

ISSN 0073-8417

# PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

SEKTION  
**BIOLOGIE**

SERIE 18 · NUMMER 16 · 1986

FILM E 2733

*Anabas testudineus* (Anabantidae)  
Fortbewegung außerhalb des Wassers



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

*Angaben zum Film:*

Stummfilm, 16 mm, farbig, 38 m, 3½ min (24 B/s). Hergestellt 1979, veröffentlicht 1985.  
Das Filmdokument ist für die Verwendung in Forschung und Hochschulunterricht bestimmt.  
Veröffentlichung aus dem Zoologischen Institut der Universität Heidelberg, Prof. Dr. H. F. MOELLER, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. H. KUCZKA; Kamera und Schnitt: R. DRÖSCHER.

*Zitierform:*

MOELLER, H.F., und INST. WISS. FILM: *Anabas testudineus* (Anabantidae) – Fortbewegung außerhalb des Wassers. Film E 2733 des IWF, Göttingen 1985. Publikation von H.F. MOELLER, Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 18, Nr. 16/E 2733 (1986), 9 S.

*Anschrift des Verfassers der Publikation:*

Prof. Dr. H.F. MOELLER, Zoologisches Institut der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 230, D-6900 Heidelberg.

---

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion PSYCHOLOGIE · PÄDAGOGIK

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

Sektion MEDIZIN

NATURWISSENSCHAFTEN

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

Herausgeber: H.-K. GALLE · Redaktion: E. BETZ, I. SIMON

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftliche Ergänzung zu den Filmen des Instituts für den Wissenschaftlichen Film und der Encyclopaedia Cinematographica. Sie enthalten jeweils eine Einführung in das im Film behandelte Thema und die Begleitumstände des Films sowie eine genaue Beschreibung des Filminhalts. Film und Publikation zusammen stellen die wissenschaftliche Veröffentlichung dar.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN werden in deutscher, englischer oder französischer Sprache herausgegeben. Sie erscheinen als Einzelhefte, die in den fachlichen Sektionen zu Serien zusammengefaßt und im Abonnement bezogen werden können. Jede Serie besteht aus mehreren Lieferungen.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film  
Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen  
Tel. (05 51) 20 22 02

HEINZ F. MOELLER, Heidelberg, und INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM,  
Göttingen:

Film E 2733

## **Anabas testudineus (Anabantidae)** **Fortbewegung außerhalb des Wassers**

Verfasser der Publikation: HEINZ F. MOELLER

Mit 3 Abbildungen

### *Inhalt des Films:*

**Anabas testudineus (Anabantidae) – Fortbewegung außerhalb des Wassers.** Der Film zeigt einen Kletterfisch zunächst im Aquarium schwimmend. Während er auf dem Grunde ruht, sieht man deutliche Atembewegungen. An Land bewegt sich das Tier mit Hilfe seiner weit abspreizbaren Kiemendeckel (Opercularia) vorwärts, die einseitig oder alternierend gegen den Boden gestemmt werden und durch kräftige Adduktion den Fisch voranziehen. Zusätzlich drückt die Schwanzregion den Körper vom Boden ab, so daß kleine Sprünge auftreten. Brust- und Bauchflossen dienen als Stützorgane.

Es werden drei unterschiedliche Lokomotionstypen unterschieden.

### *Summary of the Film:*

**Anabas testudineus (Anabantidae) – Locomotion outside of the Water.** The film shows a Climbing perch swimming in the aquarium and resting on the bottom; distinct movements of respiration are to be seen. Outside of the water the animal moves forward supported by its opercularia, which are able to extend widely. The fish presses either one operculum or both of them alternately against the ground and is pulled forward by an effective adduction. In addition (to the movements of the opercularia) the region of the tail presses the body off the ground in a way of producing small leaps. The pectoral and the ventral fins serve Anabas as sustaining organs.

Three different types of locomotion are to be observed.

### *Résumé du film:*

**Anabas testudineus (Anabantidae) – La locomotion hors de l'eau.** D'abord le film montre un grimpeur nageant dans l'aquarium. Pendant le temps où il repose sur le fond on voit distinctement des mouvements respiratoires. A terre l'animal avance au moyen de ses opercules (opercularia) qu'il peut bien écarter. D'un seul côté ou alternativement, les opercules sont appuyés contre le fond et, par une forte adduction, ils tirent en avant le poisson; en outre la région caudale détache en pres-

sant le corps du fond et elle le fait ainsi un peu sauter. La nageoire pectorale et la nageoire abdominale servent comme soutien.

Il y a trois types différents de la locomotion.

### Allgemeine Vorbemerkungen

Die Eroberung des Festlandes durch Pflanzen und Tiere gilt in der Evolution der Organismen als eines der wichtigsten Ereignisse. Bei Wirbeltieren erforderte der Milieuwechsel vom Wasser zum Land wesentliche Anpassungen wie die Entwicklung stütz- und schreitfähiger Gliedmaßen, Lungen oder ähnlicher Organe sowie von Schutzeinrichtungen, um der Austrocknung zu begegnen. Eine altertümliche Fischgruppe brachte die wohl besten Voraussetzungen für längere Landaufenthalte mit. Es war eine Gruppe der Quastenflosser oder Crossopterygii, die mit *Osteolepsis* aus dem schottischen Mitteldevon und seinen Verwandten z.T. periodisch austrocknende Süßgewässer bewohnte. Stabile, doch gelenkig verbundene Skelettelemente in der Basis von Brust- und Bauchflossen sowie eine kräftige Muskulatur im Flossenstiel ermöglichten „Landgänge“. Wesentliche Voraussetzung waren auch das Vorhandensein von Lungen, von Choanen oder inneren Nasenöffnungen und der Besitz eines festen Schuppenpanzers als Schutz vor Austrocknung und vor mechanischen Verletzungen. Zwar besitzen auch bei anderen Fischgruppen einzelne Arten oder Familien wie Lungenfische oder Flösselhechte eines oder mehrere dieser „präadaptiven“ Merkmale, doch handelt es sich hier stets um „evolutive Sackgassen“, die keine Höherentwicklung „zuließen“. Von Quastenflossern dagegen leitet man die Amphibien und damit alle Tetrapoden ab.

Fische sind so sehr Teil ihres Lebenselementes Wasser, daß der Landaufenthalt einer Art stets besondere Aufmerksamkeit auf sich zieht. Das gilt in besonderem Maße für den weit über das tropische Asien verbreiteten Kletterfisch *Anabas testudineus* Bloch 1795. Systematisch zählt er zur Unterordnung der Labyrinthfische (Anabantoidei) aus der Ordnung der Barschartigen. Labyrinthfische bewohnen vielfach schlammige, warme und daher sauerstoffarme Binnengewässer in Afrika und Südasien. Bekannte Aquarienfische aus dieser Verwandtschaftsgruppe sind Macropoden, Guramis und Kampffische. Das namensgebende Organ besteht aus umgewandelten Teilen des ersten Kiemenbogens, der mit dünnen, labyrinthartig verzweigten Knochenlamellen in eine Höhle, die Suprabranchialkammer, hineinragt. Die Lamellen sind mit respiratorischem Epithel überzogen, das den Gasaustausch mit der aufgenommenen Atemluft ermöglicht. Mundhöhle und Kiemendeckel (Opercula) arbeiten wie eine Pumpe: Die ausgeatmete Luft wird durch nachströmendes Wasser ersetzt, und beim Einatmen drückt die Luft das Wasser wieder aus der Suprabranchialkammer hinaus. Erwachsene Kletterfische belassen jedoch stets Luft in ihren Atemkammern. Durch Erweiterung des Mundraums – bei geschlossener Maul- und Kiemenöffnung – entsteht ein Unterdruck; öffnet nun der Kletterfisch über der Wasseroberfläche das Maul, so strömt frische Luft in die Mundhöhle, vermischt sich mit der O<sub>2</sub>-armen Atemluft und wird durch Verengung des Mundraumes in die Atemkammern gepreßt. Einen Teil der O<sub>2</sub>-armen Luft entläßt der Fisch im Wasser durch die Kiemenöffnungen. Hindert man einen Labyrinthfisch im sauerstoffarmen Wasser am Luftschlucken, so erstickt er; umgekehrt benötigen einige Arten im sauerstoffreichen Wasser keine Zusatzatmung über das Labyrinth.

### Fortbewegung an Land

Erste Berichte über einen landwandernden Fisch gelangten wahrscheinlich zu uns durch die Feldzüge Alexander des Großen in Indien; Reisebeschreibungen aus dem 9. Jahrhundert zufolge sollte dieser Fisch sogar Palmen erklettern können, um von ihrem Saft zu trinken. 1897 wurde beobachtet, daß ein *Anabas* an einer Palme emporgeklettert wäre, indem er sich mit Hilfe seiner spitzen Kiemendeckelfortsätze, der Afterflossenstacheln und kräftiger Schwanzbewegungen entlang eines Spaltes etwa in 1,50 m Höhe vorwärtsstemmte. Leider gibt der Autor nicht den Neigungswinkel des Palmenstammes an, denn spätere Beobachter bezweifelten die Fähigkeit des Kletterfisches, steile Bäume zu bewältigen. Dennoch wird in Südindien und Sri Lanka *Anabas* von den Eingeborenen „Panayeri“ (Palmenkletterer) genannt. PLATE ([10]), dem wir wertvolle Beiträge zur Biologie von *Anabas* verdanken, konnte beobachten, daß sich der Fisch, aufgeschreckt, im Schlamm einwühlt, und daß er Trockenzeiten im Boden eingegraben verbringt. Im Versuch hielt der Wissenschaftler einen Kletterfisch über vier Wochen in einem Glas mit feuchter Erde. Eine kleine, wassergefüllte Grube von 1 cm Tiefe, in die ein Kiemendeckel und ein Teil der Körperseite eintauchte, genügten offenbar, um Labyrinth und Körper die notwendige Feuchtigkeit zuzuführen. Die Haut überstand die – relative – Trockenheit ohne erkennbare Schädigung. Kletterfische, die kein stehendes Wasser zur Verfügung hatten, sondern nur in feuchten Glasschalen gehalten wurden, starben nach etwa 24 Stunden.

Ebenso, wie seine Fähigkeit, Wassermangel zu ertragen, sind auch die Anpassungen von *Anabas* an eine Fortbewegungsweise an Land recht unvollkommen. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie am Zoologischen Institut der Universität Heidelberg, konnten drei deutlich von einander trennbare Grundbewegungsmuster an Land beobachtet und analysiert werden (SEYBOLD-SCHARNDKE, 1979). Bei Typ 1 hält sich der Kletterfisch aufrecht, verbleibt also in Ventrallage, und es werden als Lokomotionsorgane im wesentlichen die Kiemendeckel verwendet (Abb. 1): spreizt z.B. *Anabas* einen Operculardeckel,

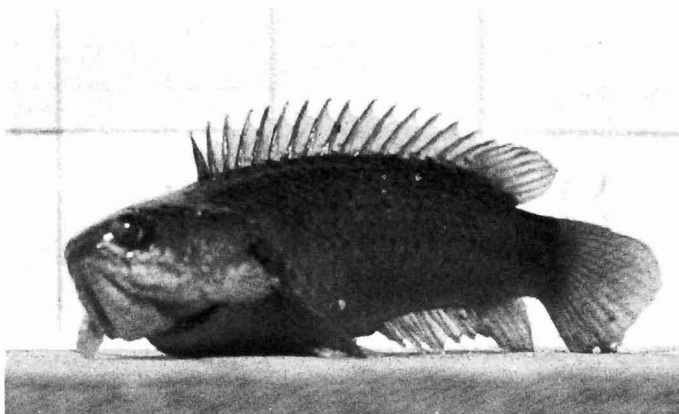


Abb. 1. Kletterfisch in Ventrallage; Einstemmen des spitzen Fortsatzes seines rechten Kiemendeckels

so krümmen sich Kopf und Schwanz nach der entgegengesetzten Seite (Abb. 2, 2. Bild v. ob.). Der freistehende Rand der Opercula ist am caudo-ventralen Rand mit kräftigen

Zacken und Stacheln versehen, die dem Fisch bei den folgenden Stemmphasen Halt im Boden geben. Seine äußerst kräftige Opercular-Muskulatur kontrahiert, damit wird der Kiemendeckel (Kd.) adduziert, und der Fisch zieht sich vorwärts (Abb. 2, 3. Bild v. ob.). Aufgrund der sehr raschen Kontraktion der Kd.-Muskulatur und wegen der Verlagerung

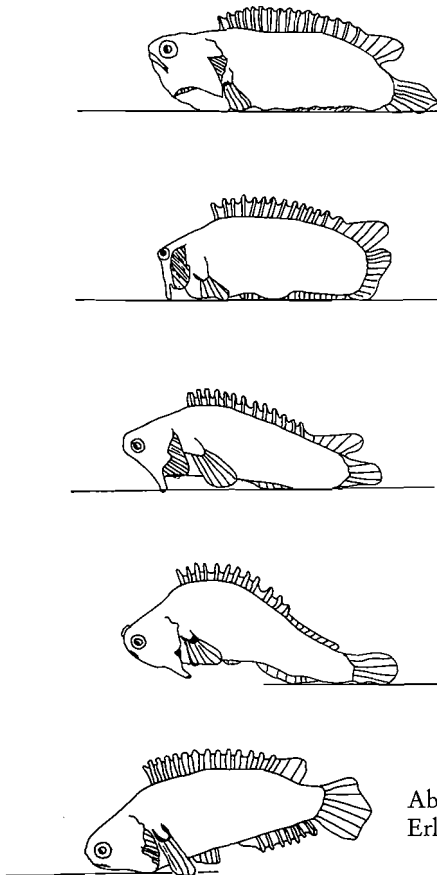


Abb. 2. Lokomotionstyp 2: oben: Ruhepause, übrigen Erläuterungen im Text

des Schwerpunktes auf diese Seite führt der Fisch einen kleinen Luftsprung aus, wobei er durch den Schwanz, der sich vom Untergrund abdrückt, unterstützt wird (Abb. 2, 4. Bild v. ob.). Die Landung erfolgt stets mit der Maulregion voran (Abb. 2, unten). Nach einer kurzen Ruhepause wiederholt sich der Vorgang auf der anderen Körperseite: Abspreizen – Krümmen des Körpers – Einstemmen – Adduktion des Kd. – Sprung. Während der Spreiz- bzw. Stützphase stehen die Kd. nahezu rechtwinklig vom Körper ab. Brust- und Bauchflossen haben Stützfunktion und verhindern – vielfach – das Abkippen des Fisches auf eine Seite. Durch eine Analyse von Filmbildern konnten Raumgewinn und Dauer der einzelnen Phasen ermittelt werden; das 13,7 cm lange Versuchstier legte während eines vollständigen Bewegungszyklus (= zwei halbseitige Bewegungsabläufe) in 1 Sekunde bis zu 7,36 cm zurück; theoretisch könnte der Fisch in einer Stunde die Strecke von knapp 265 m bewältigen.

Lokomotionstyp 2 – ebenfalls in Ventrallage – ist dadurch gekennzeichnet, daß der Kiemendeckel nur e i n e r Seite die Bewegung ausführt. Die Geschwindigkeit verringert sich jedoch nur geringfügig (ca. 248 m/h). Aufstimm-, Ruhe- und Abspreizphase erbringen keinen Raumgewinn. Das Vorziehen des Körpers durch Adduktion des Opercularapparates ist dreiphasig und geht während der erreichten Höchstgeschwindigkeit in die Sprungphase über, d.h. der Körper löst sich vom Untergrund.

Bewegungstyp 3 ist durch die Laterallage des Kletterfisches charakterisiert, und es können Abspreiz-, Einstemm- und Vorziehbewegungen mit nur einem Kd. ausgeführt werden. Die bodennahe Pectoralflosse stützt bzw. stemmt den Körper mit vom Boden ab. Durch Krümmung des Körpers nach oben (in Richtung der bodenabgewandten Seite) ruht der Fisch für eine kurze Phase auf den Opercularstacheln und der hinteren Schwanzregion und schnell dann vorwärts (Abb. 3).

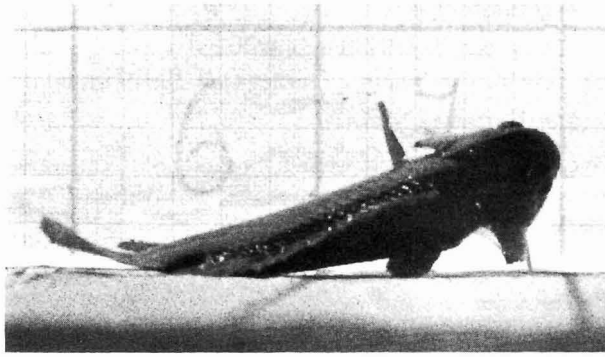


Abb. 3. Kletterfisch in Laterallage; Einstemmen des rechten Kiemendeckels. Lokomotionstyp 3

Bereits während des Sprungs werden der bodennahe Kd. und die gleichseitige Brustflosse abgespreizt, so daß der Aufprall des Körpers gemildert wird. Der Fisch landet jedoch nicht auf einer Seite, sondern vielmehr nahezu ventral, bevor er dann wieder in seine laterale Ausgangslage zurückkippt. Bereits in dieser Phase spreizt *Anabas* den bodennahen Kd. weit ab und leitet einen neuen Sprung ein. Die durch Einzelbildanalyse bestimmte Geschwindigkeit beträgt 363 m/h. Bei Fortbewegung in der Ebene wurde der Lokomotionstyp 2 deutlich bevorzugt (52%; auf Typ 1 und 3 kamen je nur etwa 24%). Ein rascher Wechsel der drei Bewegungstypen wie auch Übergänge zwischen diesen wurde beobachtet; so kann *Anabas* nach einem Sprung aus der Seitenlage durchaus auf dem Bauch landen und seinen Weg nach Typ 1 oder 2 fortsetzen. Abschließend muß noch erwähnt werden, daß alle beschriebenen Bewegungsmuster auf einer völlig ebenen Lauffläche abliefen; um eine gewisse Griffigkeit des Untergrundes zu gewährleisten, wurde eine Sperrholzplatte mit Sandpapier (Stärke 100) überzogen.

Von besonderer Bedeutung war nun die Frage, inwieweit der Kletterfisch Steigungen zu überwinden, d.h. tatsächlich zu klettern vermag. Dazu wurde die Lauffläche auf die Winkel 10°, 15° und 25° geneigt und der Fisch durch leichtes Berühren zur Aufwärtsbewegung veranlaßt. Während *Anabas* auf der um 10° bzw. 15° geneigten Fläche in der oben geschilderten Weise (nach Typ 3) vorankam – wobei er sich meist nach kurzer Zeit um 180° drehte und abwärts „lief“ – war es den drei Versuchstieren nicht möglich, die um 25°

geneigte Fläche zu erklimmen. Statt koordinierte Bewegungen durchzuführen, überschlugen sich die Fische und rollten herab. Schräg gestellte rauhe Borke wie auch eine aus Borke gebildete Rinne führten zum gleichen negativen Ergebnis; es fand keine gerichtete Aufwärtsbewegung statt. Zwar gelang es einem Kletterfisch, mit Hilfe der Stacheln seiner gespreizten Opercularia sich an rauher Rinde – selbst bei einem Neigungswinkel von  $60^\circ$  – zu verankern, er versuchte jedoch nie, sich weiter aufwärts zu schieben. Diese Versuche lassen begründete Zweifel an Berichten aufkommen, wonach *Anabas testudineus* Bäume erklettern soll. Für das Erklimmen erhöhter Geländemarken bestehen offenbar weder Notwendigkeit noch irgendwelche Attraktionen.

### Filmbeschreibung<sup>1</sup>

#### Bewegungen im Wasser

1. Kletterfisch, Totalansicht, im Wasser schwimmend; beim Wenden werden vor allem die Brustflossen benutzt. Kurzes Luftschnappen an der Wasseroberfläche.
2. Detailaufnahme (wie 1).
3. Der Fisch ruht auf dem Kiesgrund des Aquariums in Ventrallage. Während der Atmung sind die Pumpbewegungen der Kiemen und Mundraumregion von frontal und lateral deutlich sichtbar.

#### Bewegungen an Land

4. Das Tier bewegt sich mit heftigen Schlängelbewegungen durch dichte Vegetation an Land, dabei werden die Kiemendeckel (Kd.) gelegentlich abgespreizt, der Körper erfährt offenbar auch durch die Schwanzflosse kräftigen Vortrieb, Wechsel von Ventral- und Laterallage.
5. (Wie 4) Auf stoffbespannter, ebener Fläche. Einseitiges Abspreizen des Kiemendeckels in Ventrallage; Lokomotionstyp 2. Stützen des Körpers mit Brust- und Bauchflossen, Krümmung des Körpers, Adduktion des Kd., Abdrücken mit dem Schwanz, Sprung.
6. (Wie 5) Von dorso-caudal aufgenommen; Tier in Ventrallage, alternierendes Arbeiten der Kd., Lokomotionstyp 1.
7. *Anabas* in Seitenlage, Aufnahme von ventral. Einseitiges Hebeln vom Kd., Stütze und Sprung wie 4. Die Brustflosse der bodenabgewandten Seite steht steil nach oben, Untergrund rauhe Sandsteinplatte, Lokomotionstyp 3.
8. Großaufnahme, Lokomotionstyp 1 (alternierendes Hebeln der Kd. in Bauchlage).

250 B/s

9. u. 10. Lokomotionstyp 3 (Seitenlage) und Typ 2 (Bauchlage); einseitige Kd.-Arbeit. In der Zeitdehnung wird deutlich sichtbar, daß Körper und Schwanz während der „Landung“ gestreckt sind.

<sup>1</sup> Die *Kursiv*-Überschrift entspricht dem Zwischentitel im Film.



## Literatur

- [ 1 ] DUTTA, H.M.: Structural Analysis of the Hyomanibula in *Macropodus opercularis*, *Ctenopoma acutirostre* an *Anabas testudineum*. *Anat. Rec.* 178 (2), (1974).
- [ 2 ] EDWARDS, J.L.: The Evolution of Terrestrial Locomotion in Major Patterns in Vertebrate Evolution. 1977.
- [ 3 ] HONIGMANN, H.L.: Bemerkungen zu dem Aufsatz von W. SACHS: Beobachtungen bei *A. scandens*. *Blätter für Aquarium- und Terrarienkunde*, 28, (1928).
- [ 4 ] INGER, R.F.: Walking fishes of Southeastern Asia travel on land. *Bull. Chicago Nat. Hist. Mus.*, 23, (1952).
- [ 5 ] KAHL, B.: Luftschloßarchitekten, Maulbrüter, Freilaicher — Die Familie Kletterfische bietet für jeden etwas. *Aquarien-Mag.* 4, (11) (1970), 456–465.
- [ 6 ] MITCHELL, J.: On the Climbing Habits of *A. scandens*. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 3 (13) (1863), 117–119.
- [ 7 ] OSTERMÖLLER, W.: Labyrinthfische im Aquarium. *Das Vivarium (Kosmos)* (1976).
- [ 8 ] PETERS, H.M.: On the Mechanism of Air Ventilation in Anabantoids (Pisces: Teleostei). *Zoomorphologie* 89 (1978), 93–123.
- [ 9 ] PETERS, S., und W. GUTMANN: Ausgangsform und Entwicklungszwänge der Gliedmaßen landlebiger Wirbeltiere. *Natur und Museum* 108, Heft 1 (1978), 16–21.
- [10] PLATE, L.: Zur Biologie von *Anabas scandens*. *Fauna et Anatomia ceylonica*. *Jena. Z. Naturwiss.* 54 (1916).
- [11] SACHS, W.: Beobachtungen bei *Anabas scandens*. *Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde* 28 (1917).
- [12] SCHARNDKE-SEYBOLD, B.: Bewegungsstudien am indischen Kletterfisch *Anabas testudineus* Bloch, 1795. *Zoologisches Inst. der Universität Heidelberg*, Examensarbeit 1979.
- [13] SCHREITMÜLLER, W.: Über den Kletterfisch, *Anabas scandens*. *Blätter zur Aquarien- und Terrarienkunde* 35, (1924).
- [14] SHAFT, M., and G. MUSTAFA: Observations on Aspects of the Biology of the Climbing Perch *Anabas testudineus* Anabantidae, Perciformes, Bangladesh *J. Zool.*, 4 (1) (1976), 21–28.
- [15] STUCKEN, F.: Der Kletterfisch (*A. scandens*). *Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde*, 27 (1916), 185–186.

## Abbildungsnachweis

Abb. 1 u. 3: Foto SCHARNDKE; Abb. 2: Zeichnung H.F. MOELLER, nach Filmaufnahmen.