Weitere Studien über die Entwicklung der einfachen Ascidien.

Von

Prof. **A. Kowalevsky.**

Hierzu Taf. X, XI, XII und XIII.

Nachdem ich im Jahre 1866 meine Abhandlung »Ueber die Entwicklung der einfachen Ascidien« der Petersburger Academie vorgelegt hatte, ward mir wieder Gelegenheit, im Jahre 1867 uud 1868 das Mittelmeer zu besuchen und meine früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand zu prüfen; in der Hauptsache erwiesen sich dieselben als richtig, nur in gewissen Puncten unvollständig und schon in Triest, im Jahre 1867, habe ich die Mangelhaftigkeit meiner Angaben in Beziehung auf das Nervensystem und die Kloaken-Bildung erkannt. Ich habe schon zu jener Zeit das Ganglion hinter der Sinnesblase oder dem Gehirne aufgefunden und dessen Abstammung aus den Zellen der sich schliessenden Rückenrinne ableiten können.

Ich wollte meine neueren Ergebnisse über die Entwicklung der Ascidien in einem allgemeinen Aufsatze, welcher die Entwicklung der Tunicaten überhaupt behandeln sollte, erscheinen lassen; unterdessen aber traten zwei Arbeiten über denselben Gegenstand an das Licht [1]), und da besonders die zweite [2]), durch die Bestätigung der Wirbelthiernatur der Ascidienlarven ein so bedeutendes Interesse in

1) Mémoires de l'Acad. de St. Petersbourg VII Serie Tme. X.

2) C. Kupffer Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren. Archiv f. mikroskopische Anatomie Bd. 6 Heft II.

der wissenschaftlichen Welt erregte, so habe ich mich entschlossen, auch meine neueren Studien über die Ascidien nicht weiter zurückzuhalten, da sie doch, wie ich hoffen darf, noch mehrere ungelöste Fragen der embryonalen Entwicklung aufklären werden.

Nach der Publication meiner Untersuchungen unternahm E. Metschnikoff[1]) im Jahre 1868 die Prüfung meiner Angaben der Entwicklung, und zu meinem Erstaunen kam er zu ganz anderen Schlüssen, er behauptete, dass zwischen der Entwicklung der Ascidien und Wirbelthiere keine Analogie existire, dass meine Angaben über die Entwicklung des Nervensystems unrichtig seien. Er schloss aus seinen Studien, dass die Ascidien eine grössere Aehnlichkeit in ihrer Entwicklung mit den Arthropoden und Hirudineen als den Wirbelthieren besässen. Seine Resultate publicirte er nur in Form einer vorläufigen Mittheilung, ohne irgend welche Beweise über die Unrichtigkeit meiner Studien anzuführen. Bei der weiter folgenden Beschreibung der einzelnen Stadien werde ich nun noch Gelegenheit haben, die Angaben Metschnikoff's genauer zu besprechen.

Prof. Kupffer, in einem schon oben citirten Aufsatze, beschreibt die Entwicklung der Ascidia canina und stimmt in vielen einzelnen Beobachtungen mir bei, erkennt vollständig und erweitert bedeutend meine schon früher ausgesprochene Deutung über die Verwandtschaft zwischen Ascidienlarven und Wirbelthieren. Es ist nur zu bedauern, dass das ungünstige Material, welches Kupffer zu Gebote stand, ihm nicht erlaubt hat, tiefer in die einzelnen Vorgänge einzudringen, ja sogar ihn einige Male zu falschen Deutungen geführt hat.

Indem ich mich nun jetzt zu meinen neueren Beobachtungen wende, möchte ich nur bemerken, dass meine Untersuchungen an mehreren Ascidienarten (Asc. intestinalis, mammillata, mentula, clavellina) angestellt wurden und in ihren Resultaten sehr übereinstimmend sind; in der folgenden Beschreibung werde ich mich an die Entwicklung der Phallusia s. Ascidia mammillata halten, sobald ich nicht besonders andere Arten angebe.

Ich werde meine Beschreibung in zwei Theile scheiden: in dem ersten werden wir die Bildung der Larve, in dem zweiten die der Ascidie studiren. Bei den einzelnen Beschreibungen werde ich mich an die

---

1) Bulletin de l'Acad. imper. de St. Petersbourg. T. XIII. 1869, p. 293.

von Kupffer beliebte Eintheilung halten, um die Vergleichung zu erleichtern.

I. Die Entwicklung der freibeweglichen Larve.

Kupffer beginnt seine Beschreibung mit der Schilderung der Eibildung, womit ich, was die einzelnen eigentlichen Eitheile anlangt, vollständig übereinstimme und nur insofern davon abweiche, als ich meine frühere Meinung über die Abstammung der gelben Zellen — Testazellen Kupffer's — von den Zellen des Follikels aufrecht halte.

A. Babuchin stellte im Jahre 1867 in Triest, als ich meine Studien über die Ascidien wiederholte, Beobachtungen über die Entstehung der Testazellen an und bestätigte und erweiterte meine Angaben, dass diese Zellen aus dem Epitheil des Follikels abstammen. Ich habe jetzt wieder diese Beobachtungen geprüft und gebe hier Zeichnungen von der Entwicklung derselben. Die Zeichnungen habe ich von den sich entwickelnden Eiern der Ascidia intestinalis entworfen, da diese Spezies auch Kupffer zugänglich ist und von ihm geprüft werden kann.

Was die Zubereitung des Präparats betrifft, so erhielt ich die schönste Ansicht, wenn ich durch einen in Chromsäure-Lösung ($^1/_2$—1^0) erhärteten Eierstock feine Schnitte anfertigte.

Der jüngste von mir dargestellte Follikel (Fig. 1) stimmt mit dem, welchen Kupffer auf seiner ersten Figur darstellt; ich finde nur mehr Zellen, welche dessen Epithel bilden. Auf dem folgenden Follikel (Fig. 2) sehen wir nun, dass die Epithelzellen sich schon bedeutend vermehrten und dass einige von denselben etwas in den Dotter hineinragen, so dass sie sich von der Follikelwand fast ganz abtrennen und in den Dotter treten. An dem Follikel, welcher auf der Fig. 3 dargestellt, ist der Hereintritt der Zellen des Follikel-Epithels in die oberflächliche Schicht des Dotters schon vollzogen, dazu sind die Zellen bedeutend vermehrt und bilden ein fast vollständiges, wenn auch noch plattes Epithel um den Dotter. Ein Querschnitt eines schon der Reife viel näheren Eies (Fig. 4), dem Stadium entsprechend, welches Kupffer auf seiner Fig. 3 darstellt zeigt uns weiter, dass die in den Dotter eingetretenen Zellen ein vollständiges Cylinder-Epithelium bilden und schon gelblich gefärbt sind. Nach aussen werden sie von den äusseren Epithelialzellen des Follikels umgeben, welche unterdessen ihr netzartiges Aussehen

angenommen haben. Der Kern und der Kernkörper des Eies behalten auf allen diesen Stadien, wie es auch die Figuren angeben, eine und dieselbe Grösse. Je weiter die Eier in den Eileiter gelangen, um so mehr wachsen die Zellen a. Fig. 1 und 2 zu Strahlen aus. Die Strahlen bestehen aus einem hellen centralen Bläschen und netzförmiger Substanz. Die centralen Bläschen (b. Fig. 4) stammen von dem Kerne der Epithelialzelle und sind immer wasserhell, etwas fettartig, das Licht stark brechend. Kupffer zeichnet diese Bläschen (Fig. 5) gelb, was ich bei keiner Ascidie gesehen habe.

Die gelben Testazellen bilden bei der Ascidia intestinalis eine zusammenhängende Reihe, aber nur in einer Schicht, nicht aber in mehreren Lagen, wie es Kupffer auf den Fig. 4, 5 und 6 darstellt, falls ich die Zeichnungen nicht missverstehe. Bei der A. mammillata und mentula sind die gelben Testazellen viel sparsamer, wie ich es auf meiner Fig. 1 der früheren Abhandlung dargestellt habe. Was die Abstammung der Gallertschicht anlangt, welche das Ei umgibt, so wird es von den Testazellen, zu der Zeit diese noch ein dichtes Epithel um das Ei bilden, abgesondert, und an den Eiern der A. mammillata, wo die Testazellen viel sparsamer sind, tritt auch die Gallertschicht viel früher auf als bei den von A. intestinalis.

Mit dieser Beschreibung ist nun die Möglichkeit einer freien Zellenbildung wenigstens für die Testazellen der A. intestinalis, mammillata, mentula und Clavelina abgewiesen; ich erlaube mir aber noch ein Wort über das Beispiel der freien Zellenbildung, welches Kupffer anführt, hier zu bemerken. Es ist noch bei weitem nicht ausgemachte Sache, ob bei den Diptereneiern die Kerne der Blastodermzellen sich frei bilden, oder aus dem getheilten, aber in der Fettmasse nicht sichtbaren Kerne abstammen. Es ist überhaupt sehr leicht, den Kern, welchen man nicht sieht, als verschwunden anzusehen; in diesen Fehler fallen so viele Beobachter. So steht es auch mit der freien Bildung der Kerne; hat man ihre Entstehung nicht gesehen, so sagt man, sie sind freigebildet. Was die Neubildung der Kerne in dem Blastoderm des Fliegeneies anlangt, so wie die Bildung der Kerne vor der Furchung des Eies, so sind das alles Fragen, deren Entscheidung noch durchaus zweifelhaft ist. Um die freie Bildung der Kerne im Ei zu behaupten, muss man sowohl das Verschwinden der Kerne im Ei Schritt für Schritt verfolgen, als auch ihre Neubildung direkt beobachten.

Nach der Furchung des Ascidieneies entsteht eine kleine Fur-

chungshöhle, welche bei allen von mir untersuchten Ascidien, also auch bei der A. intestinalis, von einer Schicht von Zellen umgeben ist. Die Richtigkeit dieser Beobachtung wurde mir auch von Metschnikoff zugestanden. Kupffer zweifelt, dass die Sache so vorginge, und sagt, dass vor der Einstülpung des Darmsackes die Furchungshöhle »jedenfalls nicht von einfacher Zellenlage umgeben ist« (p. 15), und verweist auf seine Fig. 7, auf welcher aber gar keine Höhle gezeichnet ist; deshalb glaube ich, dass ungeachtet der Angaben von Kupffer, entweder die Einstellung des Mikroskops nicht central war, oder die Zeichnung von einem Ei entworfen ist, an welchem die Einstülpung oder wenigstens eine bedeutende Abflachung auf der entgegengesetzten Seite schon begonnen hat; zu der letzteren Meinung führt mich besonders die Bemerkung von Kupffer (p. 15), »dass die die Höhle zunächst umgebenden Zellen anders gefärbt sind« und die andere Färbung, wie die Fig. 8 von Kupffer zeigt, nur der eingestülpten Schicht angehört. Die Eier der Ascidia intestinalis sind zu undurchsichtig, um den ganzen Vorgang so deutlich zu sehen, wie bei den andern Ascidieneiern, aber bei der Aufhellung derselben mit starker Essigsäure sehe ich die Umgrenzung der Furchungshöhle von einer Schicht von Zellen ganz deutlich. Ich hoffe, dass Kupffer bei einer neuen Prüfung dieser Frage zu derselben Ansicht kommen wird.

Die Einstülpung beginnt durch eine einseitige Abflachung des Eies; im optischen Querschnitte sieht man bei der Ascidia mammillata, wie die vier länger gewordenen Zellen der einen Seite des Eies sich einstülpen, bald aber kürzer und breiter werden, und die seitlichen sich theilen (Fig. 5 und 6); eine Stunde später beobachtet man, dass der eingestülpte Raum sich etwas nach einer Seite, und wie es sich weiter erweist, nach vorn erweitert (Fig. 7) [1]. Beobachtet man dies Stadium von oben (Fig. 8), so sieht man die Einstülpungsöffnung schon etwas seitlich liegen, etwas nach hinten gerückt. Der Buchstabe c gibt das vordere, b das hintere Ende der Oeffnung an. Von diesem Stadium an können wir schon zwei Keimblätter unterscheiden, von welchen jedes aus einer Reihe von Zellen besteht: das untere bac (Fig. 7), das obere bdc. Aus

1) Alle Figuren wurden vermittelst der Camera lucida entworfen und oben, unten, rechts und links wird immer so angegeben, wie es auf den Fig. gezeichnet ist und man unter dem Mikroskope sieht.

dem unteren entwickeln sich, wie ich schon in meinem früheren Aufsatze angegeben habe, der Darmcanal, die Muskeln und die Chorda, aus dem oberen die Haut und das Nervensystem. Was die Lage des Eies anbelangt, so ist es so gezeichnet, dass das obere Ende das Vorderende andeutet und die Einstülpungsöffnung die Rückenseite einnimmt. Die aus zwei Zellenschichten zusammengesetzte hohle Hemispähre wächst so zu sagen in zwei Richtungen, das vordere Ende des Embryo wächst nach vorn; der vordere Rand der Einstülpungsöffnung (c. Fig. 7, 8 und 9) wächst dagegen nach hinten, infolge dessen die Einstülpungsöffnung sich immer mehr und mehr verengt und an das hintere Ende des Embryo rückt; wir kommen somit von der Fig. 8, durch das Stadium Fig. 9, welches vom Rücken und in optischem Längsschnitte (Fig. 10) dargestellt ist, zu den Stadien Figg. 12 und 13, wo die Einstülpungsöffnung noch als ein kleines, auf der Rückenseite des Hinterendes des Eies befindliches Loch vorhanden ist. Auf den Stadien Fig. 13 sehen wir eine bedeutende Vertiefung auf dem Rücken des Embryo, welche von der Einstülpungsöffuung bis fast zum vorderen Ende reicht — das ist das erste Erscheinen der Rückenfurche.

Auf den Stadien Figg. 9, 12 und 13 treten schon Zellen auf, aus welchen meiner Meinung nach nur die Chorda, nach der Meinung von Metschnikoff Chorda und Nervensystem entstehen Wir werden deshalb ihre Lage und Beziehung zu den anderen Zellen hier etwas genauer schildern. Betrachtet man das Stadium Fig. 9 vom Rücken, so sieht man auf der Oberfläche eine Reihe von ganz einförmigen Zellen, welche das obere Blatt zusammensetzten (Fig. 10 o), und von der Einstülpungsöffnung (eo) bis zum vorderen Ende des Embryo reichen (Figg. 9 und 10); stellt man aber das Mikroskop etwas tiefer ein, so bemerkt man, dass die Zellen des unteren Blattes, welche die Einstülpungsöffnung unmittelbar umgeben (ch), von den anderen Zellen desselben Blattes etwas abstechen; im Längsschnitte (Fig. 10) fallen von diesen Zellen die zwei vor der Oeffnung liegenden auch etwas auf und sind von den anderen gewissermassen abgesetzt. Metschnikoff nennt die ganze Anlage hufeisenförmig und meint, dass aus zwei inneren Zellen (Fig 10 ch, Fig. 14 ch) sich die Chorda entwickelt und die zu den Seiten dieser zweien liegenden Zellen bilden die Nervenwülste. Die Zahl dieser Zellen erreicht auf dem Stadium Fig. 9 auf 12, zu 6 jederseits der Mittellinie. Auf dem optischen Querschnitte dessel-

ben Stadiums (Fig. 11), aus der Gegend der Einstülpungsöffnung zählt man im unteren Blatte acht Zellen, von denen die zwei oberen (ch, ch) auch durch ihr Ansehen von den anderen Zellen des unteren Blattes sich unterscheiden. Auf der Fig. 12 habe ich die Zellen des unteren Blattes dargestellt und die 12 Zellen der Chordaanlage. Auf dem folgenden Stadium (Fig. 13), wo sich die Rückenfurche gebildet hat, schimmern noch diese Zellen durch die Oberhaut — den Boden der Rinne — ganz deutlich durch. Im optischen Längsschnitte (Fig. 14 ch) sieht man sie sehr deutlich unter dem Boden der Rinne liegen. Die Entdeckung dieser hufeisenförmigen Chordaanlage gehört Metschnikoff, nur fiel er in den sonderbaren Fehler, dass aus dieser Anlage auch das Nervensystem abstamme.

Auf diesem Stadium sieht man die Ränder der Rückenfurche ganz deutlich auftreten (Fig. 13 r) und deren hinterer Rand hebt sich schon so hoch auf, dass er die hintere Hälfte der schon ganz engen Einstülpungsöffnung (eo) bedeckt. Die zwei etwas aufgehobenen Ränder (r), welche die Rückenfurche umgrenzen, habe ich in meiner früheren Abhandlung (Fig. 16) abgebildet und Rückenwülste genannt, ihre Beziehung zur Einstülpungsöffnung wurde aber damals von mir nicht erkannt. Diese Ränder der Rinne oder Rückenwülste beginnen nun sich aufzuheben, und dies geht besonders schnell am hinteren Ende vor sich, wo der hintere Rand der Rinne in Form einer Falte (Figg. 15, 16, 18 u. 20) die Einstülpungsöffnung überdeckt und sich nach vorn ausbreitend, hinten eine Art Blindsack bildet, welcher nur vermittelst der sehr klein gewordenen Einstülpungsöffnung mit der primitiven Darmhöhle — eingestülpten Höhle — communicirt. Was aber die Schliessung der Rinne anbelangt, so muss man nicht denken, dass die Ränder derselben einander entgegenwachsen, sich begegnen und verschmelzen, wie man es bei den höheren Wirbelthieren beobachtet, sondern geht die Schliessung in der Art vor sich, wie z. B. das Hervorwachsen der Embryonalhautfalten auf dem Embryo des Hühnchens, es wächst nämlich eigentlich nur der hintere Rand der Rinne oder die hintere Falte immer mehr und mehr nach vorne, selbstverständlich auf Kosten der sich aufhebenden Seitenränder der Rinne, welche durch ihre hinteren Enden in die Falte übergehen. Die Figg. 13, 15 und 18 stellen uns diesen Schliessungsact der Rückenrinne ganz deutlich dar.

Während der Schliessung der Rückenrinne ist die Einstülpungs-

öffnung von oben gar nicht mehr zu beobachten und man kann nur deren Rest an optischen Längsschnitten als eine feine Spalte sehen, vermittelst deren das sich schliessende Nervenrohr mit der Darmhöhle communicirt (Figg. 14, 16 und 20 eo). Gleichen Schritt mit der Schliessung der Rückenrinne haltend und auf einigen Eiern auch etwas vorauseilend, geht auch das Zusammentreten der chordabildenden Zellen zu einer scheibenartigen Anlage der Chorda. Wir haben die chordabildenden Zellen auf der Fig. 13 verlassen, wo dieselben in der Zahl von 12 zu beiden Seiten und vor der Einstülpungsöffnung lagen; mit der allmähligen Schliessung der Einstülpungsöffnung treten die zu beiden Seiten derselben liegenden Zellen zusammen, wobei sie sich vermehren und zu einer regelmässig ovalen Scheibe zusammentreten. Die Figuren 12, 13, 14, 16 und 19 ch stellen uns alle Uebergangsstadien dar. Wir haben schon oben gesehen, dass diese Zellen dem unteren Blatte angehören, und die optischen Längsschnitte der Figg. 14, 16 und 20 zeigen uns, dass dieselben auch immer unter den Zellen des oberen Blattes — welche den Boden der Rückenfurche bilden — liegen. Diese Zellenscheibe wurde von Metschnikoff als die Anlage des Nervensystems und der Chorda angesehen, und da dieselbe in dem Bereiche des unteren Blattes liegt, so meinte er hier etwas dem Aehnliches zu sehen, was Rathke von den Hirudineen angibt, nämlich in Bezug der Spaltung des Keimstreifs der Hirudineen-Embryonen in Muskel- und Nervenanlage. Dass nun diese Angaben nicht richtig sind, dass seine hufeisenförmige — wie sie Metschnikoff nennt — Anlage der Chorda und des Nervensystems nur die Chorda bildet und mit dem Nervensystem gar nichts zu thun hat, beweisen, hoffe ich, meine Zeichnungen, wo der Uebergang dieser Zellen zur Chorda Schritt für Schritt verfolgt wurde.

Jetzt kommen wir zum Stadium, welches ein Ausgangspunct für die weiterfolgende Entwicklung der Larve bildet, und da in derselben schon alle Organanlagen gebildet sind, so halte ich für passend, dieselben ganz genau zu beschreiben. Der Embryo dieses Stadiums ist auf den Figg. 18, 19, 20, 21 und 22 dargestellt. Von oben betrachtet (Fig. 18) sehen wir das hinten geschlossene Nervenrohr, an welchem man zwei Abtheilungen unterscheiden kann, die vordere a etwas breiter, deren vordere Hälfte noch gar nicht geschlossen ist, und die hintere, engere b. Die Wandungen des Rohres bestehen aus einer Zellenschicht (Fig. 20), die Hautschicht (c)

nicht gerechnet. Betrachten wir denselben Embryo von der Seite, im optischen Längsschnitte (Fig. 20), so sehen wir die Chorda (ch), dann nach vorn von derselben die Zellen des unteren Blattes (dd), welche etwas von der Chorda abgesetzt sind, und in einer Reihe den vorderen (dd) und unteren (dd') Theil des Embryo bedecken und hinten in die untere Zellenschicht der Rückenfalte (n) unmittelbar übergehen. Das Lumen zwischen der Chorda (ch) und den darunter liegenden Zellen des unteren Blattes (dd') ist zu einer einfachen Spalte verengert. Betrachtet man diesen Embryo von oben, nur mit etwas tieferer Einstellung des Mikroskops (Fig. 19), so sieht man in dem hinteren Theile die ovale Chordaanlage aus zwei Reihen von Zellen bestehen, dann an dessen Seiten die cylindrischen Zellen des unteren Blattes (m) und nach vorn den von einer Schicht von Zellen (dd) gebildeten Vorderarm. Die zu beiden Seiten der Chorda liegenden Zellen wurden zuerst von Metschnikoff beobachtet und richtig als Muskelzellen oder Zellen des Muskelblattes gedeutet. Kehren wir den Embryo um und betrachten die Zusammensetzung seines unteren Blattes von unten (Fig. 21), so finden wir, dass man auch von dieser Seite schon zwei Zellenschichten in dem hinteren Theile des Embryo unterscheiden kann; die Zellen dd, welche den vorderen Theil der Darmhöhle des Embryo aufbauen, setzen sich nach hinten in zwei Reihen (dd') fort und endigen mit einer Zelle. Zu beiden Seiten dieser doppelten Zellenreihe liegen jederseits die Zellen m des mittleren Blattes.

Um eine vollständige Idee von dem Verhältnisse der verschiedenen Zellenschichten zu erhalten, müssen wir noch einen Querschnitt des Embryo betrachten. Die Fig. 22 stellt uns einen Querschnitt durch den hinteren Theil des Embryo dar, in der Gegend der schon geschlossenen Rückenfurche. Die Haut besteht aus einer Schicht von Zellen; oben sieht man den Querschnitt des Nervenrohrs (n), darunter liegt die aus drei Zellen auf dem Querschnitte zusammengesetzte Chorda (ch), unter der Chorda liegen die zwei etwas körnig aussehenden Zellen (dd'), welche die Fortsetzung der Darmwandung in diesen Theil des Embryo darstellen, das sind die Zellen des Darmdrüsenblattes. Jederseits der Chorda liegen drei Zellen (m), oder wenn das Mikroskop näher dem Hinterende eingestellt ist, nur zwei, welche denen entsprechen, die wir auf den Längsschnitten Fig. 19 und 21 als dem mittleren Blatte angehörend bezeichnet haben, es sind also die Zellen des Muskel- oder mittleren

Blattes. Wird das Mikroskop dem vorderen Ende näher eingestellt, so finden in den Querschnitten folgende Veränderungen statt: Anfangs schwindet Chorda, dann die Nervenröhre, die Muskelzellen, und wir begegnen endlich auf dem Querschnitte nur der Rückenfurche und dem Darmrohr.

Werfen wir jetzt noch einen Blick im Allgemeinen auf das im Detail beschriebene Stadium und legen den einzelnen Zellenreihen oder Zellenschichten, welche zur Bildung nur gewisser Organsysteme bestimmt sind, die Benennungen der Keimblätter bei, so erweist sich, dass an der Zusammensetzung des Embryo drei Keimblätter Theil haben. Das obere Blatt bildet die Epithelialschicht, welche den Embryo allseitig bedeckt und sich unmittelbar in die Rückenfurche fortsetzt. Dieses Blatt stammt unmittelbar aus dem von uns schon früher benannten primitiven oberen Blatte, welches man bis zu den Fig. 5, 6 und 7 (b c d) verfolgen kann und welches die Schicht des einzelligen Blastoderm darstellt, in welche dessen entgegengesetzte Seite sich hineingestülpt hat. Was die inneren Theile des Embryo anbelangt, so bestehen dieselben aus dem Darmdrüsenblatte (dd, dd'), welches im vorderen Theile den Vorderdarm bildet und nach hinten in einer aus zwei Zellen zusammengesetzten Reihe bis zum hinteren Ende des Embryo sich fortsetzt. Ueber der Zellenreihe des Darmdrüsenblattes liegt in der hinteren Hälfte des Embryo die Chorda und an den Seiten derselben und des Darmdrüsenblattes liegen jederseits die Zellen des mittleren oder Muskelblattes (Fig. 19, 21 und 22 m), Was die Abstammung des Muskelblattes anlangt, so lehrt ein Blick auf die Fig. 11, 12, 19 und 22 und deren Erklärung und Beschreibung, dass dasselbe zusammensetzende Zellen aus den Zellen m Fig. 11 kommen und dass sie deshalb eigentlich nur die im hinteren Theile des Embryo seitlich liegenden Zellen des unteren Blattes sind; dass also das mittlere Blatt unmittelbar aus den Zellen des primitiven unteren Blattes (Fig. 6 und 7 b a c) abstammt. Wir finden somit bei dem von uns gleich besprochenen Embryo (Fig. 18) alle die Keimblätter, welche man bei den Wirbelthieren annimmt, und ganz in der entsprechenden Lagerung.

Nach dieser Auseinandersetzung der allgemeinen Anlage des Embryo wende ich mich nun jetzt zur Schilderung der einzelnen Organsysteme bis zur Ausbildung der schwimmenden Larve. Als Ausgangspunct wird uns das eben beschriebene Stadium dienen.

Wir werden anfangs die allgemeinen Formveränderungen erwähnen, weiter die Bildung der Haut und ihrer Anhänge, des Nervensystems, der Chorda, des Muskelsystems und des Darmcanals sammt der Anlage der Respirationsorgane behandeln. Bevor wir aber zur Schilderung der einzelnen Systeme übergehen, will ich noch von den früheren Angaben über die schon beschriebenen Stadien einige Worte sagen.

Was meine eigenen früheren Angaben anlangt, so war deren Hauptfehler, dass ich den Rest der Einstülpungsöffnung am hinteren Ende der Rückenrinne übersah; im Uebrigen schilderte ich die Bildung der Rinne fast in derselben Weise, wie ich es jetzt beschreibe; Kupffer (p. 19) drückt sich über meine Beschreibung der Rinne folgenderweise aus: »Wenn ich seine Figg. 13, 14 und 18 zu Rathe ziehe, so würde dasjenige Ende der Furche, das nach der Stelle der früheren Mündung des Darmsackes sähe, das hintere werden, d. h. der Richtung des späteren Schwanzes zugekehrt sein.« Das ist auch in der That so, wie es meine neueren Beobachtungen zeigen. Kupffer stimmt mit diesen Angaben nicht überein, weil er die Meinung vertritt, die Einstülpungsöffnung liege auf dem vorderen Ende des Embryo, da wo später die Haftpapillen entstehen (p. 55), was ich nicht zulassen kann; übrigens sind die eigenen Angaben Kupffer's (p. 19), wie über die Bildung der Rückenfurche so auch über die letzte Schicksale der Einstülpungsöffnung sehr unbestimmt. Er meint, dass das Nervensystem als ein fester Strang auftrete (Fig. 12) unter der Furche, und weicht also nur insoweit von Metschnikoff ab, dass er die Zellen der Nervenanlage vom oberen Blatte abstammen lässt. Metschnikoff beschreibt dieselben auch als unter der Furche liegend, leitet sie aber vom unteren Blatte ab. Die Rückenfurche ist von den beiden Forschern nicht als die eigentliche Anlage des Nervensystems angesehen, womit ich in keiner Weise übereinstimmen kann, indem ich das ganze centrale Nervensystem unmittelbar aus dem Epithel der sich zum Rohre schliessenden Rückenfurche ableite. Die Figg. 13, 15 und 18 und deren Längs- und Querschnitte Figg. 14, 17, 20 und 22 sind genau mit der Camera lucida, Zelle nach Zelle gezeichnet. Ueber die vollständige Naturtreue dieser Figuren habe ich nicht den geringsten Zweifel. Die so abweichenden Angaben von Metschnikoff über die Bildung des Nervensystems habe ich schon zum Theil oben besprochen. Er leitet das Nerven-

system von den unter der Rückenfurche liegenden Zellen des unteren Blattes, aus welchen meinen Beobachtungen nach die Chorda entstehe. Die Rückenfurche scheint er gar nicht beachtet zu haben, da er dieselbe mit der Bauchrinne der Arthropoden und Hirudineenembryonen[1]) vergleicht, wo sie bekanntlich sich nie schliesst und keine wichtige Rolle in der Bildung irgend welcher Organe spielt. Auch kann ich mit diesem Forscher gar nicht übereinstimmen, wenn er sagt: »Indem ich die Einstülpungsöffnung niemals verschwinden sah und da genau auf derselben Stelle später die Mundöffnung auftritt, so ist es mir sehr wahrscheinlich, dass die letztgenannte Oeffnung aus der ursprünglich durch Einstülpung entstandenen Oeffnung direkt hervorgegangen ist.« Ich habe schon oben, bei der Beschreibung der Bildung und Schliessung der Rückenfurche, darauf hingewiesen, dass die Einstülpungsöffnung von den Medullarwülsten (hintere Ränder der Rückenfurche) umgeben ist, dass sie am hinteren Ende der Rückenfurche liegt, also ganz am hinteren Ende des Körpers (Fig. 14, 17, 20 c), und dass sie vollständig schwindet. Diese Oeffnung kann also in keiner Weise genau auf derselben Stelle liegen, wo später die Mundöffnung entsteht.

Aeussere Form. Der Embryo, welcher uns als Ausgangspunct dient (Fig. 18), hat eine ovale Gestalt und ist nach hinten etwas verengert. Bei der weiteren Entwickelung geht sein Wachsthum und seine Krümmung nach unten, wie es die Figg. 23, 25, 29 und 34 zeigen. Dieser nun immer mehr auswachsende und sich dabei gleichartig verjüngende Theil ist der Schwanz der sich entwickelnden Larve. Er wächst als eine einfache Verlängerung des Hinterendes, immer in der Längsrichtung zum Embryo, also ganz in derselben Weise und Richtung wie der auswachsende Schwanz der Wirbelthiere, dabei selbstverständlich krümmt er sich nach unten und bei A. mammillata umschlingt er fast ringförmig den ganzen Körper der Längslinie nach. Anfangs ist der Schwanz vom eigentlichen Körper sehr wenig abgesetzt (Fig. 23, 25); aber da er nun bedeutend länger wird und gegen den Körper der Larve in einem sehr spitzen Winkel sich neigt (Fig. 29, 34), so erleidet dieser Theil

---

1) p. 23 Kupffer's Aufsatz. Da ich die Mittheilung von Metschnikoff jetzt nicht zur Hand habe, so berufe ich mich auf die Citate, welche Kupffer aus demselben macht, und das was ich mir aus demselben erinnere oder notirt habe.

der Larve oder dessen Haut eine Biegung oder Art Faltung der Oberhaut, welche bis zur Höhe der Chorda sich fortsetzt. Was das Auswachsen des Schwanzes der Larve anlangt, so sagten alle früheren Beobachter und auch der letzte, Kupffer, dass er unter einem Winkel zum Körper der Larve auswächst und noch dazu seitlich liegt. Der Grund dieser fehlerhaften Ansicht liegt einfach darin, dass die Stellung des Embryo auf den früheren Stadien nicht genau bestimmt war und zu verschiedenen Ansichten von der Beziehung zwischen Schwanz und Körper der Larve führte, Ansichten, welche nach der Aufklärung des ganzen Vorganges man jetzt kaum zu discutiren braucht. Der Larvenkörper selbst ist nach dem Auswachsen des Schwanzes fast rund (Fig. 25), und weiter, während der Ausbildung der Sinnesorgane erhält er eine etwas längliche, von oben selbst viereckige, nach hinten verengerte Form (Fig. 27, 28), und bei weiterer Entwicklung wird er immer länger und länger, bis er die länglich ovale Form der ausgewachsenen Larve erhält. Beim Ausschlüpfen aus dem Eie ist der Körper noch etwas zusammengekrümmt und nur allmälig wird er grade. Schon an den früheren Stadien verdickt sich die Haut am vorderen Ende der Larve und die Verdickungen wachsen nach dem Ausschlüpfen zu den bekannten Haftpapillen aus,

Haut. Die Oberhaut besteht während der ganzen Entwicklung aus einer einfachen Zellenschicht; die anfangs cylindrischen Zellen werden allmälig flacher und dünner; dabei erscheinen in ihrem Inhalte stark lichtbrechende Körperchen, welche die ganze Zelle ausfüllen (Fig. 36 f. f.). Besondere Organe, ausser den Hautpapillen, habe ich nicht beobachtet. Die Haftpapillen sehe ich als Drüsen an, welche eine klebrige Substanz abscheiden, die zur Anheftung der Larve dient. Das am vorderen Ende der Haftpapille ausgetretene Secret gibt den Anschein, als wären die Papillen Saugnäpfe, wie es von Krohn angegeben ist.

Nervensystem. Ueber das erste Erscheinen der Rückenfurche und deren Schliessung haben wir schon oben gesprochen. Das sich schliessende Nervenrohr besteht aus zwei ziemlich deutlich abgesetzten Theilen (Fig. 18): dem vorderen (a) breiteren, welches auch auf dem breiteren Vordertheil des Körpers liegt, und dem hinteren (b) etwas engeren. Wie das vordere, so erreicht auch das Hinterende des Rohrs auf diesem Stadium das Ende des Körpers nicht; das hintere Ende des Nervenrohrs setzt sich bis zum

hinteren Ende der darunter liegenden Chorda fort, die Grenze des vorderen Endes ist nicht genau ausgesprochen, doch erreicht dieselbe den Rand des Körpers nicht. In dieser verhältnissmässig unbedeutenden Ausbreitung der Nervenrinne weichen die Ascidien bedeutend von den höheren Wirbelthieren ab, stimmen aber fast vollständig mit der sehr ähnlichen Bildung und Ausdehnung der Rückenfurche beim Amphioxus überein. Der Zusammenhang der Höhle des hinten schon geschlossenen Nervenrohrs mit der darunter liegenden Höhle des Darmes kann jetzt gar nichts Befremdendes mehr haben, da ich diesen Zusammenhang schon an vielen Wirbelthieren beschrieben habe. Nämlich beim Amphioxus [1]), bei den Plagiostomen [2]), bei den Acipenseriden [3]) und Axoloten [4]) und nach meinen noch nicht gedruckten Beobachtungen über die Knochenfische [5])

---

1) Nach meinen neuen, in den Zapiski der Kiew'schen Gesellschaft der Naturforscher (Bd. 1 Heft III. p. 305 Taf. XIV.) gedruckten Untersuchungen ergibt sich, dass die Einstülpungsöffnung beim Amphioxus Embryonen nicht in den Anus übergeht, wie ich es früher angab, sondern auf den Rücken hinaufrückt und von der Rückenfurche umwachsen wird; oder mit andern Worten: die Ränder der Einstülpungsöffnung oder des Rusconischen Afters sind die hinteren Enden der Rückenfurche. — In derselben Schrift habe ich auch weiter gezeigt, dass das mittlere Blatt beim Amphioxus sich aus dem unteren bildet, also geht die Furchungshöhle des Amphioxus nicht in die Leibeshöhle über.

2) Beiträge zur Entwicklung der Rochen und Haie nach Untersuchungen an Mustellus laevis und Acanthias vulgaris. Zapiski der Kiew'schen Gesellschaft der Naturforscher Bd. 1 p. 163 Taf. VII. Figg. 17, 18.

3) Die Entwicklung der Störe, bearbeitet von A. Kowalevsky, Owsjannikow und N. Wagner. Bulletin de l'Academie imper. des Sciences de St. Petersbourg. T. VII. 1869 p. 176.

4) Nach Beobachtungen von Herrn N. Bobretsky, die mir freundlich mitgetheilt wurden.

5) Nach meinen Beobachtungen über die Knochenfische besteht der Keimwall aus zwei Blättern — oberen und unteren, — welche an den Rändern ineinander übergehen. Aus dem oberen entwickelt sich Haut und Nervensystem, aus dem unteren Darmdrüsenblatt und mittleres Blatt. Das Lumen des sich sehr spät schliessenden Darmcanals geht in das Lumen des Nervenrohrs über. Nach der Bildung des Anus geht das Stück des Darmcanals, welches zwischen dem Anus und hinteren Ende des Schwanzes liegt, zu Grunde durch Verfettung. Diese Beobachtungen wurden an den Eiern von Plattessa passer, Lota vulgaris und mehreren Fischeiern, welche ich auf der Oberfläche des Meeres mit dem Müller'schen Netze fischte, angestellt.

gehen bei denselben die verdickten Ränder der Keimhaut — Keimwall (Kupffer), — welche das Dotterloch oder den Rusconischen After umgeben, auch in die Medullarwülste über.

Während der nun erst auftretenden Formveränderungen des Nervenrohrs bei dem Auswachsen des Schwanzes beginnt die Verkleinerung des Spalts c, welcher dabei ganz das vordere Ende des Embryo erreicht und sehr klein wird (Figg. 23, 24 r). Diese Oeffnung wurde von mir schon in der früheren Schrift über denselben Gegenstand erwähnt und besonders betont, da ich dieselbe einer ähnlichen Oeffnung beim Embryo des Amphioxus verglich, wo sie auch sehr lange persistirt. Bei den weiteren Stadien (Fig. 25) schliesst sich aber auch diese Oeffnung vollständig, es bleibt von derselben auf der Oberfläche keine Spur mehr, und zu gleicher Zeit schnürt sich damit das Nervenrohr seiner ganzen Länge nach von der Oberhaut ab.

Das hintere Ende des Nervenrohrs schreitet bei seinem Wachsthum ganz dem auswachsenden Schwanze nach; das Ende des Rohres und des Schwanzes bleiben bis zur vollständigen Ausbildung des letztern in derselben Entfernung voneinander. Entsprechend der Verdünnung des Schwanzes verdünnt sich auch das Nervenrohr immer, die Rückenseite des Schwanzes einnehmend. Bei diesem Auswachsen des Nervenrohrs nimmt besonders Antheil dessen hinterer Theil (b Fig. 18), nämlich der Theil, welcher die zweite Nervensystemblase zusammensetzt, und dazu noch sein hinterer (b') Theil (Fig. 24). In Folge dieses nicht gleichmässigen Wachsthums der hinteren Hälfte (b Fig. 24) des Nervenrohrs zerfällt dieselbe ihrerseits in zwei Theile, ein dickeres (b) vorderes und ein engeres hinteres (b') Stück, und nun erscheint das ganze Nervenrohr aus drei Theilen — Blasen — bestehend, welche bereits definitive Bildungen sind. Das vordere Ende oder die Gehirnblase, Sinnesblase oder erste Blase; dann die zweite Blase oder Rumpfblase, welche viel kleiner ist und immer über der Chorda liegt und bei ausgewachsener Larve am hinteren Ende des Rumpfes, und schliesslich der dritte Theil, Schwanztheil des Nervensystems oder Rückenmark der Larve. Zwischen den zwei vorderen Nervenblasen findet sich noch ein verengerter Theil [1]) (Fig. 33).

1) Eine Zusammensetzung des embryonalen Nervensystems aus drei Blasen ist besonders bei den Salpen ausgesprochen. Nachrichten der Kön. Gesellsch. der Wissensch. in Göttingen. 1868 N. 18 p. 410.

Von dem histologischen Bau des Nervensystems kann man in den jüngeren Stadien eine sehr schöne Ansicht haben, da es ein überall aus ganz regelmässigen, ziemlich grossen Zellen bestehendes Rohr ist. Die Zellen in dem vorderen Theil sind besonders gross und haben die regelmässige Cylinderform, aber nach hinten und namentlich in dem Schwanztheile werden sie bald zu ganz flachen Zellen, welche aber selbst noch bei den Larven mit schon bedeutend ausgewachsenem Schwanze ein Rohr bilden und ein Lumen umgrenzen, wovon man auf dem optischen Querschnitte des Schwanzes sich überzeugen kann. In der ausgewachsenen Larve lagern sich die Zellen in den zwei vorderen Blasen des centralen Nervensystems zu zwei und mehr Schichten, werden rundlich und verlieren ihre frühere scharfe Begrenzung; Nervenfäden habe ich nicht finden können.

Es bleibt uns noch jetzt die Entwicklung des Gehirns oder der Sinnesblase genauer zu beschreiben, von dem Stadium Fig. 25 an. Wir haben schon gesagt, dass die vordere Oeffnung — der Rest der Rückenfurche — sich vollständig schliesst und also das Nervenrohr sich vom oberen Blatte abtheilt. Gleich nach der Schliessung nimmt die ganze Gehirnblase eine ovale Form (Fig. 27) an, vorn und hinten etwas ausgezogen, dabei bestehen ihre Wandungen aus einer Reihe gleichmässiger cylindrischer Zellen (Fig. 27).

Bald nach der Schliessung des letzten Restes der Rückenfurche beginnt die Bildung der Sinnesorgane. Beobachtet man nämlich den Embryo von der Rückenseite, so sieht man (Fig. 28) die rechte Wand der Sinnesblase in der Mitte etwas eingeschnürt, und zu gleicher Zeit werden die Zellen des hinteren Theils nach hinten etwas abgesetzt (Fig. 28). Etwas später sieht man im vorderen Theile der rechten Hälfte, in dessen oberer Wand, das Auftreten von schwarzem, körnigem Pigment in einer etwas vergrösserten und schärfer begrenzten Zelle (Fig. 30 ot). Untersucht man diesen Embryo von der Seite (Fig. 29), so findet man, dass das Pigment sich wirklich in einer Zelle (ot) der oberen Wand ansammelt und zwar in dem Ende der Zelle, welches nach der Höhle der Sinnesblase gerichtet ist; weiter sieht man auf derselben Figur, dass der hintere obere Theil der Gehirnblase viel dünner geworden ist, dass denselben zusammensetzende Zellen sich von der Rücken- auf die rechte Seite bedeutend verschoben haben, und in der That, besieht man diesen Embryo von der Rückenseite etwa eine Viertelstunde später,

so erkennt man, dass die hintere rechte Hälfte der Sinnesblase sozusagen in eine Art Buckel (Fig. 31) auswächst, dessen Zellen jetzt sehr deutlich sind, immer cylindrisch, aber viel enger geworden. Die pigmentirte vordere Zelle hat sich unterdessen von der Rückenseite verschoben und liegt jetzt auf der rechten Wand der Blase. Auf dem Stadium Fig. 29, 30, o. nl. beginnt die Bildung der Mundöffnung und der Kloaken, welcher wir hier nur Erwähnung thun, um die Figur verständlich zu machen. Weiter schiebt sich die vordere pigmentirte Zelle auf die rechte Seite der Blase und am Grunde der Zellen des hinteren abgesetzten Theils der Blase erscheinen sehr feine Pigmentkörner (Fig. 31). Gleichen Schritt mit diesen Veränderungen in der Zusammensetzung der rechten Wand der Sinnesblase haltend sieht man auch in dessen linker Seite die Verdickung des hinteren Theils (Fig. 31), welche bald sehr bedeutend wird.

Die vordere pigmentirte Zelle, welche wir vermuthlich als einen Gehörapparat gedeutet haben, schiebt sich von der rechten Wand der Blase nach unten, so dass sie auf den Boden der Blase kommt, wie es die Fig. 32 uns zeigt. Auf der Fig. 34 sehen wir dies Organ schon vollständig gebildet, sein Pigment, das Anfangs in sehr feinen Pünctchen auftrat (Fig. 30), um später zu schwarzen, scharf umschriebenen Kugeln sich zu gestalten (Fig. 33), ist jetzt zusammengeschmolzen und bildet eine hutartige Bedeckung auf dem hellen Stiele. Das ganze Organ bildet sich blos aus einer Zelle, und während des Auftretens des Pigments und selbst der Verschiebung der Zelle auf die Seitenwand der Blase kann man noch den Kern der Zelle beobachten, später aber schwindet er vollständig und der ganze Zellenkörper wird stark lichtbrechend. Kupffer sagt, der Körper sei oval, ich möchte es lieber conisch nennen mit den abgerundeten Rändern der Basis und der Anheftung mit dem spitzen Ende. Das zweite Organ, oder das Auge, welches wir auf der Figur 30 verlassen haben, setzt sich immer mehr von der Blase ab und sieht jetzt wie eine Art Wulst aus (Fig. 31), dessen untere, etwas vertiefte und in die Höhle der Gehirnblase mündende Basis schon stark pigmentirt ist; von den Seiten beobachtet sieht man die scharfe hintere Contour dieses Organs, welches das Nervensystem von dieser Seite nun ganz bedeckt. Auf einem etwas weiteren Stadium zieht sich die Augenanlage in die Länge und wir erhalten die Fig. 34, welche von mir in meiner früheren Abhandlung

angeführt wurde. Ich bin nun damals zu dem Irrthum gekommen, dass ich die scharfe hintere Grenze des Auges für das hintere Ende des ganzen Nervensystems annahm; stellt man aber das Mikroskop etwas tiefer ein, so sieht man darunter die Fortsetzung des Nervenrohrs zum Rumpfganglion. Die Zusammensetzung des Auges besteht noch immer aus sehr deutlichen Cylinderzellen, deren innere Ränder stark pigmentirt sind. Es ist bis jetzt noch keine Spur von der Linse zu beobachten.

Um unsere Beschreibung der Sinnesblase zu beendigen, müssen wir noch über die Mündung der Sinnesblase in den Darm oder Kiemenhöhle der Larve sprechen. Wir haben schon auf der Fig. 29 gesehen, dass das vordere Ende der Gehirnblase sich nach vorne fortsetzt und dass die über dessen Fortsetzung liegenden Zellen der Haut hier sich einstülpen. Vor der Einstülpung der Haut wird eine Anzahl von scheibenförmig gelagerten Zellen der Haut von den anderen dadurch unterschieden, dass in denselben gewisse feine Bläschen auftreten, dann stülpt sich der centrale Theil der Scheibe etwas ein und trifft mit der vorderen Fortsetzung der Sinnesblase zusammen, die Zellenschichten der Scheibe und Gehirnblase verschmelzen und es entsteht eine unmittelbare Mündung der Sinnesblase nach aussen. Gleich darauf aber trifft auch der bedeutend nach oben ausgezogene Vorderdarm fast in derselben Stelle die Einstülpung der Haut und verschmilzt auch mit derselben. Da nun die Oeffnung des eingestülpten Theiles zum Mund wird, so bleibt die Mündung der Gehirnblase etwas tiefer und wird zu der bekannten Flimmerscheibe, von welcher aus die flimmernde Bauchrinne beginnt. Kupffer hat schon diese Mündung gesehen und erwähnt derselben auf p. 40 seiner Schrift, hat aber ihre Entstehung nicht verfolgt.

Die Larve, welche wir auf der Fig. 34 dargestellt haben, bewegt sich schon in den Eihäuten und durchbricht dieselben bald und liegt dann noch eine Zeit lang auf dem Boden des Gefässes, nur zitternde Bewegungen ausführend. Zu der Zeit bildet sich die Chorda vollständig aus und es entsteht die Linse. Die Ausbildung derselben zu verfolgen ist mir nicht gelungen, und ich kann nur die Vermuthung aussprechen, dass dieselbe aus drei Zellen entstehe, welche sich an den am meisten nach Innen hervorragenden Rändern der Augenanlage bilden und auf die Pigmentanhäufung schieben oder wachsen. Mehrfach schien es mir, diese Bildung unmittelbar beobachtet zu

haben, aber eine klare Idee über den ganzen Vorgang habe ich nicht gewinnen können. Dass es aber eigentliche Epithelialzellen der Gehirnblase sind, welche sich zu den verschiedenen Schichten der Linse verwandeln, schliesse ich auch aus den Missbildungen der Linse, bei denen die Linsenzellen weit von dem Pigment entfernt waren und in der Reihe der andern Epithelzellen steckten.

Resumiren wir jetzt die von uns gegebene Beschreibung des Nervensystems der ausgewachsenen Larve, so besteht dieselbe aus der vorderen, sehr entwickelten Sinnesblase (Fig. 38), die grade auf dem Rücken liegt und nur etwas nach rechts verschoben ist; diese Blase communicirt nach vorne mit der Mundhöhle und setzt sich nach hinten in das Rückenmark fort. Gleich hinter der Gehirnblase beobachtet man einen verengerten Theil, hinter welchem sich das Nervenrohr zu einem Rumpftheile oder Ganglion ausbreitet. Dieser Theil liegt schon seiner ganzen Länge nach auf der Chorda, unter welcher man den Oesophagus findet, und etwas weiter nach hinten die Darmschlinge. Im Innern beobachtet man einen sehr feinen Centralcanal; die denselben umgebenden Wandungen bestehen aus rundlichen Zellen, in zwei oder drei Schichten gelagert; es schienen mir aus diesem Ganglion einige Fäden zu den Seiten auszutreten. Das Ganglion liegt etwas schief, von der rechten nach der linken Seite sich richtend, und setzt sich nach hinten in das Nervenrohr des Schwanzes fort, dessen Wandungen aus einer Reihe von platten Zellen zusammengesetzt sind. Das Nervenrohr zieht sich auf die Rückenseite der Chorda, fast bis zu deren Unterende. Es liegt in einer Art Canal oder Rinne, deren Boden an der Chordascheide und Rändern von den die Chorda überragenden Muskelzellen gebildet ist (Figg. 38, 36).

Muskelsystem. Das erste Auftreten von Muskelzellen haben wir in den Zellen mm Figg. 19 und 22 gesehen, welche vom unteren Blatte stammend jederseits längs der Chorda gelagert sind und nach unten an das Darmdrüsenblatt, nach oben an das Nervenrohr anstossen (Fig. 22). Die Zellen des Muskelblattes setzten sich nach vorne, weiter als die Chorda reicht (Fig. 24, 25) und hier an den Seiten des Vorderdarmes liegen (Figg. 25, 27, 28 und 30). Diese Zellen sind anfangs fünf- bis sechseckig und liegen am hinteren Ende des auswachsenden Schwanzes zu zwei (Figg. 23 und 25), je mehr nach vorn zu drei jederseits des Schwanzes, am Rumpfe zu 4 und 5; wenn nun der Schwanz bedeutend auszuwachsen beginnt,

werden diese Zellen immer mehr und mehr länglich, scheinen sich aber nicht mehr zu vermehren; sie liegen zu drei jederseits des Schwanzes, wo sie auch die Seiten der Darmdrüsenblattzellen und des Nervenrohrs bedecken. Zur Zeit wenn zwischen den Chordazellen die Chordasubstanz sich abzuscheiden beginnt, fangen die Muskelzellen an, Contractionen auszuführen, und man bemerkt auf denselben eine schwache Längsstreifung, welche immer deutlicher wird; nach der Befreiung der Larve sieht man auch die Querstreifen auftreten (Fig. 36), welche durch alle drei Zellen sich ununterbrochen fortsetzen. Die vordersten Muskelzellen des Schwanzes befestigen sich an die Chorda etwas vor ihrem Vorderende (Fig. 38). Da die Muskeln des Schwanzes nur jederseits der Chorda liegen, so sind dieselben auch nur im Stande, den Schwanz nur nach der einen und anderen Seite zu bewegen, es können keine Bewegungen in vertikaler Richtung ausgeführt werden. Das sind die Veränderungen, welche diejenigen Zellen des mittleren Blattes durchlaufen, welche zur Seite der Chorda liegen, resp. am Schwanze; was aber die Zellen des mitleren Blattes anlangt, welche im Rumpfe die hinteren Seitentheile des Vorderdarms bedecken, so bilden sie sich nicht zu Muskeln um, weil es keine Muskeln im Rumpfe bei den Ascidienlarven gibt. Diese Zellen, welche anfangs (Fig. 29) dicht aneinander gedrängt liegen und die Form der sechseckigen Pflasterepithelzellen haben, beginnen auf dem Stadium Fig. 32 sich allmählig abzurunden, sondern sich und es treten in denselben grosse helle Blasen auf. Diese Zellen erfüllen anfangs das hintere Ende des Rumpfes, später aber rücken sie an die Seiten des Darmes bis an das Vorderende der Larve und wie wir später sehen werden, bilden diese Zellen die Blutkörperchen. Ich möchte hier nur bemerken, dass bei der Larve von Doliolum auch solche Seitenstränge des Muskelblattes zu beobachten sind, aber doch entwickeln sich aus denselben die Ringmuskeln; bei den Ascidien treten diese Zellen nur als embryonale Anlage der Muskeln auf, bilden sich aber nie zu Muskelzellen um.

Da wir jetzt über die künftigen Blutkörperchen zu sprechen begonnen haben, so wird es auch vielleicht am Orte sein, auch der Darmdrüsenblattzellen, welche im Schwanze liegen, hier Erwähnung zu thun, weil sie auch demselben Schicksal unterliegen; namentlich sobald die Larve zuckende Bewegungen zu machen beginnt (Fig. 34) bemerkt man, dass mit den im Schwanze liegenden Zellen des Darm-

drüsenblattes dasselbe vorgeht, was wir schon für die Zellen des mittleren Blattes, die im Rumpfe lagen, angegeben haben, nämlich sie sondern sich, werden rundlich, es treten in denselben helle Blasen auf und während der vollständigen Ausbildung der Chorda, sobald die Larve frei zu schwimmen beginnt, werden sie eine nach der anderen aus dem Schwanze verdrängt und gelangen in den hinteren Theil des Rumpfes, wo sie sich nun anhäufen (Fig. 35 m'). Bei gelindem Drucke der Larve kann man diese Zellen wieder in den Schwanz zurückdrängen, von wo aus beim Aufhören des Druckes sie in den Rumpf hineintreten. So gehen nun also die Zellen des Darmdrüsen- und mittleren Blattes, welche bei den Ascidien sich in kein Organ entwickeln, in die Blutkörperchen über; sie spielen bei den einfachen Ascidien keine wichtige Rolle, sind aber Embryonalanlagen, welche vielleicht eine Bedeutung haben werden bei der Erklärung der Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den Organen verschiedener Repräsentanten der Tunicaten.

Chorda. Es erübrigt aus dem Bereiche des mittleren Blattes noch über die Chordabildung einige Worte zu sagen. Die erste Anlage der Chorda wurde schon von uns besprochen; auf dem letzten von uns beschriebenen Stadium (Fig. 19) bestand die Chorda-Anlage aus zwei Reihen von Zellen in Form einer ovalen Scheibe; bei dem Auswachsen des Schwanzes fangen die Zellen an sich zwischen einander einzuschieben (Fig. 23 und selbst 20 von der Seite), bis aus zwei Reihen von Zellen nur eine einfache Reihe entstand; jetzt werden aber die Zellen sehr kurz und breit (Fig. 25). Weiter bei der Verlängerung des Schwanzes ziehen sich die Zellen in die Länge, indem sie dem entsprechend an Breite verlieren (Fig. 29). Es entsteht soweit eine Reihe von fast kubischen Zellen, zwischen denen in schon bekannter Weise die Chordasubstanz gebildet wird. Was die Zellen selbst anlangt, so liegen sie in der Chorda nur in einer Reihe. Es wurde, wenn ich mich nicht irre, von Metschnikoff angegeben, dass die Kerne in den Chordazellen während der Bildung der Chordasubstanz schwinden; das kann ich nicht bestätigen, ich sehe dieselben vielmehr persistiren und zuletzt die Chordascheide zusammensetzen. So habe ich auch in meiner früheren Schrift die Entstehung der Chordascheide beschrieben, was auch von Kupffer bestätigt wird; dagegen finde ich, dass Gegenbaur[1]) mir eine

1) Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Auflage p. 175.

ganz andere Ansicht über die Bildung der Chordascheide zuschreibt; er sagt nämlich: »Die Anlage der Chorda geschieht durch eine einfache Zellenreihe, die von einer bindegewebigen Scheide umgeben sein soll«; nach dem Worte bindegewebigen wird ein Fragezeichen gestellt, da ich aber nie eine ähnliche Entwicklung der Chordascheide angegeben habe, so halte ich für passend, diesen Irrthum hier zu corrigiren. Dass die Chordasubstanz keine Flüssigkeit, sondern eine festweiche Substanz ist, dafür hat Kupffer die besten Beweise beigebracht. Ich habe auch dasselbe angegeben und auf Taf. III die in Stücke zerbrochene Chorda abgebildet. Metschnikoff zieht als einen Beweis an, dass die Chorda eine Flüssigkeit, aber nicht eine besondere Substanz sei, dass bei der Einwirkung von Essigsäure dieselbe sich so verhalte, wie auch die Flüssigkeit in der Gehirnblase oder Sinnesblase, dass sie sich nicht verändere. Das ist aber wirklich ein nichts beweisender Grund, Metschnikoff möchte doch wohl auf demselben Präparate sehen können, dass die Mantelsubstanz von der Einwirkung der Essigsäure sich auch gar nicht verändert, und doch wird er dieselbe deshalb nicht für Flüssigkeit erklären wollen.

Da es kaum jetzt Jemand bezweifeln wird, dass die Chorda der Ascidien der Chorda der Wirbelthiere wie analog so auch homolog sei, so halte ich für passend, hier noch auf ähnliche Gebilde bei den andern Wirbellosen hinzuweisen. In meiner Schrift »Beiträge zur Entwicklung der Würmer und Arthropoden« [1]), bei der Beschreibung der embryonalen Entwicklung des Euaxes und Regenwurmes, habe ich gezeigt, dass das ganze Nervensystem dieser Würmer aus dem oberen Blatte, aus besonderen Medularwülsten entstehe, weiter dass das Neurilem aus dem mittleren Blatte abstamme und dass auch die grossen riesigen Röhrenfasern (Claparède) [2]), die nach aussen von dem inneren Neurilem liegen, auch aus dem mittleren Blatte stammen. Ihrer Abstammung, ihrer Lage (zwischen dem Nervenstrange und dem Darme) und selbst ihrem Aussehen und Structur nach sind dieselben vielleicht am meisten einer Chorda zu vergleichen, was ich auch schon ausgesprochen habe. Es wäre allerdings von grösster Wichtigkeit, ihre Entwicklung Schritt für Schritt

---

1) Memoires de l'Acad. d. St. Petersbourg. 1870.

2) E. Claparède. Histologische Untersuch. üb. d. Regenwurm. Zeitschr. f. wiss. Zool. B. XIX. p. 588—591.

zu verfolgen, was mir nicht gelungen ist. Jedenfalls ist dasjenige, was wir über diese Fasern wissen, besonders die Beschreibung von Claparède und ihre Abstammung aus dem mittleren Blatte, einer Vergleichung mit der Chorda sehr günstig. Claparède unterscheidet eine centrale helle Substanz oder Flüssigkeit und eine Scheide. Wenn Claparède noch zweifelt, ob diese Fasern doch noch vielleicht als Nervenfasern anzusehen sind, so ist ihre Entwicklung aus dem mittleren Blatte ein so wichtiger Grund gegen ihre Nervennatur, dass ich dieselben keineswegs für Nervenfasern ansehen kann.

Darmkanal, Kloaken und Kiemensack. Das Darmdrüsenblatt bildete auf der Fig. 21 einen am vorderen Ende geschlossenen Sack, dessen hinteres Ende nach hinten in eine Reihe von zwei, unter der Chorda liegenden Zellen sich fortsetzte. Auf den nächstfolgenden Stadien verändert sich die Darmanlage sehr unbedeutend, nur das vordere und hintere obere Ende des Vorderdarms richten sich etwas nach oben (Fig. 25); weiter auf der Stadie Fig. 29 rückt das Vorderende etwas mehr nach oben, wobei es um den vorderen Theil der Gehirnblase herumwächst; hier begegnet es sich mit der schon beschriebenen Mundeinstülpung und verschmilzt mit derselben (Fig. 32). Es entsteht auf diese Weise eine ganz neue Oeffnung, welche gar nichts mit der Einstülpungsöffnung zu schaffen hat; es bilden sich dabei, wie in der Oberhaut so auch in den Darmwandungen neue Oeffnungen, welche früher nicht existirten und in keiner Beziehung zur Einstülpungsöffnung sind. Wie auf dieser, so auch auf allen von mir weiter zu beschreibenden Stadien besteht die Darmanlage blos aus einer Schicht von Zellen, wie es die Zeichnungen deutlich zeigen. Schon auf früheren Stadien, während des etwas nach oben gerichteten Wachsthums des hinteren Endes des Vorderdarmes bleiben nur seine unteren Zellen mit den Zellen des Darmdrüsenblattes, welche im Schwanze liegen, in Verbindung. Auf der Fig. 29 sehen wir das hintere Ende des Vorderdarmes schon bedeutend nach oben gewachsen, wo er auch zwischen den Anfang der Chorda und der Sinnesblase eindringt. Der Zusammenhang der Zellen des Darmdrüsenblattes (dd'), welche im Schwanze liegen, mit dem Vorderdarm ist noch immer zu sehen, die beiden Zellenreihen treten bis an den Darm in der Gegend Fig. 29 a. Auf den folgenden verschwindet dieser Zusammenhang vollständig und die Zellen des Darmdrüsenblattes, welche im Schwanze liegen, erleiden die Verwandlung, welche wir schon oben beschrieben haben und welche in

ihrer Sonderung, dem sich Abrunden und der Umwandlung in die künftigen Blutkörperchen besteht. Obgleich also der im Schwanze liegende Theil des Darmdrüsenblattes keine Rolle in dem Aufbau des Embryo der einfachen Ascidien spielt, so will ich hier erwähnen, dass er mit dem Theile des Vorderdarms im Zusammenhange steht, wo das Hinterende des Endostyl liegt, also ganz an derselben Stelle, wo bei den Salpen und Pyrosomen der Darm sich ausstülpt zur Bildung des Darmes der auswachsenden Knospen. Beobachtet man diese Larve von oben, so sieht man, dass der hintere nach oben gerichtete Theil des Darmes ziemlich gleichmässig an beiden Seiten des Larvenkörpers liegt (Fig. 32 und 33). Aus dem vorderen Theile der primitiven Darmanlage entwickelt sich nun der Kiemensack aus dem nach oben und hinten gerichteten Vorsprung (Fig. 32, 34 d), der eigentliche Darm d. h. Oesophagus, Magen und Darm. Richten wir unsere Aufmerksamkeit auf den Vorsprung d, so bemerken wir, dass bei weiterer Entwicklung er sich nach unten und rechts krümmt (Fig. 34 und 35), der Theil ae zum Oesophagus, der Theil m zum Magen wird; aus dem Magen wächst nun noch links, dicht der unteren Wandung des Körpers anliegend, ein neuer Vorsprung, welcher sich auf die linke Seite der Chorda begibt und hier sich nach oben krümmend in der Nähe der linken Kloaken-Einstülpung zu liegen kommt (Fig. 38 end). Während dieser Zeit bildet sich auch das Endostyl, welches in Form einer doppelten Verdickung der unteren Darmwand sich in Gestalt zweier verdickten und an Vorder- und Hinterende ineinander übergehenden Lamellen der ganzen Ausdehnung des Kiemensackes entlang zieht. Stellen wir das von uns Gesagte etwas zusammen, so besteht also das Darmsystem der ausgewachsenen Larve aus den folgenden Theilen: der Mund (o), welcher am Rücken liegt und von welchem ein enger Gang in den Kiemensack — Mundhöhle — führt; am Kiemensacke unterscheidet man das Endostyl; aus dem oberen mittleren Theile des Kiemensackes, in der Gegend unmittelbar unter dem hinteren Ende der Sinnesblase, tritt der Oesophagus (oe) auf, welcher sich nach rechts begibt und in den Magen einmündet (Fig. 38 m); aus dem letzteren setzt sich nach rechts ein kurzer und dicker Darm fort (d), welcher in der Nähe der Kloakenanlage blind endigt. Die Wandungen des ganzen Darmcanals, sowie auch des Endostyls bestehen aus einer Reihe cylindrischer Zellen.

Es bleibt uns noch die Bildung der Kloaken und der Kiemen-

spalten zu verfolgen, welche schon während des Larvenlebens auftreten. Wir haben schon oben bei der Beschreibung der Gehirnblase darauf aufmerksam gemacht, dass hinter derselben, zu beiden Seiten des engeren Theils des Nervensystems, welches die Gehirnblase mit dem Rumpfganglion verbindet, sich zwei scheibenförmige Einstülpungen der Haut bilden. Die Bildung dieser zwei Hauteinstülpungen geht ganz in derselben Weise wie die Bildung der Mundöffnung vor sich, namentlich bemerkt man erstens, dass die scheibenförmig gelegenen Zellen ein etwas körniges Aussehen bekommen (Fig. 30 kl), und dann weiter das Centrum der Scheibe sich einzustülpen beginnt; die Figg. 31, 32 kl zeigen verschiedene Stadien dieser Einstülpungen. Bei der aus dem Eie ausschlüpfenden Larve haben dieselben die Form, wie es die Fig. 34 darstellt, und ihr Boden stösst an einen hervorgehobenen oder genauer ausgestülpten Theil des Vorderdarms. Diese beiden Hauteinstülpungen wurden von Metschnikoff Kloakenbläschen genannt. Metschnikoff hat aber ihre Entstehung nicht verfolgt. Kupffer sind die beiden Kloakeneinstülpungen unbekannt geblieben; er spricht nur von Anus, welchen er an derselben Stelle zeichnet, wie ich es in meiner früheren Schrift gezeichnet habe, beschreibt aber diese Bildung als eine Einstülpung der Haut ganz genau d. h. in derselben Weise wie die Entstehung der Mundöffnung; er gibt aber an, dass sich nur eine solche Scheibe — wie er sie nennt — bildet, es entstehen aber zwei, die Mundöffnung nicht gerechnet. Bei der Asc. mammillata verschmilzt die Kloakeneinstülpung nicht sogleich mit dem Enddarme, wie es Kupffer für die A. canina angibt, sondern ich habe noch lange nach der Entstehung der Kiemenspalten den Enddarm blind endigen sehen (Fig. 38), obgleich sein Ende ganz dicht an die Kloakenwand gedrängt war. — Es bleibt uns noch jetzt zu erklären, welchen Antheil die Einstülpungen an der Bildung der Kiemenspalten nehmen; dazu müssen wir aber zu dem Stadium, welches auf der Fig. 34 dargestellt ist, zurückkehren. Man beobachtet an diesem Stadium, dass der obere Theil des Vorderdarms sich an beiden Seiten als zwei Falten erhebt, welche bald so gross werden, dass sie einen Theil der Gehirnblase von den Seiten bedecken und ihr hinteres Ende (Fig. 34) jederseits dicht an die durch Einstülpung entstandene Kloake stösst. Nach dem Ausschlüpfen der Larve verschmilzt das Hinterende dieser Falte (Fig. 38) mit dem eingestülpten Theile der Kloake, und eine Zeitlang später

wächst aus der Falte ein zweiter blinder Fortsatz hervor, der auch mit dem Boden der Einstülpung verschmilzt. Die länglichen Spalten ks Figg. 37 n, 38 stellen also jetzt diejenigen zwei Kiemenspalten dar, welche nur nach der Metamorphose ihre volle Entwicklung erlangen. Sie sind die zwei ersten Kiemenspalten, welche von allen Forschern an der jungen Ascidie angetroffen werden. Der Raum (Figg. 37, 38 bb) zwischen den beiden Kiemenspalten stellt den Canal dar, durch welchen nach dem begonnenen Kreislaufe die Blutkörperchen zwischen den Kiemenspalten durchtreten.

Was die Lagerung der Analöffnung anlangt, so ist sie bei den Ascidienlarven auf die Seite geschoben, dagegen bei den einfachsten Tunicaten, bei den Appendicularien, liegt sie ganz nach unten, unter der Anheftung der Chorda, und zu deren Seiten münden die beiden Kiemenspalten oder Kloakenöffnungen.

Es wird allgemein angegeben, dass die Entwicklung des Herzens erst in der Ascidie beginnt, es ist aber nicht so; schon an den aus dem Eie ausgeschlüpften Larven kann man ganz deutlich die Anlage des Herzens in Form eines länglichen und geschlossenen Bläschens an der rechten Seite des Endostyl beobachten (Fig. 35 h). Die weitere Entwickelung geht nach der Anheftung der Larve vor sich.

Bevor ich die Beschreibung der Larve verlasse und zur Bildung der Ascidie mich wende, will ich noch über die Abstammung der Leibeshöhle der Larve einige Worte sagen. Vergleichen wir die Figuren von der beginnenden Einstülpung des unteren Blattes (Figg. 5 und 6) bis zur reifen Larve (Fig. 35), so finden wir überall die scharfe Grenze, durch welche die Haut von dem darunter liegenden Organe getrennt ist. Auf der Fig. 5 stellt es noch den Rest der Furchungshöhle dar, welche allmälig zu einem einfachen Spalt zwischen dem oberen und unteren Blatt zusammengedrückt wird; in dieser Spalte lagern sich die aus den Zellen des mittleren Blattes abstammenden Blutkörperchen und schon bei der entwickelten Larve drängen sich dieselben zwischen Darmwandungen und Haut bis an das Vorderende. Da später der Spalt oder Raum, wo diese Zellen — Blutkörperchen — liegen, zur bleibenden Leibeshöhle der Ascidie wird, und da rückwärts dessen Abstammung aus der Furchungshöhle auf den Figuren sehr leicht zu verfolgen ist, so kann man als bewiesen ansehen, dass bei den Ascidien die Leibeshöhle doch aus der Furchungshöhle abstamme. Bei den höheren Wirbel-

thieren entsteht durch Spaltung des mittleren oder Muskelblattes eine ganz neue Höhle, welche zur bleibenden Leibeshöhle wird und den Rest der Furchungshöhle verdrängt.

PS. Als ich diesen Aufsatz absenden wollte, erhielt ich einen Brief von Metschnikoff aus S. Wast vom 24. Juni, in welchem er mir mittheilt, dass nach neuen Untersuchungen der Ascidienentwicklung er in zwei Hauptpuncten sich meiner Ansicht anschliesst, nämlich: dass aus der hufeisenförmigen Anlage die aus zwei Zellenreihen anfangs gebildete Chorda entsteht, und dass das Nervensystem aus dem oberen Blatte abstamme. Damit werden meine und Metschnikoff's Untersuchungen in den Hauptpuncten übereinstimmen.

Neapel, 2. Juli 1870.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. X, XI, XII, XIII.

Tafel X.

Fig. 1. 2, 3. 4 bei Vergrösserung von 505 gezeichnet.

Fig. 1. Junger Eierstocksfollikel. a Follikelepithelzellen. b der noch ganz durchsichtige Inhalt des Eies. c Kern oder Keimbläschen. d Nucleolus oder Keimfleck.

Fig. 2. e die in den Dotter eintretenden Epithelzellen des Follikels. b in dem Dotter treten schon Fettkörnchen auf.

Fig. 3. e die in den Dotter eingetretenen Follikelepithelzellen haben sich bedeutend vermehrt und bilden eine fest zusammenhängende Schicht um den Dotter.

Fig. 4. e die Testazellen, welche jetzt in Form eines grünlich oder gelb gefärbten Cylinder-Epitheliums den Dotter umgeben. a äussere Follikelepithelzellen; b deren Kerne.

Die folgenden Figuren dieser Tafel sind bei Vergrösserung 290 gezeichnet.

Fig. 5. Eine Seite des gefurchten Eies oder des eischichtigen Blastoderms stülpt sich in die andere ein. fh Furchungshöhle.

Fig. 6. Eine Seite des Blastoderms hat sich in die andere eingestülpt. b a c unteres Keimblatt. b d c äusseres Keimblatt.

Fig. 7. Ein optischer Längsschnitt desselben Eies. f h Rest der Furchungshöhle.

Fig. 8. Ein etwas mehr entwickeltes Ei von der Rückenseite betrachtet. eo die Einstülpungsöffnung, welche schon etwas nach hinten gerückt ist; c dessen vorderer, b dessen hinterer Rand.

Fig. 9. Ein noch mehr entwickeltes Ei. eo die Einstülpungsöffnung. ch Zellen der Chorda-Anlage, welche dem unteren Blatte angehören. u oberes Blatt.

Fig. 10. Optischer Längsschnitt desselben Eies. ch die zwei Zellen der Chorda-Anlage, welche vor der Einstülpungsöffnung liegen.

Fig. 11. Optischer Querschnitt durch das hintere Ende desselben Embryos. oe Einstülpungsöffnung; ch zu dessen Seiten liegende Zellen der Chorda-Anlage. m unteres Blatt, u oberes Blatt.

Fig. 12. Ein schon bedeutend verlängerter Embryo. ae Einstülpungsöffnung. dd Zellen des Darmdrüsenblattes. ch Zellen der Chorda-Anlage.

Tafel XI.

Die Figuren 13 bis 26 sind bei Vergrösserung von 290 gezeichnet, die Figuren 27 und 28 bei Vergrösserung 375.

Fig. 13. eo Einstülpungsöffnung. r Ränder der Rückenfurche; der hintere Rand der Rückenfurche bedeckt einen Theil der schon sehr klein gewordenen Einstülpungsöffnung. ch die durchschimmernden Chordazellen.

Fig. 14. Derselbe Embryo im optischen Längsschnitte. eo Einstülpungsöffnung. ch die zwei inneren Zellen der Chorda-Anlage. dd Darmdrüsenblatt.

Fig. 15. Ein etwas mehr entwickelter Embryo. die Rückenfurche in seinem hinteren Theile geschlossen. r Ränder der Rückenfurche. Der Boden der Furche ist dunkel gezeichnet.

Fig. 16. Optischer Längsschnitt desselben Embryo. eo spaltförmiger Rest der Einstülpungsöffnung. f der faltenartig erhobene hintere Rand der Rückenfurche, aus zwei Epithelialschichten bestehend; dessen innere obere Wand das Nervenrohr bildet und unmittelbar in das Darmdrüsenblatt übergeht; die obere bildet die Haut.

Fig. 17. Querschnitt desselben Embryo aus dem vorderen Ende des Embryo. dd Darmdrüsenblatt. rf Rückenfurche. h Haut.

Fig. 18. Ein noch mehr entwickelter Embryo, die Rückenfurche in ihrem ganzen hinteren Theile geschlossen und nur vorn bleibt noch eine grosse Oeffnung; man unterscheidet am Nervenrohre zwei Theile oder Blasen. den vorderen a, den hinteren b.

Fig. 19. Derselbe Embryo bei etwas tieferer Einstellung des Mikroskops. ch Chordascheibe. m Muskel- oder mittleres Blatt. dd Darmdrüsenblatt.

Fig. 20. Derselbe Embryo im optischen Längsschnitt. ch Chorda, deren Zellen zwischen einander wachsen. dd Darmdrüsenblatt. welches den Vorderdarm bildet. dd' die Darmdrüsenblattzellen, welche unter der Chorda liegen. cn die obere Wand des sich schliessenden Nervenrohrs; die Zellen-

schicht n setzt sich nach hinten in dem Darmdrüsenblatt fort; die Zellenschicht c ist die Haut.

Fig. 21. Derselbe Embryo von unten gesehen, bei der etwas tieferen Einstellung des Mikroskops. Bezeichnung wie Fig. 20. m mittleres oder Muskelblatt.

Fig. 22. Optischer Querschnitt durch den hinteren Theil desselben Embryo. n Nervenrohr. ch Chorda. mm Muskelblatt oder Muskelzellen. dd' Darmdrüsenblattzellen.

Fig. 23. Ein noch entwickelter Embryo, von der Seite gesehen. n nach vorne offenes Nervenrohr, welches nach hinten bis zum hinteren Ende der Chorda reicht. dd Vorderdarm. dd' Darmdrüsenblattzellen. ch Chorda. m Muskelzellen. r Rest der Rückenfurche.

Fig. 24. Derselbe Embryo, von oben gezeichnet. a vordere oder Gehirnblase; b zweite Gehirnblase oder Rumpfganglion: b' dritte Nervenblase oder Rückenmark.

Fig. 25. Ein bedeutend mehr entwickelter Embryo mit schon ausgewachsenem Schwanze. Die Chordazellen liegen jetzt in einer Reihe und haben die Form von sehr flachen Scheiben. Die Nervenröhre ist schon vollständig geschlossen.

Fig. 26. Optischer Querschnitt durch das hintere Ende des Schwanzes, wo nur zwei Muskelzellen jederseits liegen.

Fig. 27. Ein etwas mehr entwickelter Embryo von dem Rücken aus gesehen, bei stärkerer Vergrösserung. h Haut oder äusseres Epithelium. m Muskelblatt. dd Vorderdarm, dessen vorderes Ende o nach oben gerichtet erscheint. gb Gehirnblase; gb' zweite Gehirnblase oder Rumpfganglion.

Fig. 28. Ein etwas mehr entwickelter Embryo; die rechte Seite der Gehirnblase schnürt sich in zwei Theile, der hintere, etwas hervorragende Theil ist die Anlage des Auges.

Tafel XII.

Die Figuren 29, 30, 31, 32, 33 und 34 sind bei Vergrösserung 375 gezeichnet, die Figur 35 bei Vergrösserung 505, die Figur 36 bei Vergrösserung 730.

Fig. 29. Eine bedeutend entwickelte Larve. h Haut. o die beginnende Einstülpung der Mundöffnung. dd Vorderdarm. dd' Darmdrüsenblattzellen im Schwanze. m' Zellen des mittleren Blattes im Rumpfe. m Zellen des mittleren Blattes oder Muskelzellen des Schwanzes bedeutend verlängert. Rm Rückenmark. Rg Rumpfganglion. Gb Gehirnblase. ot Otolithanlage. ch Chorda.

Fig. 30. A Anlage des Auges in der Gehirnblase. Kl Anlage der Kloakeneinstülpungen. Die übrige Bezeichnung wie Fig. 29.

Fig. 31. hp Haftpapillen. p Pigment. Die übrigen Bezeichnungen wie Fig. 29.

Fig. 32. Die Zellen des mittleren Blattes im Rumpfe beginnen sich

abzurunden. Chs das Auftreten der Chordasubstanz. f Zusammenhang der Höhle der Gehirnblase mit der Kiemenhöhle. Kl Kloakeneinstülpungen.

Fig. 33. Derselbe Embryo von oben.

Fig. 34. Eine aus dem Eie ausschlüpfende Larve. kh Kiemenhöhle. d der auswachsende Darm.

Fig. 35. Eine schon ein paar Tage freischwimmende Larve, von unten gesehen. ch Chorda. m Blutkörperchen. en Endostyl. kr Kiemensack. Ks, ks den beiden Kiemenspalten entsprechende Auftreibung des Kiemensackes. d Darm, die Anlage des Oesophagus und Magen. d' Enddarm. h Herzanlage.

Fig. 36. Ein Theil des Schwanzes, von der Seite gesehen, bei sehr starker Vergrösserung. e Epithelzellen. ff in denselben auftretende stark lichtbrechende Körperchen. Rm Rückenmark. m die in drei Reihen liegenden Muskelzellen.

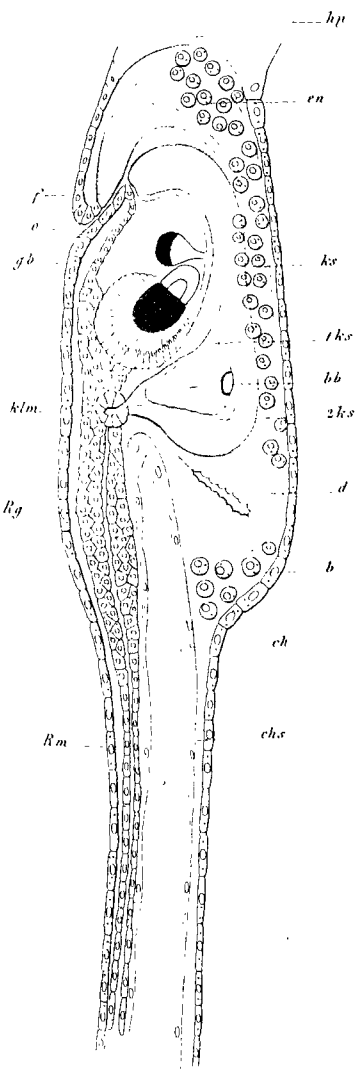
Tafel XIII.

Die Figuren sind bei Vergrösserung 375 gezeichnet.

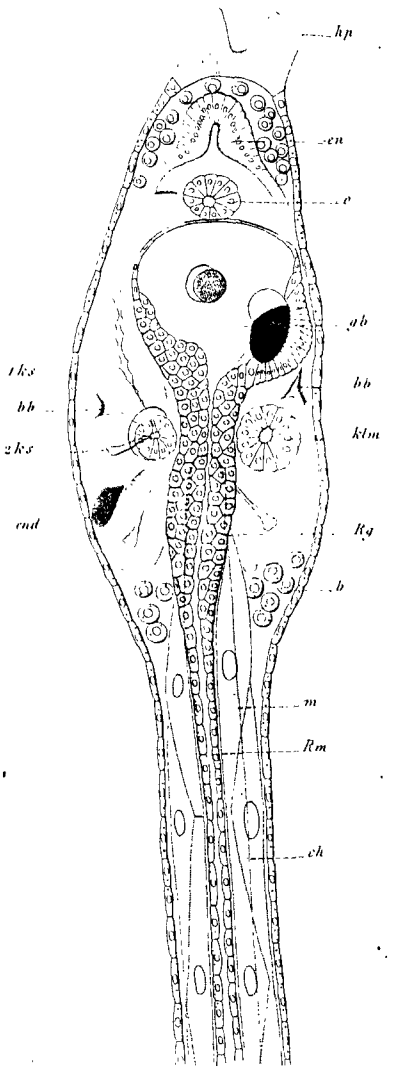
Fig. 37. Eine schon zwei Tage frei schwimmende Larve. hp Haftpapillen. o Mundöffnung. f der Zusammenhang der Gehirnblase mit der Kiemenhöhle. en Endostyl. d Darm. ks Kiemensack. 1ks erste Kiemenspalte. 2ks zweite Kiemenspalte. bb Eintritt in die Blutbahn zwischen den beiden Kiemenspalten. klm Kloakenmündung. b Blutkörperchen. Gb Gehirnblase. Rg Rumpfganglion. Rm Rückenmark. Ch Chorda. Chs Chordascheide.

Fig. 38. Derselbe Embryo von oben. end Enddarm. m Muskeln im Schwanze. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 37.

37.


hp
en
f
e
gb
ks
1ks
klm.
bb
2ks
d
Rg
b
ch
Rm
ch.s

38.


hp
en
e
gb
1ks
bb
bb
klm
2ks
end
Rg
b
m
Rm
ch