
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

<https://books.google.com>





Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^e SÉRIE.
TOME XI, N° 4.

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DES

AMPHIOXUS LANCEOLATUS.

VON

Dr. A. Kowalevsky.

(Mit 3 Tafeln.)

Lu le 20 décembre 1866.

ST.-PÉTERSBOURG, 1867.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Petersbourg,
MM. Eggers et C^{ie}, H. Schmitzdorff
et Jacques Issakof;

à Riga,
M. N. Kymmel;

à Leipzig,
M. Léopold Voss.

Preis: 45 Kop. = 15 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^e SÉRIE.
TOME XI, N^o 4.

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DES

AMPHIOXUS LANCEOLATUS.

VON

Dr. A. Kowalevsky.

—
(Mit 3 Tafeln.)
—

Lu le 20 décembre 1866.

—
ST.-PÉTERSBOURG, 1867.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

À St.-Petersbourg,
MM. Eggers et C^{ie}, H. Schmitzdorff
et Jacques Issakof;

À Riga,
M. N. Kymmel;

À Leipzig,
M. Léopold Voss.

Preis: 45 Kop. = 15 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Jun 1867.

C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(W. O., 9 ligne, N° 12.)

Als ich Neapel im Jahre 1864 besuchte, war es meine erste Sorge, die Entwicklungsgeschichte des *Amphioxus* zu studiren. Die Wintermonate waren leider diesen Studien ungünstig, da der *Amphioxus*, wie ich später erfuhr, nur im Sommer laicht. Aber schon im Januar und December schienen die Geschlechtsprodukte auf den ersten Blick ganz entwickelt zu sein; die Spermatozoen besaßen ihre charakteristische Form, welche schon von Kölliker ¹⁾ beschrieben wurde. Die jetzt vorgenommenen Befruchtungsversuche führten zu keinem Resultate, und es blieb weiter nichts übrig, als die Zeit abzuwarten, wo der *Amphioxus* selbst Eier wirft. Erst den 18. Mai gelang es mir, im Glase, in welchem der *Amphioxus* in grosser Zahl im Sande steckte, weisse Körperchen zu beobachten, welche sich auch als Eier erwiesen. Als ich nun die Thiere genau beobachtete, bemerkte ich, dass die Eier durch die Mundöffnung in grosser Zahl ausgeworfen wurden. Die ausgeworfenen Eier lagen anfangs in kleinen Klumpen, 10 bis 20 Stück, zusammen. Bei weiteren und wiederholten Beobachtungen des Eierlegens erwies es sich immer, dass dem Auswerfen der Eier von Seiten des Männchens ein Auswerfen des Samens voranging.

Die kaum ausgeworfenen Eier bestanden aus einem dunklen Dotter und einer sehr wenig abstehenden Dotterhaut. Bei dem weiteren Eindringen des Wassers hob sich die Dotterhaut immer mehr, bis sie endlich die auf der Figur 1 dargestellten Verhältnisse erreichte. Der Dotter erwies sich bei durchfallendem Lichte als ein ganz dunkler, homogener runder Körper, welcher bei näherer Untersuchung, beim Zerdrücken, aus einem ganz durchsichtigen Plasma und sehr feinen Fettbläschen bestand. Der Durchmesser des Eies überstieg nicht 0,105 mm. Einen Kern konnte ich in den befruchteten Eiern nicht finden, obgleich er in den unbefruchteten, aus dem Eierstocke genommenen, immer ganz deutlich

1) Kölliker. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie 1843.
Mémoires de l'Acad. Imp. des sciences. VIIIe Série.

hervortrat; damit will ich aber keineswegs sagen, dass der Kern verschwindet; ich weiss, mit welcher Schwierigkeit es oft verbunden ist, den Kern im befruchteten Eie aufzufinden.

Ungefähr eine Stunde nach dem Auswerfen des Eies bemerkte man an demselben einige unregelmässige Contractionen, welche sich bald als der beginnende Theilungs- oder Furchungsprozess erwiesen, und man sah an diesen Eiern eine Furche sich bilden, welche sich immer tiefer und tiefer einsenkend das Ei in zwei theilte. Ich muss nicht unerwähnt lassen, dass man während der Theilung schon in jeder Hälfte des Eies einen Kern deutlich als eine etwas hellere Stelle sah, und welche bei einem schwachen Zusammenpressen des Eies noch besonders deutlich hervortritt. Die Figur 2 stellt ein solches Ei dar. Einige Minuten nach der begonnenen Theilung zerfiel das Ei in zwei Furchungskugeln, in welchen man schon einen Kern deutlich beobachten konnte. Wie am Dotter selbst, so konnte man auch an den beiden Furchungskugeln keine Membran finden. — Die weitere Entwicklung beginnt mit einer Theilung des Kernes in jeder Furchungskugel, und wenn die beiden Kerne sich getheilt haben, zerfällt auch jede Furchungskugel in zwei; es entstehen also vier Kugeln, die neben einander liegen, sich etwas zusammenpressen und in der Mitte schon einen kleinen Raum begrenzen, welcher bei den folgenden Stufen noch deutlicher hervortritt. Die vier Furchungskugeln theilen sich jetzt mittelst einer sogenannten aequatorialen Theilung in acht Kugeln, von denen vier oben und vier unten liegen (Fig. 5). Im vorigen Jahre¹⁾ habe ich diese Theilung nicht so genau beobachtet und etwas anders beschrieben; in diesem Jahre habe ich mich durch neue und anhaltendere Studien überzeugt, dass die Bildung der acht Segmentationskugeln so vor sich geht, wie ich es hier angebe.

Die acht Furchungskugeln theilen sich jede ihrerseits in zwei und bilden so eine Hohlkugel, welche von sechzehn Kugeln oder Zellen (Fig. 6) begrenzt ist. Das ganze Gebilde ist auf dieser Stufe etwas in die Breite gezogen; man unterscheidet schon eine ziemlich geräumige, centrale Höhle und die 16 sie umgebenden konischen Zellen. Die weiteren Veränderungen bestehen nun jetzt in der weiteren Theilung dieser Zellen und des sie begleitenden Wachstums der Höhle. So gelangen wir durch eine Reihe vermittelnder Uebergänge zu der Stufe, welche auf der Figur 8 dargestellt ist und welche uns eine Hohlkugel mit einer grossen Höhle und dünnen, aus einer Reihe von Zellen zusammengesetzten Wandungen darstellt. Die Eier erreichen dieses Stadium ungefähr in 4 oder 5 Stunden, d. h. ungefähr um Mitternacht, da die Eier nie früher als um sieben oder acht Uhr Abends geworfen werden.

Die Eier des *Amphioxus* sind auf allen Furchungsstadien sehr leicht aufzubewahren, und ich besitze eine fast vollständige Reihe von Präparaten von der beginnenden Theilung bis zu dieser Stufe. Die Eier wurden in einer Mischung von schwacher Essigsäure und Glycerin conservirt.

Mit der Vermehrung der Zellen geht auch eine allmähliche Auflösung der Dotterkörperchen oder Fetttropfchen vor sich, und die Zellen sind jetzt bedeutend durchsichtiger.

1) A. Ковалевскій. Исторія Развитія *Amphioxus lanceolatus*. 1865.

Das Ei ist auch grösser geworden und hat jetzt ungefähr 0.17—0.20 m. m. Von dieser Stufe beginnt eigentlich die Bildung des Embryo. Das ganze Gebilde verliert die runde Form und wird anfangs oval (Fig. 9), dann sieht man, dass eine Wand des Ovals ganz flach wird und allmählich sich einzubiegen oder einzustülpen beginnt (Fig. 11). Die Einstülpung schreitet immer weiter, und der Embryo nimmt bald die Figur 13 an. Es ist mir einige Male gelungen, den ganzen Prozess an einem und demselben Eie zu verfolgen. Er geht überhaupt sehr schnell vor sich, und in weniger als einer Stunde ist das Ei von dem Stadium, welches auf der Fig. 8 dargestellt ist, zu der Fig. 13 übergegangen.

Wenn wir jetzt einen Blick auf die beschriebenen Vorgänge werfen, so finden wir, dass der bei der Theilung in vier Kugeln schon beobachtete Raum *h*, die sogenannte Furchungs- oder, nach dem Namen ihres Entdeckers, Baer'sche Höhle, während der Furchung immer mehr wächst, dass bei der Einstülpung der einen Seite des Blastoderms diese Höhle zu einem unbedeutenden Raum (Fig. 14 *h*) reducirt wird, welcher noch die beiden Schichten des Embryo theilt. Der Embryo besteht jetzt aus zwei Schichten oder Keimblättern: dem äusseren und inneren; wir können ihn also mit der Keimanlage des Vogel-, Säugethier- und Schildkröteneies vergleichen, wenn dasselbe noch aus zwei Blättern besteht. Die Analogie mit anderen Wirbelthieren ist vielleicht noch bedeutender. Wenn wir die Figur 15, Reichert's Abhandlung über die Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens, mit unserer Figur 8 und 9 vergleichen, so fällt uns gleich die Aehnlichkeit dieser beiden Entwicklungsformen auf. Bei unserer Figur umschliesst eine nicht ganz durchsichtige Schicht von Zellen einen centralen Hohlraum; die Eier der Figur 15 und 19 in Reichert's Abhandlung machen denselben Eindruck. Die Eier, welche daselbst auf den Figuren 30, 32 und 33 dargestellt sind, stimmen so ganz und gar mit unseren Abbildungen (Fig. 14 und 15) überein, dass man ganz unwillkürlich diese Stadien vergleichen möchte, um so mehr sie beide die erste folgende Entwicklungsstufe des in Zellen zerfallenen Eies darstellen. Für die Anwesenheit der Segmentationshöhle bei den Eiern der Wirbelthiere, welche sich nach dem Typus des Meerschweinchens entwickeln, spricht der Umstand, dass bei allen wirbellosen Thieren, bei welchen eine vollständige Segmentation des Eies bemerkt ist, wenn nur kein Nahrungsdotter sich beimengt, immer eine Segmentationshöhle gefunden wird.

Wir haben den Embryo auf der Fig. 14 verlassen. Die unmittelbar weiteren Veränderungen bestehen nun in der Vermehrung der Zellen und der immer vorschreitenden Verengerung der äusseren Oeffnung der Halbkugel. In Folge dieses Vorgangs nimmt die Halbkugel bald die Figur 15 an, wobei die Oeffnung *a* jetzt nur eine unbedeutende Fläche des ganzen Embryo einnimmt. Der Embryo hat jetzt die Form einer etwas in die Länge gezogenen Hohlkugel angenommen, deren Wände aus zwei deutlich geschiedenen Zellschichten bestehen. Der centrale Hohlraum communicirt mit der Aussenwelt vermittelst der Oeffnung *a*. Auf der Figur 16 ist derselbe Embryo im Längsschnitt dargestellt, und wir sehen, dass die äussere Schicht aus bedeutend kürzeren Zellen, dagegen die innere aus zwei bis dreifach so

langen besteht. In der Structur der Zellen der beiden Schichten bemerkt man auch einen kleinen Unterschied. Die Zellen der inneren Schicht sind grösser, enthalten eine viel bedeutendere Zahl von Fett- oder Dotterkörperchen und erscheinen deshalb etwas dunkler. In den Zellen beider Schichten sieht man immer einen sehr deutlichen Kern, welcher in beiden Schichten immer näher zu der freien Fläche der Zellen liegt, d. h. in den Zellen der äusseren Schicht etwas näher an dem äusseren Rande der Zelle, in den Zellen der inneren Schicht etwas näher zur Centralhöhle (Fig. 16).

Die äussere Oberfläche bedeckt sich schon jetzt mit Flimmercilien, und der Embryo beginnt in der Eihaut zu rotiren. Oefter treten die Cilien bei den Embryonen auf, welche schon auf der Figur 14 abgebildet sind. Das Auftreten von Cilien auf der äusseren Oberfläche der Wirbelthierembryonen wurde bis jetzt noch nicht beobachtet; die Angaben von Bischoff, dass das Kaninchenei noch in den Eileitern sich von Cilien bedecke und nun rotire, halte ich für ganz unwahrscheinlich; nach den Abbildungen von Bischoff¹⁾ selbst zu urtheilen, ist wohl das Rotiren des Dotters durch die Bewegung der Schwänze der in den Dotter eingedrungenen Spermatozoen bedingt. Ich habe oft bemerkt, dass die kaum befruchteten Eier der Anneliden und Echinodermen (*Nerine*, *Ophiura*, *Pentacta* n. a.) gleich nach der Befruchtung im Glase herumschwimmen und bei starker Vergrösserung gemustert als von feinen dünnen Fäden bedeckt erscheinen. Diese Fäden erwiesen sich in den von mir beobachteten Fällen immer als Schwänze der in die Dotterhaut sich einbohrenden Spermatozoen. Dass das Ei des Kaninchens innerhalb der *Zona pellucida* von solchen Fäden bedeckt ist, hat auch gar nichts zu sagen, da doch Bischoff selbst hier eine Reihe von Spermatozoen zeichnet, welche in diesen Raum eingedrungen sind. — Was das Rotiren des Hechteies anbetrifft, so hängt es wohl ganz sicher von den Contractionen des Dotters selbst und in keinem Falle von den Cilien ab.

Die Bemühung, die Bildung der Cilien auf der Oberfläche des *Amphioxus*-Embryo zu studiren, war ganz vergeblich; man beobachtet die Cilien nur in dem Moment, wenn die Wimperbewegung beginnt. Oft durchbricht schon in diesem Stadium der Embryo die Eihaut und schwimmt nun frei im Glase herum, immer spirale Linien oder Kreise umschreibend. — Die unmittelbar darauf folgenden Veränderungen bestehen darin, dass der Embryo sich jetzt bedeutend in die Länge zieht, wobei die Oeffnung *a* sich auf eine Seite schiebt, immer am Umfange abnehmend (Fig. 17); zugleich beginnt auch eine Abflachung der einen Seite des Embryo, und die beiden Zellschichten, welche noch den Embryo zusammensetzen, gehen etwas auseinander, so dass der Raum, welcher zwischen den beiden Schichten nur als ein Streifen auf den Figuren 13, 15 und 17 *h* zu sehen war, jetzt zu einer ganz deutlich ausgesprochenen Höhle wird (Fig. 18), welche, wie wir sehen werden, zur Leibeshöhle wird.

1) Bischoff. Ueber das Drehen des Dotters im Säugthiere während des Durchganges desselben durch den Eileiter. Tab. I, Fig. 6. Müller's Archiv für Anatomie und Physiol. 1841.

Bis jetzt haben wir an unserem Embryo keine Kennzeichen eines Wirbelthier-Embryo beobachtet; die jetzt schon sehr schnell im Wasser kreisende Larve konnte die Larve eines Thieres von beliebigem Typus sein. Der Embryo stimmt ganz und gar, selbst in den unbedeutendsten Einzelheiten mit der Larve aus dem entsprechenden Stadium des *Phoronis* ¹⁾, des *Limnaeus* ²⁾ (dass der Embryo des *Limnaeus* ungeachtet der Angabe von Lereboullet mit Wimpercilien bedeckt ist, habe ich von Metschnikoff gehört und mich auch selbst davon überzeugt), des *Asteracanthion berylinus* Ag. ³⁾, der *Ophiura* und des *Echinus*, nach meinen eigenen, noch nicht publicirten Beobachtungen, überein, und wenn wir von den Cilien absehen, so stimmt unsere Larve auch mit den entsprechenden Stadien der *Sagitta* ⁴⁾, der Ascidien ⁵⁾ (*As. intestinalis* und *Phalusia mammillata*) überein; denken wir noch, dass die Segmentationshöhle mit Nahrungsdotter erfüllt ist, so ähnelt sie auch der Larve der *Escholtzia* ⁶⁾ (Taf. II, Fig. 23), des *Cestum* (Taf. III, Fig. 38) und der *Sepiolo* ⁷⁾. Bei allen von mir hier erwähnten Embryonen geht die Bildung der beiden erwähnten Schichten oder Blätter (der äusseren und inneren) ganz auf dieselbe Weise vor sich. Bei allen bildet sich nach der Theilung des Dotters eine Furchungshöhle und eine sie umgebende Schicht von Zellen (bei den von mir erwähnten Eiern mit dem Nahrungsdotter [Rippenquallen, *Sepiolo*] nimmt der letzte die Stelle der Furchungshöhle ein) — das Blastoderm, welches sich von einer Seite einstülpt und die erste Anlage des Darmkanals bildet; bei allen hier erwähnten geht die Furchungshöhle oder der Nahrungsdotter, welcher die letzte ausfüllt, in die Leibeshöhle des künftigen Thieres über, die Oeffnung, welche von der Einstülpung bleibt, wird zum *anus*, und endlich bildet sich die Mundöffnung durch die Verschmelzung der Wände der eingestülpten Zellschicht und der Wände des Körpers und durch die Bildung einer Oeffnung an dieser Stelle. — Die Reihe dieser zusammengestellten Thatsachen giebt uns schon ein gewisses Recht, in der beschriebenen Bildung einen Grundplan, wenigstens für sehr viele Formen, zu sehen. In der Reihe der von uns angeführten Thiere haben wir Repräsentanten aus verschiedenen Typen, namentlich aus den *Coelenteraten*, den *Ctenophoren*, aus den *Echinodermen*, dem *Asteracanthion berylinus*, *Echinus* und der *Ophiura*, aus den Würmern *Phoronis* und *Sagitta*, aus den Mollusken *Ascidien* und *Limnaeus*, aus den Wirbelthieren endlich den *Amphioxus*. Also wäre die erste Bildung des Embryo für alle diese verschiedenen Thiere ganz übereinstimmend; nur in den weiteren Veränderungen sehen wir die Unterschiede auftreten, welche jeden einzelnen Typus bezeichnen. Wir werden hier die Veränderungen

1) А. Ковалевскій. Анатомія и Исторія Развитія *Phoronis*. Табл. II рис. 11.

2) Lereboullet.

3) Alex. Agassiz. Embryology of the Starfish. Taf. I, Fig. 27 und 28. (Die Wimpercilien sind auf der Figur nicht angegeben).

4) А. Ковалевскій. Ан. и Ист. Раз. *Phor.* Таб. II, рис. 15.

5) A. Kowalevsky. Entwicklungsgeschichte der einfachen Ascidien. Taf. 1, Fig. 10, 13, 14.

6) A. Kowalevsky. Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. Mém. de l'Ac. Imp. de sc. de St.-Petersbourg. VII. Sér. Tome X, 1866.

7) Мечниковъ. Эмбриональное развитие *Sepiolo*. Петербургъ 1867.

verfolgen, welche nur die Larve des *Amphioxus* erleidet, und was die anderen Thiere anbe-
trifft, so verweisen wir auf die oben citirten Abhandlungen.

Auf der Figur 18 haben wir schon gesehen, dass eine Seite des Embryo sich allmäh-
lich abflacht; wir hemerken sogleich, dass die Ränder der abgeflachten Seite sich aufzuheben
anfangen (Fig. 19), und somit entsteht auf der oberen Seite des Embryo eine ziemlich tiefe
und breite Furche (Fig. 19 und 20), welche sich auch bald in ein Rohr schliesst. Die sich
erhebenden Ränder sind die Rücken-Wülste und sie schliessen sich zum Nervenrohr.
Den Vorgang Schritt für Schritt zu verfolgen, war ganz unmöglich. Der Embryo schwimmt
so schnell, dass es fast unmöglich ist, ihn zu fixiren; zugleich wird er jetzt sehr undurch-
sichtig. Wenn der Embryo sich mit dem vor deren Ende dem Beobachter zuwendet, so erhält
man die Fig. 20. Mit der Bildung der Rückenwülste und ihrer Schliessung sind noch andere
Vorgänge verbunden. Schon auf dem Embryo der Figur 19 bemerkt man, wenn derselbe
sich während seines Kreisens schief zu dem Beobachter stellt, dass wie die innere Zellen-
schicht *a* so auch die äussere *b* eine Reihe von Zellen abtheilen (Fig. 20). Von der Seite beob-
achtet, sieht man eine Reihe von noch kaum bemerklichen Streifen, welche schon auf der
Figur 21 als eine deutlich ausgesprochene Reihe von Muskeln hervortritt. Um über die
Bildung dieser Streifen ins Reine zu kommen, behandelte ich die Embryonen mit Essig-
und Chromsäure und untersuchte dann die zerrupften Stückchen; dadurch kam ich zu der
Ueberzeugung, dass die Muskelstreifen sich aus den Zellen bilden, welche von den Keim-
blättern stammen; ob sie aber nur aus den Zellen hervorgehen, welche nur von dem
oberen Blatte stammen, oder vielleicht auch die von dem inneren Blatte abgetheilten Zel-
len auch daran theilnehmen, kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Schon während der
Schliessung der Rückenwülste sieht man zwischen den Muskelstreifen einen Strang von
Zellen durchschimmern, der aus mehreren Zellen besteht (Fig. 21 *ch*). Wie dieser Strang
entstand, konnte ich nicht erforschen, glaube aber, dass er aus den Zellen des oberen Mus-
kelblattes stammt. Auf der Figur 22 haben wir denselben Embryo von oben dargestellt
und sehen hier die Darmhöhle und ihre Wandungen durchschimmern, so wie die Muskelstreifen,
welche sich nach beiden Seiten ziehen und unter denselben den Zellenstrang. Auf der Figur
23 sehen wir schon die Hauptmerkmale des Wirbelthieres angegeben; man findet nämlich
bei den Röhren den Darmkanal und das Nervensystem und dazwischen die *Chorda dorsalis*;
die Muskeln liegen hier in der Form von zwei Reihen von Bündeln.

Eine unmittelbar darauf folgende Stufe ist bei uns auf der Fig. 23 dargestellt. Der
Embryo ist 20 bis 24 Stunden alt. Das äussere Epithelium ist überall ziemlich dünn, nur
am vorderen und hinteren Ende besteht es aus sehr in die Länge gezogenen Zellen; der
Embryo ist noch auf der ganzen Oberfläche mit feinen Cilien bedeckt; die *Chorda dorsalis*,
welche bei dem Embryo Figur 21 aus einer unbedeutenden Zahl von grossen Zellen bestand,
stellt sich hier als eine Reihe von kleinen Zellen dar, deren Grenzen schon nicht deutlich
zu sehen sind. In der centralen Partie der Zellen erscheinen anfangs kleine stark licht-
brechende Körnchen, welche allmählich wachsend zu grösseren unregelmässigen Kör-

pern werden, aus welchen die Substanz der eigentlichen *Chorda dorsalis* hervorgeht. Die Muskeln sind auf beiden Seiten des Embryo in regelmässige Platten abgegrenzt, welche sich nach vorn verlieren. Der Darm ist noch immer ein nach vorn blinder Schlauch, der nur mittelst des auf der Seite liegenden *anus* (*a*) mit aussen communicirt. Die Darmwandungen bestehen aus einer Reihe sehr langer Cylinderzellen mit einem deutlichen Kern. Nicht weit von dem vorderen Ende der *Chorda* findet man eine deutliche flache Scheibe (*s*), welche zu einem Sinnesorgan wird. Das Nervensystem besteht aus einem Rohre mit sehr grossem Lumen und feinen Wandungen. Diejenige Seite der Wand, welche an der *Chorda* liegt, besteht aus sehr kleinen und flachen Zellen; die obere Wand schien mir in mehreren Fällen von dem Epithelium noch nicht differencirt zu sein, d. h. die obere Zellwand des Nervenrohres war noch nicht von den Epithelium-Zellen abgetheilt, obgleich die Rückenwülste schon längst geschmolzen waren. Dieses Verhältniss erkläre ich mir in der Weise, dass die Rückenwülste beim Zusammenstossen ihrer Ränder mit den äusseren Zellen sich berühren, und dass diese Zellen anfangs auch die neu entstandene Höhle von aussen abgrenzen und nur erst später ihrerseits sich theilen, wobei die unteren abgetheilten Partien die obere Wand des Nervenrohres bilden. Das Lumen des breiten Nervenrohres mündet noch bei diesen Embryonen mittelst der Oeffnung *x* nach aussen. Diese Oeffnung können wir als einen Rest des Rückenspalt betrachten, welcher auch bei den Embryonen aller anderen Wirbelthiere existirt; hier scheint nur diese Oeffnung etwas länger zu persistiren¹⁾. Bald verändert sich die Form des Embryo; das vordere Ende wird bedeutend spitzer (Fig. 24), und zu gleicher Zeit auf der rechten Seite ungefähr auf der Stelle, wo der blinde Sack des Darmkanales sich vorn endigt, schmelzen auf einem kleinen Raume die Wandungen des inneren Rohres (Darmkanales) und des Körpers zusammen; es entsteht anfangs von der Verdichtung des Gewebes ein dunklerer Fleck. In der Mitte dieses dunkleren Feldes bildet sich bald eine Oeffnung, welche durch ein Auseinanderweichen der zusammengeschmolzenen Zellen entsteht. Die so gebildete Oeffnung ist von wallartig aufgehobenen Rändern umgrenzt. Diese Oeffnung ist die Mundöffnung (*o*). Zu gleicher Zeit mit der Bildung des Mundes gehen auch andere Veränderungen vor. Die kleinen Flimmercilien, welche den Embryo auf der ganzen Oberfläche bedeckten, verschwinden, und statt ihrer findet man auf jeder Zelle des Epithelium ein langes Flimmerhaar (Fig. 25 B), mittelst dessen Schwingungen der Embryo langsam im Wasser schwimmt. Das vordere Ende des Embryo verliert die Flimmercilien vollständig. An der unteren Seite unweit vom Munde bilden sich zwei kleine Warzen, auf welchen man zwei lange, längsgestreifte Tastfäden findet, (Fig. 25 p); bei der Behandlung mit Essigsäure ergibt es sich, dass diese Tasthaare aus zusammengeschmolze-

1) Als ich später im August die Entwicklung der Ascidien studirte, fiel mir eine ähnliche Oeffnung auf, durch welche bei diesen Thieren das embryonale Nervenrohr mit aussen communicirt. *Entwick. der Ascidien* Taf. II, Fig. 19, 20 d.

nen langen Cilien bestehen. Etwas nach vorn von diesen Warzen sieht man zwei Drüsen, welche aus regelmässigen kleinen Zellen bestehen und am unteren Ende des Embryo nach aussen münden¹⁾. Die Drüsen haben ein sehr kleines Lumen, das gewöhnlich von den Zellen so ausgefüllt ist, dass man es nur mit Mühe auffinden kann. Diese Drüsen waren schon von Pagenstecher und Leuckart²⁾, so wie auch von Max Schultze beschrieben. Eine ähnliche Bildung ist auch von Max Schultze bei den *Petromyzon Planeri* entdeckt und findet sich auch beim Froschembryo. Bei dem erwachsenen, oder sogar mehr entwickelten *Amphioxus* finden wir gar nichts von diesen Drüsen.

Das scheibenförmige Organ (s) der Fig 24 hat sich jetzt zu einer flimmernden Scheibe entwickelt. — Die *Chorda dorsalis* besteht aus einer deutlichen *Chorda*-Scheide (c) und einer centralen Partie, aus homogener Substanz und in derselben sich bildenden stark lichtbrechenden unregelmässigen Körpern. Diese Körperchen, welche wir schon auf der Fig. 24 sahen, bestanden anfangs aus sehr kleinen stark lichtbrechenden Körnchen, welche allmählich auswachsend die hier dargestellte Form annahmen. Aber zu gleicher Zeit erscheinen in der homogenen Substanz neue ähnliche Körper, welche anfangs sich ganz in der Nähe des Scheide bilden (Fig. 29 c) und dann allmählich auswachsen und sich zwischen die existirenden einschieben. Auf der entgegengesetzten Seite der *Chorda* geht derselbe Prozess vor sich, und die entgegenwachsenden Substanzen verschmelzen (d e); auf solche Weise entsteht endlich eine Reihe von Plättchen, welche die *Chorda dorsalis* zusammensetzen. Diese Zusammensetzung der *Chorda* wurde schon von Max Schultze³⁾ beobachtet. Dass diese Plättchen keine Zellen sind, brauche ich kaum nach dem Gesagten noch zu erwähnen; somit besteht die *Chorda* aus einer Scheide und aus der letzten ausgeschiedenen Substanz. — Ich kann nicht umhin, hier einer analogen Bildung des Achsenstranges im Schwanz der Ascidien-Larven zu erwähnen. In ähnlicher Weise wie beim *Amphioxus* erscheint die erste Anlage der *Chorda* als eine einfache Reihe von Zellen; zwischen denselben lagert sich eine festere Substanz ab, welche die centralen Partien aller Zellen verdrängt und endlich zusammenschmilzt, eine feste Achse bildend, welche nur darin von der *Chorda dorsalis* des *Amphioxus* abweicht, dass sie bei dem letzteren aus einer Reihe von mit einander nicht zusammengeschmolzenen Plättchen, bei Ascidien aber aus zusammengeschmolzenen besteht⁴⁾.

Das Nervensystem verdient besonderer Erwähnung; es stellt sich in Form eines einfachen Schlauches, nur aus einer Reihe von Zellen zusammengesetzt dar. Am vorderen Ende ist der Nervenschlauch etwas breiter, und hier bemerkt man eine Vermehrung der

1) Eine ähnliche Drüse habe ich bei den Embryonen der Appendicularien gefunden. Ich hatte Gelegenheit, die Entwicklung der Ap. *Acrocercia* vom Eie ab zu verfolgen. Die Entwicklung stimmt ganz mit der der einfachen Ascidien überein.

2) Leukhardt und Pagenstecher. Untersuchungen

über niedere Seethiere. Archiv für Anatomie und Physiol. 1858.

3) Max Schultze. Beobachtungen junger Exemplare von *Amphioxus*. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 3, 1852, pag. 416.

4) A. Kowalevsky. Entwicklung der einfachen Ascidien. Taf. II, Fig. 25, 26 r, r.

Zellen, wodurch der freie centrale Raum — das Lumen des Rohres — sich mit Zellen ausfüllt (Fig. 25). Eine Reihe von Zellen, welche die Wandungen des Rohres zusammensetzen, ist auf der Fig. 26 in grösserem Maasstabe dargestellt; die Zellen besitzen einen sehr deutlichen, bläschenförmigen Kern, mehrere stark lichtbrechende Körnchen und bestehen aus ganz wasserklarem Protoplasma; man sieht eine deutliche Begrenzung der Zellen; ob dieses aber eine Membran ist, kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Die Oeffnung (Fig. 24*x*), vermittelt welcher der Centralkanal mit aussen communicirte, ist jetzt geschlossen.

Die weiteren Veränderungen bestehen in der Bildung der Kiemen und im allgemeinen Wachstume des Embryo. — Bald nach der Bildung des Mundes bemerkt man, dass am unteren Rande (Fig. 27) die Wandung des Darmkanales mit der des Körpers verchmilzt (*b*), und bald entsteht an dieser Stelle eine Oeffnung; das ist die erste Kiemenspalte. Diese neu entstandene Oeffnung bleibt nicht lange auf der angegebenen Stelle (Fig. 28), sondern schiebt sich auf eine Seite des Körpers (Fig. 30), nämlich auf die der Mundöffnung entgegengesetzte. Nach der Bildung der ersten Kiemenspalte geht ganz auf dieselbe Weise die Bildung der zweiten (Fig. 31 *b'*) vor sich. Nach der Bildung der zweiten Spalte schiebt sich diese auch auf dieselbe Seite, wo schon die erste Spalte liegt. Sehr selten gelingt es, die Bildung der dritten Spalte zu beobachten; ich konnte nur die Anlage dieser Spalte sehen.

Der Embryo ist noch immer von langen Flimmercilien bedeckt, eine Cilie auf je eine Epithelialzelle. — Die aus den Eiern gezogenen Embryonen entwickeln sich nicht weiter in den Gläsern. Bei den meisten wird das vordere Ende in Folge des Stossens an die Glaswandungen sehr dick, krümmt sich nach oben oder unten, oder verdickt sich ungemein, und die Embryonen sterben ab. Um weitere Stadien zu erhalten, musste ich mich zum Fischen mit dem Müller'schen Netze wenden. Das Fischen war aber auch nicht sehr glücklich; es gelang mir nur ein paar Mal, Larven zu fangen, welche drei Kiemenspalten besaßen, und deren vierte in der Bildung war. Alle drei Spalten lagen auf einer Seite des Embryo (Fig. 32). Auf der anderen Seite befand sich nur die Mundöffnung und gar keine Kiemenspalten. Larven zwischen diesem Stadium und denen, welche auf der Fig. 33 dargestellt sind, habe ich nicht beobachtet.

Alle von uns beschriebenen Embryonen, von der Fig. 30 beginnend, haben ein deutlich ausgebildetes Bauchgefäss, welches an seinem vorderen Ende, in der Nähe der ersten Kiemenspalte, sich in zwei Aeste theilt, die in der Umgebung der problematischen Drüsen verschwinden. Es gelingt auch, ganz am vorderen Ende, vor der Mundöffnung, einen Gefässstamm zu sehen, aber seinen Zusammenhang mit dem Bauchgefässe konnte ich nicht auffinden. Was die Entstehung dieser Gefässe anbetrifft, so konnte ich über ihre Bildung nicht ganz ins Klare kommen; es schien mir aber, und besonders deutlich am vorderem Ende, dass die Wandungen des Gefässes aus frei in der Leibeshöhle liegenden Zellen (Bindegewebszellen) entstehen, welche anfangs zu einem festen Strange sich zusammenlegen, und dass das Lumen nur secundär sich bildet. Um das Bauchgefäss besser zu studiren, muss man die Larve eine Zeit lang auf dem Objectträger unter schwachem Drucke liegen lassen, dann

zieht sie den Darmkanal etwas in die Höhe, und man sieht, dass zwischen der Wandung des Darmkanales und der Leibeswandung ein ganz dünnes Gefäss verläuft, welches sich rhythmisch contrahirt. Man kann das Bauchgefäss bis zum Schwanzende verfolgen; am vorderen Ende, wo es nach unten einige Aeste giebt, sieht man, dass die Aeste sich in eine Art von blind geschlossenen Ausläufern endigen (Fig. 30), welche zum Theil an die Bindegewebszellen erinnern.

Mit den beschriebenen Veränderungen des Embryo, mit der Entwicklung von Kiemenspalten geht auch eine weitere Ausbildung des Nervensystems vor sich, welches sich in der Vermehrung der Zellen des Nervenrohrs äussert. Auf den Stadien der Fig. 33 und Fig. 34 ist es schon sehr schwer, den Centralkanal von der Seite zu sehen; das ganze Rohr des Rückenmarks ist jetzt von freien Zellen ausgefüllt. Alle diese Zellen stammen von denen des Epithels des ursprünglichen Nervenrohrs ab. Auf allen beschriebenen Embryonen sieht man noch gar keine Nervenfasern.

Jetzt kommen wir zu dem Stadium, welches schon von Max Schultze, Leuckart und Pagenstecher beschrieben worden ist. Wenn wir den Embryo von der Seite betrachten, so sehen wir, dass er noch unsymmetrisch ist; die Mundöffnung liegt auf einer Seite, immer noch in Form einer breiten Einbuchtung, auf der anderen entgegengesetzten Seite sehen wir die beiden Drüsen und auf dem unteren Rande eine Reihe von dicken breiten Streifen, welche wie Lippen aussehen und als äussere Kiemen beschrieben wurden. Betrachten wir denselben Embryo von unten (Fig. 34), so bemerken wir von vorn ein etwas verbreitetes dreieckiges Vorderende, dann sieht man rechts eine unbedeutende Aufhebung der Wandungen des Körpers; es ist die Stelle, wo die Mundöffnung (*o*) liegt. Die Mittellinie ist von einer Reihe Spalten (*b*) eingenommen, von welchen jede mit einer wallartigen Aufhebung (*c*) umgeben ist. Die Figg. 33 und 34 (*bb*) stellen uns also dieselben Gebilde dar, nur von verschiedenen Seiten; die scheinbar nach aussen ragenden Kiemen sind eigentlich gar nichts Anderes als die wallartig verdickten Ränder (*c*) der zwei neben einander liegenden Kiemenspalten von der Seite gesehen. Um den Strom des Wassers beim Athmen dieser Embryonen zu untersuchen, setzte ich zu dem Wasser etwas Karminkörnchen und bemerkte, dass der grösste Theil des Wassers, welches in die Mundöffnung eintritt, durch diese Kiemenspalten wieder nach aussen gelangt und nur ein sehr unbedeutender Theil der Karminkörnchen weiter in den Darmkanal dringt.

Bei den Embryonen, welche nach der Grösse und Zahl der Kiemenspalten noch ganz den auf der Fig. 34 dargestellten gleichen, bemerkt man, dass auf der Seite, welche der Mundöffnung entgegengesetzt ist, unter der Falte (*l*) eine Reihe von etwas dunkleren scheibenförmigen Körperchen erscheint (Fig. 35); auf den anderen Embryonen findet man, dass ähnliche Scheiben in der Mitte schon eine Oeffnung (Fig. 36) haben und überhaupt die Form der Kiemenspalten besitzen. Die Bildung dieser Kiemenspalten geht ganz nach derselben Weise, wie auch die Bildung der ersten Spalten; es schmelzen nämlich die Wandungen des Darmkanales und der Leibeswand zusammen, in Folge dessen ein dunkleres Scheib-

chen erscheint; in der Mitte dieser Scheibe bildet sich die Kiemenspalte. Bei den weiteren Beobachtungen solcher Embryonen, nämlich nach zwei Tagen, fand ich, dass die Spalten sich schon ziemlich vergrösserten, dass dabei die Reihe von Kiemenspalten, welche auf dem unteren Rande des Bauchtheiles lag (Fig. 34), sich auf diejenige Seite schiebt, wo die Mundöffnung liegt (Fig. 37). Die neu entstandenen Kiemenspalten werden anfangs länglich, bisquitförmig und beginnen sich dann weiter in der Mitte zu überziehen (Fig. 38). Auf der Figur 39 sehen wir eine schon weiter vorgeschrittene Theilung; bald werden sie ganz getheilt, und aus jeder entsteht ein definitiver Kiemenspalt. Schon auf den Embryonen der Fig. 33 bemerkt man, dass der untere Rand des Körpers in einer Art von Rinne liegt. Die Rinne wird von zwei Falten gebildet, welche an den Seiten des Körpers sich aufheben und immer mehr wachsend den unteren Rand umgeben. Die Karminkörnchen, welche bei solchen Embryonen aus den Kiemenspalten austreten, folgen gewöhnlich der Rinne nach bis zu ihrem hinteren Ende. Die Rinne ist inwendig von Flimmercilien bedeckt. Bei den Embryonen, bei welchen die Theilung der neu entstandenen Kiemenspalten die Fig. 38 erreicht hat, sind schon die Wandungen der Rinne am vorderem Ende verschmolzen. Die weitere Verschmelzung geht auch bald vor sich, und ich habe öfters Embryonen gefangen, bei welchen die Theilung der Kiemenspalten nur die Form der Fig. 38 hatte und die Rinne schon ganz geschlossen war; es scheint also, dass die Verschmelzung der Rinne nicht genau an ein und denselben Moment der Ausbildung der Kiemen gebunden ist, sondern in gewissen Grenzen variirt. Nach dem Zusammenschmelzen der Ränder bleibt nur hinten der *Porus abdominalis* übrig (Fig. 40p). Aus dem Beschriebenen sehen wir schon, dass die Bildung der Höhle, in welche die Kiemenspalten des *Amphioxus* münden, ganz in derselben Weise vor sich geht, wie die Bildung der Kiemenhöhle bei anderen Fischen ¹⁾; darin finden wir einen Beweis, dass der Raum, in welchem die Kiemenspalten des *Amphioxus* münden, nichts anderem als einer wahren Kiemenhöhle der anderen Fische entspricht. Damit ist es wohl verständlich, dass die Vergleichung des *Porus abdominalis* des *Amphioxus* mit den Oeffnungen, welche bei den Aalen die Leibeshöhle mit der Aussenwelt verbinden, nicht haltbar ist ²⁾.

Auf der Fig. 38 bemerken wir schon, dass weit hinter den Kiemenspalten an dem Darmkanale eine kleine Verdickung der Wandungen erscheint. Auf der Fig. 40 sehen wir, dass diese Verdickung zu einer Ausstülpung wird, welche die erste Bildung des Blindsackes darstellt. Der Blindsack stülpt auch bei seinem Wachsthum die Körperwandungen aus, und wenn er auch bei seiner weiteren Entwicklung in die Kiemenhöhle zu liegen kommt, so liegt er doch immer von den Wandungen des Körpers bedeckt und somit noch immer in der Leibeshöhle. — Die Lage der Geschlechtsorgane spricht für die Deutung des Kiemerraumes als Leibeshöhle; aber die Entwicklung giebt doch so positive Gründe, dass sie hier kaum unterschätzt werden können. Die beiden Falten, welche die Rinne zusammensetzen,

¹⁾ Vogt. Développement des Salmones. 1842. p. 130.

²⁾ Gegenbauer. Vergleichende Anatomie. p. 566, 587.

sind schon von Leuckhart und Pagenstecher beschrieben, und diese Forscher glaubten schon, dass dies die erste Anlage der Kiemenhöhle sei.

Gleichzeitig mit der Schliessung der Falten, welche die Kiemenhöhle umgeben, geht auch die Bildung der sogenannten Flossenstrahlen vor sich. Unter dem Epithelialüberzuge des Körpers, auf der Rückenseite und auch in der Schwanzflosse entstehen anfangs kleine Haufen von 5 bis 6 Zellen (Figur 39 f), welche ganz dicht neben einander liegen; später bemerkt man zwischen ihnen ein helleres, stark lichtbrechendes Körperchen (*t'*), welches seinem Aussehen nach an die Körperchen der *Chorda* erinnert. Dieses Körperchen vergrössert sich, drängt die Zellen aus einander und nimmt bald die Form *t''* an, wo wir von den Zellen nur die Kerne finden. Die Entstehung der Substanz dieser Strahlen geht somit ganz in derselben Weise wie die Bildung der *Chorda dorsalis* vor sich. An den Embryonen mit 12 Kiemenspalten findet man schon am vorderen Ende die Nervenfasern, welche sich, immer sich theilend, nach der Peripherie begeben. Ich habe beobachtet, dass diese Nerven nicht in besondere Organe, wie es Quatrefage angiebt, sondern unmittelbar in die Zellen des Epithel endigen. Die Fig. 41 stellt uns das vordere Ende des *Amphioxus* mit dessen Nervenfasern, welche unmittelbar in die Epithelzellen endigen, dar; bei *B* ist diese Endigungsart bei bedeutenderer Vergrösserung dargestellt; man findet oft, dass dort, wo sich der Nerv theilt, ein Kern liegt, was schon von Leuckhart und Pagenstecher bemerkt wurde. — Um diese Endigungsweise der Nerven aufzufinden, war es nöthig, die mit sehr schwacher Essigsäure behandelten Larven leicht mit Karmin zu färben und hierauf mit einem weichen Pinsel einen Theil, besser noch die meisten Epithelzellen abzuschaben; dann sieht man schon die erwähnte Endigungsweise; noch besser aber treten die Nervenfasern dann hervor, wenn man den von der grössten Zahl von Epithelzellen entblösten *Amphioxus* wieder in schwache Karminlösung legt. — Ich habe immer bemerkt, dass die Nerven scheide unmittelbar in die Membran der Zelle übergang, und nie gelang es mir, den Nerven bis zu dem Kerne der Epithelialzelle zu verfolgen, wie es Hensen für die Froschlurven angiebt. Hier möchte ich noch bemerken, dass die Epithelialzellen bei dem jungen *Amphioxus* einen Kern besitzen.

Im letzten Hefte des «Archiv f. mikroskopische Anatomie» (Bd. 2, Heft 4) finde ich eine kurze Abhandlung von W. His, über die erste Anlage des Wirbelthieres, welche mich veranlasst, hier noch einige Worte beizufügen. — W. His kommt zu dem Schlusse, dass die Keimanlage nur aus zwei Blättern besteht, dass sich kein mittleres Muskelblatt entwickelt, wie es Remak beobachtete, dass die Stammmuskulatur aus dem oberen und die Muskelhaut des Darmes aus dem unteren Blatte (Darmdrüsenblatte) sich bildet.

Nach den Beobachtungen von Hensen¹⁾ stammt die *Chorda dorsalis* und auch die übrigen Skelettheile aus dem oberen Blatte. Diese Angaben stimmen ganz mit denen von

1) Virchow's Archiv Bd. XXX. Ueber die Entwicklung des Nervensystems.

Agassiz¹⁾ und auf diese Gründe uns stützend, können wir wohl aussprechen, dass die Leibeshöhle der höheren Wirbelthiere aus dem Spalt sich bildet, welcher die beiden ersten Keimblätter (das animale und vegetative von Baer) trennt. Dieser Spalt entspricht ganz dem Raume *h* auf unseren Figuren 13, 14, 15, und somit hatten wir wohl Recht, das untere oder innere Blatt des *Amphioxus* als vegetatives, das äussere als animales anzusehen. Auf Seite 5 haben wir schon gezeigt, dass die beiden ersten Blätter des *Amphioxus* den beiden primitiven Blättern des *Phoronis*, der *Sagitta*, des *Limnaeus* und anderer entsprechen; wir haben weiter gezeigt, dass auch beim *Phoronis*²⁾ und bei der *Sagitta* das äussere Blatt sich in zwei Schichten spaltet, und dass die untere Schicht des äusseren Blattes die Stamm-muskulatur dieser Würmer bildet. Wir haben weiter gesehen, dass auf einer gewissen Stufe der Darm des *Phoronis* gewisse Contractionen ausführt, und somit besitzt er auch Muskeln, welche nur aus dem Darmblatte abstammen können. — Bei den *Ctenophoren*, *Echinodermen* und *Cephalopoden* (*Sepiola*) bildet sich kein selbstständiges Darmdrüsenblatt, sondern es stülpt sich nur ein Theil des Blastoderms in Form eines dünnen Rohrs in die Segmentationshöhle oder den Nahrungsdotter ein, und aus diesem Rohre bildet sich der Darm mit seiner Muskelwandung; also im Endziel entspricht auch dieses eingestülpte Rohr dem Darmdrüsenblatte anderer Wirbelthiere. Das wäre somit ein Typus der Entwicklung, welchen wir in folgenden Worten zusammenfassen können: Nach der Furchung entsteht ein Blastoderm, welches den Nahrungsdotter oder die Segmentationshöhle einschliesst. Wenn das Darmdrüsenblatt sich durch Einstülpung bildet (*Amphioxus*, *Phoronis*, *Sagitta*, *Echinodermen*, *Ctenophoren*, *Limnaeus*, *Sepiola*), wird der Raum, wo der Nahrungsdotter liegt, oder die Segmentationshöhle zur Leibeshöhle, von den beiden so entstandenen Keimblättern theilt sich eine Lage von Zellen, welche die Muskeln bilden; die Zellen, welche von dem äusseren Blatte stammen, bilden die Stamm-muskulatur, die Zellen von dem inneren Blatte die Muskelhaut des Darmkanals. Bei allen nach diesem Typus sich entwickelnden Thieren wird die Segmentationshöhle zur Leibeshöhle, und der Nahrungsdotter liegt in der Leibeshöhle. — Der zweite Modus der Entwicklung wäre die Bildung des Darmdrüsenblattes, nicht durch Einstülpung, sondern durch Spaltung des primitiven, einschichtigen Blastoderms. Wir sehen diese Bildung bei den höheren Wirbelthieren, bei den Gliederthieren und vielleicht noch bei anderen. Wir finden hier nämlich, dass die beiden primitiven Keimblätter (animale und vegetative) durch Spaltung eines einschichtigen Blastoderms (*Copepoden*³⁾ oder Keimes entstehen, und die Segmentationshöhle (bei den *Copepoden*) oder der Nahrungsdotter (z. B. beim Hühnchen) in den Darmkanal eingeschlossen sind. — Die Verwandlungen der beiden durch Spaltung entstandenen primitiven Blätter sind ganz denjenigen gleich, welche auch durch Einstülpung entstanden sind, d. h. aus dem äusseren

1) Agassiz. Embryology of the Turtle. 1857.

2) А. Ковалевскій, Анат. и Ист. разв. Phoronis. табл. II, р. 21.

3) Claus, die freilebenden Copepoden.

Blatt entwickelt sich die Haut und die Stammuskulatur aus dem unteren des Darmkanals mit einer Muskelhaut.

Es wäre vielleicht noch voreilig, zu solchen Verallgemeinerungen zu greifen, aber es scheint mir, dass die bis jetzt bekannten Thatsachen über die Entwicklung sich schon so gruppieren lassen. — Was die Bildung des Nerven- und Gefäßsystems anbelangt, so kann ich noch keine allgemeinen Vergleichungspunkte finden und muss nur meine Hoffnung auf die weiteren Studien setzen.

Diese Zusammenstellung kann allerdings keinen Anspruch auf ein ganz allgemeines Gesetz haben; es ist nur ein Versuch, die Thatsachen zu gruppieren, und weitere und eingehendere Forschungen werden über ihre Richtigkeit entscheiden.



Erklärung der Tafeln.

TAFEL I.

Fig. 1. Ein schon gelegtes Ei. *a* weit abstehende Dotterhaut, *d* Dotter.

Fig. 2. Ein sich theilendes Ei; in jeder Hälfte bemerkt man einen etwas helleren Fleck — den Kern der sich bildenden Furchungskugeln.

Fig. 3. Das in zwei Furchungskugeln zerfallene Ei.

Fig. 4. Das in vier Furchungskugeln zerfallene Ei. Dem Zerfallen jeder Kugel in zwei geht immer ein Zerfallen des Kernes voran. Zwischen den Furchungskugeln sieht man einen Raum *h*, die Segmentationshöhle.

Fig. 5. Durch eine aequatoriale Theilung sind die vier Kugeln der vorhergehenden Figur jetzt in acht Kugeln zerfallen, von denen vier oben, vier unten liegen.

Fig. 6. Vermittelst einer Theilung jeder der acht Kugeln in zwei, erhält man dieses Stadium. Das Ei ist etwas in die Breite gezogen. Acht Kugeln liegen nach oben und acht nach unten. In der Mitte schimmert die Segmentationshöhle durch.

Fig. 7. Ein Ei aus ungefähr 64 Kugeln oder Zellen bestehend. Eine centrale Höhle, von grossen Zellen umgeben, ist deutlich zu sehen.

Fig. 8. Eine Schicht von kleinen Zellen umgibt eine grosse Segmentationshöhle. In allen Zellen findet man einen deutlichen Kern.

Fig. 9. Das Ei zieht sich etwas in die Länge und nimmt die Form eines Ovals an.

Fig. 10. Dasselbe Ei im Querschnitt; man sieht, dass die Höhle *h* von einer Reihe von Zellen umgeben ist.

Fig. 11. Eine Seite des Eies ist etwas eingestülpt.

Fig. 12. Ein Ei von fast demselben Stadium im Querschnitt gezeichnet.

Fig. 13. Ein Embryo neun Stunden alt. Er ist im Querschnitt dargestellt; wir finden, dass die sich einstülpende Seite die entgegengesetzte noch nicht erreicht hat. Die Segmentationshöhle nimmt noch einen bedeutenden Raum ein.

Fig. 14. Ein Ei, wo die sich einstülpende Seite sich ganz eingebogen hat. Es hat die Form einer hohlen Halbkugel, deren Wandungen aus einer doppelten Schicht von Zellen bestehen. Die Segmentationshöhle ist nur als ein Streifen zwischen beiden Schichten zu sehen.

Fig. 15. Die Ränder der Halbkugel nähern sich einander, und die Oeffnung *a* der Halbkugel ist jetzt bedeutend verengt. Der Embryo ist etwas in die Länge gezogen und hat sich schon mit Flimmerhaaren bedeckt. *c* Die durch Einstülpung gebildete Höhle.

Fig. 16. Ein Embryo im Längsschnitt. Die Höhle *h* ist an den Stellen, wo die äussere und innere Schicht in einander übergehen, noch sehr deutlich.

Fig. 17. Ein Embryo 12 Stunden alt. Der Embryo hat sich bedeutend in die Länge gezogen. Die Oeffnung *a* ist viel kleiner geworden und etwas auf eine

Seite geschoben. Der Embryo selbst besteht noch immer aus zwei Schichten.

Fig. 18. Ein schon etwas entwickelter Embryo; von der einen Seite hat sich die Körperwand etwas aufgehoben; damit wird die Spalte *h* zu einer deutlichen Höhle. *a* Anus hat sich verkleinert. Eine Seite des Embryo ist ganz flach.

TAFEL II.

Fig. 19. Die abgeflachten Seiten des Embryo, Fig. 18, haben sich an den Rändern erhoben und bilden nun die Rückenwülste. An der Seite sieht man fünf oder sechs Plättchen, die Anlage der späteren Seitenmuskeln. Der innere Sack ist nach vorn etwas erweitert. Die Analöffnung *a* liegt der Oberseite näher. *w* Rückenwülste.

Fig. 20. Derselbe Embryo, wie man ihn oft zu beobachten Gelegenheit hat. Man sieht, dass die Zellen des unteren und oberen Blattes auf der oberen Seite in zwei Schichten zerfallen sind. *h* Leibeshöhle. *c* Höhle des inneren Rohres oder des Darmkanals. *w* Rückenwülste.

Fig. 21. Ein Embryo von 16 Stunden. Die Rückenwülste sind schon geschlossen. Man sieht die Seitenmuskeln in der Form einer Reihe von deutlichen Plättchen *s*. Es schimmert die Höhle des Nervenrohres *n*, welche nach vorn noch offen ist *x*, durch. Zwischen dem Nervenrohre und dem Darmkanal sieht man eine Reihe (*ch*) von helleren Zellen. Die Höhle *c* des Darmkanals ist nach vorn noch immer geschlossen. Die Epithelialzellen am vorderen und hinteren Ende sind etwas in die Länge gezogen.

Fig. 22. Derselbe Embryo von oben; *a* Anus. *ch* *chorda dorsalis* als eine Reihe von Zellen. *mm* Muskelplatten. *c* die Höhle des Darmkanals, *g* seine Wandungen.

Fig. 23. Ein Embryo 24 Stunden alt. Vergr. 303. Die *Chorda dorsalis* besteht aus einer Reihe von kleinen Zellen, in deren Mitte sich stark lichtbrechende Körperchen ablegen. *mm* die Seitenmuskeln. *c* Höhle des Darmkanals, dessen Wandungen *g*, aus einer Reihe von sehr in die Länge gezogenen Cylinderzellen bestehen. *n* Nervenrohr mit sehr weitem Lumen; die untere Wandung besteht aus sehr kleinen, blassen Zellen, die obere scheint von der un-

teren Seite des Epithelium nicht differencirt zu sein. *x* die Mündung des Nervenrohres nach aussen. *s* die erste Anlage der Scheibe des Sinnesorgans.

Fig. 24. Ein ungefähr 30 Stunden alter Embryo. *o* die Mundöffnung, von wallartigen, aufgehobenen Rändern umgeben. *c* das Lumen des Darmkanals; *g* die Wandungen bestehen aus einer Schicht von kleinen Zellen. *d* die Drüsen, welche auf der anderen Seite liegen und hier nur durchschimmern. Die Epithelialzellen am vorderen Ende sind in zwei Schichten zerfallen. Das Epithelium der übrigen Oberfläche ist von Flimmercilien bedeckt, auf jeder Zelle ein Flimmerhaar; am unteren Rande sieht man zwei Warzen, auf welchen eine Art von Tastborsten (*p*) eingepflanzt sind; dieselben zerfallen bei der Behandlung mit Essigsäure in eine Zahl von langen Fäden. *n* Nervenrohr, *n'* freie Zellen, welche im Lumen des Rohres liegen. *ch* *Chorda dorsalis* aus einer deutlichen *Chorda*-Scheide (*c*) mit Kernen und centraler Substanz bestehend. In den letzteren liegen noch unregelmässige stark lichtbrechende Körper, welche später zu *Chorda*-Plättchen werden. *s* Flimmerscheibe.

Fig. 25. Eine Epithelialzelle mit ihrem Flimmerhaar.

Fig. 26. Ein Stück von den Wandungen des Nervenrohres, aus deutlichen Zellen bestehend, welche einen hellen Kern besitzen.

Fig. 27. Eine Larve, an welcher wir die Bildung der ersten Kiemenspalte bemerken. *o* die Mundöffnung. *b* die Stelle, wo die Wandung des Darmkanals und des Körpers zusammenwachsen.

Fig. 28. Die Kiemenspalte ist schon entstanden und liegt anfangs auf der Bauchseite.

Fig. 29. Die *Chorda dorsalis* derselben Larve stärker vergrössert. *s* *Chorda*-Scheide. *k* Kerne in der *Chorda*-Scheide. *c* die auftretenden stark lichtbrechenden Körperchen, *d* und *e* die entgegenwachsenden Körperchen.

Fig. 30. Eine Larve, bei welcher die schon ausgebildete erste Kiemenspalte (*b*) auf eine Seite geschoben, die der Mundöffnung entgegengesetzt ist. *f* das Gefäss. *k* die Drüse. *o* durchschimmernde Mundöffnung.

Fig. 31. Eine Larve, bei welcher die erste Kie-

menspalte schon ganz auf die Seite geschoben ist und die zweite sich schon gebildet hat.

Fig. 32. Eine im Meere gefangene Larve mit drei schon gebildeten Kiemenspalten und einer in Bildung begriffenen vierten. Die Mundöffnung ist zu einer langen Spalte ausgezogen.

TAFEL III.

Fig. 33. Eine frei schwimmende Larve mit 12 Kiemenspalten von der Seite gesehen. *o* Mundöffnung, welche von der anderen Seite durchschimmert. *bc* die Kiemenspalte von der Seite gesehen. *cc* ihre Ränder. *a* anus. *ch* *Chorda dorsalis*. *f* die Schwanzflosse. *l* die sich bildenden Falten, welche auf der Schwanzflosse zusammentreten.

Fig. 34. Dieselbe Larve von unten gesehen. *h* Kopfende; von unten schimmert die *Chorda dorsalis* und der Pigmentfleck durch. Von der einen Seite sieht man die Körperwandung etwas aufgetrieben und den Mundspalt *o*. *b b b* die Kiemenspalte, *c c* die wallartig aufgehobenen Ränder jedes Kiemenspaltes.

Fig. 35. Auf der Seite, welche der Mundöffnung entgegenliegt, bilden sich sechs dunklere Scheiben (*s*), welche von der Verschmelzung der Wandungen des Darmkanals und der Körper entstehen. Die Hautfalte *l* hat sich schon bedeutend ausgedehnt.

Fig. 36. In den vier mittleren Scheiben bemerkt man schon eine Oeffnung *b'*, welche in den Darmka-

nal führt. Die nach unten liegenden Kiemenspalten sind etwas nach der anderen Seite geschoben.

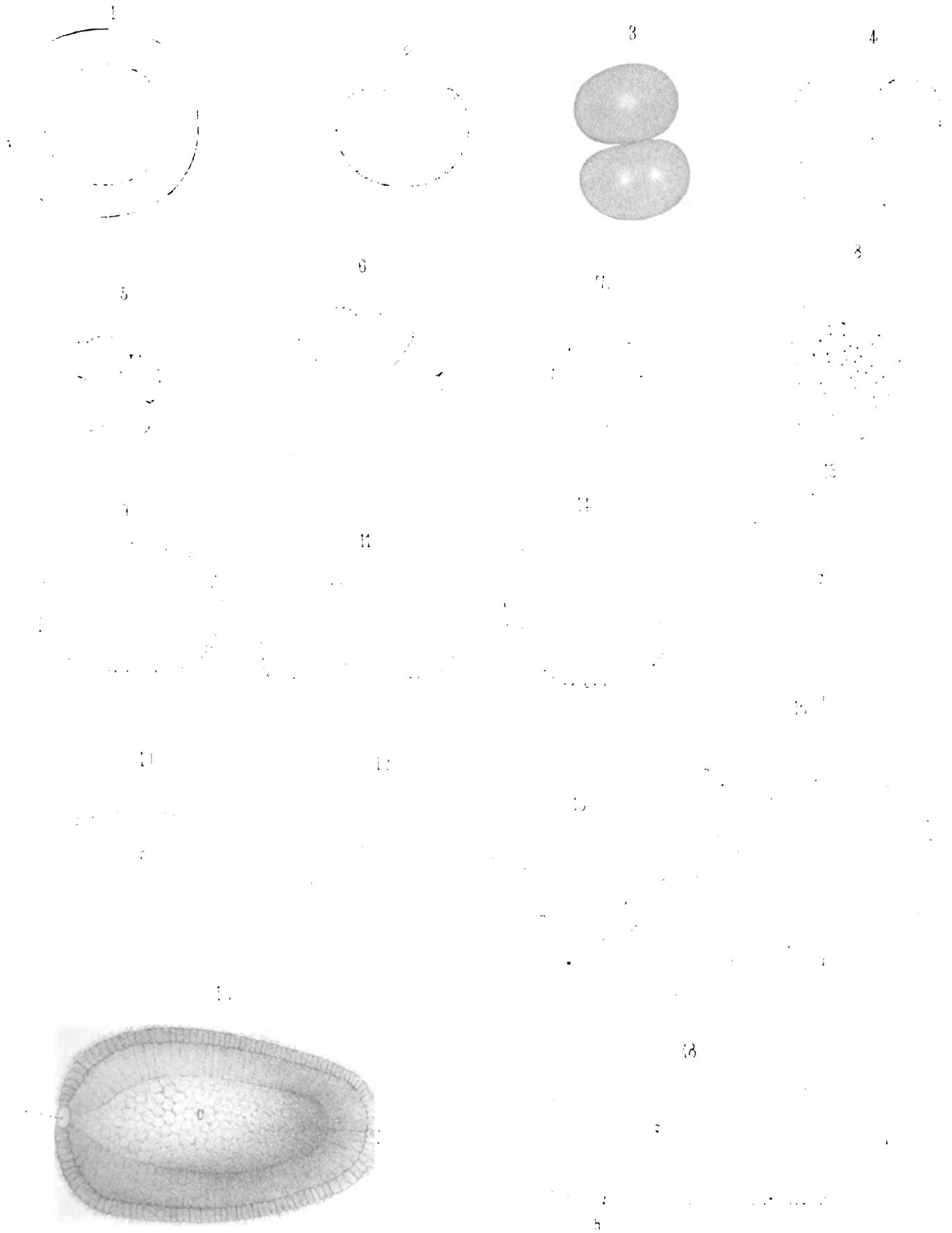
Fig. 37. Dieselbe Larve von der anderen Seite. Die Kiemenspalten, welche wir auf der Figur 34 von der Fläche sahen, gehen jetzt auf die andere Seite der Larve über, auf welcher die Mundöffnung liegt. Die neun vorderen sind schon ganz übergegangen, die drei hinteren sind nur von der Seite zu sehen.

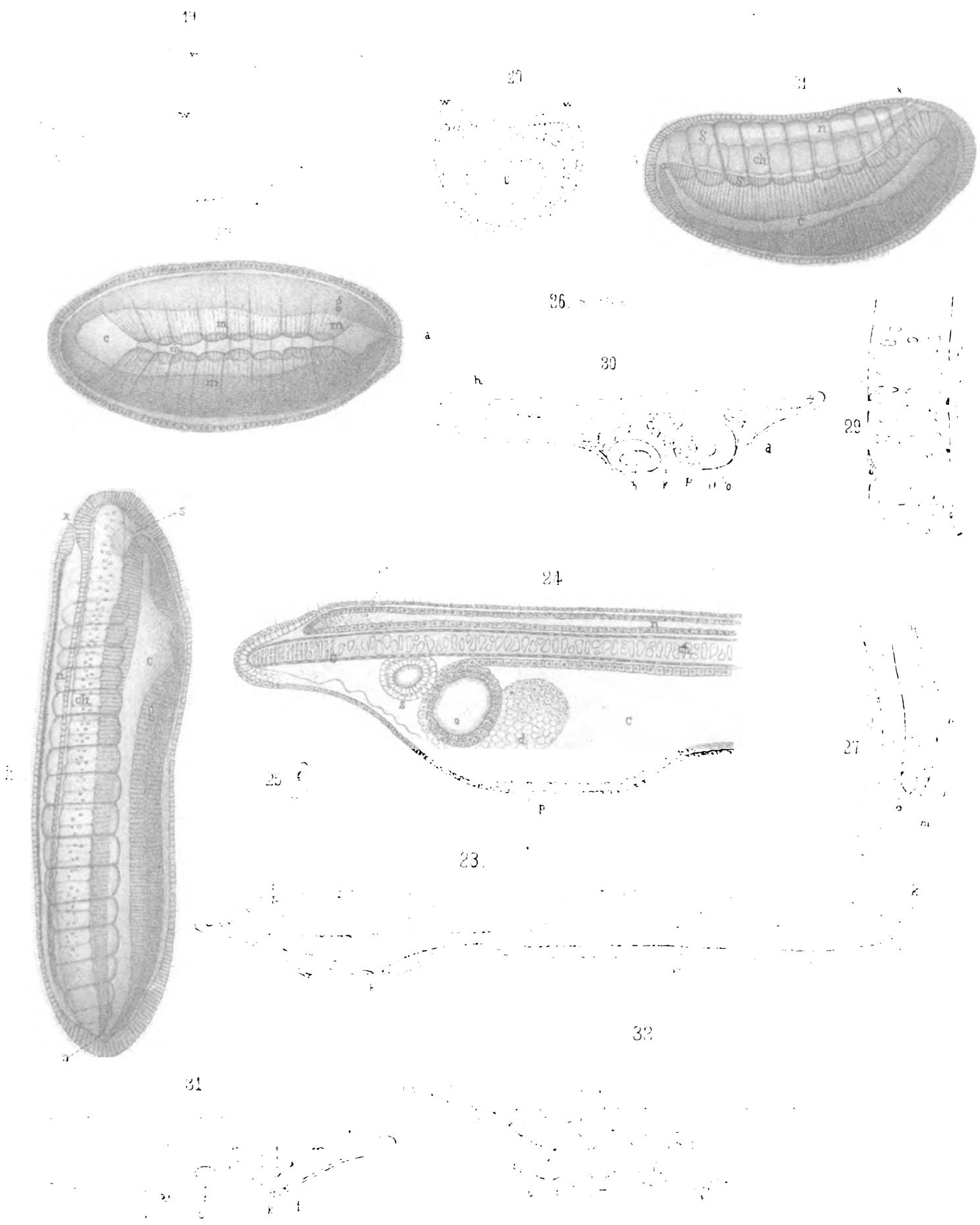
Fig. 38. Die drei mittleren der neu entstandenen Kiemenspalten *ss* ziehen sich in der Mitte über, und es entstehen aus jeder zwei Spalten.

Fig. 39. Diese Theilung geht noch weiter und die Kiemenspalten zerfallen jede in zwei; es entstehen somit auch auf dieser Seite 12 Kiemenspalten und die 13. *s'* ist schon in der Bildung. In der Rückenflosse sehen wir die Bildung der Strahlen. *t* ein Haufen von Zellen. *t'* Es bildet sich in der Mitte eine stark lichtbrechende Substanz. *t''* Diese Substanz wächst weiter und drängt die Zellen heraus.

Fig. 40. Der Embryo von der Seite, auf welcher die Mundöffnung liegt; die Kiemenspalten haben sich in die Länge gezogen, und es entstehen deren 12. Auf den inneren *b* sieht man schon Querspalten. *v* Gefäss. *c* Mundcirren. *m* Seitenmuskeln. *Porus abdominalis*.

Fig. 41. Endigung der Nerven in den Zellen des Epithels. *A* Verzweigung der grösseren Nervenstämme. *B* die Endigung der Nerven in die Zellen. *d* Nervenfasern. *c* ihre Verzweigung. *f* Epithelzellen.





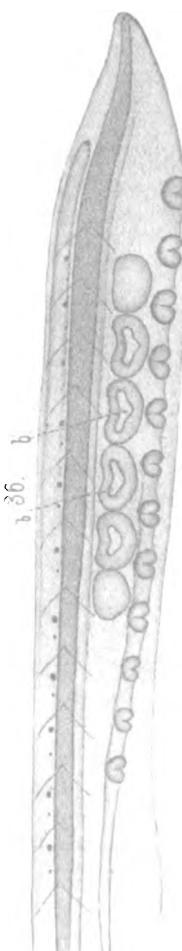
34



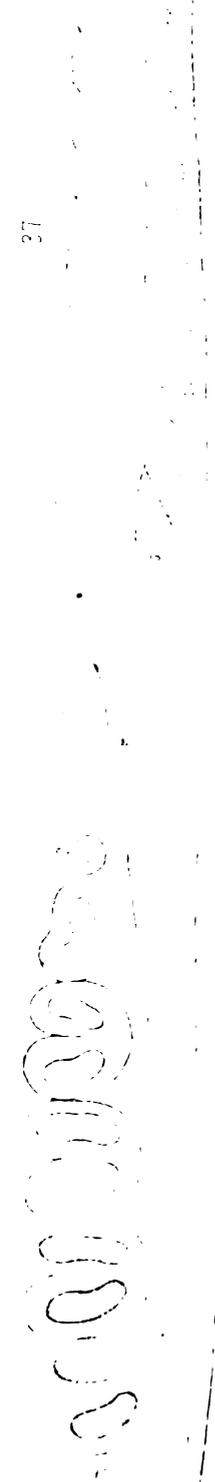
35



36



37



38

