

aus einer unter denselben Bedingungen stehenden Eiweisslösung vor ihrem Uebergange in Fäulniss; dabei ist die Diffusionsfähigkeit im Allgemeinen sehr unbedeutend.

2) Das faulende Eiweiss im Gegentheil diffundirt durch die thierische Membran sehr leicht, und desto grössere Eiweissquantitäten diffundiren durch die thierische Membran, je weiter der Fäulnissprozess fortgeschritten ist. Dabei ist hier die Diffusionsfähigkeit des Eiweisses viel grösser, als in der Quecksilber-Albuminatlösung, aus welcher das Eiweiss gleichmässig diffundirt, d. h. seine Diffusion weder verstärkt noch vermindert wird, so lange, bis in Folge der Eiweissverminderung auf der Membran sich Quecksilber-Albuminatgerinnsel ablagern.

3) Das Sublimat diffundirt unter den gewöhnlichen Bedingungen nach Ablauf von 8 Tagen nicht durch die thierische Membran (?), seine Diffusion erfolgt nur unter einem gewissen Drucke.

Zum Schlusse halte ich es für meine Pflicht, dem Herrn Professor Botkin meinen innigsten Dank, wie für das Thema, so auch für die Anleitung bei dessen Bearbeitung abzustatten.

III.

Ueber die Entwicklung des Gewebes und der Nerven im Schwanze der Froschlarve.

Von Dr. V. Hensen in Kiel.

(Hierzu Taf. I u. II.)

In dem vorigen Bande dieses Archivs (Bd. XXX. S. 176) habe ich einige Beobachtungen über die Entwicklung des Nervensystems mitgeteilt, die ich hiermit fortsetze. Ich that dort schon des Verhaltens der Nerven im Schwanze der Froschlarve Erwähnung, jedoch nur nach dem Gedächtniss und ohne Abbildungen; diese Lücke fülle ich jetzt aus.

Um die Nerven eingehend untersuchen zu können, müssen wir zuerst das umliegende Gewebe berücksichtigen. Die Axe des Schwanzes besteht aus der Chorda dorsalis, Cauda equina, den Muskeln, bald auch Vene und Arterie, sie ist das erste was vom Schwanze entsteht, besteht aber anfänglich aus so dunklen mit Dotter angefüllten Elementen, dass die Nerven in ihr nicht der Forschung zugänglich werden. Sehr bald nimmt dann der Schwanz die bekannte Flossenform an, indem nach auf- und abwärts sich ein schmaler, blatt- oder kammförmiger Anhang entwickelt und die Axe umsäumt. Dieser ist es, in dem sich wie Schwann *) und später Kölliker **) hervorhoben, die Nerven beobachten lassen.

Die Schwanzplatten bestehen abgesehen von Gefäßen und Nerven aus Schleimgewebe — gallertiger einfacher Bindesubstanz — und aus dem Epithel. Das so durchsichtige Gallertgewebe, auf das es zunächst ankommt, ist namentlich in den niederen Thieren stark vertreten, wo es z. B. bei den höheren Quallen von Ehrenberg, Virchow, u. Schultze, bei den Larven der Seesterne von Joh. Müller nachgewiesen ist.

Da ich ***) nun die Entstehung desselben in besonders deutlicher Weise zuerst bei letzteren Thieren beobachtete und diese Beobachtung sich auch für unser Thema von Wichtigkeit erweist, darf ich wohl die betreffenden Entwicklungsstadien des Seesterns (*Asteracanthion violaceus*) unseres Hafens Fig. 1, 2, 3 zuerst vorführen.

Die Larve ist unmittelbar vor und nach dem Auschlüpfen aus dem Ei eine, ringsum wimpernde, durchsichtige Kugel von 0,2 Mm. im Durchmesser, bestehend aus einem ganz homogenen Gallertkern a und einer diese rings überziehenden Epithelschicht b. Diese Schicht verdickt sich an demjenigen Ende des Thieres, wo später der After entsteht (bei c) und schickt Fig. 2

*) Medicinische Zeitung 1857. August und Mikroskopische Untersuchungen S. 177.

**) Annales des sc. nat. 1846. S. 102. Gewebelehre 1863. S. 361.

***) Archiv f. Naturgeschichte 63. Ueber eine Brachiolaria des Kieler Hafens S. 242 u. 363. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass ich Sars Namen unrichtig citirt habe, es sollte sein: Thomson, On the Embryologie of *Asteracanthion*. Quart. Journ. of microsc. sciens. April, 1861.

von hier aus in das Innere der Gallerte einen anfangs soliden, später hohlen, aus Zellen zusammengesetzten Stiel a, hinein. Von diesem nun erheben sich hin und wieder einzelne Zellen (Fig. 2 e), schnüren sich ab und wandern, Ausläufer absendend, in das Innere der Gallerte hinein, um hier fortan zu bleiben, auch wohl sich zu vermehren. Durch diese Wanderung, die sich nicht bloss sicher erschliessen lässt, sondern die ich auch direct beobachtet habe, wird die gallertige Zellenabscheidung in ein wahres Gewebe, Sekretgewebe, wie ich es nenne, umgewandelt, welches bald die Form annimmt, wie sie Fig. 3 zeigt. Da ich die näheren Verhältnisse an dem citirten Ort angegeben habe, darf ich mich hier mit der Bemerkung begnügen, dass ich die Richtigkeit der Beobachtung in aller Weise für gesichert halte.

Ich habe schon lange darauf geachtet, ob nicht Aehnliches bei den Embryonen höherer Thiere vorkomme und finde nun wirklich einen ziemlich ähnlichen Vorgang bei der Bildung der gallertigen Bindesubstanz im Larvenschwanz.

Wenn man von der eben aus dem Ei gekrochenen Larve das Epithel entfernt *), so findet man, dass im Schwanze nur dicht an der Axe sich Zellen des mittleren Keimblattes finden, der übrige breitere Theil besteht aus einer vollkommen homogenen, aber äusserst zarten und zerreislichen Platte, in der sich durchaus nichts von Kern oder Zelle vorfindet. Fig. 4 zeigt das

*) Ich lasse zu dem Ende die Thiere in einer Cr-Lösung von 3—4 pCt. 20—50 Sekunden liegen und werfe sie dann noch lebend in reines Brunnenwasser (Aq. destill. wirkt zerstörend), habe ich es recht getroffen, wo dann in der Regel das Epithel noch nicht getrübt erscheint, so lässt sich unmittelbar oder leichter nach $\frac{1}{2}$ Stunde das Epithel abpinseln oder abziehen. Da die Ratio dieses Verfahrens klar ist, wird sich Jeder über kleine Schwierigkeiten hinweg zu helfen wissen, doch will ich noch bemerken, dass die Temperatur von grossem Einfluss ist, im Frühjahr brauche ich 50, im Sommer 20 Sek. zur guten Ertödtung des Epithels. Wirkt die Lösung zu lange, so erhärtet die äusserste Schleimschicht mit, und das Präparat zerreisst oder wird unvollkommen. Man sieht in solchem Falle die Pigmentzellen am abgezogenen Epithel sitzen bleiben. Es empfiehlt sich, den Prozess des Abpinselns unter dem Mikroskop vorzunehmen, um etwaige Verletzungen des Präparates zu überwachen.

deutlich genug, wenngleich der homogene Saum durch die an Cr-Präparaten kaum zu verhindernde Faltenbildung nur halb so breit zu sein scheint, wie er wirklich war. Namentlich deutlich wird dies Verhalten, wenn man von dem erhärteten Schwanz Durchschnitte wie Fig. 5 erhält, an denen sich das Epithel abgehoben hat. Als dann sieht man die ganze, dem mittleren Keimblatt angehörige, von Dotterkörnchen sehr dunkle Axe des Schwanzes rings von einem hellen Saum gallertiger Substanz umgrenzt. Diese Substanz allein bildet oben und unten die Schwanzflosse, welche nur in der Nähe der Axe noch Zellen birgt, nach aussen ganz dünn und zellenlos wird und sich hier zwischen den äussersten Epithelzellen verliert. Bei älteren Larven finden sich auch an der Peripherie des Schwanzes Zellen, aber der äusserste Saum des Schleimgewebes ist immer homogen. Es geht stets die Bildung der Gallerte den Zellen voran. Ich nehme daher an, dass diese Substanz anfänglich von der Epidermis ausgeschieden werde, und dass alsdann die Zellen der Schwanzachse in sie hineinwuchern, resp. einwandern. Eine solche Art der Gewebsbildung schliesse sich ziemlich nahe dem Typus „Sekretgewebe“ an!

Es liesse sich aber noch eine andere jedoch weniger einfache Erklärung geben und zwar auf Grund der Beschreibung, die Remak von diesem Stadium des Larvenschwanzes gab. Remak scheint durch Behandlung des Frosches mit Alkohol von 10 pCt. ganz ähnliche, aber weniger frische Präparate wie ich erhalten zu haben und schreibt darüber *):

„Hier (am Schwanze) beginnen bald nach Schliessung des Medullarrohres die Zellen der Unterhaut auseinander zu weichen und zwischen ihnen zeigen sich wasserhelle Zwischenräume. Von den Zellen hebt sich nach Zusatz von Wasser eine zarte helle Membran, während das körnige Protoplasma scharf begrenzt bleibt. Behandelt man die Larve mit Alkohol c. 15 pCt. und darauf mit Essigsäure c. 0,2 pCt., so erscheinen die Zellen sternförmig: in den früher durchsichtigen Zwischenräumen sieht man ein ungemein feines und zierliches Netz dunkler, verästelter Fasern als Ausläufer der Zellen. Dieses Netz erhält sich fortan das ganze Larvenleben hindurch. In dem Maasse, als der Schwanz sich verdickt, vergrössern sich die zwischen den netzförmig verbundenen Ausläufern befindlichen glashellen Zwischenräume; sie werden von einer gallertigen Substanz ausgefüllt, welche durch

*) Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere Fig. 152.

Alkohol und Sublimatlösung gerinnt. Diese Substanz reicht am Rande des Schwanzes eine Strecke weit über die verästelten Zellenausläufer hinaus und verdichtet sich unterhalb der zelligen, leicht ablösbaren Oberhaut zu einer festen glashellen Membran (gleich wie man auch an der Oberfläche der Knorpel eine helle Schicht unterscheidet, in welche die Zellen nicht hineinreichen). Der Membran zunächst liegen dann in der lockeren Zwischensubstanz die bekannten grossen, weichen, sternförmigen Pigmentzellen eingebettet, und auf diese folgen kleinere farblose Sternzellen, welche mit fortschreitender Entwicklung in dem Maasse an Umfang abnehmen, als die von ihnen ausgehenden Fasernetze an Ausbildung gewinnen. Bei grösseren Larven sieht man an beiden Flächen des unverletzten Schwanzes bei passender Einstellung des Mikroskopes ein solches Fasernetz (meine Figur 8), das schon durch seine Zierlichkeit und Feinheit die Aufmerksamkeit hätte fesseln sollen. Vielleicht haben es andere Beobachter gesehen und für eine Zellenschicht gehalten, eine Täuschung, welche bei der Regelmässigkeit der kaum $\frac{1}{400}$ L. messenden Maschen leicht entstehen kann. Die Fasernetze der beiden Schwanzflächen stehen durch Fasern mit einander in Verbindung, welche von den Winkeln der Maschenräume ausgehend die Dicke des Schwanzes durchsetzen und offenbar die Festigkeit desselben bedingen.“

Wenn diese Beschreibung Remak's, die wie immer so auch hier den Gegenstand fast erschöpfte und meine Beobachtung vortrefflich controllirt, in allen Stücken richtig ist, so müsste jene den Zellen voraneilende Gallertmasse in anderer Weise erklärt werden. Die Zellen der Axe müssten dann ihr Sekret als eine später erstarrende Flüssigkeit liefern, welche zwischen jenen von Remak hervorgehobenen festen Membranen sich fortzuschieben und so immer bis zum äussersten Rande vorzudringen hätte. Solche Annahme würde zwar mit Bezug auf die flache Form des Schwanzes und auf die Lagerung der Zellen ihre Schwierigkeit haben, ist jedoch nicht ohne Weiteres verwerfbar. Ich muss nun sogleich zugeben, dass eine dichtere Schicht sich auf der Oberfläche des Schwanzes findet, aber dass dieselbe als eine besondere Membran aufzufassen sei, glaube ich nicht. Es scheint hier ein ähnliches Verhalten stattzufinden wie bei der Eiweiss- und Schleimabsonderung in den Eileitern von Amphibien und Vögeln, wo zuerst die abgesonderten Häute relativ fest und hart sind und erst später sich mehr lockern. Es sprechen gegen eine wirkliche, für sich bestehende Membran folgende Umstände. Die innere Grenze ist nicht scharf, nur zuweilen erscheint sie durch ein bekanntes optisches Verhalten an Falten schärfer; durch Zusatz von Natron

hört jede Grenze stets vollständig auf, und die ganze Gallerte bricht gleich schwach das Licht. In späteren Stadien wachsen die Ausläufer der Zellen in diese Schicht selbst hinein, so dass man dem entsprechend auf Falten in ihr hin und wieder Strecken körnigen Zelleninhalts erkennt. Endlich müssten doch Querschnitte wie Fig. 5 bis zum Rande hin spaltbar sein, da um diese Zeit die fraglichen Membranen nothwendig cohärenter sein müssten, als die kaum noch geronnene Gallerte; mehrfach gelungene Präparationen haben mich aber überzeugt, dass nicht die geringste Tendenz zur Spaltbarkeit vorhanden ist; die Nadel furcht immer quer durch. Diese Erfahrungen vereint mit der später zu besprechenden Lagerung der Nerven in der Oberfläche befestigen meine oben ausgesprochene Anschauung, wer jedoch darin nicht folgen will, wird doch vielleicht geneigt sein, die festere Schicht selbst als Sekret des Epithels zu betrachten.

Nun könnte man aber noch meinen, dass die Zellen etwa Ausläufer, die ja auch Remak erwähnt, bis in den Gallertsaum des Schwanzes hineinschickten und so auch an dem fernerem Platze die Grundsubstanz bildeten. Ich weiss nun wohl, dass die Ausläufer im gewöhnlichen Gewebe gar oft sich dem Auge entziehen, in diesem Schleimgewebe kann das aber ungleich schwieriger geschehen; die geringste Anhäufung von Cytoplasma würde sich gleich verrathen, namentlich auch stark an den Chromsäure-Karminpräparaten hervortreten. Am besten schützen wir uns überdies vor solchem Irrthum, wenn wir dem Entwicklungsgange der Zelle folgen. Allerdings sind, wie Remak angibt, die ersten Ausläufer früh da und recht fein, aber ursprünglich sind die ersten Zellen der Schwanzaxe eben so gut abgerundet, wie die ersten Embryonalzellen überhaupt Fig. 5, 6. Dann erst werden sie zackig Fig. 4 und bekommen mehrere sehr feine Ausläufer Fig. 11, die mit den Nachbarzellen zu anastomosiren beginnen und später ein sehr vollständiges Netz hervorbringen Fig. 6. Aus diesem Netzwerk entwickeln sich namentlich die Fasern stärker, die nach der Oberfläche zu gehen, wo dann ein solcher Schwanz im Durchschnitt ein Bild wie Fig. 7 gibt, und hier findet man die Fläche des Schwanzes unter dem Epithel mit einem zierlichen Maschenwerk

bedeckt, das durch die Anastomosen der Zellenausläufer bedingt wird. Die gelben b und schwarzen c Pigmentzellen pflegen ihren Inhalt in diesen vorgebildeten Gängen zu vertheilen, wenn sie sich ausbreiten, doch können dann dünne Schichten sich auch noch über die Zwischenräume ergießen. Dies Oberflächennetz bildet sich bei *R. esculenta* weit früher aus, wie bei *R. temporaria*. Wir können also die Zellenumwandlung genau genug verfolgen, um sagen zu können, dass die erste Gallertabscheidung mit der Ausläuferbildung nichts zu thun hat; dass diese letztere später auf die Ernährung der Gallerte Einfluss hat, soll nicht geleugnet werden; übrigens ist im Schwanze der Tritonen fast Alles ein Netzwerk von Ausläufern geworden, soweit mich das eine wenigstens flüchtige Betrachtung lehrte.

Ich habe noch zu erwähnen, dass die Zellen bei Natronzusatz allmählig verschwinden und dass elastische Fasern sich nicht in der Schwanzplatte finden. Für die frühere Arbeit habe ich hier noch nachzutragen, dass erneute Untersuchung des Hühnchens mich lehrte, dass die *Membrana prima* eine der Gallerte, vielleicht auch nur dem Gallertsaum, entsprechende Ausscheidung des Hornblattes ist, welche sich auf die Seitenplatten auflegt und sich bald nicht mehr von ihnen trennen lässt. Ich gewann ferner Grund zu vermuthen, dass die Urwirbelhöhle und der weite leere Raum um die junge, noch rein zellige *Chorda dorsalis*, den Kölliker so treu darstellt, mit solcher Ausscheidung von Gallertsubstanz zusammenhängt, doch habe ich recht Genaues hier noch nicht erforscht *).

*) Es ist mir auffallend, dass ich den innigen Zusammenhang des *Perimysium internum* mit der skeletbildenden Chordahülle beim Frosch bis jetzt noch nirgends, auch in Gegenbaur's Zeichnungen nicht angedeutet fand. Gegenüber den ausgezeichneten Beobachtungen über die Entwicklung der älteren *Chorda*, ihre Verknorpelung u. s. w. möchte ich bemerken, dass ich noch wiederum die Bildung der *Chorda* aus dem Hornblatt beim Hühnchen beobachtete. Ich hege die Zuversicht, dass, ohne dem fundamentalen Unterschied zwischen den Keimblättern Abbruch zu thun, sich diese Thatsache mit der späteren Entwicklung in Einklang bringen lässt, und dass dabei auch ein Schlüssel zum Verständniss der *Chorda* und ihrer Scheiden sich gewinnen lassen wird, der uns ja trotz Allem doch bis jetzt noch abgeht.

Die früher gegebene Schilderung der Nerven in jungen Schwänzen ist, weil ich zur Zeit der Beobachtung weniger gute Linsen hatte, vielleicht auch weil mein Gedächtniss nicht treu war, rücksichtlich der Nervenscheide nicht ganz genau ausgefallen, so dass ich von vorn beginne.

Während die Gefässe erst in recht später Zeit im Schwanze erscheinen, kann man die Nerven von vornherein in ihm nachweisen. Kölliker*) gibt an, dass die Nerven zur selben Zeit wie die Gefässe entstanden; aus dieser Angabe dürfte sich im Wesentlichen die Differenz in unserer Beschreibung des Entwicklungsmodus erklären. Remak **) sagt über diesen Gegenstand:

Die im Schwanze sichtbaren schon von Schwann beobachteten fadenförmigen, durchsichtigen, verästelten Anlagen der Hautnerven zeigen sich am Schwanze immer als Fortsätze der Spinalganglien. Eine Zurückführung derselben auf Embryonalzellen ist daher nicht gelungen. Eine solche Faser ist nicht die Anlage einer Nervenfaser (?) allein, sondern auch der kernhaltigen Scheide; überdies enthält er häufig die Anlage mehrerer Nervenfasern.

Die Nerven sind nun im Anfang glänzende, feine, sich gabelförmig theilende Fäden ohne jeden Kern oder sonstiges Anhängsel. Wo die Parenchymzellen dicht gedrängt stehen, ist es sehr schwierig, die Nerven mit Sicherheit zu demonstrieren, weil man gehindert wird einen solchen Faden genügend weit zu verfolgen, um Zellenausläufer ganz auszuschliessen. Jedoch wo die Zellen nur etwas weiter auseinander rücken, lässt sich schon ganz gut diese Schwierigkeit überwinden Fig. 11. Es ist nun sehr bemerkenswerth, dass man die Nerven nicht bloss über den Zellen, sondern auch in der zellenfreien Randpartie findet. Obgleich hier die Nerven sehr fein sind und leicht dem Auge entgehen, auch die häufigen Faltungen irre führen können, so lassen sich doch einmal die letzteren vermeiden und auch ohne das scheint in solchen Bildern wie Fig. 11 die Verfolgung des Stammes und der Verästelungen eine genügende Sicherheit gegen Irrthümer zu gewähren ***).

*) Annales des sciences. p. 103.

**) Untersuchungen p. 154.

***) Auch Varikositäten treten an diesen Nerven auf, freilich waren dieselben an allen gezeichneten Präparaten nur wenig ausgebildet.

Wenn wir nun den Schwanz einer etwas älteren Larve ansehen, wo die dunklen Dotterkörner aus den Zellen verschwunden sind und sonst Nichts die Wahrnehmung der Nerven hindert, bekommen wir ein weit vollständigeres Bild von deren Vertheilung.

Die Fig. 9 stellt im Maassstabe von $\frac{1}{4}$ ein solches Bild dar, wo man fast an der Vertheilung der zahlreichen Nervenstämme zu studiren hat. Es erwies sich mir diese Zeichnung des Hrn. Wittmaak, wo ich auch immer verglich, als eine durchaus treue Copie, was ich bemerke, weil bei dergleichen schwierigen Zeichnungen der Zeichner sehr selbständig vorgehen muss. Das Bild zeigt nun, der Vergrösserung entsprechend, nur die Nervenstämme und zwar der einen Oberfläche, trotzdem ist der Reichthum an Nerven gewiss überraschend. Es haben in diesem Stadium die näher dem Rumpf zu gelegenen Nervenstämme schon Kerne, z. B. bei d. Untersucht man nun ein solches Präparat mit starken Linsen*), so findet man, dass die feinsten jener Fäden sich noch so reichlich theilen, dass sie zuletzt bis zum Unsichtbaren fein werden, und die Schwanzfläche also von Nerven sehr eng übersponnen ist. Es zeigt dies Fig. 12. $\frac{8}{16}$. Die Nerven liegen hier an dem in's Auge gefassten Orte so dicht, dass man fast geneigt ist, einige derselben einer Verwechselung mit Zellenausläufern zuzuschreiben. In der Hinsicht will ich bemerken, dass solche Präparate frisch sein und rasch gezeichnet werden müssen, da später eintretende geringe Trübungen schon das Bild verderben, es ist daher eine vollkommene Controlle schwieriger, doch war ich nicht im Stande, eine Verwechselung mit Zellenausläufern aufzudecken, da alle in's Auge gefassten Fasern sich zu unzweifelhaften Nervenstämmen verfolgen liessen. Jedenfalls ist die Hauptmasse der Fasern nervös. Zuweilen laufen sehr feine Nerven noch durch das ganze Gesichtsfeld in gestrecktem Laufe hin, um sich dann noch zu ramificiren und in Fig. 12 laufen auch die meisten Nerven noch weiter. Es kann aber auch vorkommen, dass man auf Bezirken, welche dem Rayon von 2. oder 3 Parenchymzellen entsprechen, gar

*) Ich brauchte ein System $\frac{1}{16}$ von Schröder, das mir ein schöneres Bild auf der Nobetschen Platte gab, wie ein verglichesenes System 10 von Hartnack.

keine Nerven wahrzunehmen im Stande ist. Es fehlen aber auch hier dieselben nicht, sondern fallen nur ihrer zu grossen Feinheit wegen nicht in die Augen, man kann von benachbarten Nervenstämmen aus in der Regel eine genügende Zahl feinsten Nerven bis zu Stellen hin verfolgen, die ohne solche Leitfäden für nervenlos gehalten werden müssten.

Sobald die Parenchymzellen sich regelmässig vertheilt haben und sternförmig geworden sind, sieht man an den Nervenstämmen Kerne auftreten, zuerst nur an den dicksten Stämmen dicht an der Wirbelsäule und nahe am Rumpf, später auch mehr peripher. Genauere Beobachtung ergibt, dass die Kerne dünnen und blassen, äusserst lang gestreckten Zellen angehören, welche den Nerven (Axencylinder) so einschneiden, dass er in ihrem Inneren zu laufen scheint Fig. 13 A. Am besten erkennt man dies Verhalten, wenn die Membran, wie in der Figur der Fall, durch Wasser abgehoben ist. Diese Zellen geben nicht anders Ausläufer ab, als da wo ein Nervenzweig abgeht, und hängen nicht mit den Parenchymzellen zusammen. Früher schien mir, als wenn sie aus letzteren hervorgingen, aber ich muss das nunmehr bezweifeln. Eine weniger gute Linse hat mich veranlasst, die dicht unter ihnen liegenden Ramificationen der Parenchymzellen ihnen selbst zuzuschreiben, was mich dann zu der irrthümlichen Schilderung in der früheren Mittheilung brachte. Ich glaube jetzt, dass die Zellen von der Axe her an den Nerven entlang wachsen. In keinem Falle kann ich mich Remak's oben citirter Angabe anschliessen, als wenn in dem anfänglichen Nerven die Kerne und Scheide mit angelegt seien. Es muss also überall ein Punkt sich finden, wo die Nervenscheide aufhört, respective beginnt den Nerven zu überziehen. Die einschneidenden Zellen werden nun aber sehr zart und sind ausserordentlich gestreckt, so dass es nicht immer gelingt, diesen Punkt aufzufinden. Man findet jedoch, dass hin und wieder relativ dicke Nerven plötzlich mit einem ganz gering kolbenförmig verdickten körnigen Ende aufhören. Anfangs glaubte ich, die Nerven seien hier durch meinen Pinsel verletzt worden *),

*) Es kommt vor, dass man, wenn das Epithel zu fest sitzt, stärkere Nerven

später aber fand sich, dass die Nerven hier plötzlich sich in mehrere feine Aeste zu zerspalten pflegen, Aeste, deren Gesamtvolum keineswegs dasjenige des Stammes erreicht; geht dagegen die Theilung allmählicher vor sich, ist auch das Aufhören der Scheide weniger in die Augen springend. Als solches Ende der einscheidenden Zelle deute ich wenigstens diese Fälle, Fig. 13 B. In späterer Zeit werden die Scheiden markhaltig, doch tritt das Mark ganz allmählig auf, so dass man zuerst an den aufbewahrten Präparaten hin und wieder dem Nerven einen Tropfen anhängen sieht Fig. 10. Später bestehen dann die Stämme aus einigen der gewöhnlichen, doppelt contourirten Nervenfasern, die man wohl beinahe „Nervenprimitivbündel“ nennen müsste; ich halte es mindestens für wahrscheinlich, dass auch nach dem Centrum zu ein Nerv noch eine grössere Menge von Zellen versorgen wird.

Das Verhalten der Scheide hat mich jedoch weniger gefesselt, da in der Entwicklung und im Ende der Axencylinder der Schwerpunkt zu liegen scheint. Für das Ende zunächst sind drei Möglichkeiten in's Auge zu fassen, die ich gleich hier voranstelle, weil man eben beim Mikroskopiren nicht mechanisch durch das Auge geleitet wird, sondern Fragen stellen muss, auf die dann das aufmerksame Auge antwortet. Die Fasern könnten an den Parenchymzellen enden, sie könnten zweitens frei in feinste Spitzen oder als Netzwerke enden oder drittens sie könnten in sonstige Endapparate hineingehen.

Es scheinen, was die erste Möglichkeit betrifft, nun in der That Fasern an den Ausläufern der Zellen zu enden, d. h. man sieht sie an dieselben heran oder auf sie herauf treten und kann sie dann nicht weiter verfolgen. Bei genauerem Zusehen findet man freilich, dass mancher Nerv doch noch weiter wie bis zu diesem scheinbaren Ende geht, aber für andere Fälle ist ein solcher Nachweis durchaus nicht zu führen. Die directe Beobach-

hie und da zerreißt und sogar über die Oberfläche emporzieht, Fig. 13 C. Kein Mikroskopiker wird sich dadurch täuschen lassen. Da die Nerven weit zäher und dehnbarer sind wie das Parenchym, bleiben sie gewöhnlich bei Einrissen des Schwanzes intact und überbrücken dieselben so, dass man sie leicht auf längere Strecken isoliren kann.

tung vermag also nicht eine solche Nervenendigung zu negiren *). Dagegen ist so viel mit Sicherheit zu sagen, dass bei weitem nicht alle Nerven an diese Parenchymzellen herangehen können.

Es sind nämlich erstens die Nerven dafür zu zahlreich, jede Zelle müsste mehrere Nerven erhalten, wenn (an älteren Larven) alle Nerven so enden sollten, was für diesen Ort auffallend wäre. Wenn zweitens in diesen Zellen die Nervenenden wären, würde doch die Anordnung der Nerven etwas danach gestaltet sein müssen, jedoch der Verlauf der feineren Nerven liess nie die geringste Beziehung zu diesen Körpern bemerken.

Wichtig ist drittens, dass die Nerven sich auch in den Theilen des Schwanzes verzweigen, welche diese Zellen des mittleren Keimblattes noch nicht besitzen, die feinsten Verästelungen entziehen sich hier zuletzt dem Auge, ohne im geringsten nach dem zellenhaltigen Theil zurückzukehren, so dass hier sicher jede Beziehung ausgeschlossen ist.

Es sind viertens die Nerven nie zwischen den Zellen im Inneren der Schwanzflosse anzutreffen, wo ich genauer darauf untersuchte, traf ich sie stets ganz dicht unter der Oberfläche, in dem hellen Saum selbst oder dicht unter ihm Fig. 10, die feinsten Nerven stets am oberflächlichsten. Die Zellen senden zwar auch ihre Ausläufer nach dieser Stelle, aber das Verhalten der Nerven ist doch ein eigenthümliches.

Das letztere Verhalten deutet schon mehr auf eine freie Endigung der Nerven dicht unter der Oberfläche hin. In dieser Beziehung will ich nur zweierlei hervorheben. Ein eigentliches Netzwerk kommt nicht vor. Es kreuzen sich zwar öfter die feinsten Nervenstämme, aber sie verschmelzen nicht dabei, sondern laufen aneinander vorbei, ohne auch nur an der Kreuzungsstelle Knoten zu bilden **). Zweitens verschwinden zwar die Ner

*) Reizversuche habe ich nicht angestellt, ich verkenne nicht ihr grosses Gewicht, aber für diesmal musste ich darauf verzichten, mit Kühne's gute Methoden die Arbeit zu vervollkommen.

**) Die Knoten an den grösseren Stämmen entsprechen dem angesammelten Inhalt der umhüllenden Zelle.

ven dem Auge, aber das Ende selbst kann man nicht mit Sicherheit erkennen.

Es fragt sich also endlich, enden die Nerven in besonderen Endapparaten. Aus dem Gesagten erhellt zur Genüge, dass dergleichen sich in der Gallerte durchaus nicht findet. Dennoch wird der Leser vielleicht nur die Zahl und Lagerungsverhältnisse zu erfahren gebraucht haben, um wie ich zu wissen, dass und wo die Endapparate der Nerven zu suchen sind. In der That die Nerven werden in den Epithelzellen enden; darauf kann man schliessen, weil die feinsten Nerven ganz an der Oberfläche liegen, weil ihre Menge den Epithelzellen etwa entspricht, namentlich aber, weil sie in der vom Epithel secernirten Grundsubstanz liegen, weil sie in dem zellenlosen Saum des Schwanzes sich finden, weil sie von Anfang an nachweisbar sind und nur ein freies Ende zeigen, weil endlich das Nervensystem aus dem Hornblatt hervorgeht.

Diese Gründe genügen mindestens dazu, unsere Untersuchung direct auf das bezügliche Verhalten der Epithelzellen zu lenken. Präparate, von denen das Epithel entfernt ist, eignen sich natürlich sehr wenig, denn zu constatiren, ob eine feinste Nervenfasern abgerissen endigt oder nicht, hält zu schwer.

Es bleiben jedoch beim Abpinseln, namentlich am Rande hin und wieder einige Zellen sitzen, von deren freiem Rande habe ich häufiger feinste Nerven abgehen sehen, die sich mehrfach, aber nicht immer zu grösseren Nerven verfolgen liessen. Die Zellen liessen auch bei weitem nicht alle solche Fäden entdecken und wenn sich auch der Grund darauf schieben liess, dass manche von solchen Zellen schon halb oder ganz abgelöst sein mochten, so waren doch diese Beobachtungen nicht recht beweisend. Besser ist schon das Bild, welches man durch die directe Beobachtung frischer intacter Schwänze bekommt, doch müssen da die Zellen schon ganz klar geworden, weder fett- noch pigmenthaltig sein. Einige Zeit ($\frac{1}{2}$ Stunde) nach Abschneiden des Schwanzes treten gewöhnlich die bei R. temporaria klaren Kerne mit ihren Kernkörpern deutlich hervor, und man sieht dann ein Verhalten wie Fig. 14. Es geht von jedem Kernkörper eine Faser aus, die sich

unter der Zelle hin eine Strecke weit verfolgen lässt. An jüngeren Schwänzen gelingt es zuweilen, diese Fäden zu grösseren Nerven hier zu verfolgen, aber es ist darauf nicht viel zu geben; bei älteren Larven findet sich nämlich schon das erwähnte Oberflächennetz der Parenchymzellen, das bei der Verfolgung der Nerven sehr hinderlich wird, und die Anfänge dieses Netzes könnten auch bei jüngeren Larven schon Irrungen erzeugen. Ueberhaupt ist das Bild dieser Fäden ein sehr zartes, und es kann wohl einmal ein Strich vorgetäuscht werden, wo doch nur einige Körnchen in einer Reihe geordnet sind, jedoch kann eine solche Täuschung hier im ganzen ausgeschlossen werden. Es kommen nämlich bei den Epithelien sehr viele Theilungsstadien, namentlich Zellen mit doppelten Kernkörpern, vor und da ergibt die Beobachtung regelmässig, dass auch die Nerven sich verdoppelt haben, dass von jedem Kernkörper ein Faden abgeht, der gegen den des anderen mehr oder weniger stark convergirt und sich mit diesem zu einem Faden vereint, wodurch das Bild einer gabelförmigen Theilung hervorgebracht wird. Dazu kommt noch, dass die Fäden benachbarter Zellen ungefähr in derselben Richtung abzugehen pflegen. Diese Richtung kann ebensowohl peripher wie centralwärts sein, es handelt sich dabei wohl nur um die Lage der Zelle zu dem Nervenstamm, worüber später. Wenn das Präparat nur nicht gedrückt war, habe ich an den meisten Stellen des Schwanzes dies Verhalten der Epithelzellen bei etwa 4wöchigen *R. temporariis* erkennen können. Sind noch Wimperhaare zugegen, so kann das die Ansicht stören, doch verschwinden dieselben bekanntlich am Frosch früher.

Ich habe nun schon erwähnt, dass abgesehen von dem directen Befund eine Reihe von anderen Erfahrungen eine solche Endigungsweise vermuthen liess. Als einen Grund hob ich hervor, „weil das Nervensystem aus dem Hornblatt hervorgeht.“ Dieser Grund hat ohne Zweifel am meisten Gewicht, aber es kann zweifelhaft erscheinen, ob die Thatsache so ohne weiteres aufgestellt werden durfte. Ich sehe dabei ganz ab von der schon von Remak discutirten Umbüllungshaut, da ich auf etwas derartiges nie traf. Die Sache liegt demnach so. Hirn und Rückenmark

werden vom Hornblatt gebildet ebenso die Retina und der Stiel der Augenblase. Gewisse Theile des Epithels der Nase, des Labyrinths, die alle aus Zellen des Hornblattes hervorgingen, sind als Nervenenden nachgewiesen, dasselbe ist wahrscheinlich genug für gewisse Theile des Zungenepithels. Ferner ist nachgewiesen, dass in die Urwirbel Theile des Hornblattes eingehen und bis jetzt hindert nichts anzunehmen, dass die peripheren Ganglien, die Muskeln und Muskelnerven aus diesen Zellen hervorgingen.

Dagegen stehen scheinbar unabhängig vom Hornblatt und also als Ausnahmen da die etwaigen Enden in den Körperchen der Hornhaut, die oberflächlichen Nervenendnetze, die Tast- und Vater'schen Körperchen, so wie die Terminalkörper (die letzteren habe ich jedoch mehrfach vergeblich zu finden versucht).

Hinsichtlich der Nervenenden in den Hornhautkörpern *) könnte ich mich vielleicht darauf berufen, dass man die Entwicklung des Hornhautgewebes selbst noch nicht kennt, jedoch da ich nicht entscheiden konnte, ob Nerven zu den Parenchymzellen des Schwanzes gehen oder nicht, kann ich mich über den Gegenstand weiterer Bemerkungen enthalten. Gegen die Nervenendnetze, die vielfach z. B. von Kölliker in der Haut der Maus, neuerdings in diesem Archiv von Arnold in Conjunctiva und Iris beschrieben sind, muss ich den Einwand erheben, dass diese Nerven schliesslich noch in die Epithelien hineingehen können, da ein solches Verhalten wegen ihrer zu grossen Feinheit und an weniger günstigen Stellen nur allzu leicht übersehen werden konnte. Die eigentlichen Endapparate der Haut angehend, so ist ja ihre Entwicklung noch durchaus nicht aufgeklärt und doch liegt bei der völlig oberflächlichen Lage der Tastkörperchen es zunächst für diese nahe, eine Einstülpung der Epidermis zu vermuthen, selbst für die räthselhaften Vater'schen Körper kann eine solche Möglichkeit nicht zurückgewiesen werden. Es war daher wohl gerechtfertigt in diesem Falle, wo zunächst die Thatsachen in ihrer Allgemeinheit und vom Standpunkt der Entwicklungsgeschichte aus aufgefasst werden mussten, mich auf jenen Satz zu stützen.

*) Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma. 1864.

Es gibt auch noch andere Verhältnisse, die für die allgemeine Richtigkeit jenes Satzes sprechen. Ich habe bei den höheren Krebsen Nervenenden an den chitinisirten Hörhaaren nachgewiesen, welche schon dadurch Bedeutung haben, dass die Art des Nervenendes wohl nirgends so sicher sich demonstrieren lässt, wie hier. Nicht bloss weil man am lebenden Thier sie ohne weiteres für jedes der Beobachtung zugängliche Haar nachweisen kann, sondern auch, weil vermittelt der Häutung dieser Thiere ein eingehender Beweis dafür zu liefern ist, dass die Nerven wirklich senden, wie man sie aufhören sieht.

Diese Nervenenden nun chitinisiren, d. h. von einem Endganglion aus geht ein rundlicher feiner Strang bis zum Haar selbst fort, der dicht vor der Häutung mit Chitinmasse infiltrirt ist. Bei jeder Häutung wird dieser Strang erneut. So wunderbar diese Erscheinung auch an und für sich ist, es liegt eine Erklärung in dem Verhalten der Nervenenden zu den Epithelzellen, die ja eben hier die chitinbildenden Elemente sind. Bei den Quallen und Echinodermenlarven sind, so weit man sie kennt, Muskeln und Nerven gleich unter dem Epithel zu suchen, nicht in der Gallerte (besonders auffallend ist diese Lage der Nerven bei der Rippenquallen).

Es ist hier noch der Ort der Chromatophoren zu erwähnen. Wir haben diese zum Theil unter Nerveneinfluss stehenden Gebilde doch wohl zum mittleren Keimblatt zu rechnen. Manche langsameren Veränderungen lassen sich wohl durch Aenderungen in der Gefässen, sei es in Hinsicht auf Blutzufuhr, sei es direct durch den mechanischen Effect der Contraction erklären. Das lebhafte Farbenspiel der Cephalopoden erklärt sich durch Musculatur, welche, so viel ich sehe, die Farbstoffhöhle einseitig umgibt. Was andere Fälle anbelangt*), so muss ich leider vorläufig meine Unkunde gestehen.

Wir wollen nunmehr noch einmal zur Entwicklung der Nerven zurückkehren und fragen, ob gar nichts zu finden ist, was über die Entwicklung der nackten Nervenfasern Aufschluss gibt.

Die Bildung der Nerven selbst kam nicht zur Beobachtung,

*) Namentlich die Zahnnerven und ihre Entwicklung.

da diese schon in den frühesten Stadien in proportionirter Menge sich nachweisen liessen, dass jedoch die Nerven sich nicht aus verwachsenden Zellen bilden, war sicher genug zu constatiren.

Es liegt nun zunächst nahe, den neueren Forschungen über die Entwicklung der Longitudinalstränge des Rückenmarks entsprechend, anzunehmen, dass die Nerven zu irgend einer Zeit von den Ganglienzellen des Rückenmarks aus in die peripherischen Theile hineinwachsen. Es hat diese Annahme abgesehen davon, dass noch nirgends das wachsende Nervenende selbst gesehen ward, ungemeine Schwierigkeiten für unsere in Rede stehende Localität. Die auswachsenden Nerven können schwerlich dicker sein, als die dicksten Nervenstämme, die man in der ersten Zeit der Schwanzbildung wahrnimmt, diese sind aber noch so fein, dass 30 von ihnen noch kaum die Dicke gewöhnlicher Axencylinder erreichen. Solche Nerven sollen nun Strecken von $\frac{1}{10}$ Mm. und darüber in sehr gestrecktem Verlauf ohne Anhaltspunkte durchwachsen und merkwürdiger Weise sich dabei nicht in der Mitte, sondern in dem Epithelsecret ganz dicht an der Oberfläche halten, bis sie sich endlich in noch weit feinere Zweige auflösen. Wenn nun diese nur ein Netzwerk bildeten, wäre die Sache noch einfacher, da aber jeder schliesslich in eine Epithelzelle geht und das, bei den Sinnesorganen wenigstens, in ganz genauer Vertheilung, so müsste man hier Kräfte völlig ungewohnter und räthselhafter Art in's Spiel ziehen.

Wenn man solcher Annahme entgehen könnte, würde gewiss Niemand etwas dagegen haben. Ich möchte mir daher erlauben noch eine andere Art der Nervenbildung, deren Möglichkeit sich herausgestellt hat, zur Erwägung hier vorzulegen. Es könnte sein, dass die Endzelle des Nerven zu keiner Zeit von dem Ursprungsganglion getrennt ist, d. h. dass wie das Schema Fig. 15 erläutert, die ersten Zellen des Rückenmarks sich bei ihrer Theilung nicht vollständig von einander trennen*), sondern durch einen Faden, den Nerven, stets mit einander im Zusammenhang

*) Es ist vielleicht von Interesse, zu wissen, dass bei gewissen in fliessenden Gräben als weisse Fäden massenhaft vorkommenden Saprolegnien die unvollkommene Theilung Norm ist.

bleiben. So ganz abenteuerlich, wie es aussehen mag, ist diese Idee nicht! Um das zu zeigen, muss ich mir erlauben sie näher durchzuführen. Wenn wir einmal willkürlich den Beginn der Axenplatte oder der Primitivrinne als Anfang dieses Prozesses setzen, so würden von diesem Zeitpunkt an die Zellentheilungen im Hornblatt, in der Axenplatte sich nicht mehr ganz vollenden, sondern es würde jede Zelle mit der Schwesterzelle im Zusammenhang bleiben.

Wenn jedoch, nehmen wir an, diese Zelle sich von neuem theilt, spaltet sich auch ihr Verbindungsstrang mehr oder weniger vollständig. Diese letztere Annahme der Spaltbarkeit der Nerven könnte Bedenken erregen, aber wenigstens ist sie ganz ebensovollständig, wenn wir ein Auswachsen der Nerven annehmen. denn mit dem Wachsthum des Schwanzes und der Vermehrung der Endapparate würde vernünftiger Weise auch eine Spaltung angenommen werden müssen.

Die getheilten Nerven rücken dann mit der Zeit auseinander ein Vorgang, der mit den Wachsthumsvhältnissen des ganzen Parenchyms sich genügend erklärt. Wenn nun jede Theilung eine unvollkommene ist, führt das, wie man leicht sieht, mit der Zeit zu einem unendlichen Netzwerk von Fasern. Wenn ich annehme, dass von diesem Netzwerk nur dasjenige zurückbleibt und sich erhält, was für den Körper verwendbar ist und benutzt wird, die nicht thätigen Wege atrophiren, so würde das der natürlicher und gangbaren Anschauung entsprechen und zugleich mit dem übereinstimmen, was wir von der Einrichtung des Nervensystems wissen.

Es ist nichts Neues darin, anzunehmen, dass wenn zwei Ganglienzellen sich theilen, sie unter einander verbunden bleiben, und ich glaube, dass Jeder der die Sache überdacht hat, ganz natürlich zu einer ähnlichen Annahme kam, die Schwierigkeit liegt nur darin, zu zeigen, dass die consequente Durchführung möglich und nothwendig ist.

Es fragt sich nun zunächst, ob der Nervenbefund am Schwanz und dann, ob das was wir überhaupt vom Nervensystem wissen, vereinbar mit solcher Entwicklungsweise sei?

In sehr guter Art erklärt sich natürlich der Befund, dass im Schwanz von Anfang an Nerven da sind und dass wir sie in jenem zellenfreien Rande des Schwanzes, wie mehrfach erwähnt, auch finden. Ebenso dass die feinsten Fasern am oberflächlichsten liegen, stimmt mit unserem Bildungsmodus überein; jedoch müssten eigentlich die stärkeren Nervenstämme ganz tief im Inneren des Schwanzes liegen, was doch nicht der Fall ist. Ich denke mir, dass sie theils durch ihre kleineren Aeste, theils durch die unter ihnen liegenden Verästelungen der Parenchymzellen und deren Ausläufer in ihrer Lage ziemlich fest erhalten werden.

Es könnte ferner scheinen, als wenn die Bildung der Nervenplexus sich nicht mit der Hypothese vereinigen liesse, jedoch ergab die nähere Beobachtung, dass, wenn von zwei neben einander verlaufenden Nerven der eine rascher in die Länge wächst wie der andere, derselbe sich zunächst an einer Stelle von seinem Nachbarn im Bogen abhebt, der Bogen wird immer grösser und trifft später unter der Oberfläche sich ausdehnend mit einem benachbarten Nerven zusammen, damit ist denn der Plexus hergestellt. Ob jeder Plexus auf diese Weise entsteht, ist freilich eine andere Frage, dass es möglich ist, wird durch die Beobachtung bejaht.

Ein weiteres Bedenken wird dadurch erregt, dass, wie man Fig. 9 sieht, die Nerven nicht alle radiär laufen, sondern sich auch wohl kreuzen und gar zurückbiegen! Es lässt sich dieser Befund jedoch wohl auf das verschieden rasche Wachsthum und die verschiedenen Theilungsrichtungen der Epithelzellen beziehen, es wachsen z. B. die Epithelien der Axe namentlich an der Schwanzspitze stärker, wie die der Seitenplatten, es haben aber auch Fig. 9 die dicht an der Axe bleibenden Nerven einen stark nach hinten gerichteten Verlauf. Ueberhaupt sind die Richtungsverhältnisse an jungen Thieren einfacher als an älteren; nirgends aber so complicirt, um nicht durch die verschiedenartige Wucherung der Epithelzellen erklärt werden zu können.

Im Ganzen sind wir also wohl berechtigt zu sagen, dass aus der genauen Analyse des speciellen Falles keine erheblichen Einwände gegen die fragliche Art der Nervenentwicklung erwachsen.

Wir wollen daher die weiteren, hierher gehörigen Thatsachen in's Auge fassen. Man hat bemerkt, dass die Longitudinalfasern der Rückenmarks später auftreten wie die graue Substanz und zwar als heller, kernloser, längsfaseriger Belag einer beschränkten Stelle der Peripherie des Medullarrohres. Bidder und Kupffer so wie auch Kölliker halten hier ein Auswachsen der Nervenfasern für wahrscheinlich, namentlich weil eine Entwicklung aus Zellen sich nicht constatiren lässt. Wenn meine Ansicht richtig ist, müssten dagegen die Longitudinalfasern ziemlich gleichzeitig mit der Ausbildung der grauen Substanz sich ausbilden, etwa in der Weise wie die Opticusschicht in der Retina sich entwickelt. Das spätere Wachsthum der Stränge lässt sich durch die Massenzunahme und Vermehrung der Rückenmarkszellen ebenso gut in meinem Sinne erklären, als durch immer erneutes Auswachsen neuer Nervenfasern. Was aber das erste Auftreten der Stränge betrifft, so hat man ja die Art und die Zeit desselben noch nicht genau bestimmen können, da noch Niemand das Auswachsen, also das plötzliche Aufhören der Longitudinalstränge an irgend einem Ort, wirklich beobachtet hat. Ich muss hier, gestützt auf eigene Versuche, geltend machen, dass, je früher das Stadium, desto schwieriger es überhaupt wird, feine Schnitte zu bekommen, ich glaube daher, dass aus den bisherigen Beobachtungen noch kein definitiver Schluss auf die Entwicklungsweise gezogen werden kann, was übrigens von den genannten Autoren auch nicht geschehen ist. Das Einzige, was ich nicht verstehe, ist, wie die Zellen am einen Ende der Primitivrinne mit denen des anderen Endes zusammenhängen können.

Um dies zu erklären, müsste man vielleicht auf noch frühere Zeiten zurückgreifen, aber auch das ist wohl nicht nöthig. Kölliker hat es wahrscheinlich gemacht, dass die grösste Länge der entstehenden Rückenmarksrinne dem Kopf angehört und bei der sehr grossen Kürze des ganzen Gebildes fragt es sich daher, ob diesen ursprünglichen Zellen nicht etwa eine grössere Selbständigkeit gewahrt bleibe, so dass sie wirklich nicht alle unmittelbar unter einander, sondern mittelbar durch ihre Nachbarzellen mit einander anastomosiren. Es ist bemerkenswerth, wie einfach sich bei unserer

Annahme das Lagerungsverhältniss der motorischen und sensiblen Wurzeln zu einander erklärt. Um die hintere Rückenmarkscommissur zu erklären, musste man bis jetzt annehmen, dass die Nervenfasern nach der anderen Seite und von dort in ihre näheren oder ferneren Endapparate hinüberwachsen. Ich muss die Annahme machen, dass nachdem das Rückenmarkrohr geschlossen ist, von der einen zur anderen Seite eine Zellenverschiebung und Durchwachsung stattfinden muss. Diese Annahme selbst birgt gewiss keine grösseren Schwierigkeiten als die vorige und ist vielleicht schon desshalb zusagender, weil gewisse physiologische Beobachtungen über Kreuzung und Rückkreuzung sich dadurch erklären. Wenn die Embryologen von einem Auswachsen des Nerven in die Extremitäten hinein sprechen, so heisst das doch weiter Nichts als, dass zu einer gewissen Zeit der Nerv als Ausläufer des Marks sichtbar wird. Dieser Befund kann bei der absatzweisen Beobachtung, die wir üben müssen, sich völlig so erklären, dass, nachdem durch die Vermehrung der Endorgane die vorhandenen Nerven genügend vermehrt sind, nachdem sie durch das Längenwachsthum der Extremität selbst lang geworden sind und sich dichter aneinander gelegt haben, sie nunmehr als besonderer Gewebzug klarer hervortreten. Ein eigentliches Auswachsen, ein wirkliches Aufhören des Nerven an irgend einer Stelle seines späteren Verlaufs hat noch Niemand gesehen.

Die Erfahrungen über Nervenregeneration sprechen nun allerdings entschieden genug dafür, dass die Nerven die Fähigkeit haben, auszuwachsen. Wenn sie dann in vorgebildeten Bahnen auf einen gleichfalls des Endapparates ermangelnden anderen Nerven stossen, können sie sich mit ihm organisch verbinden. Aus diesem Verhalten lässt sich jedoch noch kein Beweis für eine physiologische Bildung der Nerven durch Auswachsen ziehen.

Ich bezweifle, dass irgendwo vom Centralorgan oder im Centralorgan Nerven frei auswachsen *), um ihren physiologischen Endapparat zu suchen und sich

*) Schon Baer spricht sich gegen ein Verwachsen ursprünglich getrennter Nerven-theile aus. Entwicklungsgeschichte S. 102.

mit ihm zu verbinden, denn die Thatsachen gestatten die Annahme, dass alle Nerven durch unvollkommene Trennung der Anfangs- und Endzellen entstanden sind.

Welche Vortheile für die fernere histiologische und physiologische Forschung daraus erwachsen könnten, wenn sich ein solcher Entwicklungsmodus als Gesetz ergäbe, glaube ich nicht weiter entwickeln zu dürfen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1, 2, 3. Larven von *Asteracanthion violaceus*, alle anderen mit Ausnahme von 13 B u. C von *Rana temporaria*.

Fig. 1. Die Larve eben aus dem Ei geschlüpft. a Gallerte. b Epithel. c Verdickte Stelle des späteren Afters. Nach einer Skizze ausgeführt, 250mal vergrößert.

Fig. 2. Stadium etwa 2 Tage älter. a Anlage des Darmkanals. e Zellen, die sich von dieser Anlage abschnüren. 250mal vergrößert.

Fig. 3. Stadium etwa 4 Tage älter. e Zellen der Gallerte. f Grube, wo die Mundöffnung entsteht. Die Bedeutung des dunklen Organes kenne ich nicht recht, da es später hier fehlt, kann es nur mit der Bildung des Wassergefäßssystems zusammenhängen oder es muss verschwinden ohne Bedeutung erlangt zu haben. 250mal vergrößert.

Fig. 4. Schwanz einer eben ausgeschlüpften Larve, das Epithel ist entfernt. a Axe. b Parenchymzellen. c Heller zellenfreier Gallertsaum. 75mal vergrößert.

Fig. 5. Querschnitt vom Schwanz einer ähnlichen Larve. Das Epithel a ist abgehoben, c der Gallertsaum, dieselbe Substanz überzieht bei e die Axe a. b Parenchymzellen. 50mal vergrößert.

Fig. 6. Netz der Parenchymzellen von einer Larve ohne äussere Kiemen. 600mal vergrößert.

Fig. 7. Querschnitt des Schwanzes einer älteren Larve. a Epithel. b Muskelquerschnitte. c Gefässe. d Parenchymzellen. e Pigmentzellen, die stets die Axe besonders umhüllen, ein Verhalten, dem ohne Zweifel ein nicht unwichtiger Prozess zu Grunde liegen wird. 600mal vergrößert.

Fig. 8. Oberflächennetz der Parenchymzellen. a Ausläufer der Parenchymzellen selbst, b schwarze Pigmentzellen, c gelbes Pigment. 600mal vergrößert.

Fig. 9. Unteres hinteres Schwanzviertel einer jüngeren Larve ohne äussere Kiemen. Die Parenchymzellen sind an dem einen Theil nicht mitgezeichnet. a Axe, b Rand des Schwanzes, dem bei c noch einige Epithelzellen anhängen.

Bei c' habe ich Epithelzellen auf den Schwanz legen lassen, um das Ganze ein wenig zu formen, dieselben sind leider doppelt so gross geworden, wie es der Vergrösserung 75mal entspricht. Bei d Kern am Nervenstamm.

Fig. 10. Nerven aus einem etwas älteren Schwanz über eine Falte hinlaufend. a Gefässe. b Kerne des Nerven. c Parenchymzellen. d Nervenmark. 600mal vergrössert.

Fig. 11. Nerven aus dem oberen Theil des Schwanzes von der Larve Fig. 4. a Parenchymzellen. b Gallertsaum. c Der Nerv. 600mal vergrössert.

Fig. 12. Eine nicht weit von der Axe entfernte Stelle der Oberfläche des Schwanzes einer etwas älteren Larve wie die von Fig. 9. a Parenchymzellen. b Nerven. 900mal vergrössert.

Fig. 13. A. Nerv mit der ihn einschließenden Zelle, letztere etwas durch Aq. destill. aufgebläht. a Nerv. b Kern. c Zellwand. e Sehr feine Nervenverzweigungen, die mir von diesem Nerven abzugehen schienen, doch hatten die Nerven durch das Wasser etwas gelitten.

B. Ende der Nervenscheide von *Rana esculenta*.

C. Ein plötzlich endender Nerv, der durch den Pinsel etwas über die Oberfläche gehoben ist und von dem mehrere Aeste abgerissen zu sein scheinen, da sich von dem Ende zufällig einer bis zu einigen nicht mit-abgepinselten Epithelzellen des Randes verfolgen liess, habe ich das Verhalten mitgezeichnet. 800mal vergrössert. *Rana esculenta*.

Fig. 14. Epithelzellen von *Rana temporaria*, von deren Kernkörper die äusserst feinen Nervenfasern ausgehen.

Fig. 15. Schema der Nervenentwicklung durch allmähliche Theilung. Ich habe dabei im Ganzen an das Rückenmark gedacht, ohne doch streng das Bild des Querschnittes festzuhalten. e Epithelien mit ihren Nerven, deren Verlauf in Folge der Theilung schon bei C sich sehr verwickelt. g Spinalganglien. s Sensible Ganglien. m Motorische Ganglien. In D sind schon die sensiblen Ganglien über die Mittellinie hinüber gerückt. Die Grösse der Complicationen bei einfachstem Theilungsmodus und dabei die bestimmt umgrenzten Möglichkeiten des Faserverlaufes wird man leicht übersehen.



