

Zur Genese der Chorda dorsalis beim Axolotl.

Von Kurt Lampert.

(Vorgelegt von Herrn Selenka am 30. Juli 1883.)

Bis vor nicht allzu langer Zeit galt es unter den meisten Embryologen als ausgemachte Sache, dass bei der Bildung der Chorda dorsalis, dieses im Embryonalleben der Wirbelthiere so bald auftretenden charakteristischen Stützorgans, das Entoderm eine vollständig passive Rolle spiele; gegenwärtig jedoch ist in der Beurtheilung dieser Frage ein vollständiger Umschwung eingetreten, indem nicht wenige Embryologen auf das entschiedenste sich für den entodermalen Ursprung der Chorda aussprechen und in der That im Stande sind, in rascher Aufeinanderfolge neue Beweise für ihre Ansicht zu liefern.

Wir wollen zuerst die Arbeiten derjenigen Forscher berücksichtigen, die eine Betheiligung des Entoderms bei der Chordabildung verneinen und haben in diesem Fall in erster Linie der Lehre Erwähnung zu thun, welche die Abstammung der Chorda aus einem bestimmten, scharf begrenzten Keimblatt überhaupt läugnet und an der Entstehungsstelle der Chorda das obere und mittlere, oder obere und untere Keimblatt innig zur Herstellung des sog. Axenstreifes oder Axenstranges verbunden sein lässt; an dieser Stelle wären hienach nicht nur die Grenzen beider Keimblätter vollständig verwischt, sondern auch ihre Zellen durcheinander gemengt, und aus dieser durch vollkommene Verschmelzung beider Blätter hervorgegangenen morphologisch nicht differenzirten Zellschicht sollen sich im weitern Verlauf durch histologische Differenzirungen das Centralnervensystem und die Chorda herausbilden.

v. Baer¹⁾ war der Erste, der diese Ansicht vertrat, indem er eine, Primitivstreifen genannte, axiale Verdickung, in welcher die Keimblätter vollständig verschmolzen seien, als Bildungsheerd der Chorda bezeichnet. Ihm folgten in dieser Auffassung

1) Baer, K. E. v., Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. 1. Theil. Königsberg 1828.

mit mehr oder weniger bedeutenden Modificationen His, Waldeyer, Mihalkovics, Oellacher, Schultz.

His ¹⁾ bezeichnet den Axenstrang als einen unregelmässig umgrenzten Zellenstrang, der den Grund der Medullarrinne mit der oberen Fläche des Darmdrüsenblatts verbindet, und stellt ihn, da er Zellen des oberen und unteren Blatts enthalte, den beiden Blättern als ungesonderten Rest gegenüber, ist jedoch geneigt in ihm die Zellen des obern Keimblatts der Zahl nach bedeutend überwiegen zu lassen; das Mittelstück des Axenstranges differenzirt sich dann zur Chorda.

Waldeyer ²⁾ lässt im Gegensatz hiezu die beiden Keimblätter, was ihre Betheiligung bei der Constitution des Axenstrangs betrifft, sich das Gleichgewicht halten und giebt an, dass im Axenstrang bald eine deutliche Trennung in einen obern, das Medullarrohr bildenden Theil (oberes Keimblatt) und einen untern Theil auftrete, aus welchem letzterem sich dann die Chorda bilde.

Schultz ³⁾ findet in der Chorda Elemente aller drei Keimblätter. Das untere Keimblatt entspricht nach seiner Auffassung in seinem medialen Theile seiner Zusammensetzung nach dem mittleren Keimblatt; eben dieser Theil verschmilzt an seiner Berührungsfäche mit dem obern Keimblatt mit diesem, und es bildet sich hier durch Einwuchern der Zellen des obern Keimblatts der Axenstrang; durch diesen Verlust an Zellen wird das ursprünglich mehrere Zelllagen dicke obere Keimblatt dünner und bildet einen schmalen Bogen, der sich über das, nun auch Ectodermzellen enthaltende untere Keimblatt hinzieht. Aus diesem medialen Theil des unteren Keimblatts bildet sich nun durch eine gegen das Ectoderm hingerrichtete Faltung die Chorda, die also „aus einer Verschmelzung der oberen mit der unteren Keimzellenschicht entsteht, wobei letztere in dem der Chordaanlage entsprechenden Abschnitt Elemente des mittleren Keimblattes führt.“

1) His, Unsere Körperformen und das physiologische Problem ihrer Entstehung. Leipzig 1874.

2) Waldeyer, Bemerkungen über die Keimblätter und den Primitivstreifen bei der Entwicklung des Hühnerembryo. Zeitschr. f. rat. Medicin 1869. 3. Reihe 34. Band p. 159—178. 2 Taf.

3) Schultz, A., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Knorpelfische. Arch. f. mikroskop. Anatomie. 1877. Bd. 13. p. 465—478. 1. Taf.

Ist nach der Ansicht dieser Forscher die als Axenstreif bezeichnete nicht in Blätter unterscheidbare Zone, in welcher, wie His (l. c. p. 37) extra hervorhebt, Zellen des obern und untern Blatts sich gemischt vorfinden, die Bildungsstätte der Chorda, die Chorda selbst mithin nicht der Abkömmling eines distincten Keimblatts, so ist für andere Embryologen hingegen der Axenstrang gewissermassen die Brücke, auf welcher die Zellen von einem Keimblatt in das Andere hinüberwandern können. So vermuthet Mihalkovics¹⁾ in der Chorda ein Epithelialgebilde, „dessen Elemente möglicherweise durch Vermittlung des Axenstranges von dem äusseren Keimblatt abstammen.“ Mihalkovics huldigt zwar der Ansicht Waldeyer's, dass im Axenstrang sich Zellen des obern und untern²⁾ Keimblatts gemischt vorfinden, lässt aber die Chorda blos aus Zellen des obern Keimblatts entstehen, die sehr früh schon aus dem Gemisch des Axenstranges herausfallen. Speciell bestreitet Mihalkovics irgend eine Beteiligung der Zellen des Mesoderms an der Chordabildung, und führt für diese Ansicht als Gründe ins Feld, dass die Wirbelsaite von ihrem ersten Auftreten an durch scharfe Contouren von den Gebilden des Mesoderms getrennt sei und dass ihre, im Uebrigen auch der Gestalt nach den Epithelien nicht unähnliche Zellen sich auch später nie mit den Mesodermzellen mischen.

Auch Oellacher³⁾ lässt im Axenstrang oberes und mittleres Keimblatt fest verbunden und die Zellen beider Keimblätter daselbst gemischt sein, vor der Anlage der Chorda aber schon eine Trennung in oberes und mittleres Blatt eintreten, welch letzteres die Chorda liefert.

1) Mihalkovics, V. v., Wirbelsaite und Hirnanhang. Archiv f. mikroskop. Anatomie 1875 Bd 11 p. 389—441. 1. Taf.

2) Mihalkovics bemerkt in seiner citirten Arbeit p. 392 bezüglich des Axenstrangs: „wo wir seit den Untersuchungen Waldeyer's wissen, dass die Zellen des äusseren und mittleren Keimblatts mit einander gemischt sind.“ Waldeyer betrachtet (p. 163 f.) den Axenstrang nicht als ein Zellengemisch des oberen und mittleren Keimblatts, sondern des oberen und untern Blatts, welch' letzteres sich in dieser Region noch nicht in Darmdrüsenblatt und die beiden Muskelplatten geschieden hat.

3) Oellacher, J., Beiträge zur Entwicklung der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforelleneic. III.—V. Kap. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1873. Bd. 23. p. 1—115. Taf. 1—4.

Am gleichen Objecte wie Oellacher, nämlich am Forellenei, studierte Radwaner¹⁾ die Entwicklung der Chorda und kam zu der Ueberzeugung, die Chorda als ein vollkommenes ectodermales Gebilde betrachten zu müssen, das seine Entstehung in dem von Stricker als Sinnesblatt bezeichneten Theile des äusseren Keimblatts nimmt. Dieses Sinnesblatt senkt sich nach Radwaner in der Mitte in Form eines Zapfens in den Keim hinein und ist fortwährend vom mittleren Keimblatt scharf geschieden; es enthält die Bildungselemente für das Centralnervensystem und für die Chorda und beide Organe trennen sich, indem zwischen oberer und unterer Partie dieses Zapfens eine Furche auftritt, welche die Abschnürung der Chorda bewirkt.

In Radwaner haben wir einen Embryologen kennen gelernt, der im Gegensatz zu den bisher citirten Forschern sich für eine vollkommene und stets vorhandene Scheidung der einzelnen Keimblätter ausspricht, einen Axenstrang im Sinne His' u. s. w. also nicht kennt. Wollen wir die Arbeiten, in denen sich eine gleiche Ansicht ausgesprochen findet, chronologisch ordnen, so müssen wir zuerst Remak's²⁾ Untersuchungen erwähnen, der hervorhebt, dass trotz der innigen Verbindung des oberen und mittleren Keimblatts in der „Axenplatte“ sich doch auf Durchschnitten die Grenze zwischen der oberen, dem obern Keimblatt angehörenden und der unteren, dem mittleren Keimblatt angehörenden Schicht erkennen lasse; aus der unteren Schicht, also aus dem Mesoderm entsteht die Chorda. Seiner Ansicht haben sich eine grosse Anzahl verdienstvoller Embryologen angeschlossen. So giebt Kölliker³⁾ die Entstehung der Chorda aus dem Mesoderm an und benützt als Beispiele die Entwicklung des Hühnchens und Kaninchens; bei Darlegung der embryologischen Verhältnisse des letzteren Thieres jedoch hebt Kölliker ausdrücklich (l. c. p. 100) hervor, dass man zur

1) Radwaner, J., Ueber die erste Anlage der Chorda dorsalis. Wiener Sitzungsberichte. Math. naturw. Klasse. 73. Bd. III. Abtheilung. Sitz. v. 6. April 1876.

2) Remak, R., Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855.

3) Kölliker, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig 1880. und

Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 2. Aufl. Leipzig 1879.

Zeit der ersten Bildung der Rückenfurche auf Querschnitten Bilder erhalte, die zu dem Glauben veranlassen könnten, die Chorda sei ein entodermales Gebilde, wie es von Hensen in dessen später zu erwähnenden Arbeit auch behauptet wird. Kölliker selbst hatte sich eine Zeit lang der Ansicht Hensen's angeschlossen, ist aber neuerdings wieder für den mesodermalen Ursprung der Chorda beim Kaninchen eingetreten.

Für eine ebenfalls mesodermale Bildung der Chorda bei den ungeschwänzten Amphibien spricht sich Götte¹⁾ in seinem grossen Werk über die Unke aus. Auch Götte kennt einen Axenstrang; für ihn ist dieser Name aber nur ein Ausdruck für den noch ungesonderten axialen Theil des mittleren Keimblatts; aus ihm bildet sich die Chorda; auch der mittlere Theil des oberen Keimblatts verdickt sich und wird von Goette als Axenplatte bezeichnet; sie ist die ausschliessliche Anlage des Centralnervensystems. Axenstrang + Axenplatte im Sinne Götte's würden dem Axenstrang im Sinne der Anhänger His' entsprechen; Goette spricht sich aber entschieden gegen eine Verschmelzung beider Gebilde aus; während der ersten Entwicklung sei allerdings eine innige Berührung vorhanden, aber auch in diesem Stadium sei die später sehr leicht erkennbare Grenze zu unterscheiden.

Salensky²⁾ findet bei seinen Untersuchungen über die Entwicklung des Störs die Chorda ebenfalls als einen Abkömmling des Mesoderms und lässt sie auf Kosten der axialen Verdickung des Mesoderms entstehen. Balfour³⁾ leitete früher beim Hühnchen ihren Ursprung auch von Mittelblattzellen ab.

Wie schon Eingangs erwähnt, hat sich nun eine bedeutende Opposition gegen die Lehre von der mesodermalen Bildung der Chorda geltend gemacht; den Anstoss zu dieser Bewegung gab Kowalevsky⁴⁾, dessen Name bei Besprechung

1) Götte, Al., Die Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipz. 1875.

2) Salensky, W., Recherches sur le développement du stéret. Archives de Biologie publiées par E. van Beneden et van Bambeke. vol. II. 1881. p. 233-341. 4 Taf.

3) Foster, M. und Balfour, Fr., Grundzüge der Entwicklungsgeschichte der Thiere. Deutsch von Kleinenberg. Leipzig 1876.

4) Kowalevsky, A., Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus. Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg, VII. Série, Tome XI, Nr 4. St. Pétersbourg 1867. 3 Taf.

dieser entwicklungsgeschichtlichen Frage stets in erster Reihe genannt werden wird. Im Jahre 1867 erschien, nach einer 1865 publicirten, russisch geschriebenen, vorläufigen Mittheilung seine epochemachende Abhandlung über die Entwicklungsgeschichte des Amphioxus. Die darin enthaltenen Resultate wurden von Kowalevsky erweitert und theilweise rectificirt in einem in den Schriften der Naturforscher-Gesellschaft zu Kiew enthaltenen Aufsatz, dessen Bedeutung aber erst vollständig gewürdigt werden konnte, als Kowalevsky durch einen deutsch geschriebenen Auszug¹⁾ der russisch abgefassten Arbeit seine Entdeckungen zum Gemeingut der Zoologen machte. Kowalevsky kommt bei seinen Studien am Amphioxus-Embryo zu dem Resultat, dass die Chorda sowie auch die beiden Urwirbel sich durch Faltung und darauf erfolgende Abschnürung des unteren Blattes bilden. Diese den bisher geltenden Ansichten schroff widersprechende Entdeckung musste begreiflicherweise das grösste Erstaunen erregen und eine genaue Nachuntersuchung als sehr wünschenswerth erscheinen lassen. Einer solchen unterzog sich Hatschek²⁾, indem er in der Nähe Messinas mehrere Monate dem Studium der Entwicklungsgeschichte des Amphioxus widmete; es gelang ihm so, die Entwicklung dieses interessanten Thieres lückenlos zu verfolgen und einige neue Beobachtungen zu machen, aber das Hauptresultat der ausführlichen Arbeit ist die vollständige Bestätigung der Kowalevsky'schen Entdeckung von der Bildung der Chorda aus dem Entoderm.

Hatten so diese beiden Forscher bei dem am tiefsten stehenden Wirbelthiere eine Bildungsweise der Chorda sicher gestellt, die dasselbe scheinbar von andern Vertretern des Wirbelthiertypus scharf unterscheiden liess, so dauerte es nicht lange, bis auch bei andern Wirbelthieren eine gleiche Entstehung der Chorda behauptet wurde, und heute liegen uns Arbeiten vor, welche die Chordabildung bei den verschiedensten

1) Kowalevsky, A., Weitere Studien über die Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus nebst einem Beitrag zur Homologie des Nervensystems der Würmer und Wirbelthiere. Arch. f. mikrosk. Anat. 1877 Bd. 13. p. 181 - 204. 2 Taf.

2) Hatschek, B., Studien über Entwicklung des Amphioxus. Arbeiten aus dem zool. Inst. der Univ. Wien. 1881. Tom. IV. 1. Heft. p. 1 - 88. 8 Taf.

Wirbelthierklassen zum Thema haben und Alle in dem Schlussatz zusammentreffen: Die Chorda entsteht aus dem Entoderm.

Die Fische wurden auf diese Frage hin von Calberla, Scott, O. Hertwig und Balfour untersucht, so dass durch Calberla ¹⁾ und Scott ²⁾ die entodermale Bildung der Chorda bei den Petromyzonten nachgewiesen wurde, O. Hertwig ³⁾ das Gleiche bei den Cyclostomen constatirte und Balfour ⁴⁾ die Entwicklung der Chorda aus dem „Hypoblast“ bei den Elasmobranchiern fand. Bei den Amphibien verdanken wir den Nachweis für die entodermale Bildungsweise der Chorda Scott, Osborn ⁵⁾, Bambeke ⁶⁾, O. Hertwig ⁷⁾ und Calberla ⁸⁾; an Eidechsen-Embryonen angestellte Untersuchungen lieferten Balfour ⁹⁾ und Strahl ¹⁰⁾ den Beweis des gleichen Bildungsmodus

1) Calberla, Zur Entwicklung des Medullarrohrs und der Chorda dorsalis der Teleostier und Petromyzonten. Morph. Jahrb. 1877. Bd. III p. 226—266. 2 Taf.

2) Scott, W. B., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten. Morph. Jahrb. 1882. Bd. VII. p. 101—172. 5 Taf.

3) Hertwig, O., Die Entwicklung des mittlern Keimblatts der Wirbelthiere. Jena 1883. Mit 9 Taf. und

Ueber die Entwicklung des mittleren Keimblatts der Wirbelthiere. Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft 1880. p. 110—113.

4) Balfour, F. M., A Monograph on the development of Elasmobranch Fishes. London 1878.

5) Scott, W. B. and Osborn, H. F., On some points in the early development of the common newt. Quarterly Journ. of microsc. science. 1879. Vol. XIX. p. 449—475. 2 Taf.

6) Bambeke, Ch. van, Formation des feuilletts embryonnaires et de la notocorde chez les Urodèles. Communication préliminaire. Bulletins de l'académie royale des sciences de Belgique. 1880. 49. Jahrg. 2. Serie, Tome 50.

7) O. Hertwig, im oben citirten Aufsatz.

8) Calberla, im oben citirten Aufsatz.

9) Balfour, F. M., On the early development of the Lacertilia, together with some observations on the nature and relations of the primitive streak. Quarterly journal of microsc. science. 1879. Vol. XIX. p. 421—430. 1 Taf.

10) Strahl, Beiträge zur Entwicklung von *Lacerta agilis*. Arch. f. Anatomie u. Physiologie 1882, Anat. Abtheil. (nach O. Hertwig citirt).

der Chorda, Gerlach¹⁾ und Balfour²⁾ constatirten eine Uebereinstimmung der Vögel mit den niederen Wirbelthierklassen in dieser Frage durch eine erneute Untersuchung des Hühnchens und für die diesbezüglichen Verhältnisse bei den Säugethieren sind die Untersuchungen Hensen's³⁾ und Balfour's⁴⁾ massgebend.

Da ich später Gelegenheit haben werde, auf diese letzt-erwähnten Arbeiten zurückzukommen, so verzichte ich jetzt näher auf dieselben einzugehen und möchte nur nochmals als Uebereinstimmungspunct aller dieser Untersuchungen hervorheben, dass nach denselben die Chorda sich aus dem Entoderm entwickelt und dass, so lange die Chorda sich noch nicht als Strang abgeschnürt hat, die embryonale Anlage in der Mitte stets blos zweiblättrig ist.

Angeregt durch die Thatsache, dass in einem so wichtigen Punct, wie es die erste Anlage der Chorda ist, die Ansichten der Embryologen so weit auseinander gehen, habe ich es versucht, mich auch über diese Frage zu orientiren und einen kleinen Beitrag zur Genese der Chorda zu liefern, indem ich eine nochmalige Untersuchung schon untersuchter Thiere auch dann für berechtigt hielt, wenn mich meine Beobachtungen zu gleichem Resultate führten, wie sie O. Hertwig, Scott, Osborn und Bambeke erhalten haben, deren Arbeiten hier speciell in Betracht kommen. Als Untersuchungsobject dienten mir die Embryonen des Axolotl (*Siredon pisciformis* Shaw), und habe ich meine Beobachtungen sowohl an frischem Material angestellt, als auch an Schnittserien, welche mir theils aus früherer Zeit zu Gebote standen, theils von mir selbst angefertigt wurden. Die Embryonen wurden zur weiteren Behandlung vom ersten

1) Gerlach, L., Ueber die entodermale Entstehungsweise der Chorda dorsalis. Biologisches Centralblatt, Bd. I.

2) Balfour, F. M., A Treatise on comparative embryologie. Vol. II. London 1881. und

Balfour, F. M. and Deighton, F., A renewed study of the germinal layers of the chick. Quarterly journal of microscopical science. 1882. Vol. XXII. p. 176—188. 3 Taf.

3) Hensen, V., Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens. Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1876. I. Bd. p. 213—273. 5 Taf.

4) Balfour, F. M., A treatise on comparative embryologie Vol. II.

Tag an alle zwölf Stunden in die Härteflüssigkeit eingelegt; die Entwicklung ging, veranlasst durch die ungewöhnlich hohe Temperatur in diesen Tagen, auffallend rasch vor sich, so dass schon am elften Tage die äusseren Kiemen sichtbar waren. Je nachdem übrigens die Eier mehr oder weniger tief sich im Wasser befanden, war die Entwicklung wegen der verschiedenen Temperatur des Wassers auch eine etwas verschiedene; da auf diese Weise die gleichzeitig gelegten Eier sich doch immer auf einer etwas verschiedenen Entwicklungsstufe befanden, genügte es auch, bloss alle zwölf Stunden Embryonen einzulegen, was bei einer ganz gleichmässigen Entwicklung sämtlicher Eier zu einem Uebersehen wichtiger, rasch ablaufender embryonaler Vorgänge hätte führen müssen. Die Herauslösung der Eier aus der umhüllenden Gallerte ging in den ersten Tagen sehr leicht, die Eier wurden dann theils in Picrinschwefelsäure, theils in 0,5% Chromsäure gehärtet. Vom vierten Tag an stiess die Entfernung der Gallerthüllen und die Blosslegung der Embryonen auf grössere Schwierigkeiten und führte sehr oft zu einer Zerstörung des Embryos; das embryonale Gewebe scheint in dieser Zeit so zart zu sein, dass es den geringsten Druck, der bei der Durchschneidung der Gallerthüllen nicht vermieden werden kann, nicht erträgt; in einem späteren Stadium gelingt die Blosslegung der Embryonen wieder weit leichter. Um den bei dieser Weise der Präparation entstehenden bedeutenden Materialverlust zu vermeiden, habe ich die von O. Hertwig (l. c. p. 6) empfohlene Methode angewandt, indem ich die Embryonen mit sammt der sie umhüllenden Gallerte in 0,5 Chromsäure brachte, die auf 30 ccm 2 Tropfen cr. Essigsäure erhielt; nach 10—12 stündiger Einwirkung liessen sich die Embryonen auf das leichteste und ohne im Geringsten Schaden zu nehmen aus der Gallerte herauslösen. Nach Entfernung der Chromsäure mit 35% Alcohol wurden die Embryonen mit Boraxcarmin gefärbt und auf die gewöhnliche Weise weiter behandelt.

Bevor ich auf die durch Schnitte gewonnenen Bilder zu sprechen komme, will ich die sich äusserlich und bei makroskopischer Betrachtung geltend machenden Veränderungen, die der Embryo in den ersten Tagen erleidet, kurz erwähnen. Eine ganz genaue Beschreibung der Form und des Aussehens der Embryonen in der ersten Entwicklungszeit brauche ich nicht zu geben, da van Bambeke diese Verhältnisse sowohl, als auch

die gallertigen Umhüllungshäute des Eies ebenfalls am Axolotl einer genauen Beobachtung unterworfen hat¹⁾, so dass ich nur im Stande bin unter Hinweis auf seine Arbeit und die derselben beigefügten Abbildungen seine Beobachtungen zu bestätigen.

Der animale und vegetative Pol sind am abgefurchten sphärischen Ei sehr deutlich zu unterscheiden, indem der animale Pol, wie es auch O. Hertwig vom Frosch- und Tritonei angiebt, dunkel pigmentirt ist, während der vegetative Pol farblos erscheint; da letzterer schwerer ist, so drehen sich die Eier im Wasser stets so, dass sie dem Beschauer den dunklen animalen Pol zukehren. Der Beginn der Gastrulation documentirt sich äusserlich durch das Auftreten einer gebogenen dunklen Linie auf der nicht pigmentirten, nach abwärts gekehrten Seite des Eies, etwas seitwärts vom vegetativen Pol; wenn die Gastrulation abgelaufen ist, hat sich die gebogene Linie zu einem Kreis geschlossen und umschliesst einen hellen Fleck, den optischen Ausdruck der den Blastoporus verschliessenden noch nicht überwucherten Dottermasse, des sog. Rusconischen Dotterpfropfes. Durch weitere Wucherung wird der Blastoporus spaltförmig und erhält sich lange in dieser Form; ein so baldiges Verschwinden, wie es Bambeke angiebt, konnte ich nicht constatiren. An dieser Stelle sieht man zwei dunkle Linien zusammentreffen; Bambeke giebt an, dass sie eine Zone bilden, die das Ei in zwei Halbkugeln theile, oder auch sich hie und da unter einem Winkel von ungefähr 80° schneiden; ich habe bei den von mir untersuchten Eiern das Letztere gefunden und Bilder erhalten wie die Zeichnung Bambeke's Taf. 12 Fig. 5 und ähnlich Hertwig's Abbildung Taf. I Fig. 5. Als letztere äussere Veränderung am Ei, so lange dasselbe seine Kugelgestalt noch behält, macht sich die Anlage der als seichte Furche vor dem Blastoporus auftretenden Rückenrinne bemerkbar. Nun verändert das Ei seine Gestalt, so dass der Längsdurchmesser den Breitendurchmesser überwiegt und es treten die Medullarwülste auf, welche vor dem Ende der Rückenrinne zusammenwachsen, gegen den Blastoporus hin niedriger werden und verstreuen.

1) Van Bambeke, Ch., Nouvelles recherches sur l'embryologie des Batraciens. I. Enveloppes ovulaires et transformations embryonnaires externes des Urodèles (Tritons et Axolotl) II. Fractionnement de l'oeuf des Batraciens. Archives de Biologie 1880. Tome I. p. 305—380. 4 Taf.

chen; das von ihnen umzogene Feld, die Medullarplatte, wird durch die Rückenrinne in zwei gleiche Hälften getheilt und erhält dadurch, dass die schön geschwungenen Medullarwülste in der Mitte sich einander nähern, die bekannte Leyer ähnliche Gestalt. Wie van Bambeke richtig hervorhebt, ist die Medullarplatte an den Seiten, wo sie von den Medullarwülsten begrenzt wird, stark pigmentirt, in der Mitte dagegen hell. Indem die Medullarwülste sich in der Mitte immer mehr nähern, wird zuerst der von van Bambeke als *sinus rhomboidalis* bezeichnete Theil der Medullarplatte abgegrenzt; hierauf vereinigen sich die Medullarwülste in ihrer ganzen Länge und das Nervenrohr ist somit geschlossen. Ich muss hervorheben, dass ich sogar noch in diesem Stadium den Blastoporus als einen feinen Spalt persistirend gefunden habe, im Gegensatz zu van Bambeke, der ihn schon sehr bald verschwinden lässt und vollständig in Einklang mit der von O. Hertwig Taf. I Fig. 10 gegebenen Abbildung eines Embryo von Triton taeniatus. Die Rückenseite des seitlich comprimierten Embryo erscheint stark convex gewölbt und der Blastoporus ist ziemlich weit auf die Bauchseite gerückt.

Die weiteren äusseren Veränderungen, die von da ab bis zum Ausschlüpfen des jungen Thieres aus der Gallerthülle sich am Embryo vollziehen, haben für uns keine Bedeutung mehr, da zu dieser Zeit die Chorda, um deren Entstehung es sich in vorliegender Arbeit handelt, bereits abgeschnürt ist. Ich gehe deshalb jetzt auf die Beschreibung der Verhältnisse über, welche sich uns darbieten, wenn wir die Embryonen in Quer-, Sagittal- und Frontalschnitte zerlegen. Legt man einen Schnitt durch ein vollständig abgefurchtes Ei (Fig. 1), so zeigt sich, dass die Zellen am animalen Pol kleiner sind, als am vegetativen, ihre Gestalt ist unregelmässig polygonal und sie sind fest zusammengefügt, am freien Rande sind sie stark dunkel pigmentirt, an der dünnsten Stelle beträgt die Dicke der Blastula-Wand immerhin 3 Zellenlagen. Die Abgrenzung gegen den vegetativen Pol hin ist nicht scharf, sondern die Zellen werden allmählig grösser, ihr Pigment verliert sich, statt der polygonalen Gestalt mit scharfen Ecken bekommen sie mehr abgerundete, ovale Formen, wodurch auch das Gefüge gelockert wird, so dass Zwischenräume zwischen den einzelnen Zellen entstehen, und so vollzieht sich ganz allmählig der Uebergang in den in die Furchungshöhle

hineinragenden Dotterkegel; die geräumige Furchungshöhle ist mit geronnenem Gerinnsel gefüllt. Mit dem Beginn der Gastrulation gehen am Ei wichtige Veränderungen vor, zu deren Erkennung man die Schnittmethode anwenden muss. Am Anfang ist der durch die Invagination entstandene Urdarm noch klein und die Furchungshöhle überwiegt, bei fortschreitender Einstülpung jedoch wird sie immer mehr zurückgedrängt und, wenn der Blastoporus eine kreisförmige Gestalt angenommen hat, so ist sie vollständig verschwunden und die Gastrulation ist vollendet.

Fig. 2 zeigt uns einen Frontalschnitt durch eine vollendete Gastrula; der Dotterpfropf R. P., welcher aus grossen unregelmässig polygonalen Zellen besteht, hat sich zwischen die beiden Urmundlippen hineingezwängt; die Ectoderm-Zellen haben eine längliche, Pallissaden ähnliche Gestalt angenommen und sind alternierend in einander gekeilt, an ihrem freien Ende tragen sie Pigment; gegen die Urmundlippen zu wird das Ectoderm mehrschichtig, die Zellen desselben gewinnen statt ihrer länglichen Gestalt mehr oder weniger unregelmässige Formen, das Entoderm geht continuirlich in den Dotter über; ein ganz ähnliches Bild zeigt Fig. 3, wo der Dotterpfropf die Oeffnung des Blastoporus nicht vollständig ausfüllt, sondern etwas zurückgezogen ist; in beiden Schnitten sehen wir, wie von den Urmundlippen her durch starke Einwucherung die Anlage des Mesoderms vor sich geht, bei welchem sich aber noch keine Scheidung in parietales und viscerales Blatt erkennen lässt; zum weiteren Verständniss möge die Abbildung eines Querschnitts Fig. 4 dienen, in welchem sich die Rückenrinne bereits stark bemerklich macht, und der uns über das Verhältniss der im Laufe der Gastrulation entstandenen Keimblätter genügenden Aufschluss gewähren kann. Der ziemlich am hinteren Ende des Embryo durchgelegte Schnitt lehrt auch, dass die Rückenrinne am hinteren Ende tiefer ist und sich nach vorn zu verflacht, wie auch ihre Entstehung von hinten nach vorn vor sich geht. Da wo die Rückenrinne eine Hervorbuchtung der Blätter gegen die Darmhöhle zu bewirkt, finden wir blos zwei Zellenlagen, rechts und links davon dagegen vier; die beiden Zellenlagen in der Medianlinie sind fest verbunden, dagegen die rechts und links davon befindlichen Zellenlagen gegenseitig getrennt; wir haben in diesem Schnitt die drei Keimblätter vor uns, das mittlere bereits in das parietale und viscerales Blatt ge-

spalten. Histologisch zeigen die Zellen der einzelnen Blätter folgende Verschiedenheiten: Die Zellen des einschichtigen Ectoderms sind schmal, lang und säulenförmig, an ihrem freien Ende sehr stark pigmentirt; diese Beschaffenheit der Zellen ist im ganzen Ectoderm gleich; ähnlich diesen Ectodermzellen sind die Entodermzellen an der Stelle beschaffen, an welcher das Entoderm in der Medianlinie dicht dem Ectoderm anliegt; die Zellen sind auch hier säulenförmig und von ungefähr gleicher Höhe wie die Ectodermzellen, jedoch sind ihre Grenzen nicht so scharf, wie die der Ectodermzellen, sondern sie sind von etwas weicherer, abgerundeter Form und lassen sich von den Ectodermzellen leicht durch die grössere Anzahl Dotterblättchen unterscheiden, die ihnen, wie den Ectodermzellen überhaupt, ein so charakteristisches, von den Entodermzellen abweichendes Aussehen geben. Eine ganz andere Gestalt, als an dieser äusserlich durch die Rückenrinne bezeichneten Medianlinie, besitzen die Entodermzellen seitlich von dieser Stelle; rechts und links ziehen von den säulenförmigen Entodermzellen an ovale, locker verbundene Zellen in einfacher Lage zum Dotter, der aus grossen unregelmässig geformten Zellen bestehend sich in den Urdarm vorwölbt, und gehen in diesen über. Zwischen dieser Entodermschicht und dem Ectoderm finden sich, wie schon erwähnt, die beiden Mesodermblätter, die aus locker gefügten polygonalen Zellen bestehen und sich als zwei noch nicht von einander getrennte Lagen über die grössere Hälfte des Eies ausgedehnt haben und zwischen Ectoderm und Entoderm resp. Dotter sich hineinschieben. Dieser Schnitt lehrt uns also zweierlei: 1) rechts und links von der durch die Rückenrinne bezeichneten Axe befindet sich die Mesodermanlage als ein in zwei Blätter geschiedener Zellenstreifen, zwischen denen eine Höhlung hier allerdings noch nicht bemerklich ist, der überall scharf von Ectoderm und Entoderm getrennt erscheint, 2) aber selbst auch im Verlauf der Rückenrinne durch einen Theil des Entoderms geschieden ist, so dass der Embryo an dieser Stelle nur aus zwei Keimblättern besteht. Diese Stelle bedarf nun noch einer genaueren Erwähnung und Beschreibung, da sie ein sehr wichtiger, aber auch eben so strittiger Punct ist. Sämmtliche Keimblätter berühren sich hier eng, der durch säulenförmige Zellen ausgezeichnete Theil des Entoderms hängt am Ectoderm, seitlich stossen die beiden Mesodermplatten an, von unten her setzt sich der polyedrische Zellen besitzende Theil des Entoderms

an. Der bequemerer Bezeichnung wegen will ich für die beiden differenten Entodermtheile die Hertwig'schen Namen Chordaentoblast (l'hypoblast invaginé Bambeke, invagination hypoblast Scott and Osborn) und Darmentoblast (l'hypoblast vitellin Bambeke, Yolk hypoblast Scott and Osborn) einführen, ohne jedoch hiedurch mich den Gründen anzuschliessen, die Hertwig zu der Wahl dieser Namen bewogen haben. Die Frage ist nun die: Hängt der Chordaentoblast direct mit dem Darmentoblast zusammen oder mit dem Mesoblast? Scott, Osborn und Bambeke vertreten die erstere Ansicht auf Grund ihrer Untersuchungen über Triton und Axolotl, O. Hertwig dagegen hat beim Embryo des Triton taeniatus und Rana temporaria gefunden, dass die eine Mesodermlage in den Chordaentoblast, die andere in den Darmentoblast übergeht. Wie ich die Verhältnisse beobachten konnte, muss ich mich den beiden englischen Forschern und Bambeke anschliessen und kann mir nur schwer vorstellen, dass bei den von Hertwig untersuchten Objecten sich ein anderer Entwicklungsmodus geltend machen sollte, um so mehr, da Scott und Osborn durch Untersuchungen am gleichen Object wie Hertwig zu einem mit meinem Resultate übereinstimmenden Resultat gekommen sind. Ich sah den Darmentoblast direct in den Chordaentoblast übergehen, während ich trotz des engen Anschlusses des Mesoderms an dieser Stelle nichts bemerken konnte, was veranlassen könnte, den Chordaentoblast als die Fortsetzung des parietalen Mesoblaststreifens zu deuten. Hertwig bildet als Beweis für seine Ansicht einen Schnitt ab, in welchem durch das Messer eine Verbindung der einzelnen Blätter gelöst ist, und in welchem allerdings die Continuität zwischen Chordaentoblast und Darmentoblast unterbrochen ist, während Chordaentoblast und das parietale Blatt des Mesoblasts an einander schliessen. Ich kann mich trotzdem nicht entschliessen dies als Richtigkeitsbeweis der Hertwig'schen Ansicht gelten zu lassen; ich habe allerdings auch solche Schnitte erhalten, aber auch solche, in denen die Mesodermblätter sich nicht mit dem Chordaentoblast in Berührung finden. Als Erklärung hiefür möchte ich den festen Anschluss des Chordaentoblasts an das Ectoderm anführen; dieser Anschluss übertrifft sicher an Innigkeit die Verbindungen der andern Keimblätter an dieser Stelle; tritt nun eine mechanische Loslösung der einzelnen Zellschichten ein, so wird der Chordaentoblast eher seine lockeren Verbindun-

gen aufgeben als die feste, die er mit dem Ectoblast eingegangen hat; es wird sich also bald der Darmentoblast, bald das Mesoderm loslösen und werden so die verschiedensten Bilder erhalten. Auch halte ich die Abbildung, auf die Hertwig sich beruft, (Taf III., Fig. 2) nicht für so beweiskräftig als Hertwig; da auf der rechten Seite des Schnittes das parietale Mesodermblatt Me^2 mit dem Chordaentoblast Enc in Verbindung geblieben ist, während das viscerales Blatt Me^1 und der Darmentoblast End durch einen Spalt von Me^2 und Enc getrennt sind, so findet Hertwig dies als einen Beweis für seine Ansicht, dass Chordaentoblast und parietales Blatt, sowie Darmentoblast und viscerales Blatt in einander übergehen, indem sich an diesem Schnitt durch die künstliche Trennung besser die zusammengehörigen Zellenlagen erkennen liessen. Dieser Auffassung mich anzuschliessen hindert mich eine Zelle, welche fest am Chordaentoblast angeheftet ist, ihrer Form und Richtung nach jedoch nicht als Chordaentoblastzelle, sondern als Darmentoblastzelle erscheint, und von der nächsten Darmentoblastzelle auch nur durch einen kleinen Spalt getrennt ist; hätte nun dieser Spalt in der That eine Trennung hervorgerufen, wie sie dem natürlichen Verhältniss der Zellenlagen zu einander entspricht, so hätte diese Zelle mit dem Darmentoblast in Verbindung bleiben müssen, statt am Chordaentoblast hängen zu bleiben, der ja zu dem Darmentoblast in gar keinen näheren Beziehungen stehen soll. Da dies jedoch, wie die Abbildung zeigt, nicht der Fall ist, so scheint mir der Spalt eine Trennung hervorgerufen zu haben, die nicht der Ausdruck thatsächlicher Verhältnisse ist, da durch ihn die Elemente des Darmentoblasts selbst von einander gerissen sind, und die am Chordaentoblast hängengebliebene Zelle beweist, dass sie inniger mit dem Chordaentoblast in Verbindung war, als selbst mit ihrer benachbarten Darmentoblastschwesterzelle; denken wir uns an der Figur den Darmentoblast End und das viscerales Blatt Me^1 der rechten Seite so weit nach links verschoben, dass der schon erwähnte Spalt verschwindet, so schliesst sich das Darmentoderm an die besprochene am Chordaentoblast hängende Zelle an, ferner grenzt dann aber auch die letzte, auf der Figur an den Spalt stossende Zelle des visceralen Blatts Me^1 an eine, an den Chordaentoblast geschmiegte, unter der letzten Zelle des parietalen Blatts Me^2 gelegene Zelle und hierdurch halte ich die Verbindung zwischen parietalem und visceralem Blatt für her-

gestellt. Wenn Hertwig nun für die beiden verschiedenen Entoblasttheile die schon vorher erwähnten Namen Chordaentoblast und Darmentoblast gewählt hat, so sind diese Namen sicher aus dem Grunde zu acceptiren, da sie gleich andeuten, was aus den beiden Theilen wird und das Bedürfniss sich geltend macht, bei der Beschreibung dieser beiden histologisch verschiedenen Entoderm-Theile sie mit einem kurzen Ausdruck bezeichnen zu können; wenn aber Hertwig (l. c. 108 ff.) in der Natur des Chordaentoblasts selbst eine Berechtigung zu diesem Namen findet, da „das Zellenmaterial, aus welchem sich die Chorda anlegt, streng genommen weder zum Mesoblast noch zum Entoblast zu rechnen ist, sondern wegen der eigenthümlichen Beziehungen, die es zum Mesoblast und Darmentoblast zeigt, eine besondere Stellung einnimmt und daher durch einen besonderen Namen in seiner Eigenart unterschieden werden muss,“ so glaube ich diesen Gründen widersprechen zu müssen, da die eigenthümlichen Beziehungen zum Mesoblast bloß darin bestehen, dass der Mesoblast an dieser Stelle sich fest anlegt, während der Darmentoblast und Chordaentoblast direct in einander übergehen, die Chorda also eine rein entodermale Anlage ist. Scott, Osborn und Bambeke haben dem Bedürfniss, den Chorda bildenden Theil des Entoderms durch einen besonderen Namen auszuzeichnen dadurch genügt, dass sie die den Darm von oben begrenzenden Zellen als „invagination hypoblast“ dem „yolk hypoblast“ gegenübersetzen, worunter Scott und Osborn die oberste Schicht des Dotters verstehen, die sich vom eigentlichen Dotter unterscheiden soll, während Bambeke die ganze Dottermasse mit diesem Namen begreift, da er keinen Unterschied dieser Schicht vom übrigen Dotter entdecken kann und deshalb die Berechtigung eines speciellen Namens für dieselbe bestreitet (p. 88). Ich schliesse mich in dieser Frage vollständig O. Hertwig an, wenn er diese Eintheilung als keine glückliche betrachtet, da bei der Gastrulation die ganze Dottermasse, nicht bloß der „invagination Hypoblast“ eingestülpt wird, und die ganze Dottermasse bloß als ein Bestandtheil des Entoderms zu betrachten ist.

Schnitt 4 entstammt einem Embryo, der auf dem Bambeke'schen Stadium IV steht, wo noch nichts von einer Anlage der Medullarwülste zu sehen ist; die Anlage derselben sowie die Veränderung des Chordaentoblasts zu dieser Zeit mögen uns die Figuren 5 und 6 zeigen. Das Ectoderm hat in histologischer

Beziehung eine Veränderung erlitten; während es vor der Anlage der Medullarwülste durchaus eine einschichtige aus säulenförmigen Zellen bestehende Zellschicht darstellte, haben die Zellen jetzt bloß noch da, wo sich die Medullarwülste erheben, also im Bereich der Medullarplatte, sich die längliche Gestalt bewahrt, ja dieselbe noch mehr ausgeprägt, indem sie nicht durchgängig an der obern und untern Seite die gleiche Breite besitzen, sondern hie und da spitz zulaufen und dann alternirend sich in einander schieben, so dass man durch die in verschiedener Höhe liegenden Kerne getäuscht ein doppelschichtiges Ectoderm zu sehen glaubt. Im übrigen Umkreise des Eies haben die Ectodermzellen eine cubische Gestalt angenommen und die Zellschicht ist in der That, wenn auch nicht durchgängig, so doch zum grossen Theile mehrschichtig. Da, wo das cubische Ectoderm zur Bildung der Medullarwülste emporsteigt, findet sich die zweite Ectodermzellenlage als längliche Zellen an die cubischen Zellen angelegt; weiter nach hinten besteht dann das Ectoderm aus zwei Schichten, die gleich grosse cubische Zellen enthalten. Die Bildung des Medullarrohrs geschieht in der Weise, dass die seitlichen Theile der aus Cylinderzellen bestehenden Medullarplatte sich emporwölben und hiedurch mit dem aus cubischen Zellen bestehendem „Hornblatt“ eine Falte bilden, während der dem Chordaentoblast aufliegende Theil der Medullarplatte seine Lage beibehält; indem die Falte immer weiter eindringt, dabei sich übrigens auch das Hornblatt der Medullarplatte eng anschmiegt, so dass kein Zwischenraum zwischen beiden zu erkennen ist, nähern sich die beiden vom Hornblatt überdachten einander entgegen ragenden Hörner der Medullarrohranlage immer mehr, bis sie sich treffen und hiedurch das Rohr zum Verschluss gelangt; dann vereinigt sich auch das Hornblatt, indem es sich von der Medullarrohranlage, dem Sinnesblatt, abhebt und das Ectoderm hat eine Trennung in zwei Blätter erfahren.

Zu gleicher Zeit erleidet der Chordaentoblast wichtige Veränderungen, die zu einer Losschnürung desselben und somit zur Bildung der Chorda als distinctes Organ führen. Die Rückenrinne verschwindet allmählig, je mehr sich die Medullarwülste ausbilden und das erste Anzeichen der Chordabildung besteht in einer Ausbuchtung des Chordaentoblasts gegen die Medullarplatte zu, unter welcher er vorher als flacher Streif hinlief; hie-

bei tritt eine immer deutlichere Unterscheidung der den verschiedenen Theilen des Entoderms angehörigen Zellen ein, indem die Darmentoblastzellen, je näher sie dem Chordaentoblast liegen, um so mehr ihre unregelmässige Gestalt aufgeben und dafür schmal und lang werden, um im Chordaentoblast selbst die Form von Keilen anzunehmen, deren breites Ende dem Ectoderm der Medullarplatte anliegt und die mit ihren verschmälerten Enden radiär gegen einander gerichtet sind; die beiden Seiten der Ausbuchtung nähern sich in der Folge immer mehr, so dass sich eine Rinne bildet, deren Oeffnung dem Darmraum zugekehrt ist; allmählich verschwindet das Lumen dieser Rinne durch festes Aneinanderlegen der beiden Seiten und die Chorda ist ein solider Strang geworden, der einen länglichen Durchschnitt hat und noch in Verbindung mit dem Darmentoblast steht, aber bereits von der Begrenzung des Darmraumes ausgeschlossen ist, indem die Darmentoblastzellen unter ihm zusammengewachsen sind und so die ausschliessliche Begrenzung des Darmes übernommen haben; sehr bald trennt sich die Chorda auch von den Darmentoblastzellen, nimmt auf dem Durchschnitt eine runde Gestalt an und ist somit ein nach allen Seiten scharf abgegrenztes Organ des Embryo geworden. Zur Veranschaulichung der letzt geschilderten Verhältnisse sind in der Figur 7 und 8 zwei Schnitte zur Abbildung gelangt; in 7 ist die Chorda noch mit ihrem unteren Ende in das Darmdrüsenblatt eingesenkt, während sie in Fig. 8 allseitig abgegrenzt ist, in beiden Figuren ist das Nervenrohr vollständig geschlossen und das Mesoderm in parietales und viscerales Blatt unterschieden. Die weiteren Veränderungen, die die Chorda dann noch erleidet, sind histologischer Art, indem die Zellen ihre deutlichen Grenzen verlieren und statt ihrer keilförmigen Gestalt eine polygonale Gestalt annehmen. Bamberke giebt an, dass die kreisförmig gestellten Zellen eine centrale Höhle umschliessen; leider war es mir nicht möglich über dieses Verhältniss vollständig klar zu werden; auf 5 hinter einander folgenden Schnitten, zu denen der Fig. 7 abgebildete gehört, konnte ich allerdings eine Höhlung im Innern der Chorda constatiren, traue mir aber nicht zu entscheiden, ob dies eine natürliche centrale Höhlung oder ein Kunstprodukt ist.

Die Art und Weise, wie sich die Chorda beim Axolotl absehnürt, gleicht den nach den Untersuchungen Scotts, Osborns und Hertwigs beim Triton vorliegenden Verhältnissen: die

Chorda bildet sich durch Ausfaltung des Entoderms und löst sich von demselben ab, indem sie durch zwei Spalten von demselben getrennt wird; die beiden seitlichen Theile des Entoderms wachsen unter der Chorda zusammen und die Continuität des durch die Abschnürung der Chorda getheilten Darmdrüsenblatts ist wieder hergestellt. Diese Bildungsweise der Chorda ist eine einfachere Form, als wir sie bei anderen Thieren finden; denn bei Fröschen, Elasmobranchiern, Lacerta und dem Hühnchen wird nach Angabe der betr. Forscher nicht die ganze Ausbuchtung des Entoderms zur Anlage der Chorda verwendet, sondern eine sehr dünne Schicht bleibt bei der Losschnürung der Chorda mit dem Darmdrüsenblatt in Zusammenhang, so dass keine Continuitätstrennung dieses Blattes statt findet, und die Chorda als solche zu keiner Zeit an der Begrenzung des Darmraumes Theil nimmt.

Recapituliren wir kurz die Genese der Chorda beim Axolotl, so lässt sich dies mit den Worten thun: Die Chorda des Axolotl ist eine rein entodermale Bildung und entsteht durch Abschnürung aus dem Entoderm. Der Axolotl stimmt also hierin mit den übrigen Amphibien und andern Wirbelthieren überein, bei denen nach den neueren Untersuchungen die Chorda eine gleiche Bildungsweise hat; im Vergleich zum Amphioxus ist auch bei ihm die Entwicklung zusammengedrängter; während beim Amphioxus das Mesoderm nach Ablauf der Gastrulation zugleich mit der Chorda in Gestalt zweier Säckchen sich vom Entoderm losschnürt, hat beim Axolotl, gleich wie bei den übrigen höheren Wirbelthieren, die Bildung des Mesoderms eine heterochronische Verschiebung in der Art erfahren, dass das Mesoderm sich als zwei solide Streifen anlegt, während die Gastrulation noch gar nicht abgelaufen ist; das Verhältniss der entstehenden Chorda zu den drei Keimblättern ist deshalb auch beim Axolotl wie bei allen über dem Amphioxus stehenden Wirbelthieren schwieriger zu erkennen als bei diesem, da sich wichtige Bildungsvorgänge auf gleiche und kurze Zeit zusammendrängen.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Selenka für die grosse Freundlichkeit, mit welcher er mir das Material überliess, sowie mir stets rathend zur Seite stand, meinen herzlichsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Tafelerklärung.

Für sämtliche Figuren gelten folgende Bezeichnungen.

F. Furchungshöhle.

a. P. animaler Pol.

v. P. vegetativer Pol.

R. P. Rusconischer Pfropf.

Bl. Blastoporus.

D. Dotter.

En. Entoderm.

Ek. Ektoderm.

End. Darmentoblast.

a. Me. äusseres Mesodermblatt.

i. Me. inneres Mesodermblatt.

c. Enterocoel.

R. Rückenrinne.

M. P. Medullarplatte.

M. W. Medullarwülste.

Ch. Chorda und ihre Anlage.

N. Nervenrohr.

d. Darm.

Fig. 1. Durchschnitt durch die Blastula. Seibert I, Oberhäuser'sches Zeichenprisma; um die Hälfte verkleinert.

Fig. 2. Frontalschnitt durch ein in der Gastrulation begriffenes Ei; der weite Blastoporus ist vollständig vom Rusconi'schen Propf versperrt. Seibert I, Oberhäuser. Um ein Drittel verkleinert.

Fig. 3. Frontalschnitt durch ein weiter entwickeltes Ei; der Blastoporus ist enger geworden und ist nicht mehr vollständig vom Rusconi'schen Pfropf verschlossen. Seibert I, Oberhäuser.

Fig. 4. Querschnitt durch einen Embryo mit Rückenrinne, ziemlich weit hinten. Seibert I, Oberhäuser.

Fig. 5. Querschnitt durch einen Embryo, bei welchem die Medullarwülste sich anzulegen beginnen. Erstes Anzeichen

einer Abfaltung der Chorda vom Entoderm. Seibert II, Oberhäuser; um ein Drittel verkleinert.

Fig. 6. Etwas weiteres Stadium als Fig. 5. Die Medullarwülste nähern sich einander. Die beiden Blätter des Mesoblasts sind auseinander gewichen und das Enterocoel wird zwischen ihnen sichtbar. Seibert III, periskop. Ocular I; um die Hälfte verkleinert.

Fig. 7. Querschnitt durch einen älteren Embryo; die Medullarwülste haben sich zur Bildung des Nervenrohrs vereinigt und die Chorda ist von der Begrenzung des Darmes ausgeschlossen, jedoch mit dem Entoderm noch in Verbindung; in der Mitte zeigt sie eine Höhlung. Seibert II, Oberhäuser.

Fig. 8. Etwas weiteres Stadium als Fig. 7. Die nun kreisrunde Chorda ist vollständig abgeschnürt. Seibert II, Oberhäuser.

Fig 1.

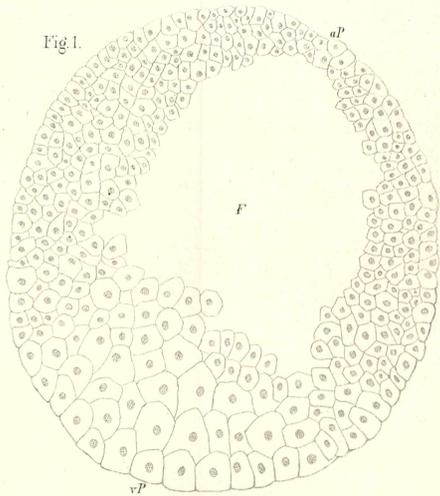


Fig 2.

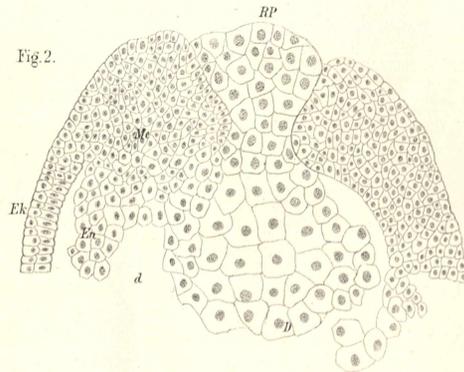


Fig 6.

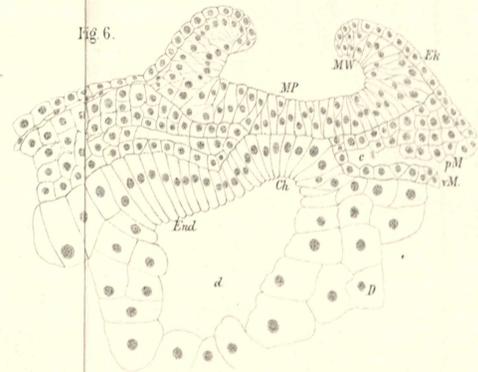


Fig 3.

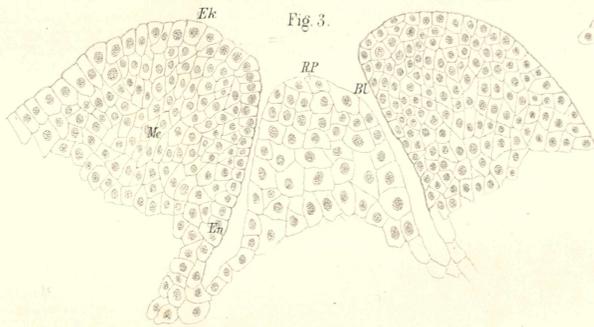


Fig 5.

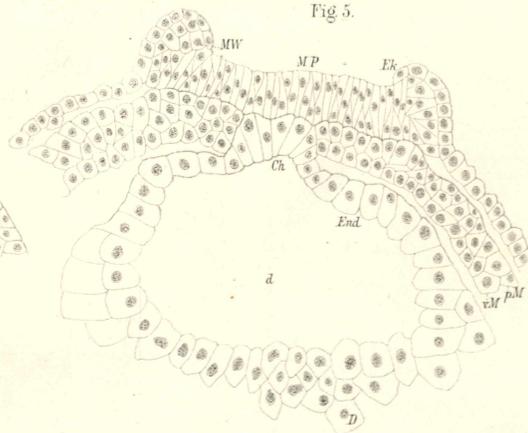


Fig 7.

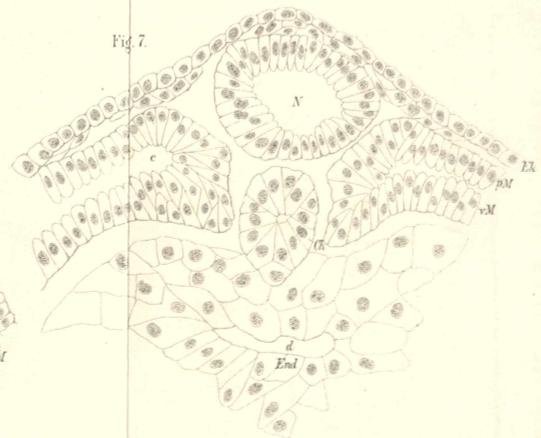


Fig 4.

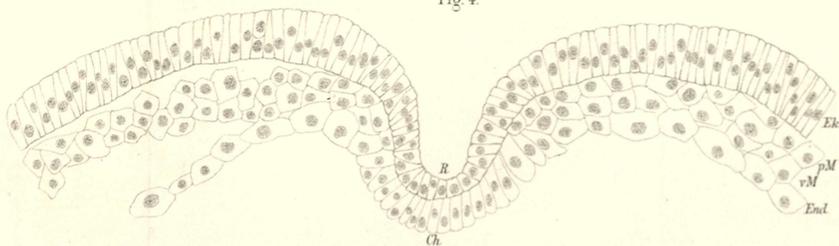
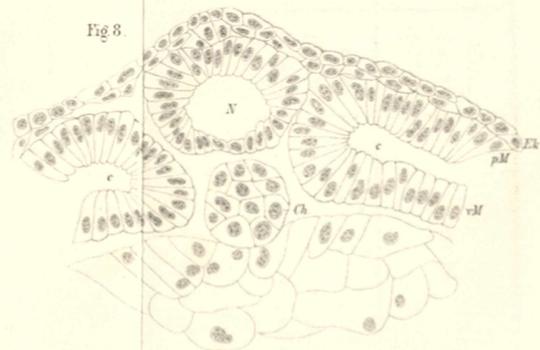


Fig 8.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1881-1884

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Lampert Kurt

Artikel/Article: [Zur Genese der Chorda dorsalis beim Axolotl. 37-57](#)