

## Unvollständige Metamorphose bei *Rana temporaria*, *Bufo bufo* und *Bufo calamita* (Anura: Ranoidea) unter besonderen Bedingungen

Mit 2 Abbildungen

Urodelen, die ihre Metamorphose unter natürlichen Bedingungen ausnahmslos unvollständig durchlaufen, sind seit langem bekannt (*Cryptobranchus*, *Megalobatrachus*, *Amphiuma*; vgl. DENT 1968). Innerhalb der Anura tritt unvollständige Metamorphose unter Normalbedingungen nicht auf, wenn auch Reproduktionsbiologie und Ontogenese stark abgewandelt sein können.

Um so erstaunlicher ist eine Beobachtung, die ich bei der Haltung des Larventypes 4 der Ranoidea gemacht habe. Grasfrösche (*Rana temporaria*), Erdkröten (*Bufo bufo*) und Kreuzkröten (*Bufo calamita*), denen am Ende der Metamorphose der Landgang nicht ermöglicht wurde, saßen am Boden des Aquariums und ventilierten durch Heben und Senken von Unterkiefer und Mundhöhlenboden die Mundhöhle. Die Tiere ertranken nicht und entwickelten sich nach dem späteren Landgang normal weiter.

Die Frage, inwieweit in diesem Klimaxstadium der Metamorphose (Stadium 44/45 nach LIMBAUGH & VOLPE 1957: Gestaltumwandlung bis auf circa 1 bis 2 mm Schwanzstummel völlig beendet) noch larvale pharyngeale Anteile vorhanden und respiratorisch aktiv sind, drängt sich auf.

Individuen aus denselben Populationen, die unter identischen Bedingungen aufgewachsen waren (Wassereigenschaften, Temperatur 22° C, TetraPhyll-Ernährung ad libitum) wurden ab dem Stadium 42 (Durchbruch der ersten Vorderextremitäten) voneinander getrennt. Die eine Gruppe (n = 25) verblieb im Aquarium (circa 35 cm Wasserstand). Der anderen Gruppe (n = 22) wurde der Landgang ermöglicht. Die Temperatur betrug in beiden Fällen 22° C.

Im Stadium 45 erfolgte die Fixierung für die Lichtmikroskopie nach BOUIN und die Azanfärbung der Schnitte nach HEIDENHAIN. Zur Darstellung der Oberflächen kam das Rasterelektronenmikroskop zum Einsatz. Die formolfixierten (3,5 %) und mit Aceton entwässerten Tiere wurden im Critical Point Gerät mit CO<sub>2</sub> getrocknet und im Polaron Sputter mit Gold bedampft.

Bei den im Wasser verbliebenen Individuen sind die ventralen, respiratorischen Anteile der Kiemen mit ihrer schlauchartigen Struktur verkleinert, aber larvenähnlich erhalten (Abb. 1 a.). Die dorsalen bei der Larve als Filterapparat entwickelten Teile (KENNY 1969) sind bereits umgewandelt. Die Kiemenspalten sind jedoch noch vorhanden (Abb. 1 b.). Die Schnittserien zeigen, daß die Kiemen dieser Individuen, die nach der äußeren Gestalt dem Stadium 45 zugeordnet werden können, durchblutet sind (Abb. 1 c.). Auch schimmert bei den lebenden Tieren an dieser Stelle das

Blut rötlich durch die Epidermis hindurch. Ein Gasaustausch ist daher an den Kiemen zu vermuten. Der Wasserstrom, der wie bei den Larven durch die Kiemen­spalten verläuft und dahinter erst die verbleibenden Kiemen berührt, verläßt das Tier durch die vorderen Durchbruchsöffnungen der Vorderextremitäten im Peribranchialraum (Abb. 1 d.).

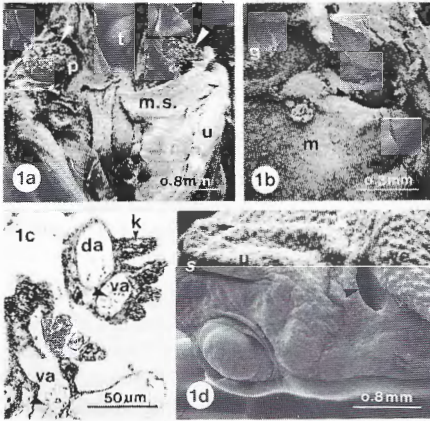


Abb. 1. Metamorphosestadium 45 ohne Landgang: a. *R. temporaria*, Kopfregion ventral, Integument und Muskulatur entfernt, ▶ = Kiemen; b. *B. bufo*, Mundhöhlenboden und Pharynx latero-caudal, ▶ = Kiemen­spalten; c. *B. calamita*, Schnitt durch die Kiemen, ▶ = Blutkörperchen; d. *B. bufo*, Kopf und Ansatz der Vorderextremität lateral, ▶ = unverschlossene Durchbruchsöffnung der Vorderextremität durch den Peribranchialraum.

da = dorsaler Aortenbogen, g = Glottis, k = Kapillare, m = Mundhöhlenboden, m.s. = musculus subhyoideus, p = Begrenzung des Peribranchialraumes, t = truncus arteriosus, s = Mundspalt, u = Unterkieferbereich, va = ventraler Aortenbogen, ve = Vorderextremität.

Stage of metamorphosis 45. The individuals were compelled to stay in water during metamorphosis: a. *R. temporaria*, ventral region of head, integument and musculature removed, ▶ = gills; b. *B. bufo*, latero-caudal view of buccal floor and pharynx, ▶ = gill slits; c. = *B. calamita*, section of gills, ▶ = erythrocyte; d. *B. bufo*, lateral view of head and insertion of forelimb, ▶ = opening of forelimb protrusion not fused.

da = dorsal aortic arch, g = glottis, k = capillary vessel, m = buccal floor, m.s. = musculus subhyoideus, p = peribranchial chamber wall, t = truncus arteriosus, s = slit of mouth, u = region of lower jaw, va = ventral aortic arch, ve = forelimb

Die Kiemen der Individuen, denen ab dem Stadium 42 der Landgang ermöglicht wurde, sind im gleichen Stadium gänzlich verschwunden (Abb. 2 a.). Kiemenspalten treten nicht auf und die peribranchialen Durchbruchsöffnungen der Vorderextremitäten sind geschlossen (Abb. 2 b.).

Diese Befunde legen den Gedanken nahe, daß das Voranschreiten der Metamorphose dieser pharyngealen Organe durch den Zwang, weiter im Wasser zu verweilen, verzögert wird. Die hormonale Situation gibt dazu den Rahmen ab, in dem abiotische Faktoren Geschwindigkeit und Grad der Metamorphose beeinflussen können. Vom Temperaturfaktor zum Beispiel ist der Einfluß auf den Ablauf der Metamorphose bekannt (KALTENBACH 1968). Die Ergebnisse zeigen aber auch, daß die Möglichkeit einer verzögerten Metamorphose bei den Anuren latent vorhanden ist.

Diese Ergebnisse sind Teil einer von der Deutschen Forschungsgemeinschaft — DFG — unterstützten Untersuchung. Dank gebührt Frau I. KRUMMEL für die Anfertigung der Schnitte und Frau M. ULLMANN für die fototechnischen Arbeiten.

The gills, gill slits, gill chambers and the openings of the forelegs emerging from the gill chambers of the larvae of *Rana temporaria*, *Bufo bufo* and *Bufo calamita* do not become reduced if they are compelled to stay in the water during metamorphosis. The larval, aquatic system of respiration still functions. Metamorphosis is not an inflexible process, but is influenced by abiotic factors.

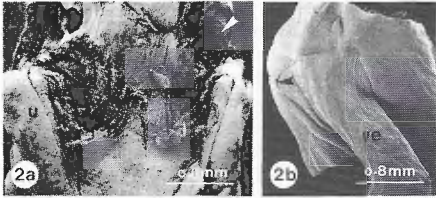


Abb. 2. Metamorphosestadium 45 mit Landgang: a. *R. temporaria*, Ventralansicht, Mundhöhlenboden entfernt,  $\blacktriangleright$  = Kiemen zurückgebildet; b. *R. temporaria*, linke Vorderextremität lateral,  $\blacktriangleright$  = Verwachsung des Integumentes an der Durchbruchsstelle der Vorderextremität. u = Unterkieferbereich, ve = Vorderextremität.

Stage of metamorphosis 45. The individuals were enabled to reach land: a. *R. temporaria*, ventral view, buccal floor removed,  $\blacktriangleright$  = gills resorbed; b. *R. temporaria*, lateral view of left forelimb,  $\blacktriangleright$  = fusion of integument closing the opening of forelimb protrusion  
u = region of lower jaw, ve = forelimb

#### Schriften

- DENT, J. N. (1968): Survey of amphibian metamorphosis. — In: ETKIN, W. & L. GILBERT (Hrsg.): Metamorphosis — a problem in development: 271-311. — Amsterdam (North-Holland publishing Company).
- KALTENBACH, J. C. (1968): Nature of hormone action in amphibian metamorphosis. — In: ETKIN, W. & L. GILBERT (Hrsg.): Metamorphosis — a problem in development: 399-441. — Amsterdam (North-Holland publishing Company).
- KENNY, J. S. (1969): Feeding mechanisms in anuran larvae. — J. Zool., London, **157**: 225-246.
- LIMBAUGH, B. A. & E. P. VOLPE (1957): Early development of the gulf coast toad, *Bufo valliceps* WIEGMANN. — Am. Mus. Novit., New York, **1842**: 1-32.

Eingangsdatum: 11. Februar 1985

Verfasser: Dr. BRUNO VIERTTEL, Institut für Zoologie, Johannes Gutenberg Universität, Saarstraße 21, D-6500 Mainz.