

Neue Beiträge zur Embryologie der Anneliden.

II. Die Schichtenbildung im Keimstreifen der Hirudineen.

Von

R. S. Bergh.

Mit Tafel I und II.

Einleitung.

Seit Jahren liegt mir die Verpflichtung auf, Näheres über die Differenzirungsvorgänge im Keimstreifen der Blutegel zu berichten. Denn in meiner Schrift über die Metamorphose von *Aulastoma gulo*¹ habe ich nur ziemlich summarisch mitgetheilt, dass das ganze primitive Hautsystem (Epidermis und ursprüngliche Muskulatur) außerhalb des definitiven Blutegelkörpers zu Grunde geht, und dass sich innerhalb jenes eine neue Epidermis und Muskulatur aus dem Material des Keimstreifens bilden; eben so berichtete ich damals, dass sich die Bauchkette ganz und gar aus dem Material des Keimstreifens entwickelt ohne Betheiligung der primitiven Epidermis. Über die näheren Vorgänge dabei theilte ich damals nichts mit — aus guten Gründen. Es war mir nämlich damals noch nicht hinreichend klar geworden, wie sich die verschiedenen Theile, die den Keimstreifen zusammensetzen, bei der Bildung der Schichten und Organe verhalten.

Seit der Zeit bin ich jedes Jahr von Zeit zu Zeit wieder auf diese Sache zurückgekommen; aber erst in diesem Jahre gelang es mir hauptsächlich auf Grund der inzwischen für die Regenwürmer gewonnenen und im ersten dieser »Beiträge«² mitgetheilten Erfahrungen auch über die Schichtenbildung im Keimstreifen der Blutegel einigermaßen klar zu werden. Die Befunde bei den Regenwürmern bildeten jetzt einen Leitfaden, der mich, wie ich glaube, auf den richtigen Pfad auch im viel

¹ Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut Würzburg. Bd. VII. 1885. p. 234 ff.

² Diese Zeitschr. Bd. L. 1890. p. 469 ff.

schwierigeren Gebiete der Keimstreifendifferenzirung der Blutegel führte. Nach Fertigstellung der eben erwähnten Arbeit untersuchte ich wieder theils meine alten Präparate (behandelt entweder mit Pikrinschwefelsäure oder mit Sublimat), theils präparirte und untersuchte ich neue Embryonen sowohl von Clepsine wie von den Kieferegeln (*Aulastoma*, *Nephelis*) nach derselben Methode, die ich für *Lumbricus* angegeben habe (FLEMMING'sche Flüssigkeit, Platinchlorid). Die Ergebnisse, zu denen ich solchermaßen gekommen bin, lege ich in diesem Schriftchen vor. Sie betreffen keineswegs die ganze Organogenese; große Abschnitte davon, z. B. die Entstehung des Gefäßsystems und der Leibeshöhle, die Genese der Geschlechtsorgane sind gänzlich unberücksichtigt geblieben; Anderes (wie die Genese der Nephridien) wird nur flüchtig berührt werden. Hauptsächlich wird nur die Bedeutung der fünf Zellreihen, die jede Hälfte des Keimstreifens zusammensetzen, sowie die Genese der Bauchkette behandelt werden.

Zur Einleitung seien nur in aller Kürze nochmals die früheren Berichte der Autoren über die hier zu erörternden Vorgänge erwähnt. Der erste Verfasser, der die wahre Zusammensetzung des Keimstreifens der Blutegel erkannte, war METSCHNIKOFF. In einer kleinen vorläufigen Mittheilung¹ beschrieb er ihn bei Clepsine als aus drei Schichten zusammengesetzt: 1) aus einer dünnen Epidermis, 2) aus einer jederseits von vier Zellreihen bestehenden mittleren Schicht, die ganz in die Bildung des Nervensystems aufgehen sollte, 3) aus einer tieferen Schicht, die einen Spaltungsprocess durchmachen sollte, und die er nach seinen weiteren Angaben für identisch mit dem mittleren (und inneren?) Keimblatt halten musste.

Zu ähnlichen Ergebnissen wie METSCHNIKOFF gelangte auch WHITMAN in seiner ersten Arbeit über Clepsine². Der Unterschied war hauptsächlich der, dass WHITMAN das Entoderm aus den großen dotterreichen Zellen herleitete. In einer späteren Schrift³ gelangte WHITMAN in der Erkenntnis der Bedeutung der vier oberen Zellreihen des Keimstreifens um einen erheblichen Schritt weiter, indem er jetzt einsah, dass sie nicht alle in die Bildung der Bauchkette eingehen, sondern nur die der Medianlinie zunächst liegende (1), die deshalb Neuralreihe ge-

¹ Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger niederen Thiere. Bulletin de l'académie impér. de St. Pétersbourg. Tom XV. 1874. p. 505—506.

² The Embryology of Clepsine. Quart. Journ. of microsc. science. Vol. XVIII. N. S. 1878. p. 245 ff.

³ A contribution to the history of the Germ-layers in Clepsine. Journ. of Morphology. Vol. I. 1887. p. 105 ff., vgl. auch die vorläufige Mittheilung im Zool. Anzeiger. Nr. 218. 1886. p. 171 ff.

nannt wurde. Dies wurde bald von WILSON und von mir für *Lumbricus* bestätigt, wie ich es denn auch in dieser Arbeit für die Blutegel durchaus bestätigen werde. Die zwei mehr lateral liegenden Zellreihen (*II* u. *III*) ließ WHITMAN jetzt in die Bildung der Nephridien aufgehen (»Nephridialreihen«); von der äußersten (*IV*) sprach er sich nicht bestimmt aus, vermuthete aber, dass sich aus derselben Muskelgewebe entwickle.

Wie gesagt ist der erste Punkt der Darstellung WHITMAN'S vollkommen richtig, und es ist deshalb zu bedauern, dass diese Sache kürzlich wieder durch APATHÝ¹ in Konfusion gebracht werden konnte. Der soeben genannte Autor gab in einem vorläufigen Bericht kurz an, dass alle die drei inneren Zellreihen (*I—III*) in die Bildung der Bauchkette aufgehen, wobei jede ihre eigenthümliche Rolle zu spielen hat (vgl. hierüber die Einleitung zu Nr. I. dieser Beiträge, p. 474); aus der lateralen Reihe (*IV*) soll sich die Längsmuskulatur (!) entwickeln. Eine ausführliche Arbeit, die APATHÝ in Aussicht stellt, ist mir nicht zu Gesicht gekommen².

Vor wenigen Jahren erschien noch eine Arbeit über die Entwicklung von *Clepsine* von J. NUSBAUM³. Ich verzichte darauf eine Kritik dieser Arbeit zu liefern, da eine solche schon von WHITMAN gegeben wurde, die ich ganz unterschreiben kann. Die genannte Arbeit gehört in dieselbe Kategorie wie die beiden früheren Abhandlungen über denselben Gegenstand von C. K. HOFFMANN, und wird es richtig sein, von solchen Leistungen abzusehen, um nicht Anderen und sich selbst Zeit zu verschwenden.

Untersuchungen.

4) *Clepsine*. Bekanntlich sind die beiden Hälften des Keimstreifens bei *Clepsine* ursprünglich weit von einander getrennt und vereinigen sich erst nach und nach in der ventralen Medianlinie. In

¹ Nach welcher Richtung muss die Nervenlehre reformirt werden? Biol. Centralblatt. Bd. IX. 1889. p. 603.

² In einer anderen Schrift (Analyse der äußeren Körperform der Hirudineen. Mittheil. aus der Zool. Station zu Neapel, Bd. VIII, 1888, p. 155) theilt APATHÝ mit Bezug auf den Umfang seiner embryologischen Studien mit, »er habe die Entwicklung, und zwar in ihrem ganzen Verlaufe bei allen aufgezählten *Clepsine*-Arten (sechs Stück!), bei *Nepheleis octoculata*, *Aulastoma gulo* und *Hirudo medicinalis* beobachtet«. Schade, dass bei dieser geradezu erstaunlichen Quantität der Untersuchung die Qualität der Ergebnisse so ausfallen musste, wie sie nach dem, was bis jetzt vorliegt, scheint ausgefallen zu sein.

³ Recherches sur l'organogénèse des Hirudinées. Arch. Slaves de Biologie. Tom. I (Extrait). Paris 1886.

solchen jüngeren Stadien, wo sie noch nicht vollständig, aber doch in ihrer größten Ausdehnung mit einander verbunden sind, lassen sich die verschiedenen Schichten und Zellreihen sehr leicht unterscheiden (Fig. 1). Die äußerste Schicht wird von der dünnen Epidermis (*ep*) gebildet; innerhalb derselben liegt an der Mittellinie und sich von hier aus eine Strecke weit lateralwärts verbreiternd eine aus wenigen größeren Zellen gebildete Schicht; gewöhnlich besteht sie im Querschnitt aus vier oder fünf Zellen jederseits (*I—IV*). Am auffälligsten sind die sehr großen Zellen, die der Mittellinie am nächsten gelegen und der Neuralreihe angehörig sind (*I*). Man trifft dieselben in den Schnitten entweder einfach oder (wie in Fig. 1 rechts) in Theilung begriffen. Solche Theilungen, deren Theilungsebene der Längsrichtung des Keimstreifens parallel ist, sind gewöhnlich ungleich, so dass die große Zelle eine kleinere medianwärts (oder seltener lateralwärts) sprosst; eine solche Zellknospung hat übrigens schon WHITMAN in der Fig. 15 (Pl. V) seiner späteren Arbeit dargestellt. — Lateral finden sich in den Schnitten jederseits drei ansehnliche Zellen (*II—IV*), die gewöhnlich nach außen konvex vorspringen, nach innen mehr abgeplattet sind. Diese drei Zellreihen zusammen können wir ihres weiteren Schicksals wegen als äußere Muskelplatten bezeichnen. WHITMAN meinte bei einer von ihm untersuchten Clepsine-Art chemische Unterschiede zwischen den Reihen *II* und *III* einerseits und der Reihe *IV* andererseits nachweisen zu können, indem sich die beiden erst genannten Reihen durch Osmiumbehandlung dunkler färben; das Protoplasma soll nämlich Körner enthalten, die in Osmiumsäure eine sehr dunkle Färbung annehmen. Bei der von mir untersuchten Art (*Cl. heteroclitica*) konnte von einem derartigen Unterschied nichts wahrgenommen werden, trotzdem die Eier mit FLEMING'scher Lösung, die ja auch Osmiumsäure enthält, getödtet wurden. Bisweilen (aber durchaus nicht konstant) fand ich zwar die Zellreihen *II* und *III* etwas mehr von Dotterkörnern überladen als die Reihen *I* und *IV* (in solchen Fällen waren die in den Reihen *II* und *III* enthaltenen Dotterkörner sowohl zahlreicher wie auch größer als in *I* und *IV*). Wie gesagt ist aber dies durchaus nicht konstant (wie auch aus Fig. 1 u. 2 zu ersehen), und ein Unterschied in der Färbung der Körner oder des Protoplasma war durchaus nicht vorhanden. — Innerhalb der eben erwähnten Schicht (Neuralreihen + äußeren Muskelplatten) liegt eine an den Seiten dickere, in der Mitte dünnere Zellmasse, die das sog. Mesoderm (innere Muskelplatten) darstellt, und innerhalb desselben erscheinen die großen, zahlreiche Kerne enthaltenden und von größeren und kleineren Dotterkörnern erfüllten Entodermzellen. Ganz lateral, außerhalb der Reihe *IV* der

mittleren Schicht liegen Epidermis und »Mesoderm« einander unmittelbar an, noch weiter lateralwärts berühren sich die Epidermis und die dotterreichen Entodermzellen.

Der in Fig. 4 dargestellte Schnitt ist durch die vordere Region des Keimstreifens eines jüngeren Embryo geführt. In Fig. 2 ist ein Schnitt durch die hintere Region des Keimstreifens eines etwas älteren Embryo abgebildet. Wie ersichtlich, sind die Verhältnisse hier etwas modificirt. Die noch sehr jugendlichen Zellen der Neuralreihen erscheinen zwar noch in derselben Gestalt wie früher (hier sogar, in der hinteren Region des Embryo eine ganz einfache Reihe jederseits bildend, in Fig. 2 erscheinen also nur zwei denselben angehörige Zellen); sie sind sehr groß, rundlich abgeplattet und in das »Mesoderm« vorspringend. Die den Zellreihen II—IV angehörigen Zellen weisen dagegen ein verändertes Aussehen auf. Erstens ist ihre Zahl vergrößert: statt drei Zellen jederseits treffen wir meistens vier bis fünf, und an einzelnen Stellen sind sie über einander geschichtet. Dann ist auch ihre Gestalt verändert: sie springen nicht mit starker Konvexität in die überliegende Epidermis vor, sind aber abgeplattet und ziemlich stark ausgezogen quer zur Längsrichtung des Keimstreifens. In dem betreffenden Embryo sind diese Zellreihen (II—IV) stärker von Dotterkörnern erfüllt als irgend welche andere Elemente, die großen Entodermdotterzellen ausgenommen; sowohl die Epidermis wie die Zellen der Neuralreihen und der inneren Muskelplatten sind relativ arm an Dotterkörnern. In der Epidermis lassen sich noch nicht (eben so wenig wie in Fig. 4) Zellgrenzen deutlich nachweisen; die Anzahl der Elemente der inneren Muskelplatten ist erheblich vermehrt, sonst zeigen sich aber bemerkenswerthe Veränderungen in dieser Schicht noch nicht.

In Fig. 3 habe ich noch einen Theil eines Querschnittes durch den vorderen Theil des Keimstreifens eines Embryo von etwa demselben Alter (wie Fig. 2) abgebildet. In dieser Figur zeigte sich im Vergleich zu den vorhin untersuchten Stadien eine bedeutende Anzahl erheblicher Veränderungen. Um die Kerne in der Epidermis hat das Protoplasma angefangen sich in deutliche Zellen abzugrenzen; die Zellen der Neuralreihen haben sich stark vermehrt und bilden somit eine ansehnliche Neuralplatte (*n*), die in der Mittellinie dünner, seitlich viel dicker ist und noch weiter lateralwärts wieder verjüngt wird. Die Zellen der äußeren Muskelplatten haben sich noch weiter vermehrt und sind zum Theil noch länger und schmaler geworden, auch zeigen sie sich in mehreren Schichten geordnet; nur in der äußersten Schicht haben die Zellen noch eine erhebliche Dicke, und hier finden oft Theilungen statt, gewöhnlich in der Richtung wie in der Fig. 3 abgebildet. In späteren

Stadien sind die Zellen dieser Schicht zu langen, quergelagerten Faserzellen geworden, und es zeigt sich also jetzt zwischen Epidermis und »Mesoderm« eine deutliche Schicht von Ringmuskelfasern eingelagert.

Zu der Bildung der Nephridien haben die äußeren Muskelplatten keine Beziehung. Jene Organe entstehen im Gegentheil aus der äußersten Schicht der inneren Muskelplatten. In Fig. 3 ist die sehr helle Zellgruppe (*s*) mit den dunkel gefärbten Kernen eine junge Nephridialanlage; sie hat mit den nach außen liegenden Schichten nichts zu thun; denn Einstülpungen oder Einwucherungen derselben in die inneren Muskelplatten hinein kommen in diesen Stadien niemals vor. Ich muss also die Ergebnisse WHITMAN's bez. der Entstehung der Nephridien bestimmt in Abrede stellen, wobei noch zu bemerken ist, dass sich aus WHITMAN's Angaben nicht ersehen lässt, ob die Anlagen, die er als junge Nephridien darstellt, überhaupt solche sind, oder ob er die zwischen den besagten Organen und der Epidermis liegende jugendliche Ringmuskelschicht übersehen hat. Während nach WHITMAN das Protoplasma der jungen Nephridialzellen ganz dunkel gefärbt sein soll, finde ich es eben sehr hell, und nur die Kerne färben sich in Hämatoxylin tiefer als die meisten sonstigen vorkommenden Zellkerne. Übrigens ist es nicht meine Absicht auf die Entwicklung der Nephridien näher einzugehen, da ich dieses Thema für die Regenwürmer zweimal eingehend behandelt habe¹, und weil für das Studium dieses Gegenstandes Clepsine nach meinen Erfahrungen ein recht ungünstiges Objekt ist.

Von einer Theilnahme der Epidermis an der Bildung der Bauchkette habe ich bei Clepsine nichts gefunden; ich habe ausdrücklich meine Aufmerksamkeit auf diesen Punkt gerichtet, indessen war das Resultat ein gänzlich negatives.

Um zusammenzufassen: Bei Clepsine, wo die ursprüngliche Epidermis in die definitive Oberhaut umgewandelt wird, entwickeln sich die vier Zellreihen, die jederseits die mittlere Schicht des Keimstreifens bilden, folgendermaßen: die medial gelegene Reihe (*I*) geht ganz in die Bildung der Bauchkette auf; die drei mehr lateral gelegenen (*II—IV*) bilden die Ringmuskulatur und haben zu den Nephridien keine Beziehung. Letztgenannte Organe (d. h. die Schlingentheile derselben) entstehen in den inneren Muskelplatten (dem Mesoderm).

¹ I. c. und: Zur Bildungsgeschichte der Exkretionsorgane bei Criodrilus. Arbeiten a. d. zool.-zoot. Institut Würzburg. Bd. VIII. 1888. p. 223 ff.

2) *Aulastoma*. Der junge Keimstreifen von *Aulastoma* weist ganz dieselben Bestandtheile auf, wie derjenige von *Clepsine*: er besteht, innerhalb einer dünnen Epidermisschicht, jederseits aus vier mehr oberflächlichen Zellreihen und einer ebensolchen tiefer gelegenen, die hinten von eben so vielen Urzellen (Teloblasten) ausgehen und entstehen. Ich fange meine Schilderung mit dem Stadium an, wo die beiden Hälften des Keimstreifens sich eben in der ventralen Medianlinie mit einander vereinigt haben, was bei *Aulastoma* bekanntlich sehr frühzeitig geschieht. Innerhalb der provisorischen Epidermis (*ec*) — der hier und da provisorische Quermuskeln (*m*) dicht angelagert sind — verlaufen die zehn Zellreihen gerade nach vorn; besonders die äußerste Reihe (*IV*) ist gewöhnlich von den anderen recht deutlich (oft durch einen kleinen Zwischenraum) unterschieden. In Fig. 4—6 sind drei Querschnitte durch die hintere Region solcher jungen Keimstreifen dargestellt (das Stadium ist etwa dasselbe, wie das in Fig. 3, 8, 14 meiner früheren *Aulastoma*-Arbeit dargestellt). In den beiden ersten Figuren (4 u. 5) ist die Schichtenbildung außerordentlich deutlich. Dicht innerhalb der provisorischen Hülle (*ec*, *m*) finden wir eine einfache Zellschicht; dieselbe besteht in Fig. 4 aus neun Zellen, indem eine Zelle gerade in der Medianlinie liegt, dieselbe stammt wahrscheinlich von der rechten oder von der linken Neuralreihe ab. Die betreffende Zelle liegt etwas tiefer als die übrigen Elemente der erwähnten Schicht und bildet den Boden einer medianen Rinne, die wir auch in den im Folgenden zu erwähnenden Schnitten wiederfinden, so z. B. in Fig. 5. Hier besteht die erwähnte Schicht aus zehn Zellen; die mittleren sind eingesenkt und bilden den Boden der Rinne. In dem Schnitt (Fig. 5) ist die Reihe *IV* jederseits durch einen kleinen Zwischenraum von der Reihe *III* getrennt, während in Fig. 4 die Schicht ganz kontinuierlich ist¹. In den beiden Fig. 4 und 5 sind die tiefer gelegenen Reihen (die inneren Muskelplatten oder Mesodermstreifen, *my*) weit von einander getrennt, und es ist ersichtlich, dass die Zellen, die die mediane Rinne begrenzen, der mehr oberflächlichen Schicht des Keimstreifens angehörig sind. Nicht immer liegen indessen die Verhältnisse, die an den Schnitten zu beobachten sind, ganz so klar. So finden sich in Fig. 6 an der Medianlinie zwei tiefer gelegene Zellen, die von der Oberfläche des Keimstreifens ausgeschlossen sind. Man könnte geneigt sein, dieselben als dem »Mesoderm« angehörige Zellen zu betrachten; ich vermute jedoch, dass sie von Zellen der Neuralreihen abstammen. In demselben Schnitt

¹ Zum Zwecke des Deutlichmachens meiner Ansicht über die Herkunft der in diesen Schnitten vorkommenden Zellen habe ich an der einen Hälfte jeder dieser Figuren die Zahlen I—IV angebracht.

findet sich eine gerade außerhalb der erwähnten Zellen liegende Zelle, die in einer schräg zur Oberfläche vorgehenden Theilung begriffen ist; die tieferen Zellen hätten sehr wohl durch solche Theilungen der Zellen der Neuralreihen ihren Ursprung nehmen können. Beweisen kann ich das freilich nicht. Solche Theilungen finden sich nicht selten in den Neuralreihen, als Anzeichen, dass Wucherungen nicht nur in der Längsrichtung stattfinden. — Auch in Fig. 6 ist die Reihe *IV* jederseits von *III* durch einen Zwischenraum getrennt.

Wenden wir uns nun zu dem Stadium der Entwicklung des Keimstreifens, wo die Segmentirung anfängt deutlich zu werden, ein Stadium, das ich wegen seines Habitus als strickleiterförmiges (vgl. weiter unten) bezeichnen will (in Fig. 20 ist ein Stück eines solchen Keimstreifens bei schwacher Vergrößerung dargestellt), und analysiren wir einige Schnitte durch solche Keimstreifen, wie Fig. 7—12, die einer und derselben Serie, Fig. 13—15, die einer anderen Serie entnommen sind. Beachten wir zunächst die Zellreihen *II—IV* und die in ihnen vorkommenden Zelltheilungen. Die Reihen sind wegen reichlicher Vermehrung ihrer Elemente gewöhnlich nicht ganz scharf von einander zu unterscheiden (nur in Fig. 15 steht an der einen Seite die Reihe *IV* von *III* durch einen kleinen Zwischenraum ab). Die Zelltheilungen finden in diesen Reihen nicht nur in der Längsrichtung des Keimstreifens statt (wodurch der Keimstreifen an Länge zunimmt), sondern auch in der Querrichtung (wie in Fig. 14 und 15), hierdurch wird jede ursprüngliche Zellreihe nach und nach in ein mehrreihiges Gebilde umgewandelt, dabei verschwinden wie gesagt die Grenzen zwischen den einzelnen dieser Zellreihen. Aber es kommen auch noch Theilungen in einer dritten Richtung vor, nämlich schräg zur Oberfläche des Keimstreifens. In den Reihen *II* und *IV* habe ich solche Theilungen zu wiederholten Malen beobachtet, und sie in Fig. 7, 8 und 14 (bei α) dargestellt; in der Reihe *III* erinnere ich mich nicht solche beobachtet zu haben, kann aber trotzdem kaum daran zweifeln, dass sie auch dort auftreten. Durch diese Theilungen werden einige Zellen in die Tiefe geschoben und werden zwischen der oberen Schicht des Keimstreifens und den inneren Muskelplatten eingelagert. So sieht man beispielsweise in Fig. 14 sehr deutlich, wie die eine Theilhälfte von α unter einer anderen Zelle hineingeschoben wird, die übrigens auch in Theilung (quer zur Längsrichtung des Keimstreifens) begriffen ist. In Fig. 9 sind wahrscheinlich die beiden mit α bezeichneten Zellen durch eine solche schräge Theilung aus einer einzigen entstanden. — Theilungen ganz parallel zur Oberfläche fand ich niemals, trotzdem auch danach gesucht wurde.

Die in dieser Weise in die Tiefe geschobenen Zellen vermehren sich und breiten sich innerhalb der oberen Schicht aus. Nur selten finde ich sie während der zunächst folgenden Periode eine ganz kontinuierliche Schicht bildend wie in Fig. 16 (*rm*), die einen Schnitt durch einen ungewöhnlich gedrungenen Keimstreifen darstellt, dessen Breitenwachsthum bedeutend geringer als gewöhnlich gewesen war. In der Regel findet man die erwähnten Zellen mehr vereinzelt zwischen der äußeren und inneren Schicht liegend (Fig. 10, 11 *rm*). Sie nehmen bald Spindelform an, indem sie sich in die Länge strecken und zwar quer zur Längsrichtung des Keimstreifens, wie aus den Figuren ersichtlich. Indem dieses Längenwachsthum noch weiter fortschreitet und indem die Zellen schließlich durch Vermehrung und Längsstreckung eine kontinuierliche Schicht bilden, geben sie der Ringmuskulatur Ursprung (Fig. 12 *rm*).

Was wird aber aus der äußersten Zellschicht (der Reihen *II—IV*) nach Abgabe der erwähnten muskelbildenden Zellen? Dieselbe geht in die Bildung der neuen, definitiven Epidermis auf. Ich denke, dass dieses Ergebnis aus einem Vergleich der in den Figuren abgebildeten Schnitte unter einander zur Genüge hervorgehen wird (besonders aus Fig. 10—12). Die Zellen dieser Schicht werden nach und nach höher und bilden schließlich ein schönes typisches Cylinder-epithel.

Schon früher habe ich mich dahin ausgesprochen, dass die bleibende Epidermis der Kieferegel aus dem Material des Keimstreifens hervorgeht, und dass die provisorische Ektodermhülle an der Bildung jener keinen Antheil nimmt. Diese Angabe hat bei den Fachgenossen meistens nur Zweifel und Misstrauen erweckt; ein Autor der HAECKEL'schen Schule meinte sich sogar darüber lustig machen zu können. Nach meinen neuen Beobachtungen vermag ich diesen Zweifeln und diesem Verdächtigmachen meines früheren Resultats keine Koncession zu machen, sondern halte meine Behauptung in ihrem ganzen Umfange aufrecht und präcisire jetzt nur die Sache folgendermaßen: aus den Zellreihen *II—IV* entsteht — nach Abgabe einiger zur Bildung der Ringmuskulatur bestimmten Zellen — die ganze definitive Epidermis des Rumpfes der Kieferegel.

WHITMAN wollte, wie erwähnt, die Nephridien aus diesen Zellreihen herleiten. Auch für die Kieferegel trifft das nicht zu. Zwar entsteht bei den Blutegeln das Epithel der kontraktilen Endblasen der Nephridien durch Einstülpungen der (definitiven) Epidermis, also in letzter Instanz aus den Zellreihen *II—IV*. Diese Endblasen sind aber accessorische Gebilde, die erst in verhältnismäßig späten Stadien ent-

stehen ¹, sich sekundär mit den Schlingentheilen der besagten Organe vereinigen und in den Nephridien z. B. der Regenwürmer kein Homologon haben. Und die Schlingentheile der Nephridien entstehen auch bei den Kieferegeln in den inneren Muskelplatten (Mesoderm).

Wie ΑΡΑΤΗΨ dazu kommen konnte, die Reihen *II* und *III* in die Bildung des Nervensystems hineinzuziehen und die Reihe *IV* in die Bildung der Längsmuskulatur aufgehen zu lassen, ist mir vollkommen unverständlich. Es ist in dem, was uns dieser Verfasser über die Entwicklung dieser drei Zellreihen mitgetheilt hat, kein richtiges Wort enthalten. —

Wenden wir uns jetzt zur Entwicklung der medial gelegenen Zellreihe (*I*), der Neuralreihe. In den Stadien, die wir schon oben betrachteten, hatte sich durch Vertiefung des medianen Theils der oberen Schicht des Keimstreifens eine Neuralrinne gebildet, und diese finden wir auch noch in späteren Stadien wieder (Fig. 8, 9, 13). Durch die Rinne wird die Anlage der Bauchkette deutlich in eine rechte und eine linke Hälfte (den beiden Neuralreihen entsprechend) geschieden, die am Boden der Rinne an einander stoßen. In späteren Stadien verstreicht diese Rinne wieder: sie wird, wie ich verschiedenen Verfassern gegenüber ausdrücklich bemerken muss, keineswegs zu einem Neuralrohr geschlossen, sondern wird einfach seichter und verstreicht schließlich vollkommen. Es machen sich jetzt auch die sehr eigenthümlichen Wachsthumsvorgänge bemerkbar, die das strickleiterförmige Aussehen des Keimstreifens bedingen. Was die Ursache dieser sonderbaren Wachsthumsvorgänge ist, vermag ich nicht zu sagen; ich kann sie nur einfach beschreiben. In Fig. 20 ist das Hinterende eines Keimstreifens abgebildet, dessen Strickleiterform deutlich hervortritt²; in Fig. 22—25 sind detaillirtere Darstellungen einzelner Partien bei stärkerer Vergrößerung gegeben. Das Wachsthum hat in der Weise stattgefunden, dass die rechte und linke Hälfte des Keimstreifens nur segmentweise mit einander in der Medianlinie verbunden sind, und zwar entsprechen diese Verbindungsstellen topographisch den späteren ganglionären Regionen. In den Zwischenräumen zwischen denselben (den späteren kommissuralen Regionen entsprechend) sind die beiden Hälften des Keimstreifens

¹ Ich besitze einige Abbildungen, die diesen Vorgang illustriren, halte es aber für überflüssig sie mitzuthellen, weil die verschiedenen Autoren — so viel ich weiß — mit Bezug auf diesen Punkt einverstanden sind.

² Das Hinterende eines anderen Keimstreifens, das in Fig. 21 dargestellt wurde, ist abnorm ausgebildet, indem die beiden Hälften ganz hinten stark aus einander gehen. Diese Abnormität fand ich nur ein einziges Mal.

weit von einander getrennt, so dass das Entoderm und die provisorische Epidermis hier nur durch einen von Flüssigkeit erfüllten Raum getrennt sind. Mit anderen Worten: die rechte und linke Hälfte des Keimstreifens sind entlang der Mittellinie nur segmentweise durch Verbindungsbrücken (Stufen der Strickleiter) verbunden. In der hinteren Partie eines solchen Keimstreifens (Fig. 20) sind die Zwischenräume zwischen den Brücken noch klein, länglich und schmal; weiter vorn werden sie viel größer und breiter; schließlich (noch weiter vorn) werden sie aber wiederum kleiner und verschwinden nach und nach gänzlich, indem sie von Elementen des Keimstreifens ausgefüllt werden.

Die Untersuchung an Schnitten ergibt nun Folgendes: In den ganglionären Regionen sind die Neuralanlagen der rechten und der linken Seite in der Medianlinie mit einander verbunden, sie bilden hier zusammen eine gewöhnlich mehrschichtige Zellplatte (Fig. 14 n); in den Zwischenräumen sind sie durch einen hellen Flüssigkeitsraum von einander getrennt und stellen zwei gesonderte Wucherungen der äußeren Schicht des Keimstreifens dar (Fig. 15 n). Entsprechende Regionen weiter vorn sind in Fig. 10 und 11 nach Querschnitten wiedergegeben; in Fig. 18 u. 19 sind Stücke von sagittalen Längsschnitten durch ein jüngeres resp. älteres Stadium dargestellt. Anfänglich liegt diese Anlage der Bauchkette unmittelbar innerhalb der provisorischen Leibeschichten (Epidermis und Muskulatur), und erst verhältnismäßig spät wird sie von der definitiven Oberhaut bedeckt, indem die aus den Zellreihen II—IV jederseits gebildeten Anlagen dieser Schicht in der Mittellinie mit einander sich vereinigen. In Fig. 11 und 14 sind die Neuralanlagen von der definitiven Oberhaut noch ganz unbedeckt, eben so im Längsschnitt Fig. 18. In Fig. 10 hat die Überwachsung ihren Anfang genommen, eben so im Längsschnitt Fig. 19, und im Querschnitt Fig. 12 ist sie fast vollendet. Dieses Überwachsen findet nicht allein durch einfaches kontinuierliches Ausbreiten, sondern auch durch Auswanderung von (wahrscheinlich amöboiden) Zellen aus dem Verband der Epidermiszellen statt; jedenfalls vermochte ich solche Bilder wie Fig. 17, 19, 25, wo zerstreute unregelmäßige Zellen zwischen der provisorischen Leibeswand und der Bauchkette sich ausbreiten, in keiner anderen Weise zu deuten. Ein neues Beispiel dafür, wie wenig der vermeintliche Gegensatz zwischen Epithel und Mesenchym zutrifft. — Erst verhältnismäßig spät kommen die Neuralanlagen rechter und linker Seite auch in den kommissuralen Regionen zur Vereinigung; in diesen Regionen bildet sich die definitive Epidermis auch etwas später aus.

Es giebt wahrscheinlich noch eine andere Quelle, aus der ein Theil der Elemente der Bauchkette seinen Ursprung nimmt, nämlich

der »provisorische Plexus« von Nervenzellen, den ich schon früher beschrieben habe. In meiner früheren Arbeit ließ ich diesen Plexus sammt und sonders zu Grunde gehen; bei erneuter Untersuchung hat sich indessen meine Ansicht dahin geändert, dass zwar der größte Theil des erwähnten Plexus zu Grunde geht, dass aber einige Zellen desselben, die entlang der Medianlinie des Bauches gelegen sind, in die Bildung der Bauchkette eintreten. Solche Zellen sind in Fig. 22—25 abgebildet; sie sind von ansehnlicher Größe, und ihre Ausläufer verlaufen in der Richtung von vorn nach hinten. Dass sie in die Bildung der Bauchkette eintreten, ist mir aus solchen Bildern wie Fig. 17—19 wahrscheinlich. In Fig. 17 (Querschnitt) liegt eine derartige Zelle zwischen den beiden Hälften des Ganglions eingelagert; in Fig. 18 (Längsschnitt) sind zwei auf einander folgende Ganglienanlagen durch eine solche Zelle verbunden; im Längsschnitt Fig. 19 endlich fangen Elemente der Ganglienanlage an sich über eine entsprechende Zelle auszubreiten. — Diese Zellen würden demgemäß den primitiven Nervenzellen, die sich bei *Lumbricus* an der entsprechenden Stelle finden, homolog sein, und die Bauchkette würde sich also bei *Aulastoma* in principiell derselben Weise entwickeln wie beim Regenwurm, aus einer doppelten Quelle: theils (und zwar zum größten Theil) aus den Neuralreihen, theils aus einigen ventral gelegenen Zellen des primitiven Nervenplexus.

Schon in meiner früheren Schrift über *Aulastoma* habe ich die Angabe gemacht, dass die provisorische Epidermis an der Bildung der Bauchkette keinen Antheil nimmt, und dass letzteres Organ aus dem medial gelegenen Theil des Keimstreifens entsteht. Auch diese Angabe hat bei den Fachgenossen keine besonders gute Aufnahme gefunden, und nur WHITMAN hat sich meiner Ansicht angeschlossen und die Sache dahin präcisirt, dass die Bauchkette (bei *Clepsine*) einfach aus der Neuralreihe hervorgeht. In seiner Litteraturübersicht hat mich indessen WHITMAN eine Ansicht aufstellen lassen, der ich in Wahrheit niemals gehuldigt habe. Er sagt (*Journ. of Morphology*. Vol. I, 1. p. 145), dass auf p. 263 meiner *Aulastoma*-Arbeit »the nerve-cord is said to arise beneath the ,Anlage der definitiven Rumpfepidermis‘«. Davon steht aber an der angezogenen Stelle gar nichts; es ist dort nur ein Schnitt beschrieben, in welchem die Anlage der Bauchkette innerhalb der definitiven Epidermis liegt; das ist aber ein spätes Stadium, aus dem an und für sich mit Bezug auf die Genese des Nervensystems nicht schließen lässt, ob sie aus der äußeren oder aus der inneren Schicht des Keimstreifens hervorgehe, und habe ich an der erwähnten Stelle nichts hierüber gesagt; aus anderen Stellen meiner Arbeiten geht aber zur Genüge

hervor, dass ich schon damals die Bauchkette aus der äußeren Schicht des Keimstreifens ableitete¹.

Allgemeine Bemerkungen über die Entwicklung der Blutegel.

Die in diesen beiden »neuen Beiträgen zur Embryologie der Anneliden« zu Tage geförderten Resultate haben vor Allem eine sehr genaue Übereinstimmung in der Entwicklung der Oligochaeten und der Hirudineen dargethan. Besonders ist die Übereinstimmung ganz schlagend, wenn Clepsine mit den Oligochaeten verglichen wird, indem sich bei diesen Formen die Zellreihen, die den Keimstreifen zusammensetzen, in genau derselben Weise weiter ausbilden. Diese genaue Übereinstimmung in der Entwicklungsgeschichte spricht ein entscheidendes Wort mit Bezug auf die Verwandtschaftsbeziehungen der Hirudineen. Sie zeigt, dass Oligochaeten und Hirudineen nahverwandte Thiergruppen sind, und dass demgemäß die Hirudineen innerhalb der Anneliden keine primitive Stellung einnehmen. Es wurde ja bekanntlich von einigen Forschern den Hirudineen geradezu die tiefste Stelle im Stamm der Anneliden angewiesen, und Andere, die nicht so weit gingen, sahen doch verschiedene Charaktere im Bau der Blutegel als primitive, von den Plattwürmern ererbte Eigenthümlichkeiten an. Die meisten gegenwärtigen Forscher sind wohl schon von solchen Ideen zurückgekommen, und ich möchte hier bestimmt behaupten, dass die ganze Stellung der Blutegel innerhalb der Anneliden eine derartige ist, dass sämtliche Ähnlichkeiten, die sie im Gegensatz zu sonstigen Anneliden mit den Plattwürmern darbieten, schlechthin als Analogien und durchaus nicht als Homologien zu betrachten sind. Die Hirudineen stellen einen der allerhöchsten Sprosse im Stamm der Anneliden dar, sie sind von Oligochaeten-ähnlichen Wesen phylogenetisch entstanden. Es liegt mir fern dies hier auf dem Wege der vergleichenden Anatomie darzulegen; ich möchte ja eben nur betonen, dass auch die Embryologie entschieden für eine sehr nahe Verwandtschaft der genannten Gruppen spricht.

Beim Vergleich der Oligochaeten mit den Kieferegeln (*Aulastoma*, *Nepheleis*) tritt die Übereinstimmung nicht ganz so klar hervor, weil die Entwicklung dieser letzteren durch die Vorgänge der Metamorphose complicirt wird. Ich bin nun mit WHITMAN der Ansicht, dass dieser Entwicklungstypus ein spät erworbener ist, und dass die Entwicklungsweise von Clepsine eine verhältnismäßig primitivere ist. Ich schließe mich besonders darin WHITMAN an, wenn er sagt, dass die Furchungs-

¹ Über die Metamorphose von *Nepheleis*. Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1884. p. 295. Anm. 2. — Die Entwicklungsgeschichte der Anneliden etc. Kosmos. 1886. Bd. II. p. 408.

vorgänge der Kieferegeln sich am besten dadurch erklären lassen, dass man sie von den entsprechenden Vorgängen bei Clepsine ableitet und die drei Makromeren der Kieferegeln als Rudimente der großen entodermalen Dotterzellen von Clepsine betrachtet¹.

Schließlich habe ich noch ein paar Worte über das Zugrundegehen der ursprünglichen und über die Neubildung der definitiven Epidermis bei den Kieferegeln zu sagen. Die genannte Thatsache hat nämlich verschiedenen Forschern Veranlassung zu einer Reihe von Bemerkungen gegeben, mit deren Inhalt ich nicht einverstanden sein kann. So vermuthet WHITMAN (Journ. of Morphology. I. p. 171), dass die definitive Epidermis der Kieferegeln in der Larvenepidermis ihren Ursprung nehme. Ich habe ja Gelegenheit gehabt, diese Frage einer erneuten Prüfung zu unterwerfen und habe dabei die erwähnte Vermuthung durchaus nicht zutreffend gefunden. — Umgekehrt habe ich selbst vor Jahren vermuthungsweise ausgesprochen, dass sich bei Clepsine die Epidermis aus den oberen Zellreihen des Keimstreifens entwickle², finde aber in den thatsächlichen Verhältnissen keine genügenden Anhaltspunkte für diese Vermuthung und bin jetzt derselben Ansicht wie WHITMAN, dass sie auf Grundlage der Mikromeren des sich furchenden Eies entstehen. — In seiner Lopadorhynchus-Arbeit³ bestätigte zwar KLEINBERG das Zugrundegehen der ursprünglichen Epidermis der Kieferegeln, vermuthet aber, dass ich recht sonderbare Ideen über die Bildung der definitiven Oberhaut habe. Er sagt z. B. (gegen mich gerichtet): »Könnte sie (s. die Larvenhaut) nicht aus derselben Quelle entspringen, wie die bleibende Epidermis und das Nervensystem und nur früher als diese zur Ausbildung kommen? So wie die Sachen liegen, ist es ziemlich willkürlich, die dünne Hüllmembran ohne Weiteres für das ganze ursprüngliche Ektoderm zu erklären« (l. c. p. 129). Dass die provisorische und definitive Epidermis aus derselben Quelle entspringen, habe ich immer gemeint. Es liegt dies ja auch schon implicite darin, dass ich einerseits die Larvenepidermis als »primitives Ektoderm« bezeichnete und andererseits die Anlagen der definitiven Epidermis und des Nervensystems als ektodermale Theile des Keimstreifens auffasste; also leitete ich alle diese Theile aus einer gemeinsamen Anlage: aus dem primären äußeren

¹ WHITMAN schiebt mir (Journ. of Morphology. I. p. 124) die entgegengesetzte Ansicht zu. Das lässt sich aber nicht aus der von ihm citirten Anmerkung (p. 260) meiner Aulastoma-Arbeit herauslesen, und auch sonst habe ich mich, so viel ich weiß, nie über diese Frage ausgesprochen.

² Über die Deutung der allgemeinen Anlagen am Ei der Clepsine und der Kieferegeln. Zool. Anzeiger, Nr. 216. 1886. p. 112.

³ Diese Zeitschr. Bd. XLIV. 1886.

Keimblatte her; dass sich aber diese Theile frühzeitig höchst verschiedenartig ausbilden, lässt sich nicht leugnen. — Endlich finde ich folgende Bemerkung bei KORSCHULT und HEIDER¹: »Nach den von WHITMAN für Clepsine und von BERGH für Aulastoma und Nephelis gegebenen Darstellungen erscheint die Epidermis des Wurmes in beiden Gruppen nicht als homologe Bildung, und beide entfernen sich dadurch von einander, dass die Larvenhaut der einen Gruppe direkt in das ausgebildete Thier, in der anderen dagegen abgeworfen und durch eine Schicht von andersartiger Herkunft ersetzt wird.«

Dass die verschiedene Bildungsweise der bleibenden Epidermis in beiden Gruppen und die Existenz einer Larvenepidermis bei den Kieferegeln gegen die Homologie der Epidermis der erwachsenen Rüsselegel und Kieferegel sprechen sollte, ist mir niemals in den Sinn gekommen; ich habe im Gegentheil diese Homologie immer als etwas fast Selbstverständliches erachtet. Die provisorische Epidermis der Kieferegel ist nur als eine Embryonal- oder Larvenhülle ähnlicher Art wie die Pilidiumhaut, das Amnion der Insekten und dgl. aufzufassen, und man betrachtet doch die Epidermis der Nemertinen, die sich mit oder ohne Metamorphose entwickeln, als homologe Bildung. Allerdings lässt sich in der Aufeinanderfolge der provisorischen und der definitiven Epidermis der Kieferegel nicht so klar wie in den eben genannten Fällen erkennen, dass beide sich durch Faltenbildung aus einer gemeinsamen Anlage entwickeln. Das Zustandekommen der Larvenhaut und die verspätete Ausbildung der definitiven Oberhaut der Kieferegel kann aber sehr wohl in folgender Weise gedacht werden: durch Verschiebungen in der Reihenfolge der verschiedenen Zelltheilungen im Ei resp. Embryo. Die Mikromeren am animalen Pol des Eies, die wesentlich dazu bestimmt sind die primitive Ektodermis zu bilden (provisorisch bei Kieferegeln, definitiv bei Clepsine), werden in beiden Fällen von den Makromeren geknospt, und zwar theils von den späteren großen dotterreichen Entodermzellen, theils von den Urzellen des Keimstreifens resp. deren Mutterzellen. Ich stelle mir nun die Sache so vor, dass bei den Kieferegeln die letztgenannten Zellen in den früheren Stadien nicht so viele Mikromeren sprossen wie bei Clepsine, und um so eifriger anfangen den Keimstreifen zu produciren; durch Unterdrückung einiger dieser frühzeitigen Zellknospungen werde somit im zelligen Material des Keimstreifens Stoff übrig zur Bildung einer neuen Epidermis innerhalb der ursprünglichen, durch lebhaftige Theilung und Ausbreitung der Mikromeren gebildeten Hautschicht. Demgemäß würde

¹ Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgesch. der wirbellosen Thiere. Specieller Theil. I. 1890. p. 221.

sich die Larvenhaut doch gewissermaßen als eine Faltenbildung auffassen lassen, indem sie sich vom animalen Pole aus über andere (epidermoidale) Theile ausbreitete. Übrigens stellen die Mikromeren nicht bloß die Larvenhaut dar, sondern aus denselben entwickeln sich höchst wahrscheinlich auch die »Kopfkeime«, aus denen u. A. die bleibende Epidermis des Kopfes entsteht.

Über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit des obigen Erklärungsversuchs durch direkte Beobachtung zu entscheiden gehört nicht zu den leichten Aufgaben. Ich habe jenen nur mitgeteilt um zu zeigen, dass diese einfache Konstruktion, die Annahme einer zeitlichen Verschiebung in der Aufeinanderfolge einiger embryonalen Zelltheilungen der Thatsache der Existenz einer Larvenhaut und der Neubildung einer bleibenden Haut aus dem Keimstreifen bei den Kieferegeln — dass jene Konstruktion dieser Thatsache den Charakter des Sinnlosen und Unerklärlichen, der ihr von verschiedener Seite beigelegt wurde, wegnimmt. Das Warum der Sache bleibt dabei natürlich unerklärt; dies ist aber kein Vorwurf, denn warum sich gerade bei den Amnioten ein Amnion bildet, während bei den Anamnia die Bildung desselben unterbleibt, das wissen wir auch nicht.

Kopenhagen, Anfang November 1890.

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenbezeichnungen:

<i>ep</i> , definitive Epidermis;	Schicht des Keimstreifens (von der Mittellinie aus gerechnet);
<i>ec</i> , provisorische Larvenhaut;	<i>n</i> , Anlage der Bauchkette;
<i>m</i> , provisorische Hautmuskeln;	<i>r</i> , Neuralrinne;
<i>rm</i> , Ringmuskulatur;	<i>nz</i> , frühzeitig entwickelte Nervenzellen;
<i>my</i> , innere Muskelplatten (Mesoderm);	<i>z</i> , schräge Zelltheilungen in der oberen Schicht des Keimstreifens;
<i>e</i> , entodermale Dotterzellen (bei Clepsine);	<i>s</i> , Anlage eines Nephridium.
<i>I—IV</i> , die vier Zellreihen der oberen	

Tafel I.

(Alle Figuren bei Obj. F, Oc. 4 [ZEISS] gezeichnet).

Fig. 1—3. Clepsine heteroclita.

Fig. 1. Querschnitt durch die vordere Region des Keimstreifens eines Embryo, wo die beiden Hälften des Keimstreifens in der größten Ausdehnung vereinigt sind.

Fig. 2. Querschnitt durch die hintere Region des Keimstreifens eines etwas älteren Embryo.

Fig. 3. Querschnitt durch die vordere Region des Keimstreifens eines ähnlichen Embryo.

Fig. 4—19. *Aulastoma gulo*.

Fig. 4. Querschnitt durch die hintere Hälfte eines jungen Keimstreifens, dessen Hälften eben zur Vereinigung gekommen sind.

Fig. 5 u. 6. Zwei ähnliche Schnitte von einem anderen Keimstreifen desselben Stadium.

Fig. 7—9. Drei Querschnitte durch den hinteren Theil eines »strickleiterförmigen« Keimstreifens.

Fig. 10—12. Drei Querschnitte aus der vorderen Region derselben Serie.

Fig. 13—15. Drei Querschnitte aus dem mittleren Theil eines Keimstreifens von etwa demselben Stadium.

Fig. 16. Querschnitt durch den vorderen Theil eines ähnlichen Keimstreifens.

Fig. 17. Querschnitt durch ein junges Bauchstrangganglion und seine Umgebung.

Fig. 18—19. Zwei sagittale Längsschnitte durch den mittleren resp. vorderen Theil eines »strickleiterförmigen« Keimstreifens.

Tafel II.

Alle Figuren von *Aulastoma gulo*.

Fig. 20. Hinterer Theil eines »strickleiterförmigen« Keimstreifens, von der Fläche gesehen. AA, Oc. 1 (ZEISS).

Fig. 21. Hinterende eines abnorm ausgebildeten Keimstreifens desselben Stadium, dessen Hälften hinten aus einander weichen. AA, Oc. 1.

Fig. 22. Flächenbild vom hinteren Theil eines ähnlichen Keimstreifens, stärker vergrößert. SEIBERT, Obj. VI, Oc. 0.

Fig. 23. Flächenbild weiter vorn. F, Oc. 1.

Fig. 24. Noch weiter vorn; die Strickleiterform in ihrer höchsten Ausbildung. F, Oc. 1.

Fig. 25. Noch weiter vorn; die Strickleiterform fängt an zu verschwinden, indem Zellen sich über die Zwischenräume verbreitern. F, Oc. 1.

Fig. 22



Fig. 25

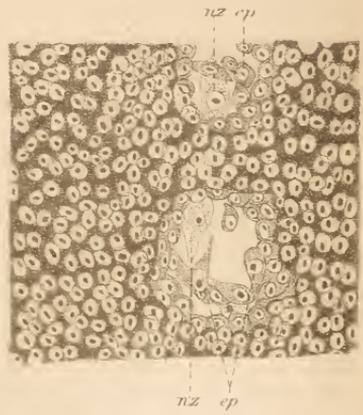


Fig. 23.



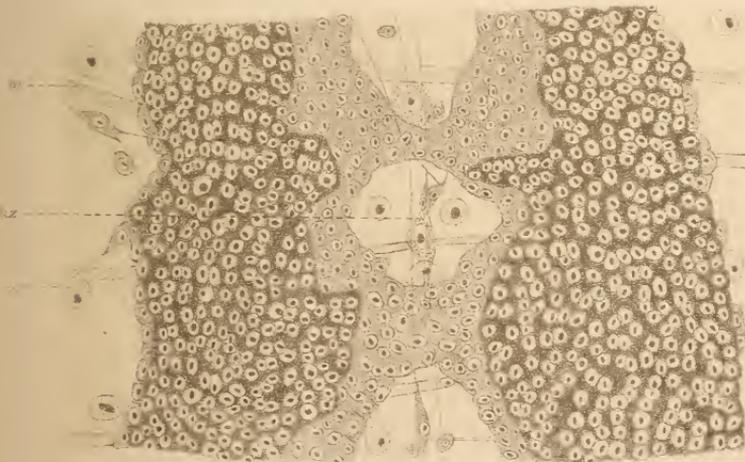
Fig. 21



Fig. 20.



Fig. 24.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [52](#)

Autor(en)/Author(s): Bergh Rudolph Sophus Ludvig

Artikel/Article: [Neue Beiträge zur Embryologie der Anneliden. II. Die Schichtenbildung im Keimstreifen der Hirudineen. 1-17](#)