

Adalbert Feldotto

Ergänzende Versuche über die Regeneration der äußeren Kiemen von Froschlarven

Ergänzende Versuche über die Regeneration der äußeren Kiemen von Froschlarven

Von

Adalbert Feldotto

Mit 5 Textabbildungen

Sonderdruck aus
**Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik
der Organismen**

Organ für die gesamte kausale Morphologie
(Abt. D der Zeitschrift für wissenschaftliche Biologie)

108. Band, 3. Heft

Abgeschlossen am 26. Oktober 1926



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1926

ISBN 978-3-662-39224-9 ISBN 978-3-662-40238-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-40238-2

Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen

steht offen jeder Art von exakten Forschungen über Ursachen und Bedingungen der organischen Gestalten.

Arbeiten, welche einen Vermerk des Autors »Kurze Mitteilung« tragen, werden so bald als möglich außerhalb der Reihenfolge des Eingangs abgedruckt. Ihr Umfang darf 4 Druckseiten nicht überschreiten; die Beigabe von Abbildungen ist nur in Ausnahmefällen angängig.

Das Archiv erscheint zur Ermöglichung raschester Veröffentlichung zwanglos in einzeln berechneten Heften; mit etwa 50 Bogen wird ein Band abgeschlossen.

Das Honorar beträgt M. 40.— für den 16 seitigen Druckbogen; »Kurze Mitteilungen« werden nicht honoriert.

Die Mitarbeiter erhalten von ihren Arbeiten, welche nicht mehr als 24 Druckseiten Umfang haben, 100 Sonderabdrucke, von größeren Arbeiten 60 Sonderabdrucke unentgeltlich. Doch bittet die Verlagsbuchhandlung, nur die zur tatsächlichen Verwendung benötigten Exemplare zu bestellen. Über die Freixemplarzah hinaus bestellte Exemplare werden berechnet. Die Mitarbeiter werden jedoch in ihrem eigenen Interesse dringend ersucht, die Kosten vorher vom Verlage zu erfragen.

Die Herren Autoren werden gebeten, den Text ihrer Arbeiten so kurz zu fassen, wie es irgend möglich ist und sich in den Abbildungen auf das wirklich Notwendige zu beschränken. Zugleich wird ersucht, auf bereits in früheren leicht zugänglichen Abhandlungen befindliche Literatur-Verzeichnisse zu verweisen und nur die neuere Literatur genau anzugeben.

Alle Manuskripte und Anfragen sind zu richten an:

Professor Dr. W. Vogt, München, Nibelungenstr. 89
oder an:

Professor Dr. B. Romeis, München, Ferdinand-Müller-Platz 3.

Die Herausgeber:

H. Spemann, W. Vogt, B. Romeis

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin W 9, Linkstraße 23/24

Fernsprecher: Amt Kurfürst, 6050—6053. Drahtanschrift: Springerbuch-Berlin
Reichsbank-Giro-Konto u. Deutsche Bank, Berlin. Dep.-Kasse C.
Postscheck-Konten:

für Bezug von Zeitschriften und einzelnen Heften: Berlin Nr. 201 20 Julius
Springer, Bezugsabteilung für Zeitschriften;
für Anzeigen, Beilagen und Bücherbezug: Berlin Nr. 118 985 Julius Springer.

108. Band.	Inhaltsverzeichnis.	3. Heft. Seite
Politzer, G., Die Doppelbildungen der Urodelen. II. Mitteilung. Mit 29 Textabbildungen		417
Feldotto, Adalbert, Ergänzende Versuche über die Regeneration der äußeren Kiemen von Froschlarven. Mit 5 Textabbildungen		463
Okada, Yô K., Aktinienregeneration aus abgeworfenen Tentakeln. Mit 2 Textabbildungen		482
Okada, Yô K., Über die Regeneration bei Seeigeln. Mit 1 Textabbildung		487
Weil, Ilse, Die zeitliche Änderung der Häufigkeitskurven von Entwicklungsgrößen. Mit 9 Textabbildungen		490
Spek, Josef, Zu den Streitfragen über den physikalischen Zustand der Zelle während der Mitose		525

(Aus dem anatomischen Institut der Universität Greifswald.)

ERGÄNZENDE VERSUCHE ÜBER DIE REGENERATION DER ÄUSSEREN KIEMEN VON FROSCHLARVEN.

Von

ADALBERT FELDOTTO.

Mit 5 Textabbildungen.

(Eingegangen am 21. Juni 1926.)

Im 105. Bande des „Archivs für Entwicklungsmechanik der Organismen“ veröffentlicht KL. MERKEL seine orientierenden Versuche über die Regeneration der äußeren Kiemen von Froschlarven.

Er kam bei seinen Untersuchungen zu dem überraschenden Ergebnis, daß die äußeren Kiemen der Froschlarven, obwohl sie nur 10—13 Tage bestehen, nach Abschneiden regenerieren, ein Verhalten, das in der Literatur bisher nur in einer versteckten Notiz von BABÁK veröffentlicht war.

MERKEL berührte auch eine Reihe von Teilproblemen, die er aus Mangel an Material nicht alle endgültig entscheiden konnte, so daß mehrere Fragen offen bleiben mußten.

Meine Absicht ist es nun, diese Fragen zu beantworten, um ein, wenn auch nicht vollständiges, so doch abgerundetes Bild der Regeneration der Froschlarvenkiemen bringen zu können.

Meine Arbeit macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit, denn während der Versuche ergaben sich immer neue Gesichtspunkte und Fragen, die nicht alle berücksichtigt werden konnten. Immerhin glaube ich einen gewissen Abschluß mit meinen Untersuchungen erreicht zu haben, so daß ein klares Bild über die Regeneration der äußeren Kiemen der Froschlarven entstanden ist, das sich gut in das allgemeine Regenerationsverhalten der Wirbeltiere einfügt. Gleichzeitig führen die Versuche von MERKEL und mir ein sehr günstiges Objekt für Regenerationsarbeiten ein, das gestattet, in wenigen Tagen, der kurzen Dauer der Existenz der Organe entsprechend, einschlägige Fragen zu lösen.

Die sicheren Ergebnisse von MERKELS Versuchen waren:

I. Die äußeren Kiemen von Froschlarven regenerieren, wenn sie abgeschnitten werden.

II. Die Regeneration findet nur statt, wenn diese Operation vor voller Ausbildung der äußeren Kiemen durchgeführt wird.

Nicht sicher war er dagegen in den Fragen,

I. ob die Involution auf der operierten Seite früher, auf der nicht-operierten Seite später als normal vor sich gehe,

II. ob die Kiemen der nichtoperierten Seite sich mächtiger als gewöhnlich entwickeln,

III. ob die dritte Kieme, die bei der Operation nicht mitentfernt werden kann, sich stärker zu entwickeln vermag, als es in der Norm der Fall ist,

IV. ferner konnte er nicht entscheiden, ob sich diese Regeneration der WEISMANNschen Hypothese, daß einem Regenerationsvermögen die Verletzungsmöglichkeit entspräche, angliedern lasse.

Meine Aufgabe ist eine doppelte. Die Versuche gruppieren sich um die beiden Hauptfragen:

I. Entspricht der Regenerationskraft der äußeren Kiemen ihre Verletzbarkeit in freier Natur?

II. Sind die äußeren Kiemen trotz ihrer kurzen Existenz so leicht reagierende Gebilde, daß sie bei Verringerung der Atemfläche sich vergrößern oder länger bestehen bleiben und so vikariierend für die verlorene Fläche eintreten?

Ich arbeitete mit Larven von *Rana fusca*, die einem Tümpel bei Greifswald entnommen waren; nur die letzten Versuche wurden mit *Rana arvalis* ausgeführt. Irgendwelche Unterschiede zwischen *fusca* und *arvalis* in der Art der Regeneration konnten nicht beobachtet werden.

I. Die Verletzbarkeit der äußeren Kiemen.

Untersuchungen, ob während des Freilebens die äußeren Kiemen der Kaulquappen Verletzungen unterworfen sind, sind meines Wissens noch nicht angestellt worden. Von vornherein wird man den Kiemen wegen ihres kurzen Vorhandenseins eine Verletzbarkeit absprechen. So waren wir auch erstaunt über ihre erhebliche Regenerationsfähigkeit. Besteht nun eine kräftige Regeneration, so muß dieser nach WEISMANN eine Verletzbarkeit entsprechen. Es galt nun für mich die Frage zu entscheiden, ob die Kaulquappen von irgendwelchen Feinden angegriffen werden und von diesen verletzte Kiemen aufweisen können, wie es ja von Urodelenlarven längst bekannt ist. Die Larven der Urodelen fressen in der Gefangenschaft sogar einander die Kiemen ab; solches ist aber bei Kaulquappen nicht beobachtet worden.

Um diese Frage zu lösen, kam es darauf an, die Froschlarven, ohne ihnen künstliche Verletzungen beizubringen, in frischem Zustande zu untersuchen. Wir gingen dabei in der Weise vor, daß wir die um ihre Gallertballen nahe aneinander gedrängten Larven aus ihrem Tümpel mit einem sehr weithalsigen Glase heraushoben und dem Wasser Fixierflüssigkeit zusetzten. Die Kaulquappen sanken sofort zu Boden, das

darüberstehende Wasser wurde zum größten Teil vorsichtig abpipettiert und ebenso vorsichtig, ohne daß die Larven bewegt wurden, Fixierflüssigkeit nachgegossen. Dann wurde das Gefäß ohne jegliches Schütteln in der Hand ins Institut getragen, und dort wurden sehr bald die Larven auf ihre äußeren Kiemen hin untersucht.

Um Irrtümern vorzubeugen, wiederhole ich, daß es sich um kein künstliches Froschaquarium handelt, sondern daß die Larven aus einem kleinen Teich, der in der Nähe des Instituts gelegen ist, genommen wurden. Als Fixierflüssigkeit wurde BLESSche Flüssigkeit verwandt (90 ccm 80 vH Alkohol, 7 ccm 40 vH Formalin, 3 ccm Eisessig).

Es wurden 400 Larven beiderseits auf das Verhalten der Kiemen beobachtet, und ich fand, daß in 20 Fällen eine Verletzung der Kiemen zu erkennen war. Allerdings handelte es sich nur selten um große Defekte, meistens waren es nur einzelne Äste, die an ihren Endigungen abgekappt waren. Daß diese Kürzungen auf ein Abbrechen während des Transportes zurückzuführen gewesen wären, ist mit aller Sicherheit auszuschließen, da die Kiemen bei der Untersuchung noch weich waren, und bei der genauen Betrachtung, bei der Nadeln zum Auseinanderlegen etwa sich überdeckender Kiemen verwandt wurden, nur bei äußerster Gewalteinwirkung ein Abreißen beobachtet werden konnte.

Es handelt sich sicher um Verletzungen, die die Larven während ihres Freilebens erlitten haben; wir beobachteten auch keine offenen Wunden, da sich eine Wundfläche bei Froschlarven in kürzester Zeit überhäutet und Regeneration eintritt. Auch aus dem Grunde der Überhäutung ist eine Verletzung der fixierten Larven auszuschließen.

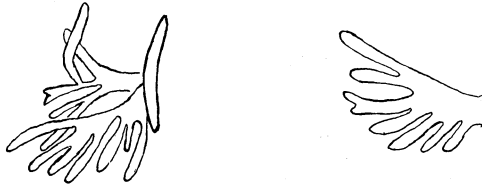


Abb. 1. Zwei Kiemen von Froschlarven mit einem gegabelten Ast.

Die Abbildungen sind wie die von Abb. 4 mit dem Zeichenapparat bei etwa 25facher Vergrößerung entworfen worden. Bei Reproduktion auf $\frac{1}{5}$ verkleinert.

Bei einer Untersuchungsreihe von Larven, die nicht so vorsichtig behandelt, sondern mehrfach umgegossen waren, ergab sich ein Prozentsatz von verletzten Tieren, der mit dem der eben erwähnten weitgehend übereinstimmt. Es fanden sich vier Verletzte unter 100. Auch hier keine offenen Verletzungen, keine Verletzung der fixierten Kaulquappen. Ich darf also diese 100 Exemplare in meine Liste aufnehmen. Im ganzen sind also 500 Exemplare, 1000 Kiemenseiten auf Verletzungen hin untersucht worden.

Die Art der Verletzung bestand in einer starken Verkürzung der ganzen Kieme oder von Ästen derselben; die verletzten Fäden zeigten mit wenigen Ausnahmen an den Spitzen starke Pigmentanhäufungen. Außerdem fanden sich auch drei Tiere mit gegabelten Endästen, was nach P. CLEMENS bisher nicht beobachtet worden war (P. CLEMENS, Die äußeren Kiemen der Wirbeltiere S. 74). Abb. 1 gibt zwei Kiemen mit gegabeltem Ast wieder.

Bevor wir unsere Tabelle aufstellen und besprechen, muß erst noch eine Zwischenfrage erledigt werden.

Es fragt sich, ob *die Pigmentation und Gabelung überhaupt durch Verletzungen bedingt werden*. Daraufhin stellte ich folgenden Versuch an.

19 Tiere mit verschiedener Kiemenentfaltung wurden durch Abschneiden der Endknospen der Kiemen operiert. Nach zwei Tagen wurden sie fixiert, und es stellte sich heraus, daß in $\frac{4}{5}$ aller Fälle eine starke Pigmentation der regenerierten Stellen gefunden wurde. Das noch bleibende Fünftel zeigte keine Besonderheiten. Starke Pigmentation an den Stellen von ehemaligen Verletzungen konnte ich auch bei den Larven feststellen, denen ich zu anderen Untersuchungen den Flossensaum oder den Schwanz fortschnitt.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß wir die kurzen an ihren Spitzen schwarzen Kiemenäste als regeneriert, also als früher verletzt auffassen dürfen. Eine Gabelung konnte aber in keinem Falle beobachtet werden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich auch bei der Gabelung um einen Regenerationsprozeß handelt, nur daß er bei der geringen Zahl der Versuchstiere nicht zum Ausdruck kam. Diese Fälle wurden jedoch nicht in unsere Tabelle aufgenommen.

Ich gebe jetzt die Aufzählung der 24 verletzten Tiere nebst kurzer Charakteristik und in Abb. 2 einige Skizzen, die über die Art und den Grad der Verletzung orientieren.

Tabelle 1. Verletzungen bei im Freien aufgefundenen Larven.

Erklärungen und Abkürzungen:

A: Ast od. Äste. K: Kiemen. L: Länge. P: Pigmentanhäufung. *: Verletzte Seite.

Als Beispiel diene Exemplar 1.

Rechts

Links

IK; 8 A

IK; 6 A; II^{}A; $\frac{1}{2}$ L; P schwach

bedeutet:

Rechte erste Kieme weist 8 Äste auf.

Links verletzt. Die erste Kieme zeigt 6 Äste. Der zweite Ast ist der verletzte, ist nur halb so lang wie normal. Die Pigmentation ist schwach.

Die Äste der Kieme werden vom Kiemendeckel aus gezählt.

Nr.

Rechte Kieme

Linke Kieme

1 IK; 8 A;

IK; 6 A; II^{}A; $\frac{1}{2}$ L; P schwach;

2 *IK; 7 A; VI^{*}A; P gut;

IK; 7 A; VI^{}A; $\frac{1}{3}$ L; P stark; (Abb. 2b)

Nr.	Rechte Kieme	Linke Kieme
3	Vorgeschrittene Involution;	* I K; 6 A; $\frac{3}{4}$ L; P;
4	I K; 6 A;	* I K; 5 A; III [*] A; $\frac{1}{2}$ L; P stark;
5	I K; 6 A;	* I K; 8 A; VII [*] A; $\frac{2}{3}$ L; P stark;
6	I K; 5 A;	* I K; 6 A; V u. VI A; $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ L; P stark;
7	I K; 7 A;	* I K; 6 A; V [*] A; P stark;
8	I K; 6 A;	* I K; 6 A; IV [*] A; $\frac{1}{4}$ L; P schwach;
9	Involviert	* II K; 6 A; I u. I [*] VA; $\frac{1}{2}$ L; P stark;
10	I K; 8 A;	* I K; 8 A; VII [*] A; $\frac{1}{2}$ L; P stark; (Abb. 2a)
11	I K; 5 A;	* I K; 5 A; IV [*] A; $\frac{2}{3}$ L; P stark;
12	* I K; 5 A; III [*] A; $\frac{1}{2}$ L; P stark;	I K; 5 A;
13	* I K; 8 A; III u. IV [*] A; $\frac{1}{2}$ L; P stark;	I K; 6 A;
14	* I K; 6 A; V [*] A; $\frac{1}{4}$ L; P stark;	I K; 6 A;
15	* II K; 7 A; VI [*] A; P;	II K; 8 A;
16	* I K; 4 A; II [*] A; $\frac{1}{3}$ L; P;	I K; 5 A;
17	* I K; 5 A; IV u. V [*] A; P stark;	I K; 6 A; (Abb. 2c)
18	I K; 6 A;	* I K; 6 A; V u. VI A; $\frac{1}{2}$ L; P stark; (Abb. 2d)
19	* II K; 8 A; VII u. VIII [*] A; $\frac{1}{3}$ L; P stark;	* I K; fehlt vollständig; (Abb. 2e) * II K; 5 A; III u. IV A; $\frac{1}{2}$ L; P stark;
20	* I K; 7 A; VI u. VII [*] A; $\frac{3}{4}$ L; P stark; * II K; 4 A; III u. IV A; gekerbt;	Nicht mehr zählbar. (Abb. 2f)
21	I K; 6 A;	* I K; 4 A; II u. III [*] A; P stark; (Abb. 2g)
22	I K; 6 A;	* I K; 3 A; I bis III [*] A; (Abb. 2h)
23	I K; 5 A;	* I K; 4 A; III u. IV [*] A; P stark; (Abb. 2i)
24	I K; 6 A;	* I K; P stark; (Abb. 2k)

Abb. 2a—k zeigen einige der verletzten Kiemen.

Abb. 2a gibt eine Verletzung wieder, wie sie nach unserem Material als typisch bezeichnet werden darf. Die verletzte Kieme besitzt 8 Äste; der verletzte Ast ist um die Hälfte gekürzt, der Stummel ist am Ende stark pigmentiert. Erste Kieme rechts zeigt 8 Äste und ist ohne Besonderheiten.

Abb. 2b gibt ein ähnliches Bild von beiderseitiger Kiemenverletzung. Der verletzte Ast ist bei beiden stark gekürzt und pigmentiert.

Abb. 2c. Die verletzte erste rechte Kieme zeigt 5 Äste, von denen 2 verletzt sind. Starke Pigmentation. Linke Kieme normal.

Abb. 2d. Linke Kieme besitzt 6 Äste. Die ersten vier normal, in der Zeichnung wegen Biegung nach unten teilweise nicht sichtbar. 5. und 6. Ast stark verletzt und pigmentiert.

Abb. 2e. Rechte zweite Kieme zeigt 8 Äste, von denen der 7. und 8. Ast abgeheilte, stark pigmentierte Verletzungen zeigen. Links zeigt die zweite Kieme, die 5 Äste besitzt, am 3. und 4. Ast starke Kürzungen und gute Pigmentation.

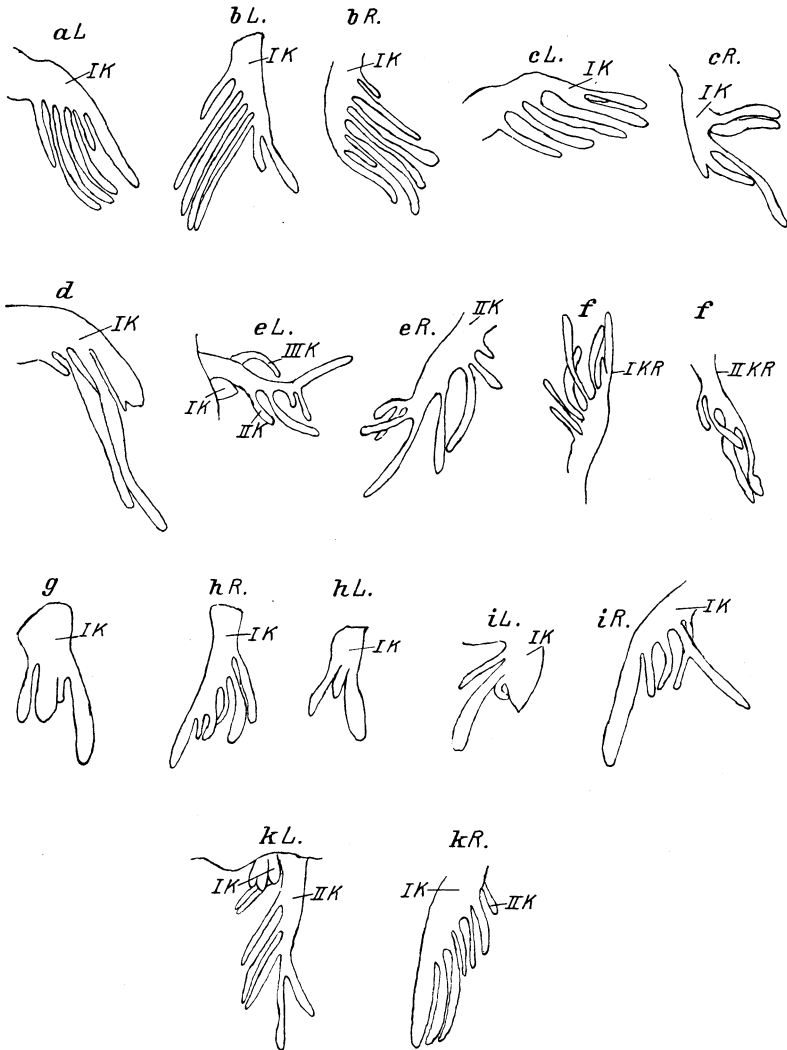


Abb. 2. Verletzte Kiemen von Froschlarven. Freihändige Skizzen größtenteils bei etwa 30facher Vergrößerung angefertigt. In Abb. 2 c, h, i, k ist die unversehrte Kieme der Gegenseite zum Vergleich beigelegt. R und L bezeichnen die rechte bzw. die linke Seite des Tieres.

Bei Reproduktion auf $\frac{1}{5}$ verkleinert.

Die erste Kieme ist vollständig einer Verletzung zum Opfer gefallen. Der übriggebliebene Stumpf ist zweizackig, stark pigmentiert, eine Zacke steht hoch, ist aber auf Abbildung nicht zu sehen.

Abb. 2*f*. Das Tier zeigt rechts 4 Verletzungsstellen, zwei an der ersten Kieme, am 6. und 7. Ast. Die zweite Kieme, deren Verletzungen in einer Höhe mit denen der I Kieme liegen, weist am III und IV Ast zwei scharfe Einkerbungen auf, die sich etwa über die Mitte erstrecken.

Abb. 2*g*. Die Verletzung liegt an der ersten linken Kieme, die nur 4 Äste hat. Der 4. Ast ist normal, die übrigen 3 sind stark verletzt. 2 Äste sind äußerst stark pigmentiert.

Der erste Ast, der ebenfalls pigmentiert ist, hat an der Spitze eine schwache Gabelung aufzuweisen. Rechts erste Kieme normal, 6 Äste.

Abb. 2*h*. Sehr starke Verletzung an der ersten linken Kieme, von der nur 3 sehr kurze, stark pigmentierte Stümpfe erhalten sind. Erste Kieme rechts mit 6 Ästen.

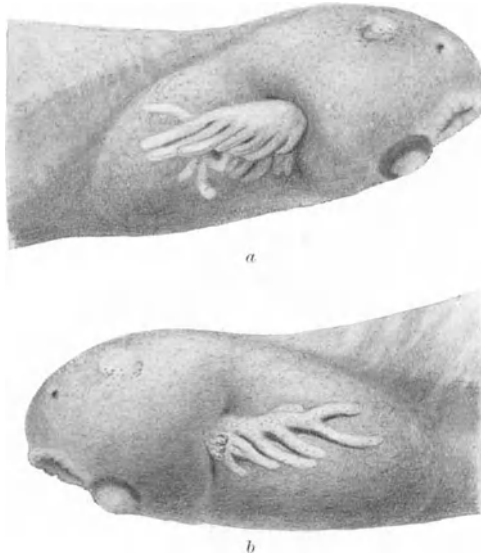


Abb. 3. Die unter Nr. 2*k* aufgeführte Larve von der unverletzten (*a*) und der verletzten (*b*) Seite.

Abb. 2*i*. Linke erste Kieme zeigt 4 Äste. Der 3. Ast ist stark verletzt und pigmentiert. Der dicke, stark pigmentierte Ast scheint den verletzten Hauptstamm darzustellen.

Die erste Kieme rechts besitzt 5 Äste, von denen der III und IV gekürzt sind, aber nicht den Anschein einer Verletzung erwecken. Nicht pigmentiert.

Abb. 2*k*. Stellt wohl unsere stärkst verletzte Kieme dar. Verletzung linksseitig. Die erste Kieme links ist vollständig zerstört, besteht aus drei Stümpfen, die stark pigmentiert sind. Der erste Stumpf rührt allem Anschein nach von einem verletzten Ast her, während die beiden anderen den Rest vom Hauptstamm darstellen. Erste Kieme rechts normal.

Abb. 3 gibt die Larve von Abb. 2*k* nochmals von der unverletzten (*a*) und der verletzten (*b*) Seite wieder.

Die Verletzungen sind meist einseitig, nur in zwei Fällen waren die Kiemen beider Seiten gekürzt. Es handelt sich bei 28 verletzten

Kiemens 23mal um die erste Kieme, 5mal um die zweite, keimmal um die dritte. Dies ist leicht verständlich, da die erste Kieme als erste zur vollen Entwicklung kommt, ferner, da sie sich vor die zweite und dritte Kieme legt.

Die Art der Verletzung kann als Abbeißen aufgefaßt werden. Der Stumpf rundet sich sehr bald nach der Verletzung ab, nur in seltenen Fällen, Abb. 2e links, zeigt er sich zipfelartig ausgezogen.

In einem Falle, Abb. 2f, zweite Kieme rechts, sind zwei Kiemenäste in derselben Höhe stark verschmälert, so daß es den Anschein hat, als wären sie nur gefaßt, aber nicht abgefressen worden.

Das Resultat der Untersuchung geht dahin, daß *die äußeren Kiemens vom Frosch im Freien Verletzungen ausgesetzt sind. Von den untersuchten 1000 Kiemenseiten zeigten 26 Verletzungen, also 2,6vH, auf die Exemplare bezogen 24 von 500, d. h. 4,8vH.* Auf fast 20 Larven kommt eine an den Kiemens verstümmelte! Das ist ein hoher unerwarteter Prozentsatz, der lehrt, daß auch die Froschlarven Feinde haben, die ihnen die Kiemens abfressen können. Um nun ganz sicher zu gehen, daß diese verletzten Kiemens Verletzungen und nicht Mißbildungen sind, müßte man noch Froschlarven untersuchen, die ohne jegliche Feinde nach Verlassen der Gallerthüllen im Glase aufgezogen worden sind. Mangel an Material hinderten mich an einer absolut genauen Beweisführung, doch kann ich eine Beobachtungsreihe geben, die sich in diesem Sinne verwerten läßt.

Am 29. April entnahm ich dem Teich einen Klumpen Laich *R. arvalis*, dessen Larven mit kurzer Schwanzknospe kurz vorm Auskriechen standen. Aus der Schale entfernte ich sofort einige Libellenlarven. Nach zwei Tagen musterte ich den Laich wieder und fand nebst den schon Kiemens tragenden Larven eine große Anzahl von Köcherfliegenlarven.

Zwei Tage nach Herausnahme der Köcherfliegenlarven wurden die Kaulquappen fixiert. Sie waren, wenn auch nicht absolut vor Feinden geschützt, so doch mehrere Tage der Dauer der Existenz der Kiemens vor äußeren Verletzungen verschont geblieben.

Es war also zu erwarten, daß die Zahl der verletzten Kiemens bedeutend geringer sein würde als bei den Larven, die bis zu diesem Stadium sich im Freien entwickeln konnten. Unser Untersuchungsergebnis bestätigte diese Vermutung. Unter 150 Larven, 300 Kiemensseiten, befanden sich nur drei verletzte Exemplare, die dieselben Verletzungserscheinungen aufwiesen, wie die im Freien groß gewordenen. Auf die Kiemens bezogen 1vH, gegen 2,6vH von im Freien aufgewachsenen Exemplaren, eine verstümmelte Larve auf 50.

Abb. 4 gibt die Ansichten zweier dieser verletzten Kiemens wieder.

a zeigt die erste Kieme rechts. Fünf Äste sind zu sehen, der fünfte, anscheinend der Hauptstamm, ist stark gekürzt und sehr pigmentiert.

b erste Kieme rechts zeigt sieben Äste. Der fünfte ist auf ein Viertel gekürzt und sehr stark pigmentiert.

Die Kiemen links bei *a* und *b* sind ohne Befund.

Diese beiden verletzten Tiere unterscheiden sich in nichts in den Verletzungen, die die im Freien aufgefundenen Tiere zeigten. Es ist anzunehmen, daß die Insektenlarven die Kiemen angefressen hatten. Ich kann also unser Ergebnis wiederholen, daß *die Kiemen der Kaulquappen im Freien häufig Verletzungen unterworfen sind, so daß die Regenerationskraft auch der Verletzbarkeit entspricht*. WEISMANN'S anfangs angeführte Hypothese wird auch für Froschlarven bestätigt.

Das Resultat meiner Untersuchung läßt sich am besten mit den Worten PETERS in seinem Buche „Die Zweckmäßigkeit in der Entwicklungsgeschichte“ S. 224 ausdrücken:

„Zusammenfassend möchte ich also wiederholen, daß die Regenerationskraft einzelner Körpergegenden und Organe durchaus im Ein-

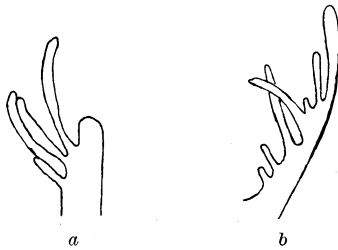


Abb. 4. Kiemenverletzungen bei relativ geschützt aufgewachsenen Froschlarven. Freihandzeichnung.

klang steht mit der Möglichkeit ihrer Ausschaltung, sei es, daß sie leicht verletzt werden können und des Wiederersatzes bedürfen, sei es, daß sie erkrankte Teile ergänzen müssen.“

Leider fehlen alle Angaben, wie häufig bei anderen Tieren Verletzungen im Freien beobachtet werden. Bei Urodelenlarven wären Paralleluntersuchungen, die den unsrigen entsprechen, wohl anzustellen. Dann könnte man gewissermaßen einen Regenerationsindex aufstellen, der angibt, bei wieviel Prozent Verletzungen sich eine Regeneration eingerichtet hat, bzw. bestehen geblieben ist.

Wir kommen nun zu unserer zweiten Hauptfrage:

II. Die Reaktion der äußeren Kiemen auf Verringerung der Atemfläche

wurde auf zweifachem Wege geprüft. Die Atemfläche war verkleinert

A. durch Entfernen des Flossensaumes.

B. durch Entfernen der ersten beiden Kiemen einer Seite.

In beiden Fällen haben wir zwei Versuchsreihen aufgestellt:

1. einmal die Operation bei Larven mit geringer Kiementwicklung ausgeführt;

2. bei Tieren, die eine vorgeschrittene Kiementfaltung zeigten beziehungsweise den Höhepunkt erreicht hatten.

Die Reaktion der äußeren Kiemen besteht, wie oben erwähnt, entweder in einer Vergrößerung der Außenfläche und Verlängerung der Kiemenäste oder in einem zeitlich längeren Bestehen der Kiemen.

A. Reaktion auf Abschneiden des Schwanzsaumes.

Die äußeren Kiemen von Froschlarven regenerieren nach Abschneiden, wie MERKEL feststellt. Das Sauerstoffbedürfnis des operierten Tieres ist also so groß, daß ihm die noch vorhandene Atemfläche zur Deckung des Sauerstoffbedarfes nicht genügt. Um diesem Bedürfnis nachzukommen, ist die Larve bestrebt, die verlorene Atemfläche wieder herzustellen.

Dabei machte MERKEL die Beobachtung, daß nur Tiere, die bei der Operation noch im frühen Stadium der Kiementwicklung stehen, regenerieren. Als Erklärung für diesen Befund kann einmal die Tatsache dienen, daß mit zunehmendem Alter ein Organ die Fähigkeit zur Regeneration immer mehr verliert. Es kann aber auch sein, daß dem älteren Tier, das über einen wohlentwickelten Flossensaum verfügt, durch diesen eine genügend große Atemfläche geboten ist, so daß sich eine Regeneration erübrigt.

MERKEL konnte aber bei seinen Kiemenamputationen keine auffällige Vergrößerung des Schwanzsaumes feststellen. Dagegen schien es ihm, daß bei einseitiger Kiemenoperation die Kiemen der anderen Seite sich mächtiger, als in der Norm, entfalten können.

Auch ich suchte durch Wiederholung dieser Versuche dieser Frage näher zu kommen, konnte aber zu einem objektiven Urteil nicht gelangen. Hierzu müßten genaue, sehr schwierige Messungen ausgeführt werden, Schätzungen genügen nicht.

Ich beabsichtigte dieser Frage von einer anderen Seite beizukommen. Ich kürzte den Schwanzsaum und beobachtete das Reagieren der Kiemen auf diese Verkleinerung der Atemfläche hin. Eine Reaktion auf diese Verletzung hin hätte sich, wie gesagt, in doppelter Weise auswirken können, entweder in einer Hypertrophie oder in einer Verzögerung der Involution der äußeren Kiemen. Da die Hypertrophie der unverletzten Kiemen sich nicht gut durch Schätzungen feststellen ließ (die Vergrößerung der dritten Kieme hatten wir bei Anstellung dieser Versuche noch nicht in Betracht gezogen), so beschränkte ich mich hier auf die Beachtung der Zeitverhältnisse der Involution.

Zu diesem Zweck schnitt ich 25 Exemplaren den Flossensaum, den halben oder ganzen Schwanz fort. Die Tiere vertrugen den Ein-

griff gut. Ich kann diese Versuche in drei Reihen gliedern. Die Ergebnisse gibt Tabelle 2 wieder.

Tabelle 2.

Erste Reihe. Kleines Schwanzstück bei ganz jungen Larven entfernt.

1. Operierte Tiere.

Nr.	Verhalten der Kiemen rechts	Verhalten der Kiemenlinks
1	$\frac{6}{8}$ der Kiemen noch frei	Alle drei Kiemen erhalten
2	Vollständige Involution	$\frac{4}{8}$ der Kiemen noch frei
3	„ „	$\frac{5}{8}$ „ „ „ „
4	„ „	$\frac{6}{8}$ „ „ „ „

2. Nichtoperierte Tiere.

Nr.	Verhalten der Kiemen rechts	Verhalten der Kiemen links
1	Vollständige Involution	$\frac{5}{8}$ der Kiemen noch frei
2	„ „	$\frac{4}{8}$ „ „ „ „
3	„ „	$\frac{4}{8}$ „ „ „ „

Zweite Reihe. Ältere Larven, kleines Schwanzstück abgeschnitten.

A. Erste Versuchsreihe.

1. Operierte Tiere.

Nr.	Verhalten der Kiemen rechts	Verhalten der Kiemen links
1	$\frac{1}{8}$ der Kiemen noch frei	Vollständig erhalten
2	Vollständige Involution	„ „
3	„ „	$\frac{4}{8}$ der Kiemen noch frei
4	„ „	Vollständig erhalten
5	„ „	„ „
6	„ „	„ „
7	„ „	„ „
8	„ „	$\frac{1}{8}$ der Kiemen noch frei

2. Nichtoperierte Tiere.

Nr.	Verhalten der Kiemen rechts	Verhalten der Kiemen links
1	Vollständige Involution	$\frac{2}{8}$ der Kiemen noch frei
2	„ „	$\frac{2}{8}$ „ „ „ „
3	„ „	$\frac{2}{8}$ „ „ „ „
4	„ „	Vollständig erhalten
5	„ „	$\frac{4}{8}$ der Kiemen noch frei
6	„ „	$\frac{2}{8}$ „ „ „ „
7	„ „	$\frac{2}{8}$ „ „ „ „

B. Zweite Versuchsreihe.

1. Operierte Tiere.

Nr.	Verhalten der Kiemen rechts	Verhalten der Kiemen links
1	Vollständig erhalten	Vollständig erhalten
2	Vollständige Involution	$\frac{6}{8}$ der Kiemen noch frei
3	„ „	$\frac{6}{8}$ „ „ „ „
4	„ „	$\frac{4}{8}$ „ „ „ „

2. Nichtoperierte Tiere.

Nr.	Verhalten der Kiemen rechts	Verhalten der Kiemen links
1	Vollständige Involution	$\frac{1}{8}$ der Kiemen noch frei
2	„ „	$\frac{3}{8}$ „ „ „ „
3	Vollständig erhalten	Vollständig erhalten

Dritte Reihe. Ältere Larven. Schwanz zum großen Teil abgeschnitten.

1. Operierte Tiere.

Nr.	Verhalten der Kiemen rechts	Verhalten der Kiemen links
1	$\frac{1}{8}$ der Kiemen noch frei	$\frac{6}{8}$ der Kiemen noch frei
2	$\frac{3}{8}$ „ „ „ „	$\frac{5}{8}$ „ „ „ „
3	$\frac{3}{8}$ „ „ „ „	$\frac{3}{8}$ „ „ „ „
4	$\frac{6}{8}$ „ „ „ „	$\frac{7}{8}$ „ „ „ „
5	$\frac{6}{8}$ „ „ „ „	Vollständig erhalten
6	$\frac{7}{8}$ „ „ „ „	„ „
7	Vollständig erhalten	„ „
8	$\frac{2}{8}$ der Kiemen noch frei	$\frac{7}{8}$ der Kiemen noch frei
9	$\frac{5}{8}$ „ „ „ „	$\frac{7}{8}$ „ „ „ „

2. Nichtoperierte Tiere.

Nr.	Verhalten der Kiemen rechts	Verhalten der Kiemen links
1	$\frac{2}{8}$ der Kiemen noch frei	$\frac{6}{8}$ der Kiemen noch frei
2	Vollständige Involution	$\frac{6}{8}$ „ „ „ „
3	„ „	$\frac{4}{8}$ „ „ „ „
4	„ „	$\frac{1}{8}$ „ „ „ „
5	„ „	$\frac{2}{8}$ „ „ „ „
6	„ „	$\frac{2}{8}$ „ „ „ „
7	„ „	$\frac{3}{8}$ „ „ „ „
8	„ „	$\frac{2}{8}$ „ „ „ „
9	„ „	$\frac{2}{8}$ „ „ „ „

In der ersten Reihe untersuchte ich das Verhalten der Involution bei ganz jung operierten Tieren, denen nur ein kleines Schwanzstück genommen war. Bei diesen Exemplaren fand eine sehr ausgedehnte Regeneration des Schwanzes statt, so daß der Flächenverlust rasch gedeckt wurde.

Das Resultat ist auch kein positives. Ein einziges Mal findet sich unter den verstümmelten Kaulquappen eine Larve, die links noch drei Kiemen zeigt, rechts erst auf $\frac{6}{8}$ involviert hat, während alle übrigen Tiere rechts eine vollständige Involution zeigen. Dieses Exemplar möchte ich aber aus der Tabelle ausschalten, da es nicht unmöglich ist, daß es sich um eine besonders junge Larve handelt.

Die Kiemen sind bei Operierten und Nichtoperierten rechts der Involution vollständig anheimgefallen, links ist auch kein Unterschied gegen die Involution der Kontrolltiere zu beobachten. Infolge der

guten Regeneration ist bei diesem Versuch keine Verlangsamung der Involution eingetreten.

Bei den zwölf Tieren der zweiten Reihe mit schon weiter vorgeschrittener Kiemenentwicklung handelt es sich um dieselbe geringfügige Operation, allerdings kam es bei zwei Tieren ohne Absicht zu einer sehr starken Kürzung des Schwanzes. Wie gesagt, fand die Kürzung später statt, eine vollkommene Regeneration des Schwanzstummels ist nicht mehr eingetreten.

Für diesen Verlust mußten nun die äußeren Kiemen eintreten.

Ihre Involution geht in der Tat langsamer vor sich, als bei den Kontrollarven. Auf der rechten Seite tritt dies allerdings nicht hervor. Bei den Nichtoperierten des Versuches IIa finden wir rechts in allen sieben Fällen vollständiges Verschwinden der Kiemen. Bei den Operierten finden wir rechts siebenmal vollständige Involution, in einem Falle sind die Kiemen bis auf ein Achtel verschwunden.

Dagegen hebt sich das Verhalten der Kiemen links bei Operierten von Nichtoperierten gut ab. Die Kontrollarven zeigen links fünfmal ein Verschwinden der Kiemen bis auf ein Viertel, einmal ist eine halbe Kieme freigeblieben, und nur ein einziges Exemplar zeigt noch volle Kiemenentfaltung. Sechs operierte Tiere dagegen haben noch volle Kiemenentfaltung, eine Larve beginnt zu involvieren. Nur bei einem Exemplar sind die Kiemen fast vollständig vom Kiemendeckel überlagert.

Klar ist auch das Bild, das Versuch IIb gibt. Infolge der geringen Anzahl sehe ich von einer Schilderung ab und verweise auf Tabelle 2, 2b.

Ein besonders einwandfreies Bild für das vikariierende Eintreten der Kiemen bei Verringerung der Schwanzatemfläche gibt Versuch III.

Neun Tiere sind äußerst stark in ihrer Schwanzatemfläche reduziert. Und die darauf eintretende Verzögerung der Involution ist höchst deutlich und zwar auf beiden Seiten.

Keine einzige der neun operierten Kaulquappen zeigt rechts eine vollendete Involution. Die Kiemen der Nichtoperierten sind dagegen bis auf eine, die auch schon zu drei Viertel involviert hat, vollständig der Involution anheimgefallen. Auf der linken Seite zeigen bei den Operierten drei Tiere Kiemen, die noch auf voller Höhe sind, vier eine geringe Involution und nur zwei sind ein wenig weiter vorgeschritten. Bei den Nichtoperierten finden wir dagegen sechsmal die Involution über die Hälfte vollendet. Bei der anscheinend erheblichen Schädigung der operierten Tiere lag der Verdacht, es handle sich um ein allgemeines Zurückbleiben in der sonstigen normalen Entwicklung, auf der Hand. Die Larven wurden auf ihr Entwicklungsstadium untersucht und es fand sich, daß sie sich in der Ausbildung der Hornkiefer und Haftnäpfe nicht von den Vergleichstieren unterschieden. Also ist das

langsame Involvieren eine Folge der intensiveren Inanspruchnahme der Kiemen als Atmungsorgane.

Bei der Untersuchung des Materials stellte ich fest, daß bei den Tieren, bei denen eine ausgedehntere Amputation als gewöhnlich vorgenommen war, die Involution in hohem Grade gegen die der übrigen operierten verlangsamt war.

Nach dem Ausgeführten geht deutlich hervor, daß bei *Froschlarven*, denen die Atmungsfläche durch Kürzung des Schwanzes erheblich verringert war, die Kiemen in bezug auf die Dauer sichtlich vikariierend eintreten. Ein längeres Bestehen ist sicher gestellt. Die Frage der vikariierenden Hypertrophie der äußeren Kiemen wage ich, wie gesagt, nicht endgültig zu entscheiden, möchte sie aber nach meinem persönlichen Urteil mit MERKEL bejahen; denn ich habe den Eindruck, den ich allerdings nicht durch Messungen erhärten kann, daß die Kiemen operierter Larven mächtiger als die der Vergleichstiere entwickelt sind.

B. Wie verhalten sich die äußeren Kiemen bei Verringerung der Atemfläche durch Abschneiden der Kiemen einer Seite?

Die Reaktion der Kiemen auf diese Verletzung wurde in doppelter Hinsicht verfolgt, indem einmal die Hypertrophie und dann ein zeitliches Längerbestehenbleiben untersucht wurde.

1. Die vikariierende Vergrößerung der unverletzten äußeren Kiemen.

Diese Frage konnte MERKEL aus Mangel an Material nicht vollständig lösen. Er gelangte, wie schon im vorigen Abschnitt erwähnt, zu dem subjektiven Resultat, daß die Kiemen der nicht operierten Seite hypertrophieren.

In einem Falle konnte er nach Operation die Ausbildung einer dritten Kieme mit drei Ästen beobachten. Da ihm eine dritte Kieme mit drei Ästen bei seinen Untersuchungen noch nicht aufgefallen war, stellte er Beobachtungen an nicht operierten Tieren an, und unter vielen operierten Fällen wurde nur einmal eine dritte Kieme mit drei Ästen gefunden. MERKEL vermutete, daß es sich in diesem Falle wohl um eine vikariierende Hypertrophie handeln müsse. Den Beweis für die Richtigkeit seiner Vermutung in diesem operierten Fall konnte er aber nicht erbringen. Auch ich beschränkte mich auf die Untersuchung der dritten Kieme, da die erste und zweite Kieme kein greifbares Resultat lieferten. Zur Klärung dieser Frage wurden drei Versuchsreihen angestellt, von denen Versuchsreihe I₁ mit 14 und I₂ mit 20 Exemplaren besetzt waren, denen im frühen Stadium die Kiemen einer Seite abgeschnitten waren.

In Versuch I₁ zeigten die 14 Tiere bei Vornahme der Operation gerade beginnende Lappenteilung der ersten und zweiten Kiemen-

knospe. In Versuch I₂ war die Kiemenentfaltung etwas weiter vorgeschritten.

Die dritte Versuchsreihe I₃ bestand aus Larven, die schon deutliche Kiemenäste besaßen.

Ich bringe in der Tabelle 3 die Gestaltung der dritten Kieme bei Operierten und das Ergebnis über die dritte Kieme bei Vergleichstieren.

Die Kiemen befanden sich auf der Höhe der Entwicklung, als die Larven fixiert wurden.

Tabelle 3. Astzahl der dritten Kieme bei operierten Tieren A—C und bei Kontrolltieren D.

A. Versuch I₁: 14 Tiere.

		Die dritte Kieme zeigt				
		1	2	3	4 Äste	Gesamtsumme
Rechts	1	5	6	2		14
Links	2	5	6	0		13

Eine Kieme konnte nicht untersucht werden.

B. Versuch I₃: 20 Tiere.

		Die dritte Kieme zeigt				
		1	2	3	4 Äste	Gesamtsumme
Rechts	7	7	6	0		20
Links	8	10	1	0		19

Eine Kieme fehlt.

C. Versuch I₃: 12 Tiere.

		Die dritte Kieme zeigt				
		1	2	3	4 Äste	Gesamtsumme
Rechts	4	8	0	0		12
Links	6	5	1	0		12

D. Versuch II: 100 Kontrolltiere.

Die 200 dritte Kiemen verteilen sich, wie folgende Aufstellung zeigt.

		Die dritte Kieme zeigt				
		1	2	3	4 Äste	Gesamtsumme
Rechts	} 90	98	4	0		192
Links						

8 Kiemen konnten infolge von Involution nicht mit in die Tabelle aufgenommen werden.

Betrachten wir zuerst Versuch I₁, so fallen die vielen dritten Kiemen mit drei und vier Ästen auf. Kiemen mit vier Ästen sind zweimal unter 27 Kiemen vorhanden, mit drei Ästen zwölfmal. Ein ähnliches Bild, wenn auch nicht so auffallend, bietet Versuch I₂. Auch hier finden sich unter 39 Kiemen sieben Kiemen mit drei Ästen.

Abweichend von den Resultaten I₁, I₂ gestaltet sich die Reihe mit den zwölf spät operierten Exemplaren von I₃. Hier finden wir nur eine Kieme, die drei Äste aufweist.

Um sicher nachzuweisen, daß hier ein Hypertrophieren der dritten Kieme vorliegt und kein normales Verhalten, mußte natürlich eine größere Anzahl von normalen Larven auf der Höhe der Kiemenentwicklung auf das Verhalten der dritten Kieme hin untersucht werden.

An 100 Kaulquappen wurden die dritten Kiemen untersucht, von denen 25 Tiere dem Laich entnommen waren, welcher zur Besetzung des Versuches I₁, der so überaus positiv für die vikariierende Hypertrophie der dritten Kieme ausfiel, gedient hat.

Das Ergebnis dieser Untersuchung gibt Tabelle 3D wieder.

In der Tat sind die dritten Kiemen dieser Larven viel einfacher gestaltet, als die der Versuchstiere, besitzen also eine kleinere Atemfläche. Es ist also anzunehmen, daß die Vielästigkeit der Kiemen der letzteren als Reaktion auf die Verringerung der Atemfläche durch Abschneiden der Kiemen einer Seite zu werten ist.

Deutlich tritt das Hypertrophieren der dritten Kieme bei Amputation einer Kiemenseite zutage, wenn wir die Zahlen der Reihen I₁, I₂, I₃ zusammenfassen und sie denen der Vergleichstiere gegenüberstellen. Da es sich bei dieser Aufstellung um eine verschieden große Anzahl von Kiemen handelt, füge ich den Prozentsatz hinzu.

Tabelle 4. I₁, I₂, I₃ Zusammengefaßt und den Normalen gegenübergestellt.

	I ₁ , I ₂ , I ₃		normal	
		2 vH		0 vH
4 Äste	2	2 vH	0	0 vH
3 „	20	23 „	4	2 „
2 „	40	45 „	98	49 „
1 „	28	31 „	90	45 „

Sehr bezeichnend für das Hypertrophieren der dritten Kieme bei einseitiger Kiemenamputation gestaltet sich ein Vergleichen von I₁ mit Normal, da bei I₁ zu einem Termin operiert wurde, der einem Zustandekommen der Hypertrophie anscheinend am günstigsten lag.

Tabelle 5.

	I ₁	normal
	7 vH	0 vH
4 Äste	7 vH	0 vH
3 „	43 „	2 „
2 „	37 „	49 „
1 „	11 „	45 „

Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die Zahl der Larven, die Versuch I₁ zusammensetzen, recht gering ist.

Es zeigt sich in der Tat, daß bei normalen Froschlarven die Zahl der dritten Kieme mit drei oder vier Ästen bedeutend geringer ist als bei Operierten, daß also die dritte Kieme durch stärkere Ausbildung für die verlorene Atemfläche eintritt. Auch das Resultat unserer zweiten

Untersuchung über das vikariierende Eintreten der Kiemen bei Verringerung der Atemfläche führt zu einem positiven Ergebnis.

Bei Operation einer Seite hypertrophieren übrigens beide dritten Kiemen, eine Bevorzugung der operierten Seite ist nicht zu bemerken, was man als Reaktion auf den Reiz der Verletzung auffassen könnte.

Zur Illustration dieser Verhältnisse gebe ich in Abbildung 5 einige Formen von mehrästigen dritten Kiemen wieder.

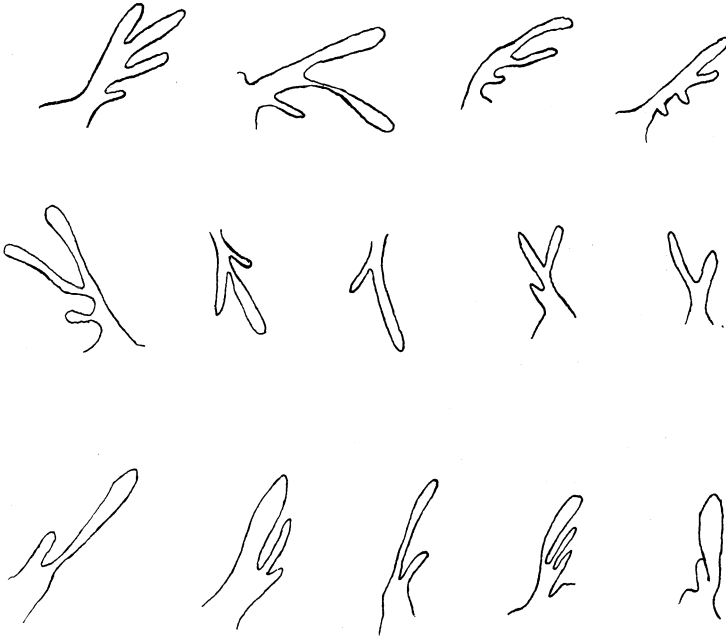


Abb. 5. Einige Formen von dritten Kiemen, größtenteils von operierten Larven.

B 2. Die Involution der Kiemen bei Abschneiden der äußeren Kiemen einer Seite.

MERKEL sagt in seiner Zusammenfassung: „Wird eine vollentwickelte Kieme abgeschnitten, so scheint die Involution auf der operierten Seite früher, auf der nichtoperierten Seite später als normal vor sich zu gehen.“

Ich operierte, um zu diesem Satz Stellung nehmen zu können, 15 im Anfang der Kiemenentfaltung stehende Kaulquappen, konnte aber weder eine Beschleunigung der Involution auf der operierten noch eine Verlangsamung auf der nichtoperierten Seite feststellen.

MERKELS Vermutung bezog sich aber auf Tiere, denen nach Höchstentfaltung die Kiemen einer Seite fortgenommen waren. Zur Klärung dieser Frage schnitt ich 22 Larven, von dem von MERKEL benutzten Stadium linksseitig die Kiemen fort und setzte die entsprechende Anzahl Vergleichstiere hinzu.

Die Untersuchung der fixierten Larven schien zu einer Bestätigung der MERKELSchen Beobachtung zu werden.

Wenn auch keine Verlangsamung der Involution auf der nicht-operierten Seite beobachtet wurde, so schien doch eine Beschleunigung auf der operierten Seite vorhanden zu sein, da links nur geringe Kiemenreste, meistens die dritte Kieme, vorhanden waren, während die Nichtoperierten noch gute Kiementfaltung aufwiesen.

Doch konnte ich feststellen, daß die beschleunigte Involution nur eine scheinbare ist. Das Kiemenloch war nämlich noch offen und zwar in derselben Ausdehnung wie bei den Vergleichstieren. Der wachsende Kiemendeckel konnte schon nach geringem Wachsen die kurzen Kiemenstümpfe decken, die unverletzten Kiemen aber noch lange nicht. Somit ist ein gleicher Entwicklungsgrad für beide Reihen anzunehmen. Ein längeres Bestehen der äußeren Kiemen der nicht-operierten Seite und eine Beschleunigung ihrer Involution auf der verletzten Seite müssen nach dem Ergebnis der Versuche verneint werden. Da die Tabellen keine Besonderheiten ergeben, bringe ich sie nicht.

Eine Erklärung für dieses Verhalten ist vielleicht darin zu sehen, daß die Kaulquappe zur Zeit der Operation über einen recht gut ausgebildeten Flossensaum verfügt, ferner sind die inneren Kiemen bereits in voller Funktion. Das Ausfallen einer äußeren Kiemenseite wird deshalb wohl nur als sehr geringer Verlust empfunden, so daß das Tier nicht mit einer verlangsamten Involution der unverletzten Seite zu antworten braucht.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen zusammen, so ergeben sich folgende Feststellungen:

1. Die äußeren Kiemen der Froschlarven sind trotz ihrer kurzen Dauer im Freien Verletzungen ausgesetzt. 2,6vH der äußeren Kiemen zeigen Verletzungen, 4,8vH der Larven.

2. Von Tieren, die einen großen Teil ihrer Entwicklung im Glase geschützt verbrachten, wiesen dagegen nur 2vH eine Kiemenverletzung auf, von Kiemenseiten nur 1vH.

3. Die Verletzbarkeit entspricht also dem kräftigen Regenerationsvermögen.

4. Die äußeren Kiemen besitzen die Fähigkeit, bei Verkleinerung der Schwanzatemfläche für diesen Verlust durch längeres Bestehen vikariierend einzutreten.

5. Die dritte Kieme hypertrophiert bei Amputation der ersten und zweiten Kieme insofern, als sie mehr Äste bildet, als dies bei normalen Tieren der Fall ist.

6. Die beschleunigte Involution der operierten Kiemen ist nur eine scheinbare; sie bilden sich ebenso schnell zurück wie die unverletzten.

Zum Schlusse sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor PETER, für die Anregung zu dieser Arbeit und für seine Unterstützung meinen herzlichsten Dank zu sagen.

Benutzte Schriften.

Babák, E.: Über die Oberflächenentwicklung bei Organismen und ihre Anpassungsfähigkeit. Biol. Zentralbl. 30. 1910. — Barfurth, D.: Die Erscheinungen der Regeneration der Wirbeltierembryonen. Handb. d. Entwicklungsgesch. 3, 3. 1903. — Clemens, P.: Die äußeren Kiemen der Wirbeltiere. Anat. Hefte. 5. 1894. — Merkel, Kl.: Orientierende Versuche über die Regeneration der äußeren Kiemen von Froschlarven. W. Roux' Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen 105. 1925. — Peter, K.: Die Zweckmäßigkeit in der Entwicklungsgeschichte. Berlin 1920.

Neuerscheinungen

des Verlages Julius Springer in Berlin W 9

Anatomische Grundlagen wichtiger Krankheiten. Ein Lehrbuch für Ärzte und Studierende. Von Dr. **Leonhard Jores**, o. ö. Professor der allgemeinen Pathologie und pathologischen Anatomie, Direktor des pathologischen Instituts an der Universität Kiel. Zweite Auflage. 531 Seiten mit 365 zum großen Teil farbigen Abbildungen. 1926.

RM 48.—; gebunden RM 51.—

Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Von Geh. Reg.-Rat Professor Dr. **W. Ellenberger** und Geh. Med.-Rat Professor Dr. **H. Baum**. Sechzehnte Auflage. 1098 Seiten mit 1373 Textabbildungen. 1926.

Gebunden RM 87.—

Konstitutionspathologie in der Ohrenheilkunde. Von Dr. **Julius Bauer**, a. o. Professor an der Universität Wien, und Dr. **Conrad Stein**, Privatdozent an der Universität Wien. 345 Seiten mit 58 Abbildungen. 1926.

RM 24.—

(Heft II der „Konstitutionspathologie in den medizinischen Spezialwissenschaften“, herausgegeben von Julius Bauer, Wien)

Das Problem des Charakteraufbaus. Seine Gestaltung durch die erbbiologische Persönlichkeitsanalyse. Von Dr. **Hermann Hoffmann**, Privatdozent für Psychiatrie und Neurologie an der Universität Tübingen. 200 Seiten. 1926.

RM 12.—; gebunden RM 13.50

Die Stammganglien und die extrapyramidalmotorischen Syndrome. Von Dr. **F. Lotmar**, Privatdozent an der Universität Bern. 176 Seiten. 1926.

RM 13.50

Band 48 der Monographien aus dem Gesamtgebiet der Neurologie und Psychiatrie. Herausgegeben von **O. Foerster-Breslau** und **K. Wilmans-Heidelberg**.

Epilepsie. Vergleichende Pathogenese — Erscheinungen — Behandlung. Von Dr. **L. J. J. Muskens**, praktischer Arzt in Amsterdam, Generalsekretär der internationalen Liga gegen Epilepsie, Fellow of the Royal Society of Medicine of Great Britain, korrespondierendes Mitglied der Société Neurologique in Paris. 403 Seiten mit 52 Abbildungen. 1926.

RM 30.—

Band 47 der Monographien aus dem Gesamtgebiet der Neurologie und Psychiatrie. Herausgegeben von **O. Foerster-Breslau** und **K. Wilmans-Heidelberg**.

Die Technik der Blutgruppenuntersuchung für Kliniker und Gerichtsärzte. Nebst Berücksichtigung ihrer Anwendung in der Anthropologie und der Vererbungs- und Konstitutionsforschung. Von Dr. **Fritz Schiff**, Abteilungsdirektor am Städt. Krankenhaus im Friedrichshain, Berlin. 72 Seiten mit 28 zum Teil farbigen Abbildungen. 1926.

RM 6.—

Über den Stoffwechsel der Tumoren. Arbeiten aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem. Herausgegeben von **Otto Warburg**. 268 Seiten mit 42 Abbildungen. 1926.

RM 16.50; gebunden RM 18.30

Die operative Technik des Tierexperimentes. Von **H. F. O. Haberland**, Dr. med. a. o. Professor für Chirurgie an der Universität Köln. 346 Seiten mit 300 Abbildungen. 1926.

RM 28.50 gebunden RM 30.—

**Monographien aus dem Gesamtgebiet
der Physiologie der Pflanzen und der Tiere**

Neue Bände bez. Neuauflagen

Band II:

Die Narkose

in ihrer Bedeutung für die allgemeine Physiologie

Von **Hans Winterstein**

Professor der Physiologie und Direktor des Physiologischen Instituts
der Universität Rostock

Zweite, umgearbeitete Auflage

484 Seiten mit 8 Abbildungen. — 1926. RM 28.50; gebunden RM 29.70

Band IX:

Körper und Keimzellen

Von **Jürgen W. Harms**

Professor an der Universität Tübingen

In zwei Teilen

1038 Seiten mit 309, darunter auch farbigen Abbildungen. 1926

RM 66.—, gebunden RM 69.—

Band X:

Die Regulationen der Pflanzen

Ein System der ganzheitbezogenen Vorgänge bei den Pflanzen

Von **Dr. E. Ungerer**

Professor, Privatdozent an der Technischen Hochschule Karlsruhe

Zweite, erweiterte Auflage

387 Seiten. — 1926. RM 22.80; gebunden RM 24.—

Band XI:

Das Problem der Zellteilung
Physiologisch betrachtet

Von **Alexander Gurwitsch**

Professor der Histologie an der Ersten Universität in Moskau

Unter Mitwirkung von **Lydia Gurwitsch**

230 Seiten mit 74 Abbildungen. — 1926. RM 16.50; gebunden RM 18.—

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9