

Der Mechanismus des Schlüpfens bei den Amphibienlarven.

Von Frau **K. Fernandez-Marcinowski**, La Plata.

(Mit 3 Abbildungen.)

Wie gelangt die junge Amphibienlarve aus der Eihülle ins Freie? Dieser Vorgang scheint merkwürdigerweise wenig untersucht zu sein. Man scheint ihn sich sehr einfach vorgestellt zu haben, etwa so, daß die Larve durch ihr eigenes Größenwachstum einen Druck auf die Hülle ausübt, der diese sprengt, oder daß sie sie mit Hilfe ihrer Eigenbewegungen zerreißt. Aber wie erklärt man sich dann das Schlüpfen der Krtenlarven, die zur Zeit, wo sie die Eihülle verlassen, noch zu keiner Eigenbewegung imstande und noch so klein und unentwickelt sind, daß sie stets eine gestreckte Lage beibehalten, einen nennenswerten Druck auf die Hülle also wohl kaum ausüben können? Jeder, der einmal junge lebende Amphibienkeime aus den Hüllen präpariert hat, wird ferner wissen, wie schwer es ist, sie unbeschädigt heraustreten zu lassen. Der Druck im Innern der Hülle überwiegt den Außendruck; sobald die Hülle einen kleinen Spalt hat, wird der Embryo folglich gewaltsam durch diesen hinausgedrückt und erleidet zwischen den harten Kanten des Spaltes der Hüllen so erhebliche Deformationen, daß es nur sehr selten gelingt, so herausprparierte Embryonen zu lebensfähigen Kaulquappen aufzuziehen. Warum bestehen diese Nachteile und Gefahren, die die Beschaffenheit der Eihülle in sich schließt, beim natürlichen Schlpfproze nicht?

Der erste und meines Wissens einzige Versuch, den Vorgang des Schlüpfens wirklich zu erklären, ist von Bles in seiner ausgezeichneten Arbeit über *Xenopus laevis* gemacht worden. Ich will die Ergebnisse seiner Untersuchungen hier voranschicken und dann meine eigenen Beobachtungen über einige südamerikanische Batrachierarten folgen lassen.

Xenopus laevis erreicht innerhalb der Eihülle eine relativ beträchtliche Größe; er liegt in ihr stark gekrummt und ist schon vor dem Schlüpfen zu kräftigen Eigenbewegungen befähigt. Bevor sie die Hülle verläßt, hat sich die Larve an deren Innenfläche mit Hilfe des von ihrem Haftorgan ausgeschiedenen Schleimes festgeheftet. Auf dem Scheitelpol besitzt sie eine äußerlich gut sichtbare, stark pigmentierte Querbinde, das Stirnorgan. Von diesem Stirnorgan nimmt nun Bles an, daß es ein Sekret aussonderte, das die Eihüllen chemisch zersetzt, erweicht, und zwar daß eine ganz bestimmte Stelle der Hülle vorzüglich hiervon betroffen werde, nämlich die, der das Frontalorgan direkt anliegt. Die Larve wechselt nur vor dem Schlüpfen häufig ihre Lage, d. h., sie liegt bald auf der linken, bald auf der rechten Seite; da sie aber mit dem Kopf festgeheftet ist, so berührt bei diesen Lageveränderungen abwechselnd die rechte und die linke Seite des Stirnorgans ein bestimmtes kleineres Feld der Hülle, das genau vor dem Kopfende liegt und, wenn es hinreichend erweicht ist, zerreißt. Der Druck der sich zu-

sammenziehenden Hülle preßt nun die Larve mit dem Kopfende voran aus der Hülle; das Sekret des Haftorgans, das sie mit dieser verband, wird bei dieser Gelegenheit zum Faden ausgezogen und am Schluß des Vorgangs sehen wir die Larve an einem Schleimfaden von der zusammengeschrumpelten Hülle herabhängen.

Was nun die Einzelheiten der Bleschen Darstellung betrifft, wie z. B. die dem Frontalorgan zugeschriebene Bedeutung, so glaube ich, im folgenden zeigen zu können, daß sie sich kaum aufrecht erhalten lassen. Dagegen sprechen meine Beobachtungen dafür, daß die Behauptung von Bles in dem wesentlichen Punkt zu Recht besteht, daß der mechanischen Durchbrechung der Hülle eine chemische Zersetzung derselben vorangeht. Es scheint mir, daß letztere sogar eine unerläßliche Vorbedingung für erstere ist; sie ermöglicht das Schlüpfen auch in denjenigen Fällen, in denen hierfür eine mechanische Ursache, so weit sie wenigstens in der Eigenbewegung der Larve gesucht werden kann, sicher nicht existiert.

Im folgenden werde ich den Vorgang des Schlüpfens bei 4 genauer daraufhin untersuchten Batrachiern des Näheren beschreiben. Es handelt sich um die in Argentinien lebenden *Bufo arenarum* und *Bufo d'Orbigny*, *Leptodactylus ocellatus* und *Pseudis mantydactyla*.

Die beiden erwähnten Krötenarten legen den Laich, wie das auch bei den europäischen Arten bekannt ist, in Schnüren ab. Die Eischnur des *Bufo arenarum* mißt 4—5 mm im Durchmesser und enthält 12—24 Eier auf 1 cm ihrer Länge. Jedes Ei ist von zwei konzentrischen kugeligem Gallerthüllen umgeben; in eine allgemeine Schleimmasse gebettet, liegen sie so in dem gemeinsamen starkwandigen Schlauch. Wie gelangen die Larven nun durch diese dreifachen Hüllen ins Freie? Durchbrechen sie eine nach der andern? Durchbrechen sie zum Schluß auch den dickwandigen Schlauch? Und wie tun sie das, da sie doch sogar nach dem Schlüpfen noch auf Tage hinaus zu keiner Eigenbewegung fähig sind?

Es ist eine bekannte Tatsache, daß der Durchmesser der individuellen Hüllen im Laufe der Entwicklung beträchtlich zunimmt. Der flüssige Inhalt der gelatinösen Eihüllen wird durch Wasseraufnahme vermehrt, die Hülle selbst gedehnt. Bei *Bufo arenarum* beträgt der Durchmesser des Eies 1,2—1,3 mm. Die innerste Hülle liegt ihm so dicht an, daß ihr Durchmesser nicht um einen genauer meßbaren Betrag größer als das Ei ist. Der Durchmesser der äußeren individuellen Hülle beträgt 1,7 bis 1,9 mm. Im Stadium der Medullarfaltenbildung mißt der noch annähernd rundliche Embryo 1,5—1,7 mm im Durchmesser, die innerste Hülle etwa 1 mm mehr, die äußere 2,2—2,4 mm. Untersuchen wir schließlich die Eihüllen auf dem Stadium des Schlusses der Medullarfalten, wenn der Embryo bereits anfängt, längliche Gestalt anzunehmen, so finden wir die Länge des Embryos = 2,2—2,4 mm, den Durchmesser der innersten Hülle, die sich nun vom Embryo abgehoben hat, = 2,6—3 mm. Die äußere Hülle ist, wenn noch vorhanden, von der inneren durch einen Zwischenraum von 1 mm getrennt. In den meisten Fällen ist sie nicht mehr nachweisbar.

Die innerste Hülle besitzt jetzt also mehr als das Doppelte des ursprünglichen Durchmessers. Daß sich damit der Druck im Innern des Schlauches beträchtlich erhöhen muß, ist selbstverständlich. So findet man denn auch schon auf jungen Stadien, daß, wenn man den Eischlauch mit der Schere quer durchtrennt, etwa 3—4 Eier an der Schnittfläche sofort herausquellen; sie werden durch den im Schlauch herrschenden Druck herausgepreßt. Mit dem Wachstum der Embryonen und der Ausweitung der inneren Hüllen muß dieser Druck noch ganz erheblich zunehmen. Unter diesem Druck verändert sich die Konsistenz des Schlauches derart, daß man ihn nach einigen Tagen bereits nicht mehr mit der Pinzette aus dem Wasser heben kann, ohne daß er zerreißt. Schließlich vermag er nicht mehr dem vermehrten Innendruck standzuhalten und öffnet sich. Diese Eröffnung des Eischlauches, die auf dem Stadium erfolgt, auf dem die Medullarfalten eben geschlossen sind und der Embryo länglich zu werden beginnt, könnte man als eine erste Phase des Schlüpfens bezeichnen. Die Eröffnung erfolgt ganz unregelmäßig, an verschiedenen Stellen des Schlauches zu gleicher Zeit, in Form runderlicher oder ovaler Schlitze, aus denen 3 oder 4 oder auch mehr Eier herausquellen. Diese Öffnungen vergrößern sich und verschmelzen untereinander, bis alle Eier frei geworden sind. Sie besitzen nun nur noch die innerste Hülle; die äußere der beiden individuellen Hüllen zerreißt vermutlich, wenn sich die Eier aneinander vorbei aus dem sich eröffnenden Schlauch herausdrängen.

Eine geringe Menge Schleim, die die Eier umgibt, hält sie untereinander und an dem Rest des Schlauches fest, der nun die Gestalt eines unregelmäßigen Bandes hat, auf dem die Eier festgeheftet scheinen. Dieses Band ist nicht etwa ein präformierter Teil des Schlauches von festerer Konsistenz. Es konnten am Schlauch keine strukturellen Unterschiede innerhalb seiner Wandung festgestellt werden. Das Band kommt wohl einfach dadurch zustande, daß nach Aufhebung des Innendruckes die Zerreißen dieses letzten Schlauchrestes unterbleibt; er wird durch die quellenden Eier ein wenig bandartig in die Länge gezogen, und wo die Eischnur in Windungen um Pflanzenteile gelegt war, kommt er auf die konkave Seite der Windungen zu liegen. Sämtliche Eier liegen dann also frei zutage und sind nur noch von einer einzigen, der ursprünglich innersten Hülle umgeben.

Entfernt man eine Larve dieses Stadiums aus ihrer Hülle, so findet man, daß sie sich bereits mit Hilfe ihres sehr stark entwickelten Haftorgans an der Innenfläche der Eihülle festgeklebt hat; die Hülle, aus der man die Larve entfernte, bleibt, so lange man sie nicht zu stark bewegt, am Kopf der Larve haften. Entfernt man die Hülle vollständig und berührt das Haftorgan der Larve z. B. mit der Spitze einer Nadel, so bleibt die Larve sofort so fest an dieser kleben, daß man sie mit ihrer Hilfe im Wasser herumbewegen kann.

Die feste Verkittung des Kopfes der Larve mit dem Innern der Hülle hat zur Folge, daß die Embryonen nach dem Herausquellen der Eier aus dem zerreißen Schlauch, wobei sie natürlich eine gegenseitige

Verschiebung erfahren, die allerverschiedensten Lagen einnehmen. So lange der Embryo in der Eihülle frei beweglich ist, orientiert er sich bekanntlich stets nach Maßgabe seines Schwerpunktes mit dem am meisten dotterhaltigen Teile nach unten. Nunmehr liegen sie aber dagegen regellos, mit dem Kopf nach oben, nach unten, mit der Bauchseite nach oben, so wie der Zufall eben die herausquellenden Eier orientierte, in denen bereits vorher die Larven festgeheftet waren. Das ist für die Beurteilung des Schlüpfprozesses, wie wir im folgenden sehen werden, von Interesse.

Das Schlüpfen erfolgt, wenn die Larve eine Länge von 2,8—2,9 mm hat. Sie ist — im Gegensatz z. B. zu Froschlarven auf dem Stadium des Schlüpfens — noch vollkommen gerade gestreckt; nur bisweilen ist der Schwanz ein wenig gekrümmt. Die Hülle hat in letzter Zeit mit dem Längenwachstum der Larve nicht Schritt gehalten; sie liegt dem Kopf- und Schwanzende unmittelbar auf und streckt sich allmählich in die Länge, indem sie ovale Formen annimmt. Zuletzt liegt sie dem ganzen Kopf, also auch dem Frontalorgan, fest auf.

Diese Veränderung der Kugelform in die ovale ist bereits das erste Zeichen der Erweichung der Hülle; bald sieht man auch einzelne kleine Fältchen in ihr auftreten. Die normale unerweichte Hülle zeigt dergleichen bekanntlich nie. Auch zerbrochen wahrt jeder Bruchteil der normalen eröffneten Hülle die Form eines starren Stückes der Kugelkalotte. Und während man die intakte Hülle früherer Stadien mit Nadel und Pinzette nur schwer festhalten kann, weil die elastische Wand der Hohlkugel sich nirgendwo zusammendrücken läßt, ist die Eihülle jetzt nachgiebig und mit der Pinzette leicht zu greifen, wie die Hülle eines gasarm gewordenen Luftballons. Gleichzeitig mit den Fältelungen nimmt sie eine eigentümliche milchige Trübung an. Sehr kleine weiße Körnchen beginnen in ihr aufzutreten. Und nachdem die Veränderung der ursprünglichen Beschaffenheit der Hülle diesen Grad erreicht hat, gleitet schließlich die Larve vollkommen passiv, mit dem Kopf voran, aus ihr heraus.

Spricht dieser Vorgang des Schlüpfens nun zugunsten der Bleschen Annahme oder nicht? Daß eine Veränderung der Konsistenz der Hülle vor sich geht, ehe die Larve schlüpft, ist sicher; daß sie einer chemischen Erweichung zuzuschreiben ist, ebenfalls. Die hohe Druckspannung im Innern der Hülle, ihre Ausweitung, die Verdünnung der Wand könnte wohl deren schließliches Zerbrechen erklären, nicht aber ihre Erweichung, die zur Bildung von Fältelungen führt, und nicht ihre milchige Trübung. Wird nun die Hülle durch ein von der Larve selbst ausgeschiedenes Sekret chemisch verändert, so fragt sich aber noch, ob dieses Sekret wirklich, wie Bles meint, vom Frontalorgan ausgeschieden wird.

Bles suchte seine Ansicht, daß dem so sei, durch Versuche zu stützen. Er hängte Eier von *Xenopus laevis* kurz vor dem Schlüpfen am Rande des Wasserbehälters, außerhalb des Wassers so auf, daß die Larve in der geräumigen Hülle in eine Lage kam, bei der das Frontal-

organ die Wand der Hülle nicht berühren konnte. Er fand, daß solche Larven nicht schlüpfen, daß der Schlüpfprozeß jedoch binnen kurzem sich vollzog, sobald er diese Eier wieder ins Wasser brachte, wobei die Larve in der Eihülle wieder ihre natürliche Lage einnahm, bei der das Frontalorgan die Hülle berührt.

Man könnte nun in der normalerweise unregelmäßigen Lagerung der Larven von *Bufo arenarum* einen Einwand gegen die Bles'sche Annahme sehen; denn tatsächlich schlüpfen alle diese Larven, gleichviel, ob sie vorher mit dem Kopf nach oben oder nach unten orientiert waren. Nun haben wir aber gesehen, daß auf dem Stadium des Schlüpfens bei *Bufo arenarum* der Kopf mit seinem Frontalorgan bei jeder Lage des Embryo gegen die ihm eng aufliegende Hülle gepreßt ist. Es ist folglich auch nicht beweisend, wenn meine Wiederholung der Bles'schen Versuche bei *Bufo arenarum* ein negatives Ergebnis hatte. Von 37 Larven, die dicht vor dem Schlüpfen standen, wurden 8 oberhalb des Wassers am Rande des Behälters in verschiedenen Stellungen angehängt. Sie schlüpften alle, und zwar auch die mit dem Kopf nach oben gekehrten nicht später als die 29 anderen unter normalen Verhältnissen belassenen. Ich möchte aber gegen die Schlüsse, die Bles aus seinen Versuchen zieht, den Einwand erheben, daß das Aufhängen von Amphibieneiern außerhalb des Wassers einen so starken Eingriff in deren natürliche Existenzbedingungen bedeutet, daß dieser auch aus anderen Gründen als den von Bles angenommenen zu einer Verzögerung oder Verhinderung des Schlüpfens führen könnte, z. B. — besonders bei längerer Versuchsdauer, d. h., wenn die Larven nicht ganz unmittelbar vor dem Schlüpfen standen, also längere Zeit außer Wasser verbleiben mußten —, durch oberflächliches Antrocknen der Hüllen.

Es ist mir niemals gelungen, am Frontalorgan irgendwelche Spuren einer Sekretion zu entdecken, und so kam ich auf die Vermutung, ob nicht das so reichlich ausgeschiedene klebrige Sekret des Haftorgans auf dem Stadium des Schlüpfens gleichzeitig eine die Hülle zersetzende chemische Beschaffenheit haben könnte. Zur Prüfung dieser Vermutung wurden folgende Versuche angestellt: 10 Larven, die kurz vor dem Schlüpfen standen, wurden vorsichtig aus ihren Hüllen entfernt, so aber, daß deren Verbindung mit dem Haftorgan ungestört belassen wurde. Wie schon gesagt, ist ja die Larve mit Hilfe von dessen Sekret an der Innenwand der Hülle festgeklebt. Diese 10 Larven mit anhängenden Hüllen wurden in eine Urnschale mit Wasser gesetzt. In eine andere gleich große Schale wurden 10 Hüllen gleich alter Embryonen gebracht, aber nur die Hüllen selbst, ohne anhängende Embryonen. Die Hüllen im ersten Schälchen waren nach 24 Stunden spurlos verschwunden, die im letzteren dagegen nach der gleichen Zeit noch völlig unverändert erhalten. Erst nach weiteren 24 Stunden zeigten sie geringe milchige Trübung. Noch nach mehreren Tagen waren sie aber nicht aufgelöst. 6 weitere Larven wurden auf dem Stadium kurz vor dem Schlüpfen, wie im vorhergehenden Versuch, den noch völlig intakten Hüllen entnommen und mit diesen, dem Haftorgan anhaftenden Hüllen in einer

Schale mit wenig Wasser belassen. 4 der Hüllen waren nach 24 Stunden vollkommen verschwunden; Reste von zweien schwammen frei im Wasser und zeigten milchige Trübung. Offenbar hatten sie den Kontakt mit den Larven verloren.

Wenn also intakte Eihüllen in reinem Wasser sich nicht zersetzen; wenn diejenigen, die den zum Schlüpfen bereiten Larven anhängen, dagegen rasch einer völligen Auflösung verfallen; wenn ferner solche sich auflösenden Hüllen in enger Berührung mit dem Haftorgan und nicht mit dem Frontalorgan der Larve standen, und wenn am Frontalorgan keine Sekretion zu bemerken war, während das Haftorgan außerordentlich reichlich sezernierte, so ist daraus doch wohl zu schließen, daß tatsächlich eben dem Sekret des Haftorgans die chemische zersetzende Wirkung auf die Eihülle zuzuschreiben ist.

Während der Drucklegung erschien im Anat. Anz. Heft 23/24 dieses Jahres die erste an europäischen Batrachiern ausgeführte Untersuchung über den Schlüpfmechanismus von Paul A. Jaensch: Beobachtungen über das Auskriechen der Larven von *Rana arvalis* und *fusca* und die Funktion des Stirndrüsenstreifens. (Pag. 567.) Jaensch gelangt zu dem Ergebnis, daß das Frontalorgan das die Hüllen erweichende Sekret aussondere und gibt an, Sekret an seiner Oberfläche beobachtet zu haben. Ich möchte hierzu bemerken, daß ich solche Sekretabsonderung bei keiner der von mir untersuchten Arten beobachten konnte, obschon ich, ursprünglich ganz überzeugt von der Richtigkeit der Blesson'schen Beobachtung, bei allen Larven danach gesucht habe. Es könnte ja nun sein, daß die Absonderung des Frontalorgans, das ja bei verschiedenen Arten verschieden stark entwickelt ist, oft nicht in dieser Weise demonstrierbar ist; auch Jaensch konnte sie z. B. bei *arvalis* nicht feststellen; möglich wäre aber auch und im Hinblick auf die Versuchsergebnisse bei *Bufo arenarum* vielleicht wahrscheinlicher, daß es sich in den Fällen von *Rana fusca*, in denen Sekret auf dem Frontalorgan gesehen wurde, um dort kleben gebliebenes Sekret des Haftorgans handelt. Jedenfalls ist außen anhängendes Sekret in diesem Fall kein bündiger Beweis für die Drüsennatur des Frontalorgans. Hat sein Epithel sekretorische Funktion, so müßte das auch histologisch nachweisbar sein. Die Bilder Hinsbergs (1901, Die Entwicklung der Nasenhöhle bei Amphibien, Arch. Mikr. Anat. 58) sprechen zum mindesten nicht zugunsten der Annahme einer solchen Funktion, und Hinsberg selbst enthält sich ausdrücklich jeder diesbezüglichen Mutmaßung. Die definitive Entscheidung der Frage wird erst von weiteren Untersuchungen zu erwarten sein.

Das Sekret des Haftorgans hat diese Wirkung aber nur zur Zeit des Schlüpfens und verliert sie bei älteren Larven rasch, vielleicht wird es bei diesen auch nur nicht mehr in hinreichender Menge ausgeschieden. 8 bereits geschlüpfte Larven wurden mit Hilfe des Sekrets ihres Haftorgans an 8 leeren Hüllen noch ungeschlüpfter Larven befestigt. In diesen Fällen wurden die Hüllen wohl milchig getrübt, waren aber nach Tagen noch wohl stark erweicht aber nicht völlig zersetzt.

Wie schon gesagt, erfolgt das Schlüpfen der Larve ganz automatisch, ohne irgend eine aktive Bewegung ihrerseits. Das schleimige Sekret des Haftorgans, das sie mit ihrer Hülle verbindet, wird offenbar beim Schlüpfen nicht durchrissen, sondern nur etwas gedehnt. Denn die Larve bleibt hängen an der Stelle, an der sie geschlüpft ist. Ist Spielraum genug vorhanden, so gleitet der Schwanz nur langsam nach unten. Man findet die Larven nun alle senkrecht am Rest des Eischlauches und der Hüllen aufgehängt. Sie sind noch völlig unfähig, auch nur die allergeringste Eigenbewegung auszuführen. Sie haben auch noch keine äußeren Kiemen, nicht einmal die ersten stummelförmigen Anlagen derselben. Es besteht also ein beträchtlicher Unterschied zwischen ihnen und den bisher bekannt gewordenen Froschlarven; keine von diesen verläßt die Eihüllen in so embryonalem Zustand.

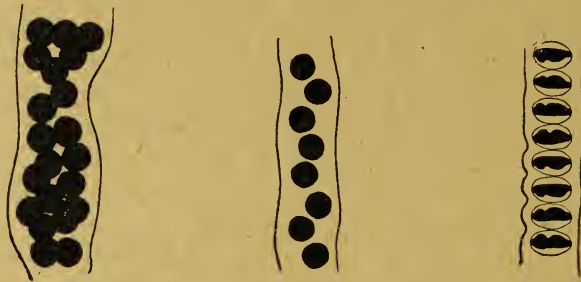
Erst einen Tag nach dem Schlüpfen zeigten die Larven bei Berührung jene eigentümlich krampfhaften und langdauernden Kontraktionen der Rumpfmuskulatur, die für ganz frühe Stadien charakteristisch sind. Von einer eigentlichen Schwimmbewegung konnte auch jetzt noch nicht die Rede sein. Larven, die ihren Halt am Eischlauch verloren, blieben denn auch hilflos am Boden liegen und zwar auf der Seite. In dieser Lage konnte man die meisten von ihnen noch am 4. Tag nach dem Schlüpfen finden. Erst am 5. und 6. waren sie imstande, so weit koordinierte Bewegungen auszuführen, daß sie sich in die normale Bauchlage bringen konnten. Erst am 6. Tag nach dem Schlüpfen wurden die ersten freiwillig ausgeführten Schwimmbewegungen beobachtet.

Daß die Reste des Eischlauches, an dem die Larven normalerweise in den ersten Tagen nach dem Schlüpfen hängen, durch diese eine weitere Zersetzung erfahren, ist leicht zu beobachten. An Umfang und Geschwindigkeit steht dieser Zersetzungsprozeß hinter dem der individuellen Hülle aber erklärlicherweise beträchtlich zurück; die Ausscheidung des Haftorgans ist nun weniger ausgiebig als zuvor, und sein Sekret wird ja auch nicht mehr auf engem geschlossenen Raume zurückgehalten.

Auch bei *Bufo d'Orbigny* besteht die Laichschnur aus einem gelatinösen einheitlichen Schlauch, in dessen Innern die Eier mit ihren individuellen kugeligen Hüllen liegen. Der Schlauch hat aber geringeren Durchmesser als bei *arenarum*, nämlich nur 3—3,5 mm, und seine Breite reicht nicht hin, um mehr als ein Ei fassen zu können (vergl. Abb. 1 und 2). Dementsprechend ist die Anordnung der Eier im Schlauch im Gegensatz zu *arenarum* eine lineare. Anfangs liegen die noch kugeligen Embryonen, an denen die Medullarfalten sich eben geschlossen haben, in einer Zickzackreihe (Abb. 2). Sie haben nun 1,4 mm Durchmesser. Tags darauf maßen die bereits langgestreckten Embryonen 1,3—2 mm, vereinzelt sogar bis 2,2 mm Länge und waren alle senkrecht zur Längsachse des Schlauches orientiert (Abb. 3). Ihre individuelle Hülle ist nun, wie bei *arenarum* auf gleichem Stadium, in die Länge gestreckt und liegt dem Kopf- und Schwanzende unmittelbar auf. Auf diesem Stadium schlüpfen die Larven. Sie sind jetzt vollkommen gerade gestreckt; nur bei einigen ist der noch sehr kurze Schwanz ganz wenig gekrümmt.

Das Sekret des Haftorgans ist als weißlich-trübe Masse im Innern der Eihülle vor dem Kopf des Embryos kenntlich.

Es ist nicht ohne Interesse, daß scheinbar so geringfügige Unterschiede, wie die der Anordnung der Embryonen im Eischlauch von *arenarum* und *d'Orbigny*, einen ganz verschiedenen Schlüpfmechanismus im Gefolge haben können. Der Eischlauch von *d'Orbigny* eröffnet sich nicht, um die mit noch intakter Hülle versehenen Embryonen hervor-



- Abb. 1. Eischlauch von *Bufo arenarum*. (2×).
 Abb. 2. Eischlauch von *Bufo d'Orbigny*. (2×).
 Abb. 3. Eischlauch von *Bufo d'Orbigny* kurz vor dem Schlüpfen der Larven (schematisch) (2×).

quellen zu lassen; sondern die Larve verläßt die individuelle Hülle noch im Innern des Schlauches und durchbricht dann erst diesen, indem sie ein kleines rundes, ihrem eigenen Körperdurchmesser entsprechendes Loch in ihm herstellt.

Der Vorgang des Schlüpfens konnte bei 4 Larven direkt beobachtet werden; er ging bei allen in gleicher Weise vor sich. Zunächst war immer im Innern des Schlauches eine passive Verschiebung der Larven gegeneinander zu beobachten, die sich relativ schnell, jedenfalls im Lauf von höchstens einer Minute vollzog und wieder zur Ruhe kam. Dies war offenbar der Zeitpunkt, in dem die Larve aus der individuellen Hülle schlüpfte. Eine andere Ursache für das Zustandekommen der Bewegung wäre wohl kaum denkbar. Daß dieses Schlüpfen unter Einwirkung des Sekrets des Haftorgans erfolgte, ist nach Analogie mit *arenarum* wahrscheinlich. Direkt beobachtet konnte es wegen der Undurchsichtigkeit der Schlauchwand nicht werden. Etwa eine Minute, nachdem die erwähnte passive Verschiebung der Larven gegeneinander zum Stillstand gekommen ist, sieht man, wie der Kopf der frei gewordenen Larve gegen die bis jetzt noch völlig intakte Schlauchwand gepreßt wird und wenige Sekunden darauf langsam aus ihr heraus ins Freie tritt. Die Form des Kopfes bringt es mit sich, daß das Haftorgan sofort am Umkreis des Loches mit der Außenwand des Schlauches in Berührung kommt und dort kleben bleibt. Langsam aber stetig gleitet der übrige Körper durch das Loch hindurch nach ins Freie. Nach dem Schlüpfen aller Larven finden wir in der im übrigen unverletzten Schlauchwand kreisrunde, ziemlich glattrandig begrenzte Löcher und in ihrer unmittelbaren Nähe, aufgehängt mittels ihres Haftorgans, mit dem Schwanz senkrecht nach unten, die zu irgend einer Eigenbewegung noch völlig unfähigen Larven.

Das Zustandekommen des Schlupfloches im Schlauch auf die Wir-

kung eines auflösenden Sekretes zurückzuführen, wie im Falle der individuellen Hülle, ist nicht angängig; denn das sezernierende Haftorgan der Larve ist nur sekundenlang mit ihr in Berührung. In manchen Fällen scheint es, als ob die Schlauchwand sich über dem Kopf der Larve schon etwas ausweite, während diese noch von der individuellen Hülle umschlossen ist (Abb. 3, links). Aber diese Ausweitung ist mit der Entstehung des späteren Schlupfloches nicht in Beziehung zu bringen. Denn erstens liegt die individuelle Hülle noch zwischen Larve und Schlauch und verhindert so den unmittelbaren Kontakt beider; zweitens ging in jedem der 4 genauer beobachteten Fälle dem Durchbrechen des Schlauches eine Verschiebung der Larven in seinem Innern voraus. Der Kopf der Larve kam dabei immer an eine andere Stelle des Schlauches zu liegen, als der er ursprünglich gegenüber lag. Es bleibt also wohl keine andere Erklärung übrig, als daß der im Schlauche herrschende Innendruck es ist, der die Larve herauspreßt, sobald diese mit dem spitzesten Teil ihres Körpers, dem Kopfende, mehr oder weniger senkrecht auf die Schlauchwand zu stehen kommt. Diese ist offenbar, trotz ihrer Dicke, durch Druck von innen her relativ leicht zu eröffnen, wie auch der Fall von *arenarum* zeigte. Dort eröffnete der starke Druck der in ihr enthaltenen Eimasse den Schlauch und ließ die Eier austreten, hier wird bei verhältnismäßig geringerem Druck der längliche Körper der Larve mit seinem spitzen Ende voran wie ein Keil durch die Schlauchwand hindurchgetrieben. An dem Schlauch, so lange er noch die Larven enthielt, irgendwelche defekte oder für die Bildung der Schlupflöcher präformierte Stellen zu erkennen, war nicht möglich.

Einen Tag nach dem Schlüpfen zeigten die Larven die ersten Eigenbewegungen, ohne jedoch Schwimmfähigkeit zu besitzen und ihren Halt loszulassen. Nach drei weiteren Tagen begannen sie herumzuschwimmen.

Ebenfalls relativ klein, aber doch auf weiter vorgeschrittenem Entwicklungsstadium, nämlich schon mit großen äußeren Kiemen und zu Schwimmbewegungen befähigt, verläßt die Larve des *Leptodactylus ocellatus* die Eihülle. Der Laich dieses Frosches wird in eigentümlichen großen, auf dem Wasser schwimmenden Schaumnestern abgelegt, die das Aussehen geschlagenen Eiweißes oder des „Kuckucksspeichels“ haben.

Das Schlüpfen der kleinen schwarzen Larven findet auf dem Stadium statt, auf dem ihr Flimmerepithel in Funktion zu treten beginnt. Die Larven liegen nun etwas gekrümmt in der verhältnismäßig geräumigen Eihülle, und da sie in dieser nicht festgeheftet sind, treibt die Bewegung ihrer Flimmer sie mit dem Kopf voran in der Eihülle entlang. So geraten sie in eine zunächst langsame, dann schneller werdende kreisende Bewegung. Bisweilen wird diese durch lebhaftere Kontraktionen der Rumpfmuskulatur unterbrochen, und damit wechselt meist die Lage der Larve in der Hülle; der Kopf ist nun anders gerichtet und die kreisende Bewegung der Larve beginnt dementsprechend ebenfalls in anderer Richtung.

Wenige Minuten, nachdem dieses Kreisen begonnen hat, erkennt man an der Hülle feine Fältelungen, plötzlich zerreißt sie dann über dem

Kopf der Larve, und diese gleitet aus ihr hervor. Häufig bleibt die geschrumpelte Hülle am Schwanzende hängen und wird nach einem Weichen durch schlagende Bewegungen des Schwanzes entfernt. Auch hier ist also der Zerreißen der Hülle, dem eigentlichen Schlüpfen, eine chemische Zersetzung derselben vorangegangen. Und zwar darf man wohl annehmen, daß das Kreisen der Larve in der Hülle das zersetzende Sekret außerordentlich rasch mit allen ihren Teilen in Berührung bringt und dadurch ihre Erweichung beschleunigt. Vom ersten Einsetzen der kreisenden Bewegung der Larve in der Hülle bis zum Freiwerden der Larve verstrich niemals mehr Zeit als höchstens 20, in der Regel aber nur 10 Minuten. In weniger als einer Stunde waren sämtliche Larven eines Nestes geschlüpft. Man hat sich also vorzustellen, daß sie alle — und es sind ihrer etwa 3—4 000 — ihre kreisenden Bewegungen im Innern der Hüllen nahezu gleichzeitig ausführen.

1—2 Tage nach dem Schlüpfen der Larven war der gesamte Schaum des großen schwimmenden Nestes verschwunden. Wahrscheinlich zersetzt er sich unter Einwirkung desselben Sekretes, das die Eihüllen erweichte und nach deren Eröffnung sich nun natürlich in die Schaummasse ergießen mußte.

Pseudis mantydactyla ist diejenige Froschart, deren Schlupfmechanismus am meisten Ähnlichkeit mit dem von Bles beschriebenen aufweist. Auch bei *Pseudis* ist, wie bei *Xenopus*, die Larve schon ziemlich groß, ehe sie die Hülle verläßt. Sie liegt in ihr stark gekrümmt und ist schon zu recht ausgiebigen Eigenbewegungen befähigt. Diese werden vor dem Schlüpfen häufiger, und so wird das erweichende Sekret des Haftorgans in der ganzen Hülle verteilt. Deren Erweichung ging aber recht langsam von statten. In einem Falle wurden die ersten Spuren einer solchen um $\frac{1}{2}$ 8 Uhr beobachtet. Die Larve beulte nun mit dem Kopf die Hülle aus, ähnlich wie in der Abbildung von Bles, und diese Hülle zeigte deutliche Fältelungen; erst um 12 Uhr war die Larve geschlüpft: sie steckte nur noch mit dem Schwanz in der Hülle, und begann erst nach einer Weile, diese abzuschütteln. Sämtliche beobachteten *Pseudis*-Larven brauchten vom ersten Erweichen der Hülle bis zum Schlüpfen mehrere Stunden.

Die geschlüpften *Pseudis*-Larven hängen sich wie die Larven von *Xenopus* an einem Schleimfaden auf. Dieser war aber nicht an der Hülle befestigt, sondern die Larven hingen an der Wand des Wasserbehälters oder an Pflanzen. Der durchsichtige Schleimfaden ist mit bloßem Auge nicht zu erkennen und die Larve scheint frei im Wasser zu schweben; erst wenn man dieses leise bewegt, erkennt man, daß die Larve tatsächlich aufgehängt ist; denn nun wippt sie auf und ab, als hinge sie an einem elastischen Faden.

Der Vorgang des Schlüpfens geht in den fünf bisher daraufhin untersuchten Batrachierarten bei jeder Art in anderer Weise vor sich. Übereinstimmend aber war in allen Fällen eine Zersetzung und Erweichung der Eihülle zu beobachten, die dem eigentlichen Schlüpfakt vorausging.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Fernandez-Marcinowski Kati

Artikel/Article: [Der Mechanismus des Schlüpfens bei den Amphibienlarven. 423-432](#)