisch für *Bufo viridis* angesehen werden.

#### Zusammenfassung

Freilandbeobachtungen zur Biologie von Wechselkröten (*Bufo viridis* ssp.) am Nordrand des Tianschan-Gebirgssystems in Kasachstan und Kirgisistan und die Ergebnisse morphologischer, ethologischer und serologischer Untersuchungen an Individuen dieser Herkunft werden in vergleichender Hinsicht mitgeteilt. Diese Kröten erweisen sich nicht nur als ein geographisches, sondern auch als ein merkmalsmäßiges Bindeglied zwischen Populationen des transkaspischen und iranischen Gebietes und der westlichen Mongolei, die somit als eine zusammengehörige Populationskette durch Zentralasien erscheinen. Ihre ökologischen Adaptationen entsprechen offenbar denen europäischer Wechselkröten und können als artspezifisch für *Bufo viridis* betrachtet werden.

#### Summary

Field observations are given on the biology of green toads (*Bufo viridis*) on the northern slopes of the Tianshan mountain range in Kazakhstan and Kirgisistan, as well as the results of morphological, ethological and serological studies on specimens of this origin. These toads appear as a link between populations of the Transcaspian and Iranian regions and western Mongolia not only in a pure geographical sense, but in their character complex, too. Therefore it is supposed that these populations are members of a common population chain through Central Asia. The ecological adaptations of these toads seem to be alike as in European green toads and are suggested to be species-specific for *Bufo viridis*.

#### Schriften

- BEDRIAGA, J. VON (1898): Amphibien und Reptilien. Wissenschaftliche Resultate der von N. M. PRZEWALSKI nach Central-Asien unternommenen Reisen. Zool. Theil, 3 (1). St. Petersburg.
- BRATTSTROM, B. H. & LAWRENCE, P. (1962): The rate of thermal acclimation in anuran amphibians. — *Physiol. Zool.*, 35: 148 - 156.
- BUSCHINGER, A., GRUBER, U. F., MITZE, U. & VERBEEK, B. (1970): Vorläufige Untersuchungen über Aktivität und Wanderverhalten junger Erdkröten (*Bufo bufo*). — *Salamandra*, 6: 115 - 119. Frankfurt am Main.

- EIBL-EIBESFELDT, I. (1953): Die Bestimmung von Kaulquappen nach ihrem Verhalten. — Aquar.-Terrar.-Z., 6: 16-18. Stuttgart.
- EISELT, J. & SCHMIDTLER, J. F. (1973): Froschlurche aus dem Iran unter Berücksichtigung außeriranischer Populationsgruppen. — Ann. naturhist. Mus. Wien, 77: 181 bis 243.
- ENGELMANN, W.-E. & KABISCH, K. (1972): Vergleichende Untersuchungen der Winter- und Frühjahrserumproteine von *Rana temporaria* L. — Biol. Zbl., 91: 571 bis 577.
- FLINDT, R. & HEMMER, H. (1967): Ökologische und variationsstatistische Untersuchungen an einer *Bufo viridis* / *Bufo calamita*-Population. — Zool. Jb., Syst., 94: 162-186. Jena.
- — — (1968 a): Analyse des akustischen Geschlechtererkennungsmechanismus (Befreiungsrufe) bei Kröten (Genus *Bufo*). — Experientia, 24: 285-286.
- — — (1968 b): Über *Bufo viridis* im Vorderen Orient. — Senckenbergiana biol., 49: 99-106. Frankfurt am Main.
- — — (1969 a): Circadiane Aktivität von *Bufo viridis* LAUR. und *Bufo calamita* LAUR. während der Laichzeit. — Verh. dtsh. zool. Ges. Innsbruck, 1968: 283-290.
- — — (1969 b): Vergleichende Untersuchung zum Aufbau zweier unterschiedlich zusammengesetzter *Bufo viridis* / *Bufo calamita*-Populationen. — Zool. Beitr., N.F., 15: 219-235.
- — — (1970): Vergleichende Untersuchungen über das Larval- und Postmetamorphose-Wachstum von *Bufo calamita* LAUR., *Bufo viridis* LAUR. und deren Bastarden. — Z. wiss. Zool., 181: 317-330. Jena.
- — — (1972): Paarungsrufe und das Verwandtschaftsproblem paläarktischer und nearktischer Anurenarten. — Biol. Zbl., 91: 699-706.
- — — (1973): Die Bedeutung des Serumeiweißbildes zur Diagnose von *Bufo calamita* LAUR., *Bufo viridis* LAUR. und deren Bastarden (Amphibia, Anura, Bufonidae). — Experientia, 29: 361-364.
- — — (im Druck): Wechselkröten aus Marokko. — *Bufo viridis boulengeri* (LATASTE, 1879). — Senckenbergiana biol.
- FLINDT, R., HEMMER, H. & JAEGER, R. (1968): Das Serumeiweißbild mitteleuropäischer Anuren. — Zool. Jb. Physiol., 74: 155-163. Jena.
- FREISLING, J. (1948): Studien zur Biologie und Psychologie der Wechselkröte (*Bufo viridis* LAUR.). — Österr. zool. Z., 1: 383-440.
- HEMMER, H. & KADEL, K. (1970): Zur Laichplatzwahl der Kreuzkröte (*Bufo calamita* LAUR.) und der Wechselkröte (*Bufo viridis* LAUR.). — Aqwatera, 7: 123-127. Biberist.
- — — (1971): Beobachtungen zum Aktivitätsrhythmus von Kreuzkröten (*Bufo calamita*), Wechselkröten (*Bufo viridis*) und deren Bastarden. — Salamandra, 7: 149-152. Frankfurt am Main.
- — — (1972): Gewichts- und Wachstumsverlauf bei der Kreuzkröte (*Bufo calamita* LAUR.). — Forma et functio, 5: 113-120.
- — — (1973): Beobachtungen zur ökologischen Adaptation bei der Ontogenese der Kreuzkröte (*Bufo calamita*) und der Wechselkröte (*Bufo viridis*). — Salamandra, 9: 7-12. Frankfurt am Main.
- JÜNGFER, W. (1943): Beiträge zur Biologie der Erdkröte (*Bufo bufo* L.) mit besonderer Berücksichtigung der Wanderung zu den Laichgewässern — Z. Morphol. Ökol. Tiere, 40: 117-157.
- KAURI, H. (1948): Über die Ausbreitung und die Ausbreitungsumstände der Wechselkröte (*Bufo viridis* LAUR.) im Ostseegebiet. — Lunds Univ. Arsskr., N.F. (2) 44: 1-25.

- KRIVOŠEEV, V. G. (1958): Zelenaja žaba v severnyh kyzyl-kumach. — Priroda, 47: 114.
- MAZEK-FIALLA, K. (1941): Die Körpertemperatur poikilothermer Tiere in Abhängigkeit vom Kleinklima. — Z. wiss. Zool., 154: 170-246.
- PETERS, G. (1971): Materialien zur Ökologie und Verbreitung der Amphibien der Mongolei. — Mitt. zool. Mus. Berlin, 47: 315-348.
- REICHEL, A. & HÜBNER, G. (1972): Jahreszeitliche Einflüsse auf das Bluteiweißbild bei Amphibien. — Biol. Rdsch., 10: 59-61.
- STRÜBING, H. (1954): Über Vorzugstemperaturen von Amphibien. — Z. Morphol. Ökol. Tiere, 43: 357-386.
- WALTER, A. (1888): Die Amphibien Transkasiens. — Zool. Jb., 3: 973-996.
- WETZEL, M. (1971): Vergleichende Untersuchungen über die Abhängigkeit der Larvalentwicklung bei *Bufo calamita* und *Bufo viridis* von Temperatureinflüssen. — Staatsexamensarbeit Univ. Mainz (maschinenschriftl. Manusk.).
- ZUGMAYER, E. (1909): Beiträge zur Herpetologie von Zentral-Asien. — Zool. Jb., Syst., 27: 481-508.

Verfasser: Prof. Dr. HELMUT HEMMER, Institut für Zoologie, Johannes Gutenberg-Universität, Saarstraße 21, 6500 Mainz.