© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Entwicklung der Wirbelsäule der Dipnoi.

Vierte Abhandlung über die Entwicklung der Wirbelsäule.

Von

C. Hasse.

(Aus der anatomischen Anstalt zu Breslau.)

Mit Tafel XXII.

Die Wirbelsäule der Dipnoi ist nicht gerade häufig auf ihren Bau und überaus selten auf ihre Entwicklung hin untersucht worden. Es ist das nicht wunderbar, weil das Material selbst an erwachsenen Thieren nicht leicht zu beschaffen ist und lückenlose Entwicklungsreihen sowohl des Protopterus, wie des Ceratodus bisher völlig unerreichbar waren und für die nächste Zukunft leider auch wohl sein werden. Die Überschrift dieser Abhandlung klingt desswegen einigermaßen anmaßend, denn wenn es mir auch durch das Entgegenkommen des mir befreundeten Kollegen Wiedersheim gelang, außer Erwachsenen auch einige junge Protopteri von 12½ cm Länge angefangen zu untersuchen, so fehlten doch gerade die jüngeren beweisenden und Ausschlag gebenden Entwicklungsstufen vollkommen. Dennoch wage ich es, meine Befunde zu veröffentlichen einmal, weil ich voraussehe, dass mir für die nächste Zukunft das Material zur Ausfüllung der Lücken nicht zu Gebote stehen wird, und dann, weil ich auf Grund meiner bisherigen Untersuchungen annehmen darf, dass der Mangel an frühzeitigem Entwicklungsmaterial die Schlussfolgerungen, welche ich aus der Beobachtung der Verhältnisse späterer Entwicklungsstufen ziehe, nicht zu vernichten vermag. Ich halte mich überzeugt, dass es trotz fehlender Beobachtungen möglich ist, sich den wirklichen Gang der Entwicklung klar zu machen. Immerhin bin ich mir der Schwäche meiner kommenden Ausführungen recht wohl bewusst; möge ein günstiges Geschick einen Forscher recht bald in den Stand setzen an der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Hand der Thatsachen das Folgende als richtig oder unrichtig zu erweisen.

Während Owen[1], Hyrtl[2] und Peters[3] nur unvollkommene Angaben über die Chordascheide als einer ligamentösen Hülle machen, behauptet bereits vor ihnen Bischoff[4], dass Knorpelkörperchen in der Scheide vorhanden seien. Diese leugnet namentlich Owen und behauptet, die Scheide sei der der Störe und Cyclostomen gleich. Gegenbaur[5] ist dann meines Wissens der Erste, welcher sich in eingehender Weise mit dem Bau der Wirbelsäule der Dipnoi beschäftigte. Er stellte seine Untersuchungen an Lepidosiren annectens an und fand Folgendes:

Die Chordascheide hat im Grunde denselben Bau wie bei den Selachiern und Chimären. Die äußere Abgrenzung bildet eine elastische Membran (Elastica externa). Sie ist kontinuirlich, auch an der Ansatzstelle der Bogen nicht unterbrochen. Die Hauptmasse der Chordascheide besteht aus koncentrisch geschichteten Fasern, welche in den inneren Lagen dichter gefügt sind, gegen die Peripherie hin dagegen spärlicher vorkommen. Hier ist die Substanz mehr homogen, und man könnte sie hier faserknorpelig nennen, während nach innen mehr die bindegewebige Beschaffenheit hervortritt. Der zweite Bestandtheil sind die Zellen, welche oval oder auch länger gestreckt in scharf abgegrenzten Hohlräumen der Intercellularsubstanz eingebettet sind. Nach innen von der Chordascheide befindet sich eine feine, elastische Membran (Elastica interna), vorzüglich aus Ringfasern gebildet, welche sich schwer von der Faserhaut der Chorda trennen lässt. Hin und wieder gehen die Fasern der letzteren in diese anscheinend elastische Lamelle über. Was die Chorda betrifft, so nehmen deren Hohlräume von dem Centrum zur Peripherie ab und hier findet sich eine Lage kleiner Zellen, deren Kerne jedoch mit denen der inneren Zellen gleiche Größe besitzen (Chordaepithel). Diese Zellschicht ist bei Lepidosiren nicht deutlich von dem übrigen Chordagewebe abgetrennt und somit kein selbständiges Epithel.

Wiedersheim[6] unterscheidet an der Chorda eine äußere und eine innere Scheide. Erstere ist strukturlos, glashell, sehr dünn (Elastica externa) und von der inneren scharf abgesetzt. Diese, wenigstens fünf bis sechsmal so dick als jene, besteht aus Faserknorpel, der sowohl eine

[1] Transactions of the linnean society. Vol. XVIII.

[2] Abhandlungen der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.

[3] Archiv für Anatomie und Physiologie. 1845.

[4] Lepidosiren paradoxa. Leipzig 1840.

[5] Über die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus. Jenaische Zeitschr. für Medicin und Naturwissenschaft. Bd. III. 1867.

[6] Das Skelett und Nervensystem von Lepidosiren annectens. Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft. Bd. XIV. 1880.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

koncentrische als eine radiäre Schichtung erkennen lässt. Die namentlich central angeordneten, dicht gelagerten radiären Züge liegen in der Achsenverlängerung der ganz analog ziehenden Chordamassen, ja beide hängen direkt mit einander zusammen. An diesen Stellen des Zusammenhanges sieht man zwischen den im gegenseitigen Austausch stehenden Fasern Zellen eingesprengt, die an die Formelemente des Hyalinknorpels erinnern. Die central liegende Chorda erscheint durch die excessive Entwicklung ihrer Zellmassen in ihrer Ausdehnung wesentlich beschränkt. Ihr Maschensystem geht in radiärer Anordnung von einem dichter geschichteten Centrum aus.

Retzius[1] untersuchte sowohl Protopterus als Ceratodus, und zwar war ersterer ein nicht ausgewachsenes Thier von 25 cm Länge. Die eigentliche Chorda besteht aus hellen, rundlichen Zellen. Das balkig aussehende Gewebe ist gegenüber dem der anderen Fische bedeutend verdickt. In der Peripherie der Chorda sind die Zellen kleiner; körnig protoplasmatische Zellen sah er aber hier nicht, eben so wenig erwähnt er eines besonderen Chordaepithels. Das membranöse Gerüst endet nach außen an einem sehr dünnen, an der Innenfläche unebenen Häutchen (Elastica interna aut.). Nach außen davon folgt die Chordascheide. Dieselbe besteht aus hier und da mit Balken verwebtem, fibrillärem Bindegewebe mit spindelförmigen, ihre ganze Dicke durchsetzenden, zerstreut liegenden Zellen. In den inneren Partien bemerkt man auch einzelne oder bündelweise vorhandene, strahlige Streifen, welche von außen das Aussehen von Fibrillen darbieten. Nach außen von dieser Scheide folgt eine 0,008 mm dicke, glänzende, offenbar elastische Membran, welche stellenweise durchlöchert und sogar zu Bündeln aufgelöst sein kann. Nach außen von dieser Haut findet sich fibrilläres Bindegewebe und in diesem Knorpelpartien, welche mehr oder minder verknöchert sein können. Bei Ceratodus ist die Chordascheide noch viel dicker und die nach außen davon befindliche Membran (Elastica externa aut.) noch mehr unterbrochen. Über den inneren, zellenlosen Theil der Chordascheide will sich Retzius nicht mit Bestimmtheit aussprechen. Es scheint ihm, als ob derselbe bei Protopterus vorhanden wäre.

Noch schärfer als Wiedersheim habe ich[2] den Zusammenhang der Chordascheide mit der Chorda und im Besonderen mit dem Chordaepithel hervorgehoben. Ich glaubte nachweisen zu können, dass die ganze Chordascheide durch Fasern des Chordaepithels und durch Einwandern von Chordaepithelzellen, welche sich durch Lücken der

[1] Einige Beiträge zur Histologie und Histochemie der Chorda dorsalis. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1881.

[2] Beiträge zur allgemeinen Stammesgeschichte der Wirbelthiere. Jena 1883.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Cuticula chordae schieben, entstünde. Daneben findet dann auch in untergeordneter Weise eine Einwanderung des Hyalinknorpels der Bogen durch Lücken der Elastica externa statt, welche unter dem Wachsthumsdruck der Bogen gesprengt sind.

Lvoff[1] untersuchte Protopterus mit einer Körperlänge von 13 cm. Außerdem stand ihm ein Schwanzstück eines Thieres von 25 cm Länge zu Gebote. Die Chorda besteht nach ihm aus eben solchen Zellen, wie bei anderen Fischen. Im Centrum lockert sich das Gewebe und später entsteht hier ein Kanal. An der Peripherie der Chorda befindet sich eine Lage protoplasmatischer Zellen, das Chordaepithel. Diese Zellen sind annähernd würfelförmig, mit deutlichen Kontouren. In jeder Zelle befindet sich ein deutlicher Kern, manchmal zwei Kerne. Von der Oberfläche betrachtet sind sie polygonal. Beim jungen Protopterus wird kein deutlicher Cuticularsaum des Chordaepithels gesehen, dagegen wohl bei den älteren. In der Rumpfregion sind Chordaepithelzellen so wie beschrieben nur dorsal vorhanden, seitlich sind sie abgeplattet und fehlen ventral. Zuweilen sind auch am Schwanze die Chordazellen ventral abgeplattet. Die Chordascheide besteht aus einer gut entwickelten, zellenführenden Faserschicht und aus einer Elastica externa. Die Fasern und Fibrillen sind koncentrisch gelagert und verflechten sich bisweilen. An Schnitten zeigt die Faserschicht eine koncentrische und radiäre Streifung. Die radialen Streifen sind wellenförmig gebogene, koncentrische Fasern. Dieselben sind neben den Insertionsstellen der Bogen stärker entwickelt, als anderswo, eben so am Schwanz stärker, als am Rumpfe. Die Elastica externa ist nicht strukturlos, sondern besteht aus koncentrisch angeordneten, elastischen Fasern. An Schnitten sind in ihr Löcher zu sehen und an den Insertionsstellen der Bogen erscheint sie stark durchbrochen und zeigt sich an diesen Stellen das Hineinwachsen der Knorpelzellen. Die meisten Zellen befinden sich im peripheren Theil der Scheide und hier zeigen dieselben häufige Theilungen, welche beweisen, dass sie von außen eingewandert sind. Je weiter von der Peripherie, desto kleiner wird die Zahl der Zellen und neben der Chorda befinden sich überhaupt keine Zellen. Alle diese Thatsachen sprechen nach ihm dafür, dass die Chordascheide nicht von der Chorda, sondern von dem perichordalen, dem skelettbildenden Gewebe entstanden ist.

Dies die Ansichten über den Bau und über die Entwicklungsverhältnisse der Wirbelsäule der Dipnoi. Nun möge es mir mit Rücksicht

[1] Vergleichend-anatomische Studien über die Chorda und die Chordascheide. Bulletin de la société Imper. des naturalistes de Moscou. 1887.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auf das Kommende noch gestattet sein, einen Überblick über die Anschauungen bezüglich der Stellung der Dipnoi im System zu geben.

Joh. Müller[1] stellt die Dipnoi als den Teleostei, Ganoidei und Elasmobranchi gleichwerthige Abtheilung zu den Fischen. Hyrtl[2] Owen[3] und Gegenbaur[4] thun das Gleiche. Günther[5] vereinigt die Dipnoi mit den Chondropterygi und Ganoidei zu den Palaeichthyes, während Wiedersheim[6] dieselben als eine Abtheilung zwischen die Fische und Amphibien stellt. Schneider[7] geht dagegen noch einen Schritt weiter und sagt, dass die Dipnoi den Amphibiencharakter vollkommen ausgeprägt haben, und somit zu den Amphibien gezählt werden müssen.

Fasse ich nun kurz die Resultate meiner eigenen Forschungen zusammen, so lauten dieselben dahin:

Die Dipnoi sind den Urodelen nächst verwandte Fische und gehören zu denjenigen Wirbelthieren, welche zwischen einer Cuticula chordae und einer Cuticula sceleti eine aus der skelettbildenden Schicht stammende Intercuticularlage haben, wie solches bei den Elasmobranchi und den Urodelen der Fall ist.

Der bisherigen Schilderung der Chorda habe ich nichts Besonderes hinzuzufügen. Während der von mir untersuchten Entwicklungsstadien geht dieselbe ohne die späteren unregelmäßigen Einschnürungen zu zeigen als gleichmäßiger Strang durch die Wirbelsäule. Die Vacuolenwände bilden ein dickes, derbes Maschenwerk und statt eines Funiculus chordae, welcher bei so vielen Fischen, namentlich bei den Elasmobranchiern vorkommt, zeigt sich ein centraler Hohlraum (Fig. 1 *c.c.ch*), der Canalis centralis chordae, welcher bei erwachsenen Thieren fast vollkommen verschwindet.

Die Oberfläche der Rückensaite wird von einem epithelartigen Zelllager, dem Chordaepithel (Fig. *ch.ep*), bedeckt. Dasselbe besteht aus niedrigen, unregelmäßig polygonalen Pflasterzellen (Fig. 3), deren Zellkörper glasklar und durchsichtig, oftmals schwer nachzuweisen sind, während die Kerne groß und fast die ganze Zelle erfüllend erscheinen. Dieselben sind öfter oval, als kugelig. Die Zellen sind überall an der Oberfläche vorhanden (Fig. 1 *ch.ep*), bald etwas mehr, bald etwas weniger abgeplattet. Niemals habe ich dieselben, auch

[1] Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürl. System der Fische. Sitzungsberichte der königl. Akademie der Wissensch. Berlin 1844.

[2] l. c. [3] l. c. [4] l. c.

[5] Catalogue of Fishes in the British Museum. 1870.

[6] Lehrbuch der vergleichenden Anatomie.

[7] Zoologische Beiträge. Bd. II. Breslau 1890.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht am Rumpfe, wie Lvoff will, fehlen sehen, wohl aber zeigt sich, dass die Zellen nicht überall ein zusammenhängendes Lager darstellen, sondern sie weichen häufig aus einander, lassen Zwischenräume zwischen sich (Fig. 5 und 7 *ch.ep*) und in diese schieben dann die Balken des Maschenwerkes der Chorda, um in der gleichen Ebene wie die Zellen mit kegelförmigen Verbreiterungen an der Cuticula chordae zu enden (Fig. 5 und 7 *ch.ep*). Niemals ist es mir nun aber gelungen Übergänge dieser Balken in die weiteren Hüllen der Rückensaite zu sehen, wie das Wiedersheim behauptet, es lässt sich aber nicht unschwer verstehen, wie Wiedersheim zu dieser Annahme kommt. Untersucht man nicht allerfeinste, sondern etwas gröbere und vor Allem ein wenig geschrumpfte Schnitte, oder untersucht man mit Instrumenten, welche nicht mit allen Hilfsmitteln der neuesten Zeit ausgerüstet sind, so hat es in der That oftmals den Anschein als wenn ein vollkommener Zusammenhang, ein Übergang vorhanden sei. Es kostet einige Mühe, die vollkommene Sonderung des Chordaepithels und der dazwischen liegenden Chordabalken von der Cuticula chordae (Elastica interna aut.) nachzuweisen, und ich habe mich dazu der feinsten homogenen Immersionen von Seibert bedienen müssen. Der Zusammenhang wird um so leichter vorgetäuscht, weil die Cuticula chordae bei den Dipnoi einen ganz anderen Charakter trägt, als bei den bisher betrachteten Wirbelthieren.

Die Cuticula chordae (Elastica interna aut.) ist nicht eine feine, das Licht stark brechende Cuticularmembran, sondern, und das ist im höchsten Grade interessant, wie bei den Cyclostomen eine dicke, faserige, das Licht weniger stark brechende Membran (Fig. 4, 5, 6 und 7 *c.ch*). Das Lichtbrechungsvermögen derselben ist fast das gleiche, wie das der alsbald zu schildernden Intercuticularschicht. Alle Forscher, ich selber nicht ausgenommen, haben die Cuticula chordae durchaus falsch gedeutet, und daraus erklären sich dann auch die weiteren Irrthümer in Betreff des genetischen Zusammenhanges der Intercuticularschicht mit der Chorda.

Wiedersheim erwähnt die Cuticula chordae überhaupt nicht, Gegenbaur aber, Retzius, ich selber und Lvoff sprechen von einer feinen Cuticula, und ich zeichne sie dem entsprechend, während die Zeichnungen von Retzius und Lvoff sie nur als eine einfache, feine, innere Grenzlinie der sogenannten Faserschicht der Chorda darstellen, wobei Lvoff ausdrücklich sagt, dass dieser Cuticularsaum bei jüngeren Thieren nicht sichtbar ist, sondern erst bei älteren auftritt. Bei meinen erneuten, eingehenden Untersuchungen habe ich sowohl bei jungen, wie bei alten Thieren, sowohl am Schwanze, wie am Rumpfe diesen feinen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Grenzsaum (Fig. 7 *c.ch*) recht wohl gesehen, allein er stellt keine selbständige Membran dar, sondern ist nichts Anderes als die innere, vielleicht etwas verdichtete, auf jeden Fall leichter färbbare und somit jüngere Grenzmasse der Cuticula chordae gegen die Chorda hin. Es gelingt auf keine Weise dieselbe von der übrigen Masse zu lösen, während das sonst namentlich bei jüngeren Thieren mit der Grenzhaut der Chorda leicht gelingt.

Lange hat es gedauert bis ich über die wirklichen Verhältnisse ins Klare kam, allein es ist jetzt für mich zweifellos, dass das, was Lvoff als zellenlosen Theil seiner Faserscheide der Chorda beschreibt, und was nach ihm durchaus der zellenlosen Lage der Intercuticularschicht einiger Elasmobranchier gleicht, thatsächlich die Cuticula chordae (Elastica interna aut.) ist. Bei schwächeren Vergrößerungen (Fig. 1 und 2 *c.ch*), auf Schnitten, welche nicht die größtmögliche Dünne besitzen, sieht dieselbe wie ein Bestandtheil der Intercuticularschicht aus, ist nicht scharf von derselben getrennt, um so weniger, weil sie mit ihr nahezu gleiches Lichtbrechungsvermögen besitzt und nebenbei dieselbe Anordnung der Elemente zeigt (Fig. 7 *c.ch*, *icsch*). Sie besteht aus koncentrisch geschichteten Fasermassen, welche hier und da von radiärgestellten unterbrochen werden (Fig. 5 *c.ch*). Sie unterscheidet sich nur durch eine geringere Färbbarkeit und erscheint demnach etwas heller (Fig. 1 *c.ch*) als ihre Umgebung. Das ist aber auch Alles. Sieht man nun aber genauer hin, dann findet man, dass (Fig. 4, 5 *c.ch*) sie sich durch einen außerordentlich feinen Grenzsaum von der eigentlichen Intercuticularschicht absetzt und an diesem gelingt denn auch leicht die Isolirung (Fig. 7 *c.ch*). Wird sie isolirt, so haftet sie immer an der Rückensaite und dem Chordaepithel, niemals dagegen an der nächstfolgenden Schicht, und das spricht von vorn herein für die genetische Zusammengehörigkeit mit der Rückensaite.

Jetzt erklärt sich auch der Irrthum, in den Gegenbaur und ich verfallen sind, dass die Intercuticularschicht der Dipnoi von den Chordazellen gebildet werde und dass die letzteren in diese hineinwandern. Wir betrachteten gerade so wie Wiedersheim, Retzius und Lvoff diese Cuticula chordae als zur Intercuticularschicht gehörig. Da es nun unter gewöhnlichen Verhältnissen so aussieht, als ob die Chordamassen mit den Fasermassen der Cuticula zusammenhängen, da ferner die Chordazellen sich (Fig. 4 und 5) oft in muldenförmige Vertiefungen derselben einlagern, so war der Irrthum bei den damals zu Gebote stehenden Hilfsmitteln verzeihlich, ja er wird noch verzeihlicher dadurch, dass es, wenn die Theile im Zusammenhange sind, den Anschein hat, als ob namentlich die radiären Faserzüge der Cuticula chordae sich in die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Intercuticularschicht hinein erstrecken. Thatsächlich stoßen aber die sich entsprechenden Faserzüge nur an einander, allein so überaus innig, dass es erst der sorgfältigen Isolation bedarf (Fig. 7), um sich von der Sonderung der beiden Massen zu überzeugen.

Um die dicke Cuticula chordae ist dann die durch eine starke und bis zum erwachsenen Alter an Stärke zunehmende Cuticula sceleti (Elastica externa aut.) nach außen abgegrenzte Intercuticularschicht gelagert (Fig. *i.c.sch*). Dieselbe ist als ein Faserknorpel in dem Sinne, wie ich denselben in meinem Werke[1] festgestellt habe, zu betrachten. Es handelt sich um koncentrische, von radiären Bündeln durchsetzte Fasermassen (Fig. 7 *i.c.sch*), deren Fibrillen durch eine Kittsubstanz gleichmäßig mit einander verbunden sind. Die Knorpelzellen besitzen dabei keine Kapseln. Diese zeigen ebenfalls koncentrische Anordnung und sind im Centrum mehr abgeplattet (Fig. 4 *i.c.sch*) als an der Peripherie, wo dieselben deutliche Theilungserscheinungen zeigen.

Die Cuticula sceleti (Elastica externa aut.) (Fig. *c.sc*) habe ich immer von homogenem Aussehen gefunden und höchstens im erwachsenen Zustande ist sie, wie Lvoff will, aus koncentrischen Lagen zusammengesetzt. Dieselbe ist wie bei den Elasmobranchiern eine stark entwickelte Cuticularmembran, welche in der dorsalen und ventralen Mittellinie, sowie an den Seiten der Wirbelsäule ohne Unterbrechung über die ganze Länge derselben verläuft, dagegen im Bereiche der Neur- und Haemapophysen, der Bogen (Fig. 1 und 6 *c.sc*) sowohl am Rumpfe, wie am Schwanze deutliche Unterbrechungen zeigt. Diese Durchbrüche sind nicht regelmäßig, sondern unregelmäßig, bald einander genähert, bald entfernt von einander, bald weiter und bald enger. Sie folgen dabei, wenn man sie gruppenweise betrachtet, durchaus regelmäßig auf einander, sie sind metamer, aber nicht wie bei den Urodelen intervertebral zwischen den Bogenknorpeln gelagert und rings um die Cuticula sceleti gehend, sondern vertebral, d. h. sie entsprechen der Mitte der Bogenbasen, und das ist ein überaus wichtiger Unterschied gegenüber den jetzt lebenden Urodelen. Auch gehen sie nicht rings um die Cuticula sceleti, sondern den Bogenbasen entsprechend (Fig. 1) treten sie an vier gesonderten Stellen auf. Durch diese Lücken wuchern dann die Zellen der vier, der Cuticula unmittelbar aufsitzenden Bogenbasen, gerade wie bei den Elasmobranchiern, lagern sich zwischen die Cuticula sceleti und Cuticula chordae und bilden somit die Intercuticularschicht. Damit glaube ich mich denn jetzt vollauf zu dem Schluss berechtigt, den bereits Lvoff trotz seiner sonstigen Irrthümer gezogen

[1] Das natürliche System der Elasmobranchier. Jena 1879—1882.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hat, dass nicht, wie ich es früher behauptet habe, und wie es auch Gegenbaur's Meinung ist, die Intercuticularschicht von der Chorda, sondern von der skelettbildenden Schicht (Fig. *sc.sch*), aus welcher sich ja auch die Bogen entwickeln, gebildet wird. Dabei ist ein innigerer Zusammenhang zwischen den Dipnoi und den Urodelen, als zwischen den Dipnoi und den Elasmobranchiern, denn bei den ersteren erfolgt die Bildung der Intercuticularschicht metamer, vertebral bei den Dipnoi, intervertebral bei den Urodelen, bei den Elasmobranchiern lässt sich aber keine solche Metamerie nachweisen. Dennoch stehen sie den Dipnoi dadurch nahe, dass die Einwucherungen an vier getrennten, den Bogenbasen entsprechenden Stellen und nicht rings um die Wirbelsäule vor sich gehen.

Somit bin ich bis auf Weiteres wohl berechtigt anzunehmen, dass der Gang der Entwicklung der Wirbelsäule bei den Dipnoi folgender ist, unbeschadet der Frage, ob die Cuticula chordae zuerst oder erst nach der Cuticula sceleti entsteht, eine Frage, welche in den kommenden Abhandlungen ihre Lösung finden wird:

Es bildet sich aus dem Chordaepithel eine Cuticula chordae. Um diese lagert sich eine Zellschicht, die innere Zellscheide des skelettbildenden Gewebes. Diese sondert, ob früher oder später ist fraglich, eine zusammenhängende Cuticula sceleti ab. Dann erfolgt mit der Sonderung der Bogen in der skelettbildenden Schicht die Einschmelzung der Cuticula sceleti an der Mitte der vier gesonderten Bogenbasen, und damit beginnt dann an diesen Stellen die Einwucherung der der skelettbildenden Schicht entstammenden Zellen zwischen die beiden Cuticulae. Diese eingewucherten Zellen bilden unter beträchtlicher Dickenzunahme der Cuticula chordae die Intercuticularschicht zwischen dieser und der Cuticula sceleti.

Breslau, September 1892.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXII.

Buchstabenerklärung.

c.c.ch, Canalis centralis Chordae;
c.ch, Cuticula chordae;
c.sc, Cuticula sceleti;
ch.ep, Chordaepithel;
h.ap, Hämapophyse;
i.c.sch, Intercuticularschicht;
nap, Neurapophyse;
sc.sch, skeletogene Scheide.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 1. Querschnitt durch den Schwanz eines 13½ cm langen Protopterus. Seibert Obj. 16 mm, Oc. 4. Eingestoßener Tubus. Hämatoxylin, Orange.

Fig. 2. Horizontalschnitt durch den Schwanz eines 13½ cm langen Protopterus. Seibert Obj. 16 mm, Oc. 2. Eingezogener Tubus. Hämatoxylin, Orange.

Fig. 3. Isolirte Zellen des Chordaepithels von der Fläche gesehen. Seibert Obj. 4 mm, Oc. 6. Eingezogener Tubus. Hämatoxylin, Ehrlich.

Fig. 4. Stück eines Querschnittes durch die Schwanzwirbelsäule eines 12½ cm langen Protopterus in der Nähe der Neurapophysenbasis. Seibert, homogene Immersion Obj. 2 mm, Oc. 4. Ausgezogener Tubus. Hämatoxylin, Orange.

Fig. 5. Stück eines Querschnittes von der Seite der Schwanzwirbelsäule eines 12½ cm langen Protopterus. Seibert, homogene Immersion Obj. 2 mm, Oc. 6. Ausgezogener Tubus. Hämatoxylin, Orange.

Fig. 6. Stück eines Horizontalschnittes durch die Neurapophyse der Schwanzwirbelsäule eines 12½ cm langen Protopterus. Seibert Obj. 16 mm, Oc. 2. Eingezogener Tubus. Hämatoxylin.

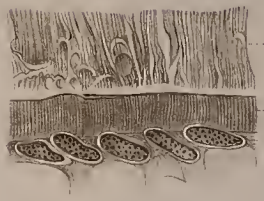
Fig. 7. Stück eines Horizontalschnittes durch die Schwanzwirbelsäule eines 12½ cm langen Protopterus. Seibert, homogene Immersion Obj. 2 mm, Oc. 6. Eingezogener Tubus. Hämatoxylin.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1.

3.

7.

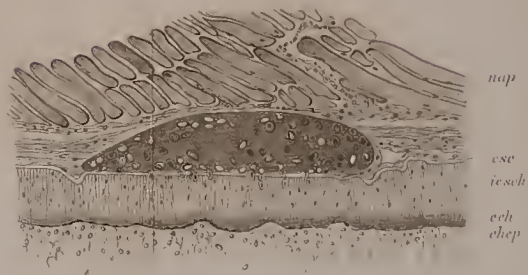


5.

2.

4.

6.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1882-1893

Band/Volume: 55

Autor(en)/Author(s): Hasse Carl

Artikel/Article: Die Entwicklung der Wirbelsäule der Dipnoi. Vierte Abhandlung über die Entwicklung der Wirbelsäule. 533-542