

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

E 1855/1973

Arapaima gigas (Osteoglossidae)
Atmen atmosphärischer Luft

Mit 5 Abbildungen

GÖTTINGEN 1973

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Arapaima gigas (Osteoglossidae)

Atmen atmosphärischer Luft

K. H. LÜLING, Bonn

Allgemeine Vorbemerkungen¹

Der *Paiche* oder *Pirarucú*², *Arapaima gigas*, lebt in Amazonien und den ausgedehnten Flußsystemen des unteren und mittleren Rio Branco und Rupununi. Er hat für die örtliche Bevölkerung eine beträchtliche wirtschaftliche Bedeutung, denn sein hochwertiges Fleisch wird filetiert, gesalzen, in der Tropensonne getrocknet und dann auf den Flußmärkten verkauft.

In seinen Heimatgewässern hält er sich vornehmlich in turbulenzarmen und turbulenzfreien Überschwemmungsgewässern zu beiden Seiten der großen Ströme, in deren strömungsarmen Seitenläufen und in den weitgedehnten Uferlagunen auf. Man findet ihn zur Niedrigwasserzeit in den vom Hauptfluß abgeschnittenen Schleifen mit ihrem dann stagnierenden Wasser.

Arapaima gigas ist ein langgestreckter, sehr agiler und springtüchtiger Fisch (Abb. 1). Er ist im hochtropischen Südamerika sowohl ein Fisch des lehmtrüben Weißwassers, des sedimentierten Wassers, des Klarwassers und auch des schwach sauren Schwarzwassers (nicht im stark sauren brasilianischen Rio Negro und seinen u. U. noch sauereren Neben-

¹ Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 12 — 14.

² Tupi-Guarani (eine im Tiefland des tropischen Südamerika — Brasilien-Paraguay — weit verbreitete Sprachfamilie): *Pira* = Fisch, *urucú* = rot (bei den adulten Tieren sind die großen Schuppen von der Körpermitte ab nach hinten rot eingefärbt).

gewässern vorkommend). Ein leichter Humusgehalt (Braunfärbung) ist kein Hinderungsgrund, aber auch keine Bedingung für sein Vorkommen. Die Terra firme-Seen in Brasilien haben selten *Arapaima*, sondern nur die Várzea-Gewässer im Überschwemmungsgebiet der großen Ströme. Der Fisch stellt an den Chemismus und die Sedimentationsstärke der Gewässer eine besonderen Ansprüche. Die Morphologie der Gewässer und der Pflanzenwuchs am Ufersaum und auf dem Wasser sind viel wichtiger, da dieser Fisch als Aufenthaltsbereich eine weit verzahnte Uferzone mit einem mit dem Wasser innig und vielgestaltig verbun-

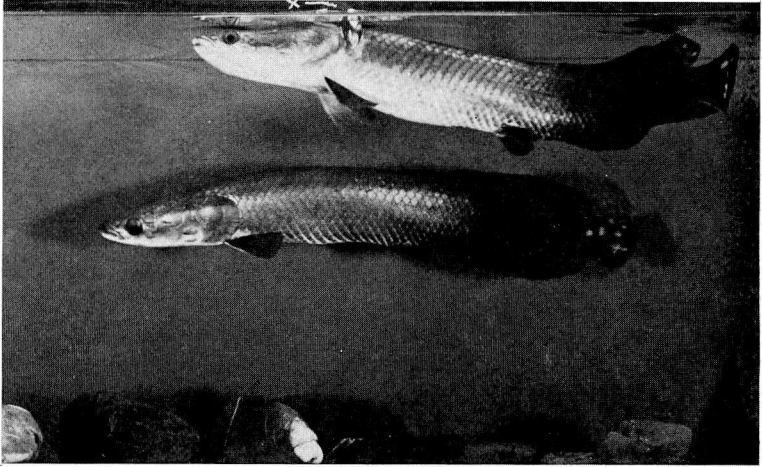


Abb. 1. Die beiden heranwachsenden um 40 cm langen *Paiche* oder *Pirarucú*, *Arapaima gigas*, die im März 1969 im Aquariumraum der Ichthyologischen Abteilung des Zoologischen Forschungsinstituts und Museums A. Koenig in Bonn zum Studium der Aufnahme atmosphärischer Luft gefilmt wurden.

Eines der Tiere unmittelbar nach der Aufnahme atmosphärischer Luft vom Wasserspiegel. Beachte die hinter dem Operculare aufsteigenden Blasen verbrauchter oder zu viel aufgenommener Luft. Eine Blase ist undeutlich (x) direkt auf dem Wasserspiegel zu sehen

denen und ausgedehnten Geleegepflanzensaum (Schwingwiesen) und eine Schwimmflora wünscht. In einem typischen *Arapaima*-Biotop bilden am Ufersaum die aquaphilen Uferpflanzen, die Schwimmpflanzen und die Unterwasserpflanzen eine innige Verzahnung (*Paspalum repens*, *Echinocloa polystachia*, die schwimmende Mimose *Neptunea oleracea*, die Pontederazee *Eichhornia azurea*, die Arazee *Pistia stratiotes* und weiterhin Salviniën u. a.).

Über das Laichverhalten dieses Fisches sowie über die Entwicklung der Larven und Jungfische und den Kontakt und die Orientierung des Jungfischpulks zu den Elternfischen — ein Verhalten, das einige interessante Parallelen zu den Cichliden zeigt — siehe LÜLING [1].

Allgemeine Bemerkungen zur Aufnahme der atmosphärischen Luft

Im pflanzenreichen, zur Niedrigwasserzeit stagnierenden Wasser ist *Arapaima gigas* vom Sauerstoffgehalt des Wassers völlig unabhängig, denn die Schwimmblase ist zu einem Organ umgestaltet, das atmo-

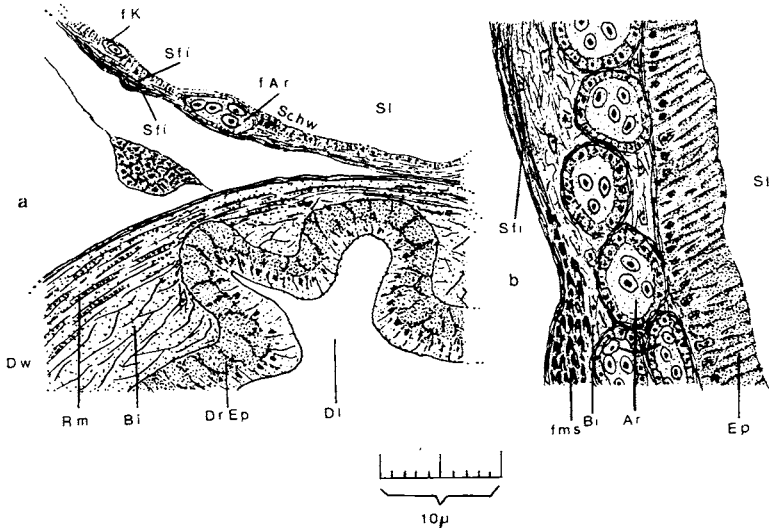


Abb. 2. a: Querschnitt von 8 µm Dicke (Fixierung in BOUIN; Färbung Haematoxylin nach DELAFIELD) durch die Schwimmblase (ventral-seitige Region) einer 8—9 Tage alten Larve von *Arapaima gigas* vom Rio Pacaya (Westamazonien) mit angeschnittener feinsten Blutkapillare und einer angeschnittenen feinen Arteriola. b: Querschnitt von 8 µm Dicke (Fix. u. Färb. wie bei a) durch die Schwimmblase (dorsal-seitige Region) einer 8—9 Tage alten Larve von *Arapaima gigas* vom Rio Pacaya (Westamazonien) mit allein 6 angeschnittenen Arteriolen auf einer nur 30 µm langen Strecke.

Dw : Darmwand; SI : Schwimmblasenlumen; DI : Darmlumen; EP : Epithel; DrEP : Drüsengewebe und Epithel; Bi : Bindegewebe; Sfi : äußere fibrinöse Schicht der Schwimmblasenwand; fK : feinste Blutkapillare mit Blutkörperchen; Ar : Arteriola mit Blutkörperchen; fAr : feine Arteriola mit Blutkörperchen; fms : fibrinös-muskulöse Schicht

sphärische Luft, die von der Wasseroberfläche aufgenommen wird, veratmen kann. Die dorsale Schwimmblasenwand ist nämlich alveolär bzw. spongios gestaltet. Sie erinnert an ein sehr kompliziertes maschiges

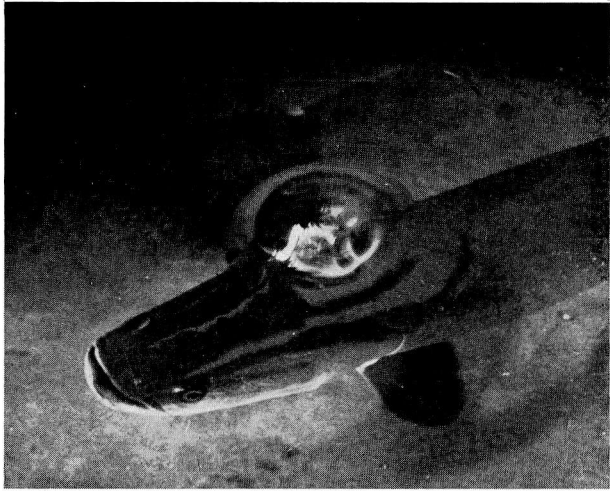


Abb. 3. Adulter *Arapaima gigas* von über 2 m Länge bei Beginn des Wegtauchens nach der Aufnahme von atmosphärischer Luft vom Wasserspiegel. Sicht von oben. Über dem Hinterkopf des Tieres wölbt sich die Blase aus verbrauchter oder zu viel aufgenommener Luft, die in den nächsten Sekunden zerplatzt. (Aufnahme am unteren Rio Pacaya, Westamazonien, in einer Bucht mit ganz transparentem Wasser Mitte November 1959)

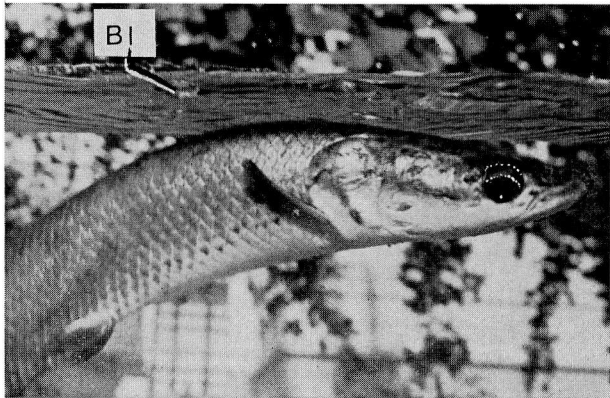


Abb. 4. Ein juveniler, um 45 cm langer *Arapaima gigas* in einer Photokuvette, unmittelbar nach der Aufnahme von atmosphärischer Luft vom Wasserspiegel. Sicht etwas schräg von unten. Beachte die Augenstellung und den Rest der zerplatzenden Luftblase (Bl) am Wasserspiegel

Balkenwerk, das sich den Nieren bzw. dem sie umgebenden lymphoiden Gewebe dicht anschmiegt. Ein sehr eindrucksvolles Farbbild hiervon s. in LÜLLING [1], S. 507, Farbbabb. 42. Das Balkenwerk verzweigt sich über diesen Urnieren zu einem dichten kapillaren Netzwerk, das Respirationsfunktionen besitzt, indem der Sauerstoff der eingeatmeten Luft hier von den Kapillaren resorbiert wird.

Auch die Larven des *Arapaima gigas* im Alter von 8—9 Tagen, die an die Wasseroberfläche kommen und dann atmosphärische Luft veratmen, haben Schwimmblasen, die bereits außerordentlich reichhaltig von Blutkapillaren umspinnen werden (Abb. 2). Beim Aufnehmen der atmosphärischen Luft vom Wasserspiegel wird dieser bei mäßig geöffnetem Maul häufig mit viel Kraft durchbrochen, so daß die ganzen Dorsal- und Oberseitenpartien des Kopfes bis fast an die Höhe des Rückenansatzes aus dem Wasser gehoben werden. In Sekundenbruchteilen wird dann mit einem kurzen, schnalzenden Laut bei den großen adulten Tieren die alte Luft ausgestoßen und neue Luft aufgenommen, wonach der Fisch sofort wieder tiefer ins Wasser absinkt. Bei Beginn des Weltauchens sieht man bei heranwachsenden und adulten Tieren sehr häufig eine große, bald zerplatzende Blase über dem Hinterkopf (Abb. 3, 4, auch Abb. 1 u. 5). Es handelt sich hierbei um verbrauchte oder zuviel aufgenommene Luft oder um ein Gemisch aus beiden, die hinter dem Operculare und dem Suboperculare wieder ausgepreßt wird. Diese Blase ist so charakteristisch, daß ein älterer Beobachter des *Arapaima gigas* sie „Bouillion des Pirarucú“ genannt hat.

Der Kiemenapparat des *Arapaima gigas* besteht aus fünf Bogenpaaren; vier davon haben röhrenförmige Verlängerungen, die federförmig in zwei Reihen über dem betreffenden Kiemenbogen liegen. Wenn man diesen Kiemenapparat genauer betrachtet, neigt man zu der Auffassung, daß die Atmung durch die Schwimmblase sehr stark im Vordergrund steht, und zwar sowohl bei den adulten Tieren wie auch schon bei den kleinsten Jungfischen.

Bei Fischen, bei denen die Kiemenatmung und die Schwimmblasenatmung funktionell gleichwertig angelegt sind und je nach Bedarf leistungsfähig eingesetzt werden können, ist bei gleichgroßen Exemplaren die Häufigkeit der Aufnahme der atmosphärischen Luft vom Wasserspiegel sehr variabel, indem in gut mit O_2 versehenem Wasser die Kiemenatmung dann ziemlich ausreichend ist, d. h. die Intervalle des Hochkommens zur Neuaufnahme von Luft sind sehr lang, während in schlecht mit Sauerstoff versehenem Wasser die Intervalle viel kürzer sind. Bei *Arapaima* scheint, nach allem was ich beobachtet habe, die Abhängigkeit vom O_2 -Gehalt der Gewässer weniger deutlich zu sein, da die Atmung durch die Schwimmblase sowohl im O_2 -günstigen als auch im O_2 -ungünstigen Wasser immer im Vordergrund zu stehen scheint, d. h. die Intervalle des Hochkommens zum Wasserspiegel bei gleichgroßen

Exemplaren sind unabhängig von den Gewässerhältnissen ziemlich gleichmäßig. Adulte *Arapaima gigas* bleiben im allgemeinen 10—15 min unter Wasser, ehe sie zum Luftholen hochsteigen; man muß aber hinzufügen, nur dann, wenn die Tiere nicht übernormal erregt sind oder gar gejagt werden. Ist ein *A. gigas* besonders erregt oder kurzfristig sehr agil — z. B. ein laich- oder jungfischbewachendes Exemplar in der Nachbarschaft fischraubender *Osteoglossum bicirrhosum* —, dann sind die Intervalle u. U. viel kürzer. Das ist der Ausdruck eines größeren Atmungsbedürfnisses durch stärkere Agilität. Andererseits kann ein von Fischern gejagtes, unverletztes Tier u. U. zwei- bis dreimal so lange auf das Hochkommen zum Wasserspiegel verzichten: doch sind diese Fälle ziemlich selten, wie ich am Rio Pacaya (Westamazonien) feststellte.

Die Intervalle schwanken bei *Arapaima gigas* allerdings sehr stark in Abhängigkeit von der Größe der Tiere. Sie sind um so kürzer, je jünger und kleiner die Tiere sind. Grob gesagt, gilt folgendes:

Kleinste Larven um 1,8—1,9 cm lang: Intervalle (zwischen dem Hochkommen zum Wasserspiegel) 4—7 min: Jungfische zwischen 2,5—5,0 cm lang: Intervalle 8 bis gut 9 min; heranwachsende Fische von 25 bis etwa 60 cm lang: Intervalle 6—17 min: adulte Fische: Intervalle 10—15 min und etwas länger.

Zur Entstehung des Films

Zum Filmen des Bewegungsablaufes benutzten wir zwei heranwachsende *Arapaima gigas* von etwa 35 und 43 cm Gesamtlänge.

Die Tiere wurden — gleichzeitig auch in ihrem Verhalten beim Beutefang — in der Woche vom 24.—28. III. 1969 im Aquariumraum der Ichthyologischen Abteilung des Zoologischen Forschungsinstituts und Museums A. Koenig gefilmt. Sie hielten sich dabei in einem Großaquarium von $2,10 \times 0,85$ (Tiefe) $\times 0,45$ m auf. Dieses Aquarium wurde durch Einstellen einer Längsscheibe in seiner Tiefe eingeengt, um eine bessere Ausnützung der Tiefenschärfe vornehmen zu können.

Die Aufnahme atmosphärischer Luft vom Wasserspiegel ist obligatorisch bei dieser Fischart. Die Art und Weise der Luftaufnahme ist starr. Daher störten die hellen Aufnahmelampen in keiner Weise.

Filmbeschreibung¹

Der Film zeigt den kompletten Bewegungsablauf, der mit dem Aufnehmen der atmosphärischen Luft vom Wasserspiegel verbunden ist. In Abbildung 5 ist dieser Bewegungsablauf in sechs Phasen festgehalten worden.

¹ Die *Kursiv*-Überschrift entspricht dem Zwischentitel im Film.

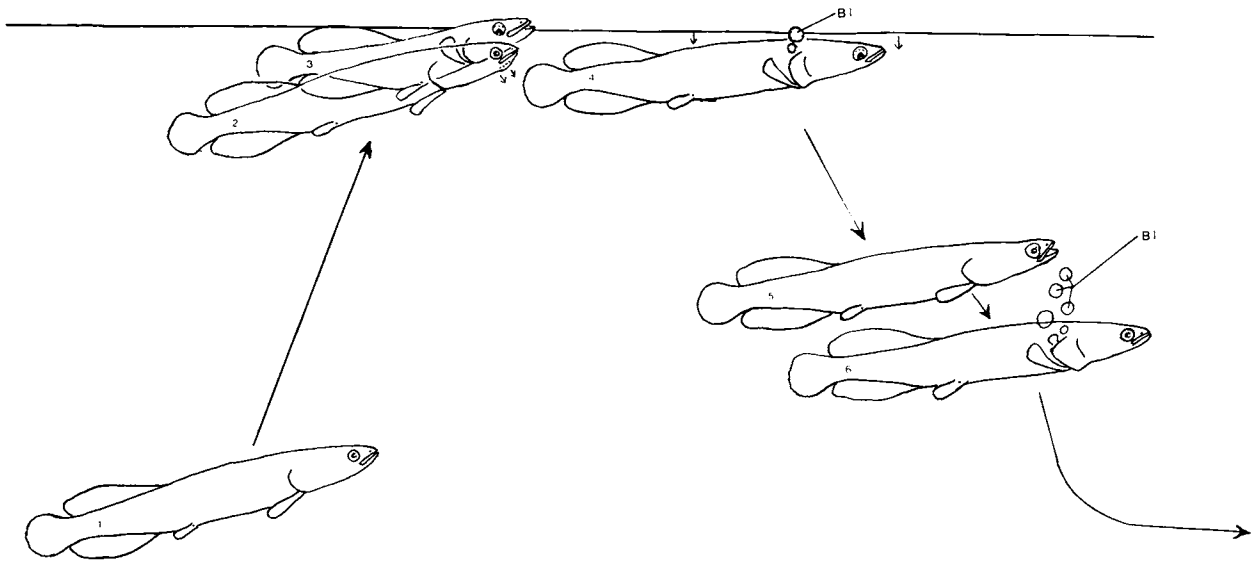


Abb. 5. Die Aufnahme von atmosphärischer Luft am Wasserspiegel bei heranwachsenden *Arapaima gigas* in 6 Phasen gezeichnet.

Phase 2: Aufwölbung des vorderen Rachenbodens (siehe die beiden kleinen Pfeile) unmittelbar vor der Abgabe der verbrauchten Luft und der Neuaufnahme von Luft am Wasserspiegel.

Phase 3: Die Sekunde des Durchbruchs der dorsalen Partien des Kopfes bei der Luftabgabe und Luftneuaufnahme vom Wasserspiegel.

Phase 4: Abgabe von verbrauchter oder zu viel aufgenommener Luft unmittelbar unter der Wasseroberfläche hinter dem Operculare. Beachte die Augenstellung.

Phase 5: Öffnung des Maules, kurz bevor (weitere) zuviel aufgenommene Luft als Blasen hinter dem Operculare abgegeben wird.

Phase 6: Abgabe der zuviel aufgenommenen Luft. Weitere Erklärungen im Text

Die beiden *Arapaima gigas* schwimmen mehrere Dezimeter unter der glatten Wasseroberfläche; sie kommen dann nacheinander zum Atmen an den Wasserspiegel. Diese Luftaufnahme ist mehrere Male gefilmt worden.

Will der betreffende *Arapaima gigas* atmosphärische Luft aufnehmen, steigt er ruhig und nicht überhastet in ziemlich steiler Bahn nach oben (Abb. 5, Phasen 1 u. 2). Kurz vor Erreichen des Wasserspiegels wird bei geschlossenem Maul der vordere Teil der Rachen-Maulhöhle, der bei dieser Spezies auffallend dehnbar ist¹, nach außen ausgebuchtet (siehe in Abb. 5, Phase 2 die beiden kleinen Pfeile). Wahrscheinlich wird in diesem Augenblick ein Teil der verbrauchten Luft aus der Schwimmblase in den Oesophagus und die Rachenhöhle gesogen, denn durch die Auswölbung der vorderen unteren Rachen-Maulhöhle entsteht dort bei geschlossenem Maul und angepreßten Kiemendeckeln ein Unterdruck. Offensichtlich kommt der gut dehnbaren vorderen unteren Rachen-Maulhöhle bei der Aufnahme atmosphärischer Luft eine wichtige Ventilations- und Druckaufgabe zu.

Jetzt drückt das Tier den Kopf ruckartig nach oben, so daß die Spitze des Unterkiefers des sich nun mäßig öffnenden Maules über den Wasserspiegel gehoben wird. Dadurch ragen die Dorsalpartien des Kopfes bis etwa zum oberen Rand der Augen über — oft aber auch noch etwas mehr — den Wasserspiegel.

— Bruchteile von Sekunden vorher ist direkt unter dem Wasserspiegel der vordere, untere Teil der Rachen-Maulhöhle wieder bis zur Normalstellung eingezogen worden. —

Die alte Luft wird nun ausgestoßen und neue aufgenommen. Die Augenstellung ist in dieser Phase bemerkenswert. Die Augenkugeln des *Arapaima gigas* sind sowohl in der Horizontalen als auch in der Vertikalen sehr stark beweglich (großes binokulares Sehfeld!); das entspricht ganz der Agilität dieser Fischart. In dem Augenblick, in dem bei der Aufnahme der atmosphärischen Luft der Oberkopf den Wasserspiegel durchbricht, die alte Luft ausgestoßen und neue aufgenommen wird, sind die Augen in der Vertikalen sehr stark nach unten gerichtet (Abb. 5, Phase 3).

Das hat sicherlich nichts mit der Luftaufnahme als solcher zu tun. Es handelt sich vielmehr um eine Reflexbewegung.

Nun sinkt der *Arapaima* ein kleines Stück unter den Wasserspiegel. Bei geschlossenem Maul spreizt er dann das Operculare und Suboperculare

¹ Ohne exakte Nachprüfung ist verschiedentlich davon gesprochen worden, daß in dieser dehnbaren Maulhöhle die Eier und vor allem die kleinen Larven und Jungfische in Augenblicken der Gefahr aufgenommen würden. Nach meinen bisherigen Beobachtungen ist das aber — im Gegensatz zum Verhalten des Verwandten *Osteoglossum bicirrhosum* in diesem Punkt — nicht der Fall.

vom Körper ab, und es treten dann einige Luftblasen aus der Kiemenhöhle und hinter den abgespreizten Kiemendeckelteilen nach außen (Abb. 5, Phase 4, Bl), die nach oben perlen und sich für Sekundenbruchteile auf dem Wasserspiegel meist zu einer größeren Blase („Bouillion des Pirarucú“) vereinen. Wie bereits erwähnt, handelt es sich hierbei um verbrauchte oder, was ich für wahrscheinlicher halte, um im Überschuß aufgenommene Luft (oder um ein Gemisch aus beiden).

Eine Untersuchung über diese Luftzusammensetzung und Luftqualität fehlt noch, so daß die Frage zur Zeit nicht zu beantworten ist.

Möglicherweise wird diese „zuviel aufgenommene“ Luft auch wieder abgegeben, um die Absink- und Tauchfunktionen, d. h. die statischen Verhältnisse des Tieres, wieder voll leistungsfähig zu machen. Auch in dieser Phase sind die Augenkugeln in der Vertikalen sehr stark nach unten gedreht.

Als nächstes sinkt der Fisch weiter nach unten ab, und es ist bei angepreßten Kiemendeckeln ein kurzes Maulöffnen (mäßige geöffnetes Maul) zu beobachten (Abb. 5, Phase 5).

Unmittelbar danach sinkt der Fisch ein weiteres, aber minimales Stückchen ab. Sofort werden dann die Operculare und Suboperculare abgespreizt, und es treten nun wiederum einige Luftblasen (meist einige mehr als direkt unter dem Wasserspiegel) hinter den Kiemendeckelteilen hervor, die zum Wasserspiegel hochziehen (Abb. 5, Phase 6, Bl).

Auch hier handelt es sich um verbrauchte oder wahrscheinlicher um noch ein weiteres Quantum im Überschuß aufgenommener, unveratmeter Luft, deren Abgabe den Fisch möglicherweise wieder voll tauch- und schwimmfähig macht, d. h. statisch „voll ins Gleichgewicht“ bringt.

Das Maulöffnen kurz vor der letzten Luftblasenabgabe ist wohl unbedingt notwendig; jedenfalls ist es im Film jedesmal deutlich zu sehen.

Mit der letzten Luftblasenabgabe ist die Aufnahme der atmosphärischen Luft als Bewegungsvorgang abgeschlossen. Der Fisch schwimmt nun ruhig ohne Überstürzung davon.

200 B/s

Bei dieser Laufgeschwindigkeit ist die Aufnahme der atmosphärischen Luft in mehreren auf- und absteigenden Phasen für den Betrachter besonders deutlich zu sehen. Die untere Rachen-Maulhöhlenaufwölbung, das Durchstoßen des Wasserspiegels mit dem Oberkopf, die Augenstellung, das Hervortreten der Luftblasen hinter den gespreizten Operculare und Suboperculare und das Hochsteigen dieser ausgepreßten Luftblasen zum Wasserspiegel treten in ihren Einzelheiten besonders klar hervor.

Literatur

- [1] LÜLING, K. H.: Wiss. Ergebnisse der Amazonas-Ucayali-Expedition Dr. K. H. LÜLING 1959/60 — Zur Biologie und Ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). Z. Morph. Ökol. Tiere **54** (1964), 436—530.
- [2] LÜLING, K. H.: Jungtiere des größten Süßwasserfisches der Erde zum ersten Mal lebend in Europa. Der Zool. Garten (N. F.) **31** (1965), 295—303.
- [3] LÜLING, K. H.: *Arapaima* Giant Fish of Amazonas. Animals (London) **11**, 5 (1968), 222—225.
- [4] LÜLING, K. H.: Das Laichverhalten der Vertreter der Familie Osteoglossidae (Versuch einer Übersicht). Bonner Zool. Beiträge, H. 1/3 (1969), 228—243.
- [5] LÜLING, K. H.: Paiche oder Pirarucú (*Arapaima gigas*) in Großaquarien. Das Aquarium, 3. Jahrg., H. 18 (1969), 197—200.
- [6] LÜLING, K. H.: Der amazonische Riesenfisch *Arapaima gigas* in Aquarienabteilungen der Zoologischen Gärten Europas. Der Zool. Garten (N. F.) **40** (1971), 179—186.
- [7] LÜLING, K. H.: Der Riesenfisch *Arapaima gigas* in den Flüssen und Seen Amazoniens. Natur und Museum **101**, 9 (1971), 373—386.
- [8] LÜLING, K. H.: Südamerikanische Fische und ihr Lebensraum. Engelbert Pfiem Verlag, Wuppertal 1973.
- [9] SANCHEZ ROMERO, J.: El Paiche — aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. Serv. Pesquería, Min. Agricultura, Lima 1961, S. 1—48.

Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1973 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 22 m, 2 min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden im Jahre 1969. Veröffentlichung aus dem Zoologischen Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn, Dr. K. H. LÜLING, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. H. KUCZKA; Aufnahme und Schnitt: H. WITTMANN.

Inhalt des Films

Der Film zeigt den vollständigen Bewegungsablauf bei der Aufnahme von atmosphärischer Luft vom Wasserspiegel bei der Fischart *Arapaima gigas* (Osteoglossidae), und zwar mehrfach hintereinander bei 24 B/s und 200 B/s. Der Fisch kommt zur Aufnahme der atmosphärischen Luft am Wasserspiegel verhältnismäßig steil zu diesem hoch. Kurz vor Erreichen der Wasseroberfläche wird bei geschlossenem Maul der untere Teil der Rachen-Maulhöhle nach außen ausgebuckelt. Dann wird ruckartig der Oberkopf über den Wasserspiegel gehoben. Bei mäßig geöffnetem Maul wird nun die alte

Luft ausgestoßen und neue aufgenommen. Danach sinkt der Fisch sofort ein kleines Stück unter den Wasserspiegel. Bei geschlossenem Maul und abgespreiztem Operculare und Suboperculare treten nun einige Luftblasen aus der Kiemenhöhle nach außen ins Wasser, die sich oft am Wasserspiegel zu einer größeren Blase vereinen.

Bei dem Aufenthalt des Fisches am Wasserspiegel und direkt darunter sind die Augenkugeln in der Vertikalen stark nach unten gedreht.

Der Fisch sinkt dann weiter ins Wasser ab. Hier gibt er bei geschlossenem Maul und nochmaligem Abspreizen des Operculare und Suboperculare weitere Luftblasen ab.

Es wird vermutet, daß hierdurch die volle Stabilität des Fisches im Wasser wiederhergestellt wird.

Die Fähigkeit zur Veratmung von atmosphärischer Luft besteht bei *Arapaima gigas* in der sehr alveolär bzw. spongiös gestalteten dorsalen Schwimmblasenwand. Die Schwimmblase ist hier Luftatmungsorgan.

Summary of the Film

The film shows the complete course of movement during the uptake of atmospherical air from the water surface of the kind of fish *Arapaima gigas* (Osteoglossidae) and that several times successively using 24 B/s and 200 B/s.

The fish is coming relatively steep up to the surface of the water for the uptake of atmospherical air. Shortly before reaching the water surface the lower part of the pharinx—mouth pharinx is humped up holding the mouth closed. Then, the upper head will be jerkely lifted above the water surface. With a moderate opened mouth the old air then will be pushed out and fresh air will be taken up. After that the fish is at once sinking below the water surface a small distance. With a closed mouth and a braced operculare and suboperculare then several air bubbles are coming out from the gill cavity into the water. These air bubbles often coalesce at the water surface to a larger bubble.

During the stay of the fish at the water surface and directly below it the eye balls are vertically turned very strongly to the bottom.

Then the fish is sinking further down into the water. There it lets out some more air bubbles with a closed mouth and with a repeated bracing of the operculare and suboperculare.

It is supposed that, by this means, the full stability of the fish in the water will be restored.

The ability for the respiration of atmospheric air is given to *Arapaima gigas* by the very alveolar or spongy respectively formed dorsal wall of the air bladder. Here the air bladder is the air respiratory organ.

Résumé du Film

Le film montre toute la gamme de mouvements lors de l'aspiration d'air atmosphérique à la surface de l'eau chez l'espèce de poisson *Arapaima gigas* (Osteoglossidae) et ce successivement et à plusieurs reprises, à des vitesses de 24 images/s, et 200 images/s.

Pour respirer l'air atmosphérique à la surface de l'eau, le poisson monte relativement à pic vers celle-ci. Peu avant d'avoir atteint la surface, il arrondit vers l'extérieur la partie inférieure de la cavité de sa gueule et de son arrièregueule, tout en gardant la bouche fermée. Puis il soulève brusquement la partie supérieure de sa tête hors de l'eau. La gueule est légèrement ouverte, l'air ancien est expulsé et de l'air nouveau aspiré. Puis le poisson redescend aussitôt un peu en-dessous de la surface. La gueule étant fermée, et l'opercule et le subopercule écartés, quelques petites bulles s'échappent des ouies, formant souvent à la surface de l'eau une bulle plus grosse.

Lorsque le poisson se trouve à la surface de l'eau et directement en-dessous, les globes de ses yeux sont tournés vers le bas, à la verticale.

Le poisson continue de descendre dans l'eau. Il libère de nouvelles bulles d'air en gardant la gueule fermée et en ouvrant de nouveau son opercule et son subopercule.

On suppose que le poisson recouvre ainsi une entière stabilité dans l'eau.

La faculté de respirer l'air atmosphérique réside chez l'*Arapaima gigas* dans le fait que sa vessie natatoire dorsale est très alvéolaire et spongieuse. La vessie natatoire est ici un organe de respiration de l'air.