

P. 192  
N° 3 B.

MARS

1911.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KRAKAU

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

REIHE B: BIOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN



CRACOVIE

IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ

1911



rcin.org.pl

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie le «Bulletin International» qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. Le Bulletin publié par les Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie réunies, est consacré aux travaux de ces Classes. Le Bulletin publié par la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles paraît en deux séries. La première est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série contient les travaux se rapportant aux Sciences Biologiques.*

Publié par l'Académie

sous la direction de M. **Ladislas Kulczyński**,

Membre délégué de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

12 kwietnia 1911,

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1911. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Die Kapselfortsätze in Form von kleinen Körperchen. Zenker'sche Flüssigkeit. Eisenhämatoxylinfärbung.

Phot. 7. Eine Ganglienzelle mit amöboiden Fortsätzen von *Squilla mantis*. Negativ des Apparates (Helle Vakuolen). Carnoy's Flüssigkeit. Eisenhämatoxylin-Eosin.

Phot. 8. Eine mittelgroße Ganglienzelle vom Flußkreb. Chromatophile Substanz. Carnoy's Flüssigkeit. Nissl'sche Färbung (Magentarot).

Phot. 9. Ein oberflächlicher Schnitt durch eine Ganglienzelle von *Squilla mantis*. Sehr starke Kapselfortsätze. Apparat in Körnerform (schwach gefärbt). Flemming's Flüssigkeit. Eisenhämatoxylinfärbung.

Phot. 10. Eine mit amöboiden Fortsätzen versehene Ganglienzelle von *Squilla mantis*. Die Kapsel sehr dick, mit vielen Kernen. Kopsch'sche Methode.

Phot. 11. Eine große Ganglienzelle von *Squilla mantis*, die teilweise von dem Hüllgewebe vernichtet worden ist. Ein großer Theil der Zelle von dem Hüllgewebe völlig durchwuchert; die Fortsätze dieses Gewebes reichen fast bis an den Kern. Zwischen dem Hüllgewebe hie und da Nervenzellprotoplasma in Gestalt von ganz isolierten Inseln sichtbar. Viele Hüllgewebskerne. Carnoy's Flüssigkeit. Eisenhämatoxylin-Eosin.

Phot. 12. Eine große Ganglienzelle vom Hummer. Zwei Plasmaarten. Oben das normale Plasma mit zentralen Vakuolen, unten das durch Chromatolyse veränderte, helle Plasma. Die Grenze zwischen den beiden Arten zeigt viele Einbuchtungen und Erhöhungen. In dem helleren Plasma sind Reststücke des dunklen zu sehen. Die Kapsel unten verdickt und aufgefasert. Kopsch'sche Methode.

Phot. 13. Ein Teil einer mittelgroßen Ganglienzelle vom Hummer. Eine große peripherische Lakune mit feinmaschigem Netz. Kopsch'sche Methode.

Phot. 14. Eine große Ganglienzelle vom Hummer. Osmiumgeschwärzte Kugeln von verschiedener Größe. Unten eine große Ansammlung von solchen Kugeln, den ganzen Ursprungshügel des Nervenfortsatzes ausfüllend. Die oberen Kugeln heller geschwärzt als die unteren. Kopsch'sche Methode.

*Badania doświadczalne nad rozwojem jajek Mactry. —  
Experimentelle Studien an den Eiern von Mactra.*

Mémoire

de M. K. KOSTANECKI m. t.,  
présenté dans la séance du 6 Mars 1911.

**I. Verhältnis der Ausstoßung der Richtungskörper zur parthenogenetischen Entwicklung.**

In meinen früheren Publikationen, betreffend die parthenogenetische Entwicklung der Eier von *Mactra*, habe ich vor allem eine cytologische Analyse der Eier gegeben, welche sich unter dem Einfluß von KCl-Gemischen entwickelten. Während ich im Jahre 1902 dadurch die Anfangsstadien einer regelrechten Furchung erhielt, unterblieb bei Anwendung ganz derselben Methoden im Jahre 1905 die Furchung gänzlich, oder, wo die Eier sich zur Teilung in zwei Blastomeren anschickten, wurde dieselbe wieder rückgängig; trotzdem entwickelten sich aber die Eier unter Kernteilung ohne Zellteilung weiter und erreichten das Stadium von bewimperten Larven, in deren Innerem ich (nach 24 Stunden) charakteristische vielpolige Mitosen oder zahlreiche Kerne fand. Ich habe damals schon die Absicht ausgesprochen, die Übergangsstadien, zu deren Untersuchung mir kein eingebettetes Material zur Verfügung stand, näher zu untersuchen. In meiner ersten Publikation habe ich überdies darauf aufmerksam gemacht, daß bei *Mactra* — und dies dürfte wohl für alle diejenigen Tiere gelten, deren Eier unreif abgelegt werden, — durch die Wahl entsprechender Konzentration der Lösung und die Zeitdauer ihrer Einwirkung es völlig in unserer Macht steht, ob die Eier vor der parthenogenetischen Entwicklung (also vor der Furchung, oder, wo diese unterbleibt, vor der Kernteilung ohne Zellteilung) beide oder nur einen Richtungskörper ausstoßen, oder ob die Ausstoßung derselben überhaupt unter-

drückt wird. Es ergab sich somit als weitere Aufgabe die Entwicklung der Eier, welche entweder nur einen oder überhaupt keinen Richtungskörper ausgestoßen haben, zu untersuchen und ihre Entwicklung mit derjenigen solcher Eier, die beide Richtungskörper ausgestoßen hatten, zu vergleichen. Während ich eine Analyse der im Innern der Eier sich abspielenden Vorgänge mir für eine besondere Arbeit vorbehalte, möchte ich hier vor allem die am lebenden Material gemachten Beobachtungen vorführen.

#### A. Beobachtung an Eiern, welche die beiden Richtungskörper ausgestoßen haben.

Werden die Eier dem Einfluß einer Mischung von 10 ccm einer  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung auf 90 ccm Meerwasser ungefähr  $\frac{1}{2}$  Stunde (jedoch nicht länger als 50 Minuten) ausgesetzt und hierauf in frisches Wasser übertragen, so stoßen sie alle zwei Richtungskörper aus. Bezüglich der weiteren Entwicklung muß ich feststellen, daß bei allen meinen ferneren Versuchen, die ich sowohl in Neapel im Frühjahr 1908 als auch in Krakau am Triester Material drei Jahre hindurch mehrmals ausgeführt habe, eine regelrechte Furchung nicht eintrat; nur bei einem sehr geringen Teil sah ich die ersten Furchungsteilungen, bei den meisten Eiern dagegen wurde entweder die beginnende Furchung rückgängig, indem die beiden ersten mehr oder weniger abgeschnürten Blastomeren wieder zusammenflossen und die Eier sich wiederum abrundeten, oder die Eier bewahrten dauernd ihre runde Gestalt, entwickelten sich aber trotzdem zu bewimperten Larven, die zunächst (20—24 Stunden vom Beginn des Experiments) nur drehende Bewegungen am Boden des Glasgefäßes ausführten, dann aber (etwa nach 30 Stunden) lebhaft frei herumschwammen. Wimperhaare und Bewegungen traten an diesen Larven nach ungefähr 20 Stunden vom Beginn des Experiments auf, während aus befruchteten Eiern schon nach 7 bis längstens 10 Stunden schwimmende Larven sich herausbildeten (eine Verzögerung in der Entwicklung, die auch von anderen Autoren für die künstlich parthenogenetisch gezüchteten Larven im Verhältnis zu den aus befruchteten Eiern stammenden festgestellt wurde). Bezüglich der Anordnung der Wimperhaare konnte man verschiedene Bilder wahrnehmen; einige Eier hatten die Kugelform beibehalten und zeigten auf ihrer ganzen Oberfläche deutliche, lange Cilien; einige waren nur von einem breiten, mehr

oder weniger äquatorial angeordneten Wimpernkranz bedeckt, während die beiden Pole unbewimpert waren. Viele von den bewimperten Gebilden näherten sich indeß in ihrer Gestalt mehr oder weniger oder auch vollkommen den aus befruchteten Eiern hervorgegangenen, also normalen Larven: anfangs, im ersten Beginn der Entwicklung der Wimperhaare, noch kugelig, nahmen sie sodann eine kleinwenig gestreckte Form an; an dem einen viel breiteren Pol waren sie deutlich abgeplattet, dagegen am anderen mehr zugespitzt abgerundet, so daß sie eine charakteristische Birnform aufwiesen. Der zugespitzte Pol entbehrte in der Regel der Wimperhaare, auf dem übrigen Teil der Oberfläche bildeten sich gleichmäßig deutliche Wimperhaare, welche an Stärke und Länge allmählich zunahmen, und am abgeplatteten Pol, gerade in der Achse der Larve, differenzierte sich (aber erst nach etwa 12 Stunden vom Beginn der Bewegungen, also mehr als nach 30 Stunden vom Beginn des Experiments) ganz wie bei normalen, aus befruchteten Eiern stammenden Larven, ein mächtiges, aus starken, sehr langen und sich sehr lebhaft bewegenden Haaren bestehendes Büschel, ein deutlicher Wimperschopf. Neben diesen den aus befruchteten Eiern stammenden so ähnlich aussehenden Larven fanden sich auch bewimperte, in lebhaften Bewegungen begriffene Gebilde, welche die Gestalt von zwei oder auch vier kleineren, aneinander liegenden Kugeln hatten; natürlich war in diesen Fällen nur die freie Fläche der Kugeln bewimpert. Es konnte beim Betrachten dieser Gebilde unter Berücksichtigung der bei fortlaufender Beobachtung gewonnenen Ergebnisse keinem Zweifel unterliegen, daß diese zwei- und vierkugeligen, bewimperten Gebilde sich aus den Eiern herausgebildet haben, welche sich in zwei oder vier Blastomeren geteilt hatten und bei denen die Teilungsfurche sich erhalten hat. Bei fortlaufender Beobachtung derartiger Gebilde unter dem Mikroskop konnte man wiederum die interessante Tatsache wahrnehmen, daß bei den lebhaften Bewegungen dieser Gebilde der Zusammenhang der zwei oder vier Kugeln sich lockerte; denn, während anfangs die beiden oder die vier Kugeln mit breiten abgeplatteten Flächen einander anlagen und bezüglich des Gefüges an die Lage der zwei oder vier Blastomeren des normalen, befruchteten Eies erinnerten, entfernten sich die Zellen allmählich derart, daß sie nur auf einer schmalen Strecke einander berührten und auf diese Weise, wo nur zwei Zellen waren, eine Achterfigur

bildeten, oder bei vier Zellen eine unregelmäßige Anordnung aufwiesen. Die die Eier umgebende Membran senkte sich, solange sie noch erhalten war, in die Vertiefungen zwischen den Zellen ein; wurde nach Ausbildung der Wimperhaare immer schwächer und konnte nach einiger Zeit (ähnlich wie bei den aus befruchteten Eiern stammenden Larven) überhaupt nicht mehr wahrgenommen werden. Man sah nun bisweilen direkt unter dem Mikroskop, wie sich nach Schwund der Membran infolge der lebhaften Bewegungen die einander berührenden Furchungszellen voneinander lösten und trennten und jede nun als selbständiges, bewimpertes Gebilde sich bewegte. Es muß hier berücksichtigt werden, daß bei der Entwicklung befruchteter Eier die Membran zur Zeit, wo die Wimperhaare deutlich auftreten, nicht mehr wahrzunehmen ist; dies ist nach ungefähr 7 bis 10 Stunden der Fall. Bei den parthenogenetischen Larven beginnt die Bewegung der Larven, also die Ausbildung der Wimperhaare erst nach 20 Stunden, es ist also möglich, daß die Membran schon vorher zarter wird, wodurch die Loslösung der Blastomeren begünstigt wird. Die aus der Teilung des Eies hervorgegangenen Furchungszellen sind, wie ich schon früher öfter betonte, entweder, wie bei befruchteten Eiern, von ungleicher Größe oder aber gleichgroß, deswegen haben auch diese kleinen, bewimperten Gebilde die Hälfte oder ungefähr  $\frac{1}{3}$ , resp.  $\frac{2}{3}$  der gewöhnlichen Größe. Da man aber in den Kulturen öfter noch viel kleinere bewimperte Gebilde frei umherschwimmen sieht, so ist gewiß der Schluß berechtigt, daß diese Lockerung des Zellgefüges und diese Trennung infolge des Schwundes der Membran und der lebhaften Bewegungen auch bei den in den Anfangsstadien in vier Blastomeren geteilten Eiern eingetreten sein mußte.

In späteren Stadien konnte man wahrnehmen, daß diese kleineren Gebilde (also aller Wahrscheinlichkeit nach Halb- oder Viertel-Embryonen parthenogenetischer Herkunft), die anfangs von kugeliger Gestalt waren, darauf dieselben Gestaltänderungen zeigten, wie wir sie bei den aus ganzen Eiern hervorgegangenen Gebilden sahen; auch bezüglich der Anordnung der Wimperhaare waren die Verhältnisse ganz analog, ja sie wiesen sogar an dem abgeplatteten Pol einen mächtigen Haarschopf auf, so daß man in jeglicher Beziehung analoge Bilder, nur in verkleinertem Maßstab vor sich hatte. Die Entwicklung der kleinen Larven aus den selbständig sich loslösenden zwei, eventuell vier anfänglichen Bla-

stomeren des parthenogenetischen Eies stellt sich den bei anderen Tieren durch künstliche Isolierung der ersten Blastomeren des befruchteten Eies gewonnenen Halb- und Viertel-Embryonen an die Seite.

#### B. Parthenogenetische Entwicklung der Eier unter Zurückhaltung der Richtungskörper.

Ich habe schon in meiner ersten Publikation darauf aufmerksam gemacht, daß, falls man eine Mischung von 10 ccm einer  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung und 90 ccm Meerwasser länger als eine Stunde auf die Eier von *Mactra* einwirken läßt, Störungen in der Ausstoßung der Richtungskörper eintreten. Falls die Lösung länger als  $1\frac{1}{2}$  Stunden einwirkt, werden nach Übertragung in frisches Meerwasser die Richtungskörper in der Regel gar nicht mehr ausgebildet, nur ausnahmsweise tritt bei einem kleinen Teil der Eier noch der erste Richtungskörper auf, niemals aber der zweite.

Auf Schnitten habe ich (im Jahre 1904) die im Innern der Eier vor sich gehenden Veränderungen untersucht und dabei festgestellt, daß während des Verbleibens in der Lösung aus den im Ei zurückgehaltenen Richtungsspindeln vierpolige Mitosen, darauf vier Kerne sich bildeten, welche eventuell untereinander zu einem gemeinsamen großen Kern zusammenflossen; nach Übertragung der Eier in frisches Meerwasser trat trotzdem eine Art Regulation insofern ein, als in den Eiern sich gewöhnlich eine große zweipolige Furchungsspindel mit einer großen Zahl von Chromosomen bildete und eventuell zur Teilung des Eies führte; bezüglich der speziellen Einzelheiten sei auf die betreffende Publikation verwiesen.

Bei Wiederholung dieser Versuche im Jahre 1905 und 1908 habe ich, um sicher die Ausstoßung der Richtungskörper hintanzuhalten, die Lösung (10 ccm einer  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung auf 90 ccm Meerwasser) 3 Stunden auf die Eier einwirken lassen, und in der Tat schnürte sich nur ganz ausnahmsweise nach Übertragung in frisches Meerwasser noch ein Richtungskörper ab; es handelte sich hierbei aller Wahrscheinlichkeit nach um Eier, welche in der Entwicklung zurückgeblieben waren und im Augenblicke des Übertragens in frisches Meerwasser infolge des langsamen Entwicklungstempos sich erst auf dem Stadium der ersten Richtungsspindel befanden (vergl. meine Arbeit, 1904, Seite 18).



Bei Besichtigung der Eier, welche keinen Richtungskörper ausgestoßen hatten, konnte man aus der Anordnung der helleren Felder darauf schließen, daß im Innern entweder vielpolige Mitosen oder mehrere Kerne enthalten waren; nach etwa einer halben Stunde des Verweilens im frischen Meerwasser fingen dann die Eier an, sich in die Länge zu strecken, und es trat eine Teilungsfurche auf; einige schnürten sich auch tatsächlich in zwei, zum Teil auch vier, ein kleiner Teil auch nach einiger Zeit in mehr, wenn auch meist unregelmäßige Blastomeren durch, bei der überwiegenden Mehrzahl blieb es jedoch bei einem Anlauf zur Teilung, ganz wie bei den Eiern, welche zwei Richtungskörper ausgestoßen hatten, die einschneidende Furche glich sich in der charakteristischen Weise wieder aus und die bisweilen schon langgestreckten Eier kehrten zur Kugelform zurück, auf der sie auch weiterhin verblieben.

Nach Verlauf von ungefähr 20—22 Stunden konnte man wahrnehmen, daß diese Kugeln sich anfangs am Boden des Gefäßes langsam, dann immer lebhafter zu bewegen und zu drehen anfangen; auf ihrer Oberfläche wurden deutliche Cilien bemerkbar, nach einigen Stunden sah man darauf fast alle Eier als frei schwimmende, bewimperte Larven in lebhafter Bewegung begriffen.

Sowohl bezüglich des ganzen äußeren Aussehens, der Gestalt, der Anordnung der Wimperhaare, des Haarbüschels und bezüglich der schwimmenden Bewegungen, welche sie ausführten, näherten sich diese Larven ganz ebenso, wie diejenigen, welche sich aus Eiern, die zwei Richtungskörper ausgestoßen hatten, größtenteils den normalen, aus befruchteten Eiern hervorgegangenen Larven.

Auch hier konnte man die vorhin beschriebene Tatsache wahrnehmen, daß eventuell eingetretene Teilung des Eies in zwei oder vier Blastomeren nach Auftreten der Wimperhaare zur Loslösung derselben und zur Bildung kleiner, selbständiger, bewimpertes Gebilde führte.

Ich habe sodann mehrere Versuche angestellt, um parthenogenetische Larven aus Eiern zu erhalten, welche nur einen Richtungskörper ausgestoßen hatten.

Die Abschneürung des ersten Richtungskörpers und die Zurückhaltung des zweiten kann man auf mehrfache Weise erreichen.

Läßt man die Eier in der gewöhnlichen Mischung von 10 ccm einer  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung auf 90 ccm Meerwasser etwa  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$

Stunden, so stoßen sie für gewöhnlich nach Übertragung in frisches Meerwasser nur einen Richtungskörper aus, ebenso Eier, welche in einem stärkeren Gemisch (20 ccm  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung auf 80 ccm Meerwasser) ungefähr eine Stunde belassen werden; jedoch tritt bei einem Teil der Eier auch noch die Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers ein, was auf eine individuell verschiedene Empfindlichkeit des Protoplasmas der Eier schließen läßt. Um ein sicheres, gleichmäßiges Resultat für alle Eier zu erzielen, was für die Beurteilung der sich entwickelnden Larven wünschenswert ist, kann man in zweierlei Weise verfahren: man kann die Eier der Einwirkung der gewöhnlichen Lösung (10 ccm einer  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung auf 90 ccm Meerwasser) auf eine halbe Stunde aussetzen und dann in frisches Meerwasser übertragen; nachdem hierin alle Eier den ersten Richtungskörper ausgestoßen haben (die individuellen Geschwindigkeitsunterschiede sind nicht allzu bedeutend), überträgt man sie wiederum in das KCl-Gemisch, welches die Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers verhindert; man kann, um ganz sicher zu gehen, die Eier darin etwa eine Stunde belassen und dann erst wiederum in frisches Meerwasser übertragen, in dem die Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers nicht mehr erfolgt, dagegen die weitere Entwicklung der Eier vor sich geht.

Dasselbe Resultat erzielt man auch, wenn man die Eier durch eine viel schwächere Lösung, z. B. 5 ccm einer  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung auf 95 ccm Meerwasser zur parthenogenetischen Entwicklung anregt; die Reifungsteilungen vollziehen sich während des Verbleibens der Eier in solchen schwachen Lösungen selbst ganz normal; nach vollzogener Abschnürung des ersten Richtungskörpers verstärkt man das Gemisch so, daß es einer Lösung von 10 ccm  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung auf 90 ccm Meerwasser entspricht, oder man ersetzt die anfängliche Mischung durch eine solche; hierdurch wird die Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers sicher verhindert und sie tritt sicher auch nicht mehr ein, wenn man die Eier nach etwa einer Stunde in frisches Meerwasser überträgt.

Ich habe alle diese Versuchskategorien, welche die Verhinderung der Ausstoßung nur des zweiten Richtungskörpers zur Folge hatten, ausgeführt und als ihr Ergebnis den gleichen Entwicklungsgang, wie bei den parthenogenetischen Eiern, welche beide oder welche überhaupt keinen Richtungskörper ausgestoßen hatten, erhalten, d. h. auch hier fand eine Teilung der Eier nur ausnahms-

weise statt, während die überwiegende Mehrzahl der Eier in ungeteiltem Zustande verharrete oder die beginnende Teilung wieder unter Zusammenfließen der Blastomeren rückgängig wurde.

Nach 24 Stunden fanden sich unter den Kulturen in großer Menge bewimperte, zum großen Teil frei schwimmende Larven, welche äußerlich in jeglicher Beziehung den in den vorigen Versuchsreihen beschriebenen Larven entsprachen.

## II. Beeinflussung der Eier von *Mactra* durch KCl-Lösungen nach der Befruchtung.

Die parthenogenetische Entwicklung der Eier von *Mactra* unter dem Einflusse von KCl-Lösungen mußte die Frage aufkommen lassen, wie die Einwirkung der KCl-Lösung befruchtete Eier beeinflussen würde. Ich habe derartige Versuche bereits im Jahre 1905 ausgeführt und solche auch im Jahre 1908, namentlich mit Hinsicht auf die Erreichung späterer Stadien, wiederholt.

Von vornherein war nach den Versuchen an unbefruchteten Eiern zu erwarten, daß das Resultat davon abhängen wird, in welchem Momente seit der Besamung und wie lange Zeit hindurch man die KCl-Lösung einwirken läßt, vor allem, ob man die Eier vor, während oder nach der Ausstoßung der Richtungskörper in die Lösung bringt, und falls dies vor der Ausstoßung der Richtungskörper geschieht, ob bei kurzer Einwirkung der Lösung die Eier nach Übertragung in frisches Meerwasser sich noch rasch erholen und die Richtungskörper bilden, oder ob bei längerer Einwirkung deren Ausstoßung völlig unterdrückt wird.

Nach diesen Gesichtspunkten hin wurden mehrere Versuchsreihen angestellt:

### A. Einwirkung der KCl-Lösung auf befruchtete Eier, die bereits die beiden Richtungskörper ausgestoßen haben.

Ich habe mehrere Portionen von Eiern befruchtet und die Ausstoßung der Richtungskörper abgewartet (was ungefähr in 75 Minuten, in einigen Experimenten früher, in anderen etwas später erfolgt). Daraufhin brachte ich die Eier in eine Mischung von 10 ccm einer 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> n. KCl-Lösung und von 90 ccm frischem Meerwasser und beließ sie darin in einer Reihe von Experimenten 45–60 Minuten. Die Eier standen im Augenblicke der Übertragung in

die Mischung bald vor der Teilung (bei normaler Entwicklung erfolgt die Teilung in ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Stunden), die Teilung wurde durch die Einwirkung der Lösung sistiert; auch als die Eier nach Verlauf von 45 bis 60 Minuten in frisches Meerwasser übertragen wurden, trat die Teilung nicht ein; zwar bemerkte man, ähnlich wie bei den sich parthenogenetisch entwickelnden Eiern, einen Anlauf zur Teilung, auch hier streckten sich die Eier, es schnitt eine Furche ein, doch glich sich dieselbe wieder aus, die Teilhälften verschmolzen und die Eier kehrten zur Kugelform zurück; nur ausnahmsweise erhielt sich bei einigen die Teilungsfurche und die Teilung schritt auch weiter fort, nach acht, zehn Stunden sah man denn auch einen kleinen Teil gefurcht, ähnlich wie normale befruchtete Eier, nur daß das Entwicklungstempo langsamer war; die Mehrzahl der Eier verblieb jedoch im kugeligen Zustande. Am anderen Tage, ungefähr 18–20 Stunden seit dem Beginn des Experiments sah man indeß alle Eier zu bewimperten, den aus normalen, befruchteten Eiern hervorgegangenen ganz ähnlichen Gebilden entwickelt und in lebhafter Bewegung begriffen.

In einigen Versuchen beließ ich die Eier, nachdem sie die beiden Richtungskörper ausgestoßen hatten, für längere Zeit, nämlich eine Stunde und 45 Minuten, in der KCl-Mischung. In der Mischung erfolgte keine Teilung; in frisches Meerwasser übertragen, zeigten die Eier, ebenso wie in der vorhin beschriebenen Versuchsreihe einen Anlauf zur Teilung, bei wenigen erfolgte die Teilung tatsächlich, die überwiegende Mehrzahl kehrte indeß zur Kugelform zurück, die sich auch weiterhin erhielt. Am anderen Tage (nach etwa 20 Stunden) sah man am Boden des Gefäßes die kugeligen Eier zum Teil schwache Bewegungen ausführen, Wimperhaare waren bei ihnen nur sehr schwach entwickelt, bei den anderen überhaupt nicht zu sehen; die Bewegungen wurden auch nach mehreren Stunden nicht lebhafter, die Eier fingen nach etwa 30 Stunden an, abzusterben und zu zerfallen. Offenbar hat das längere Verweilen in der Mischung die Eier geschädigt und ihre Entwicklungsfähigkeit gelähmt.

#### B. Einwirkung der KCl-Lösung auf Eier, die einen Richtungskörper ausgestoßen haben.

In einer Reihe von Experimenten habe ich die befruchteten Eier einen Richtungskörper ausstoßen lassen und dann (etwa

45—50 Minuten nach der Besamung) der Einwirkung derselben KCl-Mischung wie vorhin ausgesetzt.

Bei diesen Experimenten fiel es auf, daß die Eier, in die KCl-Mischung gebracht, sich zusammenzogen, so daß der Abstand zwischen der Membran und dem Eizelleib größer wurde, zum Teil nahmen die Eier anfangs sogar eine unregelmäßig geschrumpfte Gestalt an. Der zweite Richtungskörper wurde in der Lösung nicht mehr ausgestoßen; als dann die Eier nach etwa einer halben Stunde in frisches Meerwasser übertragen wurden, trat die Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers in der Regel nicht mehr ein, nur ausnahmsweise war sie zu beobachten. Hierauf trat bei einem kleinen Teil eine dem normalen Typus entsprechende Furchung ein, wenn sie auch bei einigen Eiern verzögert erschien; andere Eier behielten die kugelige Form bei; bis zum anderen Tage entwickelten sich bewimperte Gebilde.

### C. Einwirkung der KCl-Lösung auf befruchtete Eier vor der Ausstoßung der Richtungskörper.

In dieser Versuchsreihe setzte ich die Eier etwa 10 oder 20 Minuten nach der Befruchtung der Einwirkung einer Lösung von 10 ccm einer  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung auf 90 ccm frisches Meerwasser aus.

Von vornherein mußte man nach den Erfahrungen an den parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern erwarten, daß das Resultat verschieden ausfallen wird, je nachdem man die Mischung kürzer oder länger einwirken läßt.

In einer Versuchsreihe beließ ich die Eier in der Mischung 35—45 Minuten, während dieser Zeit wurde der Richtungskörper nicht ausgestoßen; man sah noch mehr als in der vorhergehenden Versuchsreihe, daß die Eier nach Einbringung in die Mischung stärker zusammenschrumpften. Sobald dann die Eier in frisches Meerwasser wiederum übertragen wurden, stießen sie gewöhnlich die beiden Richtungskörper aus und (ungefähr 2 Stunden vom Beginn des Experiments) fingen sie an, sich zu teilen. Die Bilder waren hierbei sehr mannigfaltig, einige Eier teilten sich in zwei Blastomeren und die Teilung blieb bestehen, schritt auch weiter fort, bei anderen wurde die Teilung, ähnlich wie bei den parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern, rückgängig, andere teilten sich sofort atypisch in mehrere Zellen und auch die weiteren Teil-

lungen waren sehr unregelmäßig, so daß man schon am lebenden Material vermuten mußte, daß hier Polyspermie eingetreten war und das Bild des Experiments nach anderer Richtung hin beeinflusste; die Schnittbilder bestätigten dies auch vollkommen. Die Eier dieser Versuchsserie entwickelten sich ungünstig, am anderen Tage war die Zahl bewimpelter Gebilde, welche nur schwache drehende Bewegungen ausführten, sehr gering, die Mehrzahl der Eier war abgestorben.

In einer anderen Versuchsreihe brachte ich die Eier 20 Minuten nach der Besamung in die Mischung und beließ sie darin 1 Stunde 30 Minuten<sup>1)</sup>, um durch die längere Einwirkung der KCl-Mischung die Ausstoßung der Richtungskörper hintanzuhalten. In der Tat wurden die Richtungskörper auch nach Übertragung der Eier in frisches Meerwasser nicht mehr ausgestoßen. Die im Innern vor sich gehenden Veränderungen konnte man am lebenden Material nicht genauer verfolgen, wenn auch aus der Anordnung der helleren Felder auf mehrpolige Mitosen geschlossen werden konnte. Ungefähr 45 Minuten nach der Übertragung der Eier in frisches Meerwasser, also ungefähr 2 Stunden und 40 Minuten vom Beginn des Experiments, fingen dann die Eier an, sich zu teilen, die Teilungen waren sehr unregelmäßig, abnorm, nur zum kleinen Teil trat eine Zweiteilung ein, größtenteils erfolgte eine sehr unregelmäßige Teilung in vier oder mehrere Zellen. Teilweise, wenn auch in geringer Zahl, erfolgte wiederum, ähnlich wie bei den parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern und in den vorhin beschriebenen Versuchen mit befruchteten Eiern, eine Verschmelzung der Blastomeren, so daß die Teilung rückgängig wurde, größtenteils ging jedoch die Teilung weiter und nach einiger Zeit sah man aus kleinen Zellen zusammengesetzte Blastulae, ähnlich den normalen. Nach etwa 20 Stunden sah man alle Eier bewimpert und in drehender Bewegung begriffen. Sodann fingen sie zum großen Teil an, frei zu schwimmen; und wenn auch allmählich ein Teil abstarb, so konnte man zwei, sogar drei Tage hindurch lebende Larven beobachten. Das Aussehen der ihre Lebensfähigkeit energisch dokumentierenden Larven glich völlig dem der normalen Larven, auch der Haarschopf war mächtig entwickelt.

<sup>1)</sup> Nach Übertragung in die KCl-Mischung konnte man auch in dieser Versuchsserie eine Schrumpfung der Eier und eine bedeutende Vergrößerung des Zwischenraumes zwischen dem Ei und der Membran wahrnehmen.

Wie ich bereits früher (1908) mitgeteilt habe, kommt es bei diesen Versuchen vor, daß bei einem Teil der Eier die Membran, welche sich nach der Befruchtung gebildet hatte, zu zerfließen anfängt, wenn die Eier in die KCl-Mischung gebracht werden.

Infolgedessen verloren bei solchen Eiern die ausgestoßenen Richtungskörper den Zusammenhang mit der Eizelle, das von der Membran nicht mehr umgebene Ei nahm bei der Teilung eine eigentümliche, bohnen-, nieren- oder hufeisenförmige Gestalt an, und die aus der Teilung des Eies entstandenen Blastomeren der ersten, eventuell auch der weiteren Generationen lösten sich von einander los und entwickelten sich gesondert weiter.

### III. Behandlung der Eier mit der KCl-Mischung vor der Befruchtung.

In den vorigen Versuchen handelte es sich um die Beeinflussung der unter möglichst normalen Bedingungen befruchteten Eier durch die KCl-Mischung; das Eindringen des Samenfadens bildet den natürlichen Entwicklungsreiz für das Ei. Wir haben gesehen, daß die KCl-Mischung, welche das unbefruchtete Ei zur Entwicklung anzuregen vermag, auf die Entwicklung des befruchteten Eies keinen fördernden, sondern vielmehr einen störenden Einfluß ausübt, wenn auch die Eier, in frisches Meerwasser übertragen, diese Schädigung überwinden können. Ich habe nun eine Reihe von Versuchen angestellt, um festzustellen, wie sich die Eier verhalten werden, wenn man die beiden Reize in umgekehrter Folge anwendet, nämlich die Eier zunächst vermittelt der KCl-Mischung zur parthenogenetischen Entwicklung anregt und, wenn dieselbe schon im Gang ist, den natürlichen Entwicklungsreiz, nämlich die Besamung hinzutreten läßt.

Loeb hat derartige Versuche an Echinodermeneiern mit Erfolg ausgeführt und dieselben unter der Bezeichnung Superposition von künstlicher Parthenogenese und Befruchtung beschrieben; in dieselbe Kategorie fallen die Versuche von Herbst, Godlewski, sodann von Tennent und Hogue.

Die Versuche dieser Autoren betrafen aber Echinodermeneier, also reife Eier; das Problem gestaltet sich bei *Maetra* insofern komplizierter, als es sich hier um unreife Eier handelt, die stattfindende oder unterbleibende Ausstoßung der Richtungskörper,

welche sowohl bei den Versuchen über die parthenogenetische Entwicklung als auch bei den vorhin beschriebenen Versuchen an befruchteten Eiern so bedeutende Abänderungen im Verlauf des Versuchs hervorrief, hier demnach als ein sehr wichtiges Moment mitwirkt.

Durch Einwirkung von KCl-Lösung wird bei *Macra* eine deutliche, der normalen Befruchtungsmembran gleichende Membran gebildet. Es handelte sich also zunächst darum, festzustellen, ob dieselbe den Zutritt von nachträglich hinzugefügten Spermatozoen zum Ei verhindert; sodann sollte untersucht werden, wie sich die zur künstlichen Parthenogenese angeregten Eier den Samenfäden gegenüber in den einzelnen Phasen der Reifungsteilungen, d. h. vor der Ausstoßung, nach der Ausstoßung des ersten, schließlich der beiden Richtungskörper verhalten werden.

Nach diesen Gesichtspunkten hin wurden denn auch mehrere Versuche angestellt.

Im Anschluß an die bei der künstlichen Parthenogenese gewonnenen Resultate, daß durch längere Einwirkung der KCl-Mischung oder durch Anwendung stärkerer Lösungen die Ausstoßung des zweiten, oder des ersten und zweiten Richtungskörpers unterdrückt werden kann, wurden auch Befruchtungsversuche an solchen Eiern angestellt, welche überhaupt nur einen Richtungskörper ausgestoßen hatten, oder in welchen eine Ausstoßung der beiden Richtungskörper hintangehalten wurde, also an Eiern, welche zwei- oder vierkernig waren.

Zur Einleitung der künstlichen Parthenogenese wurde in dieser Versuchsreihe die gewöhnliche Mischung von 10 ccm einer  $2\frac{1}{2}$  n. KCl-Lösung auf 90 ccm frisches Meerwasser verwendet; natürlich wurde das Sperma zu den Eiern stets erst dann hinzugefügt, nachdem die Eier in frisches Meerwasser übertragen worden waren, um eine nachteilige Wirkung der KCl-Mischung auf die Spermatozoen auszuschließen. Aufschluß darüber, ob die auf parthenogenetischem Wege zu Reifungsteilungen angeregten oder in Reifung begriffenen Eier tatsächlich durch das hinzugefügte Sperma befruchtet wurden, ist an lebenden Eiern infolge der absoluten Undurchsichtigkeit derselben nicht zu erhalten; dies läßt sich nur an Schnittpräparaten feststellen. Es wurde demgemäß bei jedem einzelnen Experiment außer den Kontrolleiern, welche entscheiden sollten, ob nicht etwa vor Anwendung des parthenogenen



Mittels Spermatozoen zu den Eiern Zutritt hatten, zwei Portionen Eier in Betracht gezogen.

Eine Portion wurde längere Zeit gezüchtet und eventuell in späteren Stadien fixiert.

Eine zweite Portion wurde dagegen in einer Zeit von  $\frac{3}{4}$ —1 Stunde nach der Besamung fixiert; es durfte nämlich angenommen werden, daß in dieser Zeit der Spermakopf bereits nach dem Innern des Eis vorgedrungen sein und eventuell auch seine Strahlung sich hat entwickeln müssen, so daß jedenfalls seine Anwesenheit auf Schnitten leicht hätte festgestellt werden können; in den Anfangsstadien, wo er noch klein ist und peripher liegt, hätte er in gefärbten Präparaten leicht unter den sich dunkel tingierenden groben Körnern, welche die Peripherie des Eies von *Macra* einnehmen, übersehen werden können.

Die Untersuchung der Schnitte dieser Präparate hat nun ergeben, daß Spermatozoen in die durch die KCl-Mischung zur Parthenogenese angeregten Eier mit sehr geringen Ausnahmen nicht eindringen.

Mochte die Besamung vorgenommen worden sein, als die Eier parthenogenetisch sich zu entwickeln begannen und das Keimbläschen aufgelöst, jedoch der erste Richtungskörper noch nicht ausgestoßen war, oder mochte dies schon nach der Ausstoßung des ersten oder der beiden Richtungskörper geschehen sein, die Spermatozoen drangen in die Eier in der Regel nicht ein; ebenso negativ war das Resultat auch bei der Besamung derjenigen Eier, in welchen durch längere Belassung in der KCl-Mischung die Ausstoßung der Richtungskörper, ähnlich wie in den vorhin beschriebenen Versuchen, verhindert wurde und die Richtungsmitosen zur Bildung von vier Kernen im Innern der Eier führten.

Gegenüber den Versuchen von Loeb, Herbst, Tennent und Hogue, denen bei Echinodermen die Superposition von künstlicher Parthenogenese und Befruchtung gelang, mag hervorgehoben werden, daß in ihren Versuchen durch den Anstoß zur künstlichen Parthenogenese keine Dottermembran gebildet wurde.

Ich glaube, daß in meinen Versuchen gerade diese starke, durch die Einwirkung der KCl-Mischung hervorbrachte Membran es ist, welche das Eindringen der Samenfäden verhindert; ich schließe es daraus, daß ab und zu Bilder zu sehen sind, wo durch Platzen der Membran ein Extraovot aus dem Eizelleibe hervorquillt; ich habe in derartigen Extraovaten einige Male Spermatozoen gefunden.

Wir wissen aus den Beobachtungen von Hertwig, Herbst, Godlewski, daß bei befruchteten Eiern nicht die Befruchtungsmembran allein es ist, welche die Polyspermie verhindert. In unseren Experimenten wäre es gewiß von Interesse festzustellen, ob die Spermatozoen in die zur parthenogenetischen Entwicklung angeregten Eier eindringen, wenn man die Membran sei es durch Schütteln entfernt, oder sie durch chemische Agentien zur Auflösung bringt.

Hiedurch würde jedoch in das Experiment ein neues Moment hineingebracht werden, was ich mit Hinsicht auf die Innehaltung der analogen Behandlung in diesen und in den vorhin beschriebenen Versuchen vermeiden wollte. Diese neue Kategorie von Versuchen, die ich mir für später vorbehalte, würde erst definitiv darüber Aufschluß geben, ob die auf künstlich parthenogenetischem Wege eingeleiteten Reifungsteilungen einen Zustand des Protoplasmas hervorrufen, der die Spermatozoen in ähnlicher Weise abhalten kann, wie er die monosperm befruchteten Eier, auch wenn sie membranlos gemacht werden, vor Polyspermie schützt.

Allerdings fanden sich auf den Schnitten (in einigen Serien mehr, in anderen weniger) auch vereinzelt Eier, in deren Zelleib Samenfäden zu finden waren; es handelte sich dann meist um polysperm befruchtete Eier. Ich glaube, daß diese seltenen Ausnahmefälle von demselben Gesichtspunkte aus betrachtet werden müssen, wie die Polyspermie bei der normalen Befruchtung, auch da ist es nicht möglich festzustellen, warum die Dottermembran und der Zustand des Protoplasmas nicht imstande ist, einige Eier vor dem Eindringen weiterer Spermatozoen zu schützen.

Diese befruchteten Eier können natürlich in den weiteren Entwicklungsstadien von dem Augenblick an, wo der Spermakopf seine charakteristische Gestalt geändert hat und zum bläschenförmigen Kern aufgequollen ist, von den unbefruchtet gebliebenen und parthenogenetisch sich weiter entwickelnden Eiern nicht unterschieden werden; unter den Larven, die man in solchen Versuchen erhält, mag eine kleine Anzahl ihre Entstehung solchen befruchteten Eiern verdanken. Die Mehrzahl der in späteren Stadien erhaltenen bewimperten Larven, die übrigens in diesen Versuchen spärlich waren, muß jedoch einfach als parthenogenetische Larven gedeutet werden.

Ein Umstand ist noch zu berücksichtigen: durch Einwirkung

der KCl-Mischung werden nicht alle Eier zur Entwicklung gebracht, und bei jedem Versuche, wo man die Eier zur künstlichen parthenogenetischen Entwicklung anregt, findet man stets neben Eiern, die in Reifungsteilung begriffen oder in der Entwicklung weiter vorgeschritten sind, in größerer oder geringerer Zahl solche mit intaktem Keimbläschen. Es ist nun gewiß sehr wahrscheinlich, daß bei der Vornahme der Besamung die Spermatozoen in derartige intakt gebliebene Eier eindringen und sie zur Entwicklung bringen können. Die Schnittbilder — natürlich können hier nur die in den Anfangsstadien der Entwicklung fixierten Eier, wo der eventuelle charakteristische Spermakopf noch als sicheres Kriterium gelten kann, in Betracht kommen — bestätigen diese Vermutung; man findet neben der Mehrzahl der Eier, die sich auf späteren Stadien der Reifungsteilungen befinden, solche, welche ein Spermatozoon, bisweilen aber auch mehrere enthalten und frühere Phasen der Reifungsmitose (z. B.: die gegen die Peripherie erst hinwandernde erste Reifungsspindel) aufweisen, also Bilder, welche der seit der Besamung bis zur Fixierung der Eier verflossenen Zeit entsprechen.

Ich glaube daher, daß in dieser Versuchskategorie in den späteren Stadien neben den einfach als parthenogenetisch zu deutenden Larven ein gewisser Prozentsatz von Larven enthalten ist, welche diesen, man könnte sagen, normal befruchteten Eiern ihre Entstehung verdanken.

---

*Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część XIX. —  
Revue critique de la flore de Galicie. XIX<sup>e</sup> partie.*

Note

de M. **HUGO ZAPAŁOWICZ** m. c.,  
présentée dans la séance du 6 Mars 1911.

La description du restant des espèces de *Dianthus* est l'objet de cette partie. Nous signalons les formes hybrides nouvelles:

*Dianthus glabriusculus* × *deltoides*. *D. Zarencznianus* m. Exemplum absque parte inferiore, planta verisimillime circa 40 cm alta. Caulis teres superne angulatus laevis in parte superiore scaber superne bis bifurcatus; folia (caulina) subadpressa stricta angusta lineari lanceolata plus minus in medio caule sita ad 4.9 cm longa basi ad 2.5 mm lata 3 nervia basi 5 nervia subtus nervo medio valde prominenti, proxima superiora 3.6 cm tantum longa, omnia internodiis breviora acuminata margine et superne in pagina superiore setuloso scabra, vaginae brevissimae summum 2 mm longae; flores quatuor in apice ramorum breviter pedicellati solitarii; bracteae 4 subherbaceae, internae ellipticae ad 8 mm longae 4 mm latae membranaceo marginatae ciliolatae in apicem subulatum 2—3 mm longum acuminatae cum apice dimidium calycem superantes, externae angustiores in apicem subulatum acuminatae; calyx glaber 17 mm longus late cylindricus viridi purpureus, partes parenchymaticae nervis latioribus interiectae elevatae tenuiter costiformes minore ex parte concavae sulcis angustis respondententes, dentes ovato lanceolati inaequilongi 3.5—4.5 mm longi membranaceo marginati breviter acuminati ciliolati; petala circa 24 mm longa, laminae 12 mm longae 10.5 mm latae subrotundo cuneatae in unguem subabrupte angustatae superne crenato dentatae, absque annulo ad faucem, barbulateae; torus brevis circa 1 mm longus.

Cum exemplo *D. glabriusculi* Borb. „Leopoli anno 1858“ a Hoelzl lectus.

Calyce, laminis bracteisque *D. glabriusculo*, scabritie vero foliorum ac caulis in parte superiore, foliis angustioribus brevioribusque, vaginis brevissimis, caule superne furcato, floribus solitariis et calycis partibus parenchymaticis saepius elevatis *D. deltoidi* propior.

Defuncto amico, meo primo magistro, Dri Stanislao Zaręczny.

*D. glabriusculus* × *superbus*. *D. lacinulatus* m. Exempla duo, 24—25 cm alta, caulis erectus superne obsolete angulatus; folia lineari lanceolata. caulina infima rosulato approximata, media longissima ad 4 cm longa ad 5 mm lata margine serrulata internodiis aequilonga in altero exemplo breviora 3 nervia, nervis lateralibus in parte superiore folii obsoletis, vaginae 2.5 mm longae; inflorescentia fasciculata 2—6 flora simplex vel breviter bifurcata, flores 2—3 in fasciculis aggregati; folia fulerantia infima herbacea foliis caulinis similia sed minora; bractee 4, scariosae purpureae superne herbaceae minore ex parte herbaceae virentes membranaceo marginatae ciliolatae, internae ellipticae 6.5 mm longae 3.5 mm latae in apicem aristiformem 3 mm longum acuminatae; calyx 19 mm longus cylindricus purpureus, dentes 5—6 mm longi lanceolati membranaceo marginati acuminati ciliolati; petala 26 mm longa, laminae 9—11 mm longae ad 9 mm latae late obovato cuneatae sparsissime barbulatae antice ad  $\frac{1}{3}$  multifido lacunculatae, torus vix 1 mm longus.

Exempla in Rakowice prope Cracoviam cum *D. superbi* L. speciminibus humilioribus paucifloris partim unifloris (for. monanthus) a Krupa lecta.

Proximus *D. glabriusculo* Kitaib., sed foliis caulinis infimis rosulatis, mediis quam internodia partim brevioribus, nervis lateralibus in parte superiore folii obsoletis et praecipue laminis lacunculatis ad *D. superbum* L. accedens.

Forma ulterius observanda, nam *D. glabriusculus* Kitaib. in Galicia occidentali adhuc nondum repertus est.

*Europejka o włosach wełnistych. — Eine Europäerin mit Wollhaar.*

Note

de M. J. **TALKO-HRYNCEWICZ** m. c.

présentée dans la séance du 6 Mars 1911.

(Planche V).

Seit langem wird die Beschaffenheit der Haare als ein charakteristisches Merkmal der Rassen angesehen, obwohl dasselbe heutzutage in Anbetracht von stetig hinzukommenden neuen Merkmalen ihre frühere, ausnahmsweise große Bedeutung verloren hat und jetzt die Haarbeschaffenheit meistens nur noch in ihrer Beziehung zu anderen Merkmalen berücksichtigt wird.

Eine der Abarten der Haare, nämlich das Wollhaar, welches bei den Negern Australiens und Afrikas angetroffen wird, tritt bekanntlich in zwei Unterabarten auf. Eine von ihnen bilden geringelte Haare, welche in Feldern wachsen und sich zu Locken vereinigen. Jede solche Locke hat die Größe eines Pfefferkorns bis zur Größe einer Haselnuß. In solcher Form sind die Haare typisch bei Hottentotten, Buschmännern und Tasmaniern angeordnet.

Die andere Unterabart von sehr dichten Wollhaaren tritt bei Insulanern des Stillen Ozeans auf. Bei den Bewohnern von Neu-Guinea stehen dieselben büstenartig vom Kopf ab, bei den Fidshiinsulanern und bei den Somalis bilden sie mit dem Kopf in der Mitte eine große Kugel. Bei den Bewohnern von Neu-Kaledonien sind die Haare weniger büstenartig abstehend, dagegen mehr elastisch. Sie erinnern an eine Wollkugel oder an ein elastisches Flaumkissen. Ähnliche Haare finden sich auch bei den Mischlingen von Negern und Indianern in Mittelamerika und ähnlich beschaffen sind auch die Haare in dem von uns beobachteten Falle.

Im Jahre 1910 wurde mir in dem Dorf Jaworzynka bei Istebna im Bielitzer Bezirk in Österreichisch-Schlesien ein sechsjähriges

Mädchen, namens Mathilde Prasil, gezeigt, welche infolge ihres Haarwuchses in der ganzen Gegend als Kuriosum galt. Ihr heute nicht mehr lebender Vater soll blond gewesen sein; die Mutter ist von mittlerer Statur, brünett, von weißer Hautfarbe und blauen Augen. Beide Eltern besaßen keine besonderen Merkmale, durch die sie sich von den Mitbewohnern des Dorfes ausgezeichnet hätten. In der Familie des Vaters überwiegt blondes Haar, in derjenigen der Mutter das brünette. Die Blutsverwandten des Vaters besitzen schlichtes Haar, nur zwei Brüder der Mutter hatten leicht gekräuselt. Mathilde ist die jüngste von den Kindern, ihre beiden älteren Geschwister haben schlichtes, blondes Haar. Wie mir versichert wurde, war, so soviel man ermitteln konnte, weder in der Familie der Mutter noch der des Vaters eine Beimischung von fremdem Blut vorgekommen.

Das Mädchen (Taf. V) ist bei ihrem Alter von niedriger Statur (70 cm), von zartem Körperbau und schlecht ernährt. Spuren von Verkrümmungen habe ich nicht beobachtet. Geistig ist sie ziemlich entwickelt. Der Schädel ist brachycephal, Gesichts- und Körperhaut dunkelbraun, Augen groß, rund, glänzend, Iris graugrün mit braunen Flecken, Nase klein, etwas stumpf, an der Basis breit und abgeplattet; Gesicht breit mit ziemlich ausgiebigen Jochbogen. Im Profil erscheint die Stirn gewölbt, Prognathie schwach markiert, das Kinn tritt leicht nach hinten zurück, Ohren groß. Obwohl der Bau des Kopfes und Gesichtes speziell nichts Außergewöhnliches darbietet, so zeichnet sich das Mädchen mit ihrem Wollhaar im allgemeinen durch ihr absonderliches Aussehen unter allen Kindern des Dorfes aus.

Die Kopfhare sind hellblond mit gelblicher Nuance. Sie sind von mattem Aussehen und trocken. Bereits mit unbewaffnetem Auge lassen sich unter den hellen Haaren auch dunklere wahrnehmen. Die Haarfarbe entspricht ungefähr der Nr. 23 der Skala von Fischer. Sie sind dicht und geringelt, die kürzeren Haare am Halse sind zu Spiralen zusammengedreht. An dieser Stelle wurde ein Teil der Haare unmittelbar an der Haut abgeschnitten und, so weit dies möglich war, mit Beibehaltung der natürlichen Verlaufsrichtung der Haare auf einer Fläche von 63 mm Länge und 92 mm Breite auf einen Karton aufgeklebt.

Die Haare bedecken den Kopf in Gestalt einer außerordentlich weichen, kugeligen Flaumhülle. Beim Betasten der Haare gewinnt

man den Eindruck, als berühre man ein dünnes, feines, wolliges und außerordentlich elastisches Gewebe, in welches die Finger nur schwer eindringen.

Wie mir berichtet wurde, wachsen die Haare außerordentlich schnell und es treten dann alle ihre oben angeführten Eigentümlichkeiten noch deutlicher zutage. Aus den vor kurzem abgeschorenen Haaren des Mädchens wurden Handschuhe angefertigt, welche sich von wollenen in nichts unterschieden.

Einer genaueren Untersuchung der Haare mit Lupe und Mi-

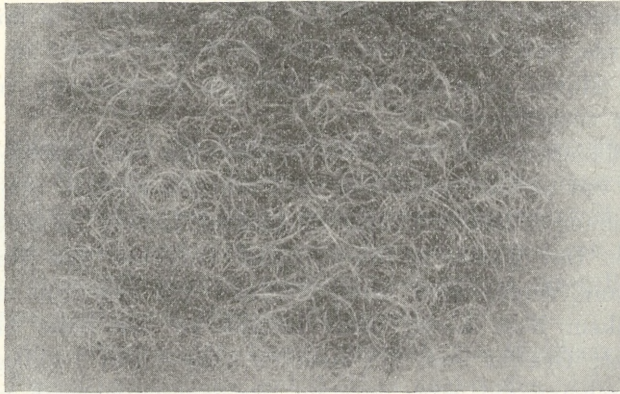


Fig. 1. Haare; fast 2-fache Vergr.

kroskop unterzog sich gütigst Prof. H. Hoyer, dessen Befunde nun folgen.

Die Mehrzahl der Haare war spiralig zusammengedreht (Fig. 1). Stellenweise waren die Spiralen vollkommen und betrug 3—4 mm im Durchmesser. Größtenteils jedoch war etwa nur die Hälfte jedes Haarbündels zu einer röhrenförmigen Spirale zusammengedreht, während der übrige Abschnitt des Bündels aufgewickelt war und infolgedessen ein welliges Aussehen hatte. Die Farbe der Haare ist im allgemeinen eine helle und ließe sich am besten mit derjenigen von heller Hornsubstanz vergleichen. Unter den blonden Haaren lassen sich zahlreiche etwas dunklere unterscheiden und 3—4 vollkommen schwarze. Die Menge von Pigment in den letzteren war so groß, daß sie, mittels eines Mikroskopes untersucht, weder Mark noch sonst eine Spur ihres Baues erkennen ließen. Bereits bei Lupenbetrachtung lassen sich ziemlich bedeutende Un-



terschiede in der Dicke der Haare erkennen. Die brünetten sind dicker, die blonden dünner. Jedes Haar ist mit zahlreichen Schuppen und Körnchen bedeckt, die ihm ein rauhes Aussehen verleihen. Das Mark ist nur in den dickeren Haaren sichtbar, woselbst es sich als ein kontinuierlicher oder unterbrochener weißlicher Streifen darstellt. Die dünneren Haare sind marklos und brüchig. Die Cuticula ist an den dickeren Partien jedes Haares deutlich sichtbar, nicht aber an seinem dünneren Ende. Beim Messen der Haarbrette

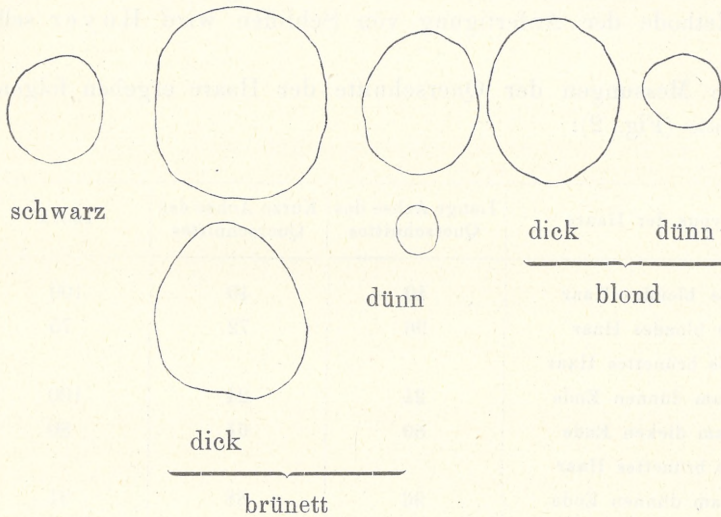


Fig. 2. Querschnitte von Haaren.

mittels des Mikrometers zeigte es sich, daß dieselbe bei der Mehrzahl der Haare an beiden Enden fast die gleiche war. Die Haare waren also offenbar geschoren. Es genügte daher, die Länge und Breite des Querschnittes dieser Haare nur in der Mitte der Gesamtlänge derselben zu messen.

Eine verhältnismäßig geringere Anzahl der Haare wies bei der Messung im Mikroskop größere Differenzen in der Breite an ihren Enden auf. Diese Haare waren beim Scheren wenig oder auch gar nicht verkürzt worden. Wegen der Breitenunterschiede wurden Querschnitte von beiden Enden angefertigt und ausgemessen.

In dem Haargewirr der zur Untersuchung genommenen Probe ließen sich mittels des Binokularmikroskopes 5 Haartypen unter-

scheiden: dünne und dicke blonde Haare, dünne und dicke brünette und schwarze Haare.

Die von Hoyer angewandte Methode der Anfertigung von Querschnitten wich von der üblichen insofern ab, daß von den Haaren statt Schnitten Schliffe angefertigt wurden. Es hatte sich nämlich herausgestellt, daß bei Anwendung der in der histologischen Technik gebräuchlichen Schnittmethoden die Haare derart deformiert wurden, daß die Schnitte sich für anthropologische Messungen als unbrauchbar erwiesen. Eine eingehende Beschreibung der Methode der Anfertigung von Schliffen wird Hoyer selbst geben.

Die Messungen der Querschnitte der Haare ergeben folgende Resultate (Fig. 2):

Typus der Haare	Lange Achse des Querschnittes	Kurze Achse des Querschnittes	Index <sup>0</sup>
dünnes blondes Haar	40	40	100
dicke blondes Haar	96	72	75
dünnes brünettes Haar			
<i>a</i> ) am dünnen Ende	24	24	100
<i>b</i> ) am dicken Ende	80	64	80
dicke brünettes Haar			
<i>a</i> ) am dünnen Ende	96	88	91
<i>b</i> ) am dicken Ende	104	96	92
schwarzes Haar	56	48	85

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß, wenn man die Maße der eigentlichen peripheren Haarenden, welche kleine und kreisrunde Querschnitte haben, beiseite läßt, die Indices der blonden Haare zwischen 75 und 80 schwanken, also kleiner sind als die der brünetten und schwarzen, welche 85 bis 92 betragen. Diese Werte stimmen mit einer anderen Serie von 50 Messungen gut überein, welche nach einer anderen, jedoch etwas weniger genauen Methode gewonnen wurden. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den Ansichten früherer Forscher, nach welchen zwischen der Abplattung der Haare und ihrer Kräuselung eine gewisse Abhängigkeit besteht. In dem gegebenen Falle sind die dicken blonden



*J. Talko Hrymowicz.*



Haare mit dem Index 75, welche in überwiegender Mehrzahl vorhanden sind, spiralig zusammengedreht, an zweiter Stelle kämen die etwas weniger zusammengedrehten, schwarzen und an dritter die brünetten Haare, welche einen mehr welligen Verlauf hatten.

Bekanntlich haben Bruner-Bey und seine Nachfolger bei Hottentotten, Papuas und Neu-Kaledoniern Haare beschrieben, deren Querschnitte eine abgeflachte Ellipse von dem Index 60—80 aufwiesen. Die Querschnitte der Haare der mongolischen und der europäischen Rasse näherten sich mehr einem Kreise und besaßen einen Index von 83—90.

Die späteren Untersuchungen von Goette, Nathusius, Fritsch, Waldeyer, Belz und anderen ergaben, daß die Haare bei allen Menschen neben ovalen Querschnitten auch kreisförmige besitzen und daß in geringelten elliptische und in schlichten kreisförmige Querschnitte überwiegen. Die von uns untersuchten Haare zeigen eine gewisse Annäherung an das Wollhaar der oben erwähnten Rassen. Das Auftreten solcher Haare bei einer Europäerin ist vielleicht als Atavismus aufzufassen. Die Merkmale der Mischung von dunklen und hellen Haaren zeigt sich noch deutlich in dem Wollhaar, dessen Grundfarbe hellblond ist, in welchem trotzdem dunklere Elemente, ja sogar einige völlig schwarze sich vorfinden. Ferner sprechen für eine Beimischung von fremden Merkmalen die braunen Flecke in der sonst hellen Augeniris, die dunkle Hautfarbe und endlich einige fremde Züge im Gesicht und die Form der Nase. Wenn schon lockiges Haar in geringerem oder höherem Grade zu selteneren Erscheinungen, besonders bei Blondes, gehört, so sind Wollhaare umso auffallender. Derartige Fälle sollten stets sorgfältig notiert werden, da dieselben in Zukunft zur Aufklärung der in der Anthropologie bis jetzt noch sehr komplizierten Frage der Vererbung und Kreuzung der Rassen beitragen können.

---

*Rozwój tylnych serc limfatycznych Kumaka (Bombinator). —  
Die Entwicklung der hinteren Lymphherzen bei der Unke  
(Bombinator).*

Mémoire

de M. **JERZY BARAŃSKI,**

présenté par M. H. Hoyer m. c. dans la séance du 6 Mars 1911.

Wieliky, Jossifov und Favaro lassen die hinteren Lymphherzen aus dem lateralen Lymphgefäß des Schwanzes durch lokale Erweiterungen desselben, welche sich erst nachträglich mit der Vene vereinigen, hervorgehen. Knowler und Hoyer, welche die Entwicklung nur der vorderen Lymphherzen verfolgt haben, sind dagegen der Ansicht, daß sich vordere und hintere Lymphherzen direkt aus den Vertebralvenen entwickeln. Fernerhin vermutet Hoyer, daß sich bei *Bombinator*larven im Gegensatz zu anderen Anurenlarven jederseits nur ein hinteres Lymphherz anlegt, welches sich auch in der Einzahl bei erwachsenen Exemplaren erhält.

In der vorliegenden Mitteilung handelte es sich hauptsächlich darum, festzustellen, welche von den beiden angeführten Ansichten richtig ist und ob bei der Unke sich nur ein hinteres Lymphherz jederseits entwickelt.

Zu meinen Untersuchungen benutzte ich Larven, welche aus Unkenlaich im Laboratorium ausgeschlüpft waren. Von denselben fixierte ich täglich eine gewisse Anzahl behufs weiterer Untersuchung an Serienschnitten. An älteren Larven injizierte ich die Lymphgefäße des Schwanzes und mit denselben auch die hinteren Lymphherzen. An abgetöteten erwachsenen Exemplaren schnitt ich den ganzen Endabschnitt des Körpers ohne die Füße heraus und zerlegte denselben nach dessen Fixierung, Entkalkung und Einbettung in Serienschnitte. Die Schnitte von jüngeren Stadien färbte ich vorwiegend mit Eisen-Hämatoxylin nach Heidenhain,

diejenigen von älteren und erwachsenen mit Hämatoxylin und Eosin.

Wie Jourdain und Hoyer übereinstimmend berichten, ist die Anlage der hinteren Lymphherzen erst bei Larven von ungefähr 10—11 mm Länge nachzuweisen, bei denen die hinteren Extremitäten sich in Form von eben sichtbaren Höckern zu markieren beginnen. An Schnitten sieht man in dem Winkel zwischen dem horizontalen und absteigenden, senkrechten Schenkel der hinteren Vertebralvene, also an der Stelle, wo sich später das Lymphherz befindet, eine Anhäufung von großen Zellen, welche lateral und kaudal der Vene anliegen. Von den Zellen ihrer Umgebung unterscheiden sich diese Zellen durch ihre Größe, ihre gedrungene Spindelform, ihr liches Protoplasma und ihren großen Kern. Die größte Anhäufung hat die Gestalt eines eiförmigen, der Vene aufsitzenden Knötchens oder Bläschens, dessen längere Achse lateral und kaudalwärts gerichtet ist. Der größte Durchmesser des Bläschens beträgt 36  $\mu$ . In seinem Innern ist, wie es der Horizontalschnitt der Fig. 1 zur Darstellung bringt, eine kleine Lichtung sichtbar, welche auf einem der folgenden Schnitte mit dem absteigenden Schenkel der Vertebralvene Z in Verbindung tritt.

Lateral neben diesem Bläschen lassen sich auf weiteren Schnitten zwei weitere kleinere Zellknötchen von mehr kugelförmiger Gestalt wahrnehmen. Das zweite steht mit dem oben beschriebenen Bläschen in unmittelbarem Zusammenhang, das dritte ist weiter entfernt, sitzt ebenso wie das zweite der Venenwand auf und ist durch einen Strang von gleich großen spindelförmigen Zellen mit dem zweiten verbunden. Auch in den beiden kleineren Knötchen ist bei entsprechender Schnittrichtung und Vergrößerung eine Lichtung sichtbar, doch konnte nicht festgestellt werden, ob dieselbe mit der der Vene oder mit der des größten Bläschens in Zusammenhang steht.

Von dem longitudinalen Lymphgefäß längs dem horizontalen Schenkel der Vertebralvene, von welchem Wieliky, Jossifov und Favaro sprechen, ist in diesem Entwicklungsstadium der Larven noch keine Spur vorhanden. Das in der Fig. 1 hinter dem Bläschen sichtbare Gefäß stellt das angeschnittene Lumen des horizontalen Schenkels der Vertebralvene dar. Das longitudinale Lymphgefäß tritt erst viel später auf, wenn das sich auf den Seitenflächen der Myomeren des Schwanzes ausbreitende Lymphge-

fäßnetz voll entwickelt ist. Auch ist dies nur bei Larven derjenigen Anurenarten der Fall, bei denen sich mehrere hintere Lymphherzen in einer Reihe hintereinander anlegen. Bei *Bombinator* konnte ich selbst in späteren Stadien, wo das Lymphgefäßnetz bereits gut entwickelt ist, die Existenz eines Lymphgefäßes in der Nähe des Lymphherzens nicht feststellen. Da trotzdem bei *Bombinator* ein Lymphherz auftritt, so muß dasselbe in anderer Weise

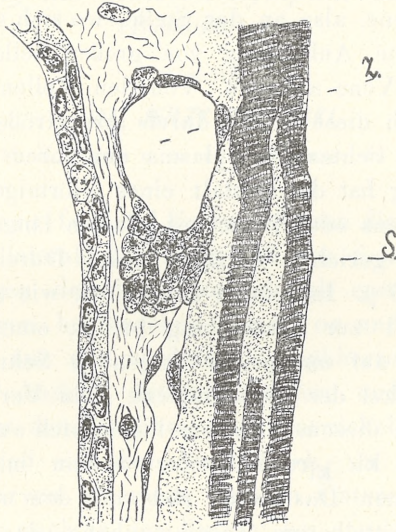


Fig. 1. Horizontalschnitt durch die Anlage des hinteren Lymphherzens einer 10—11 mm langen Larve von *Bombinator*. Z. Vene, S. Lymphherz.

entstanden sein, als sich dies Wieliky und die anderen Autoren vorstellen.

In dem Entwicklungsstadium der Larven, in welchem sich die oben beschriebenen Knötchen anlegen, besteht die Venenwand nur aus Endothelzellen. Zwar sind dieselben anscheinend kleiner als die Zellen der Knötchen, doch stimmen beide Zellarten in der Größe der Kerne überein. Zieht man ferner die Lage der Knötchen und den unmittelbaren Zusammenhang des größten Bläschens mit der Vene in Betracht, so gelangt man zu dem Schlusse, daß dieselben aus der Venenwand, und zwar aus dem Endothel der Vene direkt hervorgegangen sind.

In Hinsicht auf das Bild der Herzentwicklung, wie wir es im



folgenden beschreiben werden, scheint dem größten Knötchen die wesentlichste Rolle zuzufallen. Von der Voraussetzung ausgehend, daß es unmittelbar aus der Vene hervorgegangen ist, fragt es sich nun, in welcher Weise dies geschieht.

Nehmen wir an, daß das oben beschriebene Bild der Entwicklung des größten Bläschens das früheste ist, dann wäre das Bläschen als durch direkte Ausstülpung aus der Vene entstanden zu denken. Die Verbindung seines Lumens mit dem der Vene wäre dann als eine primäre anzusehen. Auch für die beiden anderen Knötchen könnte man einen gleichen Entwicklungsprozeß annehmen, doch hätten dieselben ihren Zusammenhang mit der Vene durch Abschnürung bereits eingebüßt. — Fassen wir die Entwicklungsstufe des größten Bläschens als eine spätere auf, dann muß man annehmen, daß dasselbe durch Proliferation der Endothelzellen als eine kompakte Bildung entstanden sei, in welcher das Lumen durch Auseinanderweichen der Zellen erst nachträglich entstanden wäre und erst sekundär mit dem der Vene in Verbindung träte. Auch die kleineren Knötchen könnten sich in dieser Weise entwickelt haben und hätten ein Lumen erhalten, welches jedoch mit der Vene nicht mehr in Verbindung getreten wäre.

Schließlich wäre noch eine Entwicklungsmöglichkeit für die Nebenknötchen denkbar, daß sie nämlich nicht direkt aus der Vene, sondern aus dem durch Ausstülpung oder Proliferation entstandenen größten Bläschen hervorgingen. Obwohl es mir nicht gelang, eine Verbindung der Lichtungen der drei Knötchen nachzuweisen, so ist ein solcher Bildungsmodus trotzdem sehr wohl möglich, da das erste Bläschen mit dem zweiten in unmittelbarer Verbindung steht und mit dem dritten sich durch einen Zellstrang unter Vermittlung des zweiten Knötchens vereinigt und da die Bilder von späteren Entwicklungsstadien des Herzens für eine vollkommene Verschmelzung der Knötchen sprechen. In Anbetracht der geringen Ausdehnung aller dieser Gebilde ist es an dem vorliegenden Materiale schwierig zu entscheiden, in welcher Weise der Entwicklungsprozeß der Knötchen tatsächlich vor sich geht. Derselbe ist auch im Verhältnis zu dem Befunde, daß die Knötchen aus dem Endothel der Vene hervorgehen, von untergeordneter Bedeutung. Daß es sich hier tatsächlich um die Anlage des hinteren Lymphherzens und nicht um die Anlage irgend eines anderen Organs handelt, geht deutlich aus Präparaten der folgenden Entwicklungs-

stadien hervor, in welchen sich bereits unzweifelhaft das Lymphherz erkennen läßt.

Bei nur wenig älteren Larven trifft man an Stelle der drei Knötchen ein abgeplattetes Bläschen, welches lateral der Vene aufsitzt. Dasselbe erscheint seinen äußeren Umrissen nach bereits einheitlich. Seine Wand wird aus dicht gedrängten, lateral sogar in mehreren Schichten übereinander gelagerten Zellen gebildet. Stellenweise lassen sich vereinzelt quergestreifte Muskelfibrillen in den Zellen nachweisen. Am meisten in die Augen fallend sind feine protoplasmatische Fäden, welche von der lateralen zur me-

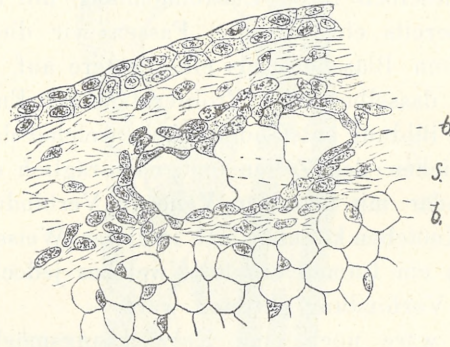


Fig. 2. Querschnitt durch das hintere Lymphherz (s) einer 14—15 mm langen Larve. Im Innern protoplasmatische Fäden (b) sichtbar.

dialen Wand des platten Bläschens ziehen. Daß es nur Fäden sind und nicht durchgehende Septen, geht aus Quer- und Horizontal-schnitten durch das Lymphherz hervor, an denen dieselben stets nur als Fäden sichtbar sind. Dieselben gehen, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist, von Zellen aus, die sich von den übrigen durch ihre Größe und kegelförmige Gestalt auszeichnen und mit ihrer Basis in die Herzwand eingelassen sind. Der aus der Spitze der Zellen hervorgehende Faden verläuft gestreckt oder geschlängelt zu der gegenüberliegenden Wand, wo er sich zwischen den Zellen verliert. Es ist dies das häufigste Bild, welches man bei Durchsicht der Präparate erhält. Nur selten sieht man den Protoplasmafaden von einer kegelförmigen Zelle ausgehen und in ebensolcher an der gegenüberliegenden Wand endigen. Da diese Fäden an den nächstfolgenden Entwicklungsstadien des Lymphherzens nicht mehr wahrzunehmen sind, so sind dieselben nur als vorübergehende Bil-

dungen aufzufassen. Ihr Auftreten steht, wie ich glaube, mit der Entstehung des Lymphherzens aus den vereinzelt Anlagen in Beziehung. Denkt man sich nämlich das spätere einheitliche Herzbläschen durch Vereinigung der einzelnen Anlagen entstanden, dann würden die Zellfäden die letzten, noch am längsten persistierenden Spuren der sich berührenden Knötchenwände darstellen. Durch das



Fig. 3. Querschnitt durch das hintere Lymphherz (s) einer 20 mm langen Larve. Darin zwei zuführende Lymphgefäße (l) und die Ausflußöffnung (z) des Herzens sichtbar.

Auseinanderweichen der Zellen wird ein Teil ihres Protoplasmas zu feinen Fäden ausgezogen, welche später durchreißen und einschrumpfen. Für eine solche Erklärung spricht auch noch der Umstand, daß an Horizontalanschnitten stets nur zwei und höchstens drei solche Fäden in gewissen Abständen voneinander sichtbar sind.

In späteren Entwicklungsstadien finden wir die hinteren Lymphherzen, wie ein solches in Fig. 3 von einer 20 mm langen Larve abgebildet ist, fast vollkommen ausgebildet. Das Herz hat an Ausdehnung bedeutend zugenommen. Seine Wände sind noch dünn

und werden von einer Schicht von Endothelzellen gebildet, denen eine Schicht von quergestreiften Muskelzellen aufgelagert ist. Da diese sich verzweigen und mit ihren Fortsätzen miteinander verbinden, so stellen sie ein den Endothelzellen auflagerndes Zellnetz dar. Sie sind daher an Querschnitten durch die Herzwand noch nicht in Form einer kontinuierlichen Schicht sichtbar. Die quergestreiften Muskelfibrillen werden erst bei Anwendung von stärkeren Vergrößerungen bemerkbar und verlaufen durch die Zellfortsätze von Zelle zu Zelle in den verschiedensten Richtungen. Die quer durch das Herzinnere ausgespannten Protoplasmafäden sind völlig verschwunden, dagegen finden wir bereits Klappen vor. Zwei gehören zuführenden Lymphgefäßen an, die dritte befindet sich an der Ausmündung des Herzens in die Vertebralvene. Die Klappen an den Lymphgefäßen sind aus dicht aneinandergereihten Zellen gebildet und befinden sich noch in Entwicklung. Bei älteren Larven nehmen sie die Form der an der Mündung des Herzens liegenden Klappe an, d. h. sie werden infolge des Auseinanderweichens der Zellen länger und dünner. Hieraus ergibt sich, daß in dem vorliegenden Entwicklungsstadium des Lymphherzens die Zuflußwege zu demselben erst in Ausbildung begriffen sind, während der Ausflußweg als der älteste seine Entwicklung bereits vollendet hat.

Ursprünglich sind nur diese zwei zuführenden Lymphgefäße zu beobachten, und zwar mündet das eine von der dorsalen, das andere von der ventralen Seite in das Herz. Später vermehrt sich die Anzahl der zuführenden Lymphgefäße; doch ist ihre Zahl eine sehr wechselnde, wie ich mich an mehreren Schnittserien von erwachsenen Exemplaren überzeugt habe. Dabei sind auch ziemlich bedeutende Unterschiede in der Größe der Klappen selbst zu beobachten. Die Ausflußöffnung des Lymphherzens in die Vene befindet sich auf der medialen Seite an seinem unteren und vorderen Rande und behält auch bei erwachsenen Tieren diese Lage bei.

Bei erwachsenen Tieren fand ich jederseits stets nur ein hinteres Lymphherz. An Größe übertrifft es jedes der von Hoyer bei Fröschen beobachteten vier hinteren Lymphherzen recht bedeutend. Der Längsdurchmesser des Lumens beträgt  $680 \mu$  und der Breitendurchmesser  $320 \mu$ , beide sind also im Verhältnis zur Größe des von Radwańska genauer beschriebenen vorderen Herzens von *Rana esculenta* geringer, da bei diesem Tiere die Maße 1 und

1.3 mm betragen. Zieht man jedoch in Betracht, daß die Unken weit kleiner sind als die Wasserfrösche, so stellt sich die Größe des hinteren Lymphherzens bei ersteren als ziemlich bedeutend heraus.

Dem Umfange entsprechend ist auch seine Wandung viel dicker als die eines der vier hinteren Lymphherzen der Raniden. Wie bereits erwähnt, mündet eine wechselnde Anzahl von mit Klappen versehenen Lymphgefäßen in dasselbe ein.

Im Gegensatz zu anderen Anuren haben wir es also nur mit einem Paar hinterer Lymphherzen zu tun, das jedoch keineswegs durch Verschmelzung von mehreren während der Metamorphose entsteht. Wohl aber gehen in den ersten Stadien der Entwicklung des Lymphherzens mehrere Anlagen aus der hinteren Vertebralvene hervor, welche alsbald miteinander verschmelzen. Dieser Vorgang steht nicht vereinzelt da. Etwas Ähnliches hat Sala und Mierzejewski bei Vögeln, Lewis, Huntigton und Mc Clure bei Säugetieren beobachtet. Bei weiteren Untersuchungen von Vertretern anderer Tiergruppen wird es sich vielleicht noch herausstellen, daß überall dort, wo sich die ersten größeren Lymphräume (wie Herzen oder Jugularsinus) entwickeln, diese in der Regel aus mehreren Anlagen hervorgehen.

Institut für vergleichende Anatomie in Krakau.

---

### Literatur.

- Ecker und Wiedersheim, Anatomie des Frosches, bearbeitet von E. Gaupp. III. Auflage, Braunschweig, 1896.
- Favaro G., Ricerche anatomo-embriologiche intorno alla circolazione caudale ed ai cuori linfatici posteriori degli Anfi bi con particolare riguardo agli Urodeli. Atti dell'Acad. Scient. veneto-trentino-istriana. Cl. I, Anno 3. 1906.
- Hoyer H., Über die Lymphherzen der Frösche. Bull. intern. Ac. Sc. Cracovie 1904.
- Hoyer H., Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem der Froschlarven, I. Teil. Bull. intern. Ac. Sc. Cracovie 1905.
- Hoyer H., Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem der Froschlarven, II. Teil. Bull. intern. Ac. Sc. Cracovie 1908.
- Huntington, G. S. und Mc Clure F. W., The Anatomy and Development of the Jugular Lymph Sacs in the Domestic Cat (*Felis domestica*). The American Journ. of Anatomy, V. 10, 1910.

178 J. Barański: *Entwicklung der Lymphherzen*

- Jossifov G., Zur Lehre von dem Lymphgefäßsystem der Froschlarve, des Frosches und der Eidechse. Ref. in Schwalbe's Jahrb. 1905, III, S. 353.
- Jourdain K., Sur le système lymphatique des têtards des Grenouilles. C. R. Acad. sc. Paris, T. 96, 1883, S. 271—273.
- Knower H. Mc E., The Origin and Development of the Anterior Lymph Hearts and the Subcutaneous Lymph Sacs in the Frog. The Anatomical Record, V. 2, 1908, S. 59—62.
- Lewis F. T., The Development of the Lymphatic System in Rabbits. The American Journ. of Anatomy, V. 5. 1905.
- Mierzejewski L., Beitrag zur Entwicklung des Lymphgefäßsystems der Vögel. Bull. intern. Ac. Sc. Cracovie 1909.
- Radwańska M., Die vorderen Lymphherzen der Frösche. Bull. intern. Ac. Sc. Cracovie 1906.
- Sala L., Sullo sviluppo dei cuori linfatici e dei dotti toracici nell'embrione di pollo. Ricerche fatte nell'Laborat. di Anat. norm. di Roma, V. 7. 1890.
- Weliky W., Einige Beiträge zur Anatomie, Histologie und Physiologie der Lymphherzen. Ref. in Hoffmann-Schwalbe's Jahrb. 1884.
- Weliky W., Über die Anwesenheit vielzähliger Lymphherzen bei den Froschlarven. Zool. Anz. B. 9, 1886.
- Weliky W., Weitere Untersuchungen über die Lymphherzen und Lymphgefäße einiger Amphibien. Ref. in Hoffmann-Schwalbe's Jahrb. 1889.
-

*O budowie migdałków u zwierząt z rodziny kotów. —  
Über die Tonsillen der Feliden.*

Mémoire

de M. W. MAJEWSKI,

présenté par M. H. Hoyer m. c. dans la séance du 6 Mars 1911.

Die Tonsillen der Feliden zeichnen sich anderen Carnivoren gegenüber durch ihre eigentümliche Form aus. Rapp<sup>1)</sup> war der erste, der eine eingehende Beschreibung derselben vom Löwen, Jaguar und Leopard geliefert hat. Er vergleicht die Form der Tonsille mit einem Sack von zylindrischer Gestalt, welcher in die Rachenhöhle mündet, während sein blindes Ende nach vorn gegen die Mundhöhle gerichtet ist. Asverus<sup>2)</sup> unterscheidet zwei Haupttypen von Tonsillen bei Säugetieren, von denen der eine als durch Vorwölbung der Schleimhaut über die Oberfläche der Zunge, der andere durch Einstülpung in die Tiefe der Zunge entstanden zu denken ist. Die Tonsillen der Hauskatze würden nach ihm zwischen diesen beiden Extremen eine Mittelstellung einnehmen.

Ich untersuchte die Tonsillen von 2 etwas über 1 Jahr alten Löwen, 2 Luchsen, der Hauskatze und eines Embryos vom Panther. Die Löwen und einen Luchs hatte ich als frische Kadaver erhalten, schnitt ihnen die Zunge samt Tonsillen heraus und untersuchte dieselben erst makroskopisch, dann mikroskopisch. Die Zunge des anderen Luchses war bereits in Formalin konserviert. Der Embryo vom Panther war in Alkohol fixiert.

<sup>1)</sup> Rapp W., Über die Tonsillen. Arch. f. Anat. 1839.

<sup>2)</sup> Asverus H., Über die verschiedenen Tonsillenformen und das Vorkommen der Tonsillen im Tierreiche. Verh. d. Kais. Leop.-Carol. Akad. B. 29. 1862.

*Felis leo.* Die Lage der Tonsillen beim Löwen ist von Rapp beschrieben. Sie liegen zu beiden Seiten der Zungenwurzel in den seitlichen Partien des weichen Gaumens und bilden gerade gestreckte, mit dem blinden Ende nach vorn gerichtete Säckchen von elliptischem Querschnitt. Die Länge eines jeden beträgt 35 mm (beim erwachsenen Löwen nach Rapp  $2\frac{1}{2}$  Zoll). Die Längsachse der nach hinten gerichteten Mündung mißt in senkrechter Richtung 4·5, in horizontaler 2·5 mm. An den untersuchten Exemplaren betrug die Entfernung der beiderseitigen Mündungen voneinander etwa 82 mm. Die Säckchen liegen unmittelbar unter der Schleim-

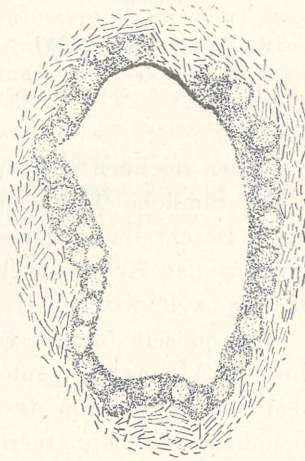


Fig. 1. Querschnitt durch das Tonsillensäckchen des Löwen in der Nähe seiner Mündung. Die dicke schwarze Linie bezeichnet den Rest des Epithels. Vergr. 1:8.

haut, welche sich an ihren Mündungen nach innen umschlägt und sie im Innern auskleidet. Ich schnitt an dem einen Exemplar die Säckchen auf, fand sie jedoch leer. Schon makroskopisch konnte man erkennen, daß die Wand eine ziemlich bedeutende Dicke besitzt; eine noch bessere Einsicht gewährten mikroskopische Schnitte.

Wie Fig. 1 dartut, welche nach einem in der Nähe der Mündung geführten Querschnitt angefertigt ist, liegen in der die Säckchen auskleidenden Schleimhaut Lymphfollikel in einfacher Schicht. Dieselben umgeben die Lichtung jedoch nicht vollkommen, sondern sind an ihrem dorso-medialen Rande unterbrochen, woselbst die Lücke durch Bindegewebe ausgefüllt ist. Dieser follikelfreie



Raum zieht sich, wie weitere Querschnitte lehren, unter allmählicher Verschmälerung fast bis zum blinden Ende des Tonsillensäckchens hin, wo derselbe schließlich verschwindet. An den Querschnitten dicht an der Mündung des Säckchens zählte ich 33 Follikel, an seinem blinden Ende 36, dabei nehmen sie gegen das blinde Ende an Größe zu. Die Follikel sind weder gegen das tiefer liegende Bindegewebe noch gegen das Epithel scharf abgegrenzt, dagegen sind die meisten durch radiär angeordnete dickere



Fig. 2. Querschnitt durch die Mitte des Tonsillensäckchens von *F. lynx*.  
Vergr. 1 : 14.

Bindegewebszüge in Form von Septen voneinander geschieden. In den Follikeln sind vielfach noch sehr deutliche Keimzentren sichtbar, in denen verhältnismäßig sehr zahlreiche vielgestaltige Riesenzellen liegen. Ich hatte den Eindruck, als wenn dieselben durch Zusammenfließen der Endothelzellen der Blutkapillaren entstanden wären, ob intravital oder postmortal, muß dahingestellt bleiben. Das die Tonsillen auskleidende Pflasterepithel hatte sich bei dem nicht mehr ganz frischen Material größtenteils abgelöst. Nur stellenweise war es, mit Leukozyten stark durchsetzt, noch erhalten und wurde in Fig. 1 durch eine schwarze Linie markiert.

*Felis lynx*. Die Tonsillen vom Luchs sind bisher noch nicht untersucht worden. Ihre Lage und Form ist im allgemeinen die-

selbe wie beim Löwen, nur sind sie der Größe des Tieres entsprechend kleiner. Ihre Länge beträgt 17 mm; die Höhe der ebenfalls elliptischen Mündung beträgt 2·5, die Breite 1·5 mm, die Entfernung der Mündungen voneinander 48 mm. Im Gegensatz zu den Tonsillen des Löwen scheinen dieselben beim Luchs etwas tiefer unter der Schleimhaut zu liegen. Größere Unterschiede zwischen den Tonsillen beider Tierarten machen sich in ihrem Bau bemerkbar. An der Mündung des Tonsillensäckchens ist dessen mediale Wand stark verbreitert und enthält zahlreiche Follikel. In der



Fig. 3. Querschnitt durch das Ende des Tonsillensäckchens von *F. lynx*.  
Vergr. 1:16.

lateralen Wand liegen die Follikel dagegen nur in einer Schicht. Unmittelbar hinter der Mündung wird die Wand des Säckchens kontinuierlich und ist ringsum von lymphoidem Gewebe umgeben. Auch hier ist die mediale Wand dicker als die laterale. Die Follikel sind in dem lymphoiden Gewebe unregelmäßig und in mehreren Lagen angeordnet, so daß etwa 22 auf einen Querschnitt entfallen. Ähnliche Bilder erhält man von Querschnitten auch von der Mitte des Tonsillensäckchens (Fig. 2), an welchen der gleiche Unterschied in der Wandstärke deutlich zutage tritt. Am blinden Ende des Säckchens (Fig. 3) liegt die Hauptmasse des lymphoiden Gewebes samt Follikeln in der stark verdickten medialen Wand, während die laterale wie in der Mitte des Säckchens von Leukozyten nur infiltriert ist. Die Follikel selbst haben vorwiegend eine ellipsoide

Form, sind durch blutgefäßreiche Stränge von Bindegewebe voneinander geschieden, enthalten auch Keimzentren und noch mehr Riesenzellen als die des Löwen.

*Felis domestica.* Zum Vergleich untersuchte ich auch die Tonsillen der Hauskatze, obwohl dieselben bereits vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen sind. Speziell haben sich mit denselben Rapp, Asverus, Schmidt, Hodenpyl und Demoor beschäftigt. Die Tonsillen stellten sich mir als Säckchen von 5 mm Länge dar und nicht als birnförmige Gebilde (Hodenpyl). Die ganze Wand von der Mündung der Säckchen bis zu ihrem Ende ist gleichmäßig aus lymphoidem Gewebe mit eingelagerten Folli-

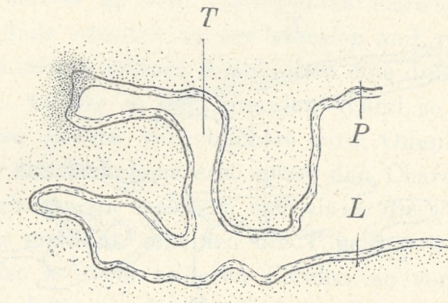


Fig. 4. Querschnitt durch die Rachengegend vom Pantherembryo. T: Mündung des Tonsillensäckchens, P: *Palatum molle*, L: Zunge

keln gebildet. Die Follikel sind nur in einer Schicht angeordnet und sehr groß, was bereits Schmidt hervorhebt. Sie erreichen einen Durchmesser von 1·5 mm.

*Felis pardus.* Die Untersuchung eines Embryos vom Panther von 119 mm Scheitel-Steißlänge ermöglichte mir, auch über die Entwicklung dieser eigenartigen Gebilde etwas auszusagen. Bereits makroskopisch waren in den Seitenwänden des weichen Gaumens an der ausgeschnittenen Zunge zwischen den Falten der Schleimhaut die Mündungen der Tonsillensäckchen wahrzunehmen. Die mikroskopische Untersuchung gibt über die Lage, Form, Größe und den Bau derselben näheren Aufschluß. Die Mündung des Tonsillensäckchens (Fig. 4) befindet sich in der Schleimhaut des weichen Gaumens dicht an der Umschlagsstelle derselben in die der Zungenwurzel. Über der Mündung verläuft das Tonsillensäckchen in gera-

der Richtung eine Strecke dorsalwärts und biegt dann fast rechtwinklig lateral um. Diese Knickung ist wohl an diesem Präparat schärfer als normal, und zwar wohl infolge der durch die Alkoholfixierung hervorgerufenen starken Schrumpfung der Gewebe. Weiterhin verläuft das Tonsillensäckchen in dem weichen Gaumen unter medialer und lateraler Erweiterung (Fig. 5) der Zungenoberfläche parallel nach vorn und verschwindet erst im Niveau der hintersten Papillae valatae.

Dem Geschilderten zufolge nehmen die Tonsillen beim Pantherembryo eine etwas andere Lage ein als bei den oben beschriebenen Feliden und man könnte fragen, ob die kanalartigen Gebilde tat-

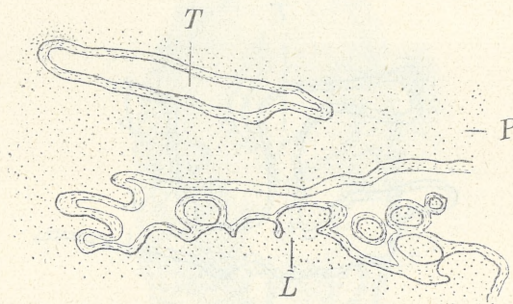


Fig. 5. Querschnitt durch die Rachengegend vom Pantherembryo. *T*: Endabschnitt des Tonsillensäckchens, *P*: *Palatum molle*, *L*: Zungenrücken mit Querschnitten der zottenförmigen Papillen.

sächlich die Tonsillen darstellen. — Daß es sich hier wirklich um die Anlage der Tonsillen handelt, dafür spricht die Lage der Mündungen der Tonsillensäckchen, welche der bei erwachsenen Tieren entspricht (Rapp findet nämlich die Tonsillen beim Leopard ebenso wie beim Löwen), und ferner die später noch zu besprechende Anwesenheit von Leukozyten in der Umgebung der Tonsillen. Auch der Sitz der Tonsillenanlage beim Pantherembryo wird uns nicht auffallend erscheinen, wenn wir berücksichtigen, daß bei gewissen Tierordnungen, wie bei den Prosimiern, die Tonsillen sich stets an der vorderen Fläche des weichen Gaumens befinden. Nicht mit Unrecht werden daher diese Gebilde im Gegensatz zu den Pharyngeal- und Lingualtonsillen als Palatintonsillen bezeichnet.

Die Form der Tonsillenanlage beim Panther ist im allgemeinen eine röhrenförmige. Die laterale Wand derselben ist an der Knickungsstelle in das Innere vorgebaucht. In seinem Endteil weitet sich das Säckchen nach beiden Seiten aus, plattet sich aber gleichzeitig in dorsoventraler Richtung ab. Seine Gesamtlänge beträgt ungefähr 2·5 mm und die Weite der Mündung 32  $\mu$ .

Da die Wand des Tonsillensäckchens in ihrem Bau mit der die Rachenhöhle auskleidenden Schleimhaut vollkommen übereinstimmt, so ist anzunehmen, daß das Säckchen durch direkte Einstülpung der Schleimhaut entstanden ist. Offenbar infiltriert sich die Wand erst in späteren Entwicklungsstadien mit Leukozyten. Dieser Prozeß macht sich bereits an dem vorliegenden Entwicklungsstadium bemerkbar. Ich finde nämlich an der lateralen und ventralen Wand des Säckchens in seinen tieferen Abschnitten eine diffuse Anhäufung von Leukozyten, welche in der lateralen Wand so bedeutend ist, daß die Wand ins Innere vorgebuchtet wird. Offenbar nimmt die ganze Umgebung des Säckchens erst später den Charakter von lymphatischem Gewebe an, in welchem sich dann die Follikel entwickeln. Wie bereits erwähnt, scheinen die Tonsillen des erwachsenen Tieres sich ebenso wie bei anderen Feliden zu verhalten. Rapp bemerkt hierüber, daß er sie ebenso wie beim Löwen auch beim Leopard gefunden hat, daß sie eine enge Mündung besitzen und „nicht viel über einen Zoll“ lang sind.

Überblicken wir das über die Tonsillen Gesagte, so gelangen wir zu dem Schluß, daß die Tonsillen bei Feliden einen durchaus einheitlichen Bau aufweisen. Es ist meines Erachtens auch kein Grund vorhanden, den Tonsillen der Hauskatze nebst den des Kaninchens und von *Cercopithecus*, wie dies Asverus tut, eine Sonderstellung zwischen erhabenen und vertieften Tonsillenformen anzuweisen und als Übergangsformen zu betrachten. Diese Klassifikation läßt sich nur in der Weise erklären, daß Asverus die Tonsillen der größeren Feliden selbst nicht untersucht hat. Sicherlich hätte er wohl die Hauskatze der Gruppe der Tiere mit eingesenkten Tonsillen zugeteilt und nur diejenigen vom Kaninchen und von *Cercopithecus* als eine Übergangsform betrachtet.

Rapp hält die Tonsillen noch für drüsige Organe, welche eine zähe Flüssigkeit aussondern, um die Oberfläche des Bissens beim Schlingen schlüpfrig zu machen. Diese Deutung ist heutzutage nicht mehr annehmbar. Weshalb die Tonsillen bei Feliden gerade

eine Sackform annehmen, ist vor der Hand nicht zu entscheiden. Der Form und dem Bau nach wären sie vergleichbar nur mit dem *Processus vermiformis* gewisser Tiere, wie der Nager, dessen Bedeutung jedoch nicht minder rätselhaft ist wie die der sackförmigen Tonsillen der Feliden.

Aus dem Institut für vergleichende Anatomie in Krakau.

---

*Badania nad regeneracją naczyń krwionośnych i limficznych w ogonie kijanek żab. — Untersuchungen über die Regeneration der Blut- und Lymphgefäße im Schwanz von Froschlarven.*

Mémoire

de M. A. **DZIURZYŃSKI**,

présenté par M. H. Hoyer m. c. dans la séance du 6 Mars 1911.

(Planche VI).

Mit Untersuchungen über die Entwicklung der Blut- und Lymphgefäße im Kaulquappenschwanz beschäftigten sich schon viele Forscher, wie Kölliker (67), Recklinghausen (62), Langer (68), Golubew (69), Arnold (71), Rouget (73), Mayer (85). in den letzten Jahren H. Hoyer (05), und E. Clark (09). Die Untersuchungen dieser Forscher bezogen sich einerseits auf die Entwicklung der Blut- und Lymphkapillaren, anderseits auf deren histologischen Bau im normalen Froschlarvenschwanz. Untersuchungen über die Gefäßregeneration, welche lediglich die Blutgefäße berücksichtigten, wurden von Arnold 1871 und Fraisse 1885 angestellt und fanden in den letzten Jahren durch Barfurth 1891 ihre Bestätigung. Die letztgenannten Forscher beschäftigten sich mit den die Regeneration begleitenden histologischen Prozessen, die Frage der Lymphgefäßregeneration blieb dagegen unberührt. Obwohl Barfurth in seinen Studien alle regenerierenden Gewebe des Kaulquappenschwanzes einer genauen Untersuchung unterzieht und in der Frage der Gefäßregeneration mit den Ergebnissen der Untersuchungen der schon erwähnten Verfasser übereinstimmt, untersuchten weder diese noch Barfurth die Lymphgefäße des Regenerats.

Von der Regeneration der Lymphgefäße in den Gliedmaßen der Kaulquappe spricht gelegentlich Fraulein F. Goldfinger (07) in ihren Ausführungen über die Entwicklung der Lymphsäcke, sie gelangt jedoch zu dem Ergebnis, daß die Extremitäten zu Unter-

suchungen über die Art und Weise der Regeneration der Lymphgefäße nicht geeignet erscheinen, daß vielmehr dem durchsichtigen Flossensaume des Kaulquappenschwanzes der Vorzug zu geben sei. E. R. Clark (09) untersucht die Entwicklung und Bedeutung der Lymphgefäße im Kaulquappenschwanz, und bemerkt nur gelegentlich, daß die Entwicklung der Lymphkapillargefäße sich in dem regenerierenden Schwanz bequem untersuchen läßt, da sie einen sehr schnellen Verlauf nimmt (vgl. Bemerk. S. 191.).

Zu meinen Untersuchungen benutzte ich Froschlarven zweier Froscharten: *Rana temporaria* L. und *Pelobates fuscus* Laur. Die Regeneration der Schwanzgefäße bei *Pelobates*larven nahm einen etwas anderen Verlauf als bei *Rana*larven. Die Ursache hiervon ist in dem bei *Pelobates*larven bestehenden anderen Aufbau des Schwanzes zu suchen und ferner darin, daß ich zu meinen Untersuchungen große, überwinterte Larven von *Pelobates* benutzt habe. Aus diesem Grunde war ich genötigt, die Regeneration der Gefäße bei *Rana* und *Pelobates* gesondert zu betrachten, und behandle im ersten Teile meiner Arbeit die Gefäßgestaltung im normalen Larvenschwanz und in dessen Regenerat von *Rana*, im zweiten die von *Pelobates*.

Die Larven von *Pelobates fuscus* erwiesen sich zu meinen Beobachtungen *in vivo*, selbst in sehr jungen Stadien, als gänzlich ungeeignet wegen der Undurchsichtigkeit der Epidermis und Cutis. Die für diese Art angegebenen Resultate stützen sich ausschließlich auf injizierte Exemplare. Was die Larven von *Rana temporaria* betrifft, so wird bei diesen der Flossensaum und besonders sein ventraler Teil schon einige Tage vor Verlassen des Eies in dem Grade durchsichtig, daß man bequem Untersuchungen anstellen kann. Auf Schwierigkeiten bei den Beobachtungen stoßen wir erst bei der Regeneration, besonders in den Anfangsstadien infolge der Undurchsichtigkeit der Epidermiszellen, bei größeren Abtrennungen dagegen infolge der vermehrten Anzahl der Blutgefäße, die die Erforschung der feinen und durchsichtigen Lymphgefäße erschweren. Es war also die Durchführung der Kontrolle durch Injektion beider Arten der Gefäße auch bei dieser Art notwendig. Zur Injektion <sup>1)</sup> ver-

<sup>1)</sup> Zur Injektion der Gefäße bediente ich mich des von Prof. H. Hoyer in der Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk. 1908 beschriebenen Apparates.



wendete ich Berlinerblau und flüssige Tusche. Es ist zu bemerken, daß die Tusche sich leichter in den Gefäßen ausbreitet, die Bilder daher deutlicher sind.

Die mit Berlinerblau injizierten Exemplare lassen sich in 4<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-igem Formol tadellos konservieren, nicht aber die mit Tusche injizierten, da die Tusche rasch aus den Gefäßen schwindet. In diesen Fällen brachte ich die Perényi'sche Flüssigkeit zur Anwendung. Das Verfahren bei Beobachtungen von lebendigen Exemplaren war folgendes: Die durch Einwirkung von Chloreton [1 Teil Chloreton (gesättigte Lösung) auf 20 Teile gewöhnliches Wasser] nach Verlauf von  $\frac{1}{4}$  Stunde gefühllos gemachten Kaulquappen legte ich auf ein Objektglas, umhüllte den Körper mit benetztem Fließpapier und bedeckte die Schwanzspitze mit einem Deckglas. Zur Vergrößerung bediente ich mich der Okulare 2 und 4 und der Objektive A, D, E von Zeiss. Durch Chloreton werden die Bewegungen der Kaulquappen abgeschwächt und hören zuletzt ganz auf. Trotzdem besteht der Kreislauf in seiner ursprünglichen Kraft fort und die Gefäße behalten die Fähigkeit, Sprossen und neue Gefäße zu bilden. Eine Schattenseite des Chloretons ist die verhältnismäßig kurze Dauer der Wirkung desselben. Bei meinen Untersuchungen gewannen die Froschlarven nach 1, längstens nach 2 Stunden ihre ursprüngliche Beweglichkeit wieder und die Untersuchungen mußten unterbrochen werden. Des Chloretons bediente sich auch E. Clark, macht aber weder über die Konzentration der angewendeten Lösung, noch über die Dauer der Wirkung irgend welche nähere Angaben. Azeton, Chlorhydrat und Kurare haben sich als ungeeignet erwiesen.

Bei den Operationen verfuhr ich in folgender Weise: Mit Hilfe eines Löffels übertrug ich jede Kaulquappe auf ein mit Wasser reichlich benetztes Glaslineal und schnitt dann vermittels eines scharfen Skalpels senkrecht zur Schwanzachse den abgemessenen Teil des Schwanzes ab. Die operierten Kaulquappen wurden in gesonderte Glasgefäße übertragen. In einem Gefäß hielt ich höchstens 10 Kaulquappen, indem ich sie im jungen Alter mit Pflanzenfutter (*Spirogyra*), im späteren mit rohem Rindfleisch fütterte. Das Wasser wurde jeden zweiten oder dritten Tag gewechselt. Da die Temperatur des Leitungswassers bedeutend niedriger war als die des Wassers, in welchem die Kaulquappen sich befanden, erwärmte ich bei jedem Wechsel das Wasser bis zu der Temperatur des Wassers, in welchem die Froschlarven sich befanden, um auf diese

Weise die unerwünschte Herabsetzung der Temperatur anzuschalten, die einen negativen Einfluß auf das Wachstum des Regenerats ausübt<sup>1)</sup>.

Bei den Untersuchungen erwies sich auch die Messung der Körperlänge der Larve als wichtig. Als Körperlänge bezeichne ich die Strecke vom Ende des Mundes bis zum Ansatz des Schwanzes im Bereiche der Muskelplatten des Achsenteiles des Schwanzes. Die Länge des Schwanzes wurde von dem Mittelpunkte des Ansatzes des Achsenteiles des Schwanzes bis zu dessen Spitze gemessen. In zweifelhaften Fällen wurde die Länge unter der Binokularlupe von Zeiss gemessen.

### I. Die Gefäßgestaltung im normalen Schwanze und im Regenerate der Larven von *Rana temporaria*.

Die Lymphgefäße des normalen Schwanzes der Froschlarven sind schon öfters beschrieben worden, deswegen beschränke ich mich auf eine möglichst kurzgefaßte Beschreibung.

Auf der dorsalen und der ventralen Seite des Schwanzes, zwischen den Rändern der beiden Muskelplatten liegen zwei Lymphgefäßstämme, von welchen zahlreiche Äste in den Flossensaum abzweigen. Die Wände derselben sind von unregelmäßiger Gestalt und mit zahlreichen Sprossen versehen. Bei jungen Kaulquappen anastomosieren dieselben entweder gar nicht, oder nur selten. Bei älteren Larven verästeln sich die Zweige dendritisch in den Randpartien des Flossensaumes und verbinden sich vielfach untereinander. Außerdem entsenden die Lymphgefäßstämme Zweige zwischen die Muskelplatten. Diese sind in der Schwanzspitze sehr kurz und reichen kaum bis zur Chorda. Mehr proximal können sie über die Chorda hinweg mit den Zweigen der entgegengesetzten Seite in Verbindung treten. Von diesen gehen Zweige aus, welche durch die Muskelplatten unter die Haut dringen und zur Bildung des subkutanen Muskel-Lymphgefäßnetzes beitragen. Dieses Netz breitet sich auf den Muskelplatten des Schwanzansatzes nur auf einem gewissen Abschnitt desselben aus. An den Stellen, wo es endet, ist an gut injizierten Präparaten ersichtlich, wie diese intermuskulären Zweige die Muskeln durchdringen und an deren Oberfläche zarte Verbin-

<sup>1)</sup> Vgl. M. M. Ellis (10), Barfurth (91), auch Fraisse [(85) vgl. S. 153].

dungen bilden, wonach sie sich mit dem Lymphnetz verbinden und dessen stufenweise Entwicklung verursachen. Zur Entscheidung der Frage, ob dieses Lymphnetz eine Regenerationsfähigkeit besitzt, erwies sich die Feststellung, inwiefern dieses Netz sich im normalen Schwanze ausbreitet, von Wichtigkeit. Die untenstehende Tabelle I zeigt, wie dem Wachstume der Schwanzlänge entsprechend, die

Tabelle I.

Anzahl der injizierten Kaulquappen	Schwanzlänge in mm	Länge der vom Lymphnetze eingenommenen Fläche
2	12.5	3.5, 4.5
4	13	4—4.5
1	13.5	4
5	14	5—6
5	14.5	5.5—6
5	15	5.5—6
2	15.5	5.5—6.5
4	16	6—6.5
2	16.5	6.5—7
3	17	7—7.5
2	18	8—9
1	18.5	10
2	20	10

Fläche dieses Netzes zunimmt. Bei den Messungen rechnete ich die intermuskulären Zweige, welche mit ihren Enden auf die Fläche der Muskeln emporsteigen und mit dem eigentlichen Netze nicht verbunden sind, zu dem Netze nicht.

Gleichzeitig bemerke ich, daß bei der Injektion nur ganz normale Kaulquappen verwendet wurden, bei welchen ich vorher festgestellt hatte, daß das Schwanzende weder beschädigt, noch regeneriert war.

Mitten in diesem äußeren Muskelnetze bildet sich ein größeres Gefäß (*Vas lymphaticum caudale laterale*) aus, welches im Niveau der *Chorda dorsalis* verläuft. Im Bereiche dieses Gefäßes entwickeln sich die hinteren Lymphherzen.

Bevor ich zu den Ergebnissen meiner Untersuchungen übergehe,

möchte ich zur Orientierung noch in Kürze die Blutgefäßverteilung im Froschlarvenschwanz besprechen. Im Schwanz der Larve von *Rana temporaria* verläuft der arterielle Hauptstamm unmittelbar unter der *Chorda dorsalis*. Er entsendet Äste zum Flossensaum, zur Chorda, zum Rückenmark und zu den Muskelplatten, die in Kapillaren übergehen. Diese vereinigen sich zu Venen, welche eine ähnliche Anordnung haben wie die Arterien. Der Hauptstamm der Vene verläuft ventral zwischen den Muskelplatten zwischen dem Lymphstamm und der Schwanzarterie. Ein anschauliches Bild der Gefäßverteilung gibt uns Fig. 1, in welcher der 5 mm lange End-

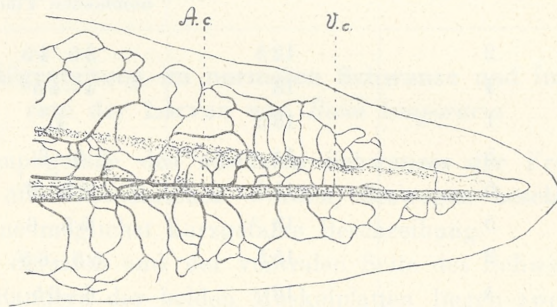


Fig. 1. Blutgefäße in einem 5 mm langen Abschnitte des Larvenschwanzes von *Rana temporaria*. *V. c.* Hauptstamm der Venen (*vena caudalis*), *A. c.* Arterienstamm (*arteria caudalis*). Die Zeichnung ist nach einer lebenden Larve mit Hilfe des Abbe'schen Apparates angefertigt, dann nach Injizierung mit Tusche nochmals kontrolliert. 14-fache Vergrößerung.

abschnitt des Schwanzes dargestellt ist. Wir sehen hier ferner, daß der äußerste Rand des Flossensaumes gefäßlos und proximal schmal ist, sich aber gegen die Schwanzspitze hin stufenweise verbreitert. Auf der Oberfläche der Muskelplatten dieses Abschnittes nehmen wir Blutgefäße wahr, welche neben der Schnittfläche die erste Anlage des Netzes bilden. Fig. 2 gibt ein Bild der Verteilung der Lymphgefäße in einem gleich langen Abschnitt des Schwanzes. Von den beiden kaudalen Lymphgefäßstämmen entspringen dendritisch verzweigte Gefäße in der Richtung des Flossensaumes. Die Zweige reichen mit ihren Enden über die Blutgefäße hinaus. Zwischen den Muskelplatten finden wir vereinzelte kleine Gefäße, die aus den Lymphstämmen ihren Ursprung nehmen. Die Lymphgefäße lassen am äußersten Rande des Flossensaumes einen Streifen frei, der an Breite gegen

die Schwanzspitze zunimmt. Derselbe ist jedoch schmaler und kürzer als in dem Blutgefäßpräparat, denn, während derselbe für die Blutgefäße dieses Exemplars (Fig. 1) erst in 5 mm Entfernung von der Schwanzspitze schwindet, ist dies in demselben Präparat für Lymphgefäße (Fig. 2) bereits in 1 mm Entfernung der Fall.

Das Lymphgefäßnetz auf den Muskelplatten ist in diesem Abschnitt noch nicht vorhanden. In einem Abschnitte von 10 mm Länge ist die Verteilung der Gefäße im allgemeinen eine ähnliche. Der einzige Unterschied besteht in dem Vorhandensein des Blut-

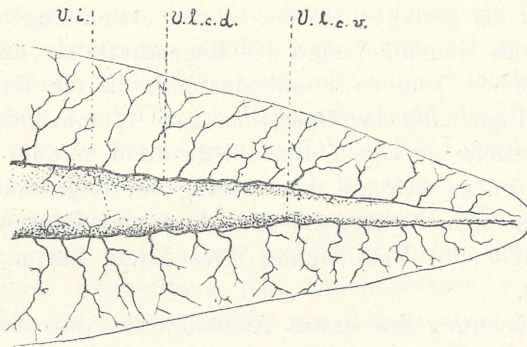


Fig. 2. Lymphgefäße in einem 5 mm langen Abschnitte des Larvenschwanzes von *Rana temporaria*. *V. l. c. d.* dorsaler Lymphgefäßstamm des Schwanzes (*vas lymphaticum caudale dorsale*), *V. l. c. v.* ventraler Lymphgefäßstamm des Schwanzes (*vas lymphaticum caudale ventrale*), *V. i.* intermuskuläre Lymphgefäße. Die Zeichnung ist nach einem Tuschepräparate mit Hilfe des Abbe'schen Apparates angefertigt. 14-fache Vergrößerung.

und Lymphgefäßnetzes auf den Muskelplatten, welche bei der Abtrennung eines 10 mm langen Abschnittes angeschnitten werden.

Bei meinen Untersuchungen über die Regeneration schnitt ich den genau abgemessenen Endteil des Schwanzes in 5, resp. 10 mm Entfernung ab.

D. Barfurth führt in seiner Arbeit „Zur Regeneration der Gewebe“ zur Bezeichnung des Regenerationsanfanges der einzelnen Gewebe, nebst der Länge des Regenerats, auch dessen Alter und die Temperatur an, in welcher die Untersuchung durchgeführt wurde. Er war in der Lage, seine Untersuchungen in einer konstanten Temperatur durchzuführen, konnte sich also behufs Bestim-

mung des Regenerationsanfanges der Zeit zur Messung bedienen. Bei meinen in Zimmertemperatur angestellten Beobachtungen würde eine nach den Angaben von Barfurth durchgeführte Berechnung des Regenerationsanfanges nur zu einer Reihe von Inkonsequenzen führen. Außerdem brachten die Experimente den Beweis, daß die individuellen Unterschiede in der Regeneration ziemlich bedeutend sind; so begannen einige Kaulquappen derselben Serie, welche unter gleichen Bedingungen gezüchtet wurden, schon die Gefäße zu regenerieren, während die anderen noch keine deutliche Spur einer Regeneration zeigten. Die Länge des Regenerats erwies sich bei den letzteren als geringer. Schon in den ersten Tagen der Regeneration erwies sich die Länge des Regenerats als ungleichmäßig. Die Unterschiede sind zwar unbedeutend, da die Schwankungen am vierten Tage nach der Operation nur  $\frac{1}{2}$  mm betragen, doch fallen auch solche geringe Unterschiede nicht minder schwer ins Gewicht, sofern es sich um den Anfang der Regeneration handelt. Daher erwies sich die Angabe der Länge der Regenerate als die einzig rationelle; die Bezeichnung ihres Alters hat nur einen geringen Wert.

Die Bezeichnung des ersten Augenblickes des Auftretens der Lymphgefäße im Regenerat der lebenden Kaulquappe unter dem Mikroskope ist ziemlich schwierig. Die Undurchsichtigkeit der Gewebe in den ersten Tagen der Regeneration im allgemeinen und ferner das Auftreten der ersten regenerierten Zweige dieser Gefäße im Bereiche des dicksten Teils, nämlich in dem muskulären Mittelstück des Regenerats, erschwert in hohem Grade die Aufgabe. Nach Abtrennung von 5 mm Schwanzlänge lassen sich solche Beobachtungen noch anstellen, doch wird die Bezeichnung des Anfanges der Lymphgefäßregeneration unmöglich nach Abtrennung von 10 mm. In dem einen wie auch in dem anderen Falle erwies sich die Methode der Injektion als unentbehrlich.

Bei Kaulquappen, denen ich 5 mm vom Schwanze abgeschnitten hatte, konnte ich in einem Regenerate von  $\frac{3}{4}$  mm Länge weder an lebenden Exemplaren noch an Injektionspräparaten Lymphgefäße feststellen. Die ersten Zweige von Lymphgefäßen wurden in einem Regenerate beobachtet, welches etwas länger war als 1 mm. Es sind das unmittelbar verlängerte Enden beider Hauptstämme der Lymphgefäße, welche ungefähr  $\frac{1}{5}$  mm weit in das Regenerat zu beiden Seiten der Chorda eindringen. (Ein Regenerat von 1 mm

Achsenlänge erhielt ich am 3., 4., 5. und sogar 6. Tage). Was die Blutgefäße betrifft, so ließen sie sich nach Abtragung von 5 mm schon in einem Regenerate von  $\frac{1}{2}$  mm Achsenlänge nachweisen. Sie stellen sich als Gefäßsprosse vor, die oft stark mit Blut gefüllt die Chorda rings umgeben. Bei Regeneraten, die etwas größer als  $\frac{1}{2}$  mm waren, ließen sich nicht nur Sprosse, sondern auch schon vollkommene Gefäße mit zirkulierendem Blute feststellen. Während die Lymphgefäße im Regenerate von 1 mm Länge kaum bis zu  $\frac{1}{5}$  der Länge des Regenerats vordringen, verbreiten sich die Blutgefäße über  $\frac{2}{3}$  des Regenerats.

In den Regeneraten der Kaulquappen, denen ein 10 mm langes Schwanzstück abgetragen worden war, konnte ich in dem  $\frac{1}{2}$  mm langen Regenerate Blutgefäßsprosse mit voller Sicherheit nicht feststellen. In dem 1 mm langen Regenerate sind die Blutgefäße um die *Chorda dorsalis* herum gut entwickelt. Die Lymphgefäße zeigen auch in diesem Falle den Anfang der Regeneration erst dann, wenn die Länge des Regenerats 1 mm überschreitet. Wir sehen hieraus, daß die Blutgefäße ähnlich wie bei der normalen Entwicklung der Larven in ihrer Ausbreitung den Lymphgefäßen vorausziehen, ob nun kleinere oder größere Stücke zur Regeneration gelangen.

Im normalen Wachstum der Schwanzgefäße kann man auf Grund der Untersuchungen von Rouget (73) und vor allem derjenigen von E. Clark (09), drei wichtige Momente unterscheiden:

1) Das Auftreten der ersten Blutgefäße in dem Flossensaume zur Zeit, da noch keine Lymphgefäße vorhanden sind; 2) das Wachstum der Blutgefäße in der Richtung gegen beide Ränder des Flossensaumes und das Auftreten der Lymphgefäße. In diesem Momente reicht das Blutgefäßnetz weiter als die Spitzen der Lymphgefäßzweige; 3) die Lymphgefäße breiten sich in dem von den Blutgefäßen eingenommenen Gebiet aus und dringen sogar über dieses hinaus.

Diese drei Momente lassen sich auch während der Regeneration ziemlich scharf unterscheiden. Das erste und das zweite Stadium haben wir bereits besprochen. Das dritte Stadium, in welchem die Lymphgefäße die Grenzen des von den Blutgefäßen eingenommenen Feldes erreichen, wurde vermittle der Injektionsmethode, vor allem aber an lebendigem Material unter dem Mikroskope festgestellt. Die Beobachtungen ergaben bei den Kaulquappen, bei denen die Abtragung 5 mm betrug, daß die Lymphgefäße in Gestalt von zwei

Gefäßen als Verlängerung der kaudalen Stämme erst dann die Blutgefäße einholen, wenn das Regenerat die Länge von 2 mm überschritten hat. Sie stellen sich als zwei für gewöhnlich sehr wenig verzweigte Gefäßchen dar, die zu beiden Seiten des Achsenteiles des Regenerats liegen. Was die Blutgefäße in diesem Stadium betrifft, so bilden sie ein dichtes Netz um die *Chorda dorsalis* herum.

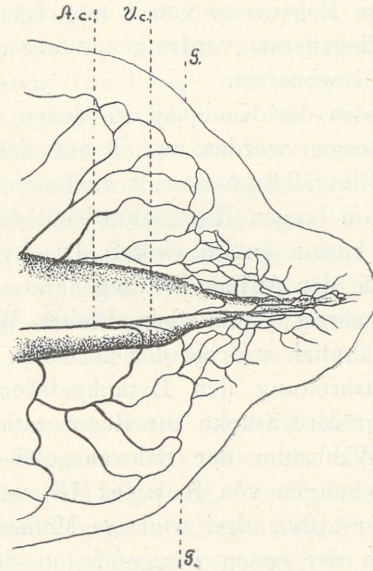


Fig. 3. Schwanzende einer Larve von *Rana temporaria* mit 2 mm langem Regenerate. Es sind Blutgefäße von einer lebenden Larve mit Hilfe des Abbe'schen Apparates gezeichnet. G. Schnittfläche, im übrigen wie Fig. 1. Das muskuläre Blutgefäßnetz des normalen Schwanzteiles ist nicht gezeichnet. 13-fache Vergr.

Die Maschen dieses Netzes, wie das Fig. 3 darstellt, sind bedeutend kleiner als die des Netzes im normalen Schwanz. Die Anordnung der Gefäßsprosse zeigt die Richtung des Wachstums des Regenerats. Die Sprosse für die neuen Gefäße treten in den ersten Stadien in bedeutender Anzahl im Endgebiet der *Chorda dorsalis* auf und ordnen sich in der Richtung ihres Wachstums an.

In den Regeneraten der Kaulquappen, denen ein 10 mm langes Schwanzstück abgeschnitten worden ist, stellen sich die ersten regenerierenden Lymphgefäße ebenso als zwei wenig verzweigte, zu beiden Seiten der regenerierten *Chorda dorsalis* gelagerte Gefäße dar. Die



Blutgefäße zeigen dagegen Abweichungen, welche eine besondere Berücksichtigung verdienen. Bei der Abtragung von 10 mm begehen wir in der Schnittfläche im Bereiche der Muskelplatten einem ungemein dichten Netz von Blutgefäßen. Das auf der Muskeloberfläche verbreitete Netz trifft man in seiner ersten Anlage auch in der Entfernung von 5 mm von der Schwanzspitze an. Dies ist aus Fig. 1 deutlich ersichtlich. Näher dem Larvenkörper wird das Netz immer dichter und bildet schließlich ein Blutgefäßnetz von sehr engen Maschen. Infolgedessen finden wir nach Abtragung von 10 mm auf der Schnittfläche im Bereiche des muskulären Mittelstückes viele durchschnittene Blutgefäße, deren Anzahl im Vergleiche mit derjenigen, welche wir nach Beseitigung von 5 mm gesehen haben, in hohem Grade gesteigert ist.

Berücksichtigen wir die Reihenfolge der Regeneration der Schwanzgewebe, so können wir mit Barfurth (91) feststellen, daß die Blutgefäße früher zu regenerieren beginnen als die Muskelfasern. In den ersten Tagen der Regeneration ist deswegen das Mittelstück des Regenerats, welches die Chorda mit dem Nervensysteme bildet, von einem dichten Netze von Blutkapillaren umflochten, wogegen die Muskelfasern, indem sie später regenerieren, in sehr geringer Anzahl die Chorda umgeben. Diese Blutgefäße, die ursprünglich nur die Oberfläche des muskulären Mittelstückes des Schwanzes bedeckt hatten, umflechten also die *Chorda dorsalis* und das Nervenrohr und werden dadurch zu den wesentlichsten Gefäßen des Mittelteiles des Regenerats.

Um die Bedeutung dieser Erscheinung zu verstehen, müssen wir die Art und Weise des Wachstums des Schwanzregenerates beachten. Nach der Verheilung der Wunde beginnt die Tätigkeit der Gewebe, um den verlorenen Teil des Organismus wiederherzustellen. Zu den zuerst regenerierenden Geweben gehört die Epidermis, der Chordastab mit dem Nervensystem und das Gallertgewebe. Daß der Chordastab bei der Regeneration des Schwanzes von großer Bedeutung ist, namentlich bei dem Längenwachstum des Regenerats, dafür bringen die Arbeiten von Morgan-Davis (02), G. Tournier (06) den Beweis. Bei der Beobachtung des Regenerationsverlaufes bemerkt man auch tatsächlich, daß die Chorda zur Achse des Regenerats wird, zu deren beiden Seiten sich die Flossensäume ausbreiten. Für die ersten Tage der Regeneration ist das rasche Längenwachstum der Chorda charakteristisch. Infolge eines über-

mäßigen Wachstums des Regenerats in der Richtung der Schwanzachse und infolge des verhältnismäßig geringen Zuwachses in den Seitenrichtungen, steht das Regenerat nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem normalen Schwanzteil. Die Schnittfläche kann man genau an dem plötzlichen Übergange des breiten muskulären Mittelteiles des normalen Schwanzes in den verschmälerten Mittelteil des jungen Regenerats erkennen. An der Stelle, wo das Regenerat beginnt, ist der Flossensaum in der Richtung des Achsentheiles des Regenerats deutlich abgesetzt. Diese Erscheinung ist desto stärker, je jünger das Regenerat ist. Dem Längenwachstum der Chorda entsprechend, wachsen auch die Flossensäume in der Richtung gegen ihre Ränder. Die Geschwindigkeit des Längenwachstums ist jedoch bedeutend größer, so daß der Flossensaum des Regenerats noch immer von der Grenzlinie des Flossensaumes des Normalteiles sehr deutlich abgesetzt erscheint. Diese Wachstumsbeschleunigung in einer Richtung verdient aus dem Grunde Beachtung, weil sie einen wichtigen Unterschied zwischen dem normalen Wachstum des Schwanzes und dem Wachstum während der Regeneration bildet.

Das beschleunigte Längenwachstum des Achsentheiles des Regenerats fällt mit der stärkeren Entwicklung der Blutgefäße zusammen, die diesen Teil des Regenerats umgeben. Die Gleichzeitigkeit dieser beiden Erscheinungen legt die Vermutung nahe, daß sie miteinander in einem näheren mittel- oder unmittelbaren kausalen Zusammenhang stehen. Das Vorhandensein des dichten Blutgefäßnetzes im Bereiche der Chorda weist auf eine intensive Ernährung eben dieses Teiles des Regenerats hin, dessen beschleunigtes Wachstum festzustellen, wir oben Gelegenheit hatten. Nach der Ansicht von W. Roux [Oappel-Roux (10)] sollte man die Ursachen der stärkeren Gefäßbildung dieses Teiles des Regenerats im vermehrten Stoffverbrauch im Parenchym infolge der Beschleunigung des Wachstums suchen.

Da sich für das Regenerat, wie wir gesehen haben, nach Abtragung von 10 mm Schwanzlänge die Bedingungen bezüglich der Anzahl der Blutgefäße günstiger gestalten, als nach Abtragung von 5 mm (vgl. S. 197), so ist anzunehmen, daß die Geschwindigkeit seines Wachstums eine etwas andere sein mußte, als die des Wachstums des Regenerats nach Abtragung von 5 mm.

Um für diese Annahme eine Bestätigung zu finden, unternahm

ich eine Reihe von Experimenten über die Abhängigkeit des Wachstums des Regenerats von der Länge des Schnittes. Schon im Laufe der Untersuchungen, nachdem ich bereits zu Resultaten gelangt war, stellte sich heraus, daß dieses Thema schon vor einem halben Jahre von M. M. Ellis an einer amerikanischen Kaulquappenart (*Rana clamitans*) eingehend behandelt worden ist. Da ich jedoch meine Messungen in jener Zeit angestellt habe, in welcher mir die Arbeit von Ellis noch unbekannt war, da sie sich ferner auf eine andere Froschlarvenart, nämlich auf die Larven von *Rana temporaria* beziehen und da schließlich trotz prinzipieller Übereinstimmung doch gewisse Unterschiede in den Messungsergebnissen von Ellis und mir bestehen, führe ich unten in Kürze mein Verfahren an und stelle die Resultate in einer Tabelle zusammen.

Ich untersuchte die Regeneration des Schwanzes an 4 Serien von Kaulquappen zu je 20 Stück. Den Kaulquappen der einen Gruppe wurden 5 mm, denen der anderen 10 mm vom Schwanz abgeschnitten. Die Schnitte wurden auch in diesem Falle auf einem Glaslineal durchgeführt. Zur Vermeidung von Fehlern, besonders hinsichtlich der Schnittdurchführung, wurde jedes abgeschnittene Ende der Kontrolle halber nochmals wiederholt gemessen. Ergab es sich dabei, daß zufällig ein größeres oder kleineres Stück abgeschnitten worden war, so wurden die betreffenden Kaulquappen vom Experimente ausgeschlossen. Die Schnittrichtung wurde in allen Fällen senkrecht zur Schwanzachse durchgeführt. Behufs Messung nahm ich die Larve mit einem Löffel aus dem Gefaße heraus und legte sie auf ein mit Millimetermaßstab versehenes, reichlich mit Wasser benetztes Glaslineal. Die Länge der Regenerate wurde mit Hilfe der Zeiss'schen Binokularlupe abgelesen. Bei einer solchen Vergrößerung (Okular 2 oder 4, Objektiv F. 55) konnte die Messung mit einer Genauigkeit von  $\frac{1}{4}$  mm durchgeführt werden. Bei den Messungen stellte sich die Notwendigkeit heraus, Bruchteile von Millimetern, also  $\frac{1}{4}$  u.  $\frac{3}{4}$  mm einzuführen, wobei ich jedoch bemerken will, daß die so angegebenen Größen nicht absolut sicher sein können. In den ersten Tagen der Regeneration ist die Bezeichnung der Schnittfläche, hiemit also auch die der Länge des Regenerats nicht schwierig und am sichersten. In den späteren Perioden jedoch, wenn die Ränder des Flossensaumes des Regenerats kontinuierlich in die Ränder des Flossensaumes des normalen Schwan-

zes übergehen und wenn der Unterschied in der Dicke des muskulären Mittelstückes des Regenerats und der des normalen Schwanzes gänzlich verwischt ist, ist die Messung minder sicher. In diesem Falle zog ich vor allem die abweichende Anordnung der Muskelfasern im Regenerate in Betracht. Diese abweichende Anordnung ist deutlich sichtbar, besonders bei den Kaulquappen, bei welchen die Abtrennung des Schwanzes 10 mm betrug. Während die Anordnung der Muskelfasern im normalen Abschnitte der Myomeren sehr regelmäßig und deutlich ist, verwischt sich dieselbe im Regenerate. Ein weiteres Merkmal bei den Messungen bildeten die Blutgefäße, da die Maschen des Netzes im Regenerate bedeutend enger sind als im normalen Abschnitte (Fig. 3). Bei größeren Abtragungen kommt es auch häufig vor, daß der Hauptstamm der Vene, der im normalen Schwanzteile in der ventralen Furche zwischen den Muskelplatten verläuft, an der Schnittlinie seine ursprüngliche Richtung verläßt und im Flossensaum des Regenerats verläuft. Schließlich bildete die hellere Farbe des Regenerats infolge der geringeren Anzahl der Pigmentzellen und der verringerten Dicke seines muskulären Mittelteiles noch ein geeignetes Unterscheidungsmerkmal.

Von diesen Kaulquappen wurden je 10 in gesonderten Glasgefäßen gezüchtet. Dabei wurde genau darauf geachtet, Kaulquappen von möglichst gleicher Körperlänge und Schwanzgröße in einer Gruppe zu vereinigen. Die Gefäße, die einer Serie angehörten, standen unmittelbar nebeneinander, die Temperatur wurde zweimal täglich gemessen.

Die Ergebnisse dieser Experimente sind in Tabelle II zusammengestellt und bestätigen die Untersuchungen von M. Ellis (09) in folgenden Punkten:

1) Die Länge der vollkommenen Regenerate ist stets geringer als die des abgeschnittenen Teiles. Die Größe des regenerierten Schwanzabschnittes ist in Tabelle III in Prozenten dargestellt. Wie ersichtlich, erhielten wir in der Serie I und II bedeutend höhere Werte als Ellis, obwohl die Temperatur, in der die Kaulquappen gezüchtet wurden, niedriger war als die von Ellis zu seinen Experimenten angewandte. Ellis züchtete nämlich die regenerierenden Kaulquappen in einer Temperatur von 18° C — 27° C und die Regenerate des Schwanzes betrug dennoch kaum 35% — 55% der Länge des abgeschnittenen Teils. Diese Unterschiede sind aller

Tabelle II.

Serie	Gruppe	Durchschnittliche Länge des Schwanzes	Länge des abgeschnittenen Teils	Tag der Messung vom Momente der Operation										Durchschnittliche Temperatur in C°	
				4-ter	6-ter	8-ter	10-ter	12-ter	14-ter	16-ter	18-ter	20-ter	22-ter		24-ter
				Durchschnittliche Länge des Regenerats in mm											
I	1	14·5	5	1·02	1·80	2·40	2·80	3·12	3·25	3·46	3·78	4·00	4·17	4·34	20·2°
	2	14·6	10	1·52	3·17	4·40	5·15	5·85	7·15	8·07	8·42	8·57	8·77	8·95	
II	1	15·2	5	1·28	2·09	2·62	3·00	3·12	3·43	3·46	3·50	3·50	3·50	3·50	19·5°
	2	15·3	10	1·80	3·45	4·95	5·70	6·17	6·66	6·75	6·83	6·83	6·86	6·86	
III	1	16·8	5	0·75	1·27	1·75	2·05	2·30	2·30	2·30	2·30	2·30			18·4°
	2	16·8	10	1·07	2·17	3·15	3·97	4·70	4·97	5·20	5·20	5·20			
IV	1	17·6	5	0·6	1·11	1·52	1·86	2·18	2·25	2·25	2·25	2·25			18·4°
	2	17·8	10	0·82	1·77	2·82	3·71	4·21	4·34	4·46	4·50	4·50			

Tabelle III.

Serie	I	II	III	IV
Gruppe				
1	87%	71%	46%	45%
2	89%	69%	52%	45%

Wahrscheinlichkeit nach dem Alter der zur Untersuchung verwendeten Larven zuzuschreiben. Ellis hatte es mit erwachsenen Kaulquappen zu tun, so daß die nicht operierten Kontrollkaulquappen im Laufe der Untersuchung keinen Zuwachs des Schwanzes aufwiesen. Die zu meinen Untersuchungen angewendeten Kaulquappen waren jung und es begannen bei ihnen die hinteren Extremitäten erst zu sprossen. Daß hier das Alter der Kaulquappen von Einfluß ist, wäre ferner aus einer Untersuchungsreihe von Ellis zu entnehmen, in welcher er sich ausnahmsweise junger Kaulquappen bediente. Diese regenerierten in einigen Tagen nach der Operation über 100%.

Gleichzeitig wiesen die Kontroll Exemplare ein rascheres Wachstum auf. Ich muß jedoch bemerken, daß ich in einigen Fällen ein Regenerat erhielt, dessen Länge der des abgeschnittenen Teiles gleich war, und daß ich in einem Falle, und zwar bei einer jungen Kaulquappe von *Pelobates fuscus*, bei welcher die Regeneration und das Wachstum zwei Monate dauerte, ein um 7·5 mm längeres Regenerat erhielt (vgl. S. 214).

In der Gruppe 2, Serie I und II wurden  $\frac{2}{3}$  des ganzen Schwanzes entfernt, was keine ernststen Folgen für die Kaulquappen hatte. Bei Gelegenheit der Untersuchung anderer Serien von Kaulquappen auf die Regeneration der Gefäße beobachtete ich, daß Kaulquappen von 13—13·5 mm Schwanzlänge eine Abtragung des Schwanzendes von 10 mm Länge ganz gut ertrugen. Die Kaulquappen von *Rana clamitans* verendeten nach den Untersuchungen von Ellis größtenteils bei Abtrennung von 20 mm des Schwanzes, wenn dessen Länge 26 mm betrug.

Ich kann die Untersuchungen von Ellis noch in folgenden Punkten bestätigen:

2) Die Länge der Regenerate ist der des abgeschnittenen Schwanzteiles proportional, d. h. nach Entfernung eines zweimal größeren Schwanzteiles bildete sich ein beiläufig zweimal längeres Regenerat.

3) Nach Abtragung eines größeren Abschnittes dauert die Regeneration länger, doch ist die Zeitdauer dem abgetragenen größeren Abschnitt nicht proportional.

Bezüglich der Schnelligkeit der Regeneration ergab es sich nämlich, daß nach Entfernung eines größeren Schwanzabschnittes die Geschwindigkeit des Längenwachstums des Regenerats zunimmt, daß also zur Vollendung eines durch einen zweimal größeren Schnitt hervorgerufenen Regenerats nicht ein zweimal, sondern ein bedeutend kürzerer Zeitraum erforderlich war. Auch in dieser Beziehung unterscheiden sich die Resultate meiner Untersuchungen etwas von denen von Ellis, wie das aus der Zusammenstellung der Zahlen in Tab. IV und V hervorgeht.

Die Serien II, III und IV stimmen mit den Serien von Ellis überein und bestätigen die Tatsache, daß zur Regeneration eines längeren Abschnittes eine etwas längere Zeit erforderlich war. Beim ersten Blicke muß es befremden, daß auch in dieser Beziehung die Serie I eine Ausnahme bildet. In dieser beendeten beide Gruppen ihre Regeneration in einem gleichen Zeitraume.

Tab. IV.  
nach den Ellis'schen Tabellen zusammengestellt

Serie	Länge des abgeschnittenen Teiles	Das Ende der Regeneration feststellt am Tage
O	3·2	9
P	5	12
R	10·4	15
S	14·8	18
AA	2·6	7
BB	5·6	10
CC	5·3	7
DD	9·9	10

Tab. V.  
nach meinen Untersuchungen

Serie	Länge des abgeschnittenen Teiles	Das Ende der Regeneration feststellt am Tage
I	1 5	24
	2 10	24
II	1 5	18
	2 10	22
III	1 5	12
	2 10	16
IV	1 5	14
	2 10	18

Ferner ist zu beachten, daß im Verhältnis zu *Rana clamitans* der Zeitraum der Regeneration bei den Larven von *Rana temporaria* ein bedeutend längerer war.

Die Feststellung der Wachstumsbeschleunigung des Regenerats bei den Kaulquappen von *Rana temporaria* nach Entfernung eines größeren Stückes verdient besondere Berücksichtigung<sup>1)</sup>. Wie be-

<sup>1)</sup> Es ist zu bemerken, daß der erste Anfang der Regeneration des Schwanzes nach Beseitigung seines größeren Teiles (z. B. 10 mm) etwas langsamer verläuft als der Anfang der Regeneration bei den Kaulquappen, denen nur 5 mm des Schwanzes abgeschnitten worden sind. Dies bestätigen die Ellis'schen Untersuchungen (09). Es ist möglich, daß die Ursache dieser Erscheinung in der verringerten Bewegungsfunktion des Schwanzes liegt. Entfernt man der Kaulquappe 10 mm vom Schwauze, so sind ihre Bewegungen, zumal in den ersten Tagen, bedeutend schwächer als die Bewegungen der Kaulquappen, denen 5 mm abgeschnitten worden sind. Auf Grund der Untersuchungen von W. Harms (10), der nachgewiesen hat, daß eine Abhängigkeit zwischen der gesteigerten Funktion des Schwanzes und dem beschleunigten Wachstum des Regenerats besteht, kann man vermuten, daß der Unterschied in dieser Anfangsgeschwindigkeit des Wachstums des Regenerats eben durch die geschwächte Funktion des Schwanzes bedingt wird. In den späteren Stadien erfolgt eine deutliche Änderung in der Geschwindigkeit des Wachs-

reits bemerkt wurde (vgl. S. 197), stoßen wir nach Entfernung von 10 mm Schwanzlänge im Bereiche der Muskelplatten auf das Blutgefäßnetz, welches im Vergleich mit den Gefäßen, die am Schnitte bei Entfernung von 5 mm vorhanden sind, bedeutend dichter ist. Vergleichen wir also eine gleichgroße Fläche dieser beiden Schwanzteile miteinander, so finden wir eine weit höhere Zahl von Gefäßen in der vom Schwanzende 10 mm entfernten Fläche. Die Vermutung, daß die Ernährungsverhältnisse des sich nach Entfernung eines größeren Stückes bildenden Regenerats günstiger gestalten, ist daher berechtigt. Da neben den günstigeren Ernährungsbedingungen zugleich eine Steigerung der Geschwindigkeit des Wachstums statt hat, so ist die Annahme nicht unwahrscheinlich, daß diese zwei Erscheinungen in einem engeren kausalen Verhältnis zueinander stehen.

Die mittleren Stadien der Gefäßverteilung im Regenerate bieten außer den von uns schon beschriebenen keine neuen Details dar. Wir wollen also jetzt zur Beschreibung der Gestaltung der Gefäße im Regenerate nach Vollendung seines Wachstumsprozesses übergehen.

In der Lymphgefäßgestaltung im Regenerate nach Entfernung eines Abschnittes von 5 mm Länge ließen sich zwei Erscheinungsformen unterscheiden. Die ersten repräsentieren 3 in den Frühmonaten des Frühlings gezüchtete Kaulquappen, deren Regenerat 2, 2·5 und 3 mm Achsenlänge besaß. Die Anordnung der Lymphgefäße im Regenerate unterschied sich fast in nichts von derjenigen im normalen Schwanze. Aus dem dorsalen und ventralen Lymphgefäßstamm verliefen im Flossensaume des Regenerats die Seitenzweige mehr oder minder senkrecht, wie das Fig. 2 für die Gefäßverteilung im normalen Schwanze darstellt.

Anders verhielt sich eine ganze Reihe von Kaulquappen, die bis Ende Mai 23 und 25 Tage lang nach der Operation gezüchtet wurden und deren Regenerat in einer kürzeren Zeit eine Länge von 3·25—4·25 mm erreichte. Hier zeigte die Anordnung der Lymphgefäße gewisse Veränderungen, die in Fig. 4 dargestellt sind. Man

tums. Sie kann nicht von der Funktion des Organs abhängig sein, denn in diesem Falle wäre das Verhältnis in der Wachstumsgeschwindigkeit ein entgegengesetztes. Die Ursache ist anderswo zu suchen.



sieht deutlich, daß die Seitenäste von den Lymphstämmen sich unter einem spitzen Winkel abzweigen und weiterhin beinahe parallel zu ihnen verlaufen. Abgesehen von anderen oben beschriebenen Merkmalen, kann man auf den ersten Blick das vollendete Regenerat eben an der verschiedenartigen Anordnung der Seitenzweige der Lymphgefäße erkennen. Im normalen Abschnitt des Schwanzes findet man zahlreiche Lymphgefäße zwischen den Muskelplatten bis

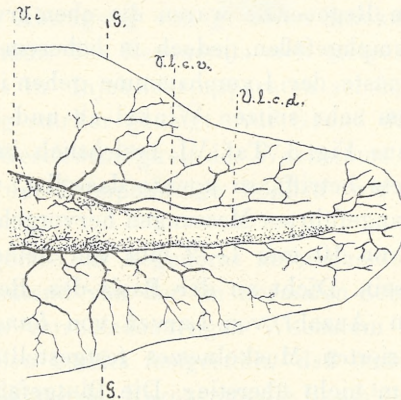


Fig. 4. Schwanzende einer Larve von *Rana temporaria* mit 3 mm langem, vollendetem Regenerate. Die Lymphgefäße wurden mit Hilfe des Abbe'schen Apparates gezeichnet. *V. l. c. d.* dorsaler Lymphgefäßstamm des Schwanzes, *V. l. c. v.* ventraler Lymphgefäßstamm des Schwanzes, *V. i.* intermuskuläre Lymphgefäße, *G.* Schnittfläche. 16-fache Vergr.

zur Schnittfläche, wie dies übrigens auch an den nicht operierten Exemplaren sichtbar ist.

Im Regenerat, dessen Muskelsystem die frühere Gestalt nicht erreicht, sind diese Gefäße nicht vorhanden. Mit den abweichend verlaufenden Seitenästen bilden auch diese Gefäße ein Merkmal, woran man die frühere Schnittfläche in den regenerierten Schwänzen bestimmen kann. Die Blutgefäße im vollendeten Regenerate lassen größere Unterschiede im Verhältnis zu dem normalen Schwanzabschnitt nicht erkennen, nehmen jedoch eine größere Fläche ein als im normalen Schwanz (vgl. Fig. 1). Infolgedessen wird die gefäßlose Randpartie enger als im normalen Schwanz. Wie bereits erwähnt, sind die Maschen des Gefäßnetzes im Flossensaume des Regenerats enger als normal. In den peripheren Partien des Netzes

konnte man Gefäßsprosse bemerken. Solche Sprosse im Bereiche des Endes der Chorda gab es entweder gar nicht, oder sie traten nur vereinzelt auf. Die Regeneration war also der Länge nach vollendet, in der Breite dagegen mußten noch gewisse unbedeutende Ausgleichungen der Ränder des Flossensaumes erfolgen.

Nach Abtragung eines Abschnittes von 10 mm Länge erhielt ich nur in einigen Fällen ein dem abgeschnittenen Teile gleich langes Regenerat. Sowohl in diesen Fällen, wie auch in anderen bei einem kürzeren Regenerate waren die oben erwähnten Erscheinungen an den Lymphgefäßen, jedoch in höherem Grade wahrzunehmen. Die Seitenäste der Lymphstämme gehen in überwiegender Anzahl unter einem sehr spitzen Winkel ab und sind stark verlängert, wie dies aus Fig. 3, Taf. VI, ersichtlich ist. Was das lymphatische Muskelnetz betrifft, so konnte dasselbe, wie aus den auf S. 191 (Tabelle I) angeführten Messungen hervorgeht, bei Abtragung eines Abschnittes von 10 mm 1—2 mm von seinem Ende angeschnitten worden sein. Dicht an der Basis des Regenerats konnte bei einer größeren Anzahl von Larven von *Rana temporaria* der Beginn des regenerierten Muskelnetzes festgestellt werden, dessen Breite jedoch 1 mm nicht überstieg. Die Blutgefäße bilden im Regenerat ein bedeutend dichteres Netz als normal, welches stets bis knapp an den Rand des Flossensaums reichte. In vielen Fällen hatte ich Gelegenheit, die Verlängerung der Maschen der Blutgefäße in der Richtung des Wachstums des Regenerats festzustellen.

Wie wir aus der obigen Beschreibung entnehmen, ist die Anordnung der Lymph- und auch der Blutgefäße in Regeneraten von der im normalen Schwanze etwas abweichend. Diese Abweichungen sind nach Abtragung von kurzen Stücken nur gering, dagegen größer nach Abtragung von größeren Stücken. Ferner ergibt sich aus der Untersuchung von zahlreichen Serien von Larven verschiedenen Alters, von jungen und der Vollendung der Metamorphose bereits nahe stehenden, daß eine etwaige Abhängigkeit der Regeneration der Gefäße vom Alter nicht besteht. Nur in einem Falle, bei einer alten Larve von *Rana temporaria*, bei welcher das Regenerat 9 mm Länge hatte, beobachtete ich, daß die Hauptlymphstämme des Schwanzes nicht regeneriert waren, sondern durch Fortsetzungen der Seitenäste im Regenerate ersetzt wurden, eine Erscheinung, die bei der Schwanzregeneration bei *Pelobates*-Larven gewöhnlich ist.

Die Resultate der bereits beschriebenen Untersuchungen und noch zahlreicher anderer gestatten, den Schluß zu ziehen, daß die Neigung der Seitenzweige der Lymphstämme im Regenerat desto deutlicher ist, je rascher die Regeneration vor sich gegangen ist. Sehr deutlich ist dies aus den S. 204 erwähnten Untersuchungsreihen ersichtlich, woselbst bei langsamerem Wachstum des Regenerats die Lymphgefäße in demselben normal verliefen, dagegen bei schnellerem Wachstum stark geneigt waren. Ferner habe ich dargetan, daß nach Abtragung von größeren Stücken die Geschwindigkeit des Wachstums des Regenerats sich steigert. In diesem Falle sind, wie wir es in Injektionspräparaten sehen, die Lymphgefäßzweige durchweg stärker geneigt. Auf Grund dieser ständigen Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Wachstums des Regenerats und der Anordnung der Lymphzweige können wir folgende Schlüsse ziehen:

Die Lymphgefäße im Regenerat unterscheiden sich durch ihre Anordnung bedeutend von der im normalen Schwanz. Die Ursache dafür ist in dem verschiedenartigen Wachstum des Regenerats zu suchen. Wir haben bereits festgestellt, daß eines von den Merkmalen des Wachstums des Regenerats die Beschleunigung des Wachstums in einer gewissen Richtung ist (S. 198). Das erlaubt uns die Regeneration des Kaulquappenschwanzes als ein nach der Przibram'schen (04, 05, 08, 09) Theorie beschleunigtes normales Wachstum zu betrachten, zumal dafür die dem normalen Wachstum in histologischer Hinsicht gleichkommende Regeneration der Blutgefäße und höchstwahrscheinlich auch der Lymphgefäße <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Daß E. Clark (09) in der normalen Entwicklung der Lymphgefäße und ihrer Regeneration keinen Unterschied findet, bezeugt die Anmerkung (vgl. S. 191), in welcher er sagt, daß die Entwicklungsprozesse dieser Gefäße sich bequem im regenerierenden Schwanze beobachten lassen, da ihre Entwicklung bedeutend rascher verläuft. Was die anderen Ergebnisse der Untersuchungen dieses Verfassers betrifft, so muß ich bemerken, daß ich bei den von mir untersuchten Kaulquappen von *Rana temporaria* im normalen Schwanze keine solchen intensiven Sproßbewegungen der Lymphgefäße beobachten konnte, wie sie Clark bei den Kaulquappen der amerikanischen Froscharten beschreibt. Bewegungen sind vorhanden, doch sind sie sehr langsam. Im Regenerate dagegen bemerkte ich an den lymphatischen Endzweigen so intensive Bewegungen, daß sie vollkommen den Beschreibungen Clark's entsprechen könnten. Es gelang mir nicht, die von Clark beschriebene Aufnahme von ausgetretenen roten Blutkörperchen durch die Lymphgefäße zu beobachten, obwohl ich eifrig darnach suchte. Zu diesem Zwecke führte

spricht [vgl. Arnold (71), Fraisse (85), Barfurth (91)]; dafür spricht ferner dieselbe Reihenfolge des Wachstums beider Arten von Gefäßen, zumal Blut- und Lymphgefäßen im Regenerate, wie dies auch im normalen Wachstum der Fall ist. Die verschiedenartige Gestaltung der Lymphgefäße, d. i. die Verlängerung der Zweige in der Richtung des Wachstums des Regenerats und auch die zeitweilige Verlängerung der Maschen des Blutgefäßnetzes, sind der Ausdruck des beschleunigten Wachstums des Regenerats in der Richtung der langen Schwanzachse (bei senkrechtem Schnitte).

W. Roux nimmt in der „Theorie der Gestaltung der Blutgefäße“ [Opperl-Roux (10)] als einen Faktor des Längenwachstums der Gefäße vor allem „die dehnende Wirkung der wachsenden Umgebung“ an (vgl. S. 93, 94, 95) und an einer anderen Stelle sagt er: „das Längenwachstum folgt dem Wachstum der äußeren Umgebung des Gefäßes“ (S. 97). Die Regeneration der Schwanzgefäße der Kaulquappen scheint dafür weitere Beweise zu liefern.

Die Art und Weise der Gefäßgestaltung im vollendeten Regenerat gestattet also, eine zweifache Art ihrer gestaltlichen Anpassung zu unterscheiden:

a) Die Verdichtung des Blutgefäßnetzes würde ein Bild der gestaltlichen Anpassung der Gefäße an den vermehrten Stoffverbrauch im Parenchym infolge des Wachstums sein [Roux W. (10)].

Ich eine Reihe von feinen Beschädigungen des Flossensaumrandes aus, wodurch schwache Extravasate entstanden. Aber weder im Falle von künstlichen noch im Falle von natürlichen Extravasaten konnte ich die Beseitigung der ausgetretenen Körperchen durch die Gefäße beobachten. Die extravasierten roten Blutkörperchen wurden ausschließlich durch die aus den Gefäßen ausgewanderten Leukozyten aufgenommen und resorbiert. Eine solche Phagozytose wurde schon früher von E. Metschnikoff (85) und Barfurth (87) bei Untersuchung der Resorption des Froschlarvenschwanzes beschrieben. Auch Ranvier [(88) vgl. S. 156] erwähnt sie, indem er das Verhalten der weißen Blutkörperchen in der Lymphe bespricht, von der einige Tropfen dem Lymphsack des Frosches entnommen wurden. Fraisse [(85) vgl. S. 137] vermutet, daß die infolge der Entstehung einer Wunde extravasierten roten Blutkörperchen von gleichem Schicksale getroffen werden. Im Regenerat läßt sich sehr oft eine solche Phagozytose bemerken. Diese Tatsache beweist, daß bei den Larven von *Rana temporaria* die Beseitigung der extravasierten Blutkörperchen sich vor allem vermittels der weißen Blutkörperchen vollzieht. Die Erscheinung der Aufnahme der extravasierten Blutkörperchen durch Lymphgefäße muß mindestens selten sein.

b) Die Verlängerung der Lymphgefäßzweige und der Maschen des Blutgefäßnetzes in der Richtung des Wachstums des Regenerats kann als ein Bild der gestaltlichen Anpassung der Gefäße an das Wachstum des Regenerats betrachtet werden [Roux W. (10)].

## II. Die Lymphgefäßgestaltung in dem normalen Schwanze und im Regenerate der Larven von *Pelobates fuscus*.

Die Untersuchungen, die an dieser Kaulquappengattung vermittels der Injektionsmethode vorgenommen wurden, beziehen sich ausschließlich auf die Lymphgefäße; die Regeneration der Blutgefäße wurde nicht untersucht.

Über die Verteilung der Lymphgefäße im Schwanze der Larve von *Pelobates fuscus* hat bereits Langer (68) Untersuchungen angestellt; da sich jedoch einige Ungenauigkeiten in seiner Beschreibung finden, bin ich genötigt, etwas genauer darauf einzugehen. Bei jungen Larven ist die Anordnung der Lymphgefäße derjenigen bei den Larven von *Rana temporaria* vollkommen ähnlich. Etwas anders verhalten sich ältere Larven von *Pelobates*. Von den zwei Hauptstämmen der Lymphgefäße, die an dem dorsalen und dem ventralen Rande der Muskelplatten verlaufen, entspringen ins Innere des Flossensaumes zahlreiche Zweige, welche bei älteren Larven ungemein reich verzweigt sind. Dieses Netz bildet sich im Vergleich mit dem Blutgefäßnetz erst später und bleibt unvollständig. Im Flossensaume von jungen Kaulquappen, deren ganzer Schwanz relativ dünn ist, liegen sowohl die Blut- wie auch die Lymphgefäße in einer Ebene. Da bei den älteren großen Larven die Muskelplatten und der Flossensaum bedeutend dicker sind, ändert sich in demselben auch die Gefäßverteilung, wie dies am besten an dicken Querschnitten durch den Schwanz zu beobachten ist (Taf. VI, Fig. 1). Wir sehen, daß von den Gefäßen, die in der Mittelebene des Flossensaumes liegen und uns schon von jungen Kaulquappen bekannt sind, seitliche Abzweigungen in der Richtung der beiden Flossensaumebenen verlaufen. Dicht unter der Haut verästeln sich diese kleinen Zweige noch weiter, die Verzweigungen vereinigen sich wieder an manchen Stellen und bilden ein feines subkutanes Netz des Flossensaumes. Es bestehen also bei älteren *Pelobates*larven drei Schichten von Lymphgefäßen im Flossensaum, eine rechte, eine linke und eine mittlere. Langer behauptet

dagegen, daß im dicken Teile des Flossensaumes der älteren Larven die Lymphgefäße sich nur in zwei Schichten ordnen.

Bei jungen Larven zweigen sich von beiden Lymphgefäßstämmen des Schwanzes zahlreiche Äste ab, welche ähnlich wie bei den Larven von *Rana temporaria* zwischen den Muskelplatten in der Richtung der Chorda verlaufen. Für die Kaulquappen von *Rana temporaria* sind sie zum ersten Male von Hoyer (05) beschrieben worden. Bei *Pelobates* waren sie bisher unbekannt und wurden auch von Langer nicht beobachtet. Eigenartig verhalten sich diese Lymphgefäße im Schwanze von bereits großen Larven. Zwischen den Muskelplatten, die die Chorda dorsal und ventral umfassen, liegt eine ansehnliche Schicht von Gallertgewebe. Am stärksten entwickelt ist es im proximalen Teile des Schwanzes bis an seinen Ansatz, wo der Zwischenmuskelraum infolge der stärkeren Ausbildung der Muskeln der Chorda dorsalis und des Nervenrohres sich verringert. Infolgedessen ist die Anzahl der intermuskulären Gefäße im Schwanzansatze, zumal auf der Dorsalseite eine geringere. Von dieser kurzen Strecke abgesehen, verdient die proximale Schwanzhälfte infolge der Anordnung der Lymphgefäße besondere Berücksichtigung. An einer Reihe von dicken Schnitten durch diesen Schwanzabschnitt konnte ich feststellen, daß die intermuskulären Lymphgefäße sich in Gestalt eines auf den inneren Flächen der Muskelplatten liegenden Netzes anordnen (Taf. VI, Fig. 1). Da sich außerdem auf den beiden äußeren Flächen die schon beschriebenen Netze von Lymphgefäßen befinden, so sind in dieser Gegend im ganzen vier Schichten von Lymphgefäßen vorhanden, zwei an der Außenfläche und zwei an der Innenfläche, die vermittels zahlreicher, die Muskelplatten durchdringender Gefäße miteinander verbunden sind. Diese Gefäße sind nur bei sehr genau injizierten Präparaten sichtbar. Im Endabschnitte des Schwanzes konnten innere Lymphgefäßnetze der Muskeln nicht festgestellt werden. Sie werden durch zahlreiche unregelmäßig angeordnete intermuskuläre Gefäßäste ersetzt.

Was die Ausdehnung des äußeren Lymphgefäßnetzes auf den Muskeln betrifft, so vermochte ich dieses bei den überwinternden Larven, deren Schwanz manchmal eine Länge von 60 mm erreicht, fast in der ganzen Ausdehnung der Muskelplatten nachzuweisen. Nur auf einer Strecke von 6—10 mm von der Schwanzspitze ließ sich das Netz gewöhnlich nicht injizieren. Über junge Larven kann

ich nichts Sicheres angeben. Bei sechs Larven von einer Körperlänge von 14—15 cm und einer Schwanzlänge von 19—23 mm erstreckte sich das Gefäßnetz, vom Schwanzansatze gerechnet, über eine Strecke von 10—6 mm.

Zu meinen Untersuchungen über die Regeneration der Lymphgefäße diente mir zweierlei Material: das eine stammte aus dem Monate Juni und den ersten Tagen des Juli, das andere wurde im Herbste operiert und den ganzen Herbst und Winter hindurch gezüchtet. Die unten angegebenen Resultate beziehen sich auf Kaulquappen, deren Schwanzregeneration in der größeren Anzahl der Fälle vollendet war.

Die primitivsten Verhältnisse, welche ich feststellte, fand ich bei jungen Kaulquappen, die im Sommer operiert worden waren. Die Länge des abgeschnittenen Schwanzteiles betrug 12 mm und weniger. Dabei konnte dasselbe, wie bei den Larven von *Rana temporaria* festgestellt werden, nämlich die Neigung der Lymphgefäßzweige im Flossensaum des Regenerats in der Richtung seines Wachstums. Eine von diesen Kaulquappen verdient besondere Beachtung. Im Laufe von 14 Tagen nach Entfernung von 6 mm Schwanzlänge bildete sie ein 5·5 mm langes Regenerat. Die Anordnung der Lymphgefäße in diesem Regenerate stellt Fig. 5 dar. Wir sehen, daß in das Regenerat sämtliche bei der Abtrennung getroffenen Lymphzweige zweiter Ordnung eingewachsen sind. Von den regenerierten Hauptstämmen zweigen sich keine seitlichen Äste ab, sondern wir sehen an deren Stelle Gefäße treten, welche den Stämmen parallel verlaufen und aus den Seitenzweigen der Lymphgefäßstammzweige erster Ordnung hervorgegangen sind. Die der *Chorda dorsalis* parallele und somit auch in der Richtung des Wachstums gelegene Anordnung der Gefäße ist hier deutlicher als an anderen oben besprochenen Kaulquappen. Dies steht wahrscheinlich mit dem verhältnismäßig rascheren Wachstum des Regenerats bei dieser Art in Verbindung.

Andere Untersuchungsergebnisse erhielt ich bei ebenfalls im Sommer operierten, aber etwas größeren und älteren Kaulquappen. Die durchschnittliche Länge der Kaulquappen betrug 35·5 mm, die durchschnittliche Länge des entfernten Abschnittes 17·5, die durchschnittliche Länge des Regenerats 7·6, die Regenerationsdauer 23 Tage. Mit Rücksicht auf die Resultate wird man sie am besten in

zwei Gruppen zusammenfassen können. Der ersten Gruppe gehören zwei, der anderen sechs an. Die erste Gruppe ergab unsichere Resultate.

Nr 1. An der Dorsalseite bildet der kaudale Lymphgefäßstamm das wichtigste Gefäß des Regenerats, an der Ventralseite finden wir am Ende des kaudalen Lymphgefäßstammes im Bereiche der Schnittlinie ein Extravasat, das beim Injizieren entstand. Die Gefäße, die im Regenerate sich injiziert haben, sind stark in der

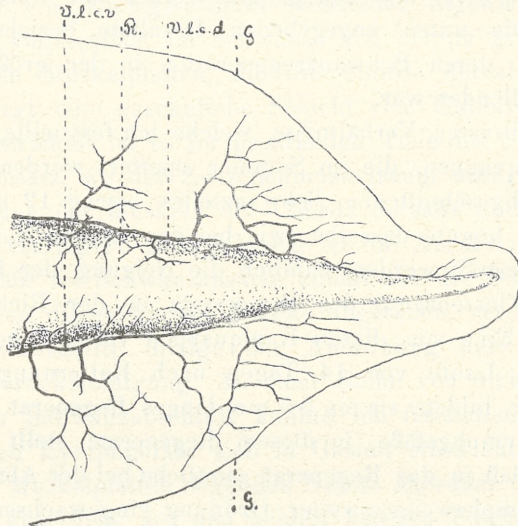


Fig. 5. Schwanzende einer Larve von *Pelobates fuscus* mit 5·5 mm langem Regenerate. Die Lymphgefäße wurden mit Hilfe des Abbe'schen Apparates gezeichnet. R. erste Spur des Lymphgefäßnetzes der Muskeln. Im übrigen wie Fig. 4. 6·9-fache Vergr.

Richtung gegen den Flossenrand entwickelt und haben mit der Verlängerung des dorsalen Lymphgefäßstammes nichts gemein. Sie bilden nämlich einen verlängerten Nebenzweig des Seitenzweiges des Lymphgefäßstammes von diesem Teile des Flossensaumes an, welcher unmittelbar an das Regenerat anstößt. Dieses in den Schwanzregeneraten der Larven vom *Pelobates* oft auftretende Gefäß kann infolge seiner Lage „das Randgefäß des Regenerats“ genannt werden.

Nr 2. An der Dorsalseite ist einzig das Randgefäß injiziert worden, an der Ventralseite verlängert sich der kaudale Lymph-



gefäßstamm in das Regenerat bis zu  $\frac{1}{4}$  seiner Länge; über ihm liegt das Randgefäß und erreicht die Hälfte des Regenerats. Dieses Exemplar ist nicht vollständig injiziert.

Während die Bilder der injizierten Gefäße dieser zwei Kaulquappen gewissen Zweifel zulassen, sind sie in den folgenden sechs ganz klar und übereinstimmend. Die kaudalen Lymphgefäßstämme verlängern sich nicht in die Regenerate dieser Kaulquappen und ihre Rolle übernehmen die Randgefäße. Eines davon stellt Fig. 6

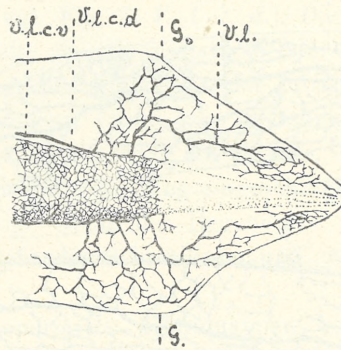


Fig. 6. Schwanzende einer Larve von *Pelobates fuscus* mit 8·75 mm langem Regenerate. *v. l.* Randgefäß des Regenerats, im übrigen wie Fig. 4 und 5. Die Zeichnung ist nach einem mit Berlinerblau injizierten Exemplare angefertigt. 2·7-fache Lupevergr.

vor. Der Hauptunterschied in der Gefäßanordnung des Regenerats beider Gruppen besteht darin, daß in der ersten Gruppe der kaudale Hauptstamm der Lymphgefäße wenigstens teilweise die Fähigkeit einer Regeneration aufweist, in der zweiten Gruppe ihn im Regenerate „das Randgefäß“ vertritt.

Hier könnte der Einwand erhoben werden, daß Injektionspräparate keine genügende Beweiskraft haben. Darauf wäre zu entgegnen, daß bei der Injektion in einen Hauptstamm der Farbstoff sich unter normalen Bedingungen zunächst in diesem ausbreitet und dann erst in dessen Seitenäste eindringt. Die Randgefäße sind aber aus der Verzweigung der Seitenäste hervorgegangen und füllen sich bei der Injektion momentan mit Übergehung der Verlängerung des Hauptstammes.

Schließlich habe ich auch an Querschnitten durch das Regenerat eine Fortsetzung des Hauptstammes nicht auffinden können,

Bei sämtlichen Kaulquappen dieser Serie war das Lymphgefäßnetz auf den Muskelplatten des Regenerats nicht vorhanden.

Daß der Lymphgefäßstamm im Regenerate tatsächlich durch das Randgefäß ersetzt werden kann, beweist ferner eine im Herbst operierte, verhältnismäßig sehr kleine Kaulquappe von *Pelobates*<sup>1)</sup>.

Am 6/XI 1909, dem Tage der Operation, betrug die Länge der

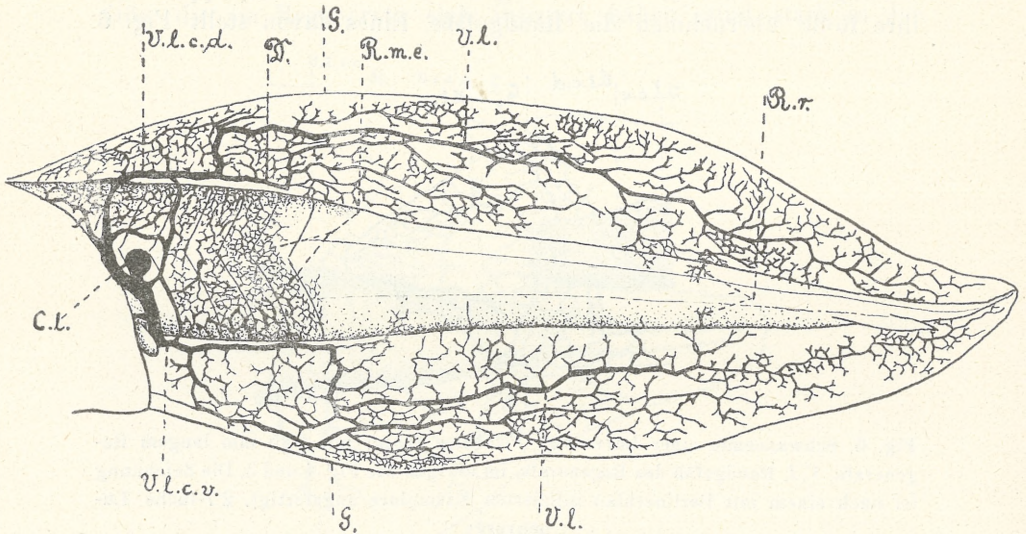


Fig. 7. Schwanz einer Larve von *Pelobates fuscus* mit 19·5 mm langem Regenerat, in welchem die Lymphgefäße dargestellt sind. *R. r.* erste Spur des regenerierten Lymphgefäßnetzes der Muskeln, *D.* degenerierter Teil des dorsalen Lymphgefäßstammes, *C. l.* Lymphherz (*cor lymphaticum*), *R. m. e.* äußeres Lymphgefäßnetz der Muskeln. Im übrigen wie Fig. 4 und 6.

ganzen Kaulquappe 28 mm, wovon 16 mm auf den Schwanz entfielen. Die Abtrennung betrug 12 mm. Am 5/I 1910 wurde die Kaulquappe injiziert; die Länge der ganzen Larve betrug 41·5, des Schwanzes 26, des Regenerats 19·5 mm. Die Regeneration und das Wachstum der Kaulquappe dauerte zwei Monate. Das Resultat war ein sehr merkwürdiges. Die Anordnung der Lymphgefäße stellt Fig. 7 dar. Die kaudalen Lymphgefäßstämme des Schwanzes sind

<sup>1)</sup> Auch Pflüger [(83) vgl. S. 144] hatte Gelegenheit, noch Ende Oktober kleine Larven von *Pelobates* von 3 bis 4 cm Länge neben ausgewachsenen Individuen zu finden.

nicht regeneriert, sondern ganz durch die reichlich verzweigten Randgefäße ersetzt. Daß in diesem Falle von einem durch die Methode bedingten Irrtum keine Rede sein kann, beweist der Umstand, daß die zahlreichen Verzweigungen der Randgefäße die ganze Ebene des regenerierten Flossensaumes einnehmen, so daß es auch für den Hauptstamm der Lymphgefäße an Raum fehlt. Außerdem kann man am dorsalen Flossensaum bemerken, daß das Ende des Lymphgefäßstammes, welches die Schnittgrenze erreicht, bedeutend dünner ist als sein Seitenzweig, welcher sich in das Regenerat als Randgefäß verlängert (vgl. Fig. 7 *V. l. c. d.*). Dies spricht für Degeneration dieser Strecke des Hauptstamms oder für seine Verengung infolge der verringerten Funktion. Der proximale Teil des Lymphgefäßstammes kommt an Dicke dem Seitenzweig, in den er übergeht, gleich. Es ist dies wieder ein Beweis, daß der Lymphstrom vom Regenerat eben diesen Weg eingeschlagen hat. Das Randgefäß ist daher das einzige Gefäß des Regenerats. Das Lymphgefäßnetz der Muskeln erreicht die Schnittlinie und weist keine Regeneration auf.

Der Rest der operierten Kaulquappen besteht aus sehr alten Exemplaren, daher ist das Resultat wieder unsicher. An einem Teil der Kaulquappen, und zwar an einem bedeutend geringeren, war die Regeneration der Lymphgefäßstämme vorhanden, in den Regeneraten des anderen Teiles dagegen nicht festzustellen. Es lassen sich daher zwei Typen der Gefäßverteilung unterscheiden:

1) Als Beispiel des ersten kann eine mit besonderer Sorgfalt behandelte Kaulquappe dienen. Gleich nach der Operation wurde der abgeschnittene Teil injiziert und in Formol aufbewahrt. Neben der Kaulquappe mit dem Regenerate (Fig. 8 oben) sehen wir den abgeschnittenen Schwanzteil (Fig. 8 unten). Die Gefäßverteilung im letzteren gibt ein Bild der bereits bekannten Verhältnisse im normalen Schwanz. Während die Anordnung im dorsalen Flossensaum den normalen Verhältnissen durchaus entspricht, sind die Seitenzweige des ventralen Hauptstamms schräger gestellt als normal. Das Muskelnetz ist gut ausgebildet. Fig. 8 stellt diese Kaulquappe nach 22 Tagen der Regeneration dar. Die Länge der ganzen Larve betrug 46·5, des Schwanzes 21·5, des Regenerats 10·5 mm, die Länge des abgetragenen Abschnittes 18 mm. Beim Vergleich der Gefäße des Regenerats mit denen des abgeschnittenen Teils bemerken wir, daß die regenerierten Zweige sich in dem Flossen-

saume der Chorda und hiemit auch der Richtung des Wachstums des Regenerats parallel angeordnet haben. Auf der dorsalen Seite ist der kaudale Lymphgefäßstamm regeneriert, stellt aber ein einfaches, unverzweigtes Gefäß dar. In dem Seitenteile des Flossensaumes finden wir Gefäße, die aus den primären Seitenzweigen der

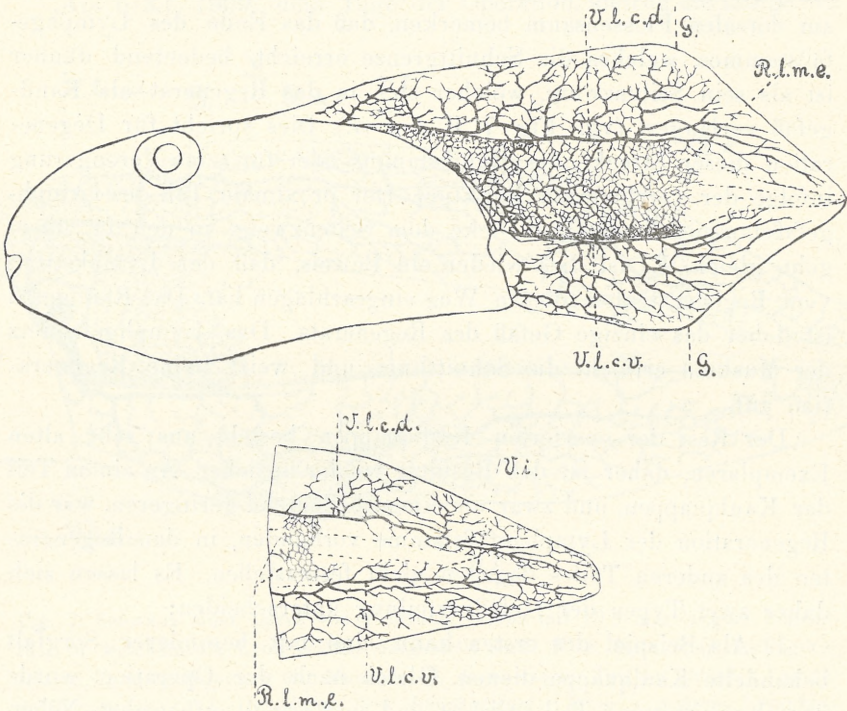


Fig. 8. Oben: Larve von *Pelobates fuscus* mit Lymphgefäßen, welche mit Berlinerblau injiziert wurden. Regenerat von 10·5 mm Achsenlänge. — Unten: Normales Schwanzende derselben Larve von 18 mm Achsenlänge, das nach Abtragung sofort mit Berlinerblau injiziert wurde. — Fast doppelte Lupenvergrößerung. — *R. l. m. e.* äußeres Lymphgefäßnetz der Muskeln; im übrigen wie Fig. 4.

Lymphgefäßstämme entspringen. Diese Zweige entsprechen jedoch in ihrer Dicke dem regenerierten Lymphgefäßstämme. Von einem Randgefäße, welches den Hauptstamm der Lymphgefäße ersetzen könnte, kann keine Rede sein. Es gelang nicht, die Regeneration des Muskelnetzes nachzuweisen. Ein ähnliches Resultat ergaben noch zwei weitere Kaulquappen.

2) Der zweite Typus entspricht ungefähr den Verhältnissen wie bei der auf Seite 214 (Fig. 7) beschriebenen Kaulquappe. Die Regenerate dieser Kaulquappen sind zumeist jünger, zwei von ihnen wurden zwei Monate nach der Operation injiziert, sieben nach 20—36 Tagen. Abgetragen wurden Abschnitte von 14—30 mm Länge. Die Larve war 53—77·5 mm, der Schwanz 27—44, das Regenerat 8·5—16·5 mm lang. In den Regeneraten war eine Verlängerung des Lymphgefäßstammes nicht zu finden, dagegen bildet das Randgefäß das Hauptgefäß des Regenerats. Ebenso ließ sich in keinem Falle eine Regeneration des Muskelnetzes beobachten. Zwei Kaulquappen dagegen wiesen eine gewisse Komplikation auf, welche Beachtung verdient. In den Regeneraten dieser beiden Kaulquappen verlaufen in den beiden Abschnitten des Flossensaumes zwei lange Gefäße, welche hier aus dem äußeren Netze der Muskellymphgefäße des Schwanzes eingewachsen sind. Wir finden sie an der Stelle, wo man die Hauptstämme der Lymphgefäße des Schwanzes erwarten sollte, sie liegen nämlich dicht den regenerierten Muskelplatten an. Die gleiche Wahrnehmung machte ich auch bei drei dieser Gruppe nicht angehörenden Kaulquappen. Diese Erscheinung ist von gewisser Bedeutung, da alle Exemplare von Larven der Art *Pelobates fuscus*, sowohl die jungen wie die alten das Lymphgefäßnetz sonst nicht regenerierten. Die beschriebenen Fälle stünden daher damit in einem gewissen Widerspruche zueinander.

Wir können also verschiedene Arten der Gestaltung der Lymphgefäße des Regenerats des Larvenschwanzes von *Pelobates fuscus* unterscheiden.

Die primitivste und den bei *Rana temporaria* erhaltenen Ergebnissen am meisten entsprechende Art findet sich bei den jüngsten Larven. Die verschiedene Anordnung der Lymphgefäße im Regenerate bringen wir auch hier mit dem durch verschiedene Geschwindigkeit bedingten Wachstum des Regenerats in Beziehung. Der höhere Grad von Veränderungen in der Anordnung der Lymphgefäße ist der Ausdruck der Beschleunigung der Wachstumsgeschwindigkeit des Regenerats, welche wiederum von der Größe des abgetragenen Stückes abhängt. Im Regenerate der Larven von *Rana temporaria* verliefen die Seitenäste der Lymphgefäßstämme, welche in das Regenerat eingedrungen waren, stark gegen die Chorda geneigt. Solche Verhältnisse kommen lediglich bei jungen Kaulquap-

pen von *Pelobates fuscus* vor. In den Regeneraten der älteren Larven dieser Art stellen sich die Lymphgefäßstämme, insofern sie überhaupt regenerieren, als dünne, unverzweigte Gefäße dar. Statt der schrägen Seitenzweige der Hauptstämme verlaufen Lymphgefäße den letzteren parallel. Dieselben bilden Verlängerungen der Äste erster Ordnung derjenigen Seitenzweige, welche der Schnittlinie am nächsten lagen (Fig. 5 u. 8).

Auffallend ist, daß im Regenerate des Schwanzes in der überwiegenden Anzahl von Fällen der Lymphgefäßstamm fehlt und dafür das stärker entwickelte Randgefäß auftritt. Da dies jedoch, wie beschrieben, nicht immer der Fall ist, so steht die Bildung des Randgefäßes nicht in unmittelbarer Beziehung mit der Regeneration des Schwanzes, sondern ist von noch unbekanntem Faktoren abhängig.

Das Fehlen des Lymphgefäßnetzes auf den Muskelplatten des Regenerats kann nicht durch Ausbleiben der Injektion erklärt werden, denn in einigen Fällen (vgl. S. 217) waren aus dem im Schwanzstummel vorhandenen Netze lange Gefäßchen ins Innere des Flossensaumes des Regenerats eingewachsen. Die Annahme also, daß es in diesem Falle nicht injiziert worden ist, erscheint ausgeschlossen, denn, wenn der Farbstoff in Gefäße dieses Netzes dringt, die oft bis an das Ende des Regenerats reichen, ist ein Ausbleiben der Injektion im Netz auf den Muskeln des Regenerats undenkbar. Fehlt nun diese, so ist mit vollster Sicherheit anzunehmen, daß ein solches Netz auf den Muskeln des Regenerats nicht vorhanden ist. Die Ursache, weshalb die Regeneration des Lymphgefäßnetzes nicht zustande kommt, läßt sich aus der Betrachtung der Entwicklung und Anordnung der Lymphgefäße auf den Muskelplatten des Schwanzes von normalen Larven erschließen.

Von den kaudalen Lymphgefäßstämmen zweigen sich nämlich kurze Äste ab, welche über die Kanten der Muskelplatten hinweg sich auf der äußeren Fläche derselben ausbreiten. Ferner dringen aus der Tiefe feine Lymphgefäße durch die Muskelplatten auf deren Oberfläche, und schließlich bilden die hinteren Lymphherzen Zentren, von denen Lymphgefäße auf die Muskelplatten ausstrahlen. Durch Vereinigung dieser drei Kategorien von Gefäßen entsteht zunächst in der Umgebung der hinteren Lymphherzen am Schwanzansatze ein Netz, welches sich späterhin weiter distal ausbreitet. In dem distalen Abschnitte des normalen Schwanzes sind

die die Muskelplatten durchdringenden Gefäße entweder nur sehr spärlich oder gar nicht vorhanden, wenn auch die Muskelplatten selbst in regelmäßiger Weise zu Myomeren angeordnet sind und eine gewisse Dicke aufweisen. Lymphherzen sind daselbst nicht vorhanden, so bleiben dann nur die kleinen, über die Myomerenkanten hinwegwachsenden Lymphgefäße übrig, durch deren Verbindung eine schwache Anlage des Netzes gebildet werden kann. Berücksichtigen wir weiter, daß in Regeneraten die Anordnung der Myomeren eine noch sehr unregelmäßige und die Dicke der Platten eine sehr geringe ist, dann verstehen wir, daß hier ein Lymphgefäßnetz entweder gar nicht entstehen, oder daß es nur zu einer sehr schwachen Anlage dieses Netzes kommen kann. Die Entstehungsweise dieses Netzes ist in diesem Falle der Entwicklung desselben im distalen Teile des normalen Schwanzes ähnlich. Nur eine, und zwar die schon oben erwähnte Kaulquappe (s. Fig. 7) repräsentiert diesen Fall. Bei dieser sind die Enden derjenigen Ästchen, die dem Achsenteile des Regenerats am nächsten stehen, an einigen Stellen auf die äußere Oberfläche der Muskelplatten hinausgewachsen. Dies ist der erste Anfang der Regeneration dieses Netzes.

Wir gelangen also zu dem Schluß, daß das Lymphgefäßnetz der Muskeln keine Regeneration erfährt. Das neue Netz, wenn es überhaupt entsteht, bildet sich ähnlich wie dasjenige in dem distalen Teile beim normalen Wachstum des Schwanzes durch Einwachsen von Gefäßen, die längs der Muskelplatten des Regenerats liegen.

Auf eine ganz ähnliche Weise entsteht dieses Netz auf den Muskeln des Superregenerats bei den Kaulquappen mit *Cauda bifida*.

Die Fälle der Schwanzgabelung bei der Larve von *Pelobates fuscus*, zum ersten Male von Bruch (64) beobachtet und von Barfurth (00) und G. Tornier (00) erklärt, sind eine ziemlich seltene Erscheinung. Bruch gibt in seinen Ausführungen an, daß es ihm bei einer großen Anzahl von Froschlarven von *Rana temporaria* nicht gelungen ist, so eifrig er auch darnach suchte, eine Schwanzgabelung zu finden. Im Laufe meiner Untersuchungen hatte auch ich Gelegenheit, eine große Anzahl von Kaulquappen von *Rana temporaria* in Augenschein zu nehmen, stellte aber nur in einem Falle dieser Art eine Schwanzgabelung fest<sup>1)</sup>. Von der

<sup>1)</sup> Barfurth (00) führte experimentelle Untersuchungen über das Hervor-

Art *Pelobates fuscus* kamen mir 7 Kaulquappen mit Schwanzspaltung in die Hände. Wegen der Seltenheit solcher Exemplare gebe ich für jedes einzelne eine kurze Beschreibung der Anordnung der Lymphgefäße an.

Nr. 1. Eine sehr große und alte Kaulquappe, am 22/I 1910 injiziert. Die Spaltung liegt dicht am Ende des mächtigen Schwanzes und stellt sich als eine sehr primitive Bildung dar. In einer Entfernung von 7·5 mm vom Ende der Chorda dringt der chordale Sproß auf ihrer ventralen Seite bis zu  $\frac{2}{3}$  der Länge des Flossensaumes ein, ohne jedoch sichtbare Veränderungen in der morphologischen Gestaltung des Flossensaumes zu verursachen. Die Spitze dieses Fortsatzes, welche die Spaltung des Schwanzes bedingt, ist sanft zur Seite gebogen. An der Stelle, wo er entstanden ist, sind die Blut- und Lymphgefäße unterbrochen. Das neu gebildete Lymphgefäß läuft über diesen Fortsatz in der Mitte desjenigen Teils des Flossensaumes, welchen der Fortsatz nicht zu umfassen vermochte.

Nr. 2. Eine ebenfalls große Kaulquappe, deren Länge bis zum Gabelungswinkel 54 mm beträgt. Der dorsale Gabelast, der ein Superregenerat ist, mißt 3·5 mm, der ventrale 4 mm. Auch in diesem Falle zeigt der äußere Umriß des Flossensaumes keine Spaltung, was auf die geringe Größe beider Äste der gespaltenen Chorda zurückzuführen ist. Diese Äste sind in der Schwanzspitze so gelegen, daß die Verlängerung der Schwanzachse den Gabelwinkel beiläufig in zwei Hälften teilt. Der dorsale Ast der Chorda mit den dazugehörigen Muskeln, dem Nervensystem und Flossensaume stellt das Regenerat dar, das zweifellos durch eine äußere Beschädigung der Chorda hervorgerufen worden ist. Dabei mußte auch der dorsale Venen- und der Lymphgefäßstamm des Schwanzes verletzt werden. Der ventrale Ast des gespaltenen Schwanzes ist ein Normalast desselben. Da dessen dorsaler Lymphgefäßstamm durch die Verletzung unterbrochen und infolgedessen sein distales Ende aus dem Kreislauf eliminiert war, so konnte letzteres höchstens nur mittelbar durch die auf den Muskeln liegenden Gefäße mit den unversehrten Lymphgefäßen des Schwanzes verbunden

rufen der „*Cauda bifida*“ bei Kaulquappen von *Rana temporaria* durch und erhielt künstliche Gabelungen. In seiner Arbeit erwähnt er jedoch nicht, ob eine solche Superregeneration auch in normalen Fällen vorkommen kann.



sein. Während der Entwicklung des Gabelschwanzes bildete sich auf eben diesem Wege eine Verbindung aus, welche in Gestalt eines Gefäßchens unterhalb des sich abzweigenden Fortsatzes zwischen den Muskeln des normalen Schwanzes verläuft. Der Teil des Flossensaumes, welcher im Winkel der Gabelung liegt, wird daher im neugebildeten Gabelaste von Ästchen des dorsalen Lymphgefäßstammes des normalen Astes versehen. Dagegen bildet das an der dorsalen Seite des neugebildeten Astes verlaufende Gefäß die unmittelbare Fortsetzung des ursprünglichen normalen Lymphstammes.

Nr. 3. Die Länge der ganzen Kaulquappe bis zum Gabelungswinkel beträgt 57 mm, die Länge des regenerierten Astes 5·5 mm, des normalen Astes 8 mm. In diesem Falle ist der normale Ast nach der Ventralseite verschoben, so daß der neugebildete eine Verlängerung des Achsenteiles des Schwanzes darstellt. Der Schwanzsaum weist in seinem Umriß einen der Gabelung entsprechenden kurzen Einschnitt auf. Die Lymphgefäße verhalten sich beinahe analog wie in Nr. 2, der Unterschied besteht in der gegenseitigen Verbindung der Gefäße des Gabelungswinkels, die in diesem Exemplare nicht ein, sondern drei Gefäße aufweist. Alle drei verlaufen zwischen den Muskelplatten an der ventralen Seite des normalen Schwanzes.

Nr. 4. Injiziert am 22/I 1910. Die Körperlänge bis zur Spaltung der Chorda beträgt 60 mm, die Länge des Superregenerats 12 mm, des normalen Astes 15·5. In diesem Falle wird der Flossensaum im Winkel der Gabelung von einem Lymphgefäßast versorgt, der zwischen den Muskeln des regenerierten und nicht des normalen Astes (wie Nr. 2 u. 3) verläuft. An der äußeren Muskelfläche des normalen Gabelastes ist das Lymphgefäßnetz bis zur Hälfte seiner Länge vorhanden. Auf den Muskeln des neugebildeten Astes entwickelt sich das Netz nur teilweise, und zwar nur knapp am Ansatz desselben. In der Mitte dieses Astes entspringen aus Gefäßen des Flossensaumes feine Gefäßchen, die sich über die Ränder der Muskelplatten ausbreiten. Dies ist die erste Spur der Regeneration der Muskelgefäße.

Nr. 5. Injiziert am 22/I 1910. Die Körperlänge bis zur Gabelung der Chorda beträgt 69 mm, die Länge des normalen Astes, der die Fortsetzung des Achsenteils des Schwanzes bildet, beträgt bis zu der etwas beschädigten Spitze 5 mm, die Länge des neuge-

bildeten Astes mit einer geschlängelten Chorda 6 mm. Derselbe ist ventralwärts gerichtet. Der Schwanzsaum macht die Gabelung nicht mit. Zwischen den Muskelplatten des Ansatzes des neugebildeten Astes verläuft eine größere lymphatische Anastomose, die den ventralen Lymphgefäßstamm mit den im Gabelungswinkel liegenden Gefäßen des Flossensaumes verbindet. Im Bereiche des Gabelungswinkels verläuft durch die Mitte des Flossensaumes ein größeres Lymphgefäß, welches in der Richtung des Superregenerats zahlreiche winzige Zweigchen entsendet. Der Lymphgefäßstamm des normalen Astes dieser Fläche ist noch vorhanden, ist jedoch bedeutend enger als das in der Mitte verlaufende Gefäß. Im ventralen Flossensaume des Superregenerats liegt ein Lymphgefäß, welches nicht die Fortsetzung des kaudalen Lymphgefäßstammes, sondern ein Randgefäß ist.

Nr. 6. Injiziert am 22/I 1910. Die Körperlänge bis zur Gabelung der Chorda beträgt 69 mm, die Länge des dorsalen normalen Astes 20 mm, des nach unten gerichteten, neugebildeten 16·5 mm. Die Chorda des letzteren ist geschlängelt. In dem ventralen Flossensaum des Superregenerats wird der Lymphgefäßstamm durch ein Randgefäß ersetzt. Die dorsale Seite des Flossensaumes dieses Astes, welche im Gabelungswinkel liegt, wird von den Ästchen des normalen ventralen Lymphgefäßstammes versorgt. Diese Ästchen bilden ein außerordentlich dichtes Netz, welches bis an die Muskelplatten des Superregenerats reichen. Seine letzten winzigen Ästchen gelangen bis knapp an den Rand der schwach ausgebildeten Muskeln und stellen den Anfang der Regeneration des Lymphgefäßnetzes der Muskeln dar. An der Stelle, wo der neue Ast sich mit dem normalen vereinigt, ist das Lymphgefäßnetz auf den Muskeln des Regenerats gut entwickelt. Diese Gefäße bilden eine Verbindung der Gefäße des Gabelungsfeldes mit dem kaudalen Lymphgefäßstamme. Eine andere wichtige Verbindung bildet ein die beiden Stämme des normalen Astes verbindendes Ästchen. Es verdient aus dem Grunde Beachtung, weil seine beiden Enden zwischen den Muskelplatten verlaufen, sein Mittelteil dagegen auf den Muskeln selbst liegt und ein erweitertes Gefäß des Lymphgefäßnetzes der Muskeln bildet.

Nr. 7<sup>1)</sup>. Die Körperlänge bis zur Stelle der Gabelung der

<sup>1)</sup> Dieses Exemplar ist Eigentum des Herrn Prof. H. Hoyer und wurde von ihm injiziert.

Chorda beträgt 48 mm, die Länge des normalen dorsalen Astes 24 mm, des Superregenerats 20 mm. Der dorsale Ast ist so stark nach oben gebogen, daß die Verlängerung der Schwanzachse den Gabelungswinkel beiläufig halbiert. Auch der Flossensaum zeigt diese Gabelung, so daß das Schwanzende dieses Exemplars einem Fischschwanz ähnlich ist. Ein Bild der injizierten Lymphgefäße stellt Fig. 2, Taf. VI, dar. Ihre Verteilung ist deshalb interessant, weil der ventrale Lymphgefäßstamm nach der Verletzung zweifellos einer Degeneration anheimgefallen ist. Bis zur Hälfte des Schwanzstummels zieht sich der kaudale Lymphgefäßstamm noch als ein unbedeutendes Gefäß hin, welches bei *F* endet. Die Rolle dieses Gefäßes übernahm ein Seitenzweig desselben, der fern von den Muskelplatten des Superregenerats im Flossensaume als Randgefäß verläuft. Die Verteilung der Gefäße im Flossensaume des Gabelungswinkels erinnert an die bereits vorher beschriebenen Fälle, indem die vom ventralen Lymphgefäßstamme und vom normalen Aste auslaufenden Gefäße sich in den Flossensaum, der dem neugebildeten Aste angehört, fortsetzen. Der dorsale Lymphgefäßstamm steht mit dem ventralen einerseits durch das äußere Lymphgefäßnetz der Muskeln, andererseits durch eine deutliche Anastomose (vgl. Fig. 2, Taf. VI, *An.*) in Verbindung. Die beiden Endabschnitte dieser Anastomose verlaufen zwischen den Muskelplatten, der mittlere Abschnitt dagegen erreicht das äußere Lymphgefäßnetz der Muskeln. Beinahe auf dem ganzen normalen Aste sehen wir ein Muskelgefäßnetz; auf dem Mittelteile des Superregenerats, besonders im Gabelungswinkel, sind ebenfalls Lymphgefäße vorhanden, näher dem Ende dringen aus den Randgefäßen des Flossensaumes des ventralen Astes auf die Muskelplatten dieses Astes einige ungemein fein entwickelte Gefäßchen ein.

Aus der Lymphgefäßverteilung in dem Gabelschwanz dieser sieben Exemplare lassen sich gewisse allgemeine Schlüsse ziehen. Durch die Verletzung und durch die darauf folgende Entwicklung des Superregenerats wird der ventrale oder dorsale Lymphgefäßstamm unterbrochen. Infolgedessen kann die aus den Lymphgefäßen des Gabelungswinkels strömende Lymphe durch einen der kaudalen Lymphgefäßstämme nicht abfließen. Es bilden sich daher durch Vermittlung von folgenden Gefäßbezirken neue Wege aus: 1) Das äußere Lymphgefäßnetz der Muskeln des normalen Astes, 2) Spezielle Gefäße, die den Lymphgefäßstamm des normalen, in dem Ga-

belungsbezirke erhaltenen Astes mit demjenigen Lymphgefäßstamme verbinden, der entweder am äußeren Rande der Muskelplatten dieses Astes oder am äußeren Rande des Superregenerats gelegen ist. Dies ist *a*) ein Gefäß von zweierlei Herkunft, dessen Mittelteil aus dem Lymphgefäßnetze der Muskeln, die Endteile dagegen aus den intermuskulären Gefäßen stammen, oder *b*) es ist ein Gefäß, das zwischen den Muskelplatten verläuft und mit dem auf den Muskeln liegenden Netze in keiner Verbindung steht.

In dem äußeren Teile des Schwanzsaumes des Superregenerats befinden sich regenerierte Lymphgefäße. In den drei ersten Fällen, den Fall Nr. 1 als besondere Art der Spaltung ausgenommen, regenerierte der kaudale Lymphgefäßstamm. Ein so bedeutender Prozentsatz der Superregenerate mit regeneriertem Lymphgefäßstamme steht nur scheinbar im Widerspruch mit den auf experimentalem Wege erhaltenen Ergebnissen. Wir stellten fest, daß die Mehrzahl der im Herbste gezüchteten Kaulquappen von *Pelobates fuscus* keine Regeneration des Lymphgefäßstammes aufwies. Jedoch können diese Fälle der Regeneration des kaudalen Lymphgefäßstammes bei Kaulquappen mit gespaltenem Schwanz keine Veranlassung zu Einwänden gegen meine oben angeführte Verallgemeinerung bilden. Wir beobachteten hier nämlich einen schon fertigen Fall der Spaltung, dessen Beginn noch in das Jugendstadium zurückreichen kann, in welchem die Regeneration des Stammes in gewöhnlicher Weise beginnt.

Schließlich verdient die Gefäßverteilung im gespaltenen Schwanz eine besondere Berücksichtigung, weil sie ein gewisses Licht auf die Regeneration der Muskellymphgefäße wirft. Von den oben beschriebenen Exemplaren zeigten die Kaulquappen Nr. 4, 6, 7 deutlich, daß das Lymphgefäßnetz der Muskeln des Regenerats sich tatsächlich in ähnlicher Weise wie beim normalen Wachstum bildet. Von den Lymphgefäßen, die längs der Muskelplatten des Superregenerats liegen, entspringen kleine Ästchen, die sich auf den äußeren Flächen der Muskeln desselben verbreiten. Am Lymphgefäßnetz der Muskeln des Schwanzstummels ist keine Regeneration nachzuweisen.

Auf Grund dieser Studien lassen sich die wesentlichsten Resultate der Untersuchung in folgende Punkte zusammenfassen:

1) Die Reihenfolge der Bildung beider Arten von Gefäßen in Regeneraten ist dieselbe wie beim normalen Wachstum des Schwanz-

**BULLETIN INTERNATIONAL**  
**DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE**  
**CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.**

SÉRIE *B*: SCIENCES NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

- M. Weigl.** Über den Golgi-Kopsch'schen Apparat in den Ganglienzellen der Cephalopoden . . . . . Juill. 1910
- E. M. v. Hornbostel.** Wasukuma-Melodie . . . . . Juill. 1910
- F. Lilienfeld.** Eine Anomalie des Blattgewebes bei *Nicotiana Tab.* Juill. 1910
- A. Trawiński.** Zur Anatomie und Histologie der männlichen Begattungsorgane der Vögel . . . . . Juill. 1910
- W. Radwańska.** Über d. Einfluß des Adrenalins auf d. Muskeln . . Oct. 1910
- A. Beck et G. Bikeles.** Die sog. Berührungsreflexe Munk's . . . Oct. 1910
- A. Beck et G. Bikeles.** Über die Bewegungen bei Rückenmarksreflexen und Gemeinschaftsbewegungen . . . . . Oct. 1910
- J. Dunin-Borkowski et M. Gieszczykiewicz.** Über Neisser Wechsberg'sche Komplementablenkung . . . . . Oct. 1910
- K. Wójcik.** Bathonien, Callovien u. Oxfordien d. Krakauer Gebietes Oct. 1910
- L. Sitowski.** Experimentelle Untersuchungen über vitale Färbung der Mikrolepidopterearuppen . . . . . Nov. 1910
- Ed. Janczewski et B. Namysłowski.** *Gloeosporium Ribis var. Parrillae nob.* . . . . . Déc. 1910
- E. Godlewski fils.** Über den Einfluß des Spermas der Annelide *Chaetopterus* auf die Echinideneier und über die antagonistische Wirkung des Spermas fremder Tierklassen auf die Befruchtungsfähigkeit der Geschlechtselemente . . . . . Déc. 1910
- M. Kowalewski.** Materials for the fauna of polish aquatic Oligochaeta. Part I . . . . . Déc. 1910
- J. Brzeziński.** *Oidium Tuckeri* et *Uncinula americana* en Pologne . Janv. 1911
- H. Zapalowiez.** Revue critique de la flore de Galicie, XVIII partie Janv. 1911
- VI. Kulezyński.** *Fragmenta arachnologica*, IX . . . . . Janv. 1911
- A. Trawiński.** Weitere Beiträge zur Anatomie und Histologie der männlichen Begattungsorgane der Vögel . . . . . Févr. 1911
- S. Lewoniewska.** Schwankungen in dem Gehalte der Pflanzensamen an einzelnen Phosphorsäureverbindungen in ihrer Abhängigkeit von Vegetationsbedingungen . . . . . Févr. 1911
- J. Nusbaum et M. Oxner.** Die Restitution des ganzen Darmkanals durch Wanderzellen mesodermalen Ursprungs bei *Lineus lacteus* (Grube) . . . . . Févr. 1911
- G. Poluszyński.** Untersuchungen über den Golgi-Kopsch'schen Apparat und einige andere Strukturen in den Ganglienzellen der Crustaceen . . . . . Févr. 1911

## TABLE DES MATIERES.

MARS 1911.

	Page
G. POLUSZYŃSKI. Untersuchungen über den Golgi-Kopsch'schen Apparat und einige andere Strukturen in den Ganglienzellen der Crustaceen (Schluß) . . . . .	145
K. KOSTANECKI. Experimentelle Studien an den Eiern von <i>Mactra</i>	146
H. ZAPĄŁOWICZ. Revue critique de la flore de Galicie, XIX partie	162
J. TALKO-HRYNCEWICZ. Eine Europäerin mit Wollhaar . . . . .	164
J. BARAŃSKI. Die Entwicklung der hinteren Lymphherzen bei der Unke (Bombinator) . . . . .	170
W. MAJEWSKI. Über die Tonsillen der Feliden . . . . .	179
A. DZIURZYŃSKI. Untersuchungen über die Regeneration der Blut- und Lymphgefäße im Schwanze von Froschlarven	187

---

Le «*Bulletin International*» de l'Académie des Sciences de Cracovie (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries: la première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques. Les abonnements sont annuels et partent de janvier. Prix pour un an (dix numéros): Série A . . . 8 K; Série B . . . 10 K.

Les livraisons du «*Bulletin International*» se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à la Librairie «*Spółka Wydawnicza Polska*»  
Rynek Gł., Cracovie (Autriche).

---

Prix 2 K 20 h.

---