

6.

Ueber das hintere Ende des Rückenmarkes bei *Amphioxus*, *Myxine* und *Petromyzon*.

Tafel VIII und IX.

Vor einigen Jahren (1891—92) veröffentlichte ich in den Verhandlungen des Biologischen Vereins zu Stockholm einige Untersuchungen über das hintere Ende des Rückenmarks bei *Amphioxus* und den Cyclostomen. Es war damals meine Absicht, diese Studien bei anderen niederen Wirbelthieren fortzusetzen und sie dann zu einer Monographie zu vereinigen. Da ich aber das nöthige Material nicht aufbringen konnte und meine Zeit durch andere Arbeiten in Anspruch genommen war, sah ich mich genöthigt, diese Untersuchungsreihe bis auf weiteres zu unterbrechen. Da ich gefunden habe, dass diese oben genannten drei Mittheilungen sehr wenig bekannt geworden sind, reproducire ich sie hier zusammen mit den ihnen beigefügten Abbildungen.

I. Das hintere Ende des Rückenmarkes und sein Verhalten zur *Chorda dorsalis* bei *Amphioxus lanceolatus*.

Tafel VIII, Figur 1—9.

(Gedr. in den Verhandl. des Biolog. Vereins in Stockholm, Bd. 3, Jan. — März 1891, No. 4—6.)

Da es mir von Interesse zu sein schien, das Verhalten des Hinterendes des Rückenmarks und der *Chorda* bei den niederen Vertebraten zu eruiern, so habe ich mich bemüht, mir passendes Material zu verschaffen. Vor Allem interessirte es mich, die fraglichen Verhältnisse bei *Amphioxus* kennen zu lernen. Bei meinem Aufenthalte im April 1891 in Faro auf Sicilien, wo ich das Nervensystem des dort in reichlicher Menge zu beziehenden *Amphioxus* studirte, durchmusterte ich gelegentlich auch das Schwanzende vieler Exemplare desselben und machte eine Reihe von Abbildungen über das caudale Ende des Rückenmarks und der *Chorda*. Ich werde hier unten einige dieser Abbildungen mittheilen.

Da sich die fraglichen Bauverhältnisse zufolge der Durchsichtigkeit der Gewebe schon am frischen Thiere und bei geringer Vergrößerung ohne Schwierigkeit erforschen lassen, so ist es in der That eigenthümlich, dass diese Fragen in der nicht unbeträchtlichen *Amphioxus*-Literatur so wenig berücksichtigt worden sind. Die ersten beiden grösseren, jetzt vor gerade 50 Jahren erschienenen Monographien von GOODSIR und von RATHKE enthalten in dieser Beziehung nur die Angabe, dass sich das hintere Ende des Rückenmarks nach hinten, ebenso wie das vordere nach vorn, gegen das Hinterende der »Wirbelsäule« (GOODSIR) oder *Chorda dorsalis* hin zuspitzt. Nach RATHKE verliert sich das Rückenmark »gegen beide Enden in eine dünne Spitze und reicht nach vorn und hinten völlig so weit wie die Rückensaite«, nur dem Rückenmarke der übrigen Wirbelthiere entsprechend und kein Gehirn enthaltend. In Betreff des Vorderendes dieses centralen Nervensystems hatte aber schon ANDERS RETZIUS in seiner bekannten brief-

lichen Mittheilung an JOHANNES MÜLLER, welche von diesem 1839 veröffentlicht wurde, u. A. dargelegt, dass das kaum erweiterte Vorderende des centralen Nervensystems dem Gehirn mit dem von RETZIUS entdeckten rudimentären Auge entspricht und ein Stück hinter dem Vorderende der Chorda dorsalis endigt, welche Thatsache MÜLLER in seiner Monographie vom J. 1844 in jeder Hinsicht bestätigte. Ueber das Hinterende des Rückenmarks und sein Verhalten zu der Chorda dorsalis finde ich bei JOH. MÜLLER keine Angaben; in einer seiner Abbildungen sieht man das Rückenmark sich nach hinten hin zuspitzen und am hinteren Ende der Chorda verlieren. Der Erste, welcher das Hinterende des Rückenmarks berücksichtigte, scheint DE QUATREFAGES gewesen zu sein, welcher in seiner übrigens mehrere nicht unwesentliche Irrthümer enthaltenden Arbeit über *Amphioxus* (1845) sagt, dass sich das Rückenmark hinten in einen feinen Faden verlängert, welcher sich erweitert und mit einer ausgeprägten, am Ende der Chorda dorsalis belegenen Ampulle endigt.

OWSJANNIKOW (1867), welcher der erste war, der das Rückenmark isolirt darstellte und seine allgemeine Gestalt und die Asymmetrie der (sensiblen) spinalen Nervenwurzeln — die motorischen blieben auch ihm unbekannt — richtig beschrieb, sagt in der betreffenden Frage: »Das hintere Ende ist besonders dadurch charakteristisch, dass es in einen langen, sich zuspitzenden Faden ausläuft. Dieser Faden, wie ich mich durch Anwendung starker Vergrößerungen vollkommen überzeugt habe, besteht nicht aus Nervenfasern, sondern ist die Fortsetzung des Rückenmarkskanals und besteht aus Cylinderzellen, die eine dünnwandige, hohle Röhre bilden.« Ueber die Ampulle von DE QUATREFAGES und das Verhalten zum Chordaende äussert er nichts. In seiner gründlichen Monographie (1873) sagt STIEDA: »Das Centralnervensystem ist im zweiten Viertheil am dicksten, nach vorn zu wird es dünner und nimmt nach hinten allmählig ab, um als ein dünner Faden zu endigen, eine Ampulle (QUATREFAGES) am hinteren Ende habe ich nicht bemerkt. OWSJANNIKOW berichtet auch nichts darüber.« LANGERHANS (1873) berücksichtigt in seiner Arbeit über den *Amphioxus* die vorliegenden Fragen nicht. Ebenso wenig ROLPH (1876). ROHON dagegen bespricht sie in seiner Monographie (1882); an frischen Präparaten konnte er sich »die Ueberzeugung verschaffen, dass das hintere Rückenmarksende keineswegs spitzig endigt«, wie bislang allgemein angenommen wurde. »Im Gegentheile«, sagt er, »sitzt dem Rückenmarke daselbst eine kleine Anschwellung auf, die in ihrem Innern eine deutlich wahrnehmbare Höhle einschliesst. Die letztere ist«, setzt er hinzu, »meines Wissens durch DE QUATREFAGES zuerst beobachtet worden; STIEDA hat sie geleugnet. DE QUATREFAGES bezeichnet sie als Ampulle; die Bezeichnung ist zwar nebensächlich, aber in diesem Falle empfiehlt sich wohl der Name des von KRAUSE beim Menschen erwiesenen Ventriculus terminalis, welcher an derselben Stelle im Rückenmarke, wie beim *Amphioxus*, zum Vorschein kommt. Es lassen sich also diesfalls die gegenseitigen morphologischen Beziehungen der besagten Rückenmarksabtheilungen naturgemäss abschätzen«. ROHON theilt eine Figur mit, in welcher das etwas erweiterte Ende des Rückenmarks ein klein wenig nach vorn vom stumpf zugespitzten Hinterende der Chorda endigt, und sich dabei ein wenig vom letzteren erhebt. In den neuesten, den *Amphioxus* berücksichtigenden Arbeiten finde ich bei ROHDE (1888) folgende Angabe: Am Kopffende endigt er (der Strang des Centralnervensystems) stumpf eine Strecke vor der Chorda, am Schwanzende spitz und fast gleichzeitig mit dieser. Endlich liest man im Lehrbuch von CARL VOGT und EMIL YUNG (1890) eine Angabe über das vorliegende Thema. Das Centralnervensystem oder Rückenmark endigt »nach hinten mit einem meist hohlen und etwas nach oben gerichteten Knöpfchen«; in der beigelegten Abbildung sieht man das blasig erweiterte und stark nach oben umgebogene Ende des Rückenmarkes ein wenig vor dem etwas nach unten abfallenden, abgerundeten Chordaende belegen.

Bei dieser Durchmusterung der *Amphioxus*-Literatur findet man, dass von drei Autoren, DE QUATREFAGES, ROHON und VOGT & YUNG ein ampullenartig erweitertes Ende des *Amphioxus*-Rückenmarkes erwähnt worden ist; die übrigen Verfasser haben nichts über das Ende gesagt, oder auch nur eine allmähliche Zuspitzung desselben angenommen. Ueber das Verhalten des Rückenmarksendes zum Chordaende liegen fast keine directen und distincten Angaben vor. Nur DE QUATREFAGES sagt, dass es im Niveau des Chordaendes liegt. ROHON und VOGT & YUNG verlegen es in ihren Abbildungen ein wenig weiter nach vorn als das Chordaende.

Es liegen über die fraglichen Verhältnisse also nur sehr wenige und nicht hinreichend erschöpfende Untersuchungen vor.

Bei der Untersuchung des Schwanzendes einer grösseren Anzahl von Exemplaren von *Amphioxus* findet man, dass sich das Hinterende des Rückenmarks nicht immer in derselben Weise verhält, sondern in der That ziemlich wechselnde Verhältnisse darbietet. Dies betrifft nicht nur die Gestalt und den Verlauf des Rückenmarksendes, sondern auch seine Lage und sein Verhalten zur Chorda dorsalis.

In einer grossen Zahl der Fälle, vielleicht der Mehrzahl, endet das Rückenmark *nach vorn* vom hinteren Chordaende (Fig. 1—5); es reicht also nicht so weit nach hinten wie dieses. Gewöhnlich schiesst das Chordaende nur ein kleines Stück weiter nach hinten aus (Fig. 1, 2, 3, 5); hin und wieder trifft man aber auch Fälle, wo das Chordaende eine bedeutendere Strecke weiter reicht (Fig. 4).

Zuweilen enden Rückenmark und Chorda *ungefähr* in *derselben* Frontalebene (Fig. 6), zuweilen reicht aber auch das Rückenmark *ein kleines Stück weiter nach hinten* (Fig. 8, 9). Dagegen habe ich keine Fälle angetroffen, wo das Rückenmark noch weiter, so weit nach hinten reichte, dass es, wie es in den oben erwähnten Fällen (Fig. 4), vom Chordaende überragt wurde.

Was nun die *Gestaltung* des hinteren Rückenmarksendes betrifft, so wurde es mir bald klar, dass sich zwischen der Form und der gegenseitigen Lage der Organe kein bestimmtes Verhältniss aufweisen lässt.

In manchen Fällen findet man nur eine allmähliche Verschmälerung des Rückenmarkes nach hinten hin; es endet zwar mit einer abgerundeten Spitze, welche aber nur sehr schwach erweitert ist (Fig. 1) und genau der Richtung der Chorda nach hinten hin folgt oder sich auch ein klein wenig von ihr nach oben hin abhebt. Eine wirkliche Zuspitzung des Rückenmarks, wie sie mehrere Forscher beschrieben haben, habe ich nie angetroffen. Zuweilen kommt eine grosse, blasige Erweiterung vor (Fig. 8).

In anderen Fällen — und dies scheint die am meisten vorkommende Form zu sein — hebt sich das Hinterende von der Chorda sehr weit nach oben hin ab (Fig. 2), um dann, gekrümmt, frei zu endigen; in diesem Falle ist das hinterste Ende in der Regel, wie einige Forscher es beschrieben und gezeichnet haben, ampullenartig erweitert. Die Krümmung kann verschiedene Grade zeigen und sogar in volle Umbiegung übergehen (Fig. 2, 4, 9, 3); die ampullenartige Erweiterung kann ebenfalls verschieden stark sein (Fig. 2, 4, 9). Bald biegt sich das Hinterende des Markes, noch frei liegend, sogar nach vorn hin stark um (Fig. 3), bald rollt es sich gleichsam auf sich selbst auf (Fig. 6).

Ich habe hier nur die gewöhnlicher vorkommenden Typen angeführt. Es geht aber schon aus dem Mitgetheilten hervor, dass bei *Amphioxus* ziemlich grosse Schwankungen in der Gestaltung des Hinterendes des Rückenmarks vorhanden sind.

Man trifft indessen hin und wieder auch andere, noch mehr abweichende Formen, von denen ich hier nur ein paar anführen werde. In einigen Fällen sieht man an einer grossen, blasigen Erweiterung noch kleine Nebenhöcker, secundäre Auswüchse (Fig. 5). In einzelnen Fällen sah ich noch eine von der blasigen Erweiterung nach hinten hin verlaufende, strangartige Verlängerung, welche sich, der Krümmung des Chordahinterendes dicht anliegend, nach unten hin umbog und endlich spitz endigte. Diese Form (Fig. 7) ist, da sie auf die embryonalen Verhältnisse hinweist, von grossem Interesse. Es scheint hier ein Rudiment des *Canalis neurentericus* vorzuliegen.

Bei allen diesen Formen des Hinterendes des Rückenmarks scheint immer der *Canalis centralis* vorhanden zu sein und in der hinteren Verdickung eine »ventrikelartige«, blasige Erweiterung zu besitzen, deren Wand ebenso wenig wie das übrige Hinterende Nervenlemente, sondern nur Ependymzellen zu enthalten scheint.

In Betreff der gegenseitigen Lage des Rückenmarks und des Chordaendes ist nur zu erwähnen, dass das Rückenmarksende, wie schon a priori anzunehmen war, bei den gerade auslaufenden Formen des Rückenmarkes in der Regel weiter nach hinten reicht, als bei den nach oben umgebogenen.

In Betreff des Hinterendes der Chorda können auch etwas verschiedene Formen nachgewiesen werden; bald läuft sie dicker, bald schmaler aus; bald spitzt sie sich mehr zu, bald — und dies ist die Regel — endigt sie in starker Abrundung; zuweilen fällt der hintere Grenzbogen stark nach unten hin ab (Fig. 1, 2), zuweilen biegt sich die Chorda sogar ein klein wenig nach unten hin um.

II. Das hintere Ende des Rückenmarkes und das Caudalskelet der *Myxine glutinosa*.

Tafel VIII, Figur 10—16.

(Gedr. in Verhandl. des Biolog. Vereins in Stockholm, Bd. III, Januar — März 1891, No. 4—6.)

In meiner Mittheilung über das sog. Caudalherz bei *Myxine glutinosa*¹ erwähnte ich, dass dieses Organ paarig ist und dass die beiden neben einander liegenden Säcke in der Medianebene durch eine senkrechte Knorpelplatte getrennt sind, welche vorn-unten mit einem dicken Knopf endigt und am unteren Rande die {unteren Flossenstrahlen aussendet. Diese Platte und ihr Verhalten zu den Herzsclhäuchen ist in der beigegebenen Figur (Taf. VIII Fig. 10) dargestellt.

Da es mir aber von Interesse zu sein schien, zu erfahren, wie sich diese Platte zu dem übrigen Körperskelet verhält, um so viel mehr, als sie sich bei den Pulsationen der Herzsclhäuche jedesmals nach der Seite hin (von links nach rechts) bewegt, so habe ich eine Untersuchung darüber angestellt. Zugleich habe ich das Verhalten des Schwanzskeletes und des caudalen Endes des Rückenmarkskanals und der Chorda dorsalis studirt. Dieses scheint nämlich sehr wenig eruir zu sein.

In seinen berühmten Abhandlungen über die Anatomie der Myxinoiden hat JOHANNES MÜLLER, welcher das Kopfskelet dieser Thiere so eingehend beschrieb, das Skelet der Schwanzpartie nur beiläufig berührt. »Auf der Kante des Daches der Wirbelsäule«, sagt er², »sitzt ein dünnes, fibröses, senkrechttes Blatt auf, welches die Musculatur des Rückens in eine rechte und linke Hälfte theilt; am Schwanz verstärkt sich dieses Blatt, und hier kömmt auch ein ähnliches unteres, an der unteren Mittellinie des Gallertrohres befestigtes Blatt vor. In diesem Blatt liegen die Knorpelstrahlen der Schwanzflosse, welche mit ihren inneren walzenförmigen Enden zwischen der Musculatur verborgen sind, aber das Rückgrat nicht erreichen, mit ihrem äusseren conischen Theil hervorrage und die freie Flosse bilden, verbunden von einer zellgewebeartigen Haut. Diese Strahlen zeigen hier und da Quereinschnitte oder eine sehr undeutliche Spur von Gliederung«. J. MÜLLER theilte keine Abbildung des Schwanzskeletes von *Myxine* mit.

In den Arbeiten der im Ganzen wenigen Forscher, welche nach diesem grossen Vorgänger die Anatomie der *Myxine glutinosa* behandelt haben, finde ich keine eingehendere Besprechung der vorliegenden Fragen.

Bei der Durchmusterung der bezüglichen Literatur finde ich nur bei SCHNEIDER³ eine gelegentliche Berücksichtigung derselben. Bei der Beschreibung des knorpeligen Skeletes von *Petromyzon* schildert er den bisher fast übersehenen Schwanzknorpel, von dem er eine Abbildung giebt, in welcher man jedoch das Verhalten des Endes des Rückenmarkskanals zur Chordaspitze nicht sieht. In seiner kurzen Beschreibung des Schwanzknorpels von *Petromyzon* kommt nun folgender Passus vor: »Der grosse Schwanzknorpel und die Processus spinosi kommen auch bei den Myxinoiden, sowohl bei *Myxine*, als bei *Bdellostoma* vor. Auch hier scheinen sie bisher vollkommen unbeachtet geblieben zu sein. Ich habe deshalb den Schwanzknorpel von *Myxine glutinosa* abgebildet.« Die Abbildung, auf die er ohne weitere Beschreibung hinweist, giebt zwar in groben Zügen den Schwanzknorpel von *Myxine* wieder, lässt aber Manches zu wünschen übrig; das Verhalten der Chorda und des Rückenmarkskanals zu dem Schwanzknorpel lässt SCHNEIDER auch hier vollständig unberücksichtigt.

Ich gehe also zu meinen eigenen Befunden über.

Nach vorsichtiger Abtragung der äusseren Haut und der lateralen Körpermuskelschichten des Schwanzes bemerkt man, dass die Knorpelstrahlen der Schwanzflosse, die oberen sowohl wie die unteren, von einer senkrecht gestellten Knorpelplatte ausgehen (Taf. VIII, Fig. 10). Am Schwanzende läuft diese Platte eine Strecke hinter das Ende des Rückenmarkskanals und der Chorda dorsalis (s. u.) hinaus (Fig. 10, 11). Die knorpeligen Strahlen der Flosse gehen ohne Unterbrechung oder Einschnürung von der Platte aus und strahlen am hintersten Ende gerade nach hinten (gewöhnlich in drei Strahlen), oben und unten, in mehr schiefer Richtung nach oben-hinten, resp. nach unten-

¹ GUSTAF RETZIUS, Ein sog. Caudalherz bei *Myxine glutinosa*. Biolog. Untersuchungen, N. F. I, 4, Stockholm, 1890.

² JOHANNES MÜLLER, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. I. Theil, Osteologie und Myologie, Berlin, 1835.

³ ANTON SCHNEIDER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin, 1879.

hinten aus, um, zugespitzt und gewöhnlich etwas gebogen, unweit der äusseren Hautfalte zu endigen. Hier und da, aber nicht gerade oft, trifft man Strahlen, welche sich dichotomisch theilen.

Das ganze Schwanzende ist etwas nach unten gebogen, und die Platte zeigt dieselbe Biegung.

Studirt man nun das Verhalten der Knorpelplatte nach vorn hin, so sieht man, dass sie sich oben dem Rückenmarkskanal anlegt, an dem man sie eine Strecke verfolgen kann. Sie spitzt sich aber bald zu und hebt sich vom Rückenmarkskanal ab, um zuletzt ganz aufzuhören und nicht weiter als Ursprung oder Verbindung der Knorpelstrahlen der Schwanzflosse zu dienen. Einige dreissig Strahlen gehen indessen in der Regel von dieser *oberen* Leiste der Knorpelplatte aus. Vor ihrem vorderen Ende haben die Strahlen keine knorpelige Verbindung an ihren Füßen; nur die ersten sind oft durch eine schwache Brücke vereinigt (Fig. 10); die übrigen liegen mit etwas erweiterten unteren Enden in das mediane, bindegewebige Septum eingebettet, ohne den Rückenmarkskanal zu erreichen (nur einige sind in der Figur abgebildet). Die letzteren Strahlen verhalten sich also in der Weise, wie J. MÜLLER angiebt, keineswegs aber alle die hinteren.

Am unteren Umfang des Schwanzes läuft eine Leiste der Knorpelplatte hin, welche Leiste 2—3 mal so hoch ist als die obere. Dieselbe legt sich anfangs dem Rückenmarkskanal (*Rk*), dann der Chorda dorsalis (*ch*) dicht an und geht, sanft gebogen, eine Strecke nach vorn hin, um plötzlich mit knopfförmiger, nach vorn hin hervorragender Zuspitzung aufzuhören (Fig. 10 *kn*). Es ist gerade diese Platte der Schwanzflosse, welche in ihrem vorderen Umfang die oben erwähnte mediane Scheidewand der beiden Schläuche des Caudalherzens bildet. In der Fig. 10 habe ich auf der Platte die Contouren des Caudalherzens (*sh*) angegeben. Vom unteren Rande der Platte gehen etwa dreissig Strahlen aus (s. die Fig. 10). Die ganze Platte ist ziemlich dünn und der vordere knopfförmige Vorsprung der unteren Leiste etwa dreimal dicker als die Platte selbst; dieser Vorsprung geht mit etwas verschmälertem Halse aus und endigt mit scheibenförmig abgeplattetem, abgerundetem vorderem Ende. Nach oben von diesem eigenthümlichen Vorsprung biegt sich der Rand der Platte in rundlicher Biegung nach oben und dann nach vorn, worauf er sich dem unteren Umfange der Chorda anlegt; hier setzt er sich als ganz schmale Leiste eine Strecke nach vorn hin fort, um dann bald aufzuhören.

Vor dem knopfförmigen Vorsprunge befindet sich unten in der Medianebene der Schwanzflosse noch eine Reihe knorpeliger Strahlen, von denen einige in der Fig. 10 abgebildet sind. Diese Strahlen sind nicht durch knorpelige Brücken mit einander vereinigt, auch gehen sie von keiner Knorpelplatte aus; sie erreichen auch nicht den Umfang der Chorda, sondern enden neben und zwischen den eigenthümlichen Hautschleimdrüsen (*Dr*), welche in reihenförmiger Anordnung gerade bis zum knopfförmigen Vorsprunge der Knorpelplatte nach hinten hin reichen. Die verschmälerten, nach hinten umgebogenen Knorpelstrahlen steigen ungefähr bis zur halben Höhe der Schleimdrüsen empor.

Im Schwanz von *Myxine* ist somit in der That eine Art knorpeligen Skeletes vorhanden. Wie verhält sich aber dieses Knorpelskelet zu der Chorda und dem Rückenmarkskanal? In einer Reihe von Präparaten, sowohl Längsschnitten, wie Querschnitten, habe ich diese Frage studirt und dabei stets gefunden, dass der *Rückenmarkskanal* eine Strecke weiter nach hinten reicht als die Chorda. Er verschmälert sich allmählig, um sich am hinteren Schwanzende, nachdem er ganz eng geworden ist, wieder zu erweitern und mit einer ampullenartigen Ausbuchtung, einer Art *Sinus terminalis*, zu endigen. In Fig. 11 *st* ist dieser Sinus in etwas stärkerer Vergrößerung abgebildet. Seine Gestalt wechselt ein wenig, im Allgemeinen ist er aber oval. Das Rückenmark selbst büsst aber seine bekannte abgeplattete Gestalt schon am Anfang des verengerten Kanales ein, auch verliert es seine nervösen Elemente, um weiter nach hinten in einen dünnen, fast cylindrischen Strang auszulaufen, eine Art Filum terminale darstellend, welches auf dem Querschnitt einen Centralkanal und rings um denselben ein concentrisch angeordnetes hohes Cylinderepithel zeigt (Fig. 12—14). Dieses Filum terminale läuft schliesslich, oft etwas gebogen und geschlängelt, in den Sinus terminalis aus, um am hintersten Ende desselben zu endigen (Fig. 10 u. 11 *ft*). In seinem ganzen Verlaufe liegt es frei aufgehängt in einer Fortsetzung des fettreichen Zellgewebes, welches nach aussen von der Rückenmarkshaut den Rückenmarkskanal ausfüllt.

Die *Chorda dorsalis* dagegen läuft, von ihren beiden Scheiden, der eigentlichen Chordascheide und der elastischen Limitans externa¹, umgeben und sich allmählig verschmälernd, nach hinten hin, erreicht aber nie das hinterste Ende des Rückenmarkskanals, sondern endigt, zwar stark verschmälert, aber doch mit stumpfer Spitze, etwas nach vorn vom vorderen Ende des Sinus terminalis, gewöhnlich so weit vor ihm, als er selbst lang ist (Fig. 10 u. 11 *ch*). Die

¹ Siehe GUSTAF RETZIUS, Einige Beiträge zur Histologie und Histochemie der Chorda dorsalis. Archiv f. Anatomie und Physiologie, Anatomische Abtheilung, 1881; — sowie auch die bezüglichen Arbeiten von W. MÜLLER und A. SCHNEIDER.

Querschnitte ergeben dasselbe. In Fig. 12, welche weit hinten gelegt ist, sieht man noch keine Spur der Chorda; in Fig. 13 ist ihr hinteres, in der unteren Leiste der Knorpelplatte liegendes Ende (*ch*) getroffen; in Fig. 14 sind in ihr schon echte, blasenförmige Chordazellen vorhanden; in Fig. 15 und 16 hat sie einen bedeutenderen, dem Rückenmarkskanal ungefähr äquivalirenden Umfang erreicht und sich aus der Knorpelplatte gewissermassen emancipirt.

Schon bei der Längsansicht habe ich es als Regel gefunden, dass das hintere Ende des Rückenmarkskanals vor dem Sinus terminalis auch seitlich von Knorpel umgeben ist, indem die obere Leiste der Knorpelplatte an beiden Seiten Flügel nach unten, gegen die untere Leiste hin, entsendet (Fig. 11); zuweilen trifft man in diesen lateralen Knorpelwänden Lücken; bald erreichen diese Knorpelwände beiderseits die untere Leiste und schmelzen mit ihr zusammen, oft nur an der einen Seite (Fig. 14), bald stossen sie, und dies besonders am vorderen Ende des übrigens verschieden langen Knorpelkanales, auf die Chorda und werden durch sie von der unteren Leiste getrennt (Fig. 15). Etwas weiter nach vorn hin trifft man im Winkel zwischen Rückenmarkskanal und Chorda beiderseits einen Knorpelstreifen (*kn*³), welcher wohl als das untere, abgetrennte Ende der lateralen Knorpelwand anzusehen ist. Uebrigens sieht man hier, wie sich die obere Leiste der Scheide des Rückenmarkskanals, die untere dagegen der Chordascheide mit verbreitertem Fusse anschmiegt.

Eine Segmentirung ist weder an der Knorpelplatte, noch an den übrigen Theilen des Schwanzskeletes der *Myxine* — mit Ausnahme der Flossenstrahlen — wahrnehmbar. Knorpelige Bogen, wie sie bei *Petromyzon marinus* beschrieben worden sind, trifft man hier weder oben, noch unten.

Wie aus der Beschreibung und den Abbildungen hervorgeht, ist *Myxine glutinosa*, obwohl die Schwanzspitze sogar etwas nach unten gebogen ist, echt homocerk, und dieses ist auch *Petromyzon* und *Amphioxus*, ungefähr so, wie junge Embryonen der Ganoiden und Teleostier. Diese drei Thiere stellen also auch in dieser Hinsicht embryonale oder primitive Formen dar.

In Betreff des gegenseitigen terminalen Verhaltens der Chorda und des Rückenmarkskanals im caudalen Skelet wäre es gewiss interessant, Vergleichen anzustellen. In der mir zugänglichen Literatur finde ich aber in dieser Beziehung so schwebende Angaben, dass ich ohne umfassendere, darauf gerichtete Studien diesmal lieber darauf verzichte.

III. Das hintere Ende des Rückenmarkes und der Chorda dorsalis bei *Petromyzon fluviatilis*.

Tafel IX, Fig. 1 5.

(Gedr. in Verhandl. des Biologischen Vereins in Stockholm, Bd. IV, December 1891 — Januar 1892, No. 3-4.)

Im Anschluss an meine früheren, in den Verhandlungen des Biologischen Vereins veröffentlichten Mittheilungen über das Verhalten des hinteren Endes des Rückenmarkes und der Chorda dorsalis bei *Myxine glutinosa*¹ und bei *Amphioxus lanceolatus*² gebe ich eine kurze Darstellung der entsprechenden Verhältnisse bei *Petromyzon fluviatilis*.

Bei meinem Aufenthalte in Elfkarleby im Herbste 1891, wo ich das Nervensystem von *Petromyzon* zu studiren beabsichtigte, hatte ich Gelegenheit, von diesem Thiere reichliches frisches Material sowohl im erwachsenen wie im Larven-Stadium zu bekommen. Nach 2—3-tägiger Behandlung mit einer schwachen (etwa 0,3-proc.) Lösung von Bichrom. kal. und nachfolgender Färbung in Beale'schem Carmin sowie vorsichtiger Ueberführung in Glycerin erhielt ich eine Reihe guter, durchsichtiger Präparate, welche für den fraglichen Gegenstand erläuternd sind.

In der betreffenden Literatur habe ich beim Neunauge keine näheren Angaben über das Verhalten des Hinterendes des Rückenmarkes und der Chorda dorsalis finden können. JOHANNES MÜLLER scheint diese Frage nicht berücksichtigt zu haben; ebenso wenig LANGERHANS. SCHNEIDER³, der den grossen Schwanzknorpel des Neunauges

¹ GUSTAF RETZIUS, Das Caudalskelet der *Myxine glutinosa*. Verhandl. des Biolog. Vereins in Stockholm, Bd. III, Jan.—März, 1891, No. 4-6. S. hier oben S. 29.

² GUSTAF RETZIUS, Das hintere Ende des Rückenmarkes und sein Verhalten zur Chorda dorsalis bei *Amphioxus lanceolatus*. Verhandlungen des Biolog. Vereins in Stockholm, Bd. III (20. Sept.), 1891 S. hier oben S. 26.

³ A. SCHNEIDER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin, 1879.

zuerst beschreibt und abbildet, bespricht dabei das Ende des Rückenmarkes und der Chorda nicht. »In der Schwanzregion«, sagt er, »verbinden sich die oberen Bogen zu einer zusammenhängenden Knorpelleiste, welche nur von den Oeffnungen für die Nerven unterbrochen wird. Nach oben setzen sich die Bogen mit den Processus spinosi in Verbindung. In der Schwanzregion treten auch untere Bogen auf, welche sich zu unteren Processus spinosi verlängern. Die oberen und unteren Bogen bleiben seitlich getrennt, nur an der Spitze des Schwanzes verschmilzt die obere mit der unteren Knorpelleiste. Die Processus spinosi stehen an der Schwanzspitze radial zur Spitze. Dieser grosse Schwanzknorpel reicht bis zu der Stelle, wo die Muskeln der Rückenflosse beginnen. Von da ab sind die Processus spinosi von einander getrennt.« Bei *Ammocœtes* ist der Schwanzknorpel schon vorhanden. »Den letzteren hat man bisher«, sagt SCHNEIDER, »fast ganz übersehen.«

In dem neuen Lehrbuch von VOGT und YUNG¹, wo vom Baue des *Petromyzon* eine übersichtliche Darstellung gegeben ist, finde ich die Bemerkung, dass die als Boden für das auflagernde Rückenmark dienende Chorda sich bis in die Schwanzflosse fortsetzt, »an deren Spitze sie etwas aufgehoben ist«. Ueber das Hinterende des Rückenmarkes aber und das Verhalten des Rückenmarkes zum Chordaende finde ich keine Angaben. —

Bei der Durchmusterung einer Reihe von Präparaten des Schwanzendes des erwachsenen *Petromyzon* sieht man das Rückenmark und die dicht darunter liegende Chorda sich in der Regel, zuerst allmählig, dann schneller, nach hinten hin verschmälern (Fig. 1 *r, ch*), um je in einen schmalen Strang überzugehen. Das Rückenmark, welches seinen Kanal sonst zum grossen Theil ausfüllt, kommt dadurch, indem derselbe sich nun weniger verengert, in ihm freier zu liegen. Der Kanal erweitert sich dann an seinem hintersten Ende zu einem ovalen, hinten mehr oder weniger zugespitzt endigenden Raum. In diesen Raum läuft der Rückenmarkstrang aus, um dort zu endigen. Hierbei verhält sich das Organ in etwas wechselnder Weise. Zuweilen erweitert es sich zu einem rundlich-ovalen Knopf (Fig. 1), in den der schmale Centralkanal (*ck*) ausläuft, um, gewöhnlich erweitert und zuweilen sogar ampullenförmig, blind zu endigen. Das verdickte Rückenmarksende erscheint oft unregelmässig eingeknickt, und der Centralkanal wird dadurch in verschiedener Weise gebogen (Fig. 2); hierdurch entstehen am verdickten Ende wechselnde Höcker und Auswüchse, und es ist zuweilen recht schwer, die wahre Gestaltung des Organes zu eruiren. In der Regel kommen Umbiegungen des Rückenmarksendes, zuweilen in einfachem, nach unten offenem Bogen (Fig. 3), zuweilen in unregelmässiger Weise, vor.

Indem das Rückenmark sich strangförmig verdünnt, verschwinden offenbar die eigentlichen nervösen Elemente; man erkennt im optischen Durchschnitte, wie bei *Myxine* und *Amphioxus*, nur eine einfache Epithelschicht, deren hohe Zellen mit ihren inneren Enden schief nach hinten hin gerichtet sind.

Das Rückenmarksende liegt, wie oben erwähnt, in einer blasigen Erweiterung des Rückenmarkskanals, von Bindegewebe eingehüllt, welches den Raum ausfüllt.

In einigen Fällen sieht man indessen auch das hintere Rückenmarksende aus der Sagittalebene lateralwärts entweichen; hierbei rückt auch das umgebende Bindegewebe des Rückenmarkskanals aus der Sagittalebene aus und legt sich als ein seitlicher Knopf neben dieselbe.

Die Chorda dorsalis verschmälert sich, wie oben erwähnt, ebenfalls, bald mehr allmählig, bald, und sogar in der Regel, schnell (Fig. 1, 3 *ch*). Sie läuft fortwährend dicht unter dem Rückenmarkskanal hin und scheint sogar zuletzt ein wenig in denselben hineinzudringen. Die Chorda endigt, bald mehr spitz, bald mehr knopfförmig abgerundet, in der Regel ein klein wenig vor dem hintersten Ende des Rückenmarkes (Fig. 1 - 4 *ch*). Zuweilen macht sie hierbei einige schwache Biegungen und steigt zum Marke empor (Fig. 2, 4 *ch*); sie behält ihren cellulären Bau; die Zellen sind jedoch gewöhnlich klein, nur wenig blasig aufgetrieben.

Wie verhalten sich nun das Rückenmark, die Chorda und der Rückenmarkskanal zu dem Schwanzknorpel? Sie werden oben und unten von den beiden Schenkeln desselben, dem oberen (*osk*) und dem unteren (*usk*), begrenzt. Seitlich vereinigen sich diese beiden Schenkel, wie bei *Myxine*, durch je eine laterale Spange, welche jedoch nicht vollständig, sondern in verschiedener Weise unterbrochen ist; bald sind in diesen lateralen Spangen grössere, bald kleinere Löcher vorhanden (Fig. 2). Am hinteren Ende fehlen diese Spangen vollständig, so dass das hintere Rückenmarksende lateralwärts nicht von Knorpel umgeben ist.

Wie verhalten sich endlich diese Knorpelschenkel hinten? SCHNEIDER, welcher vom Schwanzknorpel eine kleine Abbildung geliefert hat, lässt sie direct zusammenhängen. Dieses, was bei *Mixyne* die Regel ist, ist auch hier

¹ CARL VOGT und EMIL YUNG, Lehrbuch der prakt. vergleich. Anatomie, Bd. II, Lief. 7, 1891.

in manchen Fällen der Fall. In Fig. 2 sieht man also die beiden Schenkel, den oberen und den unteren, ohne Unterbrechung in einander übergehen, obwohl der Bau nur selten so schematisch einfach sein dürfte, wie ihn die SCHNEIDER'sche Figur zeigt. In anderen Fällen, wie in Fig. 1, sieht man den hintersten Flossenstrahl des Oberschenkels, den hintersten »Processus spinosus« nach SCHNEIDER, sich dem hintersten Flossenstrahl des Unterschenkels anlegen sowie zwischen den Substanzpartien dieser beiden Flossenstrahlen eine oder ein paar Brücken entstehen. Es ist hier also eine partielle Verschmelzung vorhanden. In anderen Fällen endlich, wie in Fig. 3, haben sich die fraglichen Flossenstrahlen der beiden Schenkel nur an einander gelegt, ohne eine Verschmelzung der Knorpel einzugehen; es zieht zwischen ihnen ein Bindegewebsstreif dahin. Der Schwanzknorpel ist hier also kein einheitliches Gebilde, sondern er besteht noch aus zwei getrennten Schenkeln, einem oberen und einem unteren, von welchen dann die Flossenstrahlen in vielfach wechselnder Gestaltung ausgehen.

Zum Vergleich mit den Verhältnissen im erwachsenen Zustande habe ich, wie oben erwähnt, auch diejenigen des Larvenstadiums studirt. Es liegt hier, wie die Fig. 5 zeigt, eine mit jenen übereinstimmende Anordnung vor. Das Rückenmarksende verschmälert sich und macht einige Biegungen, um dann knopfförmig zu endigen. Das hintere Chordaende verschmälert sich ebenfalls, biegt sich etwas dorsalwärts und endigt, abgerundet, nur ein klein wenig hinter dem Hinterende des Markes. Der Rückenmarkskanal endigt, nur von Bindegewebshüllen umgeben, auch blind. Die beiden Schenkel des Schwanzknorpels sind hinten noch nicht zusammengewachsen; sie haben einander noch nicht berührt.

Im Ganzen liegen mithin bei *Petromyzon* Verhältnisse vor, welche sich denen bei *Myxine* und auch bei *Amphioxus* innig anschliessen, obwohl bei *Petromyzon* durch die Gestaltung des Schwanzknorpels einige geringe Besonderheiten entstanden sind.



Tafel VIII.

Das hintere Ende des Rückenmarkes von *Amphioxus* und *Myxine*.

Fig. 1—9. Hintere Enden der Chorda dorsalis und des Rückenmarkes von 9 verschiedenen Exemplaren des *Amphioxus lanceolatus*, von der linken Seite und bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) abgebildet. Die Figuren stellen die gewöhnlichen Variationen des Verhältnisses zwischen Rückenmark und hinterem Chordaende dar.

Fig. 10. Der Caudalknorpel, nach Abtragung der äusseren Haut, der Muskelschichten und des bindegewebigen medianen Septums, von der rechten Seite gezeichnet und in 7-maliger Vergrösserung.

str — Knorpelstrahlen.

Dr — Hautschleimdrüsen.

sh — rechter Schlauch des Caudalherzens.

kn — vorderer, knopfförmiger Fortsatz der unteren Knorpelplatte.

Rk — Rückenmarkskanal.

R — Rückenmark.

ch — Chorda dorsalis.

Fig. 11. Die Spitze des Caudalknorpels, stärker vergrössert. *Rk*, *R*, *ch* s. bei Fig. 1; *st* Sinus terminalis des Rückenmarkskanals; *ft* Filum terminale.

Fig. 12—16. Frontale Durchschnitte des Caudalskeletes, gez. bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 1 (eingesch. Tubus). — Fig. 12 aus der Nähe der Schwanzspitze; hier ist nur der Rückenmarkskanal und keine Chorda wahrnehmbar. In Fig. 13, welche etwas weiter nach vorn genommen ist, tritt die Chorda auf. Fig. 14—16 stellen Schnitte dar, welche in etwas verschiedener Distanz von einander und nach vorn hin gemacht sind.

Rk — Rückenmarkskanal.

ft — Filum terminale.

R — Rückenmark.

ch — Chorda dorsalis.

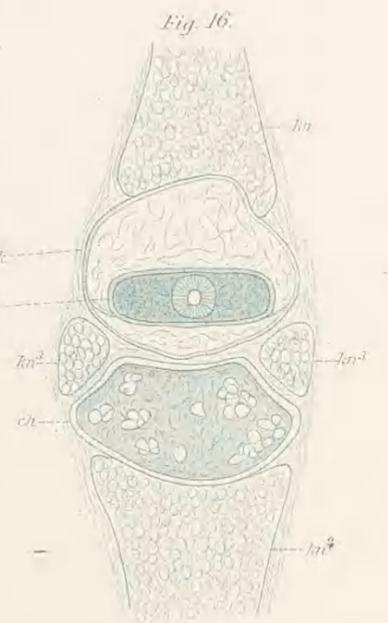
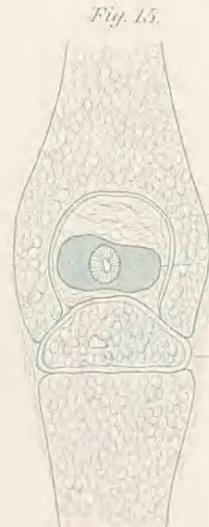
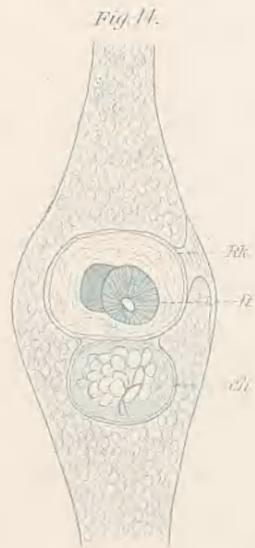
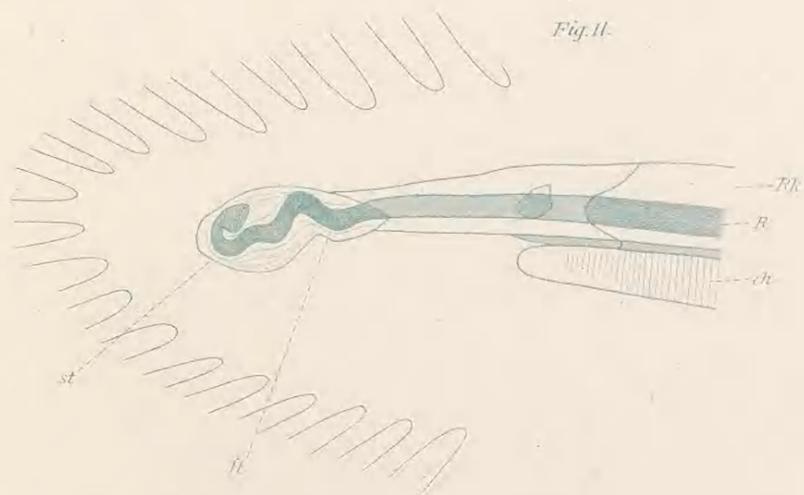
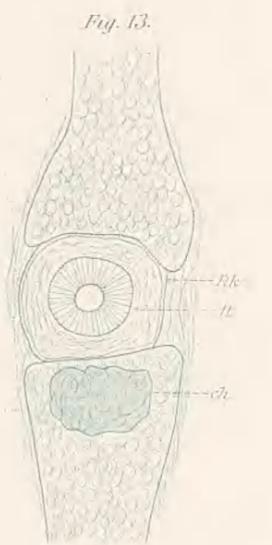
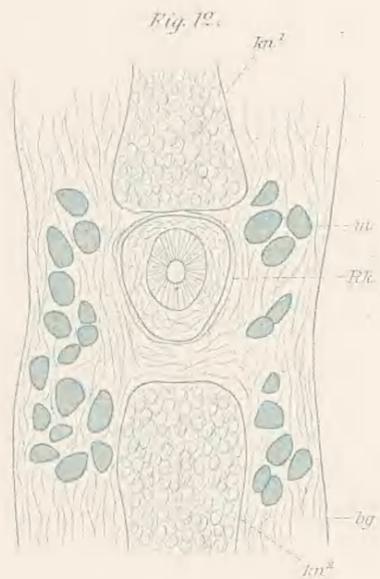
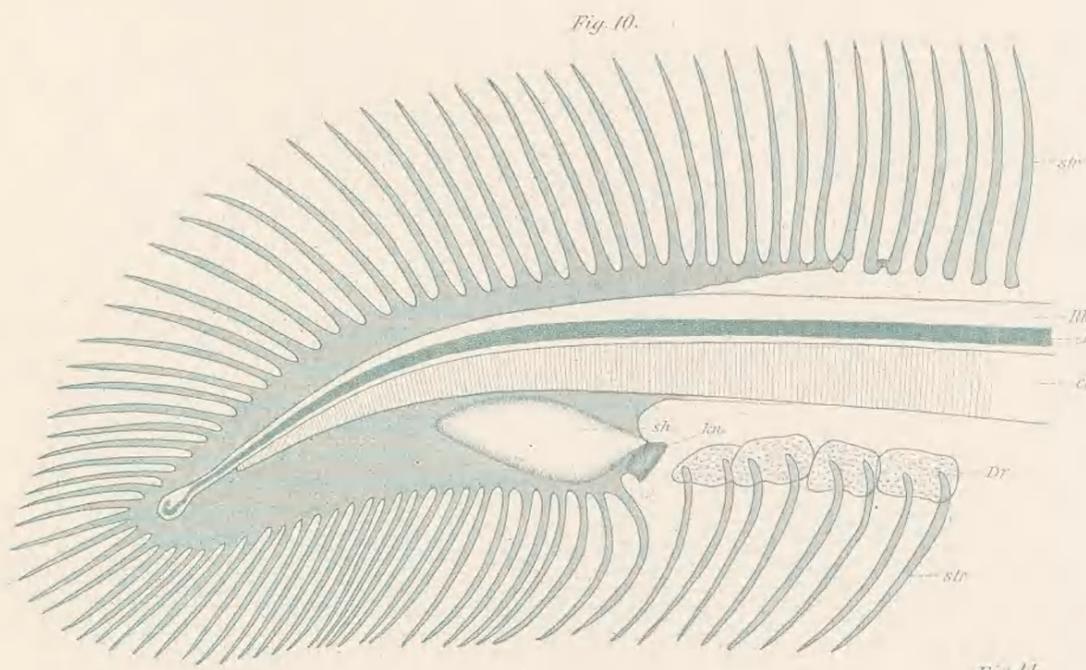
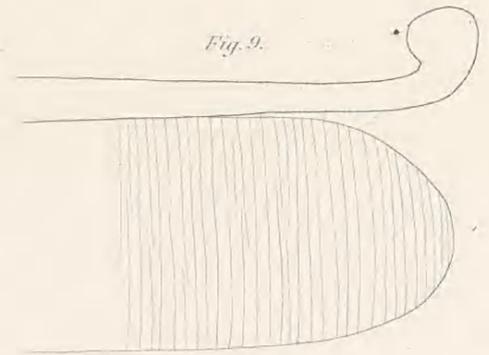
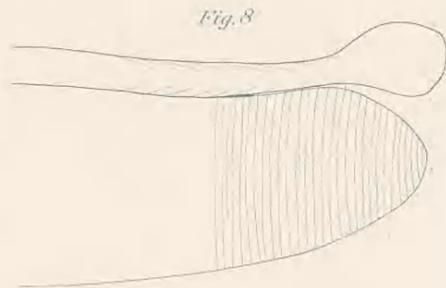
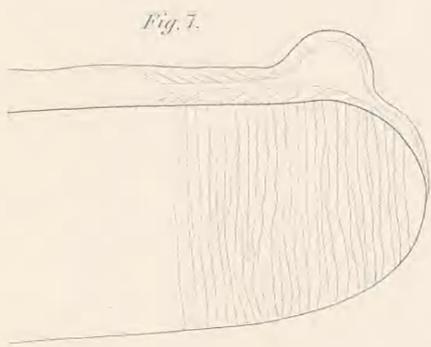
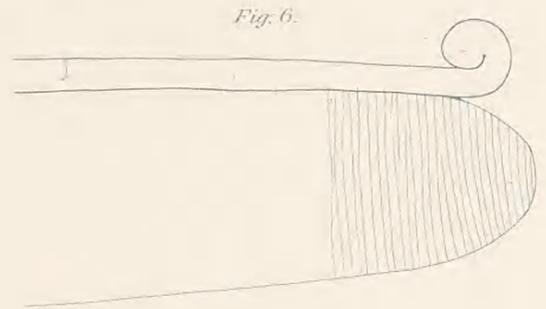
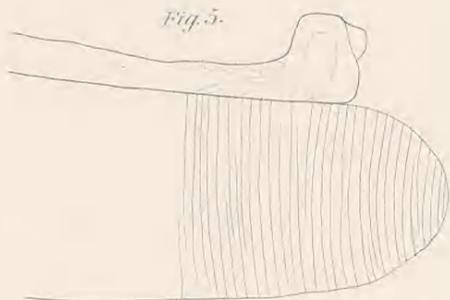
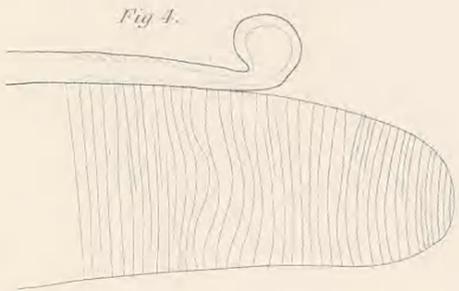
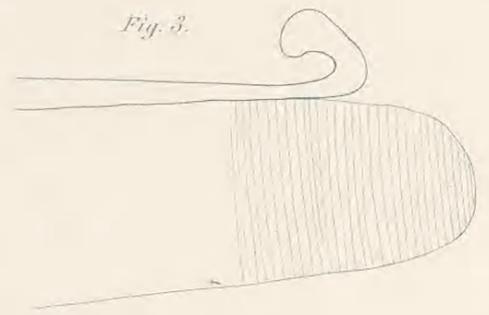
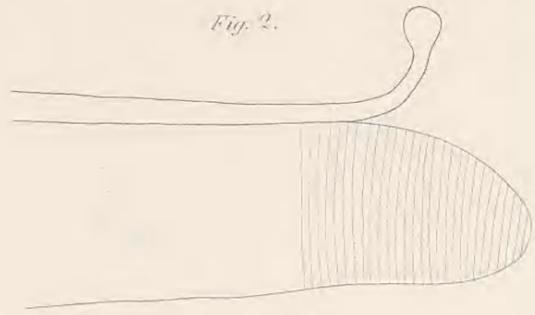
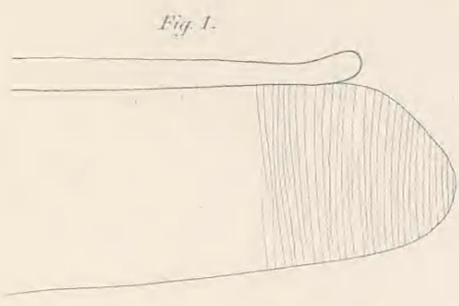
*kn*¹ — obere Knorpelplatte.

*kn*² — untere Knorpelplatte.

*kn*³ — seitliche Knorpelleiste.

bg — bindegewebige Schicht.

m — querdurchgeschnittene Muskelfasern.



Tafel IX.

Das hintere Ende des Rückenmarkes von Petromyzon.

Fig. 1—3. 3 verschiedene Typen des Hinterendes des Schwanzknorpels, der Chorda dorsalis und des Rückenmarkes der erwachsenen *Petromyzon fluviatilis*. Gez. b. Vér. Obj. 2 und Ocul. 1 (eingesch. Tubus).

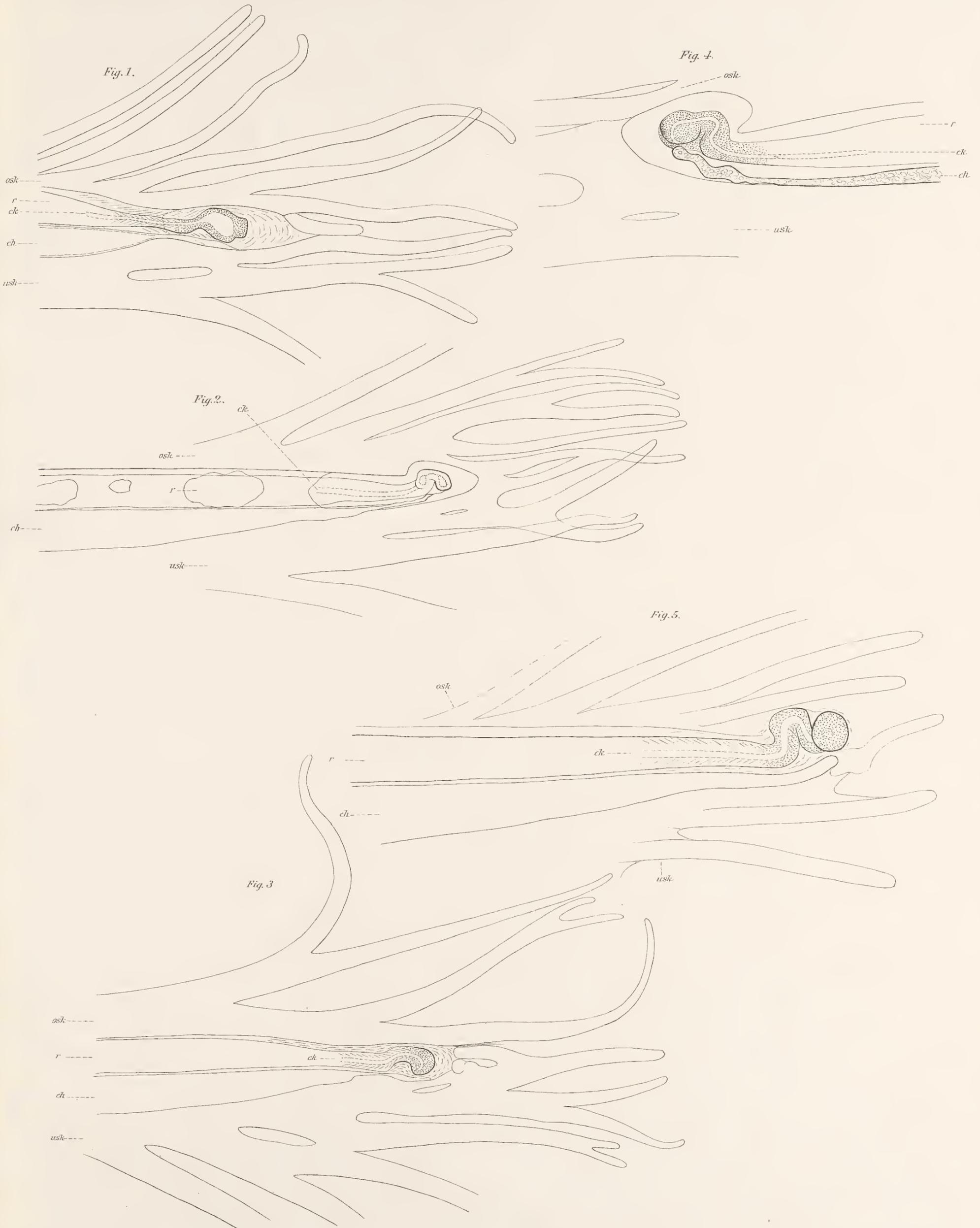
Fig. 4. Das Hinterende des Rückenmarkes und der Chorda dorsalis bei dem erwachsenen *Petrom. fluviatilis*. Gez. b. Vér. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingesch. Tubus).

Fig. 5. Das Hinterende des Schwanzknorpels, der Chorda dorsalis und des Rückenmarkes des Larvenstadiums von *Petromyzon fluviatilis*. Gez. b. Vér. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingesch. Tubus).

Gemeinsame Bezeichnungen der Figuren:

- osk* — oberer Schenkel des Schwanzknorpels.
- usk* — unterer Schenkel des Schwanzknorpels.
- ch* — Chorda dorsalis.
- r* — Rückenmark.
- ck* — Centralkanal des Rückenmarkes.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [NF_7](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Ueber das hintere Ende des Rückenmarkes bei Amphioxus, Myxine und Petromyzon 26-33](#)