

# Einige Ergebnisse über den Bau und die Entwicklung der Occipitalregion von *Amia* und *Lepidosteus*<sup>1</sup>.

Von

**K. E. Schreiner**

(Christiania).

---

Mit Tafel XXVIII und XXIX, 17 Figuren und 3 Schemata im Text.

---

## Einleitung.

Nach seinen bahnbrechenden embryologischen Untersuchungen gelangt FROBIEP (IV, 1883, 1886) zu dem Resultate, dass am Kopfskelet der Wirbelthiere zwei Abschnitte zu unterscheiden sind: ein präspinaler (cerebraler oder branchialer) und ein spinaler. Die Grenze dieser beiden Abschnitte wird in den lateralen Gebieten durch

---

<sup>1</sup> Vorliegende anspruchslose Untersuchungen wurden im Sommersemester 1900 im vergleichend-anatomischen Laboratorium des anatomischen Instituts zu Würzburg ausgeführt, wo ich nach Anregung des Herrn Professor Dr. BRAUS an einem mir von ihm freundlichst überlassenen Material die Occipitalregion von erwachsenen Exemplaren von *Amia* und *Lepidosteus* untersuchte. Die Resultate sind unten referirt und haben, wie der orientirte Leser sehen wird, nicht viel Neues gebracht. Mehr Interesse gewannen diese Untersuchungen, als mir von den Herren Professor Dr. H. VIRCHOW in Berlin und Prosektor Dr. SOBOTTA in Würzburg mehrere Embryonen von denselben Fischen in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt wurden. Ich erlaube mir an dieser Stelle Sr. Excellenz Herrn Geheimrath v. KÖLLIKER für den mir überlassenen Platz in seinem Laboratorium, den oben erwähnten drei Herren für ihre freundliche Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen.

Es war ursprünglich mein Plan, diese Untersuchungen auch auf die Knochenfische auszudehnen. Mittlerweile wurde aber meine Zeit durch andere Arbeiten in Anspruch genommen, und da ich einsah, dass es mir in mehreren Jahren nicht möglich sein werde, diese Untersuchungen wieder aufzunehmen, entschied ich mich meine Resultate jetzt zu veröffentlichen in der Hoffnung, dass sie unsere Kenntnisse zu diesem Gegenstande etwas zu erweitern doch im Stande sein werden.

die Austrittsöffnung des Vagus bestimmt. Nur der spinale Abschnitt repräsentirt den zweifellos vertebralen Theil des Schädels. Er geht, wie entwicklungsgeschichtlich nachweisbar, aus der Umwandlung von Wirbelanlagen hervor, welche ontogenetisch und phylogenetisch in caudaler Richtung fortschreitet, dabei aber mit einer Reduktion der cranialwärts vordersten Anlagen verbunden ist. Ein ähnlicher Aufbau des präspinalen Abschnittes ist nicht nachweisbar und so ist »die Occipitalregion von dem gesammten übrigen Kopfgebiet fundamental verschieden« (V, 1887, p. 817).

Seit jener Zeit, da FRORIEP diese Meinung aussprach, ist eine ganze Menge von Arbeiten über die Craniogenese erschienen, Repräsentanten der verschiedenen Wirbelthierklassen sind aufs genaueste untersucht worden. An der Richtigkeit der Auffassung FRORIEP's über den Aufbau des Schädels haben diese Arbeiten bis jetzt nicht gerüttelt.

Haben so alle späteren Untersuchungen nicht vermocht, uns irgend eine sichere Erklärung über den phylogenetischen Aufbau des präspinalen Kopftheiles zu geben, so haben sie andererseits eine reiche Fülle von interessanten Beobachtungen über den Aufbau des spinalen Kopfabschnittes bei den verschiedenen Wirbelthierklassen gebracht. Vor Allem aber haben hier die Schädel der Fische die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt wegen der — schon seit langer Zeit bekannten — Assimilationsvorgänge in ihrer Occipitalregion.

Unter den Fischen wieder haben sich besonders die Knochenganoiden als sehr werthvolle und für das Verständnis der Verhältnisse bei den Knochenfischen wichtige Untersuchungsobjekte gezeigt.

Unten wollen wir nun genauer die Occipitalregion von *Amia* und *Lepidosteus* betrachten und die wichtigsten früheren Untersuchungen über dieselbe berücksichtigen; wir haben uns dann klar zu stellen, welche Fragen die jetzigen Verhältnisse in dieser Region dem Untersucher aufdringen müssen und schließlich, in wie weit die ontogenetischen Vorgänge dieselben zu beantworten im Stande sind.

## A. Der Bau der Occipitalregion.

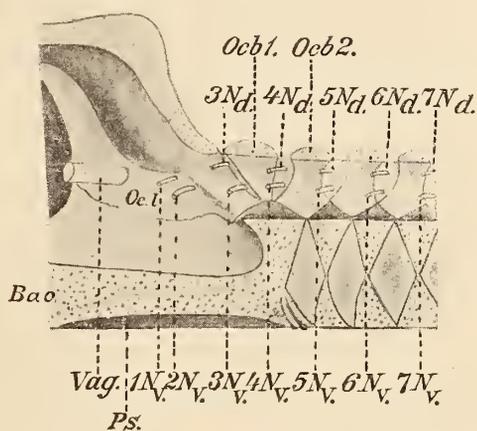
### I. Eigene Untersuchungen.

#### *Amia calva*.

In Textfig. 1 ist die rechte Hälfte der Occipitalregion einer erwachsenen *Amia*, von innen gesehen, in natürlicher Größe dargestellt.

Wie schon allen früheren Untersuchern auch aufgefallen ist, weist das Basioccipitale (*Bao*), welches stark in die Länge gezogen ist, ein eigenthümliches Verhalten auf. Während nämlich der proximale Theil desselben schalenförmig ausgehöhlt ist, erinnert der Bau seiner distalen Partie an den der Wirbelkörper. Dieser Theil besitzt die gleiche Höhe wie die Wirbelkörper, und ist gegen den ersten Wirbel ausgehöhlt. Die lateralen Partien seiner dorsalen Fläche sind von Knorpelgewebe bedeckt. Dieses bildet jederseits drei Artikulationsfacetten, welche die Verbindung dieses Theiles des Basioccipitale proximalwärts mit dem hinteren Stücke des Occipitale laterale (*Oc.l*), distalwärts mit zwei freien Bogen vermitteln. Von diesen zwei Bogen — den Occipitalbogen (*Ocb*) von SAGEMEHL (s. unten) — sehen wir, dass der proximale (*Ocb.1*) eine

dreieckige Form besitzt und nur mit seiner ventralen Spitze sich dem Basioccipitale anlegt. Der distale Occipitalbogen (*Ocb.2*) zeigt den gleichen Bau und dasselbe Verhalten wie die folgenden Wirbelbogen. Mit einander sind die zwei Occipitalbogen durch straffes Bindegewebe verbunden. Der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Occipitalbogen ist nahezu so groß wie der



Textfig. 1.

Abstand zwischen den folgenden Wirbelbogen; der vordere Occipitalbogen liegt mit seinem proximalen Rande dem Occipitale laterale sehr nahe. Zwischen letzterem und dem ersten Occipitalbogen tritt ein Spinalnerv (*3N*) mit seinen zwei Wurzeln aus dem Spinalkanal heraus, dasselbe ist auch zwischen den zwei Occipitalbogen der Fall (*4N*).

Durch eine Suture wird beiderseits das Basioccipitale mit dem paarigen Occipitale laterale (*Oc.l*) verbunden. Während die proximale Partie des letzteren wie der entsprechende Theil des Basioccipitale nach innen konkav ist, zeichnet sich auch hier die distale Partie durch ihren eigenartigen Bau aus. Letztere zeigt nämlich eine dreieckige Verdickung, welche mit ihrer Spitze proximalwärts und gleichzeitig nach oben und außen gerichtet ist und mit ihrer Basis durch die oben erwähnte Gelenkfacette mit dem hinteren Theile des Basioccipitale verbunden wird. Dieser dreieckige Theil des Occipitale laterale zeigt gegen die Schädelhöhle eine konvexe Fläche. Gegen die proximalwärts gelegene Partie des Occipitale laterale ist derselbe

recht deutlich abgegrenzt, seine ventrale vordere Ecke wird durch die oben erwähnte Sutura mit dem Basioccipitale verbunden. Der dorsal von dieser dreieckigen Partie gelegene Theil des Occipitale laterale ist schwach konkav wie die entsprechenden Theile der Occipitalbogen und durch eine leicht vorspringende Kante, welcher auf der äußeren Seite des Schädels eine kleine Furche entspricht, von dem proximalen Theile des Occipitale laterale getrennt.

Mit sehr großer Deutlichkeit tritt dieser Unterschied zwischen dem proximalen und distalen Theile des Occipitale laterale hervor, wenn man die eine Hälfte des sagittal durchschnittenen und präparirten Schädels gegen das Licht betrachtet. Der ganze proximale, ausgehöhlte Theil erscheint dann gelblich und in mäßigem Grade durchscheinend, der dreieckige Theil ist vollständig undurchsichtig wie die ventralen, in den Spinalkanal vorgewölbten Partien der Occipital- und Wirbelbogen. Die dorsal von dem dreieckigen Theile gelegene Partie des Occipitale laterale endlich zeigt im Gegensatz zum letzteren und zu dem proximalen Theile dieses Knochens ganz wie die dorsalen Theile der Wirbelbogen eine homogene, bläulichweiß durchschimmernde Farbe.

Unmittelbar an dem proximalen Rande der dreieckigen, hinteren Partie des Occipitale laterale tritt in der Höhe der ventralen Wurzeln der Spinalnerven ein Nerv ( $2N_v$ ) aus dem Schädel heraus; eine entsprechende dorsale Wurzel besitzt dieser Nerv nicht. Proximal von diesem Nerven zwischen demselben und dem Vagus durchsetzt ein bedeutend feinerer Nerv ( $1N_v$ ) das Occipitale laterale. Auch dieser besitzt keine dorsale Wurzel. Diese zwei Nerven repräsentiren die »Occipitalnerven« von SAGEMEHL und ALLIS (s. unten).

Ehe wir nun die innere Fläche der Schädelhöhle verlassen, wollen wir auch einen Blick auf die dem Schädel sich am nächsten anschließenden Wirbelkörper werfen.

Die Wirbelkörper von *Amia* besitzen, wie schon lange bekannt, an Schnitten durch ihre Mitte Sanduhrform und zeigen jeder eine obere und eine untere dreieckige Hälfte. Vom vierten Wirbel an sind an den beiden von mir untersuchten Exemplaren diese beiden Hälften der Wirbelkörper ganz regelmäßig symmetrisch und einander vollkommen kongruent. Die proximal von dem vierten folgenden Wirbelkörper weisen ein etwas anderes Verhalten auf. Die Länge derselben nimmt nach vorn ab und, wie aus Textfig. 1 hervorgeht, besitzt die untere Hälfte sowohl des ersten wie des zweiten Wirbelkörpers an der Schnittfläche nach vorn gebogene Kontouren.

An einem anderen Exemplare zeigte die proximale Fläche der oberen Hälfte des ersten und zweiten Wirbelkörpers eine nur geringe Spur von Aushöhlung. An der Schnittfläche waren der Mitte der Wirbelsäule entsprechend die proximalen Grenzlinien der zwei ersten Wirbelkörper ungefähr vertikal auf der Längsachse der letzteren gestellt, während die unteren Partien derselben nach vorn leicht gebogen erschienen. Der proximale Theil der Wirbelsäule sah hierdurch noch mehr zusammengedrängt aus, als das mit der entsprechenden Partie des in Textfig. 1 dargestellten Schädels der Fall ist.

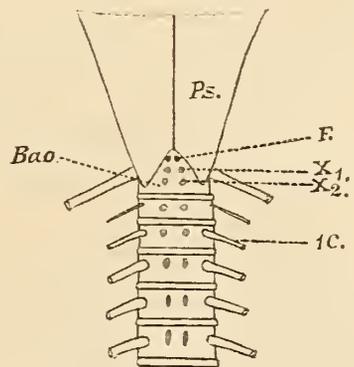
An der Figur bemerkt man kurz proximal von der hinteren Grenzlinie des Basioccipitale zwei dunklere Streifen im Knochengewebe. Wir kommen weiter unten auf diese zurück.

Wie die Wirbelkörper, so zeigen auch die zwischen denselben eingeschlossenen Chordareste nach vorn zu ein etwas anderes Verhalten als hinten. Dieselben bestehen weiter nach hinten aus einem lockeren, gelatinösen, centralen Theile und einem derben, dünnen, peripherischen. Vom vierten Wirbel an wird nach vorn zu der centrale Theil allmählich kleiner, der äußere dagegen nimmt entsprechend zu, und so sehen wir, dass das Basioccipitale mit dem ersten Wirbelkörper durch ein vorwiegend derbes und faseriges Gewebe verbunden ist.

In Textfig. 2 ist die Occipitalregion in ventraler Ansicht halb schematisch dargestellt.

Das Basioccipitale (*Bao*) wird von den beiden Parasphenoidknochen (*Ps*) bedeckt, welche bis nahe an die Zwischenscheibe zwischen dem Basioccipitale und dem ersten Wirbelkörper reichen. Nach vorn liegen die beiden Knochen in der Mittellinie einander direkt an, distalwärts weichen sie etwas aus einander und lassen eine dreieckige Partie des Basioccipitale unbedeckt, in welcher am meisten proximal zwei kleine Öffnungen (*F*) sichtbar sind, die beide in Kanäle führen, welche an der äußeren Fläche des Basioccipitale ausmünden. Durch diese Kanäle verlaufen zwei Arterien.

Hinter diesen beiden Foramina liegen zwei Paare kleiner, runder Knorpelstücke ( $x_1$  und  $x_2$ ) dem Knochen an; ganz gleiche Knorpelstückchen bemerken wir auch an der ventralen Fläche jeder der drei folgenden Wirbelkörper. Vom vierten Wirbel an nehmen dieselben an Länge etwas zu, werden dabei schmaler, vom sechsten



Textfig. 2.

Wirbel an bilden sie zwei feine zu einander parallel verlaufende Knorpelleisten.

Diese Knorpelstückchen scheinen also für die Wirbelkörper charakteristische Bildungen zu repräsentiren.

SAGEMEHL (s. unten) hat diese Knorpelstückchen zuerst beschrieben. Er fand an der ventralen Fläche des Basioccipitale nur ein Paar von solchen. An einem viel größeren Schädel als der oben beschriebene sah auch ich nur ein Paar.

Macht man nach Dekalcinirung eines Wirbels Querschnitte durch denselben, so sieht man, dass die kleinen nach außen konvexen Knorpelstückchen auch ein Stück in das Innere des Wirbels hineinreichen, und von ihrem Ende zieht als eine direkte Fortsetzung derselben ein feiner Knochenkegel weiter gegen das Centrum des Wirbelkörpers. Dieser Kegel hebt sich am Schnitte von dem umliegenden Knochengewebe dadurch ganz deutlich ab, dass seine Markräume viel größer sind als die des letzteren und eine regelmäßig kubische Form besitzen.

Untersucht man nun in ähnlicher Weise Sagittalschnitte durch das Basioccipitale, so findet man hier das gleiche Verhalten der hier gelegenen Knorpelstückchen; auch diese setzen sich je in einen Knochenkegel ins Innere fort, welche von einander durch ein viel dichteres Knochengüst getrennt sind. Der proximale dieser Kegel ist schmaler als der distale und reicht nicht so weit in den Knochen hinein wie letzterer. Beide Kegel verlaufen nicht gerade dorsalwärts, sondern sind mit ihren oberen Spitzen nach vorn gekehrt. Diese Kegel sind es, welche an der Schnittfläche (vgl. Tegfig. 1) die oben erwähnten, schon mit bloßem Auge wahrnehmbaren Streifen im distalen Theile des Basioccipitale bilden. Dass wir dort die entsprechenden Bilder nicht auch in den Wirbelkörpern sahen, beruht darauf, dass die letzteren genau in der Mittelebene durchgesägt sind, das Basioccipitale dagegen etwas nach der Seite, wo sich eben die Knorpelstückchen befinden.

Ein bestimmtes Urtheil über den Ursprung und die Bedeutung dieser Knorpelstückchen ist vorläufig schwer zu äußern. Nach ihrem Verhalten sind sie, wie auch ALLIS (I, 1897) annimmt, wahrscheinlich mit denjenigen Knorpelstreifen zu vergleichen, welche man bei *Calamoichthys calabaricus* ventral von den Basalstümpfen vorfindet, und welche von GÖPPERT (VIII, 1895 p. 15) zuerst abgebildet sind. In unserer Beschreibung der Entwicklung der Occipitalregion kommen wir unten noch einmal auf diese Bildungen zurück.

An beiden der von mir untersuchten erwachsenen Exemplaren von *Amia* schließt sich das erste Paar von Rippen dem zweiten Wirbelkörper an. Dieses Paar ist feiner und kürzer als die folgenden. Der erste Wirbel trägt keine Rippen; an demselben befestigt sich beiderseits in der Höhe der Rippen eine nicht sehr starke Sehne, welche mit der ersten Rippe durch eine Bindegewebslamelle verbunden wird. Eine viel dickere, rundliche Sehne nimmt von der lateralen Seite des distalen Theiles des Basioccipitale ihren Ursprung und verläuft gegen den Schultergürtel. Die medialen Bündel dieser Sehne sind auch an der ventralen Fläche des Basioccipitale befestigt und werden von dem Parasphenoid überdeckt. Der erste Untersucher, welcher diese Sehne erwähnt, ist meines Wissens VAN WIJHE (XV, 1882), er hält dieselbe für das Homologon einer Rippe.

Es bleibt uns jetzt noch übrig dieser kurzen Beschreibung der Occipitalregion der erwachsenen *Amia* zuzufügen, dass der distale Theil des Basioccipitale bis zu der Austrittsöffnung der oben erwähnten Arterie, auch von außen betrachtet ganz die Form eines langen Wirbelkörpers aufweist.

#### Lepidosteus osseus.

Einen Sagittalschnitt durch die Occipitalregion von *Lepidosteus* sehen wir in Fig. 17 wiedergegeben. Auch die vier ersten Wirbel sind hier dargestellt. Die letzteren besitzen alle eine konvexe proximale und eine konkave distale Gelenkfläche, welche von einer dünnen Knorpellage überzogen sind. Die Länge der Wirbelkörper nimmt in der proximalen Partie der Wirbelsäule, wie auch bei *Amia*, vom ersten Wirbel an nach hinten zu. So finde ich die Länge der ersten sieben Wirbelkörper des von mir untersuchten Exemplares folgendermaßen:

Erster Wirbel	. . . . .	5,5 mm
Zweiter	» . . . . .	6,75 »
Dritter	» . . . . .	7,75 »
Vierter	» . . . . .	8,00 »
Fünfter	» . . . . .	9,00 »
Sechster	» . . . . .	9,00 »
Siebenter	» . . . . .	9,00 »

Mit den Wirbelkörpern sind die Wirbelbogen synostotisch verbunden. Sie besitzen eine breite Form, ihre innere Fläche ist von dem vorderen bis zum hinteren Rande leicht konvex. Nach dem

Schädel zu nimmt auch die Breite der oberen Bogen mit der Verkürzung der Wirbelkörper ab. Die Bogen sind mit einander durch derbes Bindegewebe verbunden, durch welches die Spinalnerven mit ihren beiden Wurzeln aus dem Spinalkanal treten. Von dieser Regel macht die ventrale Wurzel des zwischen erstem Wirbelbogen und Occipitale laterale austretenden Spinalnerven eine Ausnahme, indem dieselbe, wie aus der Figur hervorgeht, den ventralen Theil der distalen Partie des Occipitale laterale durchbricht.

Der erste Wirbelkörper trägt das erste Paar von Rippen.

Es ist nun auffallend, in wie hohem Maße der distale Theil des Schädels einem Wirbel ähnlich sieht. Diese Partie des Occipitale laterale ist wie ein Wirbelbogen gebaut, die entsprechende Partie des Basisoccipitale aber wie ein Wirbelkörper. Wie die Wirbelbogen mit den Wirbelkörpern ist auch der distale Theil des Occipitale laterale mit dem Basisoccipitale synostotisch verbunden. Zwischen diesem distalen Theile des Occipitale laterale und dem proximalen Theile desselben Knochens bemerkt man eine Sutura, diese erreicht aber dorsalwärts, wie es aus der Figur hervorgeht, nicht die Mittellinie.

In der Mitte der inneren Fläche von dem wie ein Wirbelbogen aussehenden Theile des Occipitale laterale verläuft eine kleine Furche in dorso-ventraler Richtung. In der mittleren Partie dieser Furche ist ein kleines Loch gelegen, durch welches die ventrale Wurzel eines wie ein Spinalnerv sich verhaltenden Nerven ( $4N$ ) den Spinalkanal verlässt. In der dorsalen Verlängerung dieser Furche ist ein anderes Loch für die dorsale Wurzel des gleichen Nerven gelegen. Durch die oben erwähnte Sutura, welche diesen Theil des Occipitale laterale von dem proximalen abgrenzt, tritt kein Nerv aus, in ihrer dorsalen Verlängerung dagegen eine dorsale Wurzel. Die Austrittsöffnung der ventralen Wurzel ( $3N_v$ ) desselben Nerven ist etwas mehr proximalwärts gelegen. Noch weiter proximalwärts sehen wir drei Nervenzweige das Occipitale laterale durchbohren; die beiden distalen derselben ( $2N_v$  und  $2N_d$ ) bilden die ventrale und dorsale Wurzel eines wie ein Spinalnerv gebauten Nerven, der proximalen, welche eine ventrale Wurzel darstellt ( $1N_v$ ) und schwächer ist als die distalwärts folgenden, entspricht keine dorsale Wurzel. Durch das Loch, welches man dorsal von diesem Nerven in dem Knochen bemerkt, verläuft ein Gefäß.

Betrachten wir nun das Basisoccipitale, so sehen wir, dass seine distale, dem ersten Wirbel zugekehrte Fläche schalenförmig ausgehöhlt ist wie die distalen Theile der Wirbelkörper, und dass weiter die-

jenige Partie dieses Knochens, welche dem einem Wirbelbogen ähnlich sehenden Theile des Occipitale laterale entspricht, an einem Sagittalschnitte den gleichen festen, dichten Bau mit kleinen und wenigen Markräumen aufweist wie die Wirbelkörper. Dieser Theil besitzt darum eine bläulich-weiße Farbe, während der proximale Theil des Knochens zahlreiche Markräume besitzt und an dem Schnitte darum mehr gelblich erscheint.

Die ventrale Fläche des Basioccipitale wird von den zwei Parasphenoidknochen ganz bis zu der Gelenkfläche gegen den ersten Wirbel bedeckt. Lateralwärts springen die Parasphenoidknochen flügel förmig hervor und werden durch eine ligamentöse Membran mit dem ersten Paar der Rippen verbunden.

Die bei *Amia* oben beschriebenen Knorpelstücke an der basalen Fläche des Basioccipitale und der Wirbelkörper vermisse ich bei *Lepidosteus*.

## II. Frühere Untersuchungen.

### *Amia calva*.

Von den ersten Untersuchungen über die Osteologie des *Amia*-Kopfes sehe ich ab und verweise auf die Litteraturübersicht in FÜRBRINGER'S VI. 1897 Arbeit. Hier erwähne ich zuerst die Arbeit von BRIDGE (III, 1877), welche nur das Kopfskelett selbst behandelt. Was die Occipitalregion betrifft, die uns hier interessirt, so meint BRIDGE aus dem Vorhandensein zweier Neurapophysen, die über den hinteren Theil des Basioccipitale liegen, schließen zu können, dass wenigstens zwei Wirbelkörper sich dem Basioccipitale angegliedert haben. Wie schon erwähnt, macht BRIDGE keine Angaben über die Nerven und die anderen Weichtheile. An seiner Fig. 5 bemerkt man ein Loch zwischen den zwei Occipitalbogen, und eben so ein im ersteren derselben, wahrscheinlich repräsentiren diese die Austrittsöffnungen der oben geschilderten und als 3N und 4N an der Textfig. 1 bezeichneten Nerven.

Nach VAN WIJHE (XV, 1882) folgen bei *Amia* »auf den Vagus drei Nerven, von denen der vordere sehr fein ist. Bald legen sie sich einander an und kreuzen die Vorderseite eines cylindrischen Ligamentes, das am oberen Ende des primären Knochens des Schultergürtels befestigt ist, und am Occipitale basilare, unter dem hinteren der beiden von diesem Knochen getragenen Wirbelbogen entspringt« (p. 89—90). Die drei Nerven treten aus Öffnungen, welche ungefähr in einer Linie mit dem Vagusloch liegen. Die Öffnung für den ersten, den der Autor für eine untere Vaguswurzel hält, und welcher dem von uns als 2N<sub>v</sub> bezeichneten entspricht, wird von dem Occipitale laterale ganz umschlossen; die für den zweiten liegt zwischen dem Occipitale laterale und dem ersteren der beiden Wirbelbogen, welche von dem Basioccipitale getragen werden; die für den dritten befindet sich zwischen diesen beiden Wirbelbogen. Die beiden letzteren Nerven besitzen zwei Austrittsöffnungen. Bei dem letzteren der drei Nerven nahm der Autor ein Ganglion wahr.

Eine Bestätigung und Erweiterung der Angaben von BRIDGE lieferte die Arbeit von SAGEMEHL (XI, 1884).

Die von BRIDGE beschriebenen, dem Basioccipitale aufsitzenden Bogen nennt SAGEMEHL die Occipitalbogen. Zwischen dem Vagus und dem ersten Spinalnerven treten drei nach dem Typus der Spinalnerven gebaute, dem Hinterhaupte angehörige Nerven heraus. Diese Nerven, welche den von uns als 2, 3 und 4N bezeichneten entsprechen, werden von SAGEMEHL Occipitalnerven genannt. Das Verhalten derselben schildert SAGEMEHL in ähnlicher Weise wie VAN WIJHE (s. oben). Aus dem Umstande, dass dem Basioccipitale diskrete obere Bogen aufsitzen, zwischen welchen nach dem Typus der Spinalnerven gebaute Nerven austreten, schließt SAGEMEHL wie BRIDGE, dass es als sicher angesehen werden kann, dass sich bei *Amia* zwei Wirbel dem Schädel assimiliert haben. Die Frage ist aber nach SAGEMEHL, ob man den ersten, schwachen und einer dorsalen Wurzel entbehrenden Occipitalnerven als einen reducirten Spinalnerven aufzufassen hat. Nach dem peripherischen Verlaufe dieses Nerven meint der Autor, dass derselbe nur als ein zurückgebildeter diskreter Spinalnerv aufzufassen ist, und dass man darum bei *Amia* zum mindesten drei dem Cranium assimilierte Wirbel annehmen muss. Die Möglichkeit, dass die ursprüngliche Zahl dieser Wirbel eine größere gewesen ist, hält SAGEMEHL für durchaus nicht ausgeschlossen. Als Erster macht SAGEMEHL auf den oben beschriebenen Unterschied an Dicke aufmerksam, welcher zwischen dem distalen Theile des Occipitale laterale, vor welchem die von ihm als der erste Occipitalnerv bezeichnete ventrale Wurzel (vgl. Textfig. 1, 2N<sub>v</sub>) austritt, und dem proximalen Theile dieses Knochens besteht. Dieser verdickte Theil entspricht nach SAGEMEHL sowohl seiner Form als seiner Lage nach einem dritten, vordersten, mit dem Occipitale laterale verschmolzenen halben Occipitalbogen. SAGEMEHL ist auch der Erste, der die kleinen Knorpelstückchen an der ventralen Fläche des Basioccipitale zwischen den beiden Parasphenoidknochen gesehen hat (vgl. seine Fig. 2 u. 6 x). Er beschreibt nur ein Paar von solchen, welches dem Knochen nach seinen Angaben ganz oberflächlich aufliegt. Da er ähnliche Knorpelstreifen an jedem Wirbelkörper findet, sieht er in diesem Befunde noch eine weitere Stütze für seine Auffassung über die Entstehung des distalen Theiles des Basioccipitale. Die Deutung dieser knorpeligen Gebilde kann SAGEMEHL nicht geben. Nach seiner Auffassung wird die Konkrescenz der Wirbelkörper mit dem Cranium durch eine Ausdehnung des Parasphenoid nach hinten hervorgerufen.

Nach seinen Untersuchungen an einem Skelett von *Amia* schließt sich SEWERTZOFF (XIII, 1895) SAGEMEHL vollkommen an.

Eine sehr genaue Beschreibung der Occipitalregion von *Amia* lieferte ALLIS (I, 1897). Proximalwärts von dem ersten Occipitalnerven von SAGEMEHL, zwischen diesem und Vagus gelang es ALLIS eine feine ventrale Nervenwurzel nachzuweisen, die von den früheren Untersuchern übersehen war, und welcher eben so wenig wie der distalwärts folgenden eine diskrete dorsale Wurzel zukommt. Die diesen ventralen Wurzeln — den Occipitalnerven von ALLIS — entsprechenden dorsalen scheint der Autor geneigt im Vagus suchen zu wollen. Wie ich selbst, findet ALLIS an der ventralen Fläche des Basioccipitale zwei Paare der von SAGEMEHL zuerst beschriebenen Knorpelstückchen. (Bezüglich der Untersuchungen von ALLIS über die Entwicklung der Occipitalregion siehe weiter unten.)

In seiner Arbeit über die spino-occipitalen Nerven (VI, 1897) behandelt FÜRBRINGER nicht das Kopfskelett selbst, liefert aber einen Sagittalschnitt durch den Schädel von *Amia*, welcher mit dem von mir in Textfig. 1 abgebildeten eine

erhebliche Übereinstimmung aufweist. Er findet unabhängig von ALLIS die gleiche Zahl und das gleiche Verhalten der Nerven wie dieser. FÜRBRINGER's Nerv » $\alpha$ « ist mit dem von mir als » $1N_p$ « bezeichneten identisch<sup>1</sup>.

In neuerer Zeit beschreibt BRAUS (II, 1900) die gleiche Zahl von Nerven wie ALLIS und FÜRBRINGER.

### Lepidosteus osseus.

Nach JOH. MÜLLER (IX, 1846) treten bei *Lepidosteus* hinter dem Vagus noch vier Nerven durch das Occipitale, von diesen ist der erste (wahrscheinlich der von mir als  $2N_p$  bezeichnete) sehr dünn und verbindet sich mit dem nächst folgenden zum Nervus hypoglossus, der den Musculus sternohyoideus versorgt; die beiden hinteren gehen zur Brustflosse. Die drei vordersten dieser vier Nerven treten durch verschiedene Öffnungen des Occipitale laterale, der letzte durch den aufsteigenden Theil des Basioccipitale. Sie folgen sehr regelmäßig hinter einander.

VAN WIJHE (XV, 1882) verweist nur auf diese Beschreibung von JOH. MÜLLER.

Dem Occipitale basilare sitzt nach GEGENBAUR (VII, 1887) das Occipitale laterale auf, welches an der gestreckten Gestalt der Occipitalregion den größten Antheil hat. Es reicht aber nicht bis zum distalen Ende des Occipitale basilare, sondern lässt noch eine Strecke davon frei. Diese letztere wird von einem breiten Wirbelbogen eingenommen, dessen Vorderrand das Occipitale laterale überlagert. Im Occipitale basilare hat GEGENBAUR vergeblich nach der Spur

---

<sup>1</sup> Wenn ich FÜRBRINGER's Nomenklatur in der vorliegenden Arbeit nicht angenommen habe, so haben mich dazu folgende Gründe bewogen. Von jeder Nomenklatur muss verlangt werden, dass sie einfach und klar sei, weiter, dass sie als kurze Bezeichnung der thatsächlichen Verhältnisse eine Übersicht über dieselben zu erleichtern im Stande sein solle. Keinem dieser Ansprüche scheint mir aber die Nomenklatur von FÜRBRINGER zu genügen. Mit ihren drei verschiedenen Bezeichnungskategorien erinnert dieselbe in bedenklichem Grade an Zifferdepeschen, zu deren Deutung natürlich auch die genaue Kenntnis des betreffenden »Zifferschlüssels« nothwendig ist.

Als ein Produkt von Beobachtungen und Deutungen, welche sich fast nur auf vergleichend-anatomische Untersuchungen stützen, wird dieselbe wohl kaum lange Zeit sich erhalten können. Schon jetzt haben sich auch gewichtige Stimmen in speciellen Fällen gegen die Deutung von FÜRBRINGER erhoben. Wenn z. B. der von ihm bei *Acipenser* und dadurch auch bei den übrigen Ganoiden als  $\alpha$  bezeichnete Nerv von BRAUS (II, 1900) als  $a$ , von SEWERTZOFF (XIV, 1898) dagegen als  $b$  bezeichnet wird, dann scheint mir schon dies im Stande zu sein, deutlich zu zeigen, dass diese Nomenklatur noch weit davon entfernt ist Klarheit und Übersicht zu bringen, dass sie vielmehr diese schon an sich recht complicirten Verhältnisse nur noch, und zwar in unnöthiger Weise, complicirter macht.

Unsere Kenntnisse dieser Verhältnisse sind, glaube ich, noch lange nicht hinreichend, um die einzelnen Segmente der Occipitalregion bei den verschiedenen Arten und Klassen mit Sicherheit zu homologisiren; es fehlt uns hier noch an embryologischen Untersuchungen, welche sich den ausgedehnten und äußerst werthvollen vergleichend-anatomischen Untersuchungen FÜRBRINGER's — dieselben prüfend und erweiternd — anschließen können.

eines besonderen Wirbelkörpers gesucht, dem etwa der Bogen angehören dürfte. Im Occipitale laterale ist eine feine Nervenöffnung nahe an dessen hinterem Rande zu beobachten. Eine ebensolche liegt nahe am Vorderrande des occipitalen Wirbelbogens, wo sie sich in gleicher Höhe mit dem erstgenannten befindet (wahrscheinlich sind diese Nerven mit den von mir als 2N und 3N bezeichneten identisch).

SAGEMEHL (XII, 1891) findet die beiden Occipitalbogen bei *Lepidosteus* sowohl unter einander, als auch mit dem Occipitale basilare verschmolzen. Der einzige Occipitalbogen ist hier in Folge dieser Entstehung aus zweien von einem Spinalnerven durchbohrt.

An einem Knochenpräparate von *Lepidosteus* fand SEWERTZOFF (XIII, 1895) keine Naht zwischen dem Occipitale laterale und dem von früheren Untersuchern beschriebenen Occipitalbogen. Das Verhältniß schreibt der Verfasser einem höheren Alter des untersuchten Exemplars zu. Da SEWERTZOFF wie SAGEMEHL (s. oben) diesen Bogen von einem Spinalnerven durchbohrt fand, so sind auch seiner Ansicht nach in diesem Occipitalbogen die Elemente zweier Wirbelbogen verschmolzen. Im Occipitale laterale findet SEWERTZOFF wie GEGENBAUR noch eine Öffnung zum Austritt eines spinalartigen Nerven.

Wie schon oben erwähnt wurde, theilt SEWERTZOFF ganz die Auffassung von SAGEMEHL über den Schädel von *Amia*. und meint also, dass außer den zwei Occipitalbogen noch ein Bogen eines Wirbels mit dem Occipitale laterale verschmolzen ist. In Analogie hiermit nimmt nun SEWERTZOFF an, dass derjenige Theil des Occipitale laterale von *Lepidosteus*, welcher distal von der oben erwähnten Nervenaustrittsstelle (vgl. den von mir als 2N bezeichneten Nerven) liegt, ebenfalls als Äquivalent eines Wirbelbogens anzusehen ist, was dann nach SEWERTZOFF die Übereinstimmung zwischen der Occipitalregion von *Lepidosteus* und *Amia* vollständig macht.

Ferner ist hier noch zu erwähnen, dass FÜRBRINGER (VI, 1897) und BRAUS (II, 1900) die gleiche Zahl von Nerven fanden, wie ich selbst. Der Erstere liefert eine Abbildung der Occipitalregion von *Lepidosteus*, welche in allen wesentlichen Punkten mit meiner Fig. 17 übereinstimmt.

Wie aus der oben gegebenen Darstellung sowohl meiner eigenen Untersuchungen als auch derjenigen Anderer hervorgeht, zeigt die Occipitalregion von *Amia* und *Lepidosteus* wie diejenige vieler anderen Fische die Eigenthümlichkeit, dass der distale Theil des Basioccipitale wie ein Wirbelkörper gebaut ist.

Diesem Theile sitzen bei *Amia* zwei freie Bogen auf, von welchen der distale den folgenden Wirbelbogen ganz ähnlich sieht, der proximale nur in seiner Form eine gewisse Umgestaltung aufweist. Dieser Befund lässt sich durch die Annahme deuten, dass die diesen beiden Bogen entsprechenden Wirbelkörper sich mit einander und dem Basioccipitale vereinigt haben, und dass in dieser Weise der distale Theil des Basioccipitale aus früher selbständigen Wirbelkörpern hervorgegangen ist (BRIDGE, SAGEMEHL, SEWERTZOFF). Diese Deutung ist

aber, wie GEGENBAUR (VII, 1887) zuerst hervorgehoben hat, nicht die einzige.

Nach seinen Untersuchungen an *Polypterus* gelangt GEGENBAUR zu dem Resultate, dass der Wirbelkörper des hier vorhandenen freien Occipitalbogens nicht mit dem Basioccipitale verschmolzen sein kann, sondern zu Grunde gegangen ist. »Ohne Kenntnis des letzteren Befundes wird man geneigt sein, die Körper der occipitalen Bogen bei *Amia* und *Lepidosteus* im Basilare zu suchen, wie dies ja auch geschehen ist. *Polypterus* eröffnet eine andere Möglichkeit. Hier wird nicht angenommen werden können, dass der occipitale Wirbelbogen seinen Körper dem Basilare abgegeben hat. Es zeigt sich hier eine Reduktion der Wirbelkörper, welche im Zusammenhalte mit den übrigen anatomischen Verhältnissen der Nachbarschaft, eine Synostose des Körpers mit dem Basilare geradezu ausschließt. Damit ergibt sich ein Fall, der das Freiwerden eines Wirbelbogens klar stellt. Es ist daraufhin die Frage erlaubt, ob nicht bei *Lepidosteus* ein auf ähnliche Art frei gewordener Bogen auf das Basilare übergetreten sei. Dazu bedarf es nur einer Verkürzung des Occipitale laterale. Stellt man sich diesen Vorgang bei *Polypterus* vor, so ist ein Übertritt des occipitalen Bogens auf das Basilare sehr begreiflich, und es wird dann den Anschein gewinnen, als ob ein ganzer Wirbel mit dem Occipitale basilare verschmolzen sei« (VII, 1887, p. 20—21).

Für eine Deutung wie die zuerst besprochene, von BRIDGE, SAGEMEHL und SEWERTZOFF getheilte, könnte nun das oben geschilderte Verhalten der dem Basioccipitale und den Wirbelkörpern aufsitzenden Knorpelstückchen sprechen, auch dieses Moment kann aber so lange nicht entscheidend sein, als wir die principielle Bedeutung dieser Bildungen nicht kennen. Die vergleichende Anatomie vermag nicht, wie GEGENBAUR hervorhebt, diese Frage zu entscheiden. Eine Untersuchung der Entwicklung der Occipitalregion wird also vor Allem die Aufgabe haben, hier Klarheit zu bringen.

Weiter hat die embryologische Untersuchung zu erforschen, ob irgend eine Stütze für die von SAGEMEHL und SEWERTZOFF geäußerte Meinung, dass der distale Theil des Occipitale laterale aus einem Wirbelbogen hervorgegangen sei, vorliege, und falls es so ist, ob irgend eine Spur des diesem Bogen entsprechenden Körpers im Basioccipitale nachweisbar ist.

Was speciell *Lepidosteus* betrifft, so werden auch hier die Aufgaben einer embryologischen Untersuchung wesentlich die gleichen sein. Hier kommen nicht wie bei *Amia* zwei Occipitalbogen vor, wie

es aber aus der oben gelieferten Beschreibung und Fig. 17 hervorgeht, besitzt der distale Theil des Occipitale laterale einen Bau, welcher an den eines Wirbelbogens sehr erinnert, nur ist derselbe deutlich breiter als die nachfolgenden Wirbelbogen, und in seiner Mitte von einem Spinalnerven durchbohrt. Diese zwei Momente machen es, wie auch SAGEMEHL und SEWERTZOFF hervorgehoben haben, sehr wahrscheinlich, dass dieser Theil durch das Verschmelzen zweier freien Bogen hervorgegangen ist. Über die Entstehung desjenigen Theiles des Occipitale laterale, welcher unmittelbar proximal von dieser Partie gelegen ist, und den SEWERTZOFF als ein mit dem Schädel verschmolzenes Bogenäquivalent deutet, lässt sich von vorn herein absolut nichts Bestimmtes sagen.

Es besteht zwischen *Amia* und *Lepidosteus* eine erhebliche Übereinstimmung in dem Verhalten der Nerven der Occipitalregion, und es liegt nahe, sowohl nach dem centralen wie dem peripherischen Verlaufe derselben anzunehmen, dass der von mir bei *Amia* als  $1N_v$  bezeichnete Nerv mit dem bei *Lepidosteus* auch als  $1N_v$  bezeichneten homolog ist (zu demselben Resultate sind auch FÜRBRINGER und BRAUS gekommen). In dem Verhalten der Nerven der erwachsenen Thiere besteht nun, wie wir oben gesehen haben, der Unterschied, dass während Nerv 2 bei *Lepidosteus* sowohl eine ventrale wie eine dorsale Wurzel besitzt, der entsprechende Nerv von *Amia* nur eine ventrale Wurzel aufweist. Die ontogenetische Untersuchung hat hier ihre Aufmerksamkeit darauf hin zu richten, ob in der früheren Entwicklung von *Amia* eine Spur dieser jetzt bei dem Erwachsenen verschwundenen dorsalen Wurzel des zweiten Nerven sich nachweisen lässt.

Sowohl bei *Amia* wie bei *Lepidosteus* haben wir zu untersuchen, in wie weit Beweise dafür vorliegen, dass proximal von dem ersten Nerven früher andere noch bestanden haben, welche während der phylogenetischen Entwicklung zu Grunde gegangen sind.

Obwohl natürlich eine embryologische Untersuchung der Occipitalregion und der Wirbelsäule der zwei Knochenganoiden auch sonst eine reiche Fülle von interessanten Details zu Tage fördern müsste, sollen jedoch die unten mitgetheilten Untersuchungen hauptsächlich nur auf die Beantwortung der oben erwähnten Fragen gerichtet werden. Der Grund davon ist in dem Umstande gelegen, dass der Konservierungszustand meines Materials nicht immer den Forderungen Genüge leistet, die eine Detailuntersuchung mit Nothwendigkeit stellen muss.

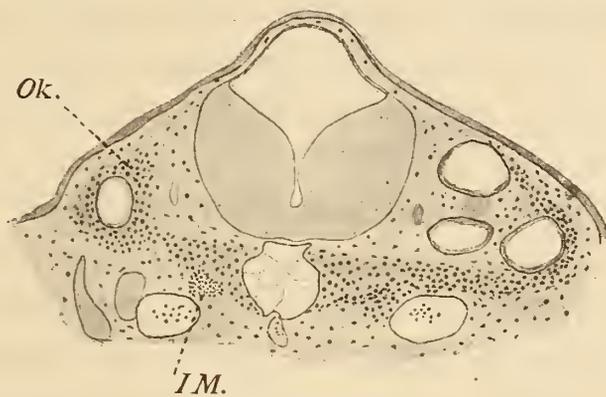
## B. Die Entwicklung der Occipitalregion.

### I. Eigene Untersuchungen.

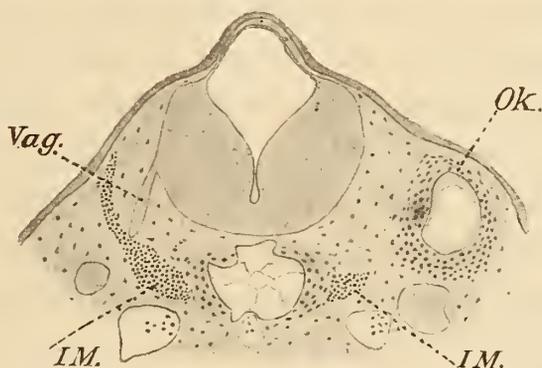
#### *Amia calva*.

Das jüngste Stadium, welches ich von *Amia*-Larven untersuchte, besaß eine Länge von 9 mm (von Schnauze- bis zu Schwanzspitze gemessen).

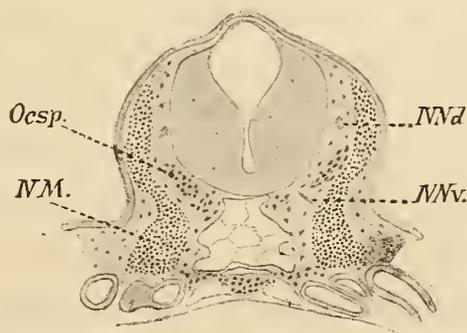
An einem Querschnitte durch die mesotische Region dieser Larve bilden die Parachordalanlagen eine breite Vorknorpelplatte, die lateralwärts mit den gleichfalls aus Vorknorpel bestehenden Ohrkapseln, welche die ventralen Flächen der Bogengänge decken, zusammenhängt. In distaler Richtung wird das Verbindungsstück zwischen den Parachordalia und den Ohrkapseln dünner (vgl. Textfig. 3 rechts) und schwindet bald ganz (vgl. Textfig. 3 links), indem jetzt die beiden Parachordalia an Breite allmählich abnehmen. Gleichzeitig treffen wir hier das erste Myotom, welches der ventrolateralen Fläche der Parachordalanlage anliegt (Textfig. 3 links). Distalwärts nehmen die Parachordalia immer an Breite mehr ab, und zwölf Schnitte (Schnittdicke =  $7,5 \mu$ ) hinter dem der Textfig. 3 bilden sie nur eine dünne, halbmondförmige Vorknorpellage auf beiden Seiten der Chorda (vgl. Textfig. 4). An diesem Schnitte sieht man, wie der linke Theil der Figur zeigt, auf der rechten Seite der Larve die Abgangsstelle des Vagus. Zum Unterschiede von dem Verhalten des oben beschriebenen Schnittes (vgl. Textfig. 3) sehen



Textfig. 3.



Textfig. 4.



Textfig. 5.

Vergrößerung = 48.

wir hier auf der rechten Seite (links an der Figur), wie das Myotom sich auch dorsalwärts auf der lateralen Seite der Medulla hinaufstreckt. An den jetzt distalwärts folgenden Schnitten verschwinden die Parachordalanlagen, und die Chorda wird von einem embryonalen Bindegewebe umgeben, welches beiderseits dorsal- und ventralwärts ganz wenig verdichtet erscheint.

Zwanzig Schnitte distalwärts von dem der Textfig. 4 sieht man auf der linken Seite des Embryo eine feine ventrale Nervenwurzel von der Medulla abgehen und zum dritten Myotome verlaufen. Eine entsprechende Wurzel auf der anderen Seite konnte ich nicht mit absoluter Sicherheit nachweisen, was wahrscheinlich auf einer Schrumpfung des Gewebes beruht. Die Verdichtung desjenigen Gewebes, welches die Chorda beiderseits nach oben und unten umgibt, ist jetzt allmählich deutlicher geworden und stellt hier die bekannten dorsalen und ventralen Längsleisten dar.

Der Serie weiter distalwärts folgend werden wir in dem Bindegewebe zwischen der Medulla und dem Myotom, ungefähr in der Höhe der mittleren Partie des letzteren, auf eine kleine Gewebsverdichtung aufmerksam. Diese wird nach hinten deutlicher, und ihre Zellen gewinnen das Aussehen von Vorknorpelzellen. An Textfig. 5, welche den 44. Schnitt distalwärts von dem der Textfig. 4 gelegenen wiedergibt, sehen wir auf der rechten Seite der Figur die verdichtete Stelle mehr oblong und mit länglicheren Kernen versehen als auf der anderen Seite, wo die Verdichtung andererseits der dorsalen Längsleiste näher gelegen ist. An diesem Schnitte wie an den früher beschriebenen ist die linke Hälfte der Larve — die rechte an der Figur — etwas mehr proximal getroffen als die andere Hälfte. Zwischen der erwähnten Verdichtung und der dorsalen Längsleiste ist rechts an der Figur eine ventrale Nervenwurzel getroffen, diese verläuft gegen das vierte Myotom. Die entsprechende Wurzel war schon einige Schnitte mehr proximal auf der anderen Seite deutlich zu sehen. Dorsalwärts von dem Vorknorpel ist beiderseits ein Ganglion gelegen. Wie aus der Serie hervorgeht, gehört dasselbe der dorsalen Wurzel des oben beschriebenen Nerven an. Diese dorsale Wurzel ist beiderseits ganz deutlich, ihre Vereinigung mit der entsprechenden ventralen lässt sich auch auf beiden Seiten feststellen. An dem der Textfig. 5 zu Grunde liegenden Schnitte ist auf der rechten Seite der Larve der distale Pol des Ganglions, auf der linken Seite der proximale getroffen.

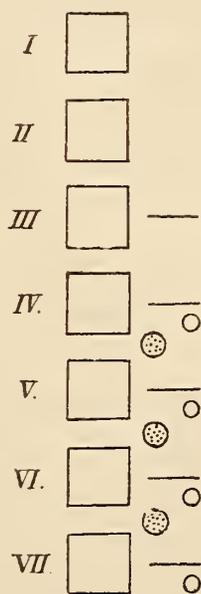
An den folgenden Schnitten nähert sich nun beiderseits der

Vorknorpel der dorsalen Längsleiste und vereinigt sich schließlich mit derselben. Diese Vereinigungsstelle entspricht dem Muskelseptum zwischen dem vierten und fünften Myotom. Bald verschwindet dann der Vorknorpel ganz, und man sieht nur die zwei Längsleistenpaare der Chorda anliegen. Die dorsalen Leisten treten viel deutlicher hervor als die ventralen. 16 Schnitte distalwärts von dem der Textfig. 5 treffen wir einen neuen Nerven, welcher gegen das fünfte Myotom verläuft. Die dorsale Wurzel dieses Nerven erscheint etwas stärker als diejenige des vorhergehenden. Hinter dem Ganglion dieses Nerven weist die dorsale Längsleiste beiderseits eine kleine, nicht scharf nach vorn und hinten begrenzte Verdichtung auf, welche bald wieder schwindet, und der Nerv des sechsten Myotoms kommt zum Vorschein. In ähnlicher Weise gestalten sich die Verhältnisse weiter distalwärts, die Spinalnerven verlassen paarweise die Medulla und die dorsale Längsleiste zeigt zwischen denselben kleine Verdichtungen ihres Gewebes.

Wegen der Bedeutung, welche die Verhältnisse bei diesem Stadium für die Beschreibung der älteren Larven besitzen, werde ich dieselben durch ein Schema, um sie leichter übersichtlich zu machen, darstellen, und zwar benutze ich die von SEWERTZOFF zuerst angewandte Methode.

Das erste — am meisten proximal gelegene — Myotom dieses Embryo bezeichne ich mit *IM*, das zweite mit *IIM* etc. (Die Myotome sind nebenbei als eine Kolonne von Quadraten dargestellt.) Den zwei ersten Paaren von Myotomen entsprechen bei diesem Stadium keine Nerven, jedenfalls war keine Spur von solchen in meinen Präparaten nachweisbar. Erst dem dritten Myotom (*IIIM*) kommt ein Nerv zu und zwar nur eine ventrale Wurzel. (In dem Schema sind die ventralen Nervenwurzeln durch schwarze Striche, die dorsalen durch schwarze Ringe angedeutet.) Erst vom vierten Myotom an entspricht jedem Myotom ein Nerv mit zwei Wurzeln.

Zwischen den einzelnen Myotomen zeigen die dorsalen Längsleisten kleine Verdichtungen (in dem Schema durch punktierte Kreise angedeutet). Die erste dieser Verdichtungen, welche distalwärts von dem Nerven des vierten Myotoms (*IVN*) gelegen ist, verhält sich in anderer Weise als alle die nach hinten folgenden. Erstens ist diese viel mächtiger als alle die anderen und besteht in ihrem basalen



Schema 1.

Theile aus einem Gewebe, welches schon Knorpelgrundsubstanz aufweist, und zweitens ist dieselbe nicht gerade dorsalwärts gerichtet, sondern mit ihrer oberen zugespitzten Partie proximalwärts und gleichzeitig schräg nach oben und etwas nach außen gekehrt. In dieser Weise überbrückt dieselbe die proximal gelegene ventrale Nervenwurzel ( $IVN_v$ ), reicht aber mit ihrer proximalen Spitze nicht so weit nach vorn wie bis zu der ventralen Wurzel des dritten Myotoms ( $IIIN_v$ ).

Aus den Verdichtungen der dorsalen Längsleisten gehen später die dorsalen Bogen der Wirbel hervor. Das Schicksal der oben beschriebenen Spange, deren Basis dem Muskelseptum zwischen  $IVM$  und  $VM$  entspricht, wollen wir unten genauer verfolgen. Zwischen  $IIIM$  und  $IVM$  ist, wie oben erwähnt, keine Verdichtung der dorsalen Längsleiste nachweisbar.

Von einer etwas älteren Larve, nämlich einer 10 mm langen, ist ein Horizontalschnitt in Fig. 1 wiedergegeben. Distal von der Ohrkapsel ist der Vagus ( $Vag$ ) getroffen, lateralwärts von demselben ist das erste Myotom ( $IM$ ) gelegen. Letzteres ist deutlich kleiner als alle die nachfolgenden und schwächer als diese gefärbt. Auch das distalwärts folgende Myotom ( $IIM$ ) erreicht nicht ganz die Größe der übrigen. Keins von diesen Myotomen besitzt einen entsprechenden Nerven, erst zum dritten Myotome ( $IIIM$ ) verläuft, wie der fünfte Schnitt (Schnittdicke =  $10 \mu$ ) in ventraler Richtung von dem der Fig. 1 zeigt, beiderseits eine dünne, jedoch ganz deutliche ventrale Nervenwurzel. Eine dieser entsprechende dorsale Wurzel ist nicht vorhanden. Dem vierten Myotome ( $IVM$ ) entspricht aber beiderseits ein Nerv mit zwei Wurzeln. Die dorsale Wurzel desselben ist in Fig. 1 links zu sehen ( $IVN_d$ ); sie ist schwächer als die dorsalen Wurzeln der distalwärts folgenden Nerven, was aus dem vorliegenden Präparate, wo das Ganglion dieser Wurzel durch seine Mitte getroffen ist, die Ganglien der nachfolgenden Nerven aber durch ihre dorsalen Pole, nicht deutlich hervorgeht.

Wir finden also hier das gleiche Verhalten zwischen Myotomen und Nerven wie bei dem jüngeren Embryo (s. oben).

Distalwärts von dem ersten Ganglion ( $IVN_d$ ), dem Muskelseptum zwischen dem vierten und fünften Myotome sehr nahe, sehen wir an der Figur beiderseits einen rundlichen Körper, welcher aus Vorknorpel besteht. Folgen wir der Serie drei Schnitte weiter in ventraler Richtung, so nimmt dieser Körper eine dreieckige Form an, indem derselbe mit seiner Basis nach innen gekehrt ist und hier mit der dorsalen

Längsleiste zusammenhängt, mit seiner Spitze dagegen nach außen und ein wenig distalwärts gerichtet ist und hier mit dem Bindegewebe des Muskelseptums zwischen dem vierten und fünften Myotome in deutlichem Zusammenhange steht, ganz so wie es auch mit den distalwärts folgenden Neurapophysenanlagen der Fall ist. Diese letzteren sind aber viel weniger entwickelt als der oben beschriebene Vorknorpelkörper, dessen Richtung auch eine andere ist. Wie Fig. 2, der vierte Schnitt in dorsaler Richtung von dem der Fig. 1, zeigt, setzt sich nämlich dieser Bogen proximalwärts, indem er gleichzeitig dorsalwärts und etwas nach außen gerichtet ist, bis ungefähr an die Grenze zwischen dem zweiten und dritten Myotome fort. Hier verliert sich derselbe in einem dichten Bindegewebe, welches zwischen der Medulla und der Myotomreihe gelegen ist. Wir erkennen diesen Bogen als die bei der jüngeren Larve beschriebene Spange wieder, die Occipitalspange, wie wir dieselbe bezeichnen wollen.

Proximal von dem basalen Theile derselben ist bei dieser Larve eben so wenig wie bei der jüngeren irgend welche Bogenanlage zu sehen, die dorsale Längsleiste wird hier undeutlicher und setzt sich nach vorn in den Vorknorpel der Parachordalia fort. Dasjenige Gewebe, welches diesem Vorknorpel aufliegt, weist den Grenzen der einzelnen Myotome entsprechend eine Verdichtung seiner Zellen auf und hängt an diesen Stellen mit dem Bindegewebe der Muskelsepten, welche nach außen und distalwärts gerichtet sind, zusammen. Irgend eine Segmentirung des Vorknorpels der Parachordalia ist sonst nicht vorhanden.

Die weitere Umgestaltung der Occipitalregion wollen wir zunächst an einer Querschnittserie durch eine 11,5 mm lange Larve studiren. Wir gehen hier von einem Querschnitte aus, wo der distale Theil der Ohrkapsel tangential getroffen ist (vgl. Fig. 3 rechts), und noch mit der aus jungen Knorpelzellen bestehenden Parachordalplatte in Verbindung zu sehen ist. Auf der anderen Seite (links) ist die Larve ein wenig weiter distal getroffen, der Vagusstamm verlässt hier die Medulla, von der Ohrkapsel ist aber nichts zu sehen. In distaler Richtung nehmen die Parachordalia an Breite ab; nach wenigen Schnitten tritt an der medialen Seite des Myotoms ein kleines, ovales Knorpelstück auf, welches mit demjenigen Bindegewebe, das die Medulla dorsal und nach außen umgiebt, eng zusammenhängt. Dieses Knorpelstück stellt den quer durchschnittenen proximalen Theil der bei den jüngeren Larven beschriebenen Occipitalspange dar, welche hier an Länge und Stärke bedeutend zugenommen hat und mit ihrem

proximalen Ende bis nahe an die Abgangsstelle des Vagusstammes reicht. An Fig. 4, welche den sechsten Schnitt distalwärts von dem der Fig. 3 wiedergibt, tritt die Occipitalspange (*Ocsp*) beiderseits sehr deutlich hervor. Ventralwärts ist dieselbe mit der oberen, äußeren Kante des Parachordalknorpels durch dichtes Bindegewebe verbunden. Schon an dem folgenden Schnitte verläuft auf der rechten Seite der Larve eine ventrale Nervenwurzel von der Medulla zu dem nach außen liegenden Myotome. Diese Nervenwurzel, welche auch hier die erste darstellt, auf welche wir hinter dem Vagus stoßen, ist mit dem bei den zwei jüngeren Larven beschriebenen  $III N_v$  identisch. Dieser Nerv verläuft aber hier nicht zu dem dritten Myotome, sondern zu dem zweiten. Ein Verhalten, welches wir uns nur dadurch erklären können, dass wir annehmen, dass das schon bei der nächst jüngeren Larve (vgl. Fig. 1) sehr schwache Myotom *IM* hier nicht mehr nachweisbar ist, und dass also das erste Myotom, welches wir bei der vorliegenden Larve antreffen, nicht als *IM*, sondern als *IIM* aufzufassen ist. Distalwärts von dieser Nervenwurzel nehmen die Parachordalia sehr rasch an Breite ab, während der Querschnitt der Occipitalspange sich der Chorda allmählich nähert. In Fig. 5, dem 13. Schnitte nach hinten von dem der Fig. 4 (Schnittdicke =  $15 \mu$ ), hat sich auf der rechten Seite (links an der Figur) der Querschnitt der Occipitalspange (*Ocsp*) mit der dorsalen Längsleiste, welche die distale Fortsetzung des dorsalen und äußeren Theiles des Vorknorpelgewebes der Parachordalia bildet, schon vereinigt, auf der anderen Seite verläuft zwischen beiden eine ventrale Nervenwurzel. Letztere ist mit der als  $IV N_v$  bei den jüngeren Stadien beschriebenen identisch und verlässt also auch hier die Medulla kurz proximalwärts von der Stelle, wo die Occipitalspange sich mit der dorsalen Längsleiste vereinigt. Zum Unterschied von dem Verhalten der beiden jüngeren Larven ist zu bemerken, dass eine dieser ventralen Wurzel ( $IV N_v$ ) entsprechende dorsale auf der linken Seite der Larve nicht nachweisbar ist, auf der rechten Seite dagegen, obwohl recht schwach, jedoch sicher festzustellen; das Spinalganglion tritt hier sehr wenig deutlich hervor, ist lang und schmal und enthält wie das umliegende Gewebe recht viel Pigment. Ganglienzellen konnte ich in demselben darum nicht mit Sicherheit nachweisen; wenn man darum nicht die Verbindung desselben mit der dorsalen Wurzel gesehen, hätte man es sehr leicht nur als eine Verdichtung des Bindegewebes auffassen können. Wenige Schnitte distalwärts von dem in Fig. 5 abgebildeten ist nichts mehr von der Occipitalspange zu sehen. Sieben Schnitte

nach hinten (vgl. Fig. 6) verlässt auf der linken Seite des Embryo ein Nerv mit seinen zwei Wurzeln ( $VN_v$  und  $VN_d$ ) die Medulla, unmittelbar distalwärts von demselben weist die dorsale Längsleiste eine deutliche Anlage eines oberen Bogens auf. Diese schwindet wieder in den nächsten Schnitten; dann treten weiter hinten neue Nerven und neue Bogenanlagen auf, ganz wie bei den jüngeren Larven beschrieben.

Als wesentliche Unterschiede in dem Verhalten der Myotome und Nerven dieser Larve von demjenigen der beiden jüngeren notiren wir also: 1) das Verschwinden des Myotom *I* (vgl. das Schema p. 483), 2) die vollkommene Rückbildung von  $IVN_d$  auf der einen Seite, ein deutliches Schwächerwerden dieser Wurzel auf der anderen Seite.

Bei den nächst älteren Larven bemerken wir nun wesentlich folgende Veränderungen der oben geschilderten Verhältnisse: Das bei der zuletzt beschriebenen Larve die Ohrkapseln mit einander dorsalwärts verbindende dichte Bindegewebe verknorpelt. Es bildet sich in dieser Weise in der mesotischen Region über dem Centralnervensystem ein knorpeliges Dach, welches sich auch distalwärts ein Stück hinter den Ohrkapseln über die Abgangsstelle des Vagus ausdehnt. Gegen die distale untere und äußere Ecke dieses Daches wächst jederseits die Occipitalspange und verbindet sich mit jener. Die beiden Occipitalspangen bilden in dieser Weise die hinteren Pilaren des knorpeligen Schädeldaches. Zwischen der Occipitalspange nach oben, der Ohrkapsel nach vorn und dem Parachordalknorpel nach unten wird ein ungefähr dreieckiges Loch begrenzt, welches nach außen und distalwärts gekehrt ist, und das nur durch Bindegewebe geschlossen wird. Durch dieses Loch tritt unmittelbar hinter der Ohrkapsel der Vagus aus, ganz distalwärts aber unter dem basalen Theile der Occipitalspange eine ventrale Wurzel ( $IVN_v$ ) und zwischen letzterer und dem Vagus eine dünnere ventrale Wurzel ( $IIIN_v$ ). Es bestehen bei einer 14 mm langen Larve noch keine Knorpelspangen zwischen diesen drei Nerven. Distalwärts von der Occipitalspange ist das Verhalten der Nerven und der Bogenanlagen bei einer Larve von der eben erwähnten Länge das gleiche wie bei der 11,5 mm langen, nur sind natürlich die Bogen viel mehr entwickelt als bei der jüngeren. Von der dorsalen Wurzel des zweiten Nerven ( $IVN_d$ ) ist keine Spur mehr zu sehen.

Gleichzeitig mit dem Wachsthum der Occipitalspange und der Bildung des knorpeligen Schädeldaches in der mesotischen Region,

Vorgängen, welche ich oben nach drei Querschnittserien durch eine 12 mm, eine 13 mm und eine 14 mm lange Larve kurz skizzirt habe, haben sich auch die Wirbelkörper zu bilden begonnen. Da es uns hier aber nicht darauf ankommt, ihre Entstehung und erste Entwicklung in Details zu verfolgen, wollen wir gleich zu einer älteren Larve, bei welcher dieselben in ihrer Entwicklung schon etwas vorgeschritten sind, übergehen. Einen Sagittalschnitt durch die Occipitalregion einer 16 mm langen Larve sehen wir in Fig. 7 vor uns. Der Schnitt ist auf der rechten Seite der Medianlinie gelegen und so ausgefallen, dass sein proximaler Theil von letzterer etwas mehr entfernt ist als der distale, was aus einer Betrachtung des Verhaltens der Chorda auch hervorgehen wird.

Wir sehen hier, dass die Occipitalspange (*Ocsp*) eine deutliche Grenze bildet zwischen dem proximalen unsegmentirten und dem distalen segmentirten Knorpel, welcher sich der Chorda anschließt. Unmittelbar proximal von der Occipitalspange bemerken wir eine quer durchschnittene ventrale Nervenwurzel, welche den dem Myotom *IV* angehörigen Nerven (*IVN<sub>v</sub>*) darstellt. Weiter nach vorn ist an dem vorliegenden Schnitte kein Nerv nachweisbar, an dem Nachbarschnitte dagegen eine dünnere ventrale Wurzel, welche dem proximalwärts nächstfolgenden Myotome *III* entspricht (*IIIN<sub>v</sub>*). Distal von der Occipitalspange, zwischen letzterer und dem ersten dorsalen Wirbelbogen sehen wir die beiden Wurzeln *VN<sub>v</sub>* und *VN<sub>d</sub>*. Von den folgenden Spinalnerven sind nur die ventralen Wurzeln getroffen. Wie aus der Figur hervorgeht, ist der erste dorsale Bogen ungefähr vertikal gestellt, die folgenden sind aber mit ihren oberen Enden schräg distalwärts gerichtet. An die dorsalen Bogen befestigen sich die Muskelsepten.

Zwischen den Basalstücken der einzelnen Wirbelbogen von diesen und einander gegenseitig durch ein Gewebe getrennt, welches dem Vorknorpel der dorsalen Längsleisten von den jüngeren Larven ähnlich sieht, bemerken wir die Anlagen der Wirbelkörper. Ihre winklig zugespitzten dorsalen Partien entsprechen eben der Lage der oben erwähnten ventralen Nervenwurzeln. Die drei distalen von den an der Figur sichtbaren Wirbelkörperanlagen entsprechen einander und den folgenden sowohl was ihre Form wie ihre Größe betrifft. Dagegen besitzt die erste Anlage, welche zwischen der Occipitalspange und dem ersten dorsalen Bogen gelegen ist, eine von der der anderen abweichende Gestalt. Dieselbe ist, wie die Zeichnung darstellt, viel kleiner als die folgenden. Diejenige Zone des Zwischengewebes,

welche diese Wirbelkörperanlage von dem Basaltheile der Occipitalspange und von dem nach vorn liegenden unsegmentirten Knorpel, welcher den Boden des Schädels bildet, trennt, ist auch dünner als diejenige, die diese Anlage von der nächstfolgenden sondert. Bei einer genaueren Betrachtung dieser Gewebszone mit stärkerer Vergrößerung bekommt man auch den Eindruck, dass dieses Gewebe, was die Zwischensubstanz seiner Zellen betrifft, sich dem umliegenden Knorpelgewebe in hohem Grade nähert; besonders ist dies ventralwärts gegen die Chorda der Fall. Auch die Art und Weise, in welcher diese Zone sich färbt, unterscheidet sich etwas von derjenigen der entsprechenden Zonen zwischen den folgenden Wirbelkörperanlagen, indem nämlich die Zwischensubstanz ihrer Zellen durch das Hämatoxylin schwach tingirt wird, was mit den übrigen Zwischenzonen viel weniger der Fall ist. Was die Farbe des Knorpels sonst in diesem Präparate betrifft, so ist zu bemerken, dass die Occipitalspange durch das Hämatoxylin deutlich intensiver tingirt ist als die nachfolgenden dorsalen Bogen.

In der dorsalen Partie des Schnittes bemerkt man unterhalb der Myotome den proximalen Theil der Occipitalspange, welcher sich dem Schädeldache, wie oben beschrieben, anlegt. Die Verbindung der beiden Theile der Spange tritt an den weiter lateralwärts folgenden Schnitten auf. Auch in diesem Stadium besteht zwischen der Ohrkapsel, der Occipitalspange und dem Parachordalknorpel wie bei den nächst jüngeren Larven ein großes Loch, welches durch Bindegewebe nach außen geschlossen wird (über dem Bindegewebe ist natürlich die Muskulatur gelegen). Dieses Loch wird aber hier in zwei Theile durch eine dünne Knorpelspange zertheilt, welche von dem Schädeldache nach unten und innen gegen den Parachordalknorpel verläuft. Diese Knorpelspange ist dicht hinter der Austrittsstelle des Vagus gelegen. Zwischen derselben und der Occipitalspange treten die ventralen Wurzeln  $III N_v$  und  $IV N_v$  heraus.

Nicht selten findet man nun schon in diesem Stadium, dass unmittelbar proximal von der Austrittsstelle der hinteren der oben erwähnten Nervenwurzeln ( $IV N_v$ ) ein kleiner Knorpelfortsatz von der Occipitalspange in ventraler Richtung gegen den Parachordalknorpel abgeht. Dieser Fortsatz, welcher mit dem letzteren durch derbes Bindegewebe verbunden wird, scheidet wieder die hintere Partie des oben beschriebenen Loches in zwei Theile, und zwar in einen proximalen größeren, durch welchen die dünne Wurzel  $III N_v$  austritt, und einen kleineren distalen, durch welchen die etwas stärkere Wurzel

$IVN_v$  zum Vorschein kommt. In zwei Fällen fand ich in diesem Stadium, von welchem mir eine größere Zahl von Larven zur Verfügung stand, dass die Austrittsöffnung der Wurzel  $IVN_v$  proximalwärts durch einen kleinen Knorpelbalken begrenzt wurde.

Von einer etwas älteren Larve, nämlich einer 17 mm langen, bringt Fig. 8 einen Sagittalschnitt. Der Unterschied zwischen diesem Schnitte und dem oben beschriebenen (vgl. Fig. 7) ist kein großer und vielleicht nicht auf den ersten Blick erkennbar. Nichtsdestoweniger ist jedoch der Unterschied, welcher zwischen beiden besteht, von nicht geringem Interesse. Der vorliegende Schnitt zeigt nämlich, dass die erste Wirbelkörperanlage, welche bei dem jüngeren Stadium sowohl durch ihre Form als auch durch ihre geringere Größe sich von den folgenden Wirbelkörperanlagen auszeichnete, sich jetzt nicht mehr nachweisen lässt, indem sie mit dem proximal gelegenen, unsegmentirten Knorpel verschmolzen ist. Die hier jetzt als die erste zu bezeichnende Wirbelkörperanlage repräsentirt also in der That die zweite. Letztere unterscheidet sich hier eben so wenig wie bei dem jüngeren Stadium in ihrem Verhalten von den nachfolgenden. Ein anderer Unterschied zwischen diesem Schnitte und dem der Fig. 7 ist in dem Verhalten der Occipitalspange gelegen. Wie wir früher sahen, bildete sich letztere unabhängig von der Parachordalanlage, wahrscheinlich in ähnlicher Weise wie die nachfolgenden dorsalen Bogen aus der dorsalen Längsleiste. Indem aber die Parachordalanlage oder dasjenige Gewebe, welches nach seiner Beziehung zur Chorda die direkte distale Fortsetzung dieser Anlage bildet, später verknorpelt, stößt sie mit dem Basaltheile der Occipitalspange zusammen. An dieser Berührungsstelle vermag man nun noch eine Zeit durch die Anordnung der Zellkerne eine gewisse Grenze zwischen beiden zu unterscheiden, und dies ist noch bis zu einem gewissen Grade an dem oben geschilderten Präparate von der 16 mm langen Larve der Fall (vgl. Fig. 7). Bei der vorliegenden Larve aber (vgl. Fig. 8) lässt sich kaum mehr irgend eine proximale Grenze des Basaltheiles der Occipitalspange nachweisen. Derselbe ist mit dem Knorpel, welcher den Boden des Schädels bildet, vollkommen verschmolzen.

Wie oben beschrieben, verschmilzt also die erste nachweisbare Anlage eines Wirbelkörpers, welche dem ersten freien Wirbelbogen entspricht, sehr früh mit dem knorpeligen Boden des Schädels, der Anlage des Basioccipitale. Bei Larven, die länger als 16 mm waren, gelang es mir nie die geringste Spur der Selbständigkeit dieser Anlage nachzuweisen. Da andererseits die einzelnen Wirbelkörper-

anlagen bei den jüngeren Larven, z. B. bei den 14 mm langen, noch immer nicht so scharf von dem Zwischengewebe abgegrenzt sind, dass man mit voller Sicherheit das Bestehen einer dem ersten Bogen entsprechenden Wirbelkörperanlage behaupten darf, so bleibt während der Entwicklung nur eine kurze Zeit übrig, in welcher man diese erste Wirbelkörperanlage nachzuweisen vermag, ein Umstand, welcher zur Folge hat, dass man dieselbe sehr leicht übersehen kann.

Wir haben uns bis jetzt hauptsächlich mit der Entwicklung der Occipitalspange, der dorsalen Bogen und der Wirbelkörper beschäftigt. Unten wollen wir nun auch das Verhalten der ventralen Bogen in unsere Betrachtung einziehen, und zwar wollen wir hier eine Querschnittserie durch eine 20 mm lange Larve unserer Beschreibung zu Grunde legen. Wir haben von dem Verhalten der ventralen Bogen in der Schilderung der jüngeren Larven bis jetzt abgesehen, da diese Bogen erst dann für uns hier von Interesse sind, wenn sie einen gewissen Differenzierungsgrad erreicht haben.

Wir gehen in unserer Beschreibung der Querschnittserie durch die 20 mm lange Larve von dem in Fig. 9 abgebildeten Schnitte aus. Die linke Körperhälfte des Embryo (rechts an der Figur) ist vom Schnitte etwas mehr proximal getroffen als die rechte, und wir sehen noch hier den distalen Theil der Ohrkapsel (*Ok*) tangential durchschnitten. Zwischen der unteren, lateralen Ecke des Schädeldaches und dem oberen Rande des breiten Parachordalknorpels tritt der Vagus (*Vag*) aus. Auf der anderen Seite ist das Vagusloch durch die dünne Knorpelspange, welche schon bei den zwei nächst jüngeren Larven entwickelt war, distalwärts geschlossen. Zwischen der Medulla und dieser Knorpelspange ist der proximale Theil einer ventralen Nervenwurzel, nämlich der früher als *IIIN<sub>v</sub>* bezeichneten, sichtbar. Beiderseits ist, der ventralen Fläche des Parachordalknorpels sehr nahe, die Anlage des Parasphenoidknochens (*Ps*) quer durchschnitten.

Der sechste Schnitt (Schnittdicke = 15  $\mu$ ) distalwärts von dem der Fig. 9 ist in Fig. 10 abgebildet. Auf der linken Seite (rechts an der Figur) ist jetzt das Vagusloch durch die dünne Knorpelspange distalwärts geschlossen, auf der anderen Seite aber diese Spange schon wieder verschwunden, und hier sieht man nun zwischen dem Schädeldache und dem Parachordalknorpel einen mehr peripherischen Theil derselben Nervenwurzel (*IIIN<sub>v</sub>*), von der an dem oben beschriebenen Schnitte der proximale und centrale Theil zu sehen war. Dieser Nerv gehört hier, wie bei den nächst jüngeren Larven, dem zweiten Myotome an. Der Parachordalknorpel ist an diesem Schnitte nicht

anz so breit wie an dem vorigen (vgl. Fig. 9) und springt nach unten und außen beiderseits in eine Kante vor. Das Verhalten der Parasphenoidanlagen ist das gleiche wie weiter proximalwärts.

Der dritte Schnitt distalwärts von dem zuletzt beschriebenen ist in Fig. 11 wiedergegeben. Auch auf der linken Seite ist jetzt die Knorpelspange, welche die distale Begrenzung des Vagusloches bildet, verschwunden, und das Schädeldach wird hier mit dem Parachordalknorpel nur durch Bindegewebe verbunden, so wie wir es früher für die jüngeren Stadien schilderten. Der Parachordalknorpel weist hier eine weitere Abnahme an Breite auf, gleichzeitig sieht man auch, dass seine beiden ventralen Kanten leistenförmig etwas stärker vorspringen, als das mehr proximal der Fall war. Ventralwärts und etwas nach innen von diesen Kanten sind wieder die Parasphenoidanlagen gelegen.

Vier Schnitte weiter (vgl. Fig. 12) sind die ventralen Kanten des Parachordalknorpels ganz verschwunden; nur sieht man links an der Figur unmittelbar dorsal und etwas nach außen von der Parasphenoidanlage ein kleines Knorpelstück, welches die distalwärts in einen kleinen Fortsatz auslaufende Endpartie der einen Kante darstellt. Außer dieser Veränderung in der Form des Parachordalknorpels bemerken wir, dass das Schädeldach dünner geworden ist und auf der rechten Seite der Larve zu schwinden begonnen hat.

Noch vier Schnitte weiter (vgl. Fig. 13) hört das Schädeldach auf; wir sehen hier beiderseits von der Medulla nur den Querschnitt der Occipitalspange, welche von der unteren, äußeren und distalen Ecke des Schädeldaches schräg nach hinten, unten und innen gegen den distalen Theil des Basilarknorpels verläuft. Ventralwärts von der Occipitalspange tritt eine ventrale Nervenwurzel, nämlich die bei den jüngeren Stadien als  $IVN_v$  bezeichnete aus dem Spinalkanal. Diese theilt sich bald in einen ventralen und einen dorsalen Ast. Der Basilarknorpel weist hier wieder beiderseits einen ventralen Fortsatz auf, welcher die Anlage des Parasphenoid überdeckt. An diesem Fortsatz befestigt sich, wie die unmittelbar nachfolgenden zwei Schnitte zeigen, die ventrale Partie des Muskelseptums, welches zwischen Myotom  $IV$  und  $V$  gelegen ist.

Nach hinten nähert sich allmählich der Querschnitt der Occipitalspange dem Basilarknorpel und verschmilzt mit letzterem (vgl. Fig. 14), gleichzeitig nimmt der nach außen gerichtete ventrale Fortsatz dieses Knorpels an Entwicklung etwas ab, wobei derselbe auch etwas dorsalwärts rückt, wie aus der Figur hervorgeht. An den jetzt folgenden

Schnitten schwindet der ventrale Knorpelfortsatz ganz. Die Chorda wird beiderseits ventralwärts nach außen von einem Gewebe umgeben, welches dem Vorknorpel der ventralen Längsleisten der jüngeren Larven ähnlich sieht. Diesem Gewebe liegen die Parasphenoidanlagen an. Der Austrittsstelle der ventralen Wurzel des folgenden Nerven ( $VN_v$ ) aus dem Spinalkanale entsprechend (vgl. Fig. 15) erscheint das Gewebe der ventralen Längsleisten etwas dichter als unmittelbar proximalwärts und hier hängt das derbe Bindegewebe des Muskelseptums zwischen Myotom  $V$  und  $VI$  mit demselben zusammen. Die Parasphenoidanlagen sind an dieser Stelle sehr wenig entwickelt und verschwinden ganz aus der Serie drei Schnitte weiter distalwärts. Dorsalwärts und nach außen wird die Chorda von einem Knorpel umgeben, welcher den mit dem ursprünglich frei angelegten, ersten Wirbelkörper verschmolzenen basalen und distalen Theil der Occipitalspange darstellt (vgl. die beiden Sagittalschnitte der Fig. 7 und 8). Dorsalwärts von der ventralen Wurzel des Spinalnerven ist das derselben entsprechende Ganglion in seiner distalen Partie getroffen ( $VN_d$ ) und dorsalwärts von letzterem wieder der proximale Rand des 1. Wirbelbogens.

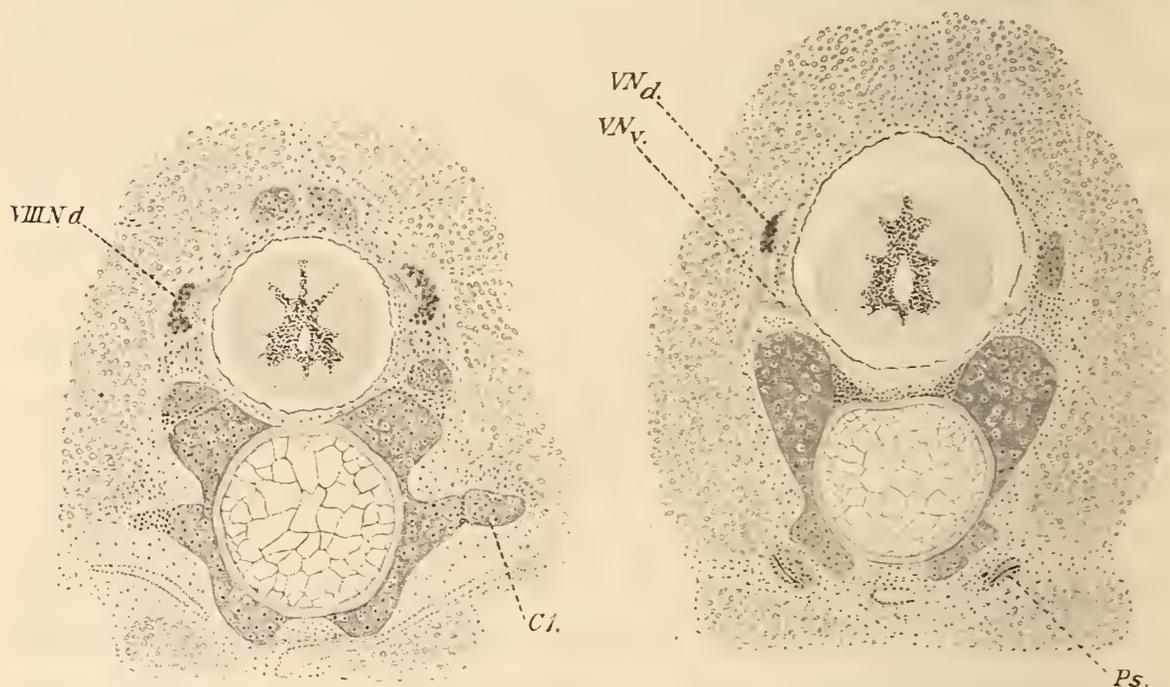
Überschreiten wir nun die Grenze zwischen dem Basilarknorpel und dem jetzt ersten freien Wirbelkörper, welcher an den Querschnitten das gleiche eigenthümliche Aussehen und Verhalten zur Chorda darbietet wie der distale Theil des Basilarknorpels (vgl. Fig. 15), aber etwas schmaler als letzterer erscheint, so nimmt gleich das Gewebe der ventralen Längsleisten an Dichte zu und gewinnt das Aussehen junger Knorpelzellen. Der Mitte des Wirbelkörpers ungefähr entsprechend sind die Anlagen der unteren Bogen in ihren dorsalen Partien leicht verdickt und hier befestigt sich die sehnige Fortsetzung des Muskelseptums zwischen Myotom  $VI$  und  $VII$ .

Das gleiche Verhalten bieten nun auch die Anlagen der ventralen Bogen des nächstfolgenden Wirbels, wie aus der Fig. 16 ohne weitere Erörterung hervorgehen wird. Der Unterschied zwischen der ventralen Bogenanlage dieses Wirbels und derjenigen des folgenden besteht nun darin, dass ihre dorsale Partie an letzterem stärker nach außen vorspringt als an dem nächstvorhergehenden und weiter darin, dass keine Sehne mit derselben verbunden ist, sondern eine knorpelige Rippenanlage, was auch an den nächstfolgenden Wirbeln der Fall ist.

Unten werden wir nun sehen, in wie weit die oben geschilderten Verhältnisse sich bei der ältesten Larve, die mir zur Verfügung stand,

und welche eine Länge von 27,5 mm besaß, sich verändert haben. Im Gegensatz zu unserem früheren Verfahren wollen wir hier in unserer Beschreibung von einem Schnitte durch den dritten freien Wirbel ausgehen (vgl. untenstehende Textfig. 6).

Auf beiden Seiten der Medulla ist das diesem Wirbel entsprechende Spinalganglion (*VIII<sub>N<sub>d</sub></sub>*) gelegen; sowohl dorsal- wie ventralwärts von dem Ganglion ist der vordere Rand des dorsalen Bogens des Wirbels vom Schnitte getroffen. Der Basaltheil des Bogens wird durch ein dichtes Zwischengewebe mit dem knorpeligen Wirbelkörper verbunden. Mit dem Verhalten der jüngeren Larve verglichen, weisen die ventralen Bogenanlagen eine bedeutende Größenzunahme auf. An dem Querschnitte bilden dieselben auf jeder Seite der Chorda eine



Textfig. 6.

Textfig. 7.

Vergrößerung = 40.

Knorpelspange, die in ihrer Mitte leicht eingewölbt erscheint, indem sowohl die obere wie die untere Partie der Spange verdickt ist. Die obere Partie, welche hier mit der Anlage des Wirbelkörpers verwachsen ist, springt nach außen und ein wenig dorsalwärts vor, dieselbe stellt den Basalstumpf dar, an welchem durch eine dünne Zone dichten Zwischengewebes die Anlage der ersten Rippe (*C1*) sich befestigt. Die untere Partie der ventralen Bogenanlage bildet auf jeder Seite der Mittellinie eine kleine Leiste. Die unteren Kanten dieser Leisten werden durch ein straffes Bindegewebe mit einander verbunden. Ventralwärts von letzterem ist die Aorta gelegen.

Ein Schnitt durch die Mitte der zweiten freien Wirbelkörperan-

lage liefert ein Bild, welches mit dem oben geschilderten in erheblichem Grade übereinstimmt. Was die ventralen Bogenanlagen betrifft, so sehen wir auch hier die zwei nach unten vorspringenden Leisten, welche dorsalwärts mit den Basalstümpfen zusammenhängen. Diese letzteren sind deutlich weniger entwickelt als die der nachfolgenden, oben geschilderten Wirbelanlage (vgl. Textfig. 6), und eben so wenig wie bei den jüngeren Larven tragen dieselben hier Rippen. An diesen Basalstümpfen befestigt sich dagegen jederseits eine Sehne, welche, wie oben für die 20 mm lange Larve geschildert wurde, die Fortsetzung des Muskelseptums zwischen den Myotomen *VII* und *VIII* bildet.

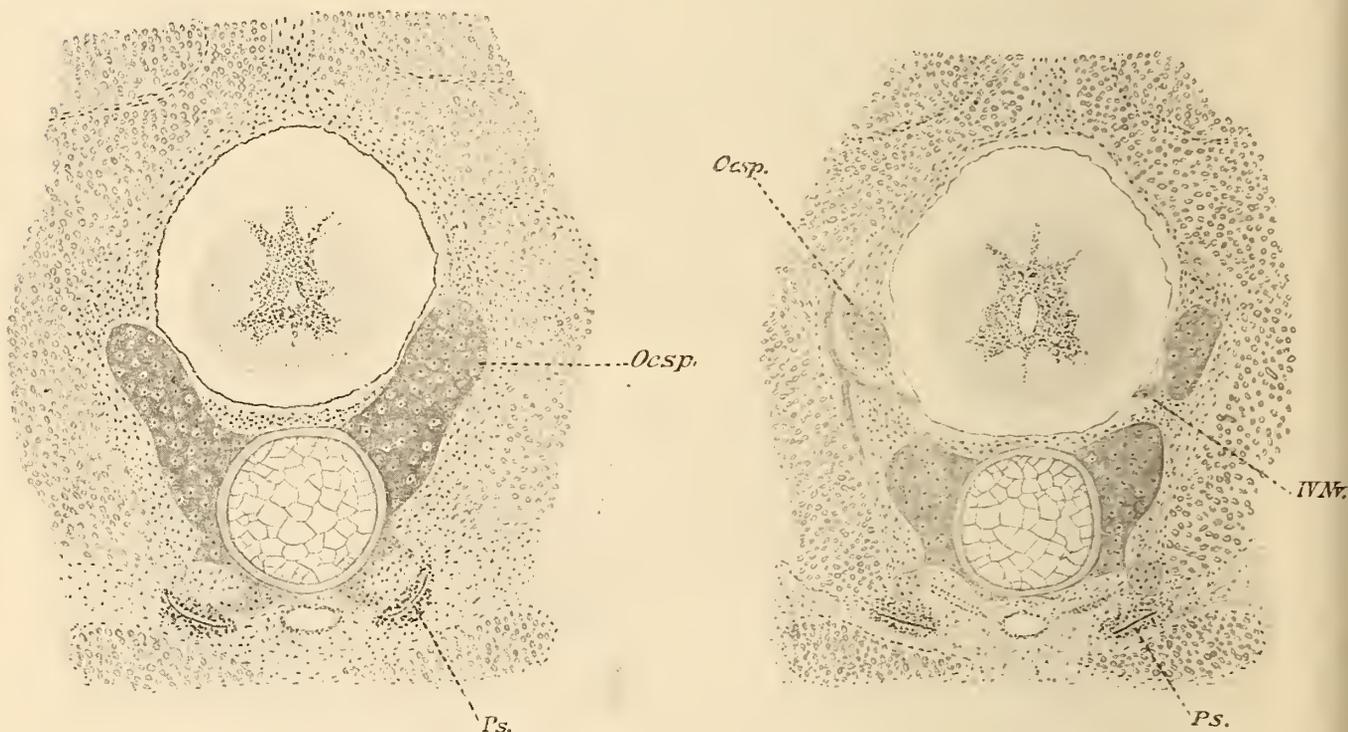
Ein ähnliches Bild liefert nun auch der Querschnitt durch die Anlage des ersten freien Wirbelkörpers, nur ist der Basalstumpf, an welchem sich das Muskelseptum zwischen den Myotomen *VI* und *VII* befestigt, hier noch weniger entwickelt als derjenige der nachfolgenden Wirbelanlage und darum auch weniger von der ventralen Partie der Bogenanlage, welche auch hier nach unten leistenförmig vorspringt, abgegrenzt.

Überschreiten wir nun die Zwischenzone, welche die Grenze zwischen dem ersten freien Wirbel und dem proximal gelegenen, unsegmentirten Knorpel bildet, so treffen wir nach dem früher Angeführten zunächst denjenigen Theil desselben, welcher aus der Anlage eines freien Wirbelkörpers, die schon früh mit dem Basilarknorpel und der Occipitalspange sich vereinigte (vgl. Fig. 7 und 8), stammt. Einen Schnitt, welcher durch den dieser Wirbelkörperanlage entsprechenden Spinalnerven (*VN*) geführt ist, stellt Textfig. 7 dar. Wir sehen, dass dieser Theil des Basilarknorpels im Princip ganz den gleichen Bau zeigt wie die nachfolgenden Wirbelanlagen. Etwas schwächer entwickelt ist jedoch hier die aus der ventralen Längsleiste hervorgegangene ventrale Bogenanlage. Derjenige Theil derselben, welcher dem Basalstumpfe der nachfolgenden freien Wirbelanlagen entspricht, ist recht kurz, während wir ventral von diesem die gleiche Knorpelleiste vorfinden wie weiter distalwärts (vgl. Textfig. 6). Lateralwärts von den ventralen Bogenanlagen sind die Parasphenoidanlagen (*Ps*), welche sich bei dieser Larve bis an die Grenze zwischen dem Basilarknorpel und dem ersten freien Wirbelkörper erstrecken, gelegen.

Weiter proximalwärts nehmen die ventralen Knorpelleisten sowohl als auch die den Basalstümpfen entsprechenden Theile an Entwicklung allmählich ab. Die Richtung der ersteren wird gleichzeitig

in der Weise verändert, dass sie mehr nach außen gegen die Parasphenoidanlagen gekehrt werden, wie Textfig. 8 zeigt. Noch weiter proximalwärts schwinden diese Leisten fast ganz; die Chorda nimmt an Durchmesser ab, und derjenige Theil des Basilarknorpels, welcher den Basalstümpfen der hintergelegenen Wirbelanlagen entspricht, schmilzt mit der Partie desselben, die die Fortsetzung der Wirbelkörperanlagen bildet, vollkommen zusammen.

Gelangen wir nun zu der Stelle, wo die früher als  $IVN_v$  bezeichnete Nervenwurzel unmittelbar proximal von dem Basaltheile der Occipitalspange den Spinalkanal verlässt (vgl. Textfig. 9), so



Textfig. 8.

Textfig. 9.

Vergrößerung = 40.

kann man hier von ventralen Leisten kaum mehr sprechen, dagegen springt der Basilarknorpel jederseits an einer Stelle, welche der Lage der Basalstümpfe der distalwärts gelegenen Wirbel entspricht, in einen nach außen und unten gerichteten Fortsatz vor. Durch einen dünnen Stiel mit diesem Fortsatz verbunden bemerken wir beiderseits ein rundliches Knorpelstück, welches von den Zellen der Parasphenoidanlage nach außen und ventralwärts umgeben wird. Die einzelnen Kapseln dieses Knorpelstückes sind von erheblicher Größe und übertreffen diejenigen des Fortsatzes, zwischen denselben befindet sich aber eine nur ganz geringe Menge von Knorpelgrundsubstanz.

Nur wenige Schnitte weiter proximalwärts verschwindet dieser

Fortsatz des Basilarknorpels vollständig. Der letztere weist von hier ab ganz dieselbe Form und das gleiche Verhalten auf wie bei der jüngeren, 20 mm langen Larve. Was die sonstige Konfiguration der Occipitalregion der vorliegenden Larve betrifft, so ist nur zu bemerken, dass sowohl die Occipitalspange als auch diejenige Knorpelspange, welche das Vagusloch distalwärts begrenzt, deutlich breiter geworden ist. Gleichzeitig hat sich das Schädeldach weiter distalwärts ausgebreitet und überdeckt jetzt die Medulla oblongata bis zu einer Stelle, welche ungefähr in der Mitte zwischen den zwei ventralen Wurzeln  $III N_v$  und  $IV N_v$  gelegen ist. In dem dreieckigen Raume, welcher nach vorn durch den distalen Rand des Schädeldaches, lateralwärts durch die medialen Ränder der nach unten und hinten gegen den Basilarknorpel schwach konvergierenden Occipitalspangen begrenzt wird, bildet ein dichtes Bindegewebe die Decke über der Medulla.

#### *Lepidosteus osseus*.

Der jüngste Embryo von *Lepidosteus*, der mir zur Verfügung stand, war bedeutend jünger als das früheste Stadium von *Amia* und besaß eine Länge von nur 6 mm. Die Linse war eben im Begriff sich von dem Ektoderm abzuschneiden. Ich habe diesen Embryo in eine Horizontalschnittserie zerlegt.

Unmittelbar distal von der Ohrblase, welche noch ganz rund ist, finden wir den Vagus in Verbindung mit der Medulla. Nach außen und etwas ventral von dieser Stelle ist das erste Myotom gelegen. Letzteres ist bedeutend kleiner als die nachfolgenden und enthält keine Muskelfasern, besteht nur aus Zellen, welche das gleiche Aussehen besitzen wie die Zellen der lateralen Epithellamellen der folgenden Myotome. Diese Zellen sind von denen des distalwärts folgenden Myotoms durch eine kleine Einschnürung deutlich abgegrenzt, proximalwärts von denjenigen des umliegenden Mesodermgewebes dagegen nicht scharf abgrenzbar. Das nächstfolgende Myotom ist fast von der gleichen Länge, wie die übrigen distal gelegenen, enthält aber eine geringere Zahl von Muskelfasern als letztere. Weder dem ersten noch dem zweiten Myotome entspricht irgend ein Nerv, erst zu dem dritten verläuft beiderseits eine feine, jedoch ganz deutliche ventrale Nervenwurzel, eine entsprechende dorsale Wurzel ist hier nicht vorhanden. Von dem vierten Myotome ab finden wir dagegen in jedem Gesamtsegmente beiderseits zwei Nervenwurzeln, eine ventrale und eine dorsale.

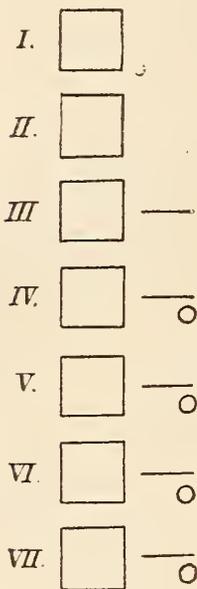
Bezeichnen wir hier wie früher bei *Amia* ganz willkürlich das erste Myotom, welches wir distalwärts von der Ohrblase treffen, mit *IM* das zweite mit *IIM* etc., so lässt sich das bei diesem Embryo vorgefundene Verhalten der Myotome und Nerven in folgender Weise schematisch darstellen:

Bei zwei etwas älteren Larven, von denen die eine eine Länge von 7 mm, die andere eine Länge von 7,5 mm besaß, finde ich ein übereinstimmendes Verhalten der Myotome und Nerven. In den uns hier interessirenden Verhältnissen besteht der Unterschied zwischen diesen zwei Larven einerseits und der jüngeren, oben beschriebenen andererseits darin, dass die erste ventrale Nervenwurzel hier nicht dem dritten, sondern dem zweiten Myotome entspricht, und in ähnlicher Weise die erste dorsale Wurzel nicht dem vierten, sondern dem dritten. Aus diesem Verhalten müssen wir schließen, dass das hier erste Myotom, dessen proximale Grenze ungefähr der Abgangsstelle des Vagus entspricht, und in dieser Weise nur ganz wenig mehr proximalwärts als der Vordertheil des zweiten Myotoms (*IIM*) der jüngeren Larve gelegen ist, nicht aus dem ersten Myotom (*IM*) der letzteren, sondern aus dem zweiten

(*IIM*) sich entwickelt hat, während das dort mit *IM* bezeichnete, rudimentär entwickelte Myotom hier zu Grunde gegangen ist. Gleichzeitig zeigt nun das Myotom *II* dieser beiden Larven mit dem entsprechenden Myotome der jüngeren Larve verglichen, eine nicht allein relative, sondern auch absolute Abnahme an Länge.

In diesem Verhalten der Myotome und Nerven finde ich bei einer 8,5 mm langen Larve, die ich eben so wie die drei jüngeren horizontal geschnitten habe, keine Veränderungen.

Von einer 9 mm langen Larve besitze ich eine Querschnittserie. In der mesotischen Region ist die erste Anlage der Parachordalia als eine plattenförmige Gewebsverdichtung beiderseits zwischen der Chorda und der Ohrblase nachweisbar. Die Grundsubstanz dieses Gewebes färbt sich ganz leicht durch das Hämatoxylin. Distalwärts, wo der Durchmesser der Chorda allmählich zunimmt, während die hinteren Theile der Ohrblasen sich der Mittellinie etwas nähern, nehmen die Parachordalanlagen dementsprechend seitwärts an Breite ab, werden aber gleichzeitig höher. Unmittelbar hinter der Ohrblase kommt nun, indem wir die Serie distalwärts verfolgen, der Vagus



Schema 2.

zum Vorschein. Ein Schnitt durch diesen Theil der Occipitalregion ist in Fig. 18 wiedergegeben. Wir sehen hier die Parachordalanlagen nur als eine wenig ausgedehnte Gewebsverdichtung beiderseits von der Chorda. An dem nächst folgenden Schnitte (Schnittdicke =  $12,5 \mu$ ) ist der proximale Theil des ersten Myotoms (*IIM*) sichtbar. Mit seiner ventralen Partie, die allein hier zu sehen ist, liegt dasselbe dem jungen Vorknorpelgewebe der Parachordalanlage unmittelbar an.

Weiter distalwärts wird nun die parachordale Gewebsverdichtung allmählich schwächer, und an der Mitte des nächstfolgenden Myotoms (*IIIM*) ist dieselbe nicht mehr deutlich nachweisbar. Gleichzeitig nähert sich allmählich die mediale Fläche der nach außen liegenden Myotomreihe der Chorda, und wird, wenn wir bis zur Mitte des folgenden Myotoms (*IVM*) gelangt sind, nur durch eine dünne Gewebszone von jener getrennt.

Eben so wenig wie bei den jüngeren Larven verläuft irgend ein Nerv zu dem ersten Myotome (*IIM*). Dem folgenden Myotome (*IIIM*) entspricht dagegen jederseits eine sehr feine ventrale Wurzel (*IIIN<sub>v</sub>*). Auf der linken Seite der Larve konnte ich für das folgende Myotom (*IVM*) wie bei den jüngeren Larven sowohl eine ventrale wie eine schwache dorsale Wurzel feststellen, auf der rechten Seite aber ließ sich diese dorsale Wurzel nicht nachweisen.

Die Anlage der dorsalen und ventralen Längsleisten an beiden Seiten der Chorda sind bei dieser Larve noch nicht zu sehen.

An einer Horizontalschnittserie durch eine 10 mm lange Larve konnte ich nur auf der rechten Seite eine dem Myotom *III* entsprechende ventrale Nervenwurzel nachweisen. Zu dem folgenden Myotome (*IVM*) verlief ein Nerv, der beiderseits nur aus einer ventralen Wurzel bestand; von einer dieser entsprechenden dorsalen war hier keine Spur zu sehen. Sonst lagen ähnliche Verhältnisse wie bei der nächst jüngeren Larve vor.

Bei einer 11 mm langen Larve bilden in der hinteren Partie der mesotischen Region die Parachordalanlagen zwei von dem umliegenden Gewebe deutlich abgrenzbare Vorknorpelkörper, welche an Querschnitten eine ungefähr quadratische Form besitzen; dieselben hängen seitwärts mit dem jungen Vorknorpelgewebe, welches die Bogengänge ventralwärts und nach außen umgiebt, zusammen. Unmittelbar distal von der Ohrkapsel verlässt der Vagus die Medulla. Diese Stelle sieht man links an der Fig. 19. Die andere Seite der Larve ist vom Schnitte etwas mehr distalwärts getroffen, und hier bemerkt man schon den

proximalen Rand des ersten Myotoms (*IIM*). Beiderseits ist die laterale Fläche der aus Vorknorpel bestehenden Parachordalanlage leicht eingewölbt. Diese Vertiefung entspricht der ventralen Partie des Myotoms; dorsal- und ventralwärts springt die Parachordalanlage leistenförmig vor.

Weiter distalwärts nehmen die Parachordalanlagen an Breite allmählich ab, die dorsalen Kanten werden aber etwas höher. Acht Schnitte distalwärts von dem der Fig. 19 begegnet uns das in Fig. 20 dargestellte Bild. Jede Parachordalanlage besteht hier aus einem ventralen und einem dorsalen dreieckigen Vorknorpelstücke, welche mit einander durch eine eben so aus Vorknorpel bestehende Zone verbunden werden. Diese Vorknorpelstücke stellen die quer durchschnittenen Leisten dar. Wie aus der Figur hervorgeht, ist die ventrale Leiste breiter und niedriger als die dorsale, deren obere Kante von dem dichten Mesodermgewebe, welches zwischen der Medulla und der Myotomreihe gelegen ist, nicht deutlich abgegrenzt ist, sich vielmehr in letzteres fortzusetzen scheint.

Noch weiter nach hinten nehmen wieder die Parachordalleisten an Größe ab, und die Verbindungszone zwischen beiden schwindet ganz; in dieser Weise setzen sich ohne jede Grenze die Parachordalanlagen in die beiden, aus jüngerem Vorknorpelgewebe bestehenden Längsleistenpaare fort, welche weiter distalwärts der Chorda anliegen, und aus denen später die dorsalen und ventralen Wirbelbogen hervorgehen.

Dem ersten Myotome (*IIM*) entspricht hier eben so wenig wie bei den jüngeren Larven irgend ein Nerv. Auch für das folgende Myotom (*IIIM*) gelang es mir nicht bei diesem Stadium eine ventrale Wurzel nachzuweisen. Erst zu dem dritten Myotome (*IVM*) verlief beiderseits, die vorknorpelige dorsale Leiste der Parachordalanlage durchbrechend, eine ventrale Nervenwurzel (*IVN<sub>v</sub>*). Die folgenden Nerven besaßen alle sowohl ventrale wie auch dorsale Wurzeln.

Dort, wo die Spinalnerven die Medulla verlassen, bildet die dorsale Längsleiste nur eine dünne Zelllage um die Chorda, nimmt aber zwischen diesen Stellen an Deutlichkeit zu. Letzteres ist sowohl zwischen den Nerven *VI* und *VII* wie auch zwischen *V* und *VI* der Fall. Dort, wo *VN* hervortritt, ist die dorsale Längsleiste deutlich dünner als proximal- und distalwärts von dieser Stelle. Die zwischen den Nerven *V* und *VI* gelegene Partie der dorsalen Längsleiste verhält sich also bei dieser Larve ganz so wie die zwischen den folgenden Spinalnerven sich befindenden Anlagen dorsaler Wirbelbogen.

Proximal von dem Nerven *V* bildet die dorsale Leiste der Parachordalanlage eine zusammenhängende Kante, welche nach hinten an Höhe allmählich abnimmt, die aber kein anderes Zeichen einer Segmentirung aufweist, als dass man den Muskelsepten zwischen den Myotomen *V* und *IV*, *IV* und *III* und *III* und *II* entsprechend eine Verdickung und größeren Zellenreichtum desjenigen Gewebes findet, welches die Leiste nach außen bekleidet, und das sich an diesen Stellen in das Bindegewebe der Muskelsepten fortsetzt. Irgend eine Höhezunahme der dorsalen Leiste, distal von der Stelle, wo die Wurzel *IVN<sub>v</sub>* dieselbe durchbricht, ist nicht nachweisbar.

An einer Reihe von Querschnittbildern einer etwas älteren, 12 mm langen Larve wollen wir jetzt untersuchen, wie die oben geschilderten Verhältnisse sich weiter entwickelt haben. In Fig. 21 ist links der distale Theil der Ohrkapsel getroffen. Medialwärts hängt letztere noch mit der Parachordalanlage zusammen. Auf der anderen Seite des Schnittes, welche etwas mehr distalwärts gelegen ist, ist die Ohrkapsel verschwunden, und hinter derselben verlässt der Vagus die Medulla. Die Parachordalanlage, welche bei diesem Stadium eine bedeutendere Größe und eine mehr vorgeschrittene Entwicklung ihres Vorknorpels zeigt als bei der jüngeren, 11 mm langen Larve, besitzt auf der rechten Seite der Figur die gleiche Form wie bei jener, indem ihre äußere Fläche konkav erscheint, während sie dorsal- und ventralwärts leistenförmig vorspringt. In der eingewölbten Partie bemerkt man an der Figur den ventralen Theil des ersten Myotoms (*IIM*).

Distalwärts nehmen die beiden parachordalen Leisten allmählich an Höhe zu, und die dorsalen treten auf den Querschnitten als zwei Spangen zwischen der Medulla und den auf beiden Seiten gelegenen Myotomen auf. Der zehnte Schnitt (Schnittdicke =  $10\mu$ ) distalwärts von dem der Fig. 21 ist in Fig. 22 wiedergegeben. Mit den oben geschilderten Verhältnissen übereinstimmend ist auch hier die rechte Seite der Larve (die linke an der Figur) etwas mehr proximalwärts getroffen als die linke. Die dorsale Leiste der Parachordalanlage hat auf dieser Seite noch nicht die gleiche Höhe erreicht wie auf der anderen. Ganz wie bei der jüngeren Larve der Fall war, setzt sich der obere Rand der dorsalen Leiste in das dichte Bindegewebe, welches beiderseits von der Medulla gelegen ist, ohne scharfe Grenzen fort. Gleichzeitig mit der Höhezunahme der dorsalen Leisten in distaler Richtung, wird diejenige Partie der Parachordalanlage, welche

die Chorda seitwärts bedeckt und die dorsale und ventrale Leiste mit einander verbindet, allmählich dünner.

Nachdem nun die dorsalen Leisten ungefähr der Mitte des zweiten Myotoms (*III M*) entsprechend ihre größte Höhe erreicht haben, wird diese wieder allmählich kleiner, und acht Schnitte distalwärts von dem der Fig. 22 besitzt, wie die rechte Seite der Fig. 23 lehrt, die dorsale Leiste hier eine bedeutend geringere Höhe als auf der anderen Seite. Erstere wird von einer ventralen Nervenwurzel durchbrochen, diese stellt die früher als *IV N<sub>v</sub>* bezeichnete dar.

Die beiden Leisten werden hier, wie aus der Figur hervorgeht, an der Seite der Chorda durch keine Vorknorpelzone mehr mit einander verbunden; man bemerkt nur, dass diejenigen Zellen, welche die beiden Leisten nach außen bekleiden, sich als eine dünne Zelllage auf die Chorda fortsetzen.

Weiter nach hinten nehmen immer noch die beiden parachordalen Leistenpaare an Größe ab und setzen sich wie bei der jüngeren Larve ohne jede Grenze in die entsprechenden Längsleisten fort, aus welchen die Wirbelbogen hervorgehen.

Auf der linken Seite der Fig. 24, welche den 16. Schnitt caudalwärts von dem der Fig. 23 darstellt, sieht man die Abgangsstelle des dem vierten Myotom angehörigen Nerven mit seinen beiden Wurzeln (*V N<sub>v</sub>* und *V N<sub>d</sub>*); die rechte Seite der Figur ist kurz hinter dieser Stelle gelegen. Zwischen den Nerven *V* und *VI* bemerkt man eben so wie zwischen den folgenden Spinalnerven ein geringes Dichterwerden der dorsalen Längsleiste.

Während bei der oben beschriebenen Larve die Ohrkapseln dorsalwärts mit einander nur durch ein dichtes Bindegewebe verbunden waren, besteht bei einer 15 mm langen Larve (vgl. die linke Seite der Fig. 25) der ventrale Theil dieser Verbindungszone aus einem jungen Knorpelgewebe, der obere, mittlere aber noch aus Bindegewebe. Diese Knorpelplatte, welche die Medulla nach außen bedeckt, setzt sich distalwärts von dem Ende der Ohrkapseln weiter fort, und der Vagus tritt zwischen derselben und der dorsalwärts und nach außen gerichteten Kante der Parachordalanlage hervor. Unmittelbar caudalwärts von dem Vagusstamme vereinigt sich der Parachordalknorpel mit dieser postotischen Knorpelplatte, so wie es auf der rechten Seite der Fig. 25, die auch hier einer weiter distalwärts gelegenen Ebene als die linke Seite entspricht, zu sehen ist. Der Vereinigungsstelle der beiden Knorpel entsprechend bemerkt man noch hier eine eingeschnürte Partie.

An dem vierten Schnitte distalwärts von dem der Fig. 25, wo ungefähr die Mitte des zweiten Myotoms (*IIIM*) getroffen ist, durchbricht ein feiner Kanal die dorsale Leiste der Parachordalanlage. In diesem Kanal eine ventrale Nervenwurzel nachzuweisen gelang mir nicht. Von dieser Stelle ab nimmt die dorsale Leiste distalwärts allmählich an Höhe ab; der Mitte des folgenden Myotoms (*IVM*) entsprechend wird sie von einer ventralen Nervenwurzel (*IVN<sub>v</sub>*) durchbohrt. Diese Stelle ist an der Fig. 26 rechts wahrzunehmen. Irgend eine Zunahme der dorsalen Leiste an Höhe hinter der Austrittsstelle jenes Nerven ist nicht nachweisbar, vielmehr nehmen distalwärts beide Leistenpaare an Größe ab, während die Verbindungszone derselben an der Seite der Chorda wie bei den jüngeren Larven ganz schwindet.

Wenn wir nun die Serie weiter nach hinten verfolgend zu der Stelle gelangen, wo der Nerv des nächsten Myotoms (*VM*) mit seinen zwei Wurzeln die Medulla verlässt, so ist hier die dorsale Leiste nur wenig mehr entwickelt als die ventrale, und die Wurzel *VN<sub>v</sub>* verläuft über erstere. Irgend eine Zunahme der dorsalen Knorpelleiste an Höhe unmittelbar hinter der Austrittsstelle des Nerven ist bei dieser Larve nicht vorhanden, dagegen ist dasjenige Bindegewebe, welches sich der dorsalen Kante nach oben anschließt, etwas verdichtet. Dasselbe hängt nach außen mit dem Muskelseptum zwischen dem dritten und vierten Myotome (*IVM* und *VM*) zusammen. Auch die folgenden Schnitte zeigen eine gleichmäßige Abnahme an Höhe sowohl der dorsalen wie der ventralen Leisten bis zu der Stelle, wo der nächste Nerv (*VN*) mit seinen beiden Wurzeln zu Tage tritt. Unmittelbar distalwärts von der Austrittsstelle dieses Nerven nimmt aber die dorsale Leiste beträchtlich an Höhe zu und bildet die Anlage eines dorsalen Wirbelbogens.

Von einer 20 mm langen Larve bringt Fig. 27 einen Horizontalschnitt durch die Occipitalregion. Der Schnitt ist so ausgefallen, dass die rechte Seite der Larve in einer Ebene durchschnitten ist, welche mehr dorsal gelegen ist als die, in welcher die linke Seite getroffen wurde.

Das erste Myotom, welches sich hier auf der rechten Seite der distalen Wand der Ohrkapsel anschließt, auf der linken unmittelbar hinter dem Vagus (*Vag*) sich befindet, stellt, wie wir nach seinem Verhalten zu den nachfolgenden Myotomen schließen müssen (s. unten) nicht das mit *IIM* bei den jüngeren Larven bezeichnete Myotom dar, sondern das mit *IIIM* bezeichnete. Proximalwärts von diesem

Myotome liegen, wie die in ventraler Richtung folgenden Schnitte lehren, der ventralen Partie der Parachordalanlage einige parallel verlaufende Bindegewebsbündel an, welche von dem ersten Myotome durch eine einem Muskelseptum ähnliche Bindegewebsplatte getrennt sind, und die wir als Reste des rückgebildeten Myotom *II* auffassen müssen.

Vergleichen wir nun den vorliegenden Horizontalschnitt mit den Querschnitten durch die jüngere Larve (Fig. 25 und 26), so werden wir die hier auf der rechten Seite hinter der Ohrkapsel gelegene Knorpelspange als die dorsale Kante des bei der jüngeren Larve beschriebenen metotischen Knorpels und der mit letzterem zusammenhängenden dorsalen Parachordalleiste wiedererkennen. Zwischen der Knorpelspange und der Medulla ist der centrale Theil des Vagus (*Vag*) sichtbar. Sein Stamm tritt, wie die folgenden Schnitte lehren, unterhalb der Spange dicht hinter der Ohrkapsel hervor. Wie wir aus der Querschnittserie durch die nächst jüngere Larve sahen, nahm die dorsale Parachordalleiste distalwärts an Höhe allmählich ab. Ihre hintere Partie ist auf dieser Seite nicht getroffen, indem die dorsale Kante derselben in einer Ebene gelegen ist, welche sich ventral von der Schnittebene befindet. Unmittelbar distalwärts von der Knorpelspange ist das dem dritten Myotome (*VM*) entsprechende Ganglion (*VN<sub>d</sub>*) gelegen. Dasjenige Bindegewebe, welches das Ganglion distalwärts begrenzt, zeigt dem Muskelseptum zwischen dem dritten und vierten Myotome (*VM* und *VIM*) entsprechend eine Verdickung und setzt sich hier in das Bindegewebe jenes Muskelseptums fort. Den folgenden Muskelsepten entsprechend bemerken wir die quer durchschnittenen dorsalen Bogenanlagen, an welchen die ersteren sich befestigen. Die erste Bogenanlage ist zwischen dem vierten und fünften Myotome (*VIM* und *VIIIM*) gelegen.

Wir wenden uns jetzt zu der anderen Seite der Fig. 27, deren Lage, wie schon erwähnt, einer mehr ventralen Ebene entspricht. Zwischen der Ohrkapsel und dem proximalen Ende der dorsalen Parachordalleiste tritt der Vagus (*Vag*) hervor. An der äußeren Fläche der Leiste befestigt sich, wenn wir von vorn distalwärts gehen, zuerst das Muskelseptum zwischen dem ersten (*IIIM*) und zweiten (*IVM*) Myotome. Durch den zwischen diesem und dem folgenden Muskelseptum gelegenen Theil des Knorpels verläuft von innen und hinten in der Richtung nach vorn und außen eine Spalte, welche den Austrittskanal der mit *IVN<sub>v</sub>* früher bezeichneten ventralen Wurzel darstellt (vgl. das Querschnittsbild in Fig. 25). Wir sehen an dem

vorliegenden Schnitte den betreffenden Nerven von der Medulla zu dem zweiten Myotome (*IVM*) verlaufen. Ein engerer Kanal, welcher die gleiche Richtung besitzt, durchbohrt den Knorpel unmittelbar proximal von dem ersten Muskelseptum. Durch diesen Kanal, welcher an dem zweiten Schnitte in ventraler Richtung von dem vorliegenden zu sehen ist, verläuft, so weit ich sehen kann, eben so wenig wie bei der jüngeren Larve, irgend eine Nervenwurzel.

Dort wo das Muskelseptum zwischen dem zweiten und dritten Myotome sich an der Parachordalleiste befestigt, springt die letztere deutlich nach außen etwas vor, und distalwärts von dieser Stelle zeigt der Knorpel eine gegen das dritte Myotom (*VM*) gekehrte konkave Fläche, ist dann aber dem folgenden Muskelseptum entsprechend wieder nach außen konvex.

Dem Muskelseptum zwischen dem vierten und fünften Myotome entspricht die erste dorsale Wirbelbogenanlage, welche auf dieser Seite durch ihren basalen Theil getroffen ist, welcher sowohl mit dem distalen Ende der dorsalen, unsegmentirten Leiste wie mit der Basis der zweiten Bogenanlage durch Knorpel verbunden wird.

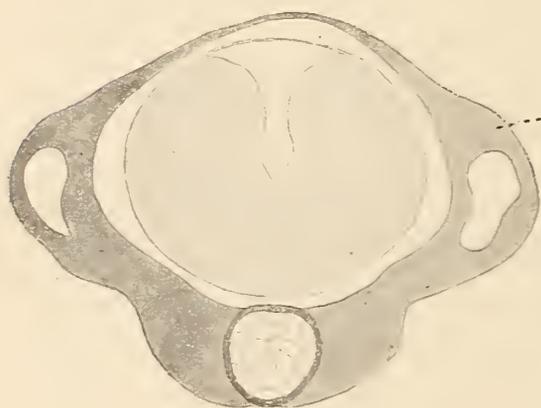
Die Nerven zeigen bei dieser Larve das gleiche Verhalten wie bei der nächst jüngeren, nur besitzt hier schon das zweite Myotom beiderseits eine ventrale Wurzel, während den folgenden sowohl ventrale als auch dorsale Wurzeln zukommen, was mit den übrigen Verhältnissen in der Occipitalregion beweist, dass das erste Myotom der nächst jüngeren Larve (*IIM*) hier nicht mehr vorhanden ist.

Die weitere Entwicklung der Occipitalregion wollen wir zunächst an einer Querschnittserie durch eine 23 mm lange Larve studiren. In Textfig. 10 ist ein Querschnitt durch den distalen Theil der mesotischen Region dargestellt. Die Ohrkapseln sind ventralwärts mit den Parachordalanlagen verbunden; auf jeder Seite geht von der Ohrkapsel eine Knorpelspange in dorsaler Richtung ab, gegen die Mittellinie wird dieselbe dünner, verbindet sich aber hier mit der entsprechenden der anderen Seite, und so ist bei diesem Stadium im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den jüngeren Larven ein geschlossenes, knorpeliges Schädeldach in dieser Region vorhanden.

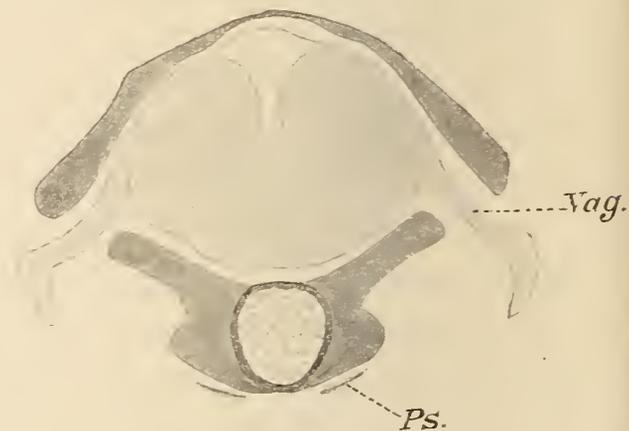
An den unmittelbar nachfolgenden Schnitten verschwinden die Ohrkapseln, und der Vagus verlässt die Schädelhöhle zwischen der nach oben und außen gerichteten dorsalen Leiste des Parachordalknorpels nach unten und dem unteren Rande des metotischen Knorpels nach oben (vgl. Textfig. 11, den vierten Schnitt — 60  $\mu$  — distalwärts von dem der Textfig. 10). Gleichzeitig mit dem Schwunde der Ohr-

kapseln hat der Parachordalknorpel eine ähnliche Form angenommen wie die, welche wir von den jüngeren Stadien kennen; seine mittlere Partie ist nach außen konkav, während er dorsal- und ventralwärts leistenförmig vorspringt. Unterhalb der ventralen Leisten sind die Parasphenoidanlagen gelegen.

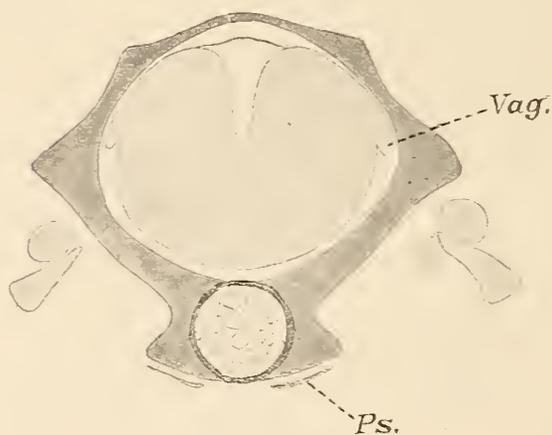
Distal von dem Vagusstamme vereinigt sich wieder, ganz wie bei den zwei jüngeren Larven, die dorsale Parachordalleiste mit dem metotischen Knorpel, so wie Textfig. 12, der vierte Schnitt distal-



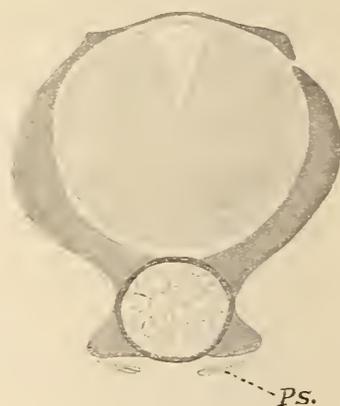
Textfig. 10.



Textfig. 11.



Textfig. 12.



Textfig. 13.

Vergrößerung = 50.

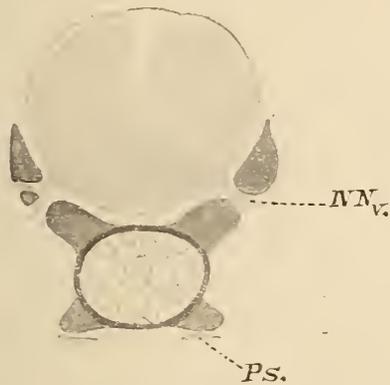
wärts von dem der Textfig. 11, zeigt. Der distalen Verlängerung der äußeren Wand der Ohrkapsel entsprechend springt die knorpelige Schädelwand dreieckig nach außen vor. Die hierdurch gebildete Kante rundet sich distalwärts ab und ist vier Schnitte hinter dem der Textfig. 12 nicht mehr vorhanden.

Durch die Knorpelwand der Schädelhöhle verläuft auch bei dieser Larve proximalwärts von der Stelle, wo sich das Muskelseptum zwischen dem ersten Myotom (*III M*) und dem zweiten (*IV M*) an die äußere Fläche der Wand befestigt, ein Kanal in der Richtung

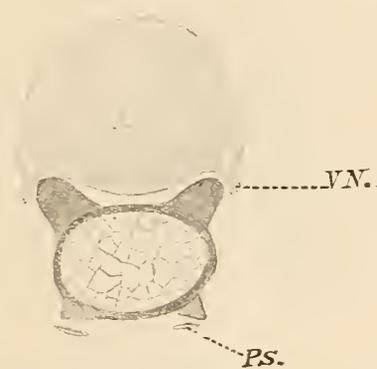
nach vorn und außen. Eben so wenig wie bei den jüngeren Larven gelang es mir hier einen Nerven in diesem Kanal nachzuweisen.

Der fünfte Schnitt distalwärts von dem der Textfig. 12 ist in Textfig. 13 gezeichnet. Das Schädeldach steht hier eben im Begriff zu schwinden; beiderseits wird die Medulla von den mächtig entwickelten dorsalen Parachordalleisten umfasst; die letzteren sind nur durch das sie nach außen bekleidende perichondrale Bindegewebe an den Seiten der Chorda mit den ventralen Leisten verbunden, nicht aber wie weiter proximalwärts (vgl. Textfig. 11 und 12) durch eine Zone von Knorpelgewebe.

An den nachfolgenden Schnitten verschwindet das Schädeldach ganz, und gleichzeitig nehmen die dorsalen Leisten an Höhe all-



Textfig. 14.



Textfig. 15.

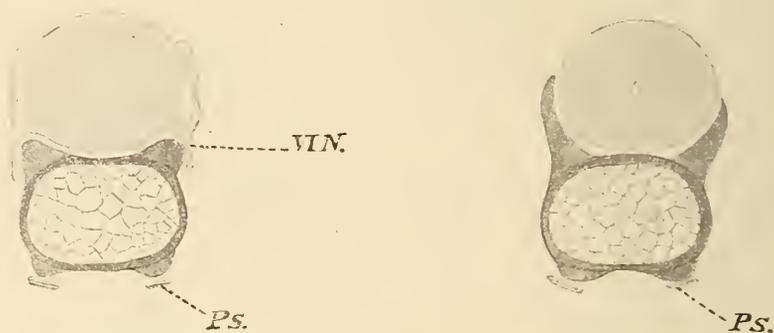
Vergrößerung = 50.

mählich ab; nach oben werden ihre Kanten durch dichtes Bindegewebe dorsal von der Medulla mit einander verbunden.

Sieben Schnitte distalwärts von dem der Textfig. 13 (vgl. Textfig. 14) durchbohrt eine ventrale Nervenwurzel die dorsale Parachordalleiste. Diese Wurzel, welche die mit  $IVN_v$  früher bezeichnete darstellt, verläuft zu dem zweiten Myotome ( $IVM$ ). Wie aus der Figur hervorgeht, hat die Höhe sowohl der dorsalen wie auch der ventralen Leisten hier bedeutend abgenommen. Auch distalwärts von der Austrittsstelle der oben erwähnten Wurzel bemerken wir bei diesem Stadium wie bei den jüngeren Larven eine allmähliche Abnahme an Höhe der dorsalen Leisten, und elf Schnitte caudalwärts von dem der Textfig. 14 tritt, wie Textfig. 15 zeigt, der dem dritten Myotome ( $VM$ ) entsprechende Nerv mit seinen beiden Wurzeln ( $VN_v$  und  $VN_d$ ) über die Kante der dorsalen Leiste. Diese letztere wird distalwärts von dem Nerven nicht höher, sondern noch etwas niedriger, und zwölf Schnitte caudalwärts von dem der Fig. 15 (vgl. Textfig. 16) tritt der folgende Nerv ( $VIN$ ) mit seinen beiden Wurzeln über die dorsale

Leiste, welche dann aber unmittelbar hinter dieser Stelle rasch höher wird, so dass schon an dem dritten Schnitte caudalwärts von dem der Textfig. 16 (vgl. Textfig. 17) die Anlage des ersten dorsalen Wirbelbogens durch ihre Mitte getroffen ist. Noch drei Schnitte weiter in distaler Richtung ist die dorsale Bogenanlage verschwunden, und beide Längsleistenpaare weisen jetzt eine sehr geringe Höhe auf, bestehen aber immer noch aus Knorpelgewebe. Über die dorsale Längsleiste tritt bald der folgende Nerv (*VIIIN*) hervor, und distalwärts von diesem begegnet uns die Anlage des zweiten dorsalen Wirbelbogens.

An der Stelle, wo der mit *VIIIN* bezeichnete Nerv von der Medulla abgeht, hört die Parasphenoidanlage beiderseits auf; wie die



Textfig. 16.

Textfig. 17.

Vergrößerung = 50.

Textfiguren lehren, hat dieselbe, welche unmittelbar unter den ventralen Parachordalleisten gelegen ist, distalwärts an Breite etwas abgenommen.

Dem distalen Rande der zweiten dorsalen Bogenanlage entsprechend tritt eine Veränderung in dem Verhalten der Längsleistenpaare auf. Dieselben, welche proximalwärts durch die ganze Occipitalregion aus Knorpelgewebe bestanden haben, werden hier ganz niedrig, und ihre Grundsubstanz lässt sich nicht mehr durch das Hämatoxylin färben, sieht dagegen derjenigen eines Vorknorpels ähnlich. Sobald wir aber hinter die Austrittsstelle des folgenden Nerven (*VIIIN*) gelangt sind, werden die Leistenpaare wieder knorpelig und bilden die Anlagen der dritten dorsalen und ventralen Bogenpaare. Ähnlich verhalten sich die Längsleisten weiter distalwärts; den Austrittsstellen der Spinalnerven entsprechend bestehen sie aus Vorknorpelgewebe, zwischen denselben dagegen aus Knorpel.

Rippenanlagen lassen sich bei dieser Larve noch nicht nachweisen.

Von einer Larve gleicher Länge wie die oben beschriebene bringt

Fig. 28 einen Sagittalschnitt durch die Occipitalregion. Der Schnitt, welcher auf der rechten Seite der Medianebene gelegen ist, war so ausgefallen, dass der distale Theil der Occipitalregion jener Ebene näher durchschnitten ist als der proximale, was aus dem Verhalten der Chorda hervorgehen wird.

An der äußeren Fläche des Parachordalknorpels zwischen der dorsalen und ventralen Leiste sehen wir in der hier sich befindenden rinnenförmigen Vertiefung (vgl. die Querschnittsbilder von der oben beschriebenen Larve) die ventralen Theile von zwei Myotomen, welche, wie die Serie lehrt, die mit *IIIM* und *IVM* früher bezeichneten darstellen. Proximalwärts von dem ersten Myotome ist noch ein Rest des früher hier gelegenen Myotoms (*IIM*) bemerkbar, was an dem folgenden Schnitte deutlicher sichtbar ist.

Proximal von der ersten dorsalen Bogenanlage sind die beiden Wurzeln des mit *VIN* bezeichneten Nerven vom Schnitte getroffen, zwischen der ersten und zweiten Bogenanlage eben so die beiden Wurzeln des mit *VIIIN* bezeichneten. Die einzelnen Wurzeln des mit *VN* bezeichneten Nerven sind wegen der Schnittrichtung hier nicht zu sehen, wir bemerken nur den Nervenstamm selbst nach der Vereinigung der beiden Wurzeln.

Wie wir an dem Horizontalschnitte durch die 20 mm lange Larve (vgl. Fig. 27) sahen, springt die dorsale Parachordalleiste unmittelbar distalwärts von dem mit *VN* bezeichneten Nerven nach außen vor; an dem vorliegenden Schnitte wird darum dieser Theil proximalwärts und nach oben von dem übrigen Theile der Parachordalleiste durch eine Spalte getrennt, in welcher jener Nervenstamm gelegen ist. Proximalwärts von dem erwähnten Nerven bemerken wir zwei Vertiefungen des oberen Randes des Parachordalknorpels. Die erstere dieser Gruben entspricht der inneren Öffnung des bei den jüngeren Larven beschriebenen Kanals, welcher ungefähr in der Mitte des mit *IIIM* bezeichneten Myotoms die dorsale Parachordalleiste durchbohrt. Die folgende Vertiefung entspricht in ähnlicher Weise der inneren Öffnung desjenigen Kanals, durch welchen der erste Nerv (*IVN<sub>v</sub>*) von der Medulla nach außen und proximalwärts zu dem zweiten Myotome (*IVM*) verläuft. Da an dem vorliegenden Schnitte der Richtung der dorsalen Parachordalleiste entsprechend (vgl. Fig. 27) der zweite Nerv (*VN*) an dem äußeren, der erste Nerv (*IVN<sub>v</sub>*) dagegen an dem inneren Rande der Parachordalleiste getroffen ist, scheinen diese Nerven einander näher zu liegen als die distalwärts folgenden.

Was die vorliegende Larve sonst betrifft, so finde ich hier ein

ähnliches Verhalten der beiden Längsleistenpaare und der aus denselben hervorgegangenen dorsalen und ventralen Bogenanlagen wie bei dem zuletzt oben beschriebenen Stadium.

## II. Frühere Untersuchungen.

### *Amia calva*.

Die einzigen Angaben, welche — so weit mir bekannt — über die Entwicklung der Occipitalregion von *Amia* in der Litteratur vorliegen, finden sich in der Arbeit von ALLIS (I, 1897). Leider ist seine kurze Beschreibung von keinen Abbildungen begleitet. Aus seinen Resultaten hebe ich hier hervor, dass er als Erster die Entwicklung der Occipitalspange vollkommen richtig beschrieben hat. Von den zwei Wirbelkörperanlagen, welche mit dem Basilarknorpel später verschmelzen, hat ALLIS nur die distale gesehen. Von den eigenthümlich geformten Wirbelkörperanlagen, welche von ihm »the dorsal processes« genannt werden, liefert er auch eine zutreffende Beschreibung. Die dorsalen Wurzeln seiner Occipitalnerven (der von mir mit  $III N_v$  und  $IV N_c$  bezeichneten Nerven) sind, wie er annimmt, entweder zu Grunde gegangen, oder mit dem Vagus verschmolzen. Wörtlich äußert sich der Autor über diese Verhältnisse im Anschluss an seine Beschreibung einer 12 mm langen Larve folgendermaßen: »The occipitale laterale, at this age, may therefore be considered as a dorsal occipital arch that has inclined forward against the hind end of the auditory vesicle, or as parts of three such arches that have fused with each other and are about to fuse with the auditory vesicle, as later stages show. In the former case, the arch, inclining forward, has pushed before it, against the vagus, the dorsal roots of two occipital nerves; in the latter, the two dorsal occipital roots, if they do not abort, have, in joining and fusing with the vagus, cut through the ventral ends of ,Anlage' of two dorsal arches, so retarding or deranging their development that no trace of their ventral ends is found in 12 mm larvae. The vagus, under either supposition, would lie immediately behind the hind wall of the auditory vesicle, and would, if the dorsal occipital roots have not entirely disappeared, be formed by the fusion of the dorsal roots of three or more post-auditory nerves. That the occipitale laterale represents three rather than one dorsal arch is shown by its relations to the muscle segments and intermuscular septa« (p. 727).

Aus der Zusammenfassung desselben Autors führe ich noch Folgendes an: »The development of the occipitale laterale indicates that that bone is formed of parts of three occipital dorsal arches. It is pierced by two ventral occipital nerves, and the nervus vagus issues along its anterior margin between it and the hind wall of the auditory capsule. It gives attachment to three intermuscular septa. Posterior to it, on the dorsal surface of the basioccipitale, there are two complete dorsal arches, each giving attachment to an intermuscular septum. In front of each of these two arches there is a complete spinal nerve with dorsal and ventral roots and dorsal ganglion. There are thus five ventral segments indicated in the occipital region of the skull of *Amia*, the first, or most anterior, segment not being represented by a nerve, unless the vagus be. in post, that nerve. The posterior of these five segments fuses with the hind end of the skull in post-larval stages« (p. 754).

### *Lepidosteus osseus*.

Auch über die Entwicklung der Occipitalregion von *Lepidosteus* liegt früher nur eine Arbeit vor, und zwar die von PARKER (X, 1882). Der Autor liefert eine Reihe von Querschnittsbildern durch das Cranium mehrerer Larven, an welchen man das Verhalten der Parachordalknorpel richtig dargestellt sieht. Die Weichtheile werden nicht berücksichtigt; auch wird die uns hier interessirende Frage, die Angliederung von Körpersegmenten an das Cranium, in der Arbeit nicht behandelt.

### C. Rückblick und Schlussbemerkungen.

In einer Übersicht über die oben gewonnenen Resultate wollen wir zunächst das Verhalten der Myotome und Nerven kurz betrachten. Wir beginnen hier mit *Lepidosteus*, da wir von diesem die jüngsten Stadien untersuchen konnten.

Wie das Schema p. 498 zeigt, fanden wir bei einer 6 mm langen Larve distalwärts von der Ohrblase das erste Myotom, dasselbe war deutlich kleiner als die nachfolgenden und enthielt keine Muskelfasern. Wir bezeichneten dieses Myotom mit *IM*. Eben so wenig wie das nachfolgende Myotom besaß dasselbe irgend eine Nervenwurzel. Erst dem dritten Myotome entsprechend war eine ventrale Wurzel nachweisbar, und erst von dem vierten an kamen beiderseits auch dorsale Wurzeln vor. Schon bei wenig älteren Larven war das erste Myotom (*IM*) zu Grunde gegangen, während das zweite (*IIM*) seinen Platz unmittelbar distal von der Ohrblase eingenommen hatte. Während der nächstfolgenden Entwicklungszeit trat weiter die Veränderung in den durch das Schema dargestellten Verhältnissen ein, dass sowohl die dem Myotom *III* entsprechende ventrale, wie auch die dem Myotom *IV* entsprechende dorsale Wurzel zu Grunde ging. Bei einer 11 mm langen Larve fanden wir z. B., dass die zwei ersten Myotome (*IIM* und *IIIM*) keine Nerven besaßen, zu dem dritten (*IVM*) verlief eine ventrale Wurzel und erst zu dem vierten Myotome (*V*) ein Nerv, welcher zwei Wurzeln besaß.

Eine weitere Reduktion der Zahl der Nerven ließ sich während der Entwicklung nicht nachweisen, dies war aber mit der Zahl der Myotome der Fall, indem schon bei einer 20 mm langen Larve das mit *IIM* bezeichnete Myotom keine Muskelfasern mehr enthielt; bei den ältesten der von mir untersuchten Larven, die 23 mm lang waren, schloss sich das mit *IIIM* bezeichnete Myotom der Ohrkapsel fast unmittelbar an. Während der Entwicklung von einem 6 mm langen Stadium bis zu einem 23 mm langen sehen wir also, dass die

Myotomreihe eine proximale Verschiebung von zwei Myotomlängen erfahren hat.

Wie wir weiter unten einsehen werden, spricht Alles dafür, dass das erste Myotom, welches wir bei dem erwachsenen Thiere vorfinden, und zu dem die erste ventrale Nervenwurzel ( $1N_7$ ) verläuft, dem zweiten Myotome ( $IVM$ ) des ältesten von mir untersuchten Stadiums entspricht. Diejenige weitere Veränderung, welche in dem Verhalten der Myotome und Nerven während der Zeit vor sich geht, die zwischen dem ältesten Stadium und dem ausgewachsenen Zustande gelegen ist, besteht also nur in dem Untergange des mit  $IIIM$  bezeichneten Myotoms und in dem weiteren Vorwärtsrücken der Myotomreihe der Länge des untergegangenen Myotoms entsprechend.

Vergleichen wir nun das jüngste Stadium von *Amia*, über welches oben (p. 481) berichtet wurde, und das eine Länge von 9 mm besaß, mit den jüngeren Stadien von *Lepidosteus*, so ergibt eine nähere Betrachtung des allgemeinen Entwicklungszustandes des ersteren (auf welchen hier nicht eingegangen werden soll) als Resultat, dass dasselbe als ein zu der oben erwähnten 11 mm langen Larve von *Lepidosteus* korrespondirendes Stadium zu betrachten ist.

Wie das Schema p. 483 zeigt, besaßen bei jener *Amia*-Larve die zwei distalwärts von der Ohrkapsel folgenden Myotome keine Nerven, zu dem dritten Myotome verlief eine ventrale Nervenwurzel, und erst der folgende, dem vierten Myotome entsprechende Nerv besaß zwei Wurzeln. Wir sehen also ein Verhalten, welches dem der 11 mm langen *Lepidosteus*-Larve ganz ähnlich ist. Aller Wahrscheinlichkeit nach können wir darum die Segmente dieser beiden Stadien mit einander direkt homologisiren, und wir gelangen also zu dem Resultate, dass das bei *Amia* mit  $IM$  bezeichnete Myotom das Homologon des bei *Lepidosteus* mit  $IIM$  bezeichneten darstellt. Die Verhältnisse bei der jüngsten *Lepidosteus*-Larve machen es auch wahrscheinlich, dass es durch eine Untersuchung jüngerer Larven von *Amia* gelingen wird, auch hier ein Myotom nachzuweisen, welches proximal von dem von mir als dem ersten gefundenen gelegen ist, und welches schon früh zu Grunde geht.

Während der weiteren Entwicklung der Occipitalregion von *Amia* konnte ich ganz wie bei *Lepidosteus* das Zugrundegehen des ersten der beiden von keinen Nerven versorgten Myotome feststellen. Als ein Unterschied von den Verhältnissen bei *Lepidosteus* ist zu erwähnen, dass die dem zweiten Nerven angehörige dorsale Wurzel bei *Amia* schon recht früh zu Grunde geht, während die entsprechende

Wurzel bei *Lepidosteus* dagegen auch bei dem erwachsenen Thiere erhalten bleibt.

Vergleichen wir schließlich das Verhalten der Nerven und Myotome der erwachsenen *Amia* mit jenem der ältesten der von mir untersuchten Larven, so sehen wir auch hier als einzigen Unterschied zwischen beiden das Zugrundegehen des ersten nervenlosen Myotoms der Larve.

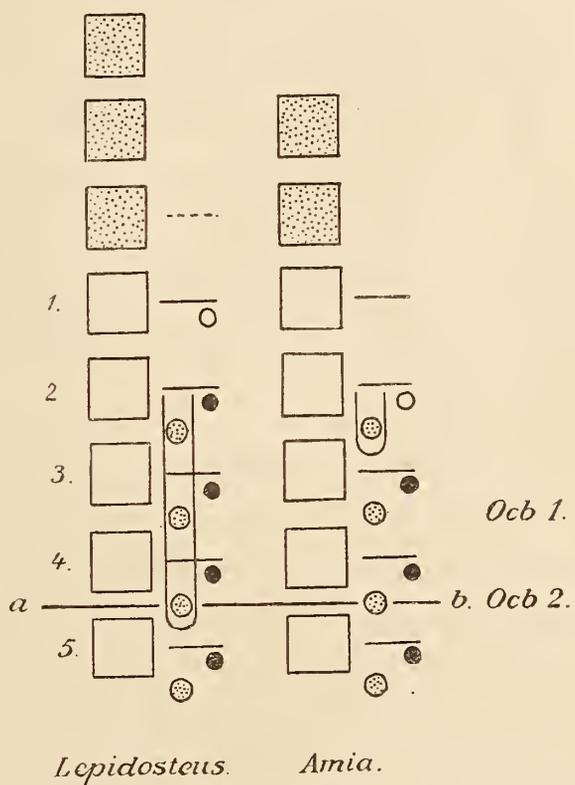
Nach dem oben Angeführten können wir unsere Resultate über die Entwicklung der Myotome und Nerven der Occipitalregion von *Lepidosteus* und *Amia* in die beistehende diagrammatische Darstellung zusammenfassen. Die Rechtecke stellen die Myotome dar, die horizontalen Linien, welche gegenüber der Mitte derselben liegen, die ventralen Nervenwurzeln und die kleineren Kreise, die unter diesen Linien gelegen sind, die entsprechenden dorsalen Wurzeln.

Die punktierten Rechtecke bezeichnen diejenigen Myotome, welche sich während der Entwicklung nachweisen lassen, bei dem ausgewachsenen Thiere dagegen verschwunden sind. In ähnlicher Weise bezeichnen die punktierten horizontalen Linien diejenigen ventralen Nervenwurzeln, die kleinen weißen Kreise diejenigen dorsalen, welche während der Entwicklung zu Grunde gehen.

Durch die horizontale Linie *ab* ist die Grenze zwischen dem Basioccipitale und dem ersten freien Wirbelkörper der erwachsenen Fische angedeutet. Auf die zwischen den Myotomen gelegenen größeren punktierten Kreise, welche die dorsalen Bogenanlagen darstellen, kommen wir unten zurück.

Nach dieser Betrachtung der Myotome und Nerven wenden wir uns zu dem Verhalten der Sclerotome der Occipitalregion. Wir beginnen auch hier mit *Lepidosteus*.

An einer 9 mm langen Larve fanden wir in der mesotischen Region die Parachordalanlagen als eine plattenförmige, unsegmentirte Gewebsverdichtung, welche distalwärts an Breite und Deutlichkeit



Schema 3.

rasch verlor und ihre Fortsetzung in das die Chorda umgebende Mesodermgewebe fand, welches noch keine Differenzirung in dorsale und ventrale Längsleisten unterscheiden ließ.

An einer 11 mm langen Larve bestanden die Parachordalanlagen aus deutlichem Vorknorpelgewebe, welches in der mesotischen Region mit den Ohrkapseln zusammenhing. Distal von dem Vagus von der Insertionsstelle des ersten Myotoms an zeigte jede Parachordalanlage eine nach außen konkave Seitenfläche (vgl. Fig. 19), während ihre dorsale und ihre ventrale äußere Kante leistenförmig vorsprangen. Mit dem oberen Rande der dorsalen Leiste hing das dichte Bindegewebe eng zusammen, welches seitwärts von der Medulla zwischen letzterer und den Myotomen gelegen war. In distaler Richtung zeigte der mittlere Theil der Parachordalanlage eine allmähliche Abnahme der Dicke, so dass die Verbindungszone zwischen der dorsalen und ventralen Leiste immer dünner wurde und schließlich ganz verschwand. Übrig blieben in dieser Weise nur die beiden Leisten, und diese setzten sich distalwärts durch die Rumpfsegmente fort. Von großer Wichtigkeit ist nun das Verhalten der dorsalen Leiste zwischen den einzelnen Nerven.

Distalwärts von dem ersten Nerven, den wir bei der 11 mm langen Larve antrafen, und welcher auch den ersten distal vom Vagus gelegenen Nerven des Erwachsenen darstellte, war die dorsale Leiste weder höher, noch veränderte sich der Aneinanderschluss ihrer Zellen. Die Leiste nahm von einer Stelle, welche proximal von den betreffenden Nerven gelegen war, distalwärts an Höhe allmählich ab und war dort, wo der folgende Nerv über sie nach außen trat, ganz niedrig. Unmittelbar distalwärts von dem letzteren Nerven zeigte aber die dorsale Leiste ganz wie auch hinter jedem der folgenden Spinalnerven einen größeren Zellenreichthum. Diese dichteren Stellen der dorsalen Längsleiste waren als die ersten Anlagen dorsaler Bogen aufzufassen.

Wie an dem 11 mm langen Stadium fanden wir auch an einer 12 mm langen Larve die erste dorsale Bogenanlage zwischen dem zweiten und dritten Rückenmarksnerven.

An dem folgenden Stadium von 15 mm Länge, wo die Parachordalanlagen und ihre direkten Fortsetzungen, die dorsalen und ventralen Längsleisten, in der Occipitalregion schon aus jungem Knorpelgewebe bestanden, bemerkten wir keine diskrete dorsale Bogenanlage mehr zwischen dem zweiten und dritten Nerven, eine solche war erst zwischen dem dritten und vierten Nerven vorhanden. Hinter dem

zweiten Nerven sahen wir nur eine Zunahme der Dichte des sich der dorsalen Leiste nach oben anschließenden Bindegewebes.

Wie ein Horizontalschnitt durch die Occipitalregion einer 20 mm langen Larve zeigte (vgl. Fig. 27) war hier die dorsale Leiste zwischen dem ersten und zweiten wie auch zwischen dem zweiten und dritten Nerven an den Stellen, welche nach ihrem Verhalten zu den Muskelsepten den weiter hinten gelegenen dorsalen Bogen entsprachen, deutlich verdickt und sprang hier nach außen vor. Die erste freie dorsale Bogenanlage fand sich aber erst zwischen dem dritten und vierten Nerven.

Bei *Lepidosteus* wurde ein Schädeldach in der Occipitalregion dadurch gebildet, dass der Knorpel, welcher in der mesotischen Region die Ohrkapseln mit einander verband, sich distalwärts ausbreitete und mit der oberen Kante der dorsalen Parachordalleiste beiderseits sich vereinigte.

Was eine Segmentirung der ventralen Längsleiste betrifft, so konnte ich eine solche mit Sicherheit erst an einer 23 mm langen Larve feststellen. Das erste Paar von ventralen Bogenanlagen entsprach hier dem dritten Paare diskreter dorsaler Bogen. Weiter proximalwärts war keine Segmentirung der ventralen Längsleisten nachweisbar. An derselben Larve, welche die älteste meines Materials war, ließen sich noch keine Wirbelkörperanlagen nachweisen.

Als Resultat meiner Untersuchung über die Entwicklung des Skeletts der Occipitalregion von *Lepidosteus* geht also hervor, dass derjenige Theil des Occipitale laterale, welcher bei dem Erwachsenen (vgl. Fig. 17) proximalwärts von dem ersten Nerven ( $1 N_v$ ) und zwischen diesem und dem nächst folgenden ( $2 N$ ) gelegen ist, auf keinem Entwicklungsstadium einen anderen segmentalen Bau aufweist, als den, welcher in seinem Verhalten zu den Muskelsepten zum Vorschein kommt. Derjenige Theil, welcher zwischen dem zweiten und dritten Nerven sich befindet, wird ursprünglich wie ein diskreter dorsaler Wirbelbogen angelegt, verschmilzt aber schon früh in der Entwicklung mit dem proximal gelegenen, unsegmentirten Theil des Schädels und büßt seine Selbständigkeit vollkommen ein. Der jetzt folgende Theil des Occipitale laterale, der bei den Erwachsenen zum Theil durch eine Sutura mit dem proximal gelegenen verbunden wird, und welcher eine große Ähnlichkeit mit einem breiten dorsalen Wirbelbogen aufweist, entsteht durch die Verschmelzung zweier diskreter Wirbelbogen, welche, was Größe, Verhalten zu den Nerven und Muskelsepten und gegenseitige Entfernung betrifft, ganz mit den nachfolgenden Bogenanlagen

übereinstimmen, nur werden ihre Basaltheile schon bei einer 23 mm langen Larve mit einander und mit dem proximal gelegenen Theil des Schädelbodens durch Knorpelgewebe, nicht wie die nachfolgenden durch Vorknorpelgewebe verbunden.

Während der späteren Entwicklung verschmelzen also diese beiden Bogenanlagen mit einander und mehr oder weniger innig auch mit dem Occipitale laterale. An der Bildung des letzteren betheiligen sich also auch drei ursprünglich frei angelegte dorsale Wirbelbogen, was an der diagrammatischen Darstellung der Occipitalregion p. 513, wo die Bogenanlagen, welche in die Bestandtheile des Schädels eintreten, durch eine Linie umgeben sind, angedeutet ist.

In gewissen Punkten recht verschieden von der Entwicklungsweise des Skeletts in der Occipitalregion von *Lepidosteus* fanden wir die Entwicklung bei *Amia* vor sich gehen. Das, was hier der Occipitalregion ihre Eigenheit giebt, ist vor Allem das Verhalten der Occipitalspange.

An der jüngsten der von mir untersuchten Larven, die eine Länge von 9 mm besaß, gestalteten sich die Verhältnisse in der mesotischen Region denjenigen des korrespondirenden Stadiums von *Lepidosteus* noch sehr ähnlich. Die aus Vorknorpel bestehenden Parachordalanlagen waren nach außen mit den Ohrkapseln verbunden. Das Schädeldach bestand hier nur noch aus dem die Ohrkapseln dorsalwärts verbindenden dichten Bindegewebe. Distalwärts zeigten die Parachordalanlagen eine rasche Abnahme der Breite und gingen allmählich in das die Chorda umgebende Mesodermgewebe über, welches von der Austrittsstelle des zweiten Nerven an, welcher letzterer auch dem zweiten Nerven ( $2N_2$ ) des Erwachsenen (vgl. Textfig. 1) entspricht, die Anlagen der beiden Längsleistenpaare unterscheiden ließ. Eine Zunahme der Dichte des perichordalen Mesodermgewebes distalwärts von dem ersten Nerven, zwischen diesem und dem zweiten war nicht vorhanden. Unmittelbar distalwärts von der Austrittsstelle des zweiten Nerven wurde die dorsale Längsleiste beiderseits deutlich mächtiger und bestand hier schon im Gegensatz zu dem weiter distalwärts gelegenen Theile aus Vorknorpelgewebe. Diese dichtere Partie der Längsleiste stellte die Basis der Occipitalspange dar, welche sich von hier ab proximalwärts nach oben und etwas nach außen über die Austrittsstelle des zweiten Nerven erstreckte.

Während der weiteren Entwicklung nahmen die Parachordalanlagen distalwärts an Ausbreitung zu und verschmolzen mit den Basaltheilen der Occipitalspangen. Auch diese letzteren nahmen an

Dicke und Länge zu, und ihre proximalen Enden verbanden sich mit den distalen unteren, äußeren Ecken des sich von der mesotischen Region caudalwärts ausdehnenden knorpeligen Schädeldaches. Hinter den Ohrkapseln wurde in dieser Weise beiderseits ein dreieckiges Loch gebildet, durch welches dicht hinter der Ohrkapsel der Vagus austrat, während weiter distalwärts die beiden ersten Rückenmarksnerven die Schädelhöhle verließen. Recht früh wurde der vordere Theil dieses Loches durch eine dünne Knorpelspange von dem hinteren Theile abgegrenzt.

Der erste freie dorsale Wirbelbogen kam zwischen dem dritten und vierten Nerven zur Entwicklung; derselbe zeigte die gleiche Form wie die nachfolgenden.

Die am meisten proximal gelegene Wirbelkörperanlage entsprach bei *Amia* der Anlage des ersten Occipitalbogens (vgl. Fig. 7). Diese erste Wirbelkörperanlage war deutlich kleiner als die nachfolgenden, und schon nach kurzer Zeit verschmolz dieselbe mit dem proximal gelegenen, unsegmentirten Basilarknorpel und dem Basaltheile der Occipitalspange. Die dem zweiten Occipitalbogen entsprechende Wirbelkörperanlage verhielt sich in jeder Beziehung wie die nachfolgenden; eine Verschmelzung derselben mit dem Basilarknorpel war bei der ältesten der von mir untersuchten Larven, welche eine Länge von 27,5 mm besaß, noch nicht eingetreten.

Die Entwicklung der Occipitalregion von *Amia* zeigt also, dass derjenige Theil des Basioccipitale, welcher den beiden freien Occipitalbogen (SAGEMEHL) entspricht, durch eine Verschmelzung der diesen Bogen angehörigen zwei Wirbelkörper mit der Schädelbasis hervorgegangen ist und nicht, wie GEGENBAUR für *Polypterus* behauptet, durch ein Zugrundegehen dieser Wirbelkörper und ein sekundäres Übertreten der frei gewordenen dorsalen Bogen auf das Basioccipitale. In wie weit GEGENBAUR'S Annahme, was *Polypterus* betrifft, stichhaltig ist, wird auch hier erst eine Untersuchung der Entwicklung der Occipitalregion zu entscheiden vermögen. Das Verhalten des erwachsenen Individuums scheint mir keinen bestimmten Schluss hierüber genügend zu rechtfertigen.

Die Assimilation der beiden Wirbelkörper ist, wie die Ontogenese deutlich zeigt, in zwei Etappen vor sich gegangen. Zuerst ist der erste Körper dem Schädel assimiliert worden, während der zweite durch eine längere Zeit noch als freier Wirbel bestand, dann ist aber auch dieser mit dem Basioccipitale verschmolzen.

Eine andere Frage, deren Lösung wir in der Entwicklungsgeschichte der Occipitalregion von *Amia* suchten, war diejenige, ob der proximal von dem ersten Occipitalbogen, zwischen dem zweiten und dritten Nerven gelegene, verdickte Theil des Occipitale laterale als ein dem Schädel assimilirter dorsaler Bogen zu deuten wäre.

Auch hier meine ich, dass die Ontogenie eine Antwort liefert, indem ich nach der Entwicklungsweise der Occipitalspange es kaum als zweifelhaft ansehen kann, dass dieselbe aus einem dorsalen Bogen hervorgegangen ist. Hierfür spricht ihre Entstehung aus der dorsalen Längsleiste vollkommen unabhängig von dem Parachordalknorpel und auch ihr Verhalten zu den Nerven und Muskelsepten. Dieser dorsale Bogen hat wesentliche Umänderungen durchgemacht, indem derselbe schon sehr früh nicht wie die nachfolgenden Bogen eine nach oben und etwas nach hinten gekehrte Richtung zeigt, sondern proximalwärts wächst und sich mit dem Schädeldache verbindet, wie einen hinteren Grundpfeiler des letzteren bildend.

Durch dieses eigenthümliche Verhalten der Occipitalspange, welches wahrscheinlich mit der hohen, gewölbten Form des Schädels der *Amia*-Larven in Zusammenhang zu bringen ist, gewinnt, wie wir gesehen haben, die Occipitalregion dieses Fisches während der Entwicklung eine ganz andere Konfiguration als diejenige von *Lepidosteus*.

Von dem ersten nachweisbaren dorsalen Bogen, welcher in das Occipitale laterale eingezogen wird, findet man, wie oben genauer erwähnt wurde, bei der erwachsenen *Amia* (vgl. Textfig. 1) deutlichere Reste als bei *Lepidosteus* (vgl. Fig. 17). In diesem Verhalten einen primitiveren Zustand bei *Amia* als bei *Lepidosteus* sehen zu wollen (wie SAGEMEHL es zu thun scheint, XII, 1891, p. 523—24) ist gewiss nicht berechtigt. Wegen der besonderen Bedeutung und der damit verbundenen Umgestaltung dieses Bogens, sehen wir denselben früher als alle die anderen entstehen und den letzteren in Entwicklung immer vorseilen. Das Vortreten dieses Theiles bei dem erwachsenen Exemplare von *Amia* scheint vor Allem auf seiner Rolle während der Entwicklung zu beruhen.

Dass die distalwärts von dieser ersten Bogenanlage gelegenen zwei Occipitalbogen bei *Amia* frei bleiben, bei *Lepidosteus* aber mit einander und dem Occipitale laterale mehr oder weniger innig verschmelzen, hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass diese dorsalen Bogen bei *Lepidosteus* im Gegensatz zu dem Verhalten bei *Amia* mit dem Basioccipitale, wie die übrigen dorsalen Bogen mit ihren Körpern,

synostotisch verbunden sind. Durch diese Immobilisation der Bogen ist wahrscheinlich hier ihre Assimilation befördert worden.

Wir sehen nach dem oben Angeführten, dass derjenige Theil des Occipitale laterale, welcher bei dem Erwachsenen zwischen dem zweiten und dritten Nerven gelegen ist, aus einem ursprünglich freien dorsalen Bogen sowohl bei *Lepidosteus* als auch bei *Amia* hervorgegangen ist. Dass auch der zwischen dem ersten und dem zweiten Nerven gelegene Theil des Occipitale laterale, ja sogar der zwischen dem ersten und einem proximal von diesem während der Entwicklung bei *Lepidosteus* noch nachweisbaren Nerven gelegene Theil aus freien dorsalen Bogen ursprünglich stammen, das müssen wir wohl nach den schönen Untersuchungen von SEWERTZOFF über die Entwicklung der Occipitalregion vom Sterlett für sehr wahrscheinlich halten. Bei den Knochenganoiden werden aber, wie wir gesehen haben, diese Bogen nicht mehr frei angelegt.

Wenn wir nun die Occipitalspange von *Amia* als einen umgestalteten dorsalen Bogen auffassen, so müssen wir uns wieder fragen, ob auch ein diesem Bogen entsprechender Wirbelkörper früher bestanden hat. Wie oben gezeigt, lässt sich während der Entwicklung kein solcher Wirbelkörper nachweisen; vorläufig lässt sich darum wohl kaum die Frage entscheiden, ob die Gliederung des Skeletts dieser Region überhaupt nur auf eine Zeit beschränkt war, zu welcher noch keine Wirbelkörper gebildet waren, oder ob wohl auch hier ein freier Wirbel einmal bestand, sein Körper aber so früh mit der Schädelbasis verschmolz, dass derselbe nicht mehr frei angelegt wird, wie es z. B. für die proximal gelegenen Theile des Occipitale laterale angenommen werden muss.

Nachdem wir oben das Verhalten der dorsalen Bogen und der Wirbelkörper der Occipitalregion betrachtet haben, bleibt uns noch übrig die ventralen Bogen kurz zu erwähnen.

Wie früher genauer beschrieben, besteht bei *Amia* der jedem dorsalen Bogen entsprechende ventrale bei den Larven aus einem länglichen Knorpelstücke, welches die Chorda nach unten und außen umschließt. Die äußere Fläche dieses Knorpelstückes ist schwach konkav; von seiner dorsalen Partie springt der Basalstumpf nach außen vor, ventralwärts bildet dasselbe eine nach unten gerichtete Leiste, welche durch straffes Bindegewebe mit der entsprechenden Leiste der anderen Seite verbunden wird. Unmittelbar unterhalb dieses Bindegewebes verläuft die Aorta.

Deutliche ventrale Bogenanlagen kommen in der Occipitalregion

den beiden in das Basioccipitale später eintretenden Wirbeln zu; auch der entsprechende Theil der unmittelbar proximal gelegenen Partie des unsegmentirten Basilarknorpels zeigt aber einen Bau, welcher den distalwärts folgenden ventralen Bogenanlagen sehr ähnlich ist, und welcher darauf hinzudeuten scheint, dass hier früher ein dem ersten nachweisbaren dorsalen Bogen (der Occipitalspange) entsprechender diskreter ventraler Bogen bestanden hat.

Jedem Körpersegmente kommen im Rumpfe bei den Knochenganoiden ein Paar von Myotomen, ein Spinalnervenpaar und ein Paar dorsaler und ventraler Bogen zu, endlich als eine mehr sekundäre Bildung ein Wirbelkörper. Alle diese Theile können wir nach dem oben Angeführten in den zwei hintersten von den bei *Amia* in den Schädel eingezogenen Segmenten nachweisen, in dem proximalen derselben den Wirbelkörper jedoch nur in einer reducirten Gestalt. In dem unmittelbar proximal von diesen beiden gelegenen Segmente finden wir noch die dorsalen und ventralen Bogen, wengleich beide recht verändert, weiter die Myotome und das Spinalnervenpaar, die dorsalen Wurzeln des letzteren bestehen jedoch nur durch kurze Zeit. Nur ein Wirbelkörper lässt sich hier nicht nachweisen. In dem folgenden Segmente waren von allen diesen metameren Bildungen nur die Myotome und die ventralen Wurzeln übrig und in den noch weiter proximalwärts folgenden Segmenten nur die Myotome.

Durch ihre Gestalt unterscheiden sich die ventralen Bogenanlagen von *Amia* bedeutend von denjenigen von *Lepidosteus*, indem wir an den letzteren, jedenfalls so weit mein Material reichte, keine Sondernung in einen dorsalen Basalstumpf und eine ventrale Leiste vorfanden. Wenn wir uns nun an die Knorpelstückchen resp. Knorpelleisten erinnern, welche wir an der Basis der distalen Partie des Occipitale laterale und der Wirbelkörper von *Amia* vorfanden (vgl. Textfig. 2), so muss die Annahme nahe liegen, dass diese sich aus den ventralen Theilen der unteren Bogenanlagen der Larven entwickelt haben.

Wie früher (p. 476) erwähnt wurde, führt SAGEMEHL die Konkrescenz von Wirbeln mit dem Basioccipitale bei *Amia* auf eine Immobilisation der ersteren durch die distale Ausbreitung des Parasphenoid zurück.

Wenn wir nun bei einer 16 mm langen Larve von *Amia* finden, dass das Parasphenoid bis zu der ersten Wirbelkörperanlage reicht, nach der Verschmelzung dieser Anlage aber bis zu der proximalen Grenze der nächsten Anlage und bei dem Erwachsenen endlich ungefähr zu der Grenze zwischen dem aus diesen zwei Wirbelkörper-

anlagen hervorgegangenen Theile des Basioccipitale und dem jetzt ersten freien Wirbelkörper, so könnten diese Thatsachen für SAGEMEHL's Auffassung scheinbar sprechen. In der That erlauben sie wohl aber kein sicheres Urtheil über das causale Verhalten zwischen der Wirbelassimilation und der Ausbreitung des Parasphenoid. Wenn die Auffassung von SAGEMEHL richtig wäre, könnte man also erwarten, dass die Parasphenoidknochen sich immer weiter distalwärts ausbreiteten und einen ganz beliebigen Theil der Wirbelsäule immobilisirten.

Es darf wohl nicht ausgeschlossen werden, dass dort, wo eine Assimilation von Wirbelkörpern schon angefangen hat, eine Ausbreitung des Parasphenoid erleichtert werden kann und dadurch wieder die vollkommene Verschmelzung dieser Wirbel mit dem Schädel beschleunigt; dass dagegen der ganze Assimilationsprocess auf eine Ausbreitung jenes Knochens sich zurückführen lässt, darin werden wohl kaum Viele sich dem verdienten Untersucher des Fischschädels anschließen können.

Das Eintreten von Wirbeln oder richtiger von Sclerotomen in die Bildung des Schädels ist wohl vor Allem in einer Rückbildung der entsprechenden Myotome<sup>1</sup> (von speciellen Fällen hier ganz abgesehen) und einer dadurch bedingten verringerten Beweglichkeit der Skeletttheile zu suchen; eine herabgesetzte Beweglichkeit wird aber überall dort, wo Knochen oder Knorpel mit einander verbunden sind, während der phylogenetischen Entwicklung schließlich zu einer Verschmelzung führen.

### Litteraturverzeichnis.

- I. EDW. PH. ALLIS, The cranial muscles and cranial and first spinal Nerves in *Amia calva*. Journ. of Morphol. Vol. XII. 1897.
- II. H. BRAUS, Die Muskeln und Nerven der *Ceratodus*flosse. SEMON's Forschungsreisen. Bd. I. 1900.
- III. T. W. BRIDGE, The cranial osteology of *Amia calva*. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XI. 1877.
- IV. FRORIEP, Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. I. Beobachtungen an Hühnerembryonen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Jahrg. 1883. II. Beobachtungen an Säugethierembryonen. Ibid. Jahrg. 1886.

<sup>1</sup> Vgl. FÜRBRINGER (VI, 1897, p. 543—544).

- V. Derselbe, Bemerkungen zur Frage nach der Wirbeltheorie des Kopfskelettes. Anat. Anz. Bd. II. 1887.
- VI. M. FÜRBRINGER, Über die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und ihre vergl. Morphologie. Festschr. f. C. GEGENBAUR. Bd. III. 1897.
- VII. C. GEGENBAUR, Über die Occipitalregion und die ihr benachbarten Wirbel der Fische. Festschr. f. A. v. KÖLLIKER. 1887.
- VIII. E. GÖPPERT, Untersuchungen zur Morphologie der Fischrippen. Morphol. Jahrb. Bd. XXIII. 1895.
- IX. JOH. MÜLLER, Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. Abh. d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1844, 1846.
- X. W. K. PARKER, On the development of the Skull in *Lepidosteus osseus*. Philosophic. Transact. of the Royal soc. of London. Vol. CLXXIII. Part II. 1882.
- XI. M. SAGEMEHL, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische, I. Das Cranium von *Amia calva* L. Morphol. Jahrb. Bd. IX. 1884.
- XII. Derselbe, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. IV. Das Cranium der Cyprinoiden. Ibid. Bd. XVII. 1891.
- XIII. A. SEWERTZOFF, Die Entwicklung der Occipitalregion der niederen Vertebraten im Zusammenhang mit der Frage über die Metamerie des Kopfes. Bulletin de la société imperiale des naturalistes de Moscou. 1895. Nr. 2.
- XIV. Derselbe, Studien zur Entwicklungsgeschichte des Wirbelthierkopfes. I. Die Metamerie des Kopfes des elektrischen Rochen. Ibid. Année 1898. Nr. 2 u. 3.
- XV. J. W. VAN WIJHE, Über das Visceralskelett und die Nerven des Kopfes der Ganoiden und von *Ceratodus*. Nederl. Archiv für Zool. Bd. V. Heft 3. 1882.

### Erklärung der Abbildungen.

Die Segmente der Larven tragen als Bezeichnungen römische Ziffern, diejenigen der erwachsenen Thiere arabische. Mit *I* ist sowohl bei *Amia* wie auch bei *Lepidosteus* das erste Segment bezeichnet, welches bei der jüngsten von den untersuchten Larven sich hinter der Ohrblase befand, mit *II* das distalwärts folgende Segment etc. Bei den erwachsenen Thieren bezeichnet in ähnlicher Weise »1« das erste Segment, »2« das zweite etc. *M* bedeutet Myotom, *N<sub>v</sub>* ventrale, *N<sub>d</sub>* dorsale Wurzel eines metameren Nerven. Weiter sind folgende Bezeichnungen verwendet worden: *Bao*, Basioccipitale; *C*, Rippe; *Ocb*, Occipitalbogen; *Ocl*, Occipitale laterale; *Oesp*, Occipitalspange; *Ok*, Ohrkapsel; *Ps*, Parasphenoid; *Vag*, Vagus.

### Tafel XXVIII.

#### *Amia calva*.

Vergrößerung der Fig. 1, 2, 7 und 8 = 80, der übrigen Figuren = 60.

Fig. 1. Aus einer Horizontalschnittserie durch eine 10 mm lange Larve. Schnitt durch die Occipitalregion.

Fig. 2. Aus derselben Serie; der vierte Schnitt in dorsaler Richtung von dem der Fig. 1.

Fig. 3. Aus einer Querschnittserie durch eine 11,5 mm lange Larve; die Lage des Schnittes entspricht der Grenze zwischen der mesotischen und der metotischen Region.

Fig. 4. Aus derselben Serie; der sechste Schnitt distalwärts von dem der Fig. 3.

Fig. 5. Aus derselben Serie; der 13. Schnitt distalwärts von dem der Fig. 4.

Fig. 6. Aus derselben Serie; der siebente Schnitt distalwärts von dem der Fig. 5.

Fig. 7. Aus einer Sagittalschnittserie durch eine 16 mm lange Larve; Schnitt durch die Occipitalregion.

Fig. 8. Aus einer Sagittalschnittserie durch eine 17 mm lange Larve; Schnitt durch die Occipitalregion.

Fig. 9. Aus einer Querschnittserie durch eine 20 mm lange Larve; die Lage des Schnittes entspricht den distalen Enden der Ohrkapseln.

Fig. 10. Aus derselben Serie; der sechste Schnitt distalwärts von dem der Fig. 9.

Fig. 11. Aus derselben Serie; der dritte Schnitt distalwärts von dem der Fig. 10.

Fig. 12. Aus derselben Serie; der vierte Schnitt distalwärts von dem der Fig. 11.

Fig. 13. Aus derselben Serie; der vierte Schnitt distalwärts von dem der Fig. 12.

Fig. 14. Aus derselben Serie; der sechste Schnitt distalwärts von dem der Fig. 13.

Fig. 15. Aus derselben Serie; der neunte Schnitt distalwärts von dem der Fig. 14.

Fig. 16. Aus derselben Serie; der 20. Schnitt distalwärts von dem der Fig. 15.

### Tafel XXIX.

#### *Lepidosteus osseus*.

Vergrößerung der Fig. 17 = 1,5, der Fig. 18, 19, 20 = 80, der Fig. 21, 22, 23, 24, 25 und 26 = 60, der Fig. 27 = 50, der Fig. 28 = 40.

Fig. 17. Die rechte Hälfte der Occipitalregion eines erwachsenen Thieres von innen gesehen.

Fig. 18. Aus einer Querschnittserie durch eine 9 mm lange Larve; Schnitt durch den proximalen Theil der metotischen Region.

Fig. 19. Aus einer Querschnittserie durch eine 11 mm lange Larve; Schnitt durch den proximalen Theil der metotischen Region.

Fig. 20. Aus derselben Serie; der achte Schnitt distalwärts von dem der Fig. 19.

Fig. 21. Aus einer Querschnittserie durch eine 12 mm lange Larve; die Lage des Schnittes entspricht ungefähr der Grenze zwischen der mesotischen und der metotischen Region.

Fig. 22. Aus derselben Serie; der zehnte Schnitt distalwärts von dem der Fig. 21.

524 K. E. Schreiner, Einige Ergebn. über d. Bau etc. v. *Amia* u. *Lepidosteus*.

Fig. 23. Aus derselben Serie; der achte Schnitt distalwärts von dem der Fig. 22.

Fig. 24. Aus derselben Serie; der 16. Schnitt distalwärts von dem der Fig. 23.

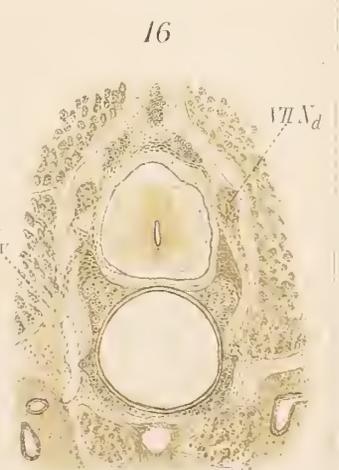
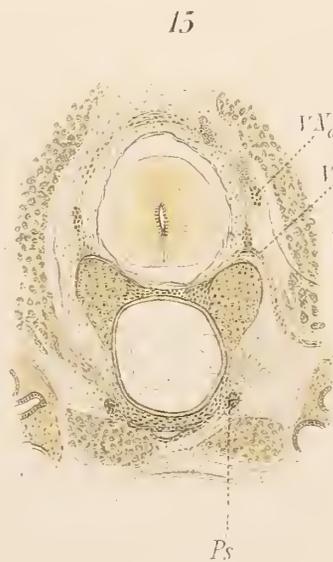
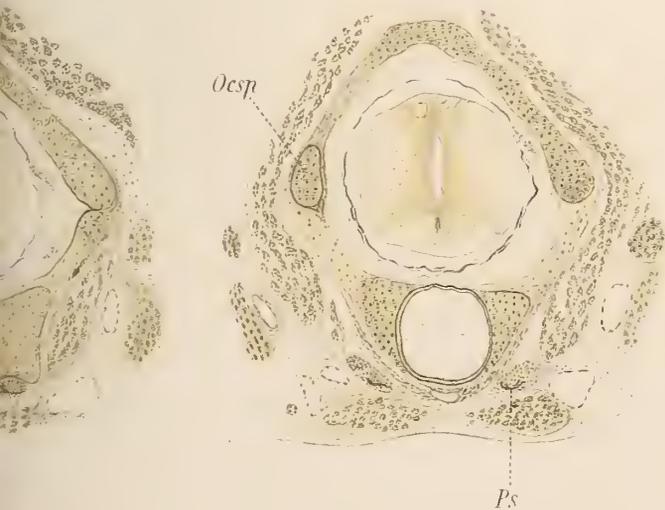
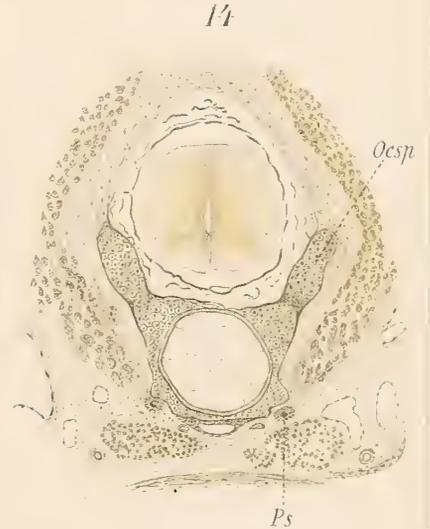
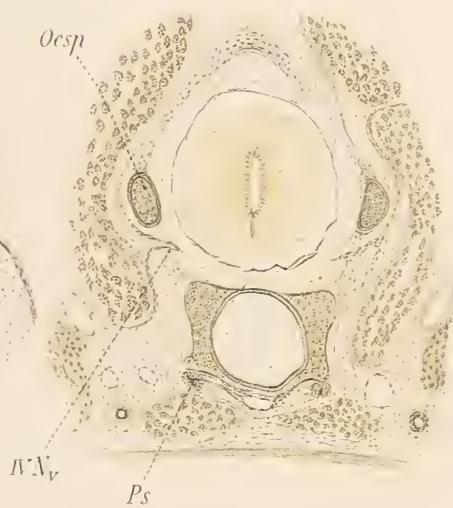
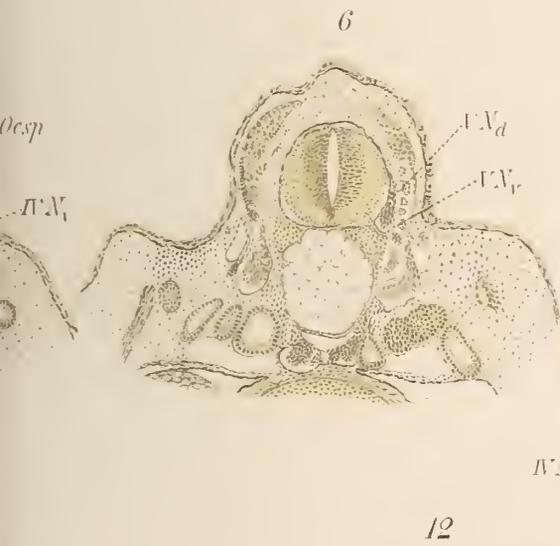
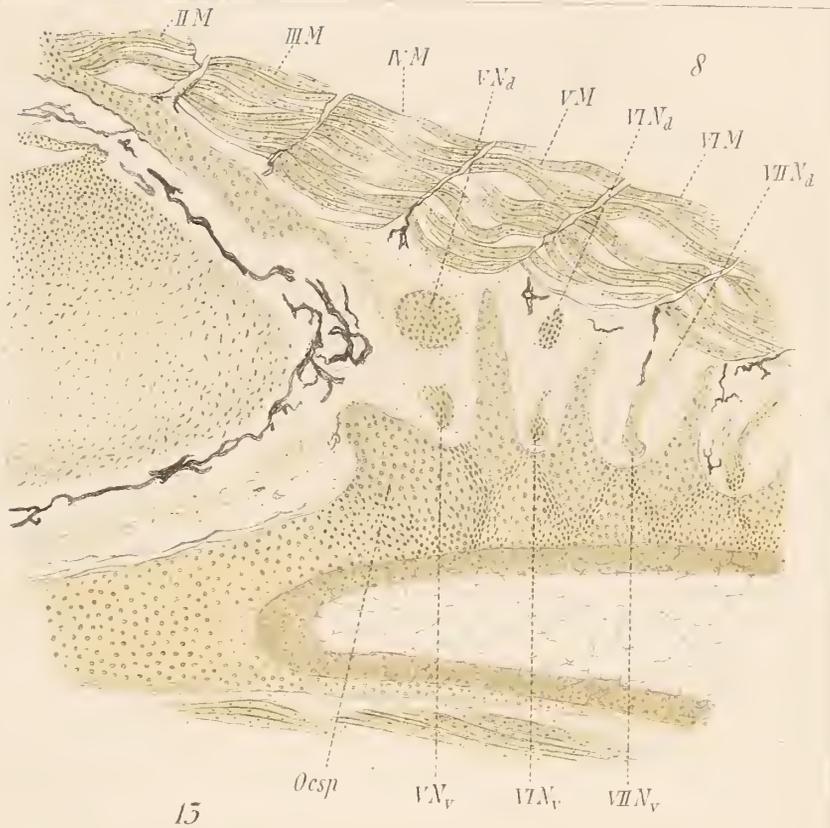
Fig. 25. Aus einer Querschnittserie durch eine 15 mm lange Larve; Schnitt durch die hinteren Enden der Ohrkapseln.

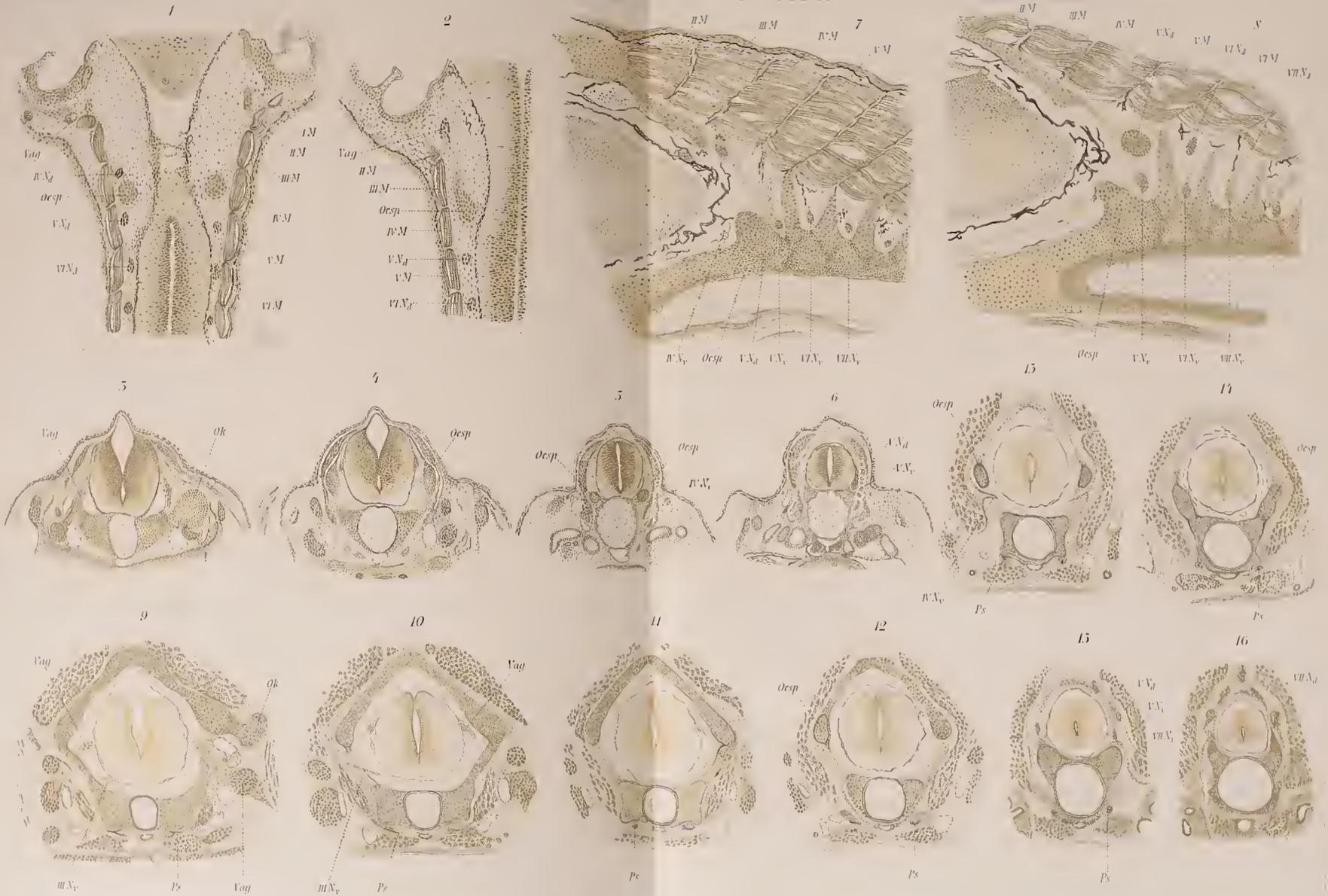
Fig. 26. Aus derselben Serie; der 16. Schnitt distalwärts von dem der Fig. 25.

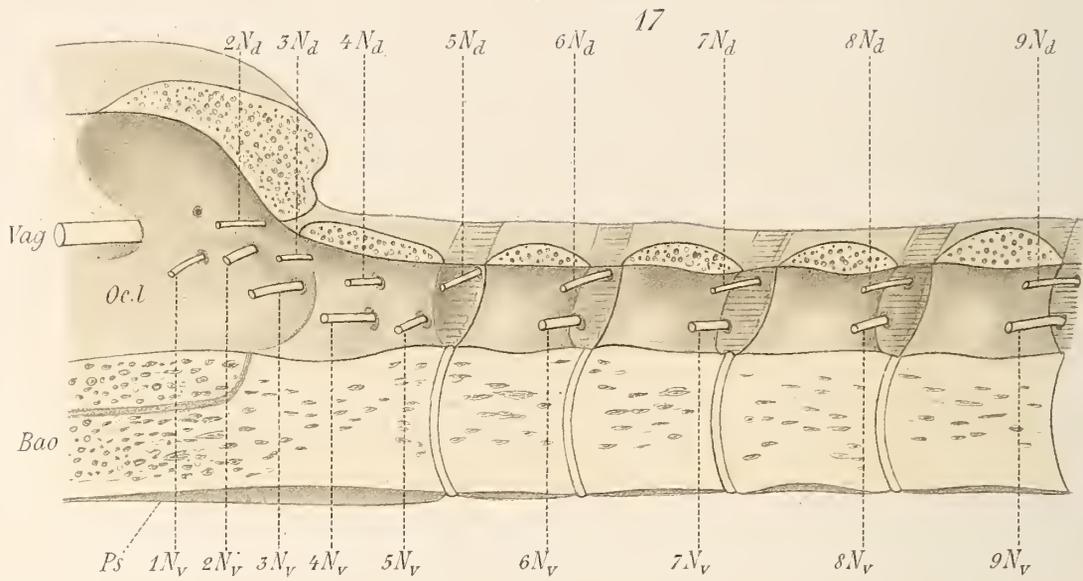
Fig. 27. Aus einer Horizontalschnittserie durch eine 20 mm lange Larve; Schnitt durch die Occipitalregion.

Fig. 28. Aus einer Sagittalschnittserie durch eine 23 mm lange Larve; Schnitt durch die Occipitalregion.

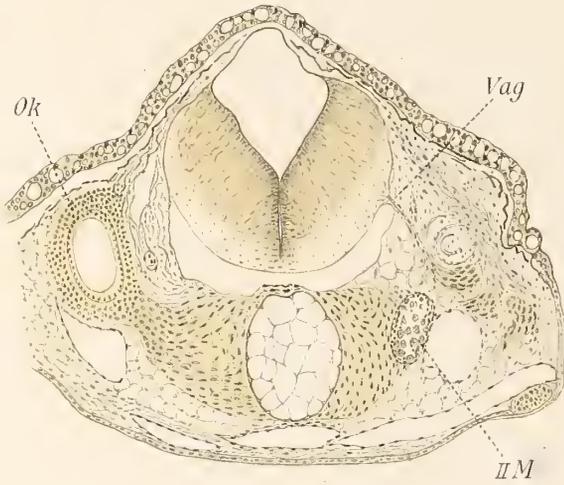




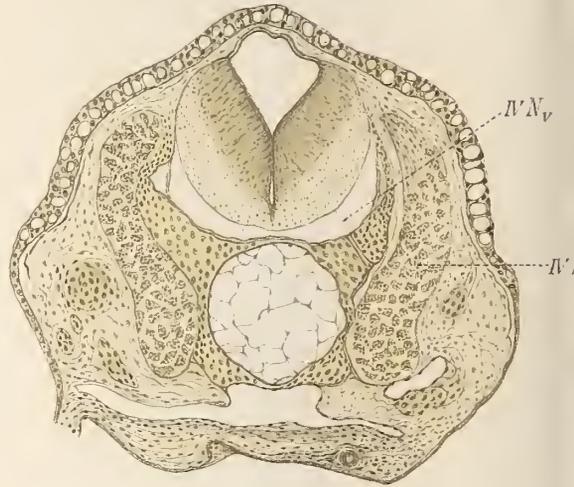




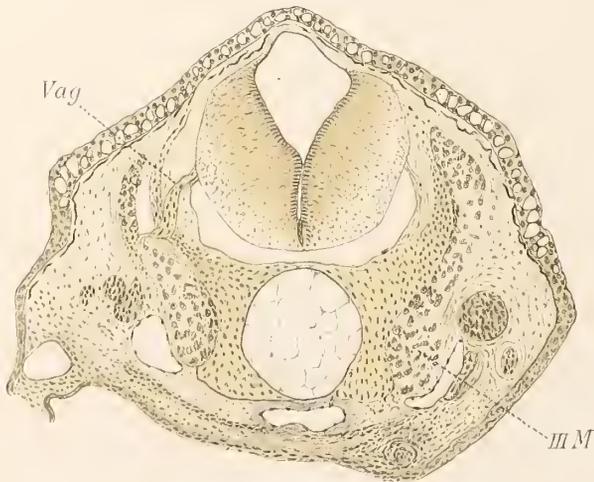
21



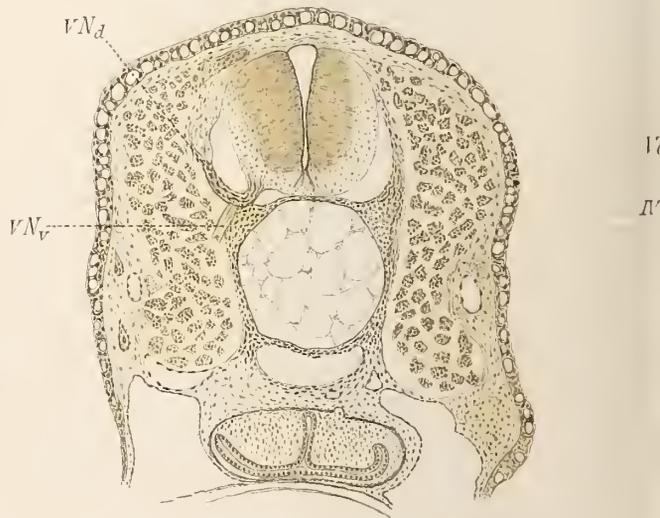
23

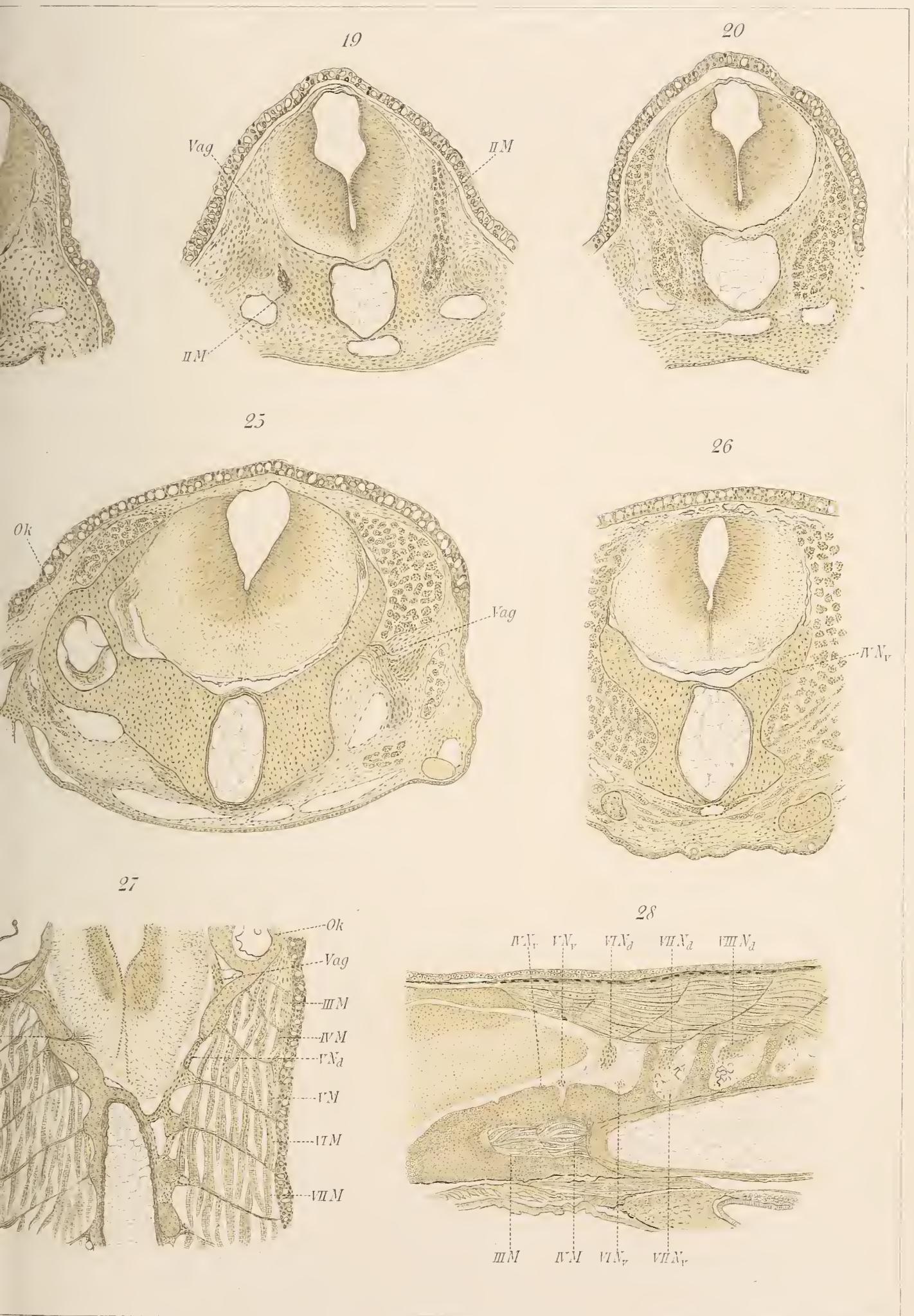


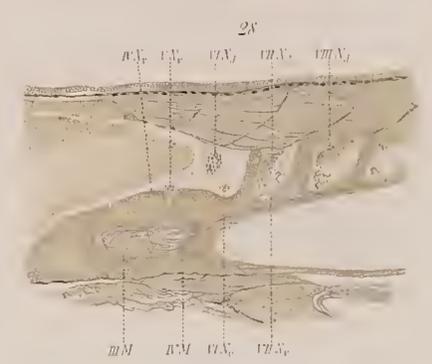
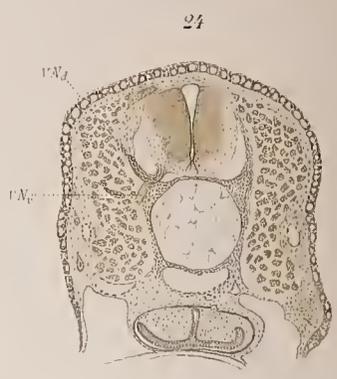
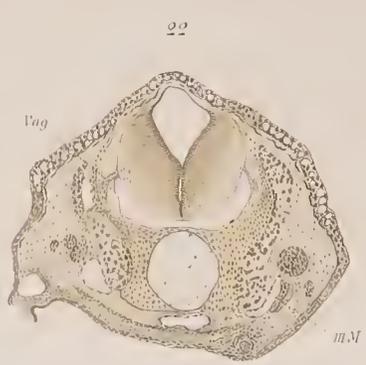
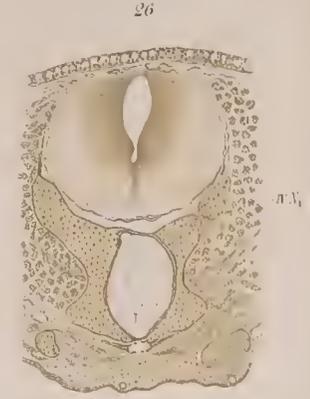
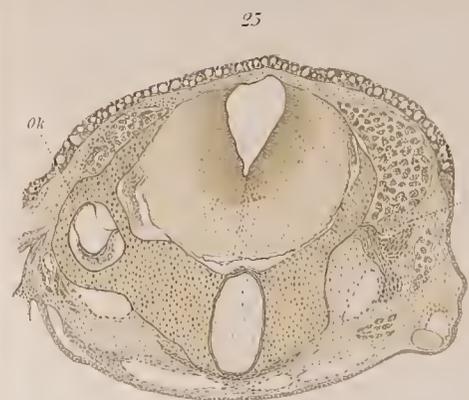
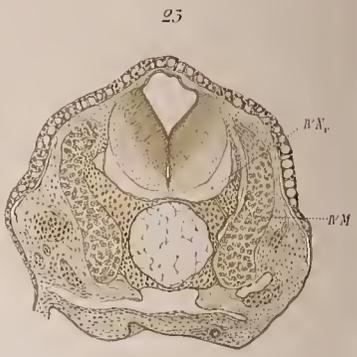
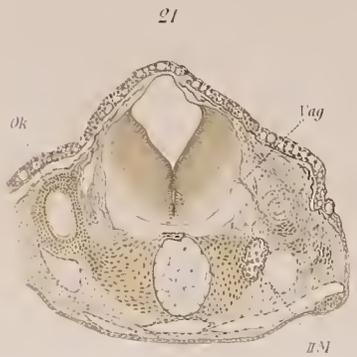
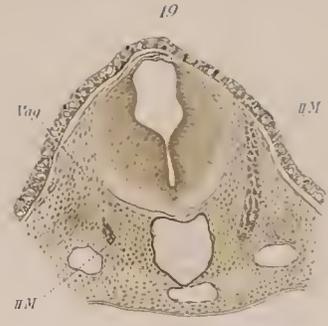
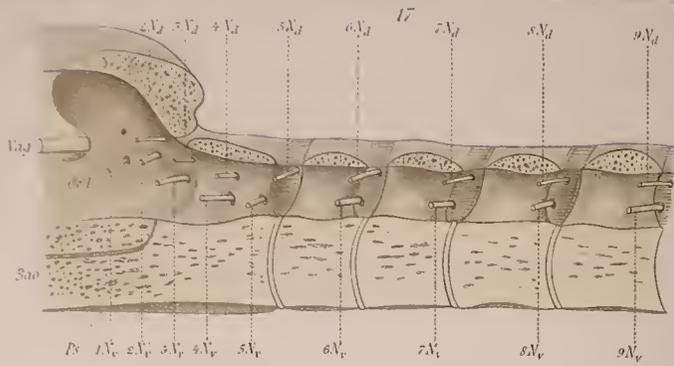
22



24







# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [72](#)

Autor(en)/Author(s): Schreiner K. E.

Artikel/Article: [Einige Ergebnisse über den Bau und die Entwicklung der Occipitalregion von Amia und Lepidosteus 467-524](#)