Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

VI. Band. **15. Juni 1886.** **Nr. 8.**

Inhalt: **Fraisse**, Die Regeneration von Geweben und Organen bei den Wirbeltieren, besonders Amphibien und Reptilien. — **Zacharias**, Können die Rotatorien und Tardigraden nach vollständiger Austrocknung wieder aufleben oder nicht? — **Nasse**, Fettzersetzung und Fettanhäufung im tierischen Körper. — **Voit, Lehmann** und **Rubner**, Ueber die Fettbildung im Tierkörper. — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften**; 58. Vers. deutscher Naturforscher und Aerzte zu Straßburg (Sektion für Botanik). — **Ihering**, Zur Kenntnis der brasilianischen Mäuse und Mäuseplagen.

Paul Fraisse, Die Regeneration von Geweben und Organen bei den Wirbeltieren, besonders Amphibien und Reptilien.

Mit 3 Tafeln, Kassel und Berlin, Verlag von Theod. Fischer, 1885.

Besprochen von Dr. **Otto Zacharias** in Hirschberg i/Schl.

Die vorliegende umfangreiche und typographisch vortrefflich ausgestattete Arbeit beschäftigt sich in eingehender Weise mit den Regenerationserscheinungen bei Wirbeltieren, und gelangt aufgrund zahlreicher Experimente und Beobachtungen zu dem Ergebnis, dass bei den in Frage kommenden niedern Vertebraten sich nicht bloß die Haut mit ihren Drüsen, die Muskulatur und die Blutgefäße, sondern auch das Rückenmark und das peripherische Nervensystem nach tiefgehenden Verletzungen wieder herstellt. Fraisse gewann seine Resultate an dem verschiedensten lebenden und konservierten Material. Es standen ihm von geschwänzten Amphibien zur Verfügung: *Siredon pisciformis, Triton taeniatus, Tr. cristatus, Tr. helveticus, Tr. marmoratus*; außerdem von anuren Amphibien die Larven von *Hyla arborea, Pelobates fuscus, Bufo vulgaris, Bombinator igneus, Rana esculenta* und *R. temporaria*. Hierzu kamen noch Studien an Regenerationsstadien von *Lacerta agilis, Lac. ocellata, Platydactylus facetanus, Anguis fragilis* und noch andern Reptilien.

Zum Zwecke der Herstellung von schnittfähigem Material wurden die zarten Gewebe der ersten Stadien mit weinfarbiger Chromsäure behandelt, und zwar in der Weise, dass die Einwirkung dieses Här-

tungsmittels nur so lange währte, bis die zu untersuchenden Gewebsstückchen grade abgetötet waren. Hierzu reichte in den meisten Fällen die Zeit von 10 Minuten hin. Ueberosmiumsäure kam ebenfalls zur Verwendung, aber nur in einer Verdünnung von 5—10 pro Mille. Chromsalze erwiesen sich für sehr zarte Stadien als unbrauchbar. Zur Färbung wurden Pikrokarmin und Hämatoxylin, später aber ausschließlich Methylviolett (nach Dr. Born's Methode) benützt.

Das Ziel, welches Dr. Fraisse bei Abfassung der vorliegenden Abhandlung verfolgt hat, war eine Vergleichung der histogenetischen Vorgänge, welche der Regenerationsprozess vor Augen stellt, mit denen, die in der embryonalen Entwicklung der Gewebe und Organe auftreten.

Dieser leitende Grundgedanke wurde vom Verfasser schon im Jahre 1883 zum Thema eines längern Aufsatzes (vgl. Biol. Centralblatt, III. Bd., Nr. 20) mit dem Titel „Neuere Beobachtungen über Regeneration" gemacht, wobei er an die bekannte Bülow'sche Arbeit über die Keimschichten des wachsenden Schwanzendes von *Lumbriculus variegatus* (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 39. Bd.) anknüpfte und bereits betonte: dass das Endresultat der Regeneration gelegentlich durch „funktionelle Anpassung" modifiziert werde. Unter dieser Art von Anpassung versteht Fraisse die Herstellung eines Organteils oder Gewebes, wodurch das in Wegfall gekommene zwar nicht dem morphologischen Werte, aber doch der Funktion nach ersetzt wird. Es geschieht dies beispielsweise am regenerierten Schwanze der Eidechsen, insofern hier ein einfaches Knorpelrohr an die Stelle des ursprünglich vorhanden gewesenen Endstücks der komplizierten Wirbelsäule tritt. Etwas dem Aehnliches lässt sich auch bei der Schuppen-Regeneration am Eidechsenschwanze beobachten. In diesem Falle wird der Neubildungsprozess gleichfalls vereinfacht, und zwar dadurch, dass die Schuppen von vornherein auf breiterer Basis angelegt werden und nicht in der Form von so winzigen Cutispapillen, wie am Schwanze des Eidechsenembryos.

Wenn wir also mit Fraisse sagen, dass die Regenerationsvorgänge „nach dem Typus der ontogenetischen Entwicklung" des betreffenden Organes oder Gewebes verlaufen, so geschieht dies mit der Einschränkung, welche im Hinblick auf das modifizierende Moment der funktionellen Anpassung ihre Rechtfertigung findet.

Fraisse's Arbeit enthält aber vor allem auch den schlagenden Nachweis dafür, dass die Wiederherstellung verletzter Gewebe nur in Anknüpfung an die schon vorhandenen erfolgt, und dass es nicht, wie man früher meinte, die weißen Blutkörperchen sind, auf deren hauptsächliches Konto man jedwede Regenerationserscheinung setzen darf, obgleich ihre Stelle als Nährmaterial nicht in Abrede gestellt werden kann. Wir gewinnen aufgrund der Fraisse'schen Ergebnisse die sichere Ueberzeugung, dass sämtliche Gewebe der Amphibien

und Reptilien im stande sind, sich partiell zu regenerieren: entweder direkt aus ihren Elementen, oder aus einer Matrix, so lange dieselbe unverletzt ist. Als Matrix für die Epidermis ist das Rete Malpighii, für das zentrale Nervensystem das Epithel des Zentralkanals und für die Muskulatur die schon bestehende Muskulatur in Anspruch zu nehmen.

Ich verweise inbetreff des diese Sätze stützenden Materials auf die entsprechenden Kapitel der Fraisse'schen Abhandlung, und besonders auf S. 43—81, 108—124 und 124—139.

Von ganz besonderem Interesse erscheint mir das vom Verfasser inbezug auf die Regeneration des zentralen Nervensystems Mitgeteilte. Ich möchte aus diesem Grunde darüber etwas eingehender referieren. Das Untersuchungsobjekt für die allerjüngsten Stadien der Neubildung war in diesem Falle *Siredon pisciformis*. Die ersten Anfänge wurden dann an einer Larve von *Salamandra maculata* (vgl. l. c. S. 111—112) weiter verfolgt.

Bei *Siredon* wird die Regeneration des Rückenmarkes damit eingeleitet, dass die durch den Rasiermesserschnitt am Schwanze verursachte Wundfläche mit einem lymphartigen Blastem, welches aus zusammengeflossenen Leukocyten besteht, bedeckt wird. Hierauf beobachtete Fraisse eine bedeutende Vermehrung der sogenannten „Körner" der grauen Substanz, jener eigentümlichen Gebilde, von denen in neuester Zeit wohl Max Schmidt (vergl. dessen Beiträge zur Kenntnis des Rückenmarks der Amphibien, 1884) die richtigste Deutung gegeben hat, indem er sie aufgrund sorgfältiger entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen für Zellkerne der grauen Substanz erklärte. Die in der Schmidt'schen Arbeit dafür angegebenen Gründe sind schlagend und dürften schwerlich widerlegt werden. Bei der von Fraisse konstatierten Körnervermehrung war — wie S. 111 der Abhandlung ausdrücklich hervorgehoben wird — nirgends eine karyokinetische Figur nachzuweisen. Es traten überall nur die Erscheinungen der sogenannten direkten Kernteilung auf. Aber nicht bloß in den peripherischen Regionen des Rückenmarkes wurde von Fraisse eine starke Substanzwucherung wahrgenommen, sondern auch am proximalen Rande des Zentralkanals. Dort vermehrten sich die Epithelzellen auffallend rasch, und bildeten bald mehrere auf einander gehäufte Lagen; aus diesen gingen, wie an Schnitten ersichtlich wurde, Spinalganglien hervor, die ihrerseits wieder durch den nämlichen Sprossungsprozess peripherischen Nerven den Ursprung gaben.

Durch diese Beobachtungen am sich regenerierenden Rückenmark bekommen die interessanten Nachweise Max Schmidt's, der bei Amphibien die lateralen Faserzüge der grauen Substanz in direkte Verbindung mit Epithelzellen des Zentralkanals treten sah, einen starken Halt, und die Auffassung jenes Epithels, als eines entschieden dem übrigen Rückenmark in physiologischer Hinsicht nahestehenden

Gebildes, muss den Ansichten Bidder's gegenüber die Oberhand erlangen. Wie soll uns denn die epitheliale Aufreihungsweise eines Zellenkomplexes an dessen nervöser Natur Zweifel erwecken, wenn wir sie bei den Cölenteraten ganz allgemein im Nervensystem verbreitet sehen, welches einen vollständig epithelialen Charakter trägt? Und abgesehen hiervon, könnte man doch auch darauf hinweisen, dass das embryonale Rückenmark in seiner ersten Anlage doch auch nur die morphologische Bedeutung eines einschichtigen Epithelrohrs hat, und dass es erst im Verlaufe der Entwicklung die komplizierte Struktur gewinnt, die es zu den hohen physiologischen Leistungen befähigt, denen es später vorzustehen hat. Unser Erstaunen über die Thatsache also, dass das Epithel des Zentralkanals bei *Siredon pisciformis*, *Salamandra maculata* und andern Urodelen die Matrix zur Regeneration von Rückenmarkssubstanz abzugeben im stande sein soll, wird sich vermindern, wenn wir dasselbe als ein im embryonischen Zustande verbliebenes Stück des ursprünglich einfachen Medullarrohrs betrachten, wozu die Berechtigung in den Thatsachen selbst liegt.

Zum Vergleich mit dem wiederhergestellten Amphibienrückenmark untersuchte Fraisse auch Regenerationsstadien desselben Organs bei den Reptilien, speziell bei den Eidechsen. Es gelangten zur Verwendung: *Lacerta muralis*, *L. ocellata*, *Hemidactylus frenatus*, *Platydactylus verus* und *Phyllodactylus europaeus*. Die regenerierten Schwänze dieser Tiere wurden sämtlich mittels der Schnittmethode untersucht. Der Verfasser spricht das erhaltene Resultat S. 116 seiner Arbeit wie folgt aus: „Aus meinen Befunden scheint unzweifelhaft hervorzugehen, dass die frühere Ansicht, welche in dem regenerierten Rückenmark nur die Fortsetzung des Filum terminale sah, nicht ganz richtig ist. Wir haben es vielmehr mit einem Gebilde zu thun, welches zweifellos nervöser Natur ist, da nicht nur Nervenfasern, sondern auch schon vollkommen ausgebildete Ganglienzellen in demselben nachzuweisen sind. Dass nun aber dieses Gebilde auf einer so außerordentlich niedrigen Stufe der Entwicklung stehen bleibt, und dass es nicht zur Weiterentwicklung der Nervenelemente kommt, wie es bei den Salamandrinen der Fall ist, hat seinen Hauptgrund wohl darin, dass es von dem Körperparenchym vollständig durch das widerstandsfähige Knorpelrohr abgeschlossen ist; denn niemals habe ich auch nur eine Andeutung der Bildung von Spinalganglien gesehen. Es sind hier Wachstumsvorgänge nur nach einer Richtung möglich, die der Längsaxe des Tieres entspricht; von einer seitlichen Abzweigung von Nervenfasern ist keine Spur zu erkennen".

Die Regenerationsfähigkeit des Eidechsenrückenmarks ist also bei weitem nicht mit derjenigen des gleichnamigen Organs der Salamandrinen und Ichthyoden in Parallele zu stellen, denn bei diesen wird ein dem normalen vollständig gleich gebautes Rückenmark wieder erzeugt. Aber trotzdem kommt Fraisse mit Recht zu dem

Schlusse, dass — möge die physiologische Funktion des regenerierten Eidechsenmarks sein welche sie wolle — dasselbe in morphologischer Hinsicht doch als ein nervöses Zentralorgan aufzufassen sei.

Es wurde schon oben erwähnt, dass bei der Kernvermehrung in der grauen Substanz keine Fadenfiguren (Mitosen) von Fraisse beobachtet werden konnten. Er fand nur schuhsohlenförmig eingeschnürte, gekrümmte und verlängerte Kerne, also nur Anzeichen für das Statthaben einer direkten Teilung. Auch bei andern Geweben, z. B. an sich neubildenden Muskeln und in den ersten Regenerationsstadien der Epidermis erwachsener Urodelen konnte Fraisse niemals die indirekte Kern- und Zellteilung konstatieren, so dass er (vergl. S. 143) geneigt ist, die direkte Teilung für ein häufigeres Vorkommnis zu halten als die mitotische. Das Auftreten der letztern glaubt er hauptsächlich für alle die Fälle voraussagen zu dürfen, wo es zur Bildung eines speziellen Organs kommt, in der Epidermis der Urodelen also z. B. bei Entstehung der Hautdrüsen, der Leydig'schen Schleimdrüsen und der Hautsinnesorgane. Ob Fraisse's Voraussetzung, in dieser Allgemeinheit ausgesprochen, richtig ist, vermag ich nicht zu entscheiden, da mir keine eignen ausgedehnten Erfahrungen auf diesem Gebiete zugebote stehen. Ich kann mich aber auf neuere Forschungsergebnisse italienischer Histologen berufen, z. B. auf diejenigen von Giovanini, der an den Rändern experimentell erzeugter Hautwunden des Kaninchens, die durch Schnitte, durch Galvanokaustik oder durch chemische Aetzungen hervorgebracht waren, im Stadium der Vernarbung konstant Mitosen nachzuweisen vermochte [1]. Ganz ebenso hat Tizzoni an sich regenerierenden Muskeln des Oberschenkels beim Kaninchen sämtliche Kernmitosen in auf- und absteigender Reihe verfolgt. Es liegt noch eine ganze Anzahl von Arbeiten aus dem Laboratorium Tizzoni's vor, durch welche das Auftreten der indirekten Kernteilung (bei höhern Wirbeltieren) für eine große Anzahl von Gewebsarten, sogar für die graue Hirnsubstanz, zur Thatsache erhoben wird. Es scheint demnach, dass Fraisse seine Annahme zunächst nur durch die von ihm beobachteten Objekte zu stützen vermag. Indess hat J. Kollmann (vergl. Nr. 4 des Biolog. Centralblattes, 2. Bd., 1882) grade auch das Epithel von in Pikrinsäure-Spiritus gehärteten Salamander- und Tritonenlarven als ein vorzügliches Objekt zur Orientierung über die Erscheinungen bei der mitotischen Zellteilung empfohlen.

Ich begnüge mich, auf diesen Punkt der Fraisse'schen Arbeit hiermit hingedeutet zu haben, und überlasse es einem Berufenern, sich mit unserem Autor über die Frage nach der Häufigkeit der direkten Zellteilung auseinander zu setzen.

Zum Schluss dieses Referats möge noch in Erwähnung kommen, dass Fraisse seiner Abhandlung einen Abriss der geschichtlichen

1) Gazetta degli Ospitali, Nr. 21. Bologna 1885.

Entwicklung der Regenerationsfrage voraufgeschickt hat, der aber bei aller aufgewandten Umsicht und Belesenheit nicht ganz lückenlos geblieben ist. Auf den Umstand, dass in dieser Literaturaufzählung Newport's wichtige Mitteilung über den Wiederersatz verloren gegangener Teile bei den Myriopoden (Philos. Trans. of the London Royal Society, 1884, p. 283) fehlt, hat schon Dr. R. Horst (Leyden) hingewiesen. Ich möchte meinerseits noch erwähnen, dass Darwin im zweiten Bande seines großen Werkes über das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation ausführlich auf die starke Regenerationsfähigkeit amputierter überzähliger Finger zu sprechen kommt, und an dieses Faktum sehr interessante Reflexionen knüpft, welche der speziellen Hervorhebung in einer Arbeit über die Regenerationserscheinungen wert gewesen wären. Indess liegt das Hauptgewicht von Fraisse's Buch nicht in seinem literaturhistorischen, sondern in seinem experimentellen und histologischen Teile, und dieser bringt uns vielerlei Neues und Interessantes. Die beigefügten Tafeln sind von sauberster Ausführung.

Können die Rotatorien und Tardigraden nach vollständiger Austrocknung wieder aufleben oder nicht?

Von Dr. **Otto Zacharias** zu Hirschberg i/Schl.

Eine lange Zeit hindurch wurde auf die Autorität Trembley's hin gelehrt und geglaubt, dass man der Regenerationsfähigkeit des Süßwasserpolypen die Leistung zumuten könne, das durch Umstülpung nach außen gekehrte Darmepithel in eine Hautschicht zu verwandeln, und letztere vice versa in den Dienst der Ernährungsfunktion zu stellen. Neuere Versuche haben bekanntlich gelehrt, dass die sonst so geduldige Natur der Hydren solchen Zumutungen des experimentierenden Forschers Hohn spricht. Eine Parallele hierzu bildet die Historie von einer bei Räder- und Bärtierchen zu findenden Fähigkeit, nach gänzlicher Austrocknung wieder aufzuleben. Seitdem Spallanzani und Dugès hierüber Versuche gemacht und versichert haben, dass ihnen die Wiederbelebung der genannten Tiere gelungen sei, spricht man in vielen Lehrbüchern von dieser Sache wie von einem ganz unzweifelhaften Faktum.

Auch in der vortrefflichen Spezialarbeit von K. Eckstein über die Rotatorien der Umgegend von Gießen (Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie, 39. Bd. 1883) finde ich S. 428 einen Passus, wo es heißt: „Wenn auch die meisten Rädertiere ein nur kurz dauerndes Leben haben, so zeichnen sich doch andere durch die glückliche Eigenschaft aus, die es ihnen ermöglicht, der Todesgefahr zu entgehen, welche sie während der heißen Sommertage im Moose der Dächer oder beim Austrocknen der heimatlichen Wasserlache be-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1886-1887

Band/Volume: 6

Autor(en)/Author(s): Zacharias Otto

Artikel/Article: Bemerkungen zu Paul Fraisse: Die Regeneration von Geweben und Organen bei den Wirbeltieren, besonders Amphibien und Reptilien. 225-230