

UEBER DIE  
SPINO-OCCIPITALEN NERVEN DER SELACHIER UND HOLOCEPHALEN  
UND IHRE VERGLEICHENDE MORPHOLOGIE

VON

DR. MAX FÜRBRINGER

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE UND DIREKTOR DER ANATOMISCHEN ANSTALT  
IN JENA.

---

MIT TAFEL I—VIII.

---



STANNIUS hat bekanntlich in seinen Untersuchungen über das peripherische Nervensystem der Fische (1849) Nervenwurzeln bei den Selachiern beschrieben, welche in der Nachbarschaft des N. vagus, ventral von ihm, von der Medulla abgehen, sich hinsichtlich ihrer Ursprungsverhältnisse ganz wie ventrale Wurzeln verhalten und in gesonderten, ventral resp. ventro-caudal von der Vagusöffnung gelegenen Kanälchen die Occipitalregion des Schädels durchziehen.

Die Kenntniss dieser danach mehr vernachlässigten Nerven gewann neue Fortschritte in GEGENBAUR's klassischer Abhandlung über die Kopfnerven von *Hexanchus* (1871) und in seinem fundamentalen Werke über das Kopfskelet der Selachier (1872). GEGENBAUR hat hier nicht nur durch ausgedehnte Untersuchungen unser thatsächliches Wissen über dieselben erheblich vermehrt, sondern auch durch die vertiefte Fragestellung nach ihrer morphologischen Bedeutung sehr wesentlich zur Erkenntniss derselben beigetragen. Wiederholt, namentlich aber in seiner Abhandlung über die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskeletes (1887), ist er seitdem auf diese Nerven zurückgekommen. Diese Abhandlung enthält nicht nur die kritische Zusammenstellung und Beleuchtung dessen, was die vergleichende Anatomie und die Ontogenie zu Tage gefördert, sondern auch ein reiches Programm für zukünftige Arbeiten.

An seine Veröffentlichungen hat sich eine reiche, bis in unsere Tage fortgeführte Litteratur angeschlossen; anatomische und embryologische Forschungen haben sich die Hände gereicht und haben uns ein Material gewonnen, welches der weiteren Deutung als Grundlage dienen konnte.

Namentlich zwischen zwei Alternativen hatte die Auffassung dieser Nerven zu wählen: gehören sie zum N. vagus, dessen ventrale Wurzeln darstellend, oder sind sie ihm fremde Elemente? Und damit verband sich die weitere Frage hinsichtlich ihrer Relationen zu dem N. hypoglossus der höheren Wirbelthiere. Mehr und mehr wurde ihre spinale Natur und damit ihre Homologie oder Homodynamie zu dem Hypoglossus erkannt, und dieser Erkenntniss ist auch durch eine entsprechende Nomenklatur Rechnung getragen worden; u. A habe ich sie in einer kleinen Abhandlung (1895) als spino-occipitale Nerven bezeichnet, womit der Titel der vorliegenden Untersuchung erklärt sei.

Sind auch die Grundzüge unseres Wissens über diese Nerven gesichert, ist auch ihre vergleichend-anatomische Bedeutung namentlich durch GEGENBAUR's Abhandlung aus dem Jahre 1887 festgestellt, kann damit die Frage nach ihrem Wesen keine höhere Bedeutung mehr beanspruchen, so bestehen doch noch genug Lücken und Streitfragen über dieselben, — ganz abgesehen davon, dass immer noch eine Anzahl Autoren, auf Grund ontogenetischer Untersuchungen, die nähere Verwandtschaft zu dem N. vagus resp. vago-accessorius festhält. Weiterhin sind es aber gerade diese Nerven, welche zufolge ihrer Lage an der Grenze von Schädel und Wirbelsäule, von Gehirn und Rückenmark, zufolge ihrer intimen Beziehungen zu den Spinalnerven, zu Folge der Assimilationsvorgänge, welche in dieser Körperregion beobachtet werden konnten, und zu Folge der sich gerade hier in der Reihe der Wirbelthiere vollziehenden Umwandlungen des spinalen Nervensystems immerhin ein weitergehendes Interesse darboten und eine speciellere Beschäftigung mit ihnen nicht als nutzlos erscheinen liessen. Endlich enthielten gerade GEGENBAUR's Ausführungen (1887) neben dem, was als gesicherter Besitz anzusehen sei, eine Anzahl von Fragen, an denen die künftige Arbeit einzusetzen habe. Diese dienten mir als Anregung, als Programm für die vorliegende Untersuchung.

Dieselbe behandelt in dem ersten Abschnitt die specielle Anatomie der spino-occipitalen Nerven und der von ihnen versorgten Gebiete bei den Selachiern und Holocephalen. Ein zweiter Abschnitt dient der Vergleichung mit den entsprechenden Bildungen bei den höheren Vertebraten: Ganoiden, Teleostier, Dipnoer, Amphibien, Sauropsiden und Mammalia; zum Theil mussten hier neue Grundlagen für den Vergleich geschaffen werden. Der dritte Abschnitt versucht die Anknüpfung an die tiefer stehenden Wirbelthiere (Petromyzonten, Myxinoiden und Acranier) und gelangt dabei zu Vergleichungen des kranialen und vertebralen Gebietes der Nerven- und Skeletelemente. Ein letzter Abschnitt endlich handelt über einige einschlägige Fragen, zu welchen die vorliegenden Untersuchungen Anleitung gaben.

## I. Die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und die von ihnen versorgten Gebiete.

Taf. I — VI.

### 1. Einleitendes, Litteratur, untersuchtes Material.

Die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen repräsentiren eine Anzahl von ventralen Nervenwurzeln, welche sich nach Ursprung, Verlauf und peripherer Verbreitung ganz wie die ventralen Wurzeln der Spinalnerven verhalten,

auch mit diesen innigen Plexusbildungen eingehen, aber im Bereich des Gehirns, central von dem N. vagus, entstehen und durch die Wand der Occipitalregion des Schädels austreten. Auch eine dorsale Wurzel kann sich ihnen zugesellen, welche gleichfalls mit den dorsalen Wurzeln der Dorsalnerven übereinstimmt. Beiderlei Beziehungen, zum Spinalnervensystem und zum Schädel, werden durch die Bezeichnung „spino-occipital“ zum Ausdruck gebracht.

Bei den Selachiern sind sie zum überwiegenden Theil in das Cranium aufgenommen, ohne dass es bis jetzt gelungen wäre, auf vergleichendem Wege ihre successive Einverleibung in dasselbe sicher nachzuweisen<sup>1)</sup>. Bei den Holocephalen — wie bei der Mehrzahl der höher stehenden Vertebraten — folgen caudalwärts auf sie noch Nerven, deren Natur als ursprünglich freie und erst weiterhin dem Schädel assimilirte Nerven durch den Vergleich mit den Selachiern klar erkannt wird. Erstere gehören der Occipitalregion des Schädels schon seit langer Zeit an; ich gebe ihnen deshalb den speciellen Terminus „occipitale Nerven“<sup>2)</sup> und bezeichne sie mit den Endbuchstaben des lateinischen Alphabetes. Die Letzteren befinden sich hinsichtlich ihrer Aufnahme in das Cranium noch in statu nascenti, sie sind Uebergangsnerven zwischen den occipitalen und den freien spinalen Nerven; ich nenne sie deshalb „occipito-spinale Nerven“ und bezeichne sie mit den Anfangsbuchstaben des lateinischen Alphabetes.

Occipitale und occipito-spinale Nerven sind somit wohlcharakterisirte Unterabtheilungen der spino-occipitalen Nerven, aber in keiner Weise principiell gesondert, sondern mit einander und mit den freien spinalen Nerven durch mannigfache Uebergänge und Verknüpfungen verbunden. Beide Begriffe sollen nur vorläufige, propädeutische sein, um eine erste Grenzbestimmung zu geben und ein erstes, immerhin nur relatives, Punctum fixum zu gewinnen; die weitere Untersuchung wird zeigen, dass eine bleibende Unterscheidung beider nicht festgehalten werden kann.

Mit dem N. vagus haben diese Nerven meiner Auffassung nach direkt nichts zu thun; über eventuelle, sehr lose und ferne Beziehungen zu demselben wird später zu handeln sein.

Die erste Kenntniss der occipitalen Nerven der Selachier verdanken wir STANNIUS (1849 p. 85): „Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit bieten die Haie, wenigstens die Gattungen *Spinax* und *Carcharias*, dar. In die Bahn des N. vagus treten hier ein Paar vordere Wurzeln ein, welche, rücksichtlich ihrer Ursprungs-

1) Nur die Assimilation des letzten spino-occipitalen Nerven hat auf Grund der neueren Untersuchungen von ROSENBERG (1884, 1886) bei gewissen Haien grosse Wahrscheinlichkeit gewonnen. Ueber die insbesondere von HOFFMANN (1894) und SEWERTZOFF (1895) bei Selachiern und Ganoiden gemachten Angaben, wonach die einzelnen Sklerotome der Occipitalregion sich in Gestalt freier Wirbel anlegen und erst danach mit einander verwachsen, wird weiter unten zu reden sein.

2) Nicht zu verwechseln mit SAGEMEHL's „Occipitalnerven“ bei *Amia* und den Teleostiern; diese sind nach meiner Nomenklatur „occipito-spinale Nerven“.

verhältnisse, ganz ebenso sich verhalten, wie die vorderen Wurzeln der Spinalnerven. Die vorderste dieser Wurzeln entsteht mit einem einfachen, die zweite mit einem doppelten Wurzelstrange. Jede tritt durch einen eigenen abgesonderten Knorpelkanal auswärts, um in die die Schädelhöhle verlassende Nervenmasse überzugehen. Höchst wahrscheinlich sind diese Wurzeln dem eigentlichen N. vagus fremd und ihm nur temporär juxtaponirt.“ Auch in der Zootomie der Fische (1854 p. 148) werden dieselben erwähnt: „Bei einigen Haien treten an diese Wurzel durch einen eigenen Knorpelkanal ein Paar, vorderen Spinalnervenzwurzeln analoge, Fibrillen-Komplexe heran, welche, später sich ablösend, in Schultermuskeln sich vertheilen.“ PHILIPPEAUX et VULPIAN (1853 p. 344, 1854 p. 343) thun derselben kurz bei Haien und Rochen Erwähnung; da sie mit dem Vagus verbunden seien, bestehe die Möglichkeit eines Vergleiches mit dem N. accessorius Willisii. BONSDORFF (1854) erwähnt ihrer bei der Beschreibung der Kopfnerven von *Raja* nicht. MIKLUCHO-MACLAY (1870 Taf. II, Fig. 9) bildet sie ohne weitere Erklärung bei *Hexanchus* ab.

GEGENBAUR (1871, p. 521 f.) handelt ausführlich über sie. Auf Grund der von STANNIUS gemachten Angabe ihrer Verbindung ausserhalb des Schädels mit dem Vagus-Stamme tritt er für nähere Beziehungen zu dem Vagus ein und deutet sie als ventrale motorische Wurzeln desselben, hebt zugleich die Homodynamie mit den motorischen Wurzeln der Spinalnerven hervor und kommt zu dem Schlusse, dass der Vagus bezüglich seiner motorischen Wurzeln einer Summe von Spinalnerven entspricht (p. 522). Durch weitere Vergleichen erschliesst er, dass sie dem Hypoglossus der höheren Wirbelthiere homolog seien (p. 532). Weitere genaue Mittheilungen enthält das Kopfskelet der Selachier (1872, p. 33, 34); hier werden die von den occipitalen Nerven durchsetzten Kanälchen in der Occipitalregion des Schädels bei zahlreichen Haien beschrieben; bei den Rochen wurden sie vermisst. Die eingehende Darstellung der Nerven selbst findet sich p. 268 f. und giebt weitere Ausführungen zu den Mittheilungen von 1871. In gleicher Weise wird derselben in den beiden Auflagen des Grundrisses der vergleichenden Anatomie (1874, p. 542 und 1878, p. 544) als „untere Vaguswurzeln“ Erwähnung gethan. — Später (1887, p. 62—68) kommt GEGENBAUR nochmals auf die unteren Vaguswurzeln zurück; die inzwischen angestellten genaueren Untersuchungen von JACKSON and CLARKE, sowie von ONODI über ihre dem Vagus gegenüber selbstständige, aber mit den Spinalnerven in Verband stehende periphere Verbreitung, sowie der Nachweis dem Vagus eigenthümlicher motorischer Bahnen gaben ihm Anleitung dazu. Auf Grund dieser Untersuchungen und weiterer daran angeknüpfter Erwägungen gelangt er zu dem Schlusse, „dass sie ursprünglich hinter dem Vagus folgten und damit nicht als dem Vagus selbst zugehörig gelten können“. „Die Vertheilung dieser Nerven oder von Portionen derselben findet auch nicht an die eigentliche (aus den Seitenplatten entstandene) Kiemenmuskulatur statt, sondern an solche, die durch ihre Anordnung als hinter den Kiemen befindliche Muskulatur sich beurkundet. Wenn man sich das Gebiet des Kopfes mit der letzten Kieme vom Rumpfe abgrenzt, so wird jene von hinten her nach vorn sich verbreitende Muskulatur sammt ihren Nerven nicht dem Kopfe angehören,

sondern dem Rumpfe entstammt sein. Auf alle diese Thatsachen kann sich also nur die Vorstellung gründen, dass jene „unteren Vaguswurzeln“ erst sekundär in den Bereich des Kopfes gelangt sind“ (p. 65). „Daraus erwächst die Frage nach ihrer metameren Bedeutung für den Kopf und zugleich auch für das Cranium. Ein vor-schnelles Urtheil möchte folgern: wenn jene Nerven metamere Gebilde sind und dem Kopfe sich anschliessen, so erhält letzterer um so viel Zuwachs, als die Zahl jener Metameren beträgt, und auch dem Cranium müssen diese Metameren zufallen, da die Nerven durch das Cranium austreten. Es folgen also hinter den durch den Vagus repräsentirten Metameren noch ebenso viele, als „untere Vaguswurzeln“ vorkommen. Diese Folgerung halte ich in dieser Fassung nicht für richtig. Sie setzt die Metamerie als etwas Starres, Unveränderliches voraus, während wir gerade für die in Rede stehende Region das Gegentheil erfahren. Die Nerven haben sich wohl dem Kopfe angeschlossen, aber ihr Endterritorium ist nicht ein jenem der Kopf-metameren gleichwerthiges oder ein diesem nur ähnliches. Eine Metamerie ist nicht mehr vorhanden, sie ist aufgelöst. Will man jenes Gebiet dem Kopfe zurechnen, so hat man doch die nicht geringe Verschiedenheit zu übersehen, welche bei der Vergleichung mit der primitiven Kopfmetamerie obwaltet. Aus diesen Erwägungen wird man jenen Zuwachs als eine Einschmelzung von solchen beurtheilen, als einen Vorgang, der wohl Metameren auflöst und das Material derselben dem ursprünglichen Metamerenkomplex zuführt, ohne dass dieses Material neue Metameren vorstellte. Dieser Process ist also sehr complicirt, er wird aber kaum anders aufgefasst werden können, als er eben dargestellt wurde, und verlangt in seiner Eigenthümlichkeit eine scharfe Trennung von dem primären Aufbau des Kopfes“ (p. 66). Des Weiteren wird die eventuelle Homologie der „unteren Vaguswurzeln“ mit dem Hypoglossus der höheren Vertebraten besprochen. Sie versorgen zusammen mit den ihnen verbundenen Spinalnerven ein grösseres Endgebiet als dieser. Es kann somit „nur gesagt werden, dass der Hypoglossus erst aus jenen Nerven sich sondert“ (p. 67). Aber auch das Verhalten der Amphibien und Teleostier, wo der die Hypoglossus-Bahnen enthaltende Nerv ein ächter Spinalnerv ist, mahnt zur Vorsicht, diese so überaus complicirten Verhältnisse nicht schablonenhaft aufzufassen. Dazu kommt das Verhalten der Amnioten, bei denen von MAYER und FRORIEP auch dorsale, mit einem Ganglion versehene Hypoglossus-Wurzeln beobachtet wurden. „Desshalb könnte man dazu kommen, den Hypoglossus der Amnioten gar nicht jenen unteren Vaguswurzeln der Selachier für homolog zu halten, sondern etwas Neues darin zu sehen. Das bedürfte freilich erst wieder der besonderen Begründung, die jetzt noch nicht gegeben werden kann. Ich führe diese Dinge an, um ihre grossen Schwierigkeiten darzustellen und die Unmöglichkeit, gegenwärtig zu einer sicheren Vorstellung über die Vorgänge in der Occipitalregion des Kopfes der Wirbelthiere zu gelangen“ (p. 68). Des Weiteren sei auch auf die Kritik der Arbeiten verwiesen, welche die vertebrale Vergrösserung der Occipital-region des Craniums behaupteten (p. 71—77).

GEGENBAUR fasst in allen diesen Ausführungen zusammen, was von den bis-

herigen Funden als gesicherter Besitz in unsern Wissensschatz aufzunehmen und geistig zu verwerthen ist. Zugleich aber enthalten sie die Aufforderung zu weiterer Arbeit, die somit von verschiedenen Punkten einsetzen muss, um unsere Kenntniss und Erkenntniss dieses Gebietes zu erweitern und zu vertiefen.

Die ferneren Untersuchungen über die spino-occipitalen Nerven der Selachier treten gegenüber denjenigen GEGENBAUR'S zurück. Doch repräsentiren sie zusammen immerhin eine ansehnliche Summe von Arbeit.

Ueber ihr allgemeines Verhalten, ihre Existenz, Lage und ihren Verlauf handeln JACKSON and CLARKE (1876: *Echinorhinus*), VIAULT (1876, vorwiegend rekapitulirend), BALFOUR (1877: *Scyllium*), ROHON (1877, 1878: mehrere Selachier, mit gutem Texte und guten Abbildungen), ROSENBERG (1884, 1886: *Mustelus*, *Carcharias*), GARMAN (1885: *Chlamydoselachns*), ONODI (1886, 1887; sie wurden von ihm nur bei *Hexanchus*, *Heptanchus* und *Lamna* gefunden, aber bei den anderen untersuchten Haien vermisst), T. J. PARKER (1877: *Carcharodon*), VON WIJHE (1889: *Scyllium*), RABL (1889, ihr Vorkommen bei allen untersuchten Squaliden), SHORE (1889: *Raja* u. A.), EWART (1889, 1890: *Laemargus*, *Raja*, *Torpedo*), MOLLIER (1894, erste Spinalnerven), M. FÜRBRINGER (1895: zahlreiche Selachier und Holocephalen).

Der centrale Ursprung wurde untersucht, z. Th. mit negativem Erfolge, von REICHENHEIM (1873, 1877), VIAULT (1876), ROHON (1877, 1878; genaueste Arbeit), FRITSCHE (1878) und SANDERS (1886), der peripherische Verlauf und der Verband mit den folgenden Spinalnerven von JACKSON and CLARKE (1876: *Echinorhinus*; sehr genaue Darstellung), GARMAN (1885: *Chlamydoselachus*), ONODI (1886, 1887; ziemlich gute, wenngleich verschiedene Mängel enthaltende Untersuchung an zahlreichen Haien), SHORE (1889), EWART (1887: *Laemargus*, *Raja*), BRAUS (1892: *Acanthias*, *Scymnus*, *Odontaspis*), FÜRBRINGER (1875: Selachier und Holocephalen).

Ueber die Assimilation spinaler Elemente in das Cranium handeln ROSENBERG (1884, 1886) und GEGENBAUR (1887. B.).

Sehr verdienstliche ontogenetische Arbeiten verdanken wir BALFOUR (1877: *Scyllium*), VON WIJHE (1882: *Scyllium*, *Pristiurus*; die embryologische Hauptarbeit, jedoch in den Angaben über die peripherische Verbreitung der Nerven wesentliche Irrthümer enthaltend), DOHRN (1884—1885, 1890 A und B; ontogenetische, der Untersuchung verschiedener Selachier entnommene Angaben), FRORIEP (1885, 1891), BEARD (1886), OSTROUMOFF (1889; namentlich *Pristiurus*) und HOFFMANN (1894: *Acanthias*).

Vorwiegend auf Grund dieser Untersuchungen wird die Deutung der spino-occipitalen Nerven, insbesondere ihre Stellung zu dem Vagus-System oder zu dem Spinalnerven-System von zahlreichen Autoren behandelt, JACKSON and CLARKE (1876), VON WIJHE (1882), WIEDERSHEIM (1883—1893, in den verschiedenen Auflagen seiner vergleichenden Anatomie), HIS (1887), RABL (1889), OSTROUMOFF (1889), HATSCHKE (1892) vertreten intimere Beziehungen zu dem Vagus; BALFOUR (1877), DOHRN (1885, 1890), FRORIEP (1885, 1891), BEARD (1886), EWART (1889) und M. FÜRBRINGER (1895) dagegen betonen gleich STANNIUS (1849, 1853) und GEGENBAUR (1887)

ihre nahe Stellung zu den spinalen Nerven und entfernen sie von dem Vagus; HOFFMANN (1894) nimmt eine vermittelnde Stellung ein. PHILIPPEAUX et VULPIEN (1853, 1834) und JACKSON and CLARKE (1876) erwähnen die Homologie mit dem N. accessorius Willisii, welchem Vergleiche ich selbstverständlich nicht zustimme; der N. accessorius gehört zum Vagus.

Die von den spino-occipitalen und den nächsten spinalen Nerven versorgte Muskulatur wird kurz berührt oder (bald mit bald ohne Berücksichtigung ihrer Innervation) genauer beschrieben von CUVIER-DUMÉRIL (1838, 1840: Rochen und Holocephalen), STANNIUS (1849, 1853), BONSDORFF (1853), HUMPHRY (1872: *Mustelus*), VETTER (1874, 1878: *Heptanchus*, *Acanthias*, *Scymnus*, *Chimaera*; Hauptarbeit über das System), ALBRECHT (1876: *Acanthias*, *Raja*), SCHNEIDER (1879, 1890), VAN WIJHE (1882), DOHRN (1884, 1885, 1890 B), SAGEMEHL (1885: *Galeus*, *Mustelus*, Rochen), ONODI (1886, 1887), TIESING (1875: *Mustelus*, Rochen), FÜRBRINGER (1895, neue Eintheilung der Muskeln des Visceralskeletes, Determination der Mm. subspinalis, interbasales und coraco-arcuales). Insbesondere handeln, unter Zugrundelegung der Innervation über den M. subspinalis VETTER (1874, 1878), DOHRN (1884, 1885, 1890 B) und FÜRBRINGER (1895), über die Mm. interbasales FÜRBRINGER (1895), über die Mm. coraco-arcuales VETTER (1874, 1878), SCHNEIDER (1879, 1890), VAN WIJHE (1882), DOHRN (1884), SAGEMEHL (1885, 1885 resp. 1891), ONODI (1886, 1887) und FÜRBRINGER (1895); der GEGENBAUR'sche Vorschlag, diese Muskeln nach ihrer dorsalen oder ventralen Lage am Visceralskelet als epibranchiale und hypobranchiale Muskeln zu unterscheiden, wurde in meiner Abhandlung von 1895 erwähnt und von mir aufgenommen.

Das untersuchte Material bestand aus folgenden Thieren:

## I. Selachii.

### A. *Squaloidei*.

1. *Notidanidae*: *Hexanchus griseus* CUV. (3 Exemplare), *Heptanchus cinereus*, CUV. (4 Ex.).
2. *Spinacidae*. *Spinacinae*: *Centrophorus calceus*, LOWE, *C. granulatus*, BL. Schn. (2 Ex.), *Spinax niger*, BONAP. (2 Ex.), *Acanthias vulgaris*, RISSO (3 Ex.), *Scymninae*: *Scymnus lichia*, CUV., *Laemargus borealis*, MÜLL. HENLE (2 Ex.)
3. *Cestraciontidae*: *Cestracion philippi*, BL. Schn. (3 Ex.).
4. *Scylliidae*: *Scyllium canicula*, L. (4 Ex.).
5. *Lamnidae*: *Odontaspis americanus*, MITCH.

6. *Carchariidae. Mustelinae: Mustelus vulgaris* MÜLL. HENLE (4 EX.). *Zygaeninae: Zygaena malleus* SHAW. *Carchariinae: Galeus canis*, RONDEL. (2 EX.), *Prionodon glaucus* ROND. (2 EX.), *B. melanopterus* QUOY u. GAIM.
7. *Rhinidae: Rhina squatina* DUMÉRIL (2 EX.).

*B. Batoidei.*

8. *Pristidae: Pristis cupidatus* LATHAM.
9. *Rhinobatidae: Rhynchobatus djeddensis* RAPP. (= *laevis* Bl. Schn.), *Rhinobatus columnae* MÜLL. HENLE (= *annulatus* MÜLL. HENLE).
10. *Torpedinidae: Torpedo narce* RISSO (4 EX.)
11. *Rajidae: Raja clavata* L. (5 EX.).
12. *Trygonidae: Trygon brucco* BONAP.

II. *Holocephali.*

*Chimaeridae: Chimaera monstrosa* L. (3 EX.), *Callorhynchus antarcticus* LACEP.

2. **Zahl und Stärke der occipitalen resp. spino-occipitalen Nerven.**

Taf. I—IV.

Die Zahl der occipitalen Nerven variiert bei den untersuchten Selachiern und Holocephalen zwischen 5 und 0. Hierbei gilt, wie schon von GEGENBAUR (1872), JACKSON and CLARKE (1876), RABL (1887) u. A. hervorgehoben worden, als nahezu durchgehende Regel, dass die vorderen (rostralen) schwächer als die hinteren (caudalen) sind, so dass also eine successive Abnahme der Stärke von hinten nach vorn beobachtet wird. Ausnahmsweise können zwei auf einander folgende Nerven gleich stark sein; nur einmal (bei einem älteren Exemplar von *Hexanchus*, *D*, rechts) wurde ein vorderer (*y*) stärker als ein hinterer (*z*) gefunden<sup>1</sup>). Der erste occipitale Nerv ist hierbei nicht selten von einer Feinheit, die ihn nur mit sehr starken Lupen (von 15—20facher Vergrößerung) resp. mit dem Mikroskop sichtbar macht.

Durch die Vergleichung der verschiedenen Gattungen und Species, sowie durch die Beobachtung der individuellen und antimeren, namentlich aber der Alters-Variirungen stellt sich zugleich heraus, dass die mehr hinteren Nerven die konstanteren, die mehr vorderen die variableren sind. Es empfahl sich daher bei der Bezeichnung dieser Nerven für den letzten die Grenze festzusetzen resp. von ihm Ausgang zu nehmen;

1) Auch MIKLUCIHO-MACLAY (1870 Taf. II. 9) bildet bei *Heptanchus* den vorletzten Occipitalnerven stärker als den letzten ab.

derselbe wurde demnach mit  $z$ , der vor ihm liegende mit  $y$ , und die noch weiter vorn befindlichen mit  $x, w, v$  bezeichnet. Danach sind bei Anwesenheit von 5 occipitalen Nerven diese mit  $v, w, x, y, z$ , 4 mit  $w, x, y, z$ , 3 mit  $x, y, z$ , 2 mit  $y, z$  und 1 mit  $z$  zu determiniren<sup>1)</sup>.

Die folgende Zusammenstellung zeigt die Zahl bei den einzelnen von mir untersuchten Gattungen:

- $v, w, x, y, z$ : *Hexanchus* (A, Taf. I Figg. 1—3; B,  $r$ )<sup>2)</sup>, *Heptauchus* (A, Taf. I Fig. 5; B,  $r$ ).
- $w, x, y, z$ : *Hexanchus* (B,  $l$ ; C, Taf. I Fig. 4), *Heptauchus* (B,  $l$ ; C, Taf. I Fig. 6; D), *Centrophorus calceus* (Taf. I Fig. 7).
- $x, y, z$ : *Centrophorus granulatus* (A; B,  $l$ ), *Spinax* (A, *Scyllium* (A, Taf. I Fig. 8; B, Taf. I Fig. 9; C), *Cestracion* (A, Taf. I Fig. 10); *Prionodon glaucus* (A; B, Taf. I Fig. 11), *Prionodon melanopterus*, *Mustelus* (C,  $r$ ; D,  $l$ )<sup>3)</sup>, *Galeus* (A), *Rhina* (A).
- $y, z$ : *Spinax* (B, Taf. I Fig. 12), *Centrophorus granulatus* (B,  $r$ ), *Acanthias* (A; B; C, Taf. I Fig. 13), *Scymnus*, *Laemargus* (A; B), *Scyllium* (D,  $r$ ), *Cestracion* (B), *Odontaspis*, *Mustelus* (A; B; C,  $l$ ; D,  $r$ ), *Galeus* (B), *Zygaena*, *Rhina* (B); *Chimaera* (A, Taf. I Fig. 15, Taf. IV Fig. 4; B)<sup>4)</sup>, *Callorhynchus* (Taf. IV Fig. 6).
- $z$ : *Cestracion* (C,  $r$ ?)<sup>5)</sup>; *Torpedo* (A, Taf. IV Fig. 8; ganz junges Thier), *Rhinobatus* (Taf. IV Fig. 7), *Rhyuchobatus* (Taf. I Fig. 14), *Pristis*, *Trygon* ( $r$ ).
- $o$ : *Torpedo* (B; C; D), *Raja* (A; B; C; D; E).

Ich füge zugleich eine Zusammenstellung der Befunde früherer Untersucher bei, wobei ich mich aber lediglich auf die Wiedergabe der Zahl der occipitalen Nerven beschränke, dagegen auf eine Deutung, um welche Nerven es sich in den einzelnen Fällen handelt, verzichte. Es werden von den Autoren angeführt:

- 5: *Hexanchus* (GEGENBAUR 1872 p. 33; 5 Kanäle, von denen nach GEGENBAUR

1) Spätere Untersuchungen dürften möglicherweise bei diesem oder jenem Hai (speziell bei *Carcharias* und *Mustelus* auf Grund der Ausgang gebenden ROSENBERG'schen Beobachtungen) eine Aenderung dieser Bezeichnungen ergeben, indem hier  $z$  sich als erster occipito-spinaler Nerv, also als  $a$ , dagegen  $y$  als wirklicher letzter Occipitalnerv, also als  $z$  herausstellen mag. Weiteres darüber unten.

2) Mit A—E bezeichne ich die verschiedenen Alters- resp. Grössestadien der untersuchten Thiere, wobei A das jüngste resp. kleinste, E das älteste resp. grösste repräsentirt; wurde nur ein Exemplar untersucht, so unterblieb die Hinzufügung. Die Buchstaben  $r$  und  $l$  bedeuten rechte und linke Seite; fehlen diese Bezeichnungen, so sind beide Seiten gemeint.

3) Bei *Mustelus* D.  $l$  repräsentirte  $x$  sicher einen Nerven; bei C.  $r$ , einem sehr schlecht erhaltenen Exemplare, zeigte die mikroskopische Untersuchung nicht sicher die Merkmale eines solchen. Der erst erwähnte Fall ist mit Rücksicht auf die von ROSENBERG bei *Mustelus* gemachten Beobachtungen von Interesse.

4) Bei *Chimaera* und *Callorhynchus* treten 5 resp. 4 Nerven durch die Occipitalregion des Schädels. Weiter unten werde ich darüber sprechen, dass nur die beiden ersten von ihnen ächte occipitale Nerven ( $y, z$ ) darstellen.

5) Bei einem älteren Präparate der hiesigen Sammlung. Dieser Befund bei *Cestracion* erscheint mir höchst zweifelhaft; wahrscheinlich war  $y$  bereits herauspräparirt, der feine Kanal dafür aber nicht zu finden.

- wenigstens 3—4 als Austrittsstellen der unteren Vaguswurzeln gelten müssen), *Notidanidae* (WIEDERSHEIM 1886 p. 344).
- 4: *Chlamydoselachus* (GARMAN 1885, Taf. XVI), *Echinorhinus* (JACKSON and CLARKE 1876 p. 97, 98).
- 3—4: *Hexanchus* (GEGENBAUR 1872 p. 521, 522, 1872 p. 33).
- 3: *Hexanchus* (MIKLUCHO-MACLAY 1870, Taf. II, Fig. 9; ROHON 1878 p. 64; ONODI 1886 p. 326), *Heptanchus* (GEGENBAUR 1872 p. 34; RABL 1889 p. 230), *Scyllium* (VAN WIJHE 1889 p. 565; ausnahmsweise), *Prionodon* resp. *Carcharias* (ROSENBERG 1886 p. 32, 33, beide Seiten eines älteren und linke Seite eines jüngeren Exemplars).
- 2: *Centrophorus* (GEGENBAUR 1872 p. 34), *Spinax* (STANNIUS 1849 p. 83), *Acanthias* (GEGENBAUR 1872 p. 34; RABL 1889 p. 230), *Scymnus* (GEGENBAUR 1872 p. 34), *Laemargus* (EWART 1889 p. 534), *Scyllium* (ROHON 1877 p. 64; RABL 1889 p. 230; VAN WIJHE 1889 p. 565), *Cestracion* (GEGENBAUR 1872 p. 34), *Prionodon* resp. *Carcharias* (STANNIUS 1849 p. 83; GEGENBAUR 1872 p. 34, 1887 p. 8; ROSENBERG 1886 p. 33, 34, rechte Seite eines jüngeren Exemplares und beide Seiten eines Embryos), *Rhina* (VIAULT 1876 p. 462); *Torpedo* (VIAULT 1876 p. 462), *Raja* (SHORE 1889 p. 440), *Myliobatis* (ROHON 1877 p. 64).
- 1—2: *Raja batis* (EWART 1887 p. 537, »sometimes one or two ventral roots«).
- 1: *Scyllium* (BALFOUR 1877 p. 462), *Lamna* (ONODI 1886 p. 326), *Carcharodon* (PARKER 1887, Pl. VII. 22), *Galeus* (GEGENBAUR 1872 p. 34<sup>1)</sup>).
- 0: *Acanthias* (ONODI 1886 p. 326), *Scyllium* (SANDERS 1886 p. 740; ONODI 1886 p. 326), *Carcharias* (ONODI 1886 p. 326), *Rhina* (SANDERS 1886 p. 740); *Raja clavata* (BONSDORFF 1854, wenigstens nicht erwähnt), *Rochen* (GEGENBAUR 1872 p. 34; FÜRBRINGER 1895 p. 129, nicht mit Sicherheit<sup>2)</sup>).

Die Angaben in dieser zweiten Tabelle weichen zum Theil erheblich von den meinigen ab. Insbesondere werden einerseits bei vielen Haien 1, 2 und selbst 3 occipitale Nerven weniger angegeben, als ich fand, und andererseits werden verschiedene Rochen mit 2 occipitalen Nerven aufgeführt. Ich möchte diese Differenzen in den weitaus meisten Fällen auf Beobachtungsfehler oder auf ein mangelhaftes von den Autoren benutztes Material zurückführen. SANDERS' und ONODI's Angaben, die bei verschiedenen Haien jeden occipitalen Nerven vermissten, sind sicher falsch, letztere<sup>3)</sup> wurden auch bereits von RABL (1889 p. 223) im Allgemeinen richtig gestellt. Aber auch den Behauptungen bezüglich der Existenz nur eines occipitalen Nerven bei Haien möchte ich (gerade so wie meinem eigenen Befunde bei *Cestracion*) mit grossem Misstrauen begegnen; bei *Carcharodon* zeigt übrigens auf PARKER's eigener

1) Auch bei *Scyllium*, *Mustelus* und *Rhina* bildet GEGENBAUR eine Oeffnung für die ventralen Vaguswurzeln ab.

2) Diese Angabe von 1895 konnte ich inzwischen, wie die von mir mitgetheilte Tabelle zeigt, an einem reicheren Materiale erweitern.

3) ONODI, dem dieser Mangel selbst aufgefallen sein wird, scheint in der bei *Acanthias* und *Scyllium* beobachteten peripherischen Anastomose der Spinalnerven mit dem N. vagus eine gewisse Kompensation dafür zu finden. Auch darin bin ich anderer Ansicht.

Abbildung (Taf. VII Fig. 22) die Lage des einen occipitalen Nerven zum Vagus, dass es sich hier um  $y$  (wenn nicht  $x$ ) handelt, dass somit der letzte occipitale Nerv abgerissen ist. Ebenso nehme ich an, dass diejenigen Autoren, welche bei den Notidaniden nur 3 occipitale Nerven erwähnen, an ihren Präparaten  $v$  und  $w$  nicht zu sehen bekamen, ein bei der Feinheit und leichten Verweslichkeit dieser Nerven sehr erklärlicher Umstand; die drei Nerven, die MIKLUCHO-MACLAY abbildet, scheinen  $w$ ,  $x$ ,  $y$  zu entsprechen,  $z$  fehlte an seinem Präparate. — Andererseits beurtheile ich aber auch die Angaben von der Existenz zweier Occipitalnerven bei Rochen mit Vorsicht und Bedenken. VIAULT und SHORE haben ihre bezüglichen Angaben nicht durch Abbildungen belegt, ROHON'S Abbildung von *Myliobatis* (Taf. II Fig. 10) zeigt deutlich, dass der hintere von diesen Nerven, wenn nicht beide, freie, durch die Wirbelsäule austretende Nerven sind; es handelt sich also hier um  $z$ , 1 oder um 1, 2.

Auf ROSENBERG'S interessante Befunde an *Carcharias* und *Mustelus* komme ich weiter unten zurück.

In den angeführten Tabellen, von denen ich die erste ganz, die zweite auf Grund der eben gegebenen Korrekturen mit Auswahl benutze, heben sich die Notidaniden (*Hexanchus*, *Heptanchus* und *Chlamydoselachus*) durch die grössere Zahl ihrer occipitalen Nerven (5 und 4) von den übrigen pentanchen Haien und den Holocephalen ab, welche nur in zwei Fällen (*Centrophorus calceus* und *Echinorhinus*) 4, nicht selten 3, am häufigsten 2 besitzen; die Rochen kennzeichnet als Regel 1 occipitaler Nerv oder der gänzliche Mangel eines solchen<sup>1)</sup>. Auf Grund der spezielleren Untersuchung und Vergleichung, erscheint es mir nicht zweifelhaft, dass die successive Verminderung der Stärke und Zahl der occipitalen Nerven auf einer von vorn beginnenden Rückbildung derselben beruht<sup>2)</sup>. Danach dokumentiren sich auch hier die Notidaniden als die primitivsten Formen der Selachier, die Rochen dagegen als diejenigen, bei denen die sekundäre Reduktion am weitesten fortgeschritten ist.

Zu diesen vergleichend-anatomischen Ergebnissen bilden die ontogenetischen Untersuchungen der letzten 14 Jahre, insbesondere diejenigen von VAN WIJHE (1882 p. 36), BEARD (1886 p. 143), RABL (1889 p. 230), OSTROUMOFF (1889 p. 364) und HOFFMANN (1894 p. 650) eine willkommene Parallele. VAN WIJHE fand bei Embryonen von *Scyllium* und *Pristiurus* 5 distale (hinter dem Ohre gelegene) Urwirbelanlagen oder Somiten (5—9), von denen die erste (5) frühzeitig abortirt, ohne Muskelgewebe zu bilden, die zweite (6) sehr rudimentäre Muskeln erzeugt, die drei letzten aber (7. 8. 9) es zu bleibenden — „vom Schädel zum Schultergürtel ziehenden“ und den vorderen Theil des *M. coraco-hyoidens* repräsentirenden — Muskeln bringen. Diesen

1) Bei einem sehr grossen Exemplare von *Raja clavata* vermisste ich selbst den ersten Spinalnerven, ein an die Verhältnisse bei den opisthoglossen Anuren erinnernder Befund.

2) Auf die eventuellen Fälle von sekundärer Vermehrung dieser Zahlen durch Hinzufügung eines auf  $z$  folgenden occipito-spinalen Nerven  $a$  werde ich später eingehen.

drei letzten entsprechen die Anlagen von 3 ventralen Nervenwurzeln (nach meiner Nomenklatur  $x, y, z$ ), während für die zwei ersten keine Nervenwurzeln sich anlegen. Das Gleiche giebt RABL für die von ihm untersuchten Selachierembryonen (*Pristiurus*, *Torpedo*) an und ebenso beschreiben BEARD und OSTROUMOFF bei ihren Embryonen (*Pristiurus*, *Scyllium*) 3 ventrale Wurzeln. HOFFMANN, der *Acanthias*-Embryonen untersuchte, findet 6 distale, aus gesonderten Myotomen und Sklerotomen bestehende Urwirbelanlagen (5—10)<sup>1)</sup>, von denen sich die 5 ersten (5—9) in der Hauptsache wie die von VAN WIJHE bei *Scyllium* gefundenen verhalten, die letzte (10) aber neu zu denselben hinzutritt und nach HOFFMANN eine neue Angliederung an den *Acanthias*-Schädel darstellt. Damit wird also im Vergleich zu *Scyllium* eine sekundäre Assimilation des ersten Wirbels in das Cranium von *Acanthias* behauptet, ein Vorgang, der zu den weiter unten mitzutheilenden Befunden ROSENBERG's bei *Mustelus* und *Carcharias* in Parallele steht, aber gerade hier, angesichts der offenbar tieferen systematischen Stellung von *Acanthias* gegenüber *Scyllium* für mich einige Schwierigkeiten enthält. Entsprechend der vermehrten Zahl der Urwirbelanlagen finden sich auch 4 ventrale Wurzelnanlagen, die somit in Vergleich mit *Scyllium* als  $x, y, z, a$ , d. h. als 3 occipitale Nerven und 1 occipito-spinaler Nerv zu deuten wären;  $x$  und  $y$  bilden sich noch im embryonalen Leben zurück.

Aus diesen ontogenetischen Angaben, die ich hinsichtlich der Dreizahl der Nervenwurzeln bei mittelalten Embryonen von *Acanthias* und *Mustelus* bestätigen kann, resultirt somit, dass bei den pentanchen Haien, bei welchen im ausgebildeten Zustande nur 2 occipitale Nerven ( $y, z$ ) sich finden, in früheren ontogenetischen Stadien noch ein dritter ( $x$ ), vielleicht selbst ein vierter ( $x$  bei *Acanthias*) nachweisbar ist. Es folgt daraus aber zugleich, dass die vergleichende Anatomie, welche bei den Notidaniden die gesicherte Existenz von 4—5 occipitalen Nerven im ausgewachsenen oder nahezu ausgewachsenen Zustande darthut, in diesem Stücke mehr leistet als die ontogenetische Untersuchung.

Des Ferneren zeigen die obigen Tabellen die relative Häufigkeit der individuellen und antimeren Variirungen, — alles Zeichen retrograder Bildungsgänge. Bei *Hexanchus* und *Heptanchus* finden sich Schwankungen von 5 und 4, bei *Centrophorus*, *Spinax*, *Cestracion*<sup>2)</sup>, *Scyllium*, *Mustelus*, *Galeus*, *Prionodon* und *Rhina* solche von 3 und 2, bei *Torpedo* von 1 und 0; und ferner ergab sich Ungleichheit der Zahl auf beiden Seiten (antimere Variabilität) an demselben Individuum von *Hexanchus* ( $B$  mit 5 Nerven  $r, 4 l$ ), *Heptanchus* ( $B$  mit 5  $r, 4 l$ ), *Mustelus* ( $C$  mit  $Br, 2 l$ ), *Carcharias* (mit 3  $l, 2 r$ ; nach ROSENBERG); selbstverständlich würde die Zahl der Variirungen bei weiterer Ausdehnung der Untersuchungen entsprechend zunehmen.

1) Zu den gleichen Urwirbelzahlen kommen bei *Torpedo* DOHRN (1890  $B$ ) und KILLIAN (1891 p. 85). KILLIAN unterscheidet hierbei 2 Somiten der Glossopharyngeus- und 4 der Vagus-Zone; seine Somiten decken sich somit nicht mit denen HOFFMANN's, der bei *Acanthias* nur das erste zum Glossopharyngeus rechnet. Der zu den genannten Somiten gehörenden Occipitalnerven wird von DOHRN und KILLIAN keine Erwähnung gethan.

2) Bei *Cestracion* eventuell auch Variirung von 3, 2 und 1; doch habe ich bereits erwähnt, dass das von mir oben angegebene Vorkommen von nur 1 Occipitalnerven bei diesem Hai wahrscheinlich auf einem präparatorischen Defekte beruht.

Die von *Hexanchus* untersuchten drei Exemplare hatten eine Länge des Craniums von 13.5 cm (*A*), 18.2 cm (*B*) und 20.5 cm (*C*), womit für das kleinste Exemplar *A* die Nervenzahl 5, für die mittelgrosse *B* die antimere Variirung 5 und 4 und für das grösste *C* die Zahl 4 coincidirte. Desgleichen zeigten die untersuchten Exemplare von *Heptanchus* mit kranialen Längen von 9.8 cm (*A*), 10.1 cm (*C*), 11.3 cm (*C*) und 11.9 (*D*) die Nervenzahlen 5 (*A, B*) und 4 (*C, D*), wobei der Occipitalnerv *w* von *D* äusserst fein und dünner als der von *C* war. Auch Exemplar *A* von *Spinax* mit 3 Nerven war kleiner und offenbar jünger als *B* mit 2 Nerven, und das Gleiche gilt für *Galeus*, wo *A* (mit 3 Nerven) eine kraniale Länge von 9.8 cm, *B* (mit 2 Nerven) eine solche von 15.5 cm hatte. Und endlich zeigte *Torpedo A* (mit einer Gesamtlänge des ganzen Thieres von 25 cm) *z* als ein äusserst feines, aus einigen Nervenfasern bestehendes Fädchen noch erhalten, während *B, C* und *D* (mit Gesamtlängen von 35, 36, 36 cm) nichts mehr davon aufwies. Diese Beispiele dürften somit die Abnahme der Zahl der occipitalen Nerven mit dem zunehmenden Alter zur Genüge illustriren. Die anderen individuell variirenden Haie (*Centrophorus, Cestracion, Scyllium, Mustelus, Rhina*) lieferten weder eine Bestätigung noch einen Einwand: sie dürften auch hier nicht zum Beweise heranzuziehen sein, da die Grösse der verschiedenen Individuen derselben Species eine nur in geringem Grade abweichende war<sup>1</sup>). A priori dürfte überhaupt nicht zu erwarten sein, dass bei den nicht unerheblichen Schwankungen, welche gleichalterige Individuen in ihren Körperdimensionen zeigen können, in allen Fällen eine genaue Coincidenz von Grösse und Zahl der occipitalen Nerven innerhalb der Species zum Ausdruck kommt. Aus dem gleichen Grunde räth auch GEGENBAUR (1887 p. 8) bei der Beurtheilung von ROSENBERG's Befunden an *Carcharias* (1886) zur Vorsicht.

In der bisherigen Darstellung ist mit dem letzten Nerven *z* als mit dem am meisten konstanten Faktor gerechnet worden, nach welchem das Verhalten der vorderen mehr variabeln Nerven bestimmt werden konnte. Das lässt sich in der Mehrzahl der Fälle durchführen. Wenn auch *z* hinsichtlich seines Ursprunges und Abganges sich von der ventralen Wurzel des ersten Spinalnerven nicht wesentlich unterscheidet, so bestimmt doch sein Durchtritt durch das Cranium, als letzten Nerv desselben, seine Stellung und Abgrenzung gegen den ersten N. spinalis, welcher hinter dem Cranium nach aussen tritt. Aber diese Abgrenzung kann unter Umständen grossen Schwierigkeiten begegnen, namentlich in den Vorkommnissen, wo einmal die Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule keine deutliche ist, wo ferner dem letzten durch den Schädel tretenden Nerven noch eine dorsale sensible — ein sonst den occipitalen Nerven abgehender Bestandtheil — zugerechnet werden muss und wo endlich Variirungen in der hinteren Abgrenzung des Craniums resp. Assimilirungen von Wirbeln zur Beobachtung kommen. Es betrifft das namentlich die Noti-

<sup>1</sup> Ueber *Prionodon* werde ich weiter unten im Zusammenhange mit ROSENBERG's Mittheilungen handeln (p. 365, 366).

daniden, gewisse höhere Haie (insbesondere *Carcharias* und *Mustelus*) und die Holocephalen.

Ueber die Verbindung des Occipitaltheils des Schädels mit der Wirbelsäule hat GEGENBAUR (1872 p. 30. 31) in klassischer Weise gehandelt. *Heptanchus* und *Hexanchus* werden zuerst als diejenigen Haie angeführt, bei denen sich Occiput und Wirbelsäule nicht komplet von einander abgrenzen. „Der Knorpel der Wirbelsäule bei *Hexanchus* setzt sich von der Chorda her ohne Grenze in die Schädelbasis fort, und der Bogen des ersten Wirbels reiht sich eng an die Cirkumferenz des Foramen occipitale, mit der er in bedeutender Dicke durch eine dünne Bindegewebslage verbunden ist;“ einmal fand GEGENBAUR auf der einen Seite die gänzliche Verschmelzung der einen Bogenhälfte mit dem Cranium, während die andere die Trennungslinie aufwies. Aehnliche Verhältnisse, aber minder ausgeprägt, zeigt *Heptanchus*. Bei *Hexanchus* hat die Ebene des Foramen occipitale eine ascendente (schräg von oben nach vorn und abwärts gerichtete), bei *Heptanchus* eine senkrechte, bei den übrigen Haien eine descendente (von oben nach hinten und abwärts gehende) Lage. — Meine Untersuchungen ergaben, wie schon erwähnt, bei dem jüngeren Exemplare von *Hexanchus* A (Taf. I Figg. 1. 3) 5 occipitale Nerven  $v, w, x, y, z$ , der erste durch seine Lage vor dem Vagusloch sich deutlich als  $v$  dokumentierend,  $z^v$  als der letzte motorische Nerv den Schädel durchsetzend, aber ausser ihm noch eine dorso-caudal von ihm ebenfalls durch das Cranium tretende sensible Wurzel ( $z^d$ ), welche nach Lage und peripherem Verhalten sich als zu ihm gehörig dokumentirt<sup>1)</sup>. Die Begrenzung des Foramen occipitale geschieht in der charakteristischen ascendenten Ebene. Bei dem älteren Exemplare C (Taf. I Fig. 4) treten nur die 4 occipitalen Nerven  $w, x, y, z$  durch das Cranium; ein nach Lage  $v$  vergleichbarer Nerv fehlt gänzlich,  $z$  geht allein als motorischer Nerv ( $z^v$ ) durch den Schädel, während die ihm zugehörige sensible Wurzel ( $z^d$ ) ebenfalls vorhanden ist, aber durch ein auf den Schädel folgendes, theilweise von ihm abgegliedertes Intercalare s. Intererurale (*J Cr.* 1) hindurchtritt. Hier hat zugleich die Ebene der Occipitalöffnung sehr abweichend von dem Befunde bei A eine descendente Neigung. Der Vergleich dieser beiden Stadien zeigt mir, dass bei dem älteren Exemplare nicht nur der eine occipitale Nerv  $v$  sich vollkommen rückgebildet hat, sondern dass auch das erste Intercalare aus dem Cranium abgegliedert und damit für die sensible Wurzel  $z^d$ , welche somit sekundär wieder spinalen Charakter erhielt, eine gewisse Selbstständigkeit gegenüber der motorischen  $z^v$  gewonnen wurde; ein Vergleich der relativen Länge der Schädeldecken in diesem Bereiche bei beiden Stadien (vergl. Taf. I Figg. 1 und 4) mit der neuen Grenze †) spricht, ebenso wie die descendente Neigung der Begrenzung der Occipitalöffnung, nur zu Gunsten dieser Folgerung. Die Bedeutung dieses Befundes ist unverkennbar: er lehrt, dass Abschnitte des Schädels, die ursprünglich dem Palaeocranium aus der Wirbelsäule zuertheilt wurden (Neocranium)<sup>2)</sup>, sekundär wieder

1) Auf dieses sehr primitive Verhalten von  $z$  wird weiter unten bei Besprechung der Wurzeln noch näher eingegangen werden.

2) Die Begriffe Palaeocranium und Neocranium rühren bekanntlich von GEGENBAUR (1857 A.) her.

eine Abgliederung von diesem zu Gunsten der beweglichen Wirbelsäule eingehen können — *Heptanchus* zeigt in den kleinsten Exemplaren *A* und *B* 5 occipitale Nerven *v, w, x, y, z*, deren erster weit vor der Vagusöffnung, deren letzter (*z<sup>v</sup>*) im hintersten Bereiche des Schädels, aber von dessen hinterer Grenze immer noch durch einen mehr oder minder breiten Knorpelabschnitt getrennt den Schädel durchsetzt; *z<sup>d</sup>* ist vorhanden und geht bei *A, r* (Taf. I, Fig. 5) durch den hinteren Rand des Cranium, bei *A, l*, sowie bei *B* durch das erste Intercalare, das in Analogie zu den bei *Hexanchus* gegebenen Darlegungen wahrscheinlich auch sekundär vom Neocranium abgegliedert worden ist; doch konnte das Werden dieses Vorganges nicht an dem mir vorliegenden Materiale verfolgt werden. Bei den beiden grösseren Exemplaren *C* (Taf. I, Fig. 6) und *D* finden sich bloss 4 occipitale Nerven, indem *v* in Rückbildung trat; *z* zeigt in dem Verhalten seiner beiden Wurzeln, von denen *z<sup>v</sup>* durch das Cranium, *z<sup>d</sup>* durch das Intercalare 1, nahe seinem vorderen Rande tritt, im Wesentlichen die bei *A, l* und *B* geschilderten Verhältnisse. Es ergibt sich danach, im Vergleiche zu *Hexanchus*, *z<sup>d</sup>* in seiner Existenz als der konstantere, *v* als der variabelere Faktor. Zugleich aber lehrt der Vergleich der beiden Stadien *A, r* und *C, l* (Taf. I Figg. 5 und 6), mit Rücksicht auf das Verhalten des Intercerurale 1, der Neigung der Occipitalöffnung und des Durchtrittes von *z<sup>d</sup>*, dass die bei *Hexanchus* in Statu nascenti sich vollziehende Abgliederung des Intercerurale bei *Heptanchus* vollendet ist, und ferner, dass dieser Abgliederungsprocess nicht als ein ganz gleichmässiger folgte, sondern in dem einen Falle (Taf. I, Fig. 5) gleich hinter, in dem andern (Taf. I Fig. 6) gleich vor dem Durchtritte von *z<sup>d</sup>* erfolgte. Bei *A, r* tritt daher *z<sup>d</sup>* durch den hinteren Rand des Schädels und die Lage des Foramen occipitale ist eine annähernd senkrechte, bei *C, l* dagegen verläuft *z<sup>d</sup>*, ähnlich wie bei dem alten *Hexanchus C*, durch den vorderen Rand des Intercerurale, und die Occipitalöffnung zeigt wie dort eine descendente Neigung.

Von besonderem Interesse ist durch ROSENBERG's Untersuchungen (1876, p. 32 bis 34) *Prionodon (Carcharias) glaucus* geworden. ROSENBERG fand, wie schon oben angeführt, bei einem ausgebildeten Exemplare jederseits 2, bei einem jungen, 45 cm langen Thiere links 3 und rechts 2, und bei einem Embryo beiderseits 2 occipitale Nerven; bei dem jüngeren Thiere zeigte sich ihm zugleich, dass die Neurapophyse des ersten Wirbels linkerseits in die Occipitalregion des Craniums eingegangen, rechterseits aber freigeblieben war. ROSENBERG schliesst aus diesen Befunden, dass *Carcharias* ursprünglich nur 2 „ventrale Vaguswurzeln“ hat, aber im Laufe seiner Entwicklung den ersten Spinalnerven für das Cranium acquirirt. Nach meiner Nomenklatur würden ihm somit nur 3 echte occipitale Nerven (*y, z*) zukommen, während der dritte ein neu hinzugekommener occipito-spinaler Nerv wäre, den ich mit *a* bezeichne. GEGENBAUR (1887, p. 8—11) beanstandet die Beweiskräftigkeit dieser Befunde und hebt die individuelle Veränderlichkeit in der Zahl der „ventralen Vaguswurzeln“ hervor; er fand bei einem ausgewachsenen Exemplar nur 2 solche Wurzeln. Die Möglichkeit von Wirbelassimilationen bestreitet er nicht und erinnert an seinen eigenen — von mir auf p. 364 mitgetheilten — Befund bei *Hexanchus*. Meine Beob-

achtungen an zwei jüngeren Exemplaren derselben Species und an einem mittelalterigen Thiere von *Prionodon (Carcharias) melanopterus* ergaben allenthalben 3 Wurzeln, dabei aber gerade so, wie es auch GEGENBAUR (1887, Taf. I Fig. 1) abbildet, eine annähernd ascendente (also *Hexanchus*-ähnliche) Abgrenzung des Foramen occipitale. Das würde, wenn man GEGENBAUR's und meine Befunde allein vergliche, selbst eine Verminderung der Zahl während des Wachsthum's bedeuten. Das zu behaupten, liegt mir aber gegenüber ROSENBERG's genauen Beobachtungen und angesichts der wenigen von mir untersuchten Exemplare fern. Ich kann somit nichts zur Entscheidung dieser Frage beitragen und ich glaube, dass es noch der Untersuchung eines reichen Materiales bedürfen wird, um dieselbe endgültig zu lösen. ROSENBERG hat des Weiteren (1874, p. 21, 22 und 1876, p. 31, 32) jüngere und ältere Embryonen von *Mustelus* auf die Frage der Angliederung von Wirbeln an das Cranium untersucht und dabei, wie auch GEGENBAUR (1887, p. 10, 11) anerkannt, die Assimilation eines ersten Wirbelbogen-Paares zum Mindesten äusserst wahrscheinlich gemacht, wenn nicht festgestellt<sup>1)</sup>. Damit verliert für ihn das Selachiercranium seine hintere konstante Grenze und wird ein veränderlicher, auf Kosten der Wirbelsäule sich nach hinten ausdehnender Komplex. — Die fundamentale Bedeutung dieser Untersuchungen ist nicht zu verkennen. Sollte es glücken, die ROSENBERG'schen Angaben auch bei *Carcharias* zu sichern, so würde damit erwiesen, dass bei zwei höheren Haien, *Carcharias* und *Mustelus*, der Occipitaltheil des Craniums in später embryonaler und selbst postembryonaler Zeit einen freien Wirbel und damit auch einen freien Spinalnerven assimiliert, dass somit schon bei den Haien zu dem occipitalen Nerven  $\approx$  noch der occipito-spinale Nerv *a* hinzukommt, somit die Grenze zwischen diesen beiden Kategorien der spino-occipitalen Nerven sich schon innerhalb der Selachier verschiebt. Die oben (p. 362) erwähnten Befunde HOFFMANN's (1894) an jungen Embryonen von *Acanthias* bilden eine gewisse Parallele dazu, bedürfen aber ebenfalls der weiteren Untersuchung.

Endlich kommt mit Rücksicht auf die hintere Begrenzung der occipitalen Nerven den von den eigentlichen Selachiern gerade in diesem Stücke erheblich abweichenden Holocephalen *Chimaera* (Taf. I Fig. 15, Taf. IV Fig. 4, 5) und *Callorhynchus* (Taf. IV Fig. 6) eine besondere Besprechung zu. Bei ihnen setzt sich in einer, bei beiden im Wesentlichen übereinstimmenden Weise der Schädel von dem durch Verschmelzung der ersten 12—13 Wirbel<sup>2)</sup> gebildeten Anfangskomplex der Wirbelsäule (Taf. I Fig. 15) scharf und deutlich durch ein gut ausgebildetes Gelenk (*A. krrb*) ab. Durch den Schädel treten als rein motorische Wurzeln, ganz nach Art der Nn. occipitales der Haie, 4 (*Callorhynchus*) oder 5 Nerven (*Chimaera*) von nach hinten zunehmender Dicke, die beiden vordersten im Bereiche der Vagusöffnung, die 2—3 letzten hinter derselben die Schädelwand durchsetzend. Sensible Wurzeln finden sich nicht in

1) Die genauere, mit Abbildungen versehene Darstellung dieser Vorgänge steht noch zu erwarten.

2) Ich finde 11—12 Nerven bei *Chimaera*, somit 12—13 Wirbelelemente in diesem Anfangskomplex der Wirbelsäule. J. MÜLLER (1835, Taf. V Fig. 1) bildet 12 Nerven in der Ansicht von aussen ab.

diesem Bereiche; erst mit dem erwähnten Anfangskomplexe der Wirbelsäule beginnen sie. Auf den ersten Blick wird man geneigt sein, das Gelenk der Holocephalen mit demjenigen der meisten Selachier und damit die 4—5 erwähnten Nervenwurzeln mit den Nn. occipitales *w, x, y, z* resp. *v, w, x, y, z* der Notidaniden zu homologisiren. Die Holocephalen würden danach in der Zahl der occipitalen Nerven den Notidaniden gleichstehen, würden aber in der Ausbildung des cranio-vertebralen Gelenks eine viel höhere Stufe als sie einnehmen. Die genauere Betrachtung zeigt indessen, dass gerade die 2—3 letzten Nerven mit ihrem sehr breiten, aus vielen Wurzelfäden bestehenden Ursprunge von der Medulla (vergl. Taf. I Fig. 15)<sup>1)</sup>, sowie mit ihrer peripherischen Verbreitung, welche den ersten von ihnen zu einem erheblichen Theil, den resp. die letzten aber ganz in den Plexus brachialis eingehen lässt<sup>1)</sup>, beträchtlich von den occipitalen Nerven der Selachier abweichen. Dazu kommt, dass der bei sämtlichen darauf untersuchten Selachiern von den Wirbeln entspringende *M. levator scapulae* bei den Holocephalen im Bereiche des Austrittes des letzten Nerven, bei *Chimaera* mit seiner ersten Zacke selbst zwischen den beiden letzten Nerven seinen Ursprung nimmt<sup>1)</sup>; auch dies spricht durchaus gegen die speciell occipitale Natur dieser letzten Nerven. Auf Grund dieser Befunde erblicke ich nur in den beiden ersten der 4—5 Nerven die Repräsentanten occipitaler Nerven und bezeichne dieselben mit *y, z*, fasse dagegen die 2—3 letzten als dem Cranium erst sekundär einverleibte, occipito-spinale, Nerven auf und nenne sie *a, b* resp. *a, b, c*<sup>2)</sup>. Damit ist auch das Holocephalen-Gelenk zwischen dem Cranium derselben und der Wirbelsäule ein anderes als das der echten Selachier; es repräsentirt ein intervertebrales Gelenk und entspricht der Verbindung des 2. Wirbels mit dem 3., resp. des 3. Wirbels mit dem 4. der Selachier<sup>2)</sup>. Gegen diese Deutung könnten der weit vorn, im Bereiche der Vagusöffnung stattfindende Durchtritt der beiden ersten und der Mangel dorsaler Wurzeln bei den 2—3 letzten Nerven geltend gemacht werden. Beiden Einwänden gegenüber ist zu betonen: 1) dass auch bei einigen ächten Selachiern (*Acanthias, Scymnus, Cestracion, Galeus*) *y* und *z* im Niveau resp. in der nächsten Nähe der Vagusöffnung durch den Schädel treten und dass bei den Holocephalen für diese vordere Lage der weit nach vorn gerückte Ursprung des *M. subspinalis* derselben (s. unten sub 7) als besonderes Causalmoment gelten kann:

1) Bezüglich dieser drei Punkte verweise ich des Weiteren auf die spätere Darstellung.

2) Von einem gewissen Interesse ist die Abweichung in der Zahl der occipito-spinalen Nerven bei den beiden so nahe verwandten Holocephalen. Was ist das Ursprüngliche? Ich bin geneigt, bei *Chimaera* mit ihrer Dreizahl der occipito-spinalen Nerven das ursprünglichere Verhältniss zu erblicken, und leite davon die Zweizahl bei *Callorhynchus* ab. Schon *Chimaera* zeigte eine ziemlich weit gegangene Verschmelzung von *b* und *c*; nur der erste Ursprungszipfel des *M. levator scapulae* hält die Trennung aufrecht (Taf. IV Figg. 4, 5). Bei *Callorhynchus* ist dieser Sehnenzipfel rückgebildet und darum haben sich *b* und *c* zu einem einheitlichen Nerven vereinigt, den ich auf Taf. IV Fig. 6 als *b* bezeichnete, der aber jedenfalls noch Elemente von *c* in sich enthält und somit in Wirklichkeit *b + c* darstellt. Aehnliche Verschmelzungen occipito-spinaler Nerven sind auch bei den Teleostiern zu beobachten (s. bei diesen). Höchstwahrscheinlich hat sich die Assimilation von *a, b, c* bei *Chimaera* in der phylogenetischen Vorgeschichte nicht mit einem Schlage, sondern ganz allmählich vollzogen; Bestimmtes lässt sich angesichts des Mangels von direkten Beweisen nicht darüber aussagen.

2) dass ebenfalls bei verschiedenen Selachiern (*Odontaspis*, *Torpedo*, *Rhinobatus*, *Raja*), ganz zu schweigen von anderen Abtheilungen der Wirbelthiere, die 2 bis 3 ersten Spinalnerven der sensibeln Wurzeln entbehren können. — Die Holocephalen nehmen durch diese Assimilation zweier bis dreier Spinalnerven und Wirbel in den Schädelbereich gegenüber den eigentlichen Selachiern eine besondere Stellung ein, die allerdings keine unvermittelte ist (*Carcharias*, *Mustelus*), zeigen aber zum ersten Male eine Einrichtung — SAGEMEHL's auximetameren Typus — wirklich fixirt, welche bei Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und Amnioten, hier z. Th. noch in höherem Grade, zur bleibenden Ausbildung gekommen ist. Einigen Nachdruck möchte ich hierbei, mit Rücksicht auf spätere Vergleiche, auf die Dreizahl dieser occipito-spinalen Nerven der Holocephalen legen.

### 3. Ventrale und dorsale Wurzeln, Ursprung und Abgang von der Medulla, Beziehung zum N. vagus, intracranieller Verlauf.

#### Taf. I — IV.

Wie im Vorhergehenden angegeben, sind die occipitalen und occipito-spinalen Nerven ventralen motorischen Wurzeln der Spinalnerven homodynam. Die wahrscheinlich bei den Vorfahren vorhandenen, ihnen zugehörigen dorsalen sensibeln Wurzeln sind vermuthlich in Folge der hohen Entfaltung der Rr. laterales der Nn. glossopharyngeus und vagus fast durchweg in Rückbildung gekommen; nur bei den Notidaniden findet sich die letzte,  $z^d$  (Taf. I, Figg. 1, 3, 4, 5, 6), als regelmässiges Vorkommen<sup>1)</sup>, wurde auch bereits von GEGENBAUR (1872 p. 34) und vielleicht auch WIEDERSHEIM (1893 p. 290) vermuthet<sup>2)</sup>. Einmal sah ich sie auch als äusserst feines, aus nur wenigen degenerirten Nervenfasern bestehendes Fädchen bei *Cestracion* (A, Taf. I, Fig. 10).

Ihre einstmalige Existenz bei den phylogenetischen Vorfahren der jetzt lebenden Selachier wird auch durch die ontogenetischen Untersuchungen in mehr oder minder hohem Grade wahrscheinlich gemacht. An diesen sind in erster Linie von VAN WIJHE (1882), BEARD (1886), OSTROUMOFF (1889), RABL (1889), DOHRN (1890 A) und HOFFMANN (1894) betheiligte. VAN WIJHE (1882 p. 36, 42) vermisst speciell dem Hypoglossus angehörende Anlagen dorsaler Wurzeln; was sich in dem entsprechenden

1) Vergleiche über dieselbe auch die p. 364, 365 gemachten Ausführungen.

2) GEGENBAUR beschreibt an einem mit fünf Löchern für die occipitalen Nerven versehenen Cranium von *Hexanchus* noch eine andere Oeffnung, welche in gleicher Höhe mit dem Foramen pro vago und der Austrittsstelle der dorsalen Wurzel des ersten Spinalnerven liegt. „Das sich hier öffnende Kanälchen beginnt immer in ziemlicher Entfernung von dem Hinterhauptloche, kommt aber aussen dicht an der Verbindung mit dem ersten Wirbelbogen zum Vorschein. Es bleibt nur fraglich, ob ein Nerv durch dasselbe hindurch tritt. An dem zur Untersuchung der Kopfnerven dienenden Exemplare von *Hexanchus* habe ich nichts hierher Bezügliches wahrgenommen“. WIEDERSHEIM bemerkt: „Auch bei einigen Selachiern scheinen im erwachsenen Zustand Hypoglossuswurzeln vorzukommen“; nach den vorausgehenden Mittheilungen meint er vermuthlich nicht die selbstverständlichen ventralen Wurzeln, sondern die dorsalen.

Gebiete (6.—9. Myotom) davon findet, bildet den Vagus. Doch thut er gleichzeitig an der letzten Wurzel eines „sympathischen“ Ganglions Erwähnung, welches danach von DOHRN (1890 A p. 81) als ächtes dorsales Spinalganglion angesprochen, noch später aber (DOHRN 1891 p. 29 ff.), wenn ich recht verstehe, unter Berufung auf VAN WIJHE's neuere Funde an den ventralen Spinalnervenzwurzeln (VAN WIJHE 1888 p. 76) als eine den motorischen Wurzeln eigenthümliche Ganglienanlage anerkannt wird. RABL (1889 p. 230) kommt bezüglich des Ueberganges der dorsalen Wurzeln in den Vagus zu den gleichen Anschauungen wie VAN WIJHE. BEARD (1886 p. 143) fügt seiner Angabe, dass der Hypoglossus der Elasmobranchier von den ventralen Wurzeln der 3 ersten Spinalnerven abzuleiten sei, noch hinzu: „The posterior roots are developed in the embryo, but afterwards abort.“ Da keine Abbildungen beigegeben sind, ist unklar, ob er für alle drei ventralen Wurzeln oder nur für einen Theil derselben zugehörige dorsale Wurzeln angelegt fand. OSTROUMOFF (1889 p. 364) beschreibt bei *Pristiurus*-Embryonen zwei Ganglien für die beiden letzten Wurzeln des Hypoglossus ( $y, z$ ), ein vorderes kleineres und ein hinteres grösseres, die aber beide im embryonalen Zustande wieder verschwinden, das vordere früher als das hintere. Seine Befunde bestätigt DOHRN (1890 A. p. 82, 83) für alle von ihm untersuchten Selachier (Haie und *Torpedo*); er findet genau so viel Ganglienanlagen als ventrale Wurzeln vorhanden sind (cf. BEARD); die vorderste derselben bringt es jedoch nicht zu einem eigentlichen Ganglion, wohl aber die beiden folgenden, um darauf sich wieder zurückzubilden, ohne je Nervenfasern und dorsale Wurzeln zu bilden. HOFFMANN (1894 p. 650) endlich beobachtete für alle 4 Wurzeln des Hypoglossus vom *Acanthias*-Embryo dorsale Ganglienanlagen, von denen die erste in den Vagus eingehe, die beiden folgenden wieder verschwinden, die letzte endlich mit dem ersten Spinalganglion verschmelze<sup>1)</sup>. — Meine eigenen Untersuchungen geschahen nur an mittelalten Embryonen von *Acanthias* und *Mustelus*, welche allein die Existenz einer zu  $z$  gehörigen dorsalen Ganglienanlage erkennen liessen; für dieses letzte Ganglion kann ich also die Angaben der angeführten Untersuchungen bestätigen. Auch giebt die Parallele mit den Notidaniden demselben reelle Geltung. Zu  $y$  oder  $x$  gehörende dorsale Ganglien fand ich bei meinen, dafür zu alten Stadien nicht, möchte auch ihr Vorkommen als wirklich gangliöse Gebilde bei jungen Embryonen in keiner Weise bezweifeln, aber mit einiger Vorsicht beurtheilen. Dass sehr frühe phylogenetische Vorfahren der jetzt lebenden Selachier solche besessen haben, ist mir nicht zweifelhaft; doch liegt darin ein cänogenetisches Moment, dass die Ontogenie diese Gebilde, von denen kein ausgebildeter Selachier eine Spur mehr zeigt, zur Anlage bringt, nicht aber die vor  $x$  gelegenen ventralen Wurzeln, welche bei den Notidaniden und einzelnen pentanchen Haien (*Centrophorus*, *Echinorhinus*) sich noch erhalten haben<sup>2)</sup>. Ferner halte ich den behaupteten Uebergang eines Theiles dieser

1) Auch FRORIEP (1871 p. 61 Fig. 4) bildet bei *Torpedo* drei ventrale Wurzeln ab, deren letzte mit einer dorsalen Wurzel verbunden ist. Da aber auf der genannten Figur die Grenzbestimmung zwischen Kopf und Wirbelsäule fehlt, ist der Befund an sich für die vorliegende Frage nicht verwerthbar.

2) Zur Erklärung kann man die relativ späte Ausbreitung der Rr. laterales vagi anführen.

Ganglien in den N. vagus zum Mindesten noch für sehr diskutabel. Angesichts dieser Bedenken und Diskrepanzen zwischen ontogenetischen und vergleichend-anatomischen Befunden erscheinen weitere Untersuchungen recht erwünscht.

Wie schon ROHON (1877 p. 90 und 1878 p. 9) am klarsten dargethan und durch Abbildungen (1877 Taf. VII, Figg. 52, 62) illustriert hat<sup>1)</sup> und wie die Nachuntersuchung leicht bestätigt, nehmen die Wurzelfäden der occipitalen Nerven von den Ganglienzellen der dem Vorderhorn der Spinalnerven vergleichbaren, ventromedialen Zellensäule der Medulla oblongata ihren Ursprung und verlaufen von da ganz nach Art ventraler Spinalwurzeln in vorwiegend ventraler Richtung durch die weisse Substanz zur Peripherie des Markes, um hier gleich ihren spinalen Homodynamen zwischen Pyramiden resp. Vorder- und Seitensträngen auszutreten. Meist geschieht der Abgang in einem geschlossenen Nervenstrange, mitunter, namentlich bei den hinteren Occipitalnerven, mit 2 bis 3 getrennten Wurzelfäden, die aber schnell zu einem einheitlichen Nerven zusammentreten. Bei *Cestracion* und den *Carchariidae* wurde das letztere Verhalten des Oefteren beobachtet, aber auch bei anderen Haien nicht vermisst. Entsprechend der geringeren und nach vorn abnehmenden Stärke der occipitalen Nerven ist die ihnen Ursprung gebende, ventromediale Zellensäule schmaler als bei den Spinalnerven und verjüngt sich zugleich rostralwärts bis zu ihrem vorderen Ende, das ungefähr mit dem Abgange des vordersten Occipitalnerven zusammenfällt oder wenigstens nicht viel weiter nach vorn reicht. Wie es scheint, entspricht sie auch mehr dem medialen Gangliengebiete des Vorderhorns des Rückenmarkes (ähnlich wie dies GORONOWITSCH 1888 p. 529, 530 für *Acipenser* dargethan); doch genügte mein mässig konservirtes Material nicht, um diese nur durch sehr sorgsam und an vortrefflich erhaltenen Gehirnen ausgeführte Untersuchungen zu entscheidende Frage sicher zu beantworten.

Desgleichen entspringt und verläuft bis zu ihrem Austritte aus der Medulla die bei *Heptauchus* und *Hexanchus* vorhandene dorsale Wurzel des letzten Occipitalnerven (*z<sup>d</sup>*) ganz nach Art der dorsalen Wurzel eines Spinalnerven.

Weder die ventralen noch die dorsalen Wurzeln der Occipitalnerven haben in ihrem Ursprunge irgend welche direkteren Beziehungen zu dem N. vagus, dessen motorische Fasern der ventro-lateralen Zellensäule und dessen sensible Elemente dem dorso-lateralen sensibeln Vaguskerne entstammen und auch in ihrem Verlaufe bis zur Peripherie der Medulla eine ganz andere, in vorwiegend lateraler Richtung erfolgende, Bahn als die Occipitalnerven einschlagen. Ich verweise hinsichtlich dieser Vagusursprünge auch auf ROHON (1878 p. 8, 9, Taf. I,

1) Vor ihm thut VIAULT (1876 p. 487) der ventralen Zellensäule Erwähnung, welche den vorderen Wurzeln der Spinalnerven, dem Hypoglossus und den meisten motorischen Kopfnerven Ursprung gebe. Diese Angaben confundiren, wie es scheint, die ganz anders entspringenden und verlaufenden Bahnen der ächten Kopfnerven Trigemini, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus mit den hier vorliegenden.

Fig. 6), dem wir insbesondere den unzweideutigen Nachweis der ersten motorischen Vaguswurzeln verdanken<sup>1)</sup>. Bei dieser Verschiedenheit der Wurzeln des Vagus und der Wurzeln der Occipitalnerven erwecken auch alle die Angaben, welche die zu Letzteren gehörigen embryonalen dorsalen Ganglienanlagen an dem Aufbau des Vagus Antheil nehmen lassen, von vornherein wenig Vertrauen (cf. p. 369, 370).

Der Abgang der einzelnen occipitalen Nerven von der Medulla schwankt mit Rücksicht auf ihre mehr vordere (rostrale) oder mehr hintere (caudale) Lage nicht unerheblich, selbst innerhalb der Species und des Individuums (individuell und anti-mer). Das zeigen auch die von MIKLUCHO-MACLAY (1870, Taf. II Fig. 9, *Hexanchus*) und ROHON (1878, Taf. III Fig. 14, *Hexanchus*; Taf. III Fig. 20, *Mustelus*) gegebenen Abbildungen. Aus dem zahlreichen beobachteten Detail sei nur Einiges hervorgehoben; der Abgang der in longitudinaler Richtung zu ansehnlicher Ausdehnung erstreckten Vaguswurzeln diene hierbei zur topographischen Vergleichung<sup>2)</sup>:

Der erste occipitale Nerv *v* (*Hexanchus*, *Heptanchus*) entspringt im Bereiche des Anfanges resp. des ersten Viertels der Vaguswurzel<sup>3)</sup>; *w* geht bei *Hexanchus* und *Heptanchus* im Bereiche des dritten Viertels (Ende des dritten Fünftels resp. zweiten Drittels), bei *Chlamydoselachus* (GARMAN 1885, Pl. XVI) dagegen vor der Mitte der Vaguswurzel ab. Der Abgang von *x* entspricht bei *Hexanchus* und *Heptanchus* zu- meist dem hinteren Ende des Vagusursprunges, er kann aber auch ein wenig vor oder hinter demselben liegen; bei *Chlamydoselachus* wie bei den mit drei Occipitalnerven versehenen Haien dagegen liegt er in der Regel etwas weiter vorn, in der Mitte (*Centrophorus*, *Prionodon*) oder wenig hinter der Mitte des Vagusursprunges (*Scyllium*, *Prionodon*). *y* geht bei *Hexanchus* und *Heptanchus* immer in einiger Entfernung vor dem hinteren (caudalen) Ende des Vagusursprunges, bei *Chlamydoselachus* und den mit drei Occipitalnerven versehenen Haien am Ende oder wenig hinter (caudal) demselben, bei den Arten mit zwei Occipitalnerven endlich in der Regel direkt hinter diesem Ende, mitunter (z. B. bei *Rhina*) auch etwas vor demselben oder selbst eine ansehnlichere Strecke davor (Holocephalen) ab. *z* endlich entspringt allenthalben caudalwärts hinter dem Bereiche des Vagusursprunges von der Medulla und zwar bei den Notidaniden in grösserer Entfernung von dessen hinterem Ende, bei den mit einem Occipitalnerven allein versehenen Rochen, denen sich in dieser Hinsicht die Holocephalen anschliessen, in grösserer Nähe dahinter; die übrigen Selachier reihen sich zwischen diese beiden Extreme.

Aus diesen Beobachtungen resultirt das allgemeinere Ergebniss, dass die Abgangsstellen der occipitalen Nerven keineswegs dem Vagusabgange gegenüber eine

1) Auch REICHENHEIM (1873, 1877) bildet dieselben bei *Torpedo* deutlich ab. Danach handelt auch FRITSCH 1878 p. 70) über sie.

2) Bei der folgenden Darstellung sehe ich, *Hexanchus* betreffend, ganz ab von dem hier weit caudalwärts reichenden besonderen letzten Wurzeltheil, welcher dem Accessorius Willisii vergleichbar ist (s. unten p. 373, 374). Schliesst man diesen Antheil mit ein, so liegen sämmtliche, auch der letzte, Occipitalnerv im Bereiche des Ursprungs des Vago-Accessorius und der Letztere reicht noch weiter hinab als *z*.

3) Damit stimmt auch die Abbildung von MIKLUCHO-MACLAY überein, während ROHON *v* gar nicht wiedergibt. Was auf des Letzteren Figur als erster Occipitalnerv abgebildet wird, ist *u*, wenn nicht *x*.

unveränderliche Lage darbieten, sondern vielmehr in dem Maasse, als die vordersten (*v, w* etc.) sich rückbilden, in einem successiven Vorrücken nach vorn (rostralwärts) begriffen sind. So kommen die letzten (*y, z*), welche bei den Notidaniden mehr oder minder weit hinter dem Vagusursprunge abgehen, bei den mit nur 3 oder 2 occipitalen Nerven versehenen Haien dem Niveau des Vagusursprunges immer näher und können — wenigstens gilt dies für *y* — selbst in seinen Bereich, direkt ventral unter ihm, eintreten; entsprechende Verhältnisse der Vorwärtswanderung bietet *x* dar. Dieses successive Vorrücken der hinteren Nerven dürfte zu der Rückbildung der vorderen im wirklichen Causalnexus stehen; durch die Reduktion der Ursprungsbereiche der vorderen wird Platz für die Ausdehnung der hinteren nach vorn gewonnen; nach dem so entstandenen locus minoris resistentiae richtet sich das Vorwärtsdrängen derselben. Es ist klar, dass damit bemerkenswerthe Umwandlungen des Vorderendes der ventro-medialen Zellensäule verbunden sein müssen; die genauere Durchmusterung derselben dürfte zu nicht uninteressanten Resultaten führen. Der Vagusursprung wird durch alle diese Lageveränderungen nicht oder nur ganz unwesentlich berührt; er bildet ihnen gegenüber den konstanteren Faktor. — Es liegt nahe, angesichts dieser zu beobachtenden Vorgänge anzunehmen, dass bei den Vorfahren der Notidaniden vor *v* noch weitere Occipitalnerven *u, t, s* etc. existirt haben, die aber, gerade so wie *v* und *w* bei der Mehrzahl der pentanchen Haie, in vollkommene Rückbildung traten, auch bei den uns bekannten ausgebildeten Notidaniden zum Schwunde gekommen sind. Möglicher Weise mag die ontogenetische Untersuchung von *Hexanchus* und *Heptanchus*, die bisher wegen Mangels an Material unmöglich war, noch etwas von diesen postulirten Occipitalnerven nebst ihren Myotomen zeigen. Für weitere Spekulationen fehlt jedoch zur Zeit die sichere Grundlage (übrigens vergl. die späteren Ausführungen sub 9).

Die zu dem letzten occipitalen Nerven gehörige sensible Wurzel der Notidaniden ( $z^d$ ) entspringt ähnlich der motorischen ( $z^v$ ) entfernt von dem caudalen Ende des Vagusursprunges (excl. den Accessorius-Antheil von *Hexanchus*).

Wenn ich im Vorhergehenden sagte, dass der Vagusursprung gegenüber dem der occipitalen Nerven den konstanteren Faktor bilde, so bezog sich das nur auf sein relatives Verhalten in dieser Beziehung. An sich bildet er keineswegs eine konstante Grösse, sondern zeigt bei den verschiedenen Selachiern vielmehr recht beträchtliche, den früheren Untersuchern (STANNIUS 1849, MIKLUCHIO-MACLAY 1870, GEGENBAUR 1871, ROHON 1878, FRITSCH 1878 u. A.) genugsam bekannte Variirungen. Es ist hier nicht der Ort, des Genaueren auf diese Ursprungsverhältnisse einzugehen; ich verweise hinsichtlich derselben auf die angeführte Litteratur. Hier sei nur kurz erwähnt, dass der Vagus mit einer sehr wechselnden Anzahl (2—20) dorso-lateral von der Medulla oblongata ausgehender Wurzelbündel beginnt, an denen man bei genauerer Untersuchung eine kleinere, mehr ventral gelegene, und eine grössere, die dorsale Hauptmasse ausmachende Gruppe, künstlich sondern kann; erstere enthält

die motorischen Vagusbahnen, die für die Versorgung der den Seitenplatten entstammenden visceralen Muskulatur bestimmt sind, letztere seine sensiblen Elemente. Die Zahl der Wurzelbündel variiert nicht nur individuell, sondern auch meist antimer; eine genauere Zählung derselben stösst, wie schon GEGENBAUR (1871 p. 518) bemerkt, desshalb auf grosse Schwierigkeiten, weil die gröberen Bündel in wechselnder Weise wieder in feinere zerfallen können. Das erste, am meisten rostral gelegene, rein sensible Wurzelbündel bildet in der Regel einen gröberen Nervenkomplex, der aber immer erheblich kleiner als die Summe der folgenden Wurzelbündel ist; es repräsentirt den Ramus lateralis nervi vagi, dessen relative Selbständigkeit dem übrigen Vagus gegenüber schon von ROLANDO (1828)<sup>1)</sup> und STANNIUS (1849 p. 80) hervorgehoben wurde und neuere Autoren, wie GORONOWITSCH (1888 p. 474)<sup>2)</sup>, SHORE (1889 p. 444), EWART (1889 p. 524—536), MITROPHANOW (1892 p. 5, 1893 p. 199) u. A., selbst veranlasste, den N. lateralis als einen selbständigen Nerven gegenüber dem Vagus aufzufassen. Die Totalität der übrigen aus sensibeln und motorischen Nerven bestehenden Wurzelbündel bildet den Haupttheil des Vagus, seinen Ramus branchio-intestinalis, der das Visceralskelet und die Eingeweide versorgt; meist nimmt ihre Dicke nach hinten (caudalwärts) ab, auch sind die letzten nicht selten lockerer angeordnet, d. h. mehr oder minder von einander entfernt oder zu einem kleineren, von den mehr vorderen Bündeln etwas abgetrennten Bündelkomplexe gruppiert, so individuell bei *Hexanchus* (GEGENBAUR 1871, Taf. XIII Fig. 2, ROHON 1877, Taf. III Fig. 15, eigene Untersuchung), *Chlamydoselachus* (GARMAN 1885, Taf. XVI Fig. A, B), *Carcharodon* (PARKER 1887, Taf. VII Fig. 22, 23), *Carcharias* (ROHON 1887, Taf. I Fig. 6), *Rhina* (ROHON 1887, Taf. I Fig. 2) etc.

Die Abgangsrichtung der Wurzelbündel des Vagus ist eine in der Hauptsache meist schräge, descendente, d. h. von vorn (rostral) nach hinten (caudal) und lateral gehende, wobei die ersten in einem longitudinal-descendenten, die letzten in einem descendent-transversalen Verlaufe nach aussen streben und sich zum Vagusstamme sammeln. Nicht selten verlaufen auch die letzten (am meisten caudalen) Bündel transversal, so bei *Heptanchus* (eig. Unters.), *Chlamydoselachus* (GARMAN 1885, Taf. XVI Fig. A, B), *Acanthias* individuell (MIKLUCHO-MACLAY, Taf. I Fig. 1), *Carcharias* (MIKLUCHO, Taf. IV Fig. 1, ROHON, Taf. I Fig. 6, eig. Unters.), *Zygaena* (MIKLUCHO, Taf. IV Fig. 2, eig. Unters.), *Rhina* (MIKLUCHO, Taf. I Fig. 9, eig. Unters.), *Raja sp.* (MIKLUCHO, Taf. III Fig. 7), *Raja batis* (MIKLUCHO, Taf. III Fig. 8), *Raja Schultzei* (ROHON, Taf. II Fig. 8), oder ascendent, und zwar so bei *Hexanchus* (GEGENBAUR 1871, Taf. XIII Fig. 2, ROHON, Taf. III Fig. 15, eig. Unters.), *Heptanchus* individuell (eig. Unters.), *Carcharodon* (PARKER 1887, Taf. VII Figg. 22, 23), *Scymnus* (CUVIER-DUMÉRIl 1836 p. 462, eig. Unters.), *Oxyrrhina* (MIKLUCHO, Taf. IV Fig. 3), *Carcharias* (MIKLUCHO, Taf. III Fig. 11, eig. Unters.), *Rhina* (CUVIER-DUMÉRIl 1836 p. 452). Namentlich bei

1) ROLANDO beging, wie schon STANNIUS (1847 p. 80) hervorhob, den Irrthum, diese Wurzel mit dem eigentlichen N. pneumogastricus in Verband zu bringen.

2) Die Auffassung von GORONOWITSCH geht von der Untersuchung der Kopfnerven von *Acipenser* aus.

*Hexanchus* ist dieser ascendente Verlauf der letzten Ursprungsbündel sehr ausgeprägt; bei einem von ROHON untersuchten Exemplar (1877 p. 65) sollen dieselben bis in die Gegend des 3. bis 4. Halswirbels hinab entspringen; ROHON bezeichnet sie im Einvernehmen mit CLAUS als *N. accessorius Willisii*. Zu ähnlichen Deutungen gelangten schon DUMÉRIE (CUVIER-DUMÉRIE 1836 p. 462) und OWEN (1866 p. 307), welche die letzten Ursprungsfascikel des Vagus gleichfalls dem *Accessorius Willisii* vergleichen, während die Mehrzahl der Autoren die Ausbildung dieses Theiles des gemeinsamen Vago-accessorius erst für die höheren Vertebraten in Anspruch nahm. Auch ich habe diese weit herabreichenden und in recurrentem Verlaufe sich dem übrigen Vagus anschmiegenden Bündel bei zwei Exemplaren von *Hexanchus* gesehen, vermag sie aber nicht so weit caudalwärts wie ROHON, sondern nur bis zum Niveau des 1. Wirbels, jedenfalls aber bis in den Bereich des Ursprungs der beiden ersten Spinalnerven zu verfolgen. Sie stehen aber, wie ich mich durch eine sorgfältige Sondernung überzeugen konnte, zu dem bei *Hexanchus* besonders kräftig entwickelten *M. trapezius* im Konnex und können sonach ohne Zweifel mit dem *Accessorius Willisii* der höheren Vertebraten homologisirt werden. Aehnliche, wenn auch minder ausgeprägte Beziehungen bieten *Heptanchus* und die *Carchariidae* dar. Dass diese letzten ascendenten Fascikel nicht wie bei den Amnioten so weit zwischen die dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven hinabreichen, bildet keinen ernstlichen Gegenstand gegen die erwähnte Homologisirung, sondern findet darin seine Erklärung, dass bei den Selachiern der Process der rostralwärts gehenden Vorwärtsbewegung der spinalen Nerven-elemente noch nicht so weit vorgeschritten ist wie bei den Amnioten<sup>1)</sup>. Dass übrigens der *Accessorius Willisii* so innig zu dem Vagus gehört, dass man ihn füglich nicht von diesem trennen, sondern dass man beide zum Vago-accessorius vereinigen soll, ist durchaus meine Auffassung und folge ich darin vollkommen den Anschauungen, welche STANNIUS (1849, 1853) und insbesondere GEGENBAUR (1871, 1874, 1878, 1887 etc.) zu wiederholten Malen ausgesprochen und begründet haben. Demgemäss kann ich mich in keiner Weise denjenigen Autoren anschliessen, welche, wie STÖHR (1881), WIEDERSHEIM (1883—1893), BERANECK (1884), CHIARUGI (1889), MARTIN (1891) u. A., ihn als spinalen Abkömmling dem Vagus s. str. gegenüberstellen. Der Vago-accessorius ist ein primordialer Hirnnerv, der mit Spinalnerven nichts zu thun hat<sup>1)</sup>. Ebenso wenig kann ich mich natürlich mit den Deutungen von PHILIPPEAUX et VULPIAN (1853, 1854) und JACKSON and CLARK (1876) befreunden, welche in den Occipitalnerven die Homologe des *Accessorius Willisii* der höheren Vertebraten erblicken.

---

Der intrakranielle Verlauf der occipitalen Nerven von dem Abgang von der Medulla bis zum Eintritt in die Schädelwand erfolgt durchgehends in ventro-

---

<sup>1)</sup> Ueber alle diese Fragen wird später noch im Zusammenhange zu handeln sein.

lateralen Richtung, derart, dass die Nerven von ihrem der Mittellinie genäherten Ursprunge aus schliesslich den lateralen Bereich der occipitalen Schädelbasis erreichen. Dieser Verlauf erfolgt aber nur z. Th. in rein transversaler Richtung; zu meist streben die mehr vorderen Nerven zugleich schräg nach hinten (caudalwärts), also in einer descendenten Richtung, können aber auch einen transversalen und selbst einen schwach nach vorn gerichteten, ascendenten Verlauf darbieten; die mehr hinteren Nerven verlaufen transversal oder mässig descendent oder schwach ascendent. Die stärkste Descendenz wurde bei *v*, *w* und z. Th. auch *x* von *Hexanchus* und *Heptanchus* beobachtet; die Nerven bilden hier mit der Längsachse einen Winkel von 60—50<sup>01</sup>). Bei den übrigen Haien wurde *x* bald mässig oder geringgradig descendent (*Scyllium*)<sup>2</sup>), bald transversal bis selbst schwach ascendent (*Centrophorus*, *Scymnus*) gefunden; *y* zeigt einen transversalen oder ganz schwach descendenten oder ebenso geringgradigen ascendenten Verlauf; *z* endlich bietet ein ähnliches Verhalten wie *y* dar. — Bestimmte Regeln vermag ich aus diesen Verschiedenheiten nicht abzuleiten. Aber durchweg gilt, dass selbst in den Fällen relativ grösster Descendenz bei den vordersten Nerven (Notidaniden) die hochgradig descendente Verlaufsrichtung der vorderen (rostralen) Ursprungsbündel des Vagus nicht erreicht wurde.

#### 4. Durchtritt durch die Schädelwand.

Taf. I, Taf. II Fig. 1, 2, Taf. III Fig. 11, Taf. IV.

Wie bekannt und insbesondere durch GEGENBAUR's zahlreiche Abbildungen (1878, Taf. IV—VII, *vg.*) des Genaueren illustriert wird, erfolgt der Eintritt der occipitalen Nerven in die Schädelwand bei den Selachiern getrennt von dem Vagusloche<sup>3</sup>) in einer ventral resp. ventro-caudal von demselben gelegenen Linie, welche meist caudalwärts schwach aufsteigt (dorsalwärts geht).

Die vorliegenden Untersuchungen konnten diese Wahrnehmungen in der Hauptsache bestätigen: während die Eintrittsöffnungen der vorderen Occipitalnerven sich durchweg in ventraler Lage von der Vagusöffnung befinden, liegt diejenige von *z* meistens so hoch, dass sie die (dorso-ventrale) Höhe des Vagusloches annähernd oder ganz erreicht und somit in mehr oder minder rein longitudinaler Richtung hinter derselben zu finden ist. Doch kann auch dieses Aufsteigen unterbleiben, somit eine rein horizontale Richtung der Reihe der Eintrittslöcher zur Beobachtung kommen

1) Damit steht auch die ROHON'sche Abbildung von *Hexanchus* (1877 Taf. III. Fig. 14) im Einklang, während MIKLUCHO-MACLAY (1870 Taf. II. 9) bei den von ihrem Durchtritt durch den Schädel abgetrennten Nerven desselben Thieres eine viel zu grosse Descendenz (welche selbst diejenige der vordersten Wurzelbündel des Vagus übertrifft) abzeichnet.

2) ROHON (1877 Taf. III. Fig. 20) bildet bei *Scyllium* eine etwas stärkere Descendenz ab.

3) Nur für *Centrophorus* und *Scymnus* beschreibt GEGENBAUR (1872 p. 34) eine partielle Einmündung der Kanälchen für *y* in den Vaguskanal. Das Gleiche giebt ROHON (1877 p. 64) für *Hexanchus* und *Scyllium* an.

(*Heptanchus e. p.*, *Cestracion*, *Mustelus e. p.*, *Galeus e. p.*, *Prionodon*). Abweichend verhalten sich die Holocephalen, bei welchen einer oder beide Occipitalnerven ( $y$ ,  $z$ ) gemeinsam mit dem Vagus die Schädelwand durchsetzen.

Die gegenseitige Entfernung der Eintrittsöffnungen von  $v$  bis  $z$  ist eine derartige, dass kein Zweifel bestehen kann, dass es sich hier wirklich um separate Nerven handelt; doch ist sie keine ganz gleiche. Bei *Hexanchus* (Taf. I Fig. 1, 3, 4) wurde eine grössere Entfernung von  $v : w$  und  $y : z$  beobachtet. Bei *Heptanchus* wechselten die Entfernungen sehr erheblich nach den verschiedenen Individuen: bald (*A. r.*, Taf. I Fig. 5) fand sich die grössere Entfernung bei  $v : w$  und  $w : x$  und die kleinere bei  $x : y$  und  $y : z$ , bald (*A. l.*, *B.*, *C.*, Taf. I Fig. 6) waren  $v : w$ ,  $w : x$  und  $x : y$  einander etwas mehr genähert als  $y : z$ . Bei *Centrophorus calceus* (mit 4 occipitalen Nerven, Taf. I Fig. 7) waren die drei ersten einander etwas mehr genähert als  $y : z$ . Bei den Arten mit 3 Occipitalnerven boten *Centrophorus granulatus* und *Scyllium* annähernd gleiche Entfernungen, *Cestracion* (Taf. I Fig. 10) eine etwas grössere, *Galeus* (individ.) selbst eine dreimal grössere Annäherung von  $x : y$  im Vergleich mit  $y : z$  dar. Die Entfernung des letzten Occipitalnerven  $z^v$  von der motorischen Wurzel des ersten Spinalnerven  $1^v$  wurde fast allenthalben — nur ein Exemplar von *Cestracion* verhielt sich abweichend — grösser als die der Occipitalnerven unter einander gefunden<sup>1)</sup>.

Aus diesen Beobachtungen resultirt somit: 1) in der Hauptsache eine grössere Zusammendrängung der Eintrittsöffnungen der occipitalen Nerven in die Schädelwand im Vergleich mit denjenigen der Spinalnerven in die Wirbelsäule, 2) in den meisten Fällen entweder die gleiche Entfernung zwischen den Oeffnungen für die Occipitalnerven oder auch eine grössere Annäherung derjenigen für die vorderen im Vergleich zu den hinteren; nur *Hexanchus* (und e. p. 1 Exemplar von *Heptanchus*) mit der grösseren Entfernung der beiden ersten Occipitalnerven von einander bildete eine bemerkenswerthe Ausnahme.

Ich erblicke in der Annäherung der vorderen (rostralen) Nervenlöcher eine Partialerscheinung der schon oben (p. 361, 372) angegebenen Reduktion der vorderen und des damit möglich gewordenen Vorwärtsdrängens der hinteren (caudalen) Elemente, die sich somit auch in der Konfiguration der bezüglichen Schädelgegend, — der eine gewisse gewebliche Bildsamkeit nicht abgesprochen werden kann und die wegen ihrer geringeren Leistungsfähigkeit eine geringere Resistenz als die hinteren funktionell bedeutsameren Skelettheile darbietet — dokumentirt. Weiterhin kann möglicher Weise auch die Zusammenziehung der ursprünglich jedenfalls weiter in die Länge ausgedehnten Vagusöffnung auf die Lage der benachbarten Oeffnungen für die Occipitalnerven von einigem Einfluss gewesen sein<sup>2)</sup>. Endlich kommt hierbei als

1) Weiterhin war auch meist die Entfernung der beiden ersten Spinalnerven von einander grösser als die von  $z : 1$ .

2) Auf die Frage nach der ursprünglichen Beschaffenheit der Vagusöffnung bei den frühen Vorfahren der Selachier, namentlich mit Rücksicht darauf, wie weit dieselbe damals in die Länge ausgedehnt war und durch ein

bildender Faktor die peripherische Plexusbildung der occipitalen und spinalen Nerven in Frage, ein Punkt, auf den weiter unten noch einzugehen sein wird. Für die beiden letzten der geltend gemachten Momente kann aber gerade das Ausnahmeverhalten bei *Hexanchus* (und *Heptanchus*) als Bestätigung dienen: die Oeffnung für *v* liegt ziemlich weit rostral vor dem Bereiche des Foramen pro vago und der Nerv *v* nimmt peripherisch nicht an der Plexusbildung direkten Antheil.

Der Eintritt der einzelnen occipitalen Nerven mit Rücksicht auf ihre relative rostro-caudale Lage zu der Vagusöffnung geschieht bei den eigentlichen Selachiern derart, dass die vordersten derselben ventral vor (rostral von) dem Vagusloch, die mittleren direkt ventral unter derselben und die hinteren ventral hinter (caudal von) ihr in die Schädelwand eingehen. Auch hier sind neben dem Wechsel der Arten individuelle und antimere Variirungen ausserordentlich häufig zu beobachten; wegen ihrer geringen Wichtigkeit verzichte ich auf die Wiedergabe der bezüglichen Beobachtungen. Die Oeffnung für *v* liegt stets ventro-rostral von dem Vagusloche, in ziemlich beträchtlicher Entfernung von ihr, bald von dem vorderen Rande des Foramen pro vago und von dem hinteren des Foramen pro glossopharyngeo ungefähr gleich weit entfernt (*Hexanchus A*, Taf. I, Fig. 3; *Heptanchus A*, Fig. 5), bald dem ersteren etwas mehr genähert (*Hexanchus Br*, *Heptanchus Br*)<sup>1</sup>). Die Lage der Oeffnung für *w* entspricht bei beiden Notidaniden und bei *Centrophorus calceus* ungefähr dem vorderen Rande des Vagusloches; entweder findet sie sich hierbei direkt unter ihm, oder zugleich etwas vor ihm (*Hexanchus*, Taf. I, Figg. 1, 3; *Heptanchus*, Fig. 5; *Centrophorus* Fig. 7), oder zugleich mehr oder weniger hinter ihm (*Heptanchus*, Taf. I, Fig. 6); die bisher beobachteten Verhältnisse lassen hierbei keine bestimmte Regel erkennen. Die Oeffnung für *x* liegt bei den Notidaniden entweder unter dem hinteren Rande des Vagusloches (Taf. I, Figg. 1, 3) oder etwas hinter demselben (Taf. I, Figg. 4, 5, 6), ebenso verhält sich *Centrophorus calceus* (Taf. I, Fig. 7); bei den mit nur drei Occipitalnerven versehenen Selachiern würde sie in der Regel weiter vorn gefunden, bald noch vor dem Niveau des vorderen Randes des Foramen pro vago (einmal bei *Scyllium*, Taf. I Fig. 9), bald direkt unter ihm (zweimal bei *Scyllium*, Taf. I Fig. 8), bald gleich hinter diesem Niveau (*Centrophorus granulatus A*, *Galeus*<sup>2</sup>), *Prionodon*, Taf. I, Fig. 11), bald annähernd unter der Mitte des Vagusloches (einmal bei *Prionodon*), und je einmal knapp vor (*Prion. melanopterus*) oder knapp hinter

---

Multiplum von auf einander folgenden Nervenlöchern repräsentirt wurde, gehe ich hier nicht ein und verweise auf GEGENBAUR's bekannte Ausführungen darüber (1871 p. 533 f und 1872 p. 264—280), sowie seine späteren die ventralen Vaguswurzeln betreffenden Einschränkungen (1887). Uebrigens bemerke ich zu der von mir oben angeführten Korrelation zwischen der Umbildung der Vagusöffnung und der Lage der occipitalen Nervenkanälchen, dass dieselbe für mich einen noch fraglichen Faktor vorstellt, lediglich eine Möglichkeit bedeutet, da an sich Vagus und occipitale Nerven durchaus von einander unabhängige Nerven sind, und da über ein eventuelles zeitliches Zusammentreffen der Zusammenziehung des Vagusdurchtritts und der successiven Einverleibung der occipitalen Nerven in den Schädelbereich, sowie ihre von vorn her beginnende Rückbildung bisher kaum mehr als Vermuthungen gehegt werden können. Auch auf diese Frage wird später noch einzugehen sein.

1) So auch auf GEGENBAUR's Figur von *Hexanchus* (1872, Taf. IV. Fig. 2, wo der Nerv mit × bezeichnet ist).

2) Hier war auch das Loch für den sehr feinen Nerven der Vagusöffnung sehr genähert.

(*Cestracion*, Taf. I Fig. 10) dem hinteren Rande desselben. Die Oeffnung für  $y$  befindet sich meist ventro-caudal in einiger Entfernung hinter dem hinteren Rande des Foramen pro vago, bald weiter (*Hexanchus Ar.*, Taf. I Fig. 3, *B. C.* Taf. I Fig. 4; *Heptanchus*, Taf. I Figg. 5, 6; *Centrophorus calceus*, Taf. I Fig. 7; *Cestracion A*, Taf. I Fig. 10; *Rhina*) bald minder weit von demselben abliegend (*Hexanchus Al*, Taf. I Fig. I; *Centrophorus granulatus*, *Scyllium*, *Cestracion B*, *Prionodon*, Taf. I Fig. 11; *Spinax*, Taf. I Fig. 12; *Acanthias*, Taf. I, Fig. 13), doch kommt sie auch nicht selten direct unter oder selbst vor dasselbe (*Acanthias*, *Scyllium*, *Mustelus*, *Galeus*, *Prionodon*, *Zygaena*). Die Oeffnung für  $z$  endlich liegt stets hinter dem Vagusloche, in wechselnder Höhe und Entfernung. Durch eine ventrale Lage (ventro-caudal von dem Vagusloch) sind insbesondere *Heptanchus* (meiste Exemplare), *Scyllium*, *Cestracion*, *Prionodon* und *Rhina*, namentlich aber *Scymnus* gekennzeichnet, während der Nerv bei *Hexanchus (Al*, Taf. I Fig. 1), *Heptanchus (Al, C*, Taf. I Fig. 6), *Centrophorus calceus* (Taf. I Fig. 7), *Spinax* (Taf. I Fig. 12), *Acanthias*, *Cestracion (A*, Taf. I Fig. 10, *B*), *Mustelus*, *Galeus*, *Prionodon c. p.* (Taf. I Fig. 11) in der Höhe des ventralen Randes des Foramen pro vago, bei *Hexanchus (Ar*, Taf. I Fig. 3; *B, C*, Taf. I Fig. 4), *Pristis* und *Rhynchobatus* (Taf. I Fig. 14) in dem Bereiche der Höhe der ventralen Hälfte des Vagusloches in die Schädelwand eintritt. Die (rostro-caudale) Entfernung von der Vagusöffnung ist bei den Notidaniden, *Centrophorus calceus*, den meisten Selachiern mit drei Occipitalnerven und unter den mit nur zwei solchen Nerven versehenen *Spinax* (Taf. I Fig. 12), *Acanthias* indiv. (Taf. I, Fig. 13), *Cestracion* (Taf. I Fig. 10), *Mustelus*, *Galeus*, *Rhina* eine beträchtliche, bei den mit zwei Occipitalnerven versehenen *Acanthias* (indiv.), *Scymnus*, *Cestracion (B)*, *Galeus (Bl)* eine mittlere und endlich bei den nur einen occipitalen Nerven besitzenden Rochen<sup>1)</sup> *Pristis*, *Rhinobatus*, *Rhynchobatus* (Taf. I Fig. 14) und *Trygon* eine geringe; immer liegt der Nerv dem Schädelende mehr oder minder genähert, befindet sich selbst bei *Cestracion (A*, Taf. I Fig. 13) wahrscheinlich in Folge einer partiellen Reduktion des hinteren Schädelendes in einem nach hinten geöffneten Ausschnitte desselben. In diesen Befunden giebt sich ebenfalls ein successives Vorrücken der Oeffnungen für die hinteren Occipitalnerven in dem Maasse, als die vorderen Nerven in Rückbildung treten, deutlich zu erkennen.

Die Eintrittsoffnung der sensibeln Wurzel des letzten occipitalen Nerven  $z^d$  der Notidaniden und des einen Exemplars von *Cestracion* liegt in schräger Lage zur Oeffnung der zugehörigen motorischen Wurzel  $z^v$ , dorsal und caudal hinter ihr, und zwar bei *Hexanchus* etwas mehr caudal als bei *Heptanchus*, während *Cestracion* zwischen beiden steht. Bei *Hexanchus* befindet sie sich zugleich im Schädel (*A*, Taf. V Figg. 1, 3, *B*) oder im vorderen Bereiche des von demselben abgegliederten Interoculare (*C*, Taf. I Fig. 4), bei *Heptanchus (A*, Taf. I, Fig. 5) am hinteren Rande

1) Bei *Torpedo*, wo bei einem jungen Exemplare von 25 cm Körperlänge  $z$  äusserlich als ganz feiner Faden nachgewiesen wurde, gelang es wegen ganz mangelhafter Konservation der Schädelhöhle nicht, den inneren Eintritt des Nerven in die Schädelwand aufzufinden.

des Cranium, bei *Heptanchus* (C, Taf. I, Fig. 6) am Vorderrande des Intercrurale, bei *Cestracion* (A, Taf. I, Fig. 10) knapp vor der Mitte des Intercrurale.

Bei den Holocephalen treten die Occipitalnerven, wie schon erwähnt, nicht durchweg durch gesonderte Löcher. Bei *Callorhynchus* (Taf. IV, Fig. 6) geschieht dies noch für  $z$ , welcher in allernächster Nachbarschaft von dem ventro-caudalen Bereiche der Vagusöffnung separat den Schädel durchsetzt, während  $y$  dem Vagus ventro-rostral anliegend gemeinschaftlich mit ihm verläuft; bei *Chimaera* (Taf. I, Fig. 15, Taf. IV, Fig. 4) gehen  $y$  und  $z$  durch das Foramen pro vago, und zwar liegen sie hierbei dem Vagus ventral dicht an,  $y$  im rostralen,  $z$  im caudalen Bereiche der gemeinschaftlichen Oeffnung. Der oben (p. 377 Anm. 2) besprochene Fall von *Galeus*, wo der Nerv  $x$  nur durch eine ganz schmale Knorpelbrücke von dem Foramen pro vago getrennt in die Schädelwand eintritt, sowie die von GEGENBAUR und ROHON angegebenen Fälle eines partialen gemeinschaftlichen Durchtrittes des Vagus mit Occipitalnerven (s. p. 375 Anm. 3)<sup>1)</sup> vermitteln die Befunde bei den Holocephalen mit denen bei den Selachiern. Die darauf folgenden, dem Schädel neu assimilirten, occipito-spinalen Nerven  $a$ ,  $b$  und  $c$  (resp.  $a$ ,  $b + c$ ) treten hinter der Vagusöffnung durch gesonderte Kanäle, verhalten sich somit in dieser Hinsicht wie  $y$  und  $z$  der Notidaniden und einiger anderen Selachier.

Der Durchtritt der Occipitalnerven durch die Schädelwand erfolgt bei den eigentlichen Selachiern in von dem Vagusloche gesonderten Kanälchen<sup>2)</sup>, bei den Holocephalen, wie oben erwähnt, ganz oder z. Th. gemeinschaftlich mit diesem Nerven. Dementsprechend geben sich bei den Selachiern auch die Austrittsstellen der Nn. occipitales an der Aussenfläche des Schädels als von dem Vagus-Austritte gesonderte Oeffnungen zu erkennen. Doch kann während des Durchtrittes in einzelnen Fällen eine grössere Annäherung an den Vagus geschehen, so dass die Austrittsöffnung der Occipitalnerven in allergrösster Nähe von derjenigen des Vagus (*Scyllium* indiv., *Galeus* indiv.), mitunter auch (*Cestracion*) in einer gemeinschaftlichen Grube mit ihr zu liegen kommt. Der Durchtritt der einzelnen Nn. occipitales erfolgt in den von mir untersuchten Fällen<sup>3)</sup> kaum jemals in rein paralleler Richtung (zwei Exemplare von *Heptanchus*, auch *Rhina* kommen derselben allerdings nahe), sondern in der Regel derart, dass die Nerven während ihres Durchtrittes nach aussen konvergiren<sup>4)</sup>. So beträgt z. B. bei *Hexanchus* (Taf. I Figg. 1, 2) die Distanz der ersten

1) GEGENBAUR und ROHON führen *Hexanchus*, *Centrophorus*, *Scymnus* und *Scyllium* an; ich fand bei meinen Exemplaren überall gesonderte Kanälchen.

2) Abgesehen von den von GEGENBAUR und ROHON angegebenen Fällen einer partiellen Vereinigung.

3) Da diese Art der Untersuchung nur durch successives Zerlegen der occipitalen Schädelbasis direkt auszuführen war, somit viel Material kostete, so konnte ich nur einen Theil der mir zu Gebote stehenden Thiere in dieser Weise untersuchen. Indirekt, durch genaue vergleichende Messungen der Eintritts- und Austrittsöffnungen waren aber auch zahlreiche Aufschlüsse zu erlangen.

4) Bei *Prionodon glaucus* wurde in einem Falle (Taf. III, 11) ein Austritt von  $y$  mit zwei Wurzeln, die sich bald vereinigten, gefunden. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine sekundäre Spaltung während des Durchtrittes durch die Schädelwand. Leider musste die genauere Untersuchung des bezüglichen Verhaltens, welche mit einer Opferung des Schädels verbunden gewesen wäre, unterbleiben.

und letzten occipitalen Nervenöffnung an der Innenfläche der Schädelwand 22 mm und an der Aussenfläche derselben 15 mm; die Nerven rücken somit während ihres Durchtrittes um ein Drittel näher. Eine ungefähr entsprechende Annäherung wurde bei *Centrophorus*, *Scymnus*, *Prionodon* gefunden. In gewissen Fällen ist die Konvergenz bedeutender und führt schon innerhalb der Schädelwand zu einer Vereinigung der einzelnen Nerven; so finde ich z. B. bei *Scyllium A* (Taf. I Fig. 8) ein Zusammentreten von  $x + y$  zu einem Nerven, somit 3 Eintritts-, aber nur 2 Austrittsöffnungen, bei *Scyllium B* (Taf. I Fig. 9) selbst eine Verbindung aller drei Occipitalnerven, also 3 Eintritts-, aber nur eine Austrittsöffnung; ähnlich verbinden sich bei *Acanthias* (Taf. I Fig. 13)  $y$  und  $z$  knapp vor dem Austritte.

Die Richtung der Durchtrittskanäle ist im Allgemeinen eine schräge, nach unten (ventral), lateral und hinten absteigende. Doch geschieht der Durchtritt der einzelnen Nerven da, wo er nicht gerade zur Verschmelzung oder zu sehr grosser Annäherung der Occipitalnerven führt, nicht in einer ebenen, sondern in einer windschief gelegenen Fläche, derart, dass die vorderen Nerven mehr in ventralwärts, die hinteren mehr in caudalwärts gerichtetem Verlaufe durch den Schädel dringen. Dem entsprechend ist die Linie der Austrittsöffnungen eine mehr von vorne nach hinten aufsteigende (dorso-caudal gerichtete) als diejenige der mehr in horizontaler Reihe gestellten Eintrittsöffnungen;  $z^v$  kommt dem Höhenniveau des Austrittes der ventralen Wurzeln der spinalen Nerven nahe oder erreicht dasselbe (vergl. für *Hexanchus* Taf. I Figg. 1 und 2, sowie für *Heptanchus* Taf. I Figg. 5, 6 und Taf. II Fig. 1; ferner *Laemargus* Taf. II Fig. 2 und *Mustelus* Taf. IV Fig. 1). Da zugleich der Vagus in ähnlichem Verlaufe, aber unter Bevorzugung der lateralen Richtung den Schädel durchsetzt, so finden sich die Austrittsöffnungen der vorderen Occipitalnerven vorwiegend ventral, diejenigen der hinteren caudal und medial von seinem Austritte (Taf. I Fig. 2, Taf. II Figg. 1, 2).

Die sensible Wurzel des letzten occipitalen Nerven der Notidaniden  $z^d$  läuft dorsal von der zugehörigen ventralen  $z^v$  in ähnlicher Richtung wie diese durch den Schädel resp. das erste Intercrurale; doch zeigt sich auch hier eine Annäherung und zugleich eine minder schräge gegenseitige Lage der Austrittsöffnungen beider (*Hexanchus*, Taf. I Figg. 1 und 2; *Heptanchus*, Taf. II Fig. 1).

Alle diese Konvergenzen der Occipitalnerven während ihres Durchtrittes durch die Schädelwand finden ihre Erklärung in der peripherischen Plexusbildung, welche die occipitalen und spinalen Nerven mit einander eingehen. Bei den Notidaniden, aber auch bei einzelnen pentanchen Haien (z. B. *Laemargus*, *Echinorhinus*, *Mustelus* individuell) und den Holocephalen nimmt der erste Occipitalnerv meist an der Plexusbildung keinen oder nur untergeordneten Antheil und geht gewöhnlich direkt zu dem von ihm versorgten Abschnitte des lateralen Rumpfmuskels und dem M. subspinalis; da aber auch er von den erwähnten Konvergenzerscheinungen keine wesentliche Ausnahme bildet, so bin ich geneigt, die Ablösung dieses Nerven aus dem Plexus-Verbande als eine mehr sekundäre Erscheinung zu deuten (Weiteres darüber im nächsten Abschnitt.)

5. Peripherisches Verhalten der occipitalen und occipito-spinalen Nerven, Plexusbildung mit den Spinalnerven (Plexus cervicalis), Verhalten zur Rumpfmuskulatur, Plexus cervicalis und brachialis, peripherische Anastomose mit dem N. vagus.

Taf. II, III, IV.

Das peripherische Verhalten der occipitalen und occipito-spinalen Nerven ist von verschiedenen Autoren behandelt, in seinen Beziehungen zu den Spinalnerven aber erst nach und nach richtig erkannt worden.

STANNIUS (1849 p. 83) lässt die Occipitalnerven nach dem Austritt aus ihren Kanälen in die Nervenmasse des Vagus übergehen und vermuthet, dass die vom Vagus abgehenden feineren Zweige, welche den, über dem äusseren Kiemenkorbe gelegenen, die Schulter vorwärts ziehenden Muskel (wahrscheinlich ist der M. trapezius gemeint) versorgen, wohl Elemente dorsaler Wurzeln enthalten. Ueber die ersten Spinalnerven handelt er an anderer Stelle (1849 p. 122): bei den Haien verbinden sich die beiden ersten Spinalnerven zu einem Stamme, der bald durch den Ramus anterior des dritten Spinalnerven verstärkt wird; dieser Stamm verläuft nach Abgabe eines Astes zur Vorderextremität längs dem Vorderrande des Schultergürtels und versorgt die Muskulatur zwischen diesem und dem Zungenbein, sowie den M. sternomandibularis. Bei *Raja clavata* vereinigen sich die 16 ersten Spinalnerven zu einem Stamm, der die vordere Extremität und die vom Schultergürtel nach den Zungenbein-Knorpeln, dem Kiefer-Suspensorium und der Mandibula sich erstreckende Muskulatur versorgt. In der Zootomie des gleichen Autors (1853 p. 142, 148) werden diese Befunde im Auszuge mitgetheilt; sie beherrschen auch die Mittheilungen der folgenden darüber handelnden Autoren (GEGENBAUR 1871 p. 522, VETTER 1874 p. 450, 452, 453, SAGEMEHL 1885 p. 102), von denen der erstere die „unteren Vaguswurzeln“ sich mit dem Vagus verbinden lässt, die letzteren die ventrale Längsmuskulatur (Mm. coraco-arcuales) von den zwei ersten Spinalnerven versorgen lassen.

Mit den mustergültigen Untersuchungen von JACKSON and CLARKE (1876 p. 97 bis 99) beginnt die genauere Kenntniss des peripherischen Verhaltens der Occipitalnerven. Diese Autoren beschreiben 4 occipitale Nerven bei *Echinorhinus*, deren erster sich selbstständig verästelt, während die drei anderen mit den 5 ersten Spinalnerven sich zu einem Stamm („cervical cord“) vereinigen, der auch mit einem hinter dem vierten Visceralaste abgehenden Muskelzweige des Vagus eine Anastomose bildet.

Zu ähnlichen Resultaten kommt, ohne JACKSON and CLARKE'S Arbeit zu kennen, zehn Jahre später ONODI (1886 p. 326—328). Er vertheilt die von ihm untersuchten Haie in drei Kategorien. Bei der ersten existiren drei (*Hexanchus*, *Heptanchus*) oder ein (*Lamna*) occipitaler Nerv, welche sich bei den Notidaniden mit den vier, bei

*Lamna* mit den acht ersten Spinalnerven zu einem Plexus verbinden und mit ihnen die ventrale Längsmuskulatur versorgen. Bei der zweiten Kategorie (*Acanthias*, *Scyllium*) fehlen diese Occipitalnerven; lediglich die drei (*Scyllium canicula*) oder fünf ersten (*Acanthias*, *Scyllium catulus*) Spinalnerven bilden den erwähnten Plexus, der aber eine peripherische Anastomose mit dem Ramus intestinalis nervi vagi eingeht, auch ausser der ventralen Längsmuskulatur bei *Scyllium catulus* mit einem Zweig den M. constrictor superficialis versorgt. Bei der dritten, durch *Carcharias* repräsentirten Kategorie endlich fehlen occipitale Nerven und die peripherische Anastomose mit dem Vagus gänzlich; die 11 ersten Spinalnerven verbinden sich zur Versorgung der ventralen Längsmuskulatur.

Das unverkennbare Verdienst der Arbeiten ONODI's liegt in dem Nachweise, dass die occipitalen Nerven an der Versorgung der ventralen Längsmuskeln des Visceralskeletes sich betheiligen und dass mit ihnen noch eine grössere Anzahl von Spinalnerven einen Plexus bildet, der sich schliesslich auch in der genannten Muskulatur verästelt. Irrthümlich ist aber, dass diese occipitalen Nerven vielen Haien fehlen sollen; ferner wird auf die peripherische Anastomose mit dem R. intestinalis n. vagi zu viel Gewicht gelegt, und endlich geschieht die Versorgung des Constrictor superficialis nicht durch die Spinalnerven, sondern durch Vaguszweige, welche denselben durch die angegebene Anastomose beigemischt wurden.

GEGENBAUR (1887 p. 63 f.) übernimmt die Resultate der Untersuchungen von JACKSON and CLARKE sowie von ONODI, durch welche verschiedene Irrthümer der Angaben von STANNIUS richtig gestellt wurden, und betont die nähere Stellung der Occipitalnerven zu den Spinalnerven; das Gleiche thut EWART (1889 p. 534—537). MOLLIER (1893 p. 152) hebt in kurzer Bemerkung hervor, dass die beiden ersten Spinalnerven von *Torpedo* dem Hypoglossus-Gebiet angehören.

Meine Arbeit (1895 p. 129 f.) bildet die Fortsetzung der genannten Untersuchungen der englischen und des ungarischen Autors. Ich fand bei zahlreichen Selachiern und den Holocephalen Plexusbildungen zwischen occipitalen und spinalen Nerven und konnte nachweisen, dass von den diesem Plexus entstammenden Zweigen nicht nur die ventrale Längsmuskulatur, sondern auch die Mm. subspinalis und interbasales versorgt werden.

Soweit die bisherige Kenntniss.

---

Nach ihrem Austritte aus der Schädelwand wenden sich die occipitalen Nerven durchweg oder zum grössten Theile nach hinten (caudalwärts) und gehen mit den auf sie folgenden spinalen Nerven eine Plexusbildung ein. Sie liegen hierbei von der Rumpfmuskulatur bedeckt, z. Th. auch in sie eingegraben, auf dem horizontalen Bindegewebsseptum, welches sich zwischen den einzelnen Rippen erstreckt und dieselben mit einander verbindet.

Dieser von den occipitalen und spinalen Nerven gebildete Plexus ist in seiner Lage zunächst, im Bereiche einer bei den verschiedenen Haien sehr wech-

schluden Anzahl von Metameren, an die Rumpfmuskulatur gebunden, indem er in dem lateralen Abschnitte derselben in vorwiegend longitudinaler Richtung nach hinten verläuft, und zwar parallel zu dem lateral von ihm caudalwärts ziehenden Hauptstamm des N. vagus und seiner Fortsetzung, dem R. intestinalis, aber bedeckt von dem Ramus lateralis dieses Nerven (*R. lt. vg.*, Taf. II Figg. 2, 5). Weiterhin, in einiger Entfernung vor dem Schultergürtel, tritt der Plexus (Plexus cervico-brachialis) unter der Rumpfmuskulatur, speziell unter der ventralen (durch den R. lateralis nervi vagi von der dorsalen Hauptmasse abgetrennten) Abtheilung derselben, die M. levator scapulae<sup>1)</sup> heissen mag, in latero-caudal gerichtetem Verlaufe hervor, wobei er successive noch weitere Spinalnerven aufnimmt, und überkreuzt nun den Hauptstamm (Ramus branchio-intestinalis) des Vagus, der mit seinen intestinalen Aesten caudalwärts zieht, um bedeckt von dem Schultergürtel zu den Eingeweiden zu gelangen. Der Plexus liegt bei dieser Ueberkreuzung stets oberflächlich, dorsal von dem Vagus und kann dabei mit ihm in mehr oder minder inniger Bindegewebsverbindung stehen (s. unten). Zugleich theilt sich hier, während oder nach der Ueberkreuzung, der Plexus in den hinteren Theil, welcher unter dem Schultergürtel zu der vorderen Extremität zieht, sie mit einem wechselnden Multiplum noch weiterhin sich dazu gesellender Nerven versorgend (Plexus brachialis seu pterygialis, Pl. br.), und den vorderen Theil, welcher zwischen Schultergürtel und Kiemenskelet im Bogen nach vorn und unten (also ventro-rostralwärts) zu der hypobranchialen spinalen Muskulatur des Visceralskeletes (Mm. coraco-arcuales) verläuft und nun in der Tiefe derselben in vorwiegend longitudinaler Richtung rostralwärts bis zu ihrem vorderen Ende zieht. Diese vordere, praezonale Abtheilung des gemeinsamen Plexus, welche somit von dem Anfange bis zu dem Ende ihres Verlaufes einen langgestreckten, die Kiemenregion hinten umkreisenden und durch ihre caudale Verschiebung auch bedingten (GEGENBAUR) Bogen bildet, mag entsprechend der Bezeichnung bei den höheren Wirbeltieren Plexus cervicalis heissen. Sie kommt bei der folgenden Darstellung allein in Frage (vergl. über den Verlauf: Taf. II Figg. 1, 2, 3, 5 und Taf. IV Figg. 1, 2).

Bei den Holocephalen tritt an die Stelle des lang ausgezogenen Bogens des Plexus cervicalis der Selachier ein ganz flacher Bogen, indem hier der Plexus cervico-brachialis, zu Folge der rostralwärts erfolgten Zusammenschiebung der Kiemen und der damit zusammenhängenden Vorwärtswanderung der Brustflosse, sehr verkürzt ist und in einer der Transversalen nahe kommenden Richtung ventralwärts zu seinen Endgebieten verläuft (cf. Taf. IV Figg. 4, 6).

Die Zusammensetzung des Plexus cervicalis resp. der ihm entsprechenden Nervengebiete<sup>2)</sup> aus occipitalen (*v* bis *z*), occipito-spinalen (*a*, *b*) und spinalen

1) Des Weiteren verweise ich auf die in der Folge gemachten Ausführungen über die Seitenrumpfmuskeln.

2) Wie weiter unten (p. 394) ausgeführt werden wird, tritt der vorderste occipitale Nerv nicht immer in wirklichen Plexus-Verband mit den hinteren, sondern gelangt auch direkt, ohne Anastomose, zu seinem Endgebiete.

Wurzeln (1, 2 u. s. f.) wurde bei den untersuchten Thieren folgendermaassen gefunden; ich gebe hierbei die Aufeinanderfolge nicht nach der Anzahl der occipitalen Nerven, welche nach den früheren Darlegungen (p. 359) eine selbstverständliche ist, sondern nach der Anzahl der spinalen Nerven<sup>1)</sup>:

<i>y, z, a, b</i>	<i>Chimaera, Callorhynchus</i> (geringer Antheil von <i>b</i> , Taf. IV Figg. 2, 4, 5), <i>Spinax</i> (Haupttheil von 2, Taf. III Fig. 7).
<i>x, y, z, 1, 2, 3<sup>c</sup></i>	<i>Acanthias</i> .
<i>x, y, z, 1, 2, 3<sup>c</sup></i>	<i>Cestracion</i> .
<i>v, w, x, y, z, 1, 2, 3</i>	<i>Hexanchus, Heptanchus</i> .
<i>w, x, y, z, 1, 2, 3</i>	<i>Hexanchus, Heptanchus</i> (Taf. II Fig. 1).
<i>x, y, z, 1, 2, 3</i>	<i>Cestracion</i> .
<i>y, z, 1, 2, 3</i>	<i>Laemargus</i> (Taf. II Fig. 2).
<i>v, w, x, y, z, 1, 2, 3, 4<sup>c</sup></i>	<i>Hexanchus</i> (1 mal).
<i>w, x, y, z, 1, 2, 3, 4<sup>c</sup></i>	<i>Heptanchus</i> (1 mal).
<i>x, y, z, 1, 2, 3, 4<sup>c</sup></i>	<i>Rhina</i> (Taf. III Fig. 12).
<i>y, z, 1, 2, 3, 4<sup>c</sup></i>	<i>Scymnus Ar</i> (Taf. III Fig. 5), <i>Laemargus</i> (Taf. III Fig. 3).
<i>x, y, z, 1, 2, 3, 4</i>	<i>Scyllium</i> .
<i>y, z, 1, 2, 3, 4</i>	<i>Scymnus Al</i> .
<i>x, y, z, 1, 2, 3, 4, 5<sup>c</sup></i>	<i>Centrophorus</i> (Taf. III Fig. 6), <i>Scyllium</i> (Taf. III Fig. 8).
<i>x, y, z, 1, 2, 3, 4, 5<sup>c</sup></i>	<i>Mustelus</i> (1 mal, Taf. III Fig. 10).
<i>y, z, 1, 2, 3, 4, 5<sup>c</sup></i>	<i>Mustelus</i> (Taf. IV Fig. 1), <i>Galeus</i> .
<i>x, y, z, 1, 2, 3, 4, 5</i>	<i>Scyllium</i> .
<i>y, z, 1, 2, 3, 4, 5</i>	<i>Mustelus</i> .
<i>x, y, z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8<sup>c</sup>(?)</i>	<i>Prionodon</i> (Taf. III Fig. 11).
<i>y, z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8<sup>c</sup>, 9<sup>c</sup></i>	<i>Odontaspis</i> (Taf. III Fig. 9).
<i>z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7<sup>c</sup>, 8<sup>c</sup>, 9<sup>c</sup>, 10<sup>c</sup></i>	<i>Torpedo juv.</i> <sup>2)</sup> .
<i>z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8<sup>c</sup>, 9<sup>c</sup>, 10<sup>c</sup></i>	<i>Rhinobatus</i> .
<i>z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7<sup>c</sup>, 8<sup>c</sup>, 9<sup>c</sup>, 10<sup>c</sup>, 11<sup>c</sup></i>	<i>Torpedo juv.</i> (Taf. II Figg. 3, 4) <sup>2)</sup> .
<i>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9<sup>c</sup>, 10<sup>c</sup>, 11<sup>c</sup></i>	<i>Raja</i> (Taf. II Figg. 5, 6) <sup>2)</sup> .
<i>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8<sup>c</sup>, 9<sup>c</sup>, 10<sup>c</sup>, 11<sup>c</sup>, 12<sup>c</sup></i>	<i>Torpedo</i> <sup>2)</sup> .
<i>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9<sup>c</sup>, 10<sup>c</sup>, 11<sup>c</sup>, 12<sup>c</sup></i>	<i>Raja</i> .
<i>2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10<sup>c</sup>, 11<sup>c</sup>, 12<sup>c</sup></i>	<i>Raja</i> .

1) Mit *v, w, x, y, z* sind in der Tabelle die occipitalen, mit *a, b* die occipito-spinalen, mit 1. 2. 3 . . . . 12 die freien spinalen Nerven bezeichnet. Ein den Zahlen beigefügtes *c* bedeutet, dass lediglich Hautäste (Rr. cutanei) der betreffenden Nerven sich dem Plexus cervicalis beimengen; die Zahlen ohne diese Beifügung drücken aus, dass motorische und sensible Antheile dieser Spinalnerven am Plexus theilnehmen. — In die hier angegebenen Zahlen passen die von ONODI (1886) mitgetheilten, soweit *Hexanchus* (mit 3 Spinalnervenwurzeln), *Scyllium catulus* (mit 5 Sp.) und *Lamna* (mit 8 Sp.) in Frage kommen, ziemlich gut hinein. Dagegen ist die Differenz, einerseits bei *Scyllium canicula*

Aus dieser Zusammenstellung resultirt die geringste Gesamtzahl von Wurzeln (4) bei den Holocephalen, eine mittlere in weiten Extremen (4—11) bei den Haien, die grösste (10—12) bei den untersuchten Rochen. Und zwar finden sich unter den Haien die kleineren Zahlen (4—6) bei den *Spinacidae* (excl. *Centrophorus*) und *Cestraciontidae*, die mittleren (7—9), bei den *Notidanidae* (bei welchen die occipitalen Nerven die spinalen zumeist an Zahl übertreffen oder ihnen höchstens gleichkommen), sowie bei *Centrophorus*, den *Scylliidae*, *Mustelus* und *Galeus*, endlich die grösseren Zahlen (10, 11) bei *Odontaspis* und *Prionodon* (mit beträchtlich überwiegender Betheiligung der Nn. spinales). Die systematische Bedeutung dieser Zahlen ist unverkennbar.

Auf die numerische Betheiligung speziell der occipitalen Nerven am Plexus cervicalis braucht hier nicht wieder eingegangen zu werden; sie fällt zusammen mit den bereits oben (p. 359 f.) gegebenen Darlegungen über die Zahl dieser Nerven überhaupt.

Die numerische Betheiligung speziell der Spinalnerven am Plexus cervicalis ist die geringste (2 occipito-spinale) Nerven bei den Holocephalen, eine mittlere (2—9 Spinalnerven) bei den Haien, die beträchtlichste (9—12 resp. 9—15, s. diese Seite Anm. 2) bei den Rochen, — somit die gleiche Reihenfolge, wie oben hinsichtlich der Gesamtzahlen der Plexuswurzeln mitgetheilt wurde. Unter den Haien wiederum sind die tiefer stehenden Familien der *Notidanidae*, *Spinacidae* (excl. *Centrophorus*) und *Cestraciontidae* durch die geringere (2—4), die höheren der *Scylliidae* e. p., *Lamnidae* und *Carchariidae*, aber auch der tiefer stehende *Centrophorus*, durch die grössere Antheilnahme (5—9) gekennzeichnet, — somit Verhältnisse, die z. Th. den oben für die Gesamtzahl angegebenen entsprechen, zugleich aber eine noch bessere Parallele zu der systematischen Stellung der genannten Familien abgeben als jene.

Es lag nahe, die geringere oder grössere Antheilnahme der gesammten oder wenigstens der spinalen Plexuswurzeln zu der geringeren oder grösseren Entfernung des Schultergürtels vom Kopfe in Zusammenhang, wenn nicht in einen gewissen Causalnexus zu bringen. Zu diesem Zwecke habe ich die zwischen beiden liegenden Myomeren der Seitenrumpfmuskulatur gezählt resp. zu zählen versucht.

An der hier befindlichen Muskulatur, die nicht bloss von Zweigen spinaler, sondern auch von solchen occipitaler Nerven versorgt wird, sind eine dorsale und eine

---

(mit 3 Sp.), andererseits bei *Heptanchus* (mit 5 Sp.), *Acanthias* (mit 5 Sp.) und *Carcharias* (mit 11 Sp.) eine zu erhebliche, als dass sie auf individuelle Variirungen zurückgeführt werden könnte. Ich kann nur annehmen, dass hier ONODI im ersten Falle (*Scyllium canicula*) die hintere resp. die hinteren Wurzeln übersah, in den letzteren (*Heptanchus*, *Acanthias* und *Carcharias*) aber die zum Plexus brachialis gelangenden Zweige nicht gut genug von dem Plexus cervicalis abtrennte.

2) (Zu p. 384 gehörend. Auf den eigentlichen Plexus von *Torpedo* folgen auch einige sensible Wurzeln (11—13 resp. 12—15), welche in grösserer Selbständigkeit, aber doch noch vor dem Brustgürtel verlaufend zur Haut knapp vor oder auf dem Brustgürtel treten. Der entsprechende Sammelast von *Raja* (9—11) verschmilzt schliesslich mit dem Hauptstamme und wurde daher hier dem Plexus cervicalis zugerechnet.

ventrale Abtheilung zu unterscheiden, welche durch den Ramus lateralis nervi vagi<sup>1)</sup> von einander gesondert werden. Die dorsale, sehr mächtige Abtheilung kann man wieder in eine obere dorsale (*d, Md*) und eine untere dorso-laterale (*dl, M. dl*) Zone eintheilen, welche kontinuierlich mit einander zusammenhängen, aber sich darin unterscheiden, dass die erstere (*d, M. d*, Taf. II Fig. 2, Taf. IV Fig. 1) dorsal von dem oberen Ende der Scapula intakt vorbeizieht, die letztere (*dl, M. dl*, Taf. II Fig. 2, Taf. IV Fig. 1) dagegen zu einem grösseren oder geringeren Theile mit ihr in Verband steht<sup>2)</sup>. Die ventrale Abtheilung ist erheblich schwächer als die dorsale, übrigens bei den verschiedenen Selachiern und den Holocephalen von sehr wechselnder Stärke (recht schwach bei *Centrophorus*, *Laemargus*, *Cestracion*, von mittlerer Grösse bei den übrigen Selachiern); sie beginnt stets schmal und sehnig vom Schädel oder direkt hinter ihm und wird nach hinten zu, bis zur Anheftung an die Scapula<sup>3)</sup> successive fleischiger und kräftiger. Sie enthält in sich die Elemente der Mm. levator scapulae, scaleni und intertransversarii ventrales der höheren Wirbelthiere und mag — pars pro toto — M. levator scapulae (*ls, M. ls*, Taf. II Fig. 2) heissen.

Die Zahl der Myomeren der dorsalen Abtheilung — für die dorsale Zone *d* galt das von der dorso-rostralen Spitze resp. Ecke der Scapula ausgehende Septum, für die dorso-laterale Zone *dl* die Scapula selbst als hintere caudale Grenze — wurde bei den daraufhin untersuchten Haien bestimmt für *d* zu:

9. *Spinax*, *Cestracion*,
10. *Laemargus*, *Cestracion*,
11. *Scyllium*,
12. *Mustelus*,
13. *Centrophorus*, *Acanthias*, *Scymnus*,
14. *Centrophorus*,
15. *Rhina*,

1) Derselbe tritt bald ziemlich weit vorn (im Bereiche des 2.—4. Myomers, so bei *Acanthias*, *Scymnus*, *Mustelus*), bald in mittlerer Entfernung vom Schädel (im Bereiche des 5.—7. Myomers bei *Hexanchus*, *Heptanchus*, *Scyllium*), bald noch weiter hinten (im Bereiche des 8.—10. Myomers bei *Hexanchus* individuell, *Rhina*) zwischen die dorsale und ventrale Rumpfmuskulatur ein.

2) Dieser Verband mit dem Schultergürtel, der bei den Holocephalen und Rochen eine grössere Ausdehnung besitzt als bei den Haien, ist bemerkenswerth, weil er den höheren Abtheilungen der Wirbelthiere abgeht, bei denen der Schultergürtel lediglich mit der ventralen, d. h. von ventralen Aesten der Spinalnerven versorgten Muskulatur (mag sie auch sekundär in eine ganz dorsale Lage gekommen sein) zusammenhängt. Ich deute den Zusammenhang der Scapula der Selachier und Holocephalen mit der dorso-lateralen Muskulatur als einen sekundären, mit der sekundären Ausdehnung des Schultergürtels in das dorsale Rumpfmuskelgebiet zu Stande gekommenen, und finde die Causa movens für diese Ausdehnung in der mehr oder minder mächtigen Entfaltung der im Wasser agirenden Brustflosse, die dann natürlich eines kräftigeren und ausgedehnteren Trägers bedurfte. Bei *Cestracion* und namentlich bei den Holocephalen scheint dieser dorsale Verband mit die höchste, übrigens bereits wieder auf dem Wege der Rückbildung begriffene, Entwicklungsstufe erreicht zu haben. In anderer, aber noch weiter fortgeschrittener Richtung gilt dies von dem Schultergürtel der Rochen, der selbst mit der Wirbelsäule in direkten Connex tritt. Aehnliches findet sich bekanntlich auch bei höheren Vertebraten (gewisse Pterosaurier: *Pteranodon*).

3) Diese Anheftung gilt nur hinsichtlich der oberflächlichen Lage des Levator scapulae und kann unter Umständen (z. B. bei *Rhina*) eine so lose sein, dass man kaum von einer Insertion an der Scapula sprechen kann. Der tiefe Theil des Muskels (resp. bei *Rhina* der ganze Muskel) zieht, von der Scapula ununterbrochen, nur bedeckt von ihr, caudalwärts weiter nach hinten.

16. *Galeus*,
17. *Hexanchus*,
18. *Hexanchus*, *Heptanchus*, *Odontaspis*,
19. *Prionodon*,

und für *dl* in meistens damit übereinstimmender, mitunter aber auch um 1 Myomer abweichender Anzahl<sup>1)</sup>.

Die Bestimmung der Myomeren-Zahl für den Levator scapulae (*ls*) unterlag wegen der oft sehr weitgehenden sehnigen Reduktion des vorderen Theiles desselben und wegen der hier meist schräg-longitudinalen Anordnung der Septen grösseren, durch die gewöhnliche Untersuchung erwachsener Thiere oft nicht zu bewältigenden Schwierigkeiten, wollte man nicht den bezüglichen Muskel ganz und gar abtragen und in feine Schnitte zerlegen. Es konnten daher oft das erste und mitunter selbst die beiden ersten Myomeren nicht sicher gezählt und unterschieden werden, waren somit als ganz zweifelhaft in Abzug zu bringen. Des Weiteren ergab die meist<sup>2)</sup> ascendente, d. h. von oben und hinten nach unten und vorn (ventro-rostralwärts) absteigende, Stellung der Scapula auch am hinteren Ende des Muskels nicht selten eine Verminderung um 1—3 Myomeren gegenüber der dorso-lateralen Zone des Seitenrumpfmuskels. Danach wurde die folgende — also nicht allenthalben ganz zuverlässige — Reihe für *ls* gefunden:

- 7— 8. *Cestracion*,
8. *Spinax*, *Laemargus*,
9. *Acanthias*,
10. *Centrophorus*, *Acanthias*, *Scymnus*, *Scyllium*,
11. *Scyllium*, *Mustelus*,
- 12—13. *Galeus*,
15. *Hexanchus*, *Odontaspis*,
16. *Hexanchus*, *Heptanchus*,
17. *Heptanchus*,
- 25—26. *Prionodon*.

Für die Rochen war diese Zählung der Myomeren nicht durchführbar, da dieselben in dem bezüglichen Bereiche zu grosse Umwandlungen eingegangen waren. Dieselben beruhten auf einer sehr beträchtlichen Verminderung, Verschmelzung und Verlagerung der ursprünglichen Myomeren, derart, dass bei *Torpedo* jedwede sicheren Grenzen innerhalb *d* vermisst wurden, bei *dl*, welches daneben weit ventralwärts gewuchert war, aber nur 3 bis 4 gut abgegrenzte, Myomeren vergleichbare, nach ihrer ganzen Bildung jedoch als sekundär zu beurtheilende Bildungen aufgefunden werden konnten, *ls* endlich als ein auf das hintere Drittel der betreffenden Strecken beschränkter einheitlicher Muskel sich darbot. Bei *Raja* waren zahlreichere Myo-

1) Hierbei meist um ein Myomer kleiner in Folge von partieller Reduktion des ersten Myomers; bei *Rhina* um ein Myomer grösser.

2) *Cestracion* und *Rhina* mit transversal stehender Scapula bilden eine Ausnahme.

meren (4—7) in *d* und *dl* ziemlich gut nachweisbar; dieselben waren jedoch mit den sie trennenden Septen in einer longitudinalen Richtung angeordnet, so dass die Erkenntniss, was hierbei als primär, was als sekundär zu beurtheilen, was endlich ausgefallen oder verschmolzen sei, an dem ausgebildeten Thiere nicht ohne Weiteres gewonnen werden konnte. Hier hat die Ontogenie ein Erfolg versprechendes Feld vor sich. Die Zahl der zwischen dem Ende des Schädels und dem vorderen Rande der Scapula entspringenden Spinalnerven betrug bei *Torpedo*, *Rhinobatus* und *Raja* 19—21.

Auch bei den Holocephalen gelang es wegen zu grosser Abweichung von den ursprünglichen Verhältnissen — auch hier zeigten die Myomeren von *d* und *dl* eine der longitudinalen Richtung sich nähernde Schrägstellung — nicht, zu ganz sicheren Ergebnissen zu kommen. Die Zahl der Myomeren wurde hier approximativ zu 3—4 bestimmt; der Levator scapulae bot sich als ziemlich ansehnlicher Muskel in der Länge von 2—3 Myomeren, aber ohne jede septale Scheidung, sondern von durchaus einheitlichem Bau, wie bei den höheren Vertebraten, dar. Offenbar handelt es sich hierbei um sekundäre Verschmelzungsprocesse von einstmals gut gesonderten Myomeren.

Eine Vergleichung der Anzahl der Plexuswurzeln mit der Anzahl der zwischen Schädel und Scapula erstreckten Myomeren des Seitenrumpfmuskels auf Grund der angeführten Beobachtungen führte zu keinen Ergebnissen, die direkt für einen intimeren Causalnexus zwischen beiden Faktoren verwerthet werden könnten. Bei der Mehrzahl der untersuchten Haie erwies sich die Zahl dieser Myomeren um 6—10 grösser als die Zahl der spinalen Plexuswurzeln, resp. um 4—8 grösser als die Gesamtzahl aller Wurzeln des Plexus cervicalis — also schon an sich in recht weitem Spielraume. Bei anderen Haien war diese Differenz noch weit erheblicher: 11 bei *Galeus* und *Rhina*, 13—15 bei den Notidaniden, 22 bei *Prionodon* für die spinalen und 9—11 bei den Notidaniden und *Galeus*, 18 bei *Prionodon* für die sämtlichen (occipitalen und spinalen) Wurzeln des Plexus. Man wird diese Befunde besser zu Gunsten einer zwischen den Myomeren des Seitenrumpfmuskels und den Wurzeln des Plexus cervicalis bestehenden Diskrepanz verwerthen.

Ein gewisses Interesse bietet das Verhalten der Wurzeln des Plexus cervicalis zu denen des Plexus brachialis dar.

Der Plexus brachialis nimmt seinen Anfang mit folgenden spinalen resp. occipito-spinalen Nerven:

- a (= 1). *Chimaera*, *Callorhynchus*.
2. *Spinax* (Spur von 2), *Acanthias* (feiner Faden)<sup>1)</sup>, *Squatina*, *Torpedo* (Spur).

1. Ganz das Gleiche fand auch BRAUS (1892 p. 9—11) bei *Acanthias*.

3. *Hexanchus* (kleiner Theil von 3), *Heptanchus* (kleiner Theil), *Acanthias*, *Scymnus*<sup>1)</sup>, *Laemargus*, *Cestracion*, *Torpedo*, *Rhynchobatus*.
4. *Scyllium*, *Mustelus*.
5. *Prionodon*.
6. *Prionodon*.
7. *Odontaspis*<sup>1)</sup>.

Die Scheidung beider Plexus ist bei frischen und ziemlich frischen Exemplaren, sowie bei jüngeren Thieren leicht durchzuführen, kann aber bei länger oder mässig konservirten Stücken, sowie bei älteren Thieren und namentlich da, wo viele Spinalnerven sich in beide Plexus theilen, recht erheblichen Schwierigkeiten begegnen. Zur Auflockerung und Aufhellung des verbindenden Bindegewebes erwiesen sich die gebräuchlichen verdünnten Lösungen von Essigsäure und namentlich von Ameisensäure oft sehr zweckmässig. Hauptsache aber ist, dass diese Scheidung bei möglichst starker Lupenvergrößerung (ich wandte dazu in der Regel 15—20fache Vergrößerungen an) ausgeführt wird, da man andernfalls stets Gefahr läuft, feine Nervenfaserkomplexe oder einzelne Nervenfasern, welche von dem einen zu dem anderen Plexus laufen, zu zerschneiden resp. zu zerreißen und diese Verletzungen gar nicht zu merken. Eine weitere Kautele beruht darauf, dass man beide Plexus nicht von der Peripherie nach dem Ursprunge zu trennt — eine Art der Technik, die a priori als gegeben erscheint, aber meist erheblichere Verletzungen der Plexuswurzeln zur Folge hat —, sondern dass man alle diese Scheidungen vom Ursprung der Wurzeln aus, ihrem Verlaufe peripherwärts folgend, mit Geduld und Vorsicht vollzieht. Das Gleiche gilt für die Zerlegung jedes Plexus von seinen einzelnen Wurzeln ab bis zu seinen Endverzweigungen.

Wie die mitgetheilten Tabellen zeigen, herrschen hinsichtlich der Aufeinanderfolge beider Plexus erhebliche Variirungen, und zwar ergiebt der Vergleich, dass sich an der gemeinschaftlichen Versorgung beider Plexus betheiligen<sup>1)</sup>:

- Ein Nerv: *Spinax* (N. spinalis 2); *Hexanchus*, *Heptanchus*, *Acanthias*, *Cestracion* (3); *Scyllium* (4).
- Zwei Nerven: *Chimaera*, *Callorhynchus* (a, b); *Acanthias* (2, 3); *Hexanchus*, *Heptanchus*, *Scymnus*, *Laemargus* (3, 4).
- Drei Nerven: *Rhina* (2, 3, 4); *Prionodon* (5, 6, 7 resp. 6, 7, 8?); *Odontaspis* (7, 8, 9).
- Acht Nerven: *Torpedo*, *Rhynchobatus* (3—10).
- Neun Nerven: *Torpedo* (2—10 resp. 3—11); *Raja* (3—11).
- Zehn Nerven: *Raja* (3—12).

1) Ganz das Gleiche fand auch BRAUS (1892, p. 9—11) bei *Scymnus* und *Odontaspis*.

2) Berücksichtigt man von dem Plexus cervicalis nur die motorischen Aeste, so vermindert sich die Zahl der gemeinschaftlichen Nervenwurzeln. Bei *Acanthias e. p.* kommt es dann zu einer directen Aufeinanderfolge der beiden Plexus, ohne dass ein Nerv gemeinschaftlich wäre; in den meisten Fällen sind bei den Haien nur ein Nerv, seltener zwei (*Rhina*, *Prionodon*) oder drei (*Prionodon*) gemeinschaftlich. Bei den Holocephalen participiren zwei, bei den untersuchten Rochen 4—7 Nerven gemeinschaftlich an der motorischen Versorgung beider Geflechte.

Daraus resultirt, dass bei den Haien und Holocephalen nur wenige Nerven (1—3) gemeinschaftlich an der Versorgung beider Plexus participiren, dass hier somit beide Plexus in der Hauptsache aufeinanderfolgen, während bei den Rochen die Zahl der gemeinschaftlichen Nervenwurzeln eine erheblich grössere ist (8—10), somit hier eine ausgedehnte Deckung beider Geflechte statthat; stets decken hierbei die den Plexus brachialis bildenden Antheile in der Hauptsache diejenigen des Plexus cervicalis, erstere bilden somit die mehr dorsale, letztere die mehr ventrale Lage des gemeinschaftlichen Plexus-Abschnittes. Die Holocephalen mit nur zwei gemeinsamen Nerven liegen, wenn man nur die absoluten Wurzelzahlen berücksichtigt, innerhalb der Haie, aber bei der grossen Kürze ihres Plexus cervicalis ist die grössere hintere Hälfte seiner Wurzeln ihm und dem Brustflossengeflecht gemeinschaftlich; man wird ihnen daher — in dieser Hinsicht — eine relative Mittelstellung zwischen Haien und Rochen geben können.

Dieses differente Verhalten coincidirt im Wesentlichen mit dem geringeren oder grösseren Grad in der Ausbildung der vorderen Extremität: Bei den Haien mit mässiger Entwicklung der Brustflosse besteht in der Hauptsache Aufeinanderfolge der beiden Plexus, und ich bin geneigt, in dieser Anordnung den primitiveren Zustand zu erblicken; bei den Holocephalen mit stark nach vorn gerückter Brustflosse vermengt sich im Bereiche der occipito-spinalen Nerven das cervicale und pterygiale Plexusgebiet; bei den Rochen mit ihrer an sich ziemlich weit hinten (caudal) liegenden, aber mächtig nach vorn (rostralwärts) entfalteten Brustflosse hat sich auch der Plexus brachialis in ansehnlichem Grade nach vorn vergrössert, und darum deckt er den wegen der mehr hinteren Lage der Flosse nach hinten ausgedehnten Plexus cervicalis in grosser Ausdehnung<sup>1)</sup>. Auch innerhalb

1) Es ist hier nicht der Ort, diesen Theil der Extremitätenfrage des Genauereren zu behandeln; nur einige Bemerkungen hierüber mögen gegeben werden.

Vorausgeschickt sei, dass ich Anhänger der Extremitätentheorie GEGENBAUR's bin, dass keine der in den letzten Decennien erfolgten Veröffentlichungen mich von der Verkehrtheit dieser Theorie und von der Richtigkeit der von den Gegnern vertretenen Anschauungen überzeugen konnte.

Mit GEGENBAUR leite ich Schultergürtel und vordere Extremität resp. Brustflosse wie Beckengürtel und hintere Extremität resp. Bauchflosse von hinteren Visceralbogen und ihren Radialen ab und finde unter allen bekannten Flossen in der biserialen von *Ceratodus* diejenige Form, welche dem primordialen Archipterygium am nächsten steht. Das, wie die Kiemenradialen, ursprünglich mit seiner Fläche senkrecht gestellte Archipterygium ist successive unter Verlust seiner primordialen cerebralen Muskeln mehr und mehr in den Bereich der spinalen Muskulatur gekommen, die nicht nur seines Gürtels sich bemächtigte — so weit sie nicht schon von Anfang an damit in Verband stand (epibranchiale und hypobranchiale spinale Muskulatur) —, sondern auch unter zahlreichen zunehmenden Aberrationen die freie Extremität (Flosse) mit spinalen Muskelementen versah. Mit diesen Umwandlungsprocessen verband sich naturgemäss eine Wanderung nach hinten, zugleich aber auch eine allmähliche Drehung der freien Extremität, die nun, in Anpassung an ihre neu gewonnenen Funktionen als Ruderorgan, nicht mehr die ursprüngliche senkrechte Lage festhielt, sondern mehr und mehr nach der wagrechten, horizontalen inklinirte. Damit war aber hinwiederum die leichtere Möglichkeit einer Verbreiterung — jetzt nicht mehr in dorso-ventraler, sondern in rostro-caudaler Ausdehnung — gegeben, und diese vollzog sich, je nach den geringeren oder grösseren Aufgaben, welche an die Leistungsfähigkeit der Extremität gestellt wurden, zugleich unter einer geringeren oder grösseren metameren Vermehrung der an sie herantretenden und auf sie übergewanderten Muskeln und der dieselben versorgenden Spinalnerven, d. h. unter einer verschiedengradigen Vergrösserung des Plexus pterygialis.

Anfangs aus nur ganz wenigen Wurzeln bestehend, konnte derselbe noch mit der Erhöhung der Funktionen

der Haie und der Rochen kann man im Grossen und Ganzen — nicht ohne gewisse Ausnahmen — die wechselnde Ausbildung der Brustflosse zu der verschiedengradigen Deckung der Geflechte an ihren gegenseitigen Grenzen in Verband bringen; doch sind die wenigen vorliegenden Untersuchungen zur detaillirten Beweisführung nicht ausreichend.

Die Stärke der einzelnen Wurzeln des Plexus cervicalis ist im Allgemeinen eine von vorn (rostral) nach hinten (caudalwärts) zunehmende; mit der einzigen, schon oben (p. 358) erwähnten Ausnahme von *Hexanchus Dr* (Taf. III Fig. 2), wo *y* etwas kräftiger als *z* war — während die linke Seite normale Verhältnisse darbietet —, gilt das für die occipitalen Wurzeln. Die spinalen Wurzelantheile dagegen nehmen im Allgemeinen caudalwärts ab; der letzte oder die letzten in ihn eintretenden spinalen Nerven, die sich in die Versorgung des Plexus cervicalis und brachialis theilen (p. 389), somit nur zum Theil in den Plexus cervicalis eingehen, schicken dementsprechend zumeist schwächere Antheile in den Plexus cervicalis als die vorhergehenden, ganz in ihm aufgehenden Nerven. Der hierbei zu beobachtende Wechsel ist gross, aber nicht bemerkenswerth genug, um in extenso mitgetheilt zu werden. Sehr instruktiv sind die Rochen mit ihrer über viele Nerven (p. 389) erstreckten gemeinsamen Versorgung beider Plexus: die successive Abnahme der Dicke der cervicalen und die successive Zunahme der Dicke der brachialen Antheile von vorn nach hinten (caudalwärts) ist hier sehr gut zu verfolgen (vergl. auch Taf. IV Figg. 4, 6).

Wie oben (p. 368 ff.) ausgeführt worden, entsprechen die occipitalen Nerven ventralen motorischen Wurzeln der Spinalnerven; nur ausnahmsweise (Notidaniden,

und mit der grösseren Verbreiterung der Extremität zu einem sehr vielwurzeligen Gebilde anwachsen, — er konnte aber auch unter sekundärer Verminderung der Leistungen und unter Verkleinerung der Extremität wieder auf eine geringere Wurzelzahl zurückgehen. Dipnoer, Amphibien und die Vorfahren der Amnioten mögen wohl niemals eine breite Extremität und einen vielwurzeligen Plexus besessen haben; bei den höheren Formen derselben wurde erst nach und nach innerhalb der ihrer Wurzelzahl nach beschränkten Plexusbildungen eine höhere Komplikation der von ihnen versorgten muskulösen Endorgane und damit allerdings eine einseitige Höhe der Entwicklung gewonnen, die in ihrer Art qualitativ alle anderen entsprechenden Einrichtungen übertrifft. Anders bei den als ausgezeichnete Schwimmer und Raubfische bekannten Selachiern; hier wurde — namentlich an der vorderen Extremität — sehr frühzeitig eine Verbreiterung derselben und eine Vermehrung der Wurzeln ihres Plexus erreicht, die in der Regel weit über die bei den zuvor erwähnten Thieren beobachteten Maasse hinausgeht, und unter den Selachiern sind es wiederum die Rochen, welche das höchste Extrem von Flossen-Verbreiterung und Plexuswurzel-Vermehrung darbieten.

Mit allen diesen Veränderungen sind die mannigfaltigsten Variirungen in der Rumpflage der Extremität und in der mehr rostralwärts oder mehr caudalwärts gehenden Vermehrung und Ausdehnung ihrer Plexuswurzeln verbunden. Eine Theilerscheinung dieser nach vorn gehenden Wurzelvermehrung der vorderen Extremität bildet aber die weniger oder mehr ausgedehnte Gemeinsamkeit oder Deckung der Wurzeln des Plexus cervicalis und brachialis. Auch die Holocephalen mit ihrer Vorwärtswanderung der vorderen Extremität zeigen damit im Causalnexus stehende Beziehungen beider Plexus.

Auf alle diese Verschiebungen und Wanderungen mit ihren korrelativen Folgen ist hier indessen nicht weiter einzugehen; ich verweise dieserhalb auf meine früheren Ausführungen (1879 p. 344—355) und auf den obigen Text. Regressive Bildungsgänge und wie bei den Holocephalen rostralwärts erfolgende Wanderungen der vorderen Extremität führten zu den Verhältnissen bei den Ganoiden und Teleostiern, von denen noch später zu sprechen ist.

*Cestracion* individ.) findet sich eine zu  $z^v$  gehörende dorsale sensible Wurzel  $z^d$  von meistens grosser Feinheit, welche durch den Schädel oder das Intercrurale I nach aussen geht. Auch bei dem ersten Spinalnerven (1) tritt der sensible Abtheil  $1^d$  noch gegen den motorischen  $1^v$  zurück: entweder ist hier eine schwache (*Hexanchus*, Taf. I Figg. 1—4, Taf. III Figg. 1, 2; *Heptanchus*, Taf. I Figg. 5, 6; Taf. II Fig. 1: *Cestracion*, Taf. I Fig. 10) oder eine sehr schwache (*Laemargus* individ.; *Prionodon*, Taf. I Fig. 11, Taf. III Fig. 11) sensible Wurzel noch vorhanden, oder sie fehlt vollständig (alle sonst daraufhin untersuchten Haie incl. *Laemargus* individ., Taf. II Fig. 2 und Taf. III, Rochen und Holocephalen). Der zweite Spinalnerv (2) besitzt meist eine sensible Wurzel  $2^d$ , die bei den Haien mit vorhandener  $1^d$  gewöhnlich nur wenig schwächer als  $2^v$ , bei denjenigen mit fehlender  $1^d$  dagegen von recht wechselnder Stärke ist (mässig bei *Mustelus*, Taf. III Fig. 10 und Taf. IV Fig. 1, *Galeus*; schwach bei *Centrophorus* individ., Taf. III Fig. 6, *Spinax*, Taf. III Fig. 7, *Acanthias*, *Scymnus* individ.; *Rhina*, Taf. III Fig. 12; sehr schwach bei *Centrophorus* individ., *Scymnus* individ., Taf. III Fig. 5); ein kompletter Mangel dieser dorsalen Wurzel wurde unter den Haien nur bei *Odontaspis* (Taf. III Fig. 9), aber bei allen untersuchten Rochen (*Torpedo*, Taf. II Fig. 3, 4 und Taf. IV Fig. 8; *Rhinobatus*, Taf. IV Fig. 7; *Raja*, Taf. II Fig. 5, 6) und Holocephalen (*Chimaera*, Taf. I Fig. 15 und Taf. IV Fig. 2, 4, *Callorhynchus*, Taf. IV Fig. 6) beobachtet. Die sensible Wurzel des 3. Spinalnerven (3)  $3^d$  kommt in der Regel der motorischen  $3^v$  an Stärke gleich und ist nur bei einzelnen Selachiern (*Scymnus*, Taf. 3 Fig. 5, *Torpedo*, Taf. 2 Fig. 3, 4, Taf. IV Fig. 8), sowie (?) bei *Callorhynchus* (Taf. IV Fig. 6<sup>1</sup>) schwächer als diese; bei *Odontaspis* (Taf. 3 Fig. 9) und *Chimaera* (Taf. I Fig. 15, Taf. IV, Fig. 2, 4) fehlt sie ganz. Der 4. Spinalnerv (4) ist bei allen untersuchten Selachiern und Holocephalen ein gemischter, meist mit ansehnlicher, z. Th. selbst die motorische übertreffender sensibler Wurzel  $4^d$ ; nur bei *Odontaspis* (Taf. III, Fig. 9), einzelnen Rochen (Taf. II Figg. 5, 6) und den Holocephalen (Taf. I Fig. 15) tritt letztere gegen den motorischen Antheil noch etwas zurück.

Die Verbindung beider Wurzeln erfolgt bekanntlich bei den Haien erst im weiteren peripheren Verlaufe derselben ausserhalb der Wirbelsäule. Hierbei wurden mannigfache Variirungen zwischen den Extremen einer recht späten (Notidaniden Taf. II Fig. 1, Taf. III Fig. 1, 2; Rochen, Taf. II Fig. 3—6, Taf. IV Fig. 7, 8) und einer recht frühen (*Rhina*, Taf. III Fig. 12) Verbindung beobachtet; auch erfolgt die Verbindung an den ersten Nerven mit sehr schwacher sensibler Wurzel meist später als an den hinteren mit gut entwickelten dorsalen Wurzeln; namentlich die Rochen (Taf. II Figg. 3—6, Taf. IV Figg. 7, 8) erwiesen sich hierfür sehr charakteristisch, indem hier die beiden Wurzeln  $3^v$  und  $3^d$  gesondert in den Plexus eintraten und erst bei den folgenden Nerven eine langsam successive zunehmende frühere Vereinigung Platz hatte.

1) Wahrscheinlich handelt es sich hier bei *Callorhynchus* gar nicht um den dritten, sondern wie bei *Chimaera* um den vierten Spinalnerven (vergl. die Ausführungen p. 367).

Auf Grund dieser Beobachtungen ist der Plexus cervicalis als ein überwiegend motorischer, dessen sensible, für die Versorgung der Haut und des Bindegewebes bestimmte Zweige ganz gegen die muskulösen zurücktreten, aufzufassen. Diese Eigenschaft wird auch bei den Rochen auf den ersten Blick sichtbar, indem hier, wie schon oben (p. 390) erwähnt, die dem Plexus brachialis zugehörigen Plexuswurzeln vorwiegend die oberflächliche (dorsale), die für den Plexus cervicalis bestimmten aber mehr die tiefe (ventrale) Lage einnehmen.

Die Plexusbildung (Taf. II Fig. 3—6, Taf. III) vollzieht sich bei den Selachiern in der Regel derart, dass die beiden ersten Wurzeln in ventro-caudalwärts gerichtetem Verlaufe sich zur ersten Ansa verbinden und dass an den auf diese Weise entstandenen, nach hinten verlaufenden Nervenstamm die folgenden Nervenwurzeln in nach hinten und unten gerichteten Bogen successive herangehen und sich an ihn anlegen. So gewinnt der Sammelstamm während seines Verlaufes nach hinten und aussen wachsende Dicke. Die Länge der einzelnen Plexuswurzeln ist dementsprechend ebenfalls eine nach hinten zunehmende. Uebrigens wechselt dieselbe sehr bei den verschiedenen untersuchten Gattungen; zwischen den Extremen sehr langer (*Odontaspis*, Taf. III Fig. 9, danach auch *Galeus*) und sehr kurzer (*Rhina*, Taf. III Fig. 12) Plexuswurzeln finden sich alle möglichen Längen derselben. Nicht minder variiert die Verlaufsrichtung der in das Geflecht eintretenden Wurzeln: sehr steil (d. h. der transversalen Richtung nahekommend) wird sie bei *Prionodon* (Taf. III Fig. 11), sehr schräg (d. h. schräg bis longitudinal) bei *Odontaspis* (Taf. III Fig. 9) gefunden. Abweichend von den Selachiern verhalten sich die Holocephalen (Taf. IV Fig. 4, 6), deren Plexus einen eigentlichen längslaufenden Sammelstamm nicht zeigt, sondern in annähernd transversalem und nur wenig descendentem Verlaufe ventralwärts absteigt; ausser der Kürze des Plexus kommt als kausales Moment hierfür auch die Zusammenziehung der Kiemenregion in Frage.

In der Hauptsache folgt der Verlauf der zu dem Plexus zusammentretenden Wurzeln den durch die einzelnen Myomeren gegebenen Grenzen, doch nicht rein, indem diese Wurzeln während ihres weiteren Verlaufes — also im ventralen Rumpfmuskelgebiete — durch die auf die entsprechenden Myomeren folgenden Bindegewebssepten zum Theil durchtreten und nun partiell auch in den nächsten Myomeren weiter verlaufen; namentlich gilt dies für die hinteren, dem Schultergürtel mehr genäherten Wurzeln. Somit innervieren diese Spinalnerven je zwei Myomeren und jedes Myomer wird auch von je zwei Spinalnerven versorgt<sup>1)</sup>.

1) In den folgenden, der Lage des Schultergürtels entsprechenden und auf denselben folgenden Abschnitten des Rumpfes findet dieser schräge Verlauf der Spinalnerven durch die Myomeren nach den noch nicht veröffentlichten Untersuchungen von Dr. BRAUS, Assistenten an der hiesigen anatomischen Anstalt, in noch erheblicherem Maasse statt, derart, dass jeder Spinalnerv, je nach der untersuchten Art und je nach der Stelle des Rumpfes, 3—6 Myomeren versorgt und dass jedes Myomer von 3—6 Spinalnerven innerviert wird. Bereits in meiner kurzen Veröffentlichung vom vorigen Jahre (1895 p. 131) habe ich diese Frage berührt und auf die das kausale Moment hierfür bildenden metameren Verschiebungen im ganzen ventralen Gebiete des Körpers hingewiesen. Dass hierbei die Wanderung der paarigen Extremitäten das Hauptmoment bildet, brauche ich nicht zu wiederholen.

Von der allgemeinen Regel der frühesten Verbindung der vordersten Nerven kommen Ausnahmen vor. So fand sich bei *Hexanchus Dr* (Taf. III, Fig. 2) an einem auch sonst manche Abweichungen darbietenden Plexus (während *Dl*, Taf. III Fig. 1 normal war) eine frühere Vereinigung von  $x$ ,  $y$  und einem Theil von  $z$  und eine spätere von  $w$  mit  $x + y + z$  (*e. p.*); desgleichen bei *Scymnus* (Taf. III, Fig. 5) eine spätere Vereinigung von  $y$  mit  $z + 1$ , bei *Scyllium* ind. eine solche von  $x + y$  mit  $z + 1$  (Taf. I Fig. 8), bei *Raja* ind. eine solche von 1 mit  $2 + 3 + 4$  (Taf. II Figg. 5, 6). Desgleichen beschreiben und bilden JACKSON and CLARKE bei *Echinorhinus* eine frühere Verbindung von  $y + z + 1$  und eine spätere von  $x$  mit denselben ab. Auch wurden sonstige abweichende Ansenbildungen der ersten Nerven individuell bei *Laemargus* (Taf. III Fig. 3), *Cestracion*, *Prionodon* (Taf. III Fig. 11) und *Rhina* (Taf. III Fig. 12) beobachtet.

Alle diese Vorkommnisse leiten zu den Fällen über, wo überhaupt der erste occipitale Nerv sich nicht oder nur ganz unvollkommen mit den folgenden Nerven zum Plexus verbindet und direkt zu seinem Endorgan (Anfang der dorso-lateralen Rumpfmuskulatur und *M. subspinalis*) geht (vergl. 380). Dies wurde für  $v$  oder  $w$  wiederholt bei *Hexanchus* (Taf. III Figg. 1, 2) und *Heptanchus* (Taf. II Fig. 1), für  $y$  je einmal bei *Laemargus* (Taf. III Fig. 3) und *Mustelus* (wo indessen ein ganz feines Fädchen von  $y$  noch den Verband mit dem Plexus herstellte) gefunden; das Gleiche gilt für  $w$  bei *Echinorhinus* nach JACKSON and CLARKE (1876, p. 97, 98 Taf. VII Fig. 3). Auch die Holocephalen (Taf. IV Figg. 4, 6), bei denen ein Theil des ersten Nerven ( $y$ ) oder Theile der beiden Nerven ( $y$  und  $z$ ) eine besondere von dem Hauptplexus mehr oder minder unabhängige Ansa für die epibranchiale Muskulatur bilden, sind hierher zu rechnen. Die Vergleichung lehrt, dass in allen diesen Fällen nicht eine primitive Selbstständigkeit des ersten resp. der ersten Nerven gegenüber den folgenden, sondern vielmehr eine sekundäre Auslösung aus einem ursprünglichen intimeren Verbande mit denselben vorliegt. Man hat Grund um anzunehmen, dass bei den Vorfahren der Notidaniden nicht nur  $w$ , sondern auch  $v$  an der Plexusbildung innigen Antheil nahm, und es ist danach wahrscheinlich, wenn auch zur Zeit nicht erweisbar, dass diesen noch vorgehende Nerven ( $u$ ,  $t$  etc.) einstmals den Anfang des Plexus bildeten. Selbstverständlich waren die Plexusbildungen in diesem Bereiche nicht etwas von Anfang an Gegebenes, sondern sind erst im Laufe der phylogenetischen Entwicklung, aber wohl in sehr früher Zeit aus ursprünglich unverbundenen Nerven hervorgegangen, in Folge von Verschiebungen dieser Nerven, welches hinwiederum mit der metamerischen Umwandlung der von ihnen versorgten Endgebiete und mit der Ausdehnung und Verlagerung des Visceralapparates im Kausalnexus standen. Doch ist hier nicht der Ort, diese primordialen Vorgänge des Genauereren zu behandeln.

Es erübrigt noch, über die bereits oben (p. 383) erwähnte Kreuzung des Plexus cervico-brachialis mit dem *N. vagus* vor dem Bereiche des Schultergürtels zu sprechen. Beide sind hier bald lockerer, bald inniger mit Bindegewebe verbunden. Bekanntlich wurde diese Anastomose zuerst von JACKSON and CLARKE (1876, p. 99) angegeben, während ONODI (1886, p. 326, 327) diesem Zusammenhange eine speciellere

Aufmerksamkeit schenkte. Ich finde, dass diese Verbindung bei jüngeren Thieren insbesondere auch bei den Notidaniden, den meisten Spinaciden, bei *Scymnus*, den *Carchariidae* und *Rhina* im Ganzen eine ziemlich lockere und leicht zu trennende ist, während sie bei älteren Thieren und im Besonderen bei *Laemargus*, *Cestracion*, *Scyllium* und *Odontaspis* sich als eine intime, selbst auf kleinere Nebenäste ausgedehnte ergibt. So mengten sich z. B. bei *Laemargus* (Taf. III Fig. 4) und *Odontaspis* von dem Vagus (*vg.*) und den Spinalnerven (*Pl. cv.*) stammende Fasern so innig, dass es ohne genauere Sonderung den Anschein hatte, als ob Vaguselemente sich an die coraco-arcuale Muskulatur begäben. Die vorsichtige Behandlung mit den oben (p. 389) angegebenen Kautelen und Reagentien führte jedoch überall zu dem Ergebnisse, dass streng zwischen beiderlei Elementen zu scheiden sei, wobei nur die Abkömmlinge der spinalen Nerven die Mm. coraco-arcuales, die mit ihnen verlaufenden Vagusfasern die diesen Muskeln benachbarten und sich z. Th. in sie einschiebenden Theile des M. constrictor superficialis ventralis versorgten. Eine solche Versorgung des Constrictor gab auch ONODI (1887, p. 327) bei *Scyllium catulus* an, leitete sie aber irrthümlich von Derivaten der Spinalnerven ab. An einen Ersatz der „unteren Vaguswurzeln“, d. h. der ersten Occipitalnerven, durch echte Vaguszweige ist nicht zu denken.

## 6. Aeste des Plexus cervicalis.

Taf. II, III, IV, VI Fig. 4.

Die von dem Plexus cervicalis abgehenden Aeste sind theils motorische, theils sensible; erstere bilden den ganz überwiegenden Antheil.

Die motorischen Aeste vertheilen sich in solche für die Seitenrumpfmuskulatur, für die epibranchialen spinalen (M. subspinalis und Mm. interbasales) und für die hypobranchialen spinalen Muskeln (Mm. coraco-arcuales).

Die Muskeläste für die Seitenrumpfmuskulatur (*Rr. d*, *Rr. dl*, *Rr. lv*; auf den Abbildungen meist weggelassen) sind ziemlich kurze, verschieden dünne Zweige, welche von dem ersten Occipitalnerven beginnend und von allen folgenden Nerven abgegeben, theils zu der dorsalen (*d*) und lateralen Zone (*dl*) des dorsalen Seitenrumpfmuskels<sup>1)</sup> gelangen, theils den M. levator scapulae (*ls*) innerviren. Die zu *d* und *dl* gelangenden Zweige entsprechen in der Hauptsache dorsalen Spinalästen der höheren Wirbelthiere<sup>2)</sup>, die zu *ls* gehenden kann man den kurzen motorischen

1) Hier z. Th. für die am meisten dorsalen Bereiche auch von speciellen dorsalen Aesten der Spinalnerven abgegeben. Diese besonderen dorsalen Aeste sind auf Taf. II Fig. 2 und Taf. IV Fig. 2 ohne Bezeichnung, wenigstens theilweise abgebildet, sonst aber auf den Abbildungen weggelassen.

2) Hinsichtlich dieser Zweige für die dorsale Rumpfmuskulatur weichen die Selachier (und mit ihnen viele niedere Vertebraten) von den höheren Vertebraten insofern ab, als bei ersteren die bezüglichen Zweige theils von besonderen dorsalen Aesten, theils von den ventralwärts ziehenden Stämmen abgehen, bei den höheren Vertebraten aber auf die Rami dorsales concentrirt sind.

Nerven des Plexus cervico-brachialis derselben vergleichen. Namentlich bei den vordersten Nerven (Occipitalnerven) ist der Antheil derselben an der Versorgung der Seitenrumpfmuskulatur ein relativ erheblicher, so dass hier nicht selten nur noch ziemlich kleine Antheile für die epibranchiale und hypobranchiale Muskulatur übrig bleiben.

Die zu den ersten Myomeren des Seitenrumpfmuskels gelangenden Zweige der Occipitalnerven wurden bereits von JACKSON and CLARKE (1876, p. 97, 98) und HOFFMANN (1824, p. 650) richtig angegeben. Die von ihnen versorgte Muskulatur entspricht auch den vorderen Myomeren der „vom Schädel zum Schultergürtel ziehenden Muskeln“ VAN WIJHE'S (1882, p. 42), welche aus dem 7.—9. Myotom des Selachierkopfes hervorgehen. Von Muskeln welche „vom Schädel bis zum Schultergürtel ziehen“, kann man aber eigentlich nicht sprechen, da zwischen den hier in Frage kommenden drei ersten Myotomen und dem Schultergürtel noch eine sehr erhebliche Anzahl von Myotomen liegt, welche von freien Spinalnerven versorgt werden; bei *Scyllium*, welchen VAN WIJHE untersuchte, sind dies 8 Myotome, bei den anderen mir darauf bekannten Selachiern 7—26 (vergl. auch p. 387).

Wie schon oben (p. 393) angegeben, halten bei den Haien die einzelnen Nerven die Myomerengrenzen nicht rein fest, sondern vertheilen sich, namentlich nach dem Schultergürtel zu, in ihrem weiteren, ventralwärts gehenden Verlaufe meist in 2 Myomeren. Dem entsprechend ist im dorsalen Gebiete (*d* und *dl*) die myomere Versorgung eine rein und regelmässig metamer angeordnete, also derart, dass die Zweige eines Spinalnerven sich auf die Innervation des ihm ursprünglich zugehörigen Myomers beschränken; im ventralen Gebiete (ventrale Grenze von *dl*, *ls*) dagegen versorgt jeder Spinalnerv unter Durchbrechung der intermyomeren Septen zwei benachbarte Myomeren, ebenso wie jedes Myomer von den Zweigen zweier auf einander folgender Spinalnerven innervirt wird. Offenbar handelt es sich hierbei um sekundäre Verschiebungen, Umschmelzungen und Umgliederungen der Myomeren, welche in ihrem ursprünglichen Zustande genau den einzelnen Spinalnerven entsprechend versorgt wurden; damit ging die Ausbildung neu angeordneter Septen in Zusammenhang. Der ursprüngliche Zustand ist im dorsalen, von den ventralen Verschiebungen unbeeinflussten Bereiche der Rumpfmuskulatur (*d*, Haupttheil von *dl*) noch genau erhalten, im ventralen (ventraler Bereich von *dl*, *ls*) dagegen in Folge des Verbandes mit dem Schultergürtel zu Gunsten der neuen Anordnungen aufgegeben; die hauptsächlichste Causa movens bildet hierbei, für diesen vordersten Abschnitt des Rumpfes, die Verschiebung der vorderen Extremität<sup>1)</sup>. Bei den Rochen ist die vordere Extremität

1) Wie schon oben erwähnt, haben die (noch nicht veröffentlichten) Untersuchungen von BRAUS für die im Bereiche der Brustflosse und hinter ihr liegenden Myomeren eine noch grössere Komplikation ergeben, indem hier nicht 2, sondern 3—6 Myomeren und Spinalnerven sich im Versorgtwerden und Versorgen gegenseitig vertheilen. Hier haben sich die die Umbildung der ventralen Myomeren bedingenden Momente summirt; mit der Verschiebung der vorderen Extremität verbindet sich diejenige der hinteren, und auch die Verlagerungen der Eingeweide und die Veränderlichkeit der Lage der Analöffnung üben einen, wenn auch indirekten, doch nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die umhüllende Rumpfwandung.

noch weiter nach hinten gewandert resp. gezogen worden als bei den meisten Haicn; dabei sind aber die einzelnen Myomerengrenzen derart verwischt und verlagert, dass nur eingehende ontogenetische Untersuchungen Aufklärung verschaffen könnten. Bei den Holocephalen endlich hat die rückläufige (rostralwärts gehende) Vorwärtswanderung der Extremität<sup>1)</sup> eine neue Komplikation bedingt, die sich in einer beträchtlichen Verminderung der Zahl der übrigens sehr umgestalteten und eigentümlich differenzierten Myomeren ausspricht. Ich habe übrigens alle diese Verhältnisse, über deren ursprüngliche Bedeutung ich mich auch schon oben (p. 385—388, 390) geäußert, nicht genau genug verfolgt, um darüber eingehende und definitive Mittheilungen zu machen; ich unterlasse dieselben auch um so lieber, als über diesen Gegenstand speciellere Untersuchungen von BRAUS und WICKSTRÖM angestellt wurden, deren Veröffentlichung in nicht zu ferner Zeit zu erwarten steht.

Die epibranchiale, spinale Muskulatur, (M. subspinalis, *sbsp.*, und Mm. interbasales, *ib.*) wird von einer Anzahl sehr feiner<sup>2)</sup> Nerven (Taf. II Figg. 1, 2, Taf. III, Taf. IV, *Rr. sbsp.*, *Rr. ib.*) versorgt, welche von der Ventralfläche des Anfanges des Plexus cervicalis resp. direkt von dem ersten, mit dem Plexus nicht verbundenen Occipitalnerven (cf. p. 394) abgehen und medial am Vagusstamm vorbeiziehend an die Dorsalflächen der von ihnen versorgten Muskeln treten, um sich von hier aus im Muskelfleische zu verzweigen.

VETTER (1874, p. 443 und 1878, p. 449) hatte angegeben, dass diese Muskeln — den M. subspinalis von *Chimaera* bezeichnet er als M. protractor arc. branch., die Mm. interbasales als Mm. interarcuales I — von Zweigen des Vagus versorgt würden, und erst DOHRN hob auf Grund ontogenetischer Untersuchung von dem Subspinalis hervor, dass derselbe aus den vordersten sehr rudimentären Urwirbeln (VAN WIJHE's 6. bis 9. Somiten) seinen Ursprung nehme (1885, p. 446) sowie ferner, dass er die vordersten Hypoglossus-Myotome repräsentire, dass aber nicht festzustellen sein werde, ob er nicht auch scinerseits Material der hintersten Vagus-Myotome in sich schliesse (1890 B., p. 350). Ich habe (1895, p. 131—134), auf Grund direkter Präparation, den

1) Die Extensität dieser sekundären Vorwärtswanderung bei den Holocephalen soll man nicht überschätzen. Dass sie, im Kausalnexus zur Zusammendrängung des Kiemenapparates, stattgefunden, ist mir nicht zweifelhaft, aber die alten Vorfahren der lebenden Holocephalen haben eine Brustflosse besessen, welche wahrscheinlich dem Kopfe noch näher stand als bei den jetzt lebenden Selachiern. Man hätte also eine beiden gemeinsame Urform anzunehmen, wo Schultergürtel und Brustflosse eine mässige Entfernung vom Schädel zeigten; von dieser Urform aus entwickelten einerseits die Holocephalen unter mässiger, rückläufiger (rostralwärts gehender) Bewegung, andererseits die Haie und namentlich Rochen unter mehr oder minder weit gehender Fortsetzung der ursprünglichen vom Kopfe sie entfernenden Verschiebung nach hinten (caudalwärts) ihre jetzige Lage. Aehnliches wie für die Holocephalen gilt übrigens auch für die übrigen Anamnier; auch hier darf man sich die rostralwärts gehende rückläufige Wanderung nicht zu gross vorstellen. Ich verweise hinsichtlich dieses Punktes auf eine neuere kurze Bemerkung GEGENBAUR's (1895 p. 19, Anm. 1), der ich zwar bezüglich des Sachlichen nicht ganz folge, deren fruchtbaren und vor Uebertreibungen in dieser Hinsicht warnenden Gedankengang ich aber vollauf anerkenne.

2) Diese Nerven sind vergleichsweise viel feiner als die Vagusäste, welche die Mm. arcuales dorsales (VETTER's Interarcuales II + III) versorgen.

Nachweis geführt, dass sowohl der *M. subspinalis* wie die *Mm. interbasales* (VETTER's Interarcuales I, die somit von dessen cerebralen Interarcuales II, III gänzlich abzutrennen sind) von Zweigen der occipitalen, mitunter auch des ersten spinalen Nerven versorgt werden, und habe diese Muskeln, einer mündlichen Anregung GEGENBAUR's folgend (cf. meine Veröffentlichung von 1895, p. 134, Anm. 1) als epibranchiale spinale Muskeln zusammengefasst.

Diese Zweige durchbohren die starke ventrale Fascie des Seitenrumpfmuskels und treten dann in einfacheren Fällen direkt (*Laemargus*, Taf. II Fig. 2, Taf. III Fig. 3), in komplicirteren unter Plexusbildung (*Heptanchus*, Taf. II Fig. 1) zu den *Mm. subspinalis* und *interbasales*; dieser feine, zierliche Plexus möge zum Unterschiede von dem Hauptplexus den Namen Epibranchialplexus führen.

Die höchste und vollkommenste Entfaltung zeigen sie bei den Notidaniden, wo sowohl der *M. subspinalis* (*sbsp.*) als die *Mm. interbasales* (*ib.*) in zahlreichster und kräftigster Ausbildung vorkommen; doch sind die Nerven (*Rr. sbsp.*, *Rr. ib.*) im Verhältniss zu den von ihnen versorgten Muskeln auffallend fein, vergleichsweise feiner als bei anderen Haien, daher nicht leicht vollständig darzustellen. — Bei *Heptanchus* (Taf. II Fig. 1) fand ich in vier untersuchten Fällen 4, 6 und 8 feine von dem Hauptplexus abgehende Fäden, die sämmtlich vor der von *z* und 1 gebildeten Ansa sich abzweigten; die 2—4 ersten (*Rr. sbsp.*), von *v*, *w*, *x*, *y* abstammend, in einem Falle auch noch durch eine mikroskopische Zugabe von *z* verstärkt, begaben sich zu dem *M. subspinalis* (*sbsp.*), wobei sie in demselben Anastomosen bildeten, die 2—4 letzten (*Rr. ib.*) unter Bildung eines gut entwickelten Epibranchialplexus zu den *Mm. interbasales* 1—5 (*ib*<sup>1</sup>—*ib*<sup>5</sup>), von denen — in einem genauer untersuchten Falle — der erste von *x* und namentlich *y*, der zweite von *y*, der dritte von *y* und *z*, der vierte und fünfte von *z* ihre Fasern bezogen<sup>1)</sup>. — Bei *Hexanchus* (Taf. III Figg. 1, 2) liegen die Verhältnisse ähnlich. Von den hier gefundenen 4—6 Nervenfasern, von denen der letzte noch vor der Ansa der vorderen Nerven mit 2 abging, versorgen die 2—3 ersten, von *v*, *w*, *x* und mit einem mikroskopischen Faden von *y* abstammenden (*Rr. sbsp.*) den *M. subspinalis*, die 2—3 letzten, von *x*, *y* und *z* stammenden (*Rr. ib.*) die *Mm. interbasales* 1—4. — Von den Untersuchungen an anderen Haien gebe ich Folgendes wieder. Meist wurden 3 von dem Hauptplexus selbstständig abgehende Fäden gefunden, seltener 4 (z. B. bei *Mustelus*) oder 2 (einmal bei *Laemargus*, Taf. III Fig. 3; *Rhina*, Taf. III Fig. 12), welche meist vor oder im Bereiche der Ansa *z* + 1, seltener hinter ihr abgehen und gewöhnlich keinen oder nur einen ganz mangelhaften Plexus bilden; irgend welche Regeln hinsichtlich dieser Zahlen lassen sich ebenso wenig wie bei den Notidaniden aufstellen. Der vordere oder die zwei vorderen Fäden (*Rr. sbsp.*), welche bei *Centrophorus* (Taf. III Fig. 6), *Scyllium* (Taf. III Fig. 8), *Mustelus*

1) Nach den sonst nachgewiesenen Fällen von Variirung der Plexuswurzeln mögen die anderen Individuen deren mancherlei Abweichungen im Detail darbieten; doch glaube ich annehmen zu dürfen, dass bei *Heptanchus* der Schwerpunkt der Versorgung des *M. subspinalis* in *v* (wenn vorhanden), *w* und *x*, und derjenige der *Mm. interbasales* in *y* und *z* ruht, während, wie es scheint, 1 keine Nervenfasern dahin abgibt.

indiv., *Prionodon* (Taf. III Fig. 11), *Rhina* (Taf. III Fig. 12) von *x* und *y*, bei *Spinax* (Taf. III Fig. 7), *Acanthias*, *Laemargus* (Taf. III Fig. 3), *Mustelus* indiv. und *Galeus* von *y* resp. *y* und *z* abstammen, gehen zum M. subspinalis, der hintere oder die beiden hinteren (*Rr. ib*), bei *Cestracion* alle drei, welche von *y* und *z* abstammen, wozu sich (*Scyllium*, *Odontaspis*, Taf. III Fig. 9) auch ein sehr feiner Antheil von 1 beigesellen kann, zu den Mm. interbasales, deren *Acanthias*, *Cestracion*, *Odontaspis*, *Mustelus* und *Galeus* 3, *Spinax*, *Centrophorus*, *Laemargus*, *Scyllium*, *Prionodon* und *Rhina* 2 besitzen<sup>1)</sup>. Bei *Rhina* ist der für den M. subspinalis bestimmte Zweig mikroskopisch fein, bei *Cestracion* fehlt er mit der totalen Reduktion des Muskels gänzlich; bei *Scymnus* sind die epibranchialen Muskeln wie ihre Nerven vollkommen zurückgebildet. Das Gleiche gilt von den untersuchten Rochen, bei denen jede Spur eines epibranchialen Muskels oder Nerven vermisst wurde. Die Holocephalen (*Chimaera*, Taf. IV Figg. 2, 4; *Callorhynchus*, Taf. IV Fig. 6) besitzen dagegen eine ausschliesslich oder zum grösseren Theile von *y*, zum kleineren von *z* gebildete epibranchiale Ansa (*R. sbsp.*), welche den sehr ansehnlichen M. subspinalis versorgt; das äusserst feine, für den sehr kleinen, allein vorhandenen M. interbasalis 2 (*ib*<sup>2</sup>) bestimmte Fädchen (*R. ib.*) scheint bei *Chimaera* meist von *z* zu kommen, doch gelang der Nachweis dieses Abganges nicht allenthalben mit vollkommener Sicherheit. Bei *Callorhynchus* sah ich den feinen Faden auf der einen untersuchten Seite von *y* abgehen; ich vermute darin einen individuellen Befund.

Eine Auswahl aus dem Mitgetheilten ergibt in übersichtlicher Zusammenstellung das Folgende<sup>2)</sup>:

Epibranchiale spinale Muskulatur.	Occipitale ( <i>v—z</i> ) und spinale (1) Nervenwurzeln, welche die epibranchiale spinale Muskulatur versorgen.					
	<i>Heptanchus</i>	<i>Hexanchus</i>	<i>Acanthias</i>	<i>Laemargus</i>	<i>Scyllium</i>	<i>Chimaera</i>
Subspinalis . . .	{ <i>v, w, x, y</i> { <i>w, x, y, (z)</i>	{ <i>v, w, x, (y)</i> { <i>w, x, y</i>	<i>y, z</i>	<i>y, z</i>	<i>x, y</i>	<i>y, z</i>
Interbasalis 1 . .	<i>x, y</i>	<i>x, y</i>	<i>y, z</i>	<i>z</i>	<i>y, z</i>	
„ 2 . .	<i>y</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>z</i>	<i>z, (1)</i>	<i>z</i>
„ 3 . .	<i>y, z</i>	<i>y</i>	<i>z</i>			
„ 4 . .	<i>z</i>	<i>y, z</i>				
„ 5 . .	<i>z</i>					

Die epibranchialen spinalen Muskeln werden somit von Zweigen der occipitalen Nerven, deren vorderste sich in der Regel in ihnen und den Anfängen der Seiten-

1) Bei *Laemargus* zeigten die für die Mm. interbasales bestimmten Zweige einen auffallend geschlängelten Verlauf und kurz vor dem Eintritte in ihre Muskeln eine bogenförmige Umbiegung (Taf. II Fig. 2, wo aber nur die Umbiegung, nicht aber der geschlängelte Verlauf wiedergegeben wurde).

2) Die in der Tabelle in Parenthese eingeschlossenen Buchstaben oder Zahlen sollen ausdrücken, dass der von diesen Nerven abgegebene Antheil ein minimaler (mikroskopischer) ist.

rumpfmuskulatur erschöpfen, z. Th. auch von einigen vom ersten Spinalnerven abstammenden Fäden versorgt, und zwar vertheilen sich die vorderen Zweige in dem *M. subspinalis*, die hinteren in den *Mm. interbasales*. Ein direktes Verhältniss in der Zahl dieser Muskeln zu der Zahl der sie versorgenden Nerven oder Nervenwurzeln ist nicht vorhanden; meist wird der *M. subspinalis* von mehreren Nerven innervirt und meist (wenn nicht sekundäre Verkümmierungen vorliegen) ist die Zahl der *Mm. interbasales* grösser als die Zahl der occipitalen Nerven, von denen die motorischen Zweige für diese Muskeln abstammen. Es besteht somit eine bemerkenswerthe Inkongruenz in der Zahl dieser an die Kiemenbogen gebundenen Muskeln und der sie versorgenden Nervenwurzeln oder mit anderen Worten eine Dysmetamerie zwischen den Kiemenbogen und ihrer epibranchialen Muskulatur, die als eine von Anfang an gegebene aufzufassen ist und zeigt, dass das Visceralskelet und diese Muskeln ursprünglich nichts mit einander zu thun hatten.

Der motorische Endtheil des Plexus, d. h. das, was nach Abgabe der Zweige für die Seitenrumpfmuskulatur und die epibranchialen Muskeln, sowie für die Haut übrig bleibt, tritt nach seiner Kreuzung mit dem *N. vagus* in die hypobranchiale, spinale Muskulatur (*Mm. coraco-arcuales* mit den *Mm. coraco-branchiales*, *cbr*; *M. coraco-hyoideus*, *chy*; und *M. coraco-mandibularis*, *cm*) ein und geht, in der Tiefe derselben ventral nach vorn (mandibularwärts) verlaufend, ganz in der Versorgung derselben auf.

Bezüglich der Innervation dieser Muskeln hatte schon STANNIUS (1849, p. 122 und 1853, p. 142) angegeben, dass sie bei den Haien durch die zwei ersten, bei den Rochen von einer grösseren Anzahl von Spinalnerven geschehe; speciell wurden von ihm die vom Korakoid zum Zungenbein und zur Mandibula gehenden Muskeln (VETTER's *Mm. coraco-hyoideus* und *coraco-mandibularis*) und ausserdem bei *Raja* der am Kiefersuspensorium sich befestigende „Sterno-hyoideus“ (in Wirklichkeit der *M. depressor hyomandibularis*) angeführt. Andererseits (1849, p. 89) erwähnt er eine Vertheilung der *Rr. branchiales nervi vagi* an die kleineren Muskeln der Kiemenbogencopulae, worin wohl auch die *Mm. coraco-branchiales* VETTER's einbegriffen sein mögen. Im Allgemeinen richtig an diesen Angaben ist die Innervation der *Mm. coraco-hyoideus* und *coraco-mandibularis* durch Spinalnerven, falsch dagegen die behauptete Versorgung des *M. depressor hyo-mandibularis* durch Spinalnerven und der *Mm. coraco-branchiales* durch den *N. vagus*; der genannte Depressor wird, wie TIESING (1895, p. 102) nachgewiesen, durch den *N. facialis*, die *Coraco-branchiales* wie VETTER (1874, p. 448 f.) gezeigt, durch den Plexus cervicalis versorgt. — BONSDORFF (1853, p. 221) giebt an, dass die „*Mm. sterno-hyoidei* und *sterno-thyreoidei*“ von dem Hypoglossus versorgt würden; bei dem Mangel jeder Beschreibung ist nicht zu entscheiden, was er unter den *Mm. sterno-thyreoidei* versteht (ob *Coraco-branchiales*?). — VETTER (1874, p. 448—453) fasste zuerst die *Mm. coraco-branchiales*, *coraco-hyoideus* und *coraco-mandibularis* auf Grund ihrer gleichmässigen Innervation als ventrale

Längsmuskeln (Mm. coraco-arcuales) zusammen und liess sie sämmtlich von Zweigen des ersten und zweiten Spinalnerven versorgt werden. War auch die letztere Angabe bezüglich der Zahl der Spinalnerven nicht richtig, so war doch die Zusammenfassung der ganzen Gruppe ein bedeutender Fortschritt. — Eine rückläufige Bewegung in der Erkenntniss dieser Muskeln wurde durch VAN WIJHE (1882, p. 16, 42) eingeleitet; derselbe behauptete auf Grund ontogenetischer Untersuchungen, dass nur der M. coraco-hyoideus von Somitenerven (Spinal- resp. Occipitalnerven), dagegen die gesammten Mm. coraco-mandibularis und coraco-branchiales von Vaguszweigen innervirt würden. DOHRN (1884, p. 17, 18) dagegen nahm, ebenfalls auf Grund ontogenetischer Untersuchungen, für die Mm. coraco-branchiales (die er auch einmal als Coraco-arcuales bezeichnet) eine Versorgung durch den N. vagus an, während er, wie es scheint, die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis zum spinalen Systeme rechnet. Aehnlich spricht ONODI (1886, p. 326) nur von einer spinalen Versorgung der Mm. coraco-mandibularis und coraco-hyoideus, schweigt aber über die Innervirung der Mm. coraco-branchiales; ob er letztere durch Vaguszweige — bei *Acanthias* und *Scyllium* werden innige Anastomosen der bezüglichen Spinalnerven mit dem Ramus intestinalis nervi vagi angegeben — versorgen lässt, muss dahin gestellt bleiben. Einen Fortschritt bedeutet aber die durch ihn nachgewiesene Versorgung der beiden erstgenannten Muskeln durch Occipitalnerven und eine grössere Anzahl spinaler Nerven. SCHNEIDER (1890, p. 260) stimmt VAN WIJHE und DOHRN bei; doch ist mir seine Zustimmung nicht recht verständlich, da er, gerade im Gegensatze zu diesen Autoren, betont, dass der Coraco-arcualis nicht gleichen Ursprunges sei wie die Kiemenmuskeln. — SAGEMEHL (1885, p. 102, 108—110; 1885 resp. 1891, p. 535) kehrt wieder, auf Grund eigener Untersuchungen und in specieller Kontroverse gegen DOHRN, zu den Angaben VETTER's bei Haien zurück und beschreibt ausserdem bei den Rochen eine spinale Versorgung der Mm. coraco-mandibularis, coraco-hyoideus, coraco-branchiales und hyomandibularis profundus. Die den zuletzt erwähnten Muskel betreffende Beobachtung ist übrigens irrig; dieser Muskel ist identisch mit dem durch den N. facialis versorgten M. depressor hyo-mandibularis TIESING's. — Ich hatte gleich nach dem Erscheinen der VAN WIJHE'schen Untersuchungen meine grossen Bedenken, ob die von diesem Autor angegebene Trennung der ventralen Längsmuskulatur — und das Gleiche gilt für die von DOHRN gemachte Scheidung — in eine spinale und cerebrale Abtheilung berechtigt sei; diese Muskelmasse macht einen durchaus einheitlichen Eindruck. Zahlreiche und eingehende Untersuchungen an Selachiern und Holocephalen (wie auch an Vertretern der anderen Abtheilungen der Wirbelthiere) haben mir seitdem auf's Sicherste ergeben, dass der Vagus an der gesammten ventralen Längsmuskelgruppe nicht den geringsten Antheil hat; lediglich ein Theil der occipitalen und die spinalen Nerven innerviren die Muskelfasern derselben, während die allerdings mannigfach und mitunter recht innig mit den Spinalnerven verbundenen und vereinzelt auch die ventrale Längsmuskulatur durchsetzenden Vaguszweige nur die in ihrer Nachbarschaft befindlichen Theile des M. constrictor superficialis ventralis, das Bindegewebe und die Haut versorgen. In meiner Abhandlung von 1895, p. 130

und 135, sprach ich mich derartig aus und betonte damit, im theilweisen Anschlusse an VETTER und ONODI, die einheitliche Versorgung der gesammten hypobranchialen spinalen Muskulatur durch Nn. occipitales und Nn. spinales in verschiedener Anzahl.

Diese Angaben kann ich auf Grund weiterer sorgfältig durchgeführter und mehrfach wiederholter Untersuchungen nur bestätigen. Lediglich der aus occipitalen und spinalen Nerven hervorgehende Plexus cervicalis versorgt die hypobranchiale spinale Muskulatur, wie ich GEGENBAUR folgend die Mm. coraco-arcuales VETTER's benenne, während die kleinen Vaguszweige, die sich, z. Th. in innigem Verbande mit den Plexuszweigen, in jene Gegend begeben, an dieser Versorgung keinen Antheil haben; sondern (soweit es sich um motorische Fasern handelt) in den hier befindlichen und die Mm. coraco-branchiales durchkreuzenden (cf. Taf. IV Fig. 1) Bündeln des M. constrictor superficialis ventralis (*csv.*) enden.

In der Regel begiebt sich der motorische Endtheil des Plexus cervicalis (*Pl.cv.*) nach Ablösung von dem zur Flosse bestimmten Theile (Plexus brachialis, *Pl.br.*) und den Hautästen (*Rr.cut.*, siehe unten) als einfacher Stamm zur hypobranchialen Muskulatur; nicht selten (z. B. bei *Heptanchus*, *Laemargus*, Taf. VI Fig. 4; *Cestracion* indiv., *Mustelus* indiv., Taf. IV Fig. 1<sup>1)</sup>, *Torpedo*, *Rhinobatus*<sup>2)</sup>) theilt er sich aber auch früher oder später, vor oder nach dem Eintritt in diese Muskulatur in zwei verschieden starke Aeste, welche durch eine verschieden dicke Muskelmasse von einander getrennt sind. Zuerst tritt der (einfache oder doppelte) Nervenstamm unter den letzten, am meisten dorso-lateral liegenden M. coraco-branchialis (*cbr.*), denselben mit zahlreichen Zweigen von innen her versorgend, und verläuft dann bei den Haien (cf. Taf. IV Fig. 1, Taf. VI Fig. 4) in der Tiefe des lateralen resp. dorso-lateralen Bereiches der metamer gegliederten hypobranchialen Muskelmasse, gerade da, wo von ihrer lateralen Grenze die einzelnen Mm. coraco-branchiales abgehen. Bei den Rochen (Taf. IV Fig. 9) verläuft er ebenfalls lateral, ist aber hier nicht so in die Tiefe eingeschlossen, sondern leichter für die Präparation zugänglich. Auf diesem ganzen Wege giebt er laterale resp. latero-dorsale und mediale resp. medio-ventrale Zweige ab. Erstere (*Rr.cbr.*) wenden sich zu den Mm. coraco-branchiales (*cbr.*), wobei sie meist zwischen je zwei auf einander folgenden verlaufen und von da aus mit zahlreichen Fäden in den hinteren Rand der vorderen und den vorderen Rand der hinteren eintreten. Letztere versorgen die hypobranchiale Hauptmasse und geben dabei auch, als am meisten nach vorn gehende Zweige, die gewöhnlich ziemlich kräftigen Rr. coraco-hyoidei (*Rr.chy.*) und den etwas schwächeren R. coraco-mandibularis (*R.cm.*) ab; bei *Rhina* fehlt der letztere. Doch sind diese beiden Zweige, von denen der R. coraco-mandibularis der Mittellinie am nächsten verläuft und selbst mit dem der Gegenseite in Berührung kommen kann (namentlich bei *Scymnus*), keineswegs allein für die gleichnamigen Muskeln bestimmt, sondern senden während ihres Verlaufes auch zahlreiche Zweige zu den hinteren Myomeren. Auf diesem Wege binden

1) Hier, bei *Mustelus*, treten beide Aeste wieder zu einem Stamm zusammen.

2) Bei *Rhinobatus* gleich von dem gemeinsamen Plexus cervico-brachialis separat und entfernt abgehend.

sich die Nerven nicht an die Myomergrenzen, sondern durchbrechen rücksichtslos die zwischen ihnen befindlichen Septen, um nicht nur das zuerst berührte Myomer, sondern auch eine wechselnde Anzahl nach vorn (rostral) auf dieses folgender Myomeren zu innervieren.

Die sorgfältige und vorsichtige Spaltung der in die hypobranchiale Muskulatur eintretenden Nerven ergibt, dass die hinteren (caudalen) Theile derselben, insbesondere die Mm. coraco-branchiales (*cbr.*) von mehr hinteren (caudalen), die mehr vorderen Abschnitte derselben, insbesondere auch die Mm. coraco-hyoideus (*chy*) und coraco-mandibularis (*cm.*) von mehr vorderen (rostralen) Nervenwurzeln des Plexus versorgt werden, aber sie lässt zugleich erkennen, dass auch hier, wie bei den epibranchialen Muskeln, kein genaues arithmetisches Verhältniss zwischen Myomeren und den sie versorgenden Nervenwurzeln besteht. So wurde beispielsweise gefunden:

Hypobranchiale spinale Muskulatur.	Spinale (5—1) und occipitale ( <i>z</i> — <i>x</i> ) Nervenwurzeln, von denen die motorischen Zweige abstammen, welche die hypobranchiale spinale Muskulatur innerviren.			
	<i>Heptanchus</i>	<i>Hexanchus</i>	<i>Scyllium</i> <sup>1)</sup>	<i>Mustelus</i>
Coraco-branchialis 7	3			
„ „ 6	2, 3	3		
„ „ 5	2, 3	2, 3	4, 5	3, 4
„ „ 4	2	2	4	3
„ „ 3	1, 2	1, 2	3	2, 3
„ „ 2	1	1, 2	2, 3	2
„ „ 1	<i>z</i> , 1	<i>z</i> , 1	1, 2	1, 2
Coraco-hyoideus . .	<i>y</i> , <i>z</i> , 1	<i>y</i> , <i>z</i> , 1, 2	<i>z</i> , 1, 2	<i>z</i> , 1, 2
Coraco-mandibularis	<i>y</i> , <i>z</i>	<i>x</i> ?, <i>y</i> , <i>z</i> , 1	<i>y</i> , <i>z</i> , 1	<i>z</i> , 1

Ueber den Grad dieser Dysmetamerie zwischen der Anzahl der den hypobranchialen Endtheil des Plerus cervicalis zusammensetzenden Nervenwurzeln und

1) Die hier bezüglich *Scyllium* mitgetheilte Betheiligung der occipitalen Nervenwurzeln an der Innervation der hypobranchialen spinalen Muskulatur entspricht nicht vollkommen den Angaben VAN WIJHE's (1882 p. 15. 16). VAN WIJHE lässt bei *Scyllium* nur das letzte Kopfmyotom (welches von *z* versorgt wird) sich an dem Aufbau des M. coraco-hyoideus betheiligen, spricht aber bei dem vorletzten (von *y* innervirten) von keiner ventralwärts (in das hypobranchiale Gebiet) gehenden Verlängerung. Dies stimmt allerdings ganz genau mit der auch hier von mir mitgetheilten Versorgung des M. coraco-hyoideus (durch *z*, 1, 2). Da aber hier nicht nur dieser Muskel, sondern das ganze hypobranchiale Muskelgebiet (dessen Beziehungen zum spino-occipitalen Systeme allerdings hinsichtlich seines grösseren Theiles — Mm. coraco-mandibularis und coraco-branchiales — von VAN WIJHE mit Unrecht abgeleugnet werden) in Frage kommt, so gilt hierfür auf Grund der genaueren Untersuchung eine occipitale Betheiligung von *y* und *z* und nicht bloss — wie VAN WIJHE angiebt — von *z*.

der Anzahl der Myomeren, aus denen die hypobranchiale Muskelmasse sich aufbaut<sup>1)</sup>, kann des Weiteren folgende Tabelle orientiren<sup>2)</sup>.

Zahl und Reihenfolge der occipitalen und spinalen Nervenwurzeln, welche die hypobranch. spin. Muskeln innerviren.	Zahl der hypobranchialen spinalen Myomeren.	Untersuchte Thiere.
3	z, a, b	2
3—4	y?, z, 1, 2	5
4	y, z, a, b	2
4	z, 1, 2, 3	5
5	y, z, 1, 2, 3	2
5	y, z, 1, 2, 3	6—7
5	y, z, 1, 2, 3	8—9
5	z, 1, 2, 3, 4	5
5	z, 1, 2, 3, 4	7—8
5—6	x?, y, z, 1, 2, 3	8—9
5—6	x?, y, z, 1, 2, 3	9
5—6	y?, z, 1, 2, 3, 4	7
6	y, z, 1, 2, 3, 4	7
7	y, z, 1, 2, 3, 4, 5	7
7	z, 1, 2, 3, 4, 5, 6	3
7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	3
8	z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	8
8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	3—4
8	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	3—4
8—9	y?, z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	13
9	z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	3

Dieselbe ergibt bei den Holocephalen und einigen Haien (*Laemargus*, *Mustelus*, *Scyllium*, *Odontaspis*) eine genaue oder annähernde Uebereinstimmung der Nervenwurzeln und Myomeren-Zahlen; bei der grossen Mehrzahl der untersuchten Thiere dagegen ist die Diskrepanz eine mehr oder minder bedeutende, wobei bald die Myomeren (namentlich bei *Cestracion* und den Rochen), bald die Nervenwurzeln

1) Zur Bestimmung dieser Anzahl wurden die Myomeren gezählt, aus denen der hintere Hauptstock der hypobranchialen Muskelmasse (welcher den Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis Ausgang giebt) sich zusammensetzt und durch das eine, meist beträchtlich verlängerte, Myomer des die vordere Fortsetzung des hinteren Hauptstockes bildenden M. coraco-hyoideus vermehrt.

2) Da wo doppelte Zahlen der Nerven und die betreffenden Occipitalnerven mit ? angegeben sind, gelang es bei dem, auf dem sehr langen Wege vom Occiput bis zum ventralen Ende der hypobranchialen Muskulatur sich erstreckenden, Nervenverläufe nicht mit Sicherheit, die — minimalen — Antheile der betreffenden occipitalen Nerven an der Versorgung des M. coraco-mandibularis ganz sicher nachzuweisen.

3) Durch den Verband der hypobranchialen Muskulatur mit dem M. depressor rostri (*dr*) kommt ausser dem ächten, hinteren Myomeren-Septum noch eine andere partielle Inscriptio tendinea zu Stande, welche somit keine primäre Bedeutung besitzt (Taf. IV Fig. 3). In Wirklichkeit existiren nur zwei, durch das hintere Septum getrennte Myomeren.

(namentlich bei den Notidaniden, *Prionodon*, *Rhina*) die Minorität bilden; den Uebereinstimmungen ist demnach kein Werth beizumessen. Das Alles zeigt, dass auch in diesem ventralen Gebiete ganz erhebliche Verschiebungen, Auflösungen und Neubildungen der ursprünglichen Myomerensepten erfolgt sein müssen, und man wird kaum fehlgehen, wenn man als einen der wesentlichsten Faktoren dafür wieder die Wanderung der vorderen Extremität annimmt. Jedenfalls sind die vorliegenden Myomeren nicht als primordiale zu beurtheilen, und ebenso wenig wie bei der epibranchialen besteht bei der hypobranchialen Muskulatur eine Kongruenz ihrer Myomeren mit der Zahl der Visceralbögen.

Die sehr gegen den motorischen Antheil zurücktretenden sensibeln Zweige des Plexus cervicalis (*Rr. cut.*, Taf. III, IV, VI Fig. 4) gehören entsprechend dem Mangel sensibler Elemente an den vorderen (rostralen) Plexuswurzeln dem hinteren (caudalen) Abschnitte des Plexus an. Sie lösen sich in Ein- oder Zweizahl, seltener in Mehrzahl an der Grenze des Plexus cervicalis und Pl. brachialis, gewöhnlich während oder nach der Kreuzung mit dem N. vagus, ab und verlaufen hinter (caudal von) dem hypobranchialen Hauptstamm, wie dieser und parallel mit ihm zwischen letztem Visceralbogen und Schultergürtel in ventro-rostraler Richtung theils über, theils und hauptsächlich unter dem letzten M. coraco-branchialis. Während aber der motorische Hauptstamm in der Tiefe der hypobranchialen Muskulatur verbleibt, treten auch die von dem letzten M. coraco-branchialis zuerst bedeckten sensibeln Zweige an die Oberfläche und verzweigen sich in dem vor dem Schultergürtel liegenden ventralen Bereiche der Haut (Taf. III, IV Figg. 1, 2, Taf. VI Fig. 4).

In der Einzahl, aber danach in mehrere Zweige zerfallend, fand ich diese sensibeln Aeste bei *Heptanchus*, *Spinax*, *Cestracion*, *Prionodon*, *Torpedo* (Taf. IV Fig. 9), zweiwurzellig (die vordere Wurzel von dem Hauptstamm des Plexus cervicalis, die hintere von der ersten Wurzel des Pl. brachialis sich ablösend) bei *Centrophorus* (Taf. III Fig. 6), *Mustelus* indiv., *Rhina* (Taf. III Fig. 12), dreiwurzellig bei *Odontaspis* (Taf. III Fig. 9), in der Zweizahl (bald von dem Plexus cervicalis und dem Pl. brachialis, bald nur von letzterem sich ablösend) bei *Scymnus* (Taf. III Fig. 5), *Laemargus* (Taf. VI Fig. 4), *Scyllium* indiv., *Mustelus* indiv. (Taf. IV Fig. 1) und *Galeus*. Mit diesen Angaben ist der zu beobachtende Wechsel lange nicht erschöpft, doch besitzen die bestehenden Variirungen keine tiefere Bedeutung.

In selteneren Fällen können feinere sensible Aeste (*Rr. cut.*) auch vor der Kreuzung mit dem Vagus abgehen (z. B. bei *Heptanchus*, Taf. II Fig. 1; *Laemargus*, Taf. II Fig. 2); selbst dem epibranchialen Plexus sind sie nicht fremd (*Heptanchus*, Taf. II Fig. 1) und entstammen hier der sensibeln Wurzel von *z.*

Wie schon oben (pag. 368, 369) angegeben, fasse ich das auffallende Zurücktreten der sensibeln Elemente in dem Plexus cervicalis als eine sekundäre Erscheinung auf, die mit der hohen Entfaltung der sensibeln *Rr. laterales*

nervi vagi zusammenhängt. In dem Maasse, als diese sich mehr und mehr ausbreiteten und ihr Gebiet vergrösserten, wurden die ursprünglichen, spinalen, sensibeln Bezirke mehr und mehr von ihnen unterdrückt und verfielen nach und nach einem Reduktionsprocesse, der successive von vorn nach hinten in verschiedenem Grade — bei den höheren Abtheilungen meist weiter als bei der tieferen — sich ausdehnte (vergl. insbesondere auch die Zusammenstellungen über die Existenz der sensibeln Wurzeln bei den Spinalnerven (pag. 392).

### 7. Epibranchiale spinale Muskulatur.

(M. subspinalis und Mm. interbasales).

Taf. II Figg. 1, 2, Taf. IV Figg. 1, 2, Taf. V.

Die erste Kenntniss der Mm. subspinalis und interbasales verdanken wir VETTER, der den M. subspinalis bei *Acanthias* (1874 pag. 444) und *Chimaera* (1878 pagg. 449 und 462) und die Mm. interbasales (von ihm Mm. interarcuales I genannt, 1874 pag. 441 f.), bei *Heptanchus* und *Acanthias* an sich richtig beschrieb, auch den Mangel der Interarcuales I bei *Scymnus* richtig erkannte, aber darin irrte, dass er Subspinalis wie Interarcuales I durch den Vagus versorgen liess und letztere mit den (wirklich von Vagus und Glossopharyngeus innervirten, den Interbasales aber ganz heterogenen) Interarcuales II und III zusammenwarf. Weiteres und Richtigeres theilt DOHRN über den M. subspinalis mit; derselbe sei etwa wie die Mm. coracohyoideus und coraco-mandibularis vielleicht nach vorn gewandert (1884 pag. 17), er nehme aus den vordersten, sehr rudimentären Urwirbeln (VAN WILHE's 6.—9. Myotome) seinen Ursprung (1885 pag. 446), oralwärts vor ihm werde keine Urwirbelmuskulatur am Kopfe gefunden (1885 pag. 465), er repräsentire die vordersten Hypoglossus-Myotome, es werde aber nicht festzustellen sein, ob er nicht auch seinerseits Material der hintersten Vagus-Myotome in sich schliesse (1890 B. pag. 355). Der Mm. interbasales thut er keine Erwähnung. Ich fand dann (1895 pagg. 132—134), dass sowohl der M. subspinalis wie die Mm. interarcuales I VETTER's in übereinstimmender Weise von Zweigen der Occipital- und Spinalnerven versorgt würden, trennte darauf hin die Letzteren unter dem Namen Mm. interbasales von den vom Glossopharyngeus und Vagus versorgten und auch sonst recht abweichende Verhältnisse darbietenden Mm. interarcuales II und III VETTER's (für die ich die Namen Mm. arcuales dorsales wählte) ab und vereinigte M. subspinalis und Mm. interbasales nach GEGENBAUR's Vorschlage zu der epibranchialen spinalen Muskulatur.

Die metamerische Zusammengehörigkeit des Subspinalis und der Interbasales dürfte meines Erachtens nicht zu bezweifeln sein; über die übereinstimmende Art

ihrer Innervation durch epibranchiale Nervenzweige resp. den epibranchialen Nebenplexus habe ich mich bereits geäußert (pag. 398 f.). In der Folge soll Einiges über die speciellere Anordnung und Struktur dieser Muskeln mitgeteilt werden.

### I. M. subspinalis.

Taf. II Figg. 1, 2, Taf. IV Figg. 1, 2, 4, 6, Taf. V; *sbsp.*

Der M. subspinalis (*sbsp.*) stellt einen von der Ventralfläche des hinteren Theiles des Craniums (*Cra.*) und des Anfanges des Rumpfes (Seitentheil der Wirbel, ventrale Fascie der Seitenrumpfmuskulatur) entspringenden und entweder in das ventrale Längsband der Wirbelsäule (*Lg. vb. c.*) übergehenden oder an den Basalia des ersten resp. der zwei ersten Kiemenbogen (*Br. 1* und *Br. 2*) endenden Muskel dar, welcher somit der Ventralfläche des Craniums und des Rumpfanfanges dicht anliegt und von occipitalen Zweigen versorgt wird. Er ist also ein hypaxonischer und zugleich epibranchialer spinaler Muskel.

Nach seinem Bau kann man unterscheiden zwischen dem M. subspinalis der Notidaniden, der übrigen pentanchen Haie und der Holocephalen. Den untersuchten Rochen fehlt er.

#### 1. Notidanidae.

Taf. II Fig. 1, Taf. V Figg. 1, 2; *sbsp. a* und *sbsp. b*.

Der M. subspinalis der Notidaniden *Heptanchus* und *Hexanchus* stellt sich den gleichnamigen Gebilden aller anderen untersuchten Selachier und Holocephalen dadurch gegenüber, dass er unter Verbindung mit dem der Gegenseite in der Hauptmasse oder ausschliesslich einen unpaaren, aus mehrfachen Myomeren undeutlich zusammengesetzten Muskel bildet, der mit dem Basale des 1. Kiemenbogens in keiner direkten Verbindung steht, sondern ventral an demselben vorbeiziehend an dem Rumpfskelet resp. dem ventralen Bandapparat desselben (Lig. vertebrale longitudinale ventrale, *Lg. vb. c.*) endet (*sbsp. a.*); nur ein kleiner dorsaler, durch die erste Epibranchialarterie (*A. epibr. 1*) von der Hauptmasse abgetrennter Theil inserirt an dem Basale 1 (*sbsp. b.*).

Bei *Heptanchus* (Taf. II Fig. 1, Taf. V Fig. 1, *sbsp. a.*) repräsentirt er einen kräftigen und dicken unpaaren Muskel von mässiger Breite, welcher in der Länge von  $3\frac{1}{2}$ —4 Wirbeln von der ventralen Fläche der Schädelbasis entspringt. Mit seinem vorderen Ende ragt er bis zum Niveau der Austrittsstelle des Nervus facialis oder selbst noch ein wenig weiter vor, mit seinem lateralen Rande und seiner dorsalen Fläche verbindet er sich sehnig mit dem dorso-lateralen Rumpfmuskel (*dl, M. dl*), der bald ebenso weit vorn wie er (Taf. V Fig. 1), bald noch etwas weiter vorn (Taf. II Fig. 1) von dem Cranium Ausgang nimmt. Der im Inneren stark fleischige,

an der Aussenfläche aber vorn und hinten sehnige Muskel (Taf. V Fig. 1) verschmälert sich während seines Verlaufes nach hinten und geht vor den durch ein kräftiges Band fast symphytisch mit einander verbundenen Basalia des 1. Kiemenbogens in eine schlanke, aber kräftige Sehne über, welche ventral von der genannten Symphyse vorbeizieht und sich dann in das Lig. vertebrale commune ventrale (*Lg. vb. c.*) einwebt. Die durch die Arteria epibranchialis I (*A. epbr. I*) von ihm abgetheilte, viel kleinere, dorsolateral von der Hauptmasse gelegene Partie (*sbsp. b*) geht schliesslich entweder ganz (1 mal) oder zum grösseren Theile (3 mal) in die Hauptsehne über; nur ein ganz kleines, unter 4 Fällen 1 mal vermisstes, Muskelfascikel endet an dem Basale 1. — Bei *Hexanchus* (Taf. V Fig. 2) ist der Muskel (*sbsp. a*) viel mehr in die Breite ausgedehnt, aber nicht von der gleichen Dicke wie bei *Heptanchus*; auch ist er in der Ursprungshälfte, die übrigens wie bei *Heptanchus* in der Längenausdehnung von etwa 4 Wirbeln von der Schädelbasis entspringt, von dem der Gegenseite etwas getrennt und erst in der Mitte seines Verlaufes mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel verbunden. Ferner gewinnt in der Insertionshälfte das sehnige Gewebe zunehmend die Oberhand — alles Zeichen einer weiter vorgeschrittenen Degeneration im Vergleiche mit *Heptanchus* —, um schliesslich unter bedeutender Konvergenz der Fasern in eine kräftige Sehnenausbreitung (Aponeurose) überzugehen, die wie bei *Heptanchus*, aber in grösserer Breite als dort entwickelt, über die syndesmotisch verbundenen medialen Enden des rechten und linken Basale hinwegzieht und in das Lig. vertebrale commune ventrale (*Lg. vb. c.*) übergeht; doch entwickelt sich aus der Dorsalfläche dieser Aponeurose ein tieferes, unpaares, schlankes Sehnenfascikel, welches direkt an der genannten Syndesmose der Basalia inserirt. Abgetrennt von der Art. epibranchialis I. beginnt die tiefere dorso-laterale Partie des Muskels (*sbsp. b.*), rechts und links vollkommen von einander getrennt, von dem letzten Ende des Craniums und des lateralen Randes des 1. Wirbelkörpers und inserirt an dem medialen Ende des rechten und linken Basale I. Diese bei *Heptanchus* nur sehr schwach entwickelte Partie zeigt hier somit eine relativ bessere Entfaltung, tritt aber gegen die Hauptmasse noch sehr an Stärke zurück.

*Hexanchus* lässt damit eine weiter fortgeschrittene Tendenz zur Ausbildung des bei den pentanchen Haien zu ausschliesslicher Entfaltung gebrachten Partie *b* des M. subspinalis erkennen. Allein der paarige Ursprung des *sbsp. a* scheint ihm eine primitivere Stellung als *Heptanchus* zuzuweisen; doch kann diese Sonderung auch erst sekundär in Folge der Dickenabnahme des Muskels gegenüber *Heptanchus* erfolgt sein. Beide Notidaniden zeigen eine metamere Struktur des M. subspinalis, die aber nur auf Durchschnitten und nicht gerade deutlich erkannt wird; es wurden 3—5 ungleich entwickelte und durch sehr schräg gestellte Septen unvollkommen von einander gesonderte Myomeren aufgefunden.

Innervirt von 2—4 feinen Rami subspinales (*Rr. sbsp.*), welche den 3—4 ersten Occipitalnerven (*v, w, x, y* oder *w, x, y*, einmal bei *Heptanchus* auch einem freien Fädchen von *z*) entstammen. Dieselben treten am Lateralsaum der Dorsalfläche in den Muskel (*sbsp. a*) ein und verzweigen sich hier entsprechend den Myomeren des-

selben mit vielen feinen Zweigen. Der M. subspinalis *b* wird in der Regel von dem letzten Ramus subspinalis, der zum Haupttheile von *y* kommt, versorgt.

## 2. Pentanche Haie.

Taf. II Fig. 2, Taf. III Fig. 3, Taf. IV Fig. 1, Taf. V Figg. 3—8; *sbsp.*.

Bei allen anderen untersuchten Haien zeigt der M. subspinalis, wenn vorhanden, allenthalben eine lediglich auf das Kiemenskelet konzentrierte Insertion und zugleich eine Lage dorsal von der ersten Epibranchialarterie; er ist somit lediglich von der tieferen, dorsolateralen Partie bei den Notidaniden (*sbsp. b*) unter höherer Ausbildung derselben ableitbar, während die Hauptmasse der Notidaniden (*sbsp. a*) vollkommen in Rückbildung getreten ist; die Lage der Epibranchialarterie macht es zugleich ganz unwahrscheinlich, dass Theile von *sbsp. a* unter Lösung der alten Verbindungen mit dem Lig. vertebrale commune ventrale und unter Bildung von neuen aberrativen Verbänden mit den Basalien der Kiemenbogen erhalten geblieben sind. Dementsprechend ist der Muskel bei allen untersuchten pentanchen Haien in durchweg paariger Anordnung vorhanden, und zwar sind beide Muskeln im grösseren Theile ihres Verlaufs meist durch einen mehr oder minder breiten Zwischenraum von einander getrennt, seltener (*Scyllium* Taf. V Fig. 5, namentlich aber *Prionodon*) einander genähert.

Die Grössenentwicklung schwankt bei den untersuchten Haien erheblich: bei *Laemargus* (Taf. V Fig. 4) ist der Muskel nicht breit, aber dick und fleischig, bei *Scyllium* (Taf. V Fig. 5) breit aber mässig dick, bei *Acanthias* (Taf. V Fig. 3) und *Galeus* in Breite und Dicke von mittlerer Entwicklung, bei *Spinax* schmaler aber dicker als bei *Acanthias*, bei *Mustelus* ähnlich *Galeus*, aber schwächer, bei *Centrophorus*, *Odontaspis* (Taf. V Fig. 6) und *Prionodon* ziemlich schmal und dünn, bei *Rhina* (Taf. V Fig. 7) zu einem ganz schmalen, unbedeutenden Muskelbande reducirt, bei *Scymnus* (Taf. V Fig. 8) und *Cestracion* endlich völlig rückgebildet; bei *Scymnus* fehlen zugleich die Mm. interbasales, bei *Cestracion* sind dieselben, wenn auch in mässigen Dimensionen, wohl ausgebildet. *Scymnus* tritt durch dieses Verhalten in bemerkenswerthen Gegensatz zu dem nahe verwandten *Laemargus*<sup>1)</sup>.

Nicht minder wechselt der Ursprung. Er beginnt bei *Galeus* von dem Ende der Schädelbasis und der Ventralfascie der dorso-lateralen Rumpfmuskulatur im Bereiche der 3—4 ersten Wirbel, sowie von den lateralen Theilen dieser selbst, soweit sie nicht von Muskeln bedeckt sind, bei *Centrophorus*, *Acanthias* (Taf. V Fig. 3), *Scyllium* (Taf. V Fig. 5) und *Mustelus* von der Rumpfmuskulatur und dem lateralen Bereiche

1) Diese Differenz, sowie eine weiter unten noch zu erwähnende, betreffend das Verhalten der Mm. coracobrachiales, ist jedenfalls erheblich genug, um die Gattung *Laemargus* von der Gattung *Scymnus* zu separiren. Ob sie aber das Recht gebe, beide Genera als Repräsentanten besonderer Familien zu betrachten, wie TURNER (1873 p. 84) z. Th. auf Grund später widerlegter Beobachtungen will, möchte ich bezweifeln.

der beiden ersten Wirbel, wobei der grösste Theil des Muskels vom ersten Wirbel resp. der hier befindlichen dorso-lateralen Rumpfmuskulatur entspringt, bei *Laemargus* (Taf. V Fig. 4) vom Ende des Schädels und dem Anfang des ersten Wirbels, bei *Spinax* und *Rhina* (Taf. V Fig. 7) allein vom Schädelende, bei *Prionodon* von der Rumpfmuskulatur und dem lateralen Bereiche der Wirbelsäule in der Höhe des 2.—5. Wirbels, bei *Odontaspis* (Taf. V Fig. 6) sehr weit vom Schädel entfernt von der ventralen Rumpfmuskelfascie in der Höhe des 5. und 6. Wirbels und ein wenig von der hinteren lateralen Ecke des 4. Wirbels selbst. Der Schädelursprung beschränkt sich allenthalben, sehr im Gegensatze zu den Notidaniden, auf den hinteren basalen Rand der Occipitalregion, mehr oder minder weit von der Mittellinie entfernt (Taf. V Figg. 3—7). Wie schon erwähnt, beginnt der Muskel bei *Scyllium* (Taf. V Fig. 5) mit zwei Köpfen, einem schmälern und längeren lateralen von dem Cranium, und einem breiteren und kürzeren medialen von der Rumpfmuskulatur und dem lateralen Wirbelbereiche in der Höhe des 1. und 2. Wirbels; beide Köpfe variiren individuell hinsichtlich ihrer Schlankheit und Separation.

Von seinem Ursprunge aus verläuft der Muskel nach hinten und medialwärts, somit im weiteren Verlaufe dem der Gegenseite sich nähernd; zugleich konvergiren hierbei seine Fasern unter Zurücktreten der fleischigen und Hervortreten der sehnigen Elemente zu dem schmälern insertiven Ende, das schliesslich rein sehnig an dem medialen Bereiche des Vorderrandes und der Dorsalfäche des Basale des ersten Kiemenbogens sich anheftet, die medialste Spitze desselben bald einnehmend, bald freilassend. Bei *Mustelus* beobachtete ich auch ein feines, von der Hauptmasse ziemlich abgesondertes Fascikel, welches an dem Basale des zweiten Kiemenbogens inserirte.

Innervirt von 1—2 Rr. subspinales (*Rr. sbsp.*), die bei den Haien mit 3 Occipitalnerven meist von *x* und *y*, bei denjenigen mit 2 Occipitalnerven in der Regel von *y* oder *y* und *z* abstammen. Die Nerven, deren Grösse sich nach dem Volumen des Muskels richtet, treten in die Dorsalfäche des Muskels ein und versehen denselben hier mit zahlreichen, oft ungemein complicirt verästelten Zweigen (siehe z. B. bei *Laemargus*, Taf. III Fig. 3). Des Näheren verweise ich auf p. 398 f.

### 3. Rochen.

#### Taf. V Fig. 9.

Bei den untersuchten Rochen (*Torpedo*, *Rhinobatus*, *Raja*, Taf. V Fig. 9) fehlt allenthalben ein M. subspinalis und war auch bei mikroskopischer Untersuchung nicht in Rudimenten nachweisbar. Man wird kaum fehlgehen, wenn man diesen Mangel durch die vollkommene Rückbildung eines wahrscheinlich bei den Vorfahren der Rochen vorhandenen Muskels erklärt.

Ebenso wurde auch bei der sorgfältigsten Durchmusterung nichts von Rudimenten eines N. subspinalis gefunden.

## 4. Holocephalen.

Taf. IV Fig. 2, Taf. V Fig. 10 (*sbsp.*).

Der *M. subspinalis*, welcher bei *Chimaera* (Taf. IV Fig. 2) und *Callorhynchus* (Taf. V Fig. 10) in der Hauptsache in gleicher Weise ausgebildet ist, schliesst sich am meisten an denjenigen der pentanchen Haie an, zeigt aber Besonderheiten, welche ihn nicht ohne Weiteres mit den Bildungen bei diesen vereinigen lassen. Er repräsentirt einen sehr kräftigen, namentlich in der Fläche mächtig ausgebildeten, alle unter 2 aufgeführten *Mm. subspinales* der Haie bei Weitem an Grösse übertreffenden Muskel, der von der basalen Fläche des Schädels und der in ihn eingegangenen occipito-spinalen Wirbelelemente in grosser Ausdehnung entspringt, vorn breit von dem Boden der Orbita beginnend. Bei *Chimaera* gelingt es unschwer, den vom eigentlichen Cranium kommenden grösseren Theil und den von dem damit vereinigten occipito-spinalen Wirbelkomplexe entspringenden kleineren Theil von einander zu sondern. Bei *Callorhynchus* war diese Scheidung nicht so sicher, wie hier überhaupt der Muskel mit dem hinteren Wirbelschädel-Ende minder deutlich resp. nur mit seinem lateralen Rande verbunden war (Taf. V Fig. 10); das Alles mag aber auch in der mangelhaften Erhaltung des untersuchten Thieres (theilweise Auflösung des Bindegewebes, grosse Brüchigkeit der Muskelfasern) seine Ursache haben.

Der rechte und linke Muskel sind am Anfange (rostrales Ende) durch einen breiten Zwischenraum getrennt (Taf. V Fig. 10), kommen aber im weiteren Verlaufe nach hinten und innen (caudal- und medialwärts) einander näher; zugleich konvergiren hierbei die Fasern jedes Muskels, so dass das insertive Ende ähnlich wie bei den pentanchen Haien, doch in minderem Grade als dort, schmaler ist als der Ursprungstheil. Die Insertion geschieht recht ausgedehnt an der Dorsalfäche der Basalia des 1. und 2. Kiemenbogens, welche (namentlich das Basale des 2. Bogens) sehr ansehnlich entwickelt sind und weit nach hinten reichen. Die Insertion an dem Basale 2 steht nicht ganz unvermittelt da; schon bei *Mustelus* wurde eine solche, allerdings in geringer Ausdehnung beobachtet (p. 410).

Durch alle diese Verhältnisse dokumentirt sich der *M. subspinalis* der Holocephalen als ableitbar von dem der pentanchen Haie; er hat sich im Verhältniss zu diesen sehr erheblich vergrössert und hat sich dabei am Ursprung bis über einen Theil der Orbitalregion<sup>1)</sup>, an der Insertion bis auf das Basale des 2. Kiemenbogens ausgedehnt. Es sei beiläufig bemerkt, dass die Holocephalen mit ihrem mächtig entfalteten und die Cestracionten mit ihrem völlig rückgebildeten *M. subspinalis* in

1) Doch ist hierbei mit in Rechnung zu ziehen, dass die Orbitalregion des Schädels bei den Holocephalen in Folge der beträchtlichen Vergrösserung des Auges sich auch auf Kosten der hinteren Schädelregionen caudalwärts ausdehnte.

diametralem Gegensatze stehen; die hinsichtlich des Kieferapparates Beider bestehenden Aehnlichkeiten sind einseitige.

Innervirt von einer epibranchialen *Ansa* (*R. sbsp.*), welche bei *Chimaera* in der Hauptsache von *y*, zum kleineren Theile von einem feineren Zweige von *z* (Taf. IV Figg. 2, 4), bei *Callorhynchus* allein von *y* gebildet wird (Taf. IV Fig. 6).

## II. Mm. interbasales.

Taf. II Figg. 1, 2, Taf. IV Figg. 1, 2, 4, 6, Taf. V; *ib.*

Die Mm. interbasales (*ib*) repräsentiren kurze Muskeln von longitudinalem oder annähernd longitudinalem Faserverlaufe, welche, wie der *M. subspinalis* der pentanchen Haie resp. wie der *M. subspinalis b* (*sbsp. b*) der Notidaniden, ventral von den Epibranchialarterien (*A. epbr.* 1—5) gedeckt (Taf. IV Fig. 5) und von epibranchialen Nervenästen resp. dem epibranchialen Nebenplexus (p. 398 f.) versorgt werden. Sie verbinden die Basalia der auf einander folgenden Kiemenbogen und liegen immer dorsal resp. dorso-medial von den, von den Nn. glosso-pharyngeus und vagus innervirten, Mm. arcuales dorsales (*arc. d*), bald dicht neben ihnen und dann meist mit ihnen alternirend, bald weiter von ihnen entfernt.

Bei den Notidaniden zeigen sie nach Zahl (5 bei *Heptanchus*, 4 bei *Hexanchus*) und Volumen die höchste Entfaltung; bei den übrigen untersuchten pentanchen Haien sind sie stets schwächer entwickelt und entweder in der Dreizahl enthalten (*Acanthias*, *Cestracion*, *Odontaspis*, *Mustelus*, *Galeus*) oder — unter Rückbildung des letzten — nur in der Zweizahl (*Centrophorus*, *Spinax*, *Laemargus*, *Scyllium*, *Prionodon*, *Rhina*), oder sie sind gänzlich reducirt (*Scymnus*). Auch den untersuchten Rochen fehlen sie vollkommen. Bei den Holocephalen wurde nur ein Interbasalis gefunden, welcher dem Interbasalis 2 der Haie entspricht. Uebrigens bieten sie in ihrem Bau bei den verschiedenen Vertretern der Selachier und Holocephalen keine wesentlichen Abweichungen dar.

Von den fünf Mm. interbasales bei *Heptanchus* (Taf. II Fig. 1, Taf. V Fig. 1) verbindet der erste (*ib. 1*) die Basalia des 1. und 2. Kiemenbogens (*Br. 1* und *Br. 2*), der zweite (*ib. 2*) die des 2. und 3., der dritte (*ib. 3*) die des 3. und 4., der vierte (*ib. 4*) diejenigen des 4. und 5. und der fünfte (*ib. 5*) die des 5. und 6. Kiemenbogens (*Br. 5* und *Br. 6*). Zwischen dem 6. und 7. Kiemenbogen findet sich bei dem Mangel eines Basale 7 kein *M. interbasalis*. Sie sind durchweg sehr kräftige Muskeln von nach hinten abnehmender Stärke, welche ventral und dorsal das Niveau der Basalia überragen und nicht nur die einander zugekehrten Ränder derselben, sondern auch einen grossen Theil ihrer Ventral- und namentlich Dorsalflächen bedecken; hierbei nehmen die Ursprünge vorwiegend die Hinterränder und Ventralflächen, die Insertionen die Vorderränder und Dorsalflächen der Basalia ein. Mit den ihnen direkt

benachbarten und dicht anliegenden Mm. arcuales dorsales (*arc. d*) alterniren sie. Der erste Interbasalis verbindet die lateralen  $\frac{1}{5}$  des Basale 1 mit den medialen  $\frac{3}{5}$  des Basale 2 (excl. dessen mediales Ende), der 5. Interbasalis die lateralen  $\frac{3}{7}$  des Basale 5 mit der medialen Hälfte des Basale 6; die drei andern nehmen in ihrer Breitenentwicklung eine Zwischenstellung zwischen diesen beiden ein. An Masse ist die Abnahme vom Interbasalis 1 zum *Ib.* 4 eine sehr allmähliche, während der *Ib.* 5 erheblich kleiner als der *Ib.* 4 ist, somit einen beträchtlich weiter vorgeschrittenen Grad von Rückbildung zeigt als seine Vorgänger. — *Hexanchus* (Taf. V Fig. 2) schliesst sich *Heptanchus* an, besitzt aber entsprechend der Verminderung seiner Kiemenbogen um den letzten nur 4 Mm. interbasales (*ib.* 1—4), welche die Basalia der 5 ersten Kiemenbogen verbinden; zwischen dem 5. und 6. Kiemenbogen ist entsprechend der Verkümmernng des Basale 6 kein Interbasalis aufzufinden. Auch hier sind die Mm. interbasales recht kräftig entwickelt, stehen aber denen von *Heptanchus* an relativer Grösse etwas nach und lassen demnach auch grössere Theile der Dorsal- und namentlich Ventralflächen der Basalia frei. Auch ihre Grösse ist eine nach hinten abnehmende, doch in anderen Verhältnissen als bei *Heptanchus*, indem der Interbasalis 1 den *Ib.* 2 reichlich um das Doppelte an Volumen übertrifft, während die *Ibb.* 2, 3 und 4 in minderm Grade differiren. Der Interbasalis 1 verbindet die lateralen  $\frac{3}{4}$  des Basale 1 (*Br.* 1) mit der medialen Hälfte des Basale 2 (*Br.* 2, excl. mediale Spitze), der Interbasalis 2 die lateralen  $\frac{3}{5}$  des Basale 2 mit den medialen  $\frac{3}{7}$  des Basale 3 (excl. mediale Spitze), der Interbasalis 3 gleichfalls die lateralen  $\frac{3}{5}$  des Basale 3 mit den medialen  $\frac{2}{5}$  des Basale 4 (excl. med. Spitze), der Interbasalis 4 die lateralen  $\frac{1}{7}$  des Basale 4 (*Br.* 4) mit den medialen  $\frac{2}{3}$  (also wieder einen relativ mehr ausgedehnten Abschnitt) des Basale 5 (*Br.* 5, excl. med. Spitze).

Bei den pentanchen Haien mit drei Mm. interbasales (*ib.* 1—3), also *Acanthias* (Taf. V Fig. 3), *Cestracion*, *Odontaspis* (Taf. 5 Fig. 6), *Mustelus* und *Galeus*, verbindet im Interbasalis 1 (*ib.* 1) die Basalia des 1. und 2. Kiemenbogens (*Br.* 1 und 2), der Interbasalis 2 (*ib.* 2) die des 2. und 3., der Interbasalis 3 (*ib.* 3) die des 3. und 4. Kiemenbogens, und zwar nehmen die Ursprünge die hinteren Ränder und Spuren der angrenzenden Ventralräume, die Insertionen die Vorderränder, in wechselder Ausdehnung auch die angrenzenden Dorsalräume resp. Dorsalflächen der Basalia ein. Doch bleiben stets, sowohl auf den ventralen (Taf. V) als auf den dorsalen Flächen (Taf. II Fig. 2, Taf. IV Fig. 1), mehr oder minder grosse Strecken der Basalia frei; immer sind die Muskeln minder voluminös als bei den Notidaniden. — Bei *Acanthias* und *Galeus* zeigen die Muskeln eine mittlere Grösse, bei *Odontaspis* und *Mustelus* sind sie schwächer, bei ersterem namentlich in der Flächenentwicklung reducirt und sehr gegen die Basalknorpel zurücktretend, bei *Cestracion* am kleinsten und schwächsten und ohne jedes annähernde Verhältniss zu den ansehnlichen Basalia. Mit Ausnahme von *Odontaspis*, dessen M. subspinalis unbedeutender als die beiden ersten Mm. interbasales, aber grösser als der M. interbasalis 3 ist, und *Cestracion*, wo der M. subspinalis gänzlich fehlt, sind sie durchweg kleiner als der Subspinalis:

ihre Grösse nimmt vom ersten bis dritten ab, bei *Acanthias*<sup>1)</sup> und *Cestracion* sehr allmählich, während bei *Odontaspis*, *Mustelus* und *Galeus* der letzte gegen die beiden ersten, minder an Grösse differirenden, sehr zurücktritt. Damit ist ein gewisser Uebergang zu den Arten mit nur zwei Interbasales gegeben. Bei *Cestracion* und *Odontaspis* entspringen die Muskeln mehr von den lateralen Bereichen ( $\frac{1}{3}$ — $\frac{7}{8}$ ) der Basalia und bevorzugen in ihren Insertionen mehr die medialen Abschnitte derselben (excl. die medialen Spitzen), bald in grösserer (Interbasales 1 und 2), bald in geringerer Ausdehnung (Interbasalis 3); bei *Mustelus* und *Galeus* liegen auch die Ursprünge mehr medial, d. h. entweder in der Mitte (mittleres  $\frac{1}{8}$ — $\frac{3}{5}$ , bei Interbasalis 2 und 3) oder sie dehnen sich über einen grossen Theil der Länge der Basalia aus (mittlere  $\frac{4}{5}$ — $\frac{5}{6}$ , bei Interbasalis 1).

Nur zwei Mm. interbasales (ib. 1 und 2) besitzen *Centrophorus*, *Spinax*, *Laemargus* (Taf. II Fig. 2, Taf. V Fig. 4), *Scyllium* (Taf. V Fig. 5), *Prionodon* und *Rhina* (Taf. V Fig. 7); — *Odontaspis*, *Mustelus* und *Galeus* mit ihrem sehr reducirten Interbasalis 3 bilden, wie schon erwähnt, den Uebergang von der vorhergehenden Gruppe der pentanchen Haie. Im Uebrigen verhalten sich beide Interbasales wie die beiden ersten dieser Gruppe. Bei *Prionodon* sind beide Muskeln von mittlerer Entfaltung, bei *Laemargus* sind sie ziemlich dick, aber von geringer Breitenentwicklung, bei *Spinax* und *Scyllium* ist der Interbasalis 1 relativ gut, der Interbasalis 2 dagegen schwach ausgebildet, bei *Centrophorus* sind beide schwach entwickelt, bei *Rhina* zu ganz schmalen, auf die medialen Bereiche der Basalia beschränkten Bändern reducirt. Mit Ausnahme des Interbasalis 1 von *Prionodon*, der den Subspinalis dieses Thieres etwas an Masse übertrifft, sind sie durchweg kleiner als dieser Muskel, zugleich von nach hinten abnehmender Grösse, wobei beide bald wenig (*Centrophorus*, *Laemargus*, *Prionodon*, *Rhina*), bald erheblicher (*Scyllium* und namentlich *Spinax*) in ihrem Volumen differiren. Die Ursprünge des Interbasalis 1 erstrecken sich über den grösseren lateralen (*Spinax*, *Prionodon*) oder den grösseren mittleren Bereich (*Centrophorus*, *Laemargus*, *Scyllium*), oder beschränken sich auf das mediale  $\frac{1}{5}$  (*Rhina*) des Basale 1; die des Interbasalis 2 nehmen die lateralen  $\frac{2}{3}$  excl. das laterale Ende (*Laemargus*) oder die lateralen  $\frac{2}{5}$  (*Prionodon*) oder das zweite laterale  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  (d. h. das zweite  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  vom lateralen Ende her gerechnet, *Spinax*, *Scyllium*) oder das dritte laterale  $\frac{1}{6}$  (*Centrophorus*) oder das mediale  $\frac{1}{6}$  (*Rhina*) des Basale 2 ein; und zwar beginnen sie hier von den Hinterrändern und z. Th. den angrenzenden Ventralsäumen dieser Basalia. Die Insertionen des Interbasalis 1 erstrecken sich, und zwar bei allen hierher gehörigen Haien unter Freibleiben der medialen Spitzen der Basalia, bei *Laemargus* über den grösseren Theil, bei *Spinax* und *Scyllium* über die medialen  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{5}$ , bei *Prionodon* über die beiden mittleren  $\frac{1}{4}$ , bei *Centrophorus* über das 2. und 3. mediale  $\frac{1}{6}$  und beschränken sich bei *Rhina* auf das mediale Ende des Vorderrandes und z. Th. der Dorsalfäche des Basale 2; der Interbasalis 2 inserirt breiter (mehr

1 Einmal war bei *Acanthias* (linkerseits) der M. interbasalis 3 in zwei Fascikel zerfallen (Taf. V Fig. 3).

als die mediale Hälfte bei *Laemargus*, *Scyllium* und *Prionodon*) oder schmaler (weniger als die mediale Hälfte bei *Centrophorus* und *Spinax*), jedoch auch mit Ausnahme der medialsten Spitze an dem Basale 3; bei *Rhina* jedoch heftet er sich nur an dem medialen Ende des Basale 3 an. — *Scyllium* und namentlich *Spinax* mit ihren sehr reducirten Interbasales 2 leiten zu einem Zustande über, wo nur noch der Interbasalis 1 erhalten geblieben ist, *Rhina* mit der beträchtlichen Reduktion der Interbasales 1 und 3 zu einem solchen, wo die Interbasales gänzlich verkümmert sind.

Die Existenz des M. interbasalis 1 allein wurde bei keinem der untersuchten Haie gefunden; dagegen zeigte *Scymnus* (Taf. V Fig. 2) auch bei mikroskopischer Durchmusterung der zwischen den Basalia der drei ersten Kiemenbogen gelegenen Interstitien keine Spur eines Gebildes, welches einem M. interbasalis verglichen werden könnte. Bereits VETTER (1874 p. 442) hat hier den gänzlichen Mangel der Interbasales (Interarcuales I VETTER's) angegeben; sie fehlen an den von ihm und mir untersuchten Exemplaren spurlos.

Auch bei den untersuchten Rochen (cf. Taf. V Fig. 9) wurde jede Andeutung eines Interbasalis vermisst. Nach den bei den Haien gemachten Erfahrungen und auf Grund der weitgegangenen Reduktion der Occipitalnerven wird man auch hier eine totale Verkümmernng der bei den Vorfahren vorhandenen Muskeln annehmen können.

Bei den Holocephalen, *Chimaera* (Taf. IV Fig. 2) und *Callorhynchus*, wurde nur ein sehr kleiner M. interbasalis 2 (*ib.* 2) zwischen den Mitten der Basalia des 2. und 3. Kiemenbogens gefunden. Ob der Interbasalis 1 ganz verkümmert oder unter Aufgabe seiner Selbständigkeit und unter Aberration seiner Fasern in dem mächtigen, bis über das Basale 2 erstreckten Subspinalis (cf. p. 411) aufgegangen ist, konnte nicht entschieden werden. Ich neige zur ersteren Annahme.

Innervirt werden die Mm. interbasales von den Rr. interbasales (*Rr. ib.*), welche den epibranchialen Nerven resp. dem epibranchialen Nebenplexus (p. 398f.) entstammen. Bei den Notidaniden gehen in der Regel 2—4 Rr. subspinales zu ihm (2—4 bei *Heptanchus*, 2—3 bei *Hexanchus*), welche den drei letzten Occipitalnerven (*x*, *y*, *z*) entstammen; bei *Heptanchus* wurde in einem genauer untersuchten Falle der Interbasalis 1 von *x* und namentlich *y*, der Interbasalis 2 von *y*, der Interbasalis 3 von *y* und *z*, die Interbasales 4 und 5 von *z* versorgt. Bei den pentanchen Haien finden sich meist 1—2, doch auch mitunter (z. B. bei *Cestracion*) 3 Rr. interbasales, welche *y* und *z* angehören und auch (z. B. bei *Scyllium* und *Odontaspis*) von einem feinen, dem N. spinalis 1 entstammenden Faden verstärkt werden können. Der äusserst feine R. interbasalis von *Chimaera* kam von *z*, der von *Callorhynchus* von *y*. Alle Rr. interbasales verlaufen medial von dem Vagusstamme zu ihren Muskeln und treten in deren Dorsalfäche ein, sich von da aus weiter im Muskelfleische verästelnd (Taf. II Figg. 1 und 2); bei *Laemargus* bildeten sie vor dem Eintritte in ihre Muskeln einen rekurrenten Bogen.

### III. Allgemeinerer Bemerkungen über die epibranchiale spinale Muskulatur.

Die Mm. subspinalis und interbasales bilden, wie ihre genauere Beschreibung zeigt, eine nach Bau, Lage und Innervation zusammengehörige spinale Muskelgruppe, welche ähnliche Beziehungen zu dem dorsalen Kiemenbogenbereiche aufweist, wie die Mm. coraco-arcuales zu dem ventralen. Sie wurde daher in Parallele zu diesen hypobranchialen spinalen Muskeln im Vorhergehenden als epibranchiale spinale Muskulatur bezeichnet und zusammengefasst. Die beiden Komponenten dieser Muskelgruppe charakterisirt der in der Hauptsache longitudinale Faserverlauf, die Insertion an den dorsalen Basalia (Pharyngobranchialia) der Kiemenbogen und die Innervation durch feine epibranchiale Nerven resp. Zweige des epibranchialen Nebenplexus; die hinteren Mm. interbasales unterscheiden sich aber von dem vorderen M. subspinalis dadurch, dass sie auch mit ihren Ursprüngen, also in ihrer ganzen Totalität, im Bereiche der Kiemenbogen-Basalia liegen, während der M. subspinalis stets von der Ventralfläche des Kopfes oder Rumpfanfanges ausgeht.

Der Subspinalis stellt somit bei den pentanchen Haien und bei den Holocephalen einen in der Hauptsache hypaxonischen Muskel dar. Bei den Notidaniden tritt diese hypaxonische Natur weit klarer zu Tage: hier bildet die überwiegende Hauptmasse des Muskels (*sbsp. a*) in ihrem ganzen Verlaufe einen reinen hypaxonischen Muskel, der ausgedehnt von der Ventralfläche des Craniums beginnt und in dem Lig. vertebrale commune ventrale der Wirbelsäule endet, aber nur mit einer kleineren dorso-lateralen, von der Hauptmasse durch die erste Epibranchialarterie abgesonderten Partie (*sbsp. b*) Insertion an dem, übrigens mit seinem medialen Ende von dem Sehnenheil der Hauptmasse von unten (ventral) her gedeckten, Basale I gewonnen hat. Diese kleinere Partie bildet den Ausgang für den M. subspinalis der pentanchen Haie und Holocephalen, der hier in grossem Wechsel der Lage und Grösse entwickelt ist und zumeist ansehnlichere Dimensionen erreicht als der Subspinalis *b* der Notidaniden; die rein hypaxonische Hauptmasse (*sbsp. a*) dieser primordialen Haie, von welcher *sbsp. b* erst abzuleiten war, ist dagegen bei den höheren pentanchen Haien völlig zurückgebildet.

Die Variabilität in der Lage des M. subspinalis der pentanchen Haie, dessen ursprünglich an den Kopf gebundener Ursprung auch auf den Rumpf übergreifen und selbst (*Prionodon*, *Odontaspis*) unter Aufgabe der alten Ursprungsstelle sich auf letzteren beschränken kann, lässt auch die Existenz und Bildung der Mm. interbasales nicht ganz unvermittelt erscheinen. Sie repräsentiren ganz auf das Kiemen skelet lokalisirte Muskeln; ihre Innervation und ihr sonstiges Verhalten lässt jedoch erkennen, dass sie von einer ursprünglichen hypaxonischen Muskulatur in dieser Gegend abstammen. Aber nichts verräth mehr die Existenz dieser Muskulatur, will man nicht den Subspinalis *a* der Notidaniden als ihren Vater ansehen und ihre mehr caudale Lage auf die später erfolgte Wanderung des Kiemenskelets nach hinten

zurückführen. Hier kann zunächst nur die Hypothese als vorläufige Ergänzung eintreten. Ich bin geneigt, bei den frühesten Vorfahren der Haie die Existenz eines rein hypaxonischen Längsmuskels anzunehmen, der sich vom Kopfe bis zum Ende des — damals noch wenig weit caudalwärts gerückten — Kiemenapparates erstreckte, zugleich die medialen Enden der Kiemenbasalia von unten (ventral) her deckte, aber nicht eigentlich an ihnen inserirte, sondern seine hintere Anheftung an der Ventralfläche der Wirbelsäule fand. Diese Muskelmasse wurde, gerade so wie der gesammte Subspinalis der Notaniden von der Art. epibranchialis 1, von allen folgenden (in ihrer Zahl von der Zahl der Kiemenbogen abhängigen) Epibranchialarterien durchsetzt; die dorsal von diesen Arterien liegenden und nach ihrer Lage zu den Basalia in relativ näheren Beziehungen stehenden Muskelpartien waren anfangs klein und wenig selbständig, entfalteten sich aber nach und nach zu ansehnlicherer Masse und grösserer Selbständigkeit und bildeten die Mm. interbasales, während die mehr ventral und medial liegende hypaxonische Hauptmasse sich zurückbildete resp. zu dem Subspinalis *a* der Notidaniden zurückzog. Letzterer würde somit den vorderen (rostralen) Theil dieses ursprünglich etwas mehr nach hinten ausgebreiteten Muskels repräsentiren. So die Hypothese. — Bei den Notidaniden zeigen die Mm. interbasales noch eine hohe Entfaltung und grenzen mehr oder minder direkt an einander; bei den pentanchen Haien sind sie weiter zurückgebildet, durch grössere Skeletflächen von einander getrennt und bieten alle Stadien der Reduktion bis zum völligen Schwunde dar.

Aehnliches gilt auch für die Rückbildung des M. subspinalis. Bei *Scymnus* und den Rochen ist jede Spur dieser primordialen Muskelgruppe (Subspinalis und Interbasales) verschwunden; sie kommt auch bei den höheren Fischen, Dipnoern, Amphibien und Amnioten nicht wieder zum Vorschein. Nur die Holocephalen zeigen noch Elemente derselben in besonderer, selbst recht hoher Ausbildung erhalten (Subspinalis), während von den Interbasales nur noch ein winziger Rest persistirt (Interbasalis 2).

Hervorzuheben ist die Lage der Nn. epibranchiales zu dem N. vagus. Während alle anderen den occipitalen und spinalen Nerven entstammenden Zweige den Vagus derart kreuzen, dass sie oberflächlich lateral an ihm vorüberziehen, gelangen die epibranchialen Nerven medial vom Vagus zu den von ihnen versorgten Mm. subspinalis und interbasales. Auch darin spricht sich ein primordiales Verhalten dieser Nerven und Muskeln aus, indem die zu medial gelegenen Urwirbel-Derivaten (Myotome) gehenden Nn. epibranchiales ihre ursprüngliche mediale Lage gegenüber dem lateral zu lateralen Seitenplatten-Abkömmlingen (viscerale Muskeln) gelangenden N. vagus gewahrt haben. — Dass die metamerische Gliederung und Aufeinanderfolge der einzelnen die epibranchiale Muskulatur zusammensetzenden Komponenten gegenüber derjenigen des Visceralskelets ihre durchaus eigenen Wege geht, wird durch die Innervation bewiesen (cf. p. 399, 400). Zwischen den epibranchialen Muskeln nebst ihren Nervenwurzeln und den Kiemenbogen besteht eine ursprüngliche Dysmetamerie und die anscheinend nach dem Kiemenskelet sich richtende Anordnung der Mm.

interbasales ist eine durchaus sekundäre Anpassung der ihm von Natur heterogenen Muskeln an dasselbe.

### 8. Hypobranchiale spinale Muskulatur.

(Mm. coraco-arcuales mit den Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis).

Taf. III, IV Figg. 1—3, 9, Taf. VI.

Ueber die hypobranchialen spinalen Muskeln der Selachier und Holocephalen machen CUVIER-DUMÉRIL (1838 p. 71, 1840 p. 271, 272) die ersten genaueren Angaben, allerdings ohne Angabe der Innervation derselben. Sie — DUMÉRIL ist der Hauptgewährsmann für diese Angaben — unterscheiden bei Rochen und bei *Chimaera* Mm. coraco-maxillaris (coraco-maxilliens et coraco-géniens s. sterno-maxilliens s. génio-hyoidiens), coraco-hyoidei (coraco-hyoidiens et coraco-cératoidiens) und coraco-pharyngei (coraco-pharyngiens); letztere sind identisch mit den Coraco-branchiales VETTER's. STANNIUS (1847 p. 89 und p. 122, 1853 p. 142) führt kleinere Muskeln der Kiemenbogen-Copulae (p. 89, wahrscheinlich grösstentheils identisch mit den Coraco-branchiales) und Muskeln, die vom Schultergürtel nach dem Zungenbein verlaufen (identisch mit dem Coraco-hyoideus) und den M. sterno-mandibularis (identisch mit dem Coraco-mandibularis), BONSDORFF (1853 p. 221) Mm. sterno-hyoidei und sterno-thyreoidei mit Berücksichtigung der Innervation, aber ohne genauere Beschreibung an; ob die Mm. sterno-thyreoidei Theilen der Coraco-branchiales entsprechen, muss dahingestellt bleiben. Kurze, zumeist aber kaum brauchbare Angaben enthält HUMPHRY's Arbeit über *Mustelus* (1872). — Die Hauptarbeit über die viscerale Muskulatur der Haie und Holocephalen bilden VETTER's Untersuchungen über die Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische (1874 und 1878), in denselben werden auf Grund des Baues und der einheitlichen Innervation durch Nn. spinales die Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis als Coraco-arcuales oder ventrale Längsmuskeln des Visceralskelets zusammengefasst. — Zwei Jahre später, wie es scheint in Unkenntniss der Untersuchungen VETTER's, erscheint ALBRECHT's Beitrag zur Morphologie des M. omohyoideus (1876), in dem, ohne Angaben über Innervation, auch die Mm. coraco-hyoideus (Omozonio-hyoideus ALBRECHT's) und coraco-branchiales (Interbranchiales ventrales interni ALBRECHT's) bei *Acanthias* und *Raja* abgebildet und beschrieben werden; in der weiteren Darstellung konfundirt aber ALBRECHT mit diesen Muskeln auch Theile des Constrictor superficialis ventralis bei Ganoiden, Teleostiern, und Amphibien, ein Irrthum, der bei Berücksichtigung der Innervation unmöglich gewesen wäre; die Arbeit dokumentirt einen erheblichen Rückschritt gegenüber VETTER's vortrefflichen Untersuchungen. — SCHNEIDER (1879 p. 123, 124) giebt eine kurze Beschreibung der ventralen Längsmuskeln, die er als Genio-hyoidei (identisch

mit dem Coraco-mandibularis), Sterno-hyoidei (identisch mit dem Coraco-hyoideus) und Sterno-branchiales (identisch mit den Coraco-branchiales) bezeichnet, und erwähnt hierbei, dass bei Embryonen die Fasern der Sterno-hyoidei eine Kästchenstruktur haben, die der Genio-hyoidei aber nicht. — VAN WIJHE (1882 p. 16, 42) trennt die ventralen Längsmuskeln in den M. coraco-hyoideus, welcher von Somiten-Nerven (gleich occipitalen und spinalen Nerven) versorgt wird und einer ventralen, später (Stadium *K—O*) nach vorn umbiegenden Verlängerung des letzten Kopf- und des ersten Rumpfsomiten sein Dasein verdankt (p. 15, 16), und in die Mm. coraco-mandibularis und coraco-branchiales, welche von dem N. vagus innerviert würden. Dieser verhängnissvolle Irrthum in der Sonderung dieser Muskulatur beherrscht die folgenden Untersuchungen; DOHRN (1884), ONODI (1886) und SCHNEIDER (1890) sind mehr oder minder von diesen Angaben beeinflusst<sup>1)</sup>; ONODI gebührt aber das Verdienst, die speciellere Betheiligung der Occipital- und Spinalnerven an der Versorgung der Mm. coraco-mandibularis und coraco-hyoideus dargelegt zu haben. — Erst SAGEMEHL (1885 p. 106, 108—110) stellt, im Wesentlichen im Anschluss an VETTER und im Widerspruche gegen DOHRN, die Einheitlichkeit der ventralen Längsmuskulatur und ihre spinale Innervation wieder fest. Ich (1895 p. 130, 131) kam auf Grund zahlreicher Untersuchungen an Selachiern und Holocephalen in der Hauptsache zu denselben Resultaten und gab der ventralen Längsmuskulatur, im Anschluss an eine mir mündlich gewordene Mittheilung GEGENBAUR's, die Bezeichnung „hypobranchiale spinale Längsmuskulatur“.

### I. Specielle Beschreibung der hypobranchialen spinalen Muskulatur.

#### Taf. IV, VI.

Die hypobranchiale, spinale Muskulatur (Mm. coraco-arcuales) bildet eine sehr ansehnlich entwickelte, in der Hauptsache mehr oder minder zusammenhängende und durch Verband der rechten und linken Seite grösstentheils unpaar gewordene Muskelmasse, welche durch Bindegewebssepten in eine verschiedene Anzahl von Myomeren gegliedert ist, dick und kräftig von der Vorderfläche des Korakoides, sowie von ihrer eigenen tiefen Fascie beginnt und von da aus (sich bei Haien und Rochen kegelförmig verjüngend, bei Holocephalen mehr mit parallelen Fasern) nach vorn verläuft, um mit einer Anzahl von Endzipfeln an den ventralen Theilen der Kiemenbögen, am Hyoid und am Unterkiefer zu inseriren. Sie bildet hierbei eine mittlere ventrale Scheidewand zwischen dem rechten und linken Kiemenbereiche und liegt dem Herzen und den von ihm ausgehenden arteriellen Gefässen (ventrale Aorta,  *Ao.*, und ventrale Anfänge der Kiemenarterien,  *A.br.*) auf, zum Theil mit ihrer inneren tiefen Fascie eine Art Scheide um das Herz und den Anfang der Aorta

1) Des Näheren verweise ich auf meine Darstellung sub 6 Nervenäste für die hypobranchiale spinale Muskulatur (p. 400—405).

bildend (Taf. VI Fig. 2, *Prcl.*); hinten wird sie durch das Korakoid resp. das Korakoid und den ventralen Theil der Scapula von der hinter demselben befindlichen ventralen und ventro-lateralen Rumpfmuskulatur, welche ihr homodynam ist, geschieden, kann aber bei kräftigerer Entwicklung an der Oberfläche des Korakoids auch oberflächlich, direkt oder nur durch ein bindegewebiges Septum von ihr geschieden, in dieselbe übergehen. Zugleich wird sie von dem ventralen Constrictor superficialis gekreuzt; die oberflächliche Lage desselben bildet eine zusammenhängende, die hypobranchiale Muskulatur deckende Schichte<sup>1)</sup>, tiefere Ursprungsfascikel greifen zwischen ihre an den Kiemenbogen und dem Zungenbein inserirenden Fascikel ein und tragen zu ihrer Scheidung bei (cf. Taf. IV Fig. 1, *csv.*); namentlich bei den Rochen wird diese Sonderung durch den zwischen Coraco-hyoideus (*chy.*) und Coraco-branchialis I (*cbr. 1* resp. *cbr. 1 + 2*) sich einschiebenden Depressor hyo-mandibularis (*dhm.*) eine sehr durchgreifende (Taf. VI Fig. 9).

An der ganzen Masse sind sonach ein hinterer, mittlerer Ursprungstheil, der eigentliche Hauptstock der hypobranchialen spinalen Muskulatur (*car. p*), und die von ihm ausgehenden Insertionstheile zu unterscheiden. Letztere von dem Hauptstocke meistens mehr oder minder deutlich durch Bindegewebssepten (Inscriptiones tendineae) geschieden, bilden, soweit sie an den Kiemenbogen enden, die lateralen resp. dorso-lateralen, soweit sie zum Hyoid und zur Mandibula gelangen, die vordere Fortsetzung des Hauptstockes; doch besitzt gewöhnlich der zu dem letzten Kiemenbogen und zu der Mandibula gehende Muskel eine grössere Selbständigkeit und entspringt, zu einem grossen Theil wenigstens, mehr oder minder selbständig von dem Korakoid.

In der Nomenklatur der Insertionstheile folge ich VETTER und bezeichne dieselben als Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis. Die Mm. coraco-branchiales (*cbr*) gehen lateral resp. dorso-lateral in schräg nach oben und vorn (dorso-rostral) strebendem Faserverlaufe an die ventralen Theile der Kiemenbogen; der letzte M. coraco-branchialis bekundet seine, schon erwähnte, grössere Selbständigkeit gegenüber dem Hauptstock darin, dass er in der Hauptsache dorso-lateral neben ihm vom Korakoid, in ziemlich grosser Ausdehnung dorsalwärts an dessen Vorderfläche z. Th. bis in den Bereich der Scapula (namentlich bei den Holocephalen) hinaufreichend, entspringt. Die an dem Hyoid endenden Theile bilden den bei Haien meist kräftigen M. coraco-hyoideus (*chy*), der die eigentliche Fortsetzung des Hauptstockes darstellt und in vorwiegend longitudinaler Faserrichtung nach vorn verläuft, seltener in paariger Anordnung (*Scyllium*, Rochen), meist mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel verwachsen. Ihm liegt der zum Unterkiefer gelangende M. coraco-mandibularis (*cm*) oberflächlich auf; er bildet einen reinen Längsmuskel, der ebenfalls in der Regel total oder partiell mit dem

1) Auf den Abbildungen entfernt; nur Taf. V Fig. 2 zeigt sie an der linken Seite des Thieres als mit der Haut zurückgeschlagene, nicht gefärbte Lamelle.

der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel verbunden ist. Hinten (am Ursprung) beginnt er meist vom Hauptstocke; er kann sich aber auch von diesem emancipiren und entspringt dann direkt vom Korakoid. Gewöhnlich ist er schwächer als der Coraco-hyoideus und kann selbst gänzlich reducirt sein.

Haien, Rochen und Holocephalen bieten im Grossen und Ganzen leicht auf einander beziehbare Verhältnisse dar, zeigen aber dabei manche Besonderheiten, die es zweckmässig erscheinen lassen, die hypobranchiale, spinale Muskulatur bei ihnen gesondert zu behandeln.

### 1. Haie.

Taf. IV Fig. 1, Taf. VI Fig. 1—8.

Der von der Vorderfläche des Korakoids und z. Th. von seiner eigenen tiefen, das Herz deckenden Fascie kommende Hauptstock (*car. p*) des Muskels bildet eine nach vorn zu sich verjüngende kegelförmige Muskelmasse, welche bei den verschiedenen Gattungen und Arten von verschiedener Stärke und Länge ist und von einer wechselnden Zahl von Septen (*Inscriptiones tendineae*) durchsetzt wird.

Die Notidaniden zeichnet eine kräftige Bildung des Hauptstockes aus; bei *Hexanchus* ist er gedrungen, bei *Heptanchus* (Taf. VI Fig. 1) schlanker. Noch kräftiger und voluminöser erscheint er bei *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3), dem *Laemargus* (Taf. VI Fig. 4) etwas nachsteht, und bei *Rhina* (Taf. VI Fig. 8). Eine gute, etwa zwischen der von *Heptanchus* und *Hexanchus* mitten inne stehende Ausbildung zeigen *Spinax* und *Galeus*, während *Centrophorus* (Taf. VI Fig. 2) und *Acauthias* wegen Verkürzung des sonst kräftigen Muskels etwas kleinere Dimensionen darbieten; noch mehr treten aus demselben Grunde *Cestracion* (Taf. VI Fig. 5) und *Scyllium* (Taf. VI Fig. 6) zurück. *Prionodon* (Taf. VI Fig. 7) zeigt, sehr im Gegensatze von den letzt-erwähnten Haien, die grösste Schlankheit des übrigens auch nicht unkräftigen Hauptstockes, übertrifft somit *Heptanchus* noch in der Längendimension. Nimmt man die grösste Länge der gesammten zwischen Korakoid und Mandibula erstreckten Muskelmasse als Einheit<sup>1)</sup>, so besitzt der Hauptstock eine Länge von annähernd  $\frac{2}{3}$  bei *Scymnus*, von  $\frac{3}{5}$  bei *Spinax* und *Prionodon*, von  $\frac{1}{7}$  bei *Heptanchus*, *Laemargus*, *Galeus*, *Rhina*, von  $\frac{1}{2}$  bei *Hexanchus*, *Odontaspis*, von  $\frac{3}{7}$  bei *Centrophorus*, von  $\frac{1}{3}$  bei *Scyllium* und von reichlich  $\frac{1}{4}$  bei *Cestracion*.

Die Zahl und Anordnung seiner Septen und der durch sie getrennten Myomeren wechseln in erheblichem Breitengrade. Es fanden sich von Myomeren des Hauptstockes:

1) Bei *Rhina* (Taf. VI Fig. 8), wo der M. coraco-mandibularis fehlt, die Entfernung zwischen vorderem Rande des Korakoids und hinterem Rande der mandibularen Symphyse.

- 1 bei *Cestracion*,
- 4 „ *Spinax*, *Laemargus*, *Mustelus*,
- 5 „ *Acanthias*, *Scymnus*,
- 6 „ *Centrophorus*, *Scymnus*, *Scyllium*, *Galeus*,
- 7 „ *Heptanchus*, *Hexanchus*, *Odontaspis*, *Galeus*, *Rhina*,
- 8 „ *Heptanchus*, *Hexanchus*, *Rhina*,
- 12 „ *Prionodon*,

somit die unvermittelten Extreme sehr weniger und sehr vieler Myomeren bei *Cestracion* und *Prionodon*, ferner eine mässige Anzahl bei den *Spinacidae*, eine grössere bei den untersuchten *Notidanidae*, *Lamnidae* und *Rhinidae*, während die *Carcharidae* beträchtliche Differenzen zeigten. Nach vorn zu nehmen die Myomeren an Breite ab, ihre Länge (d. h. der Zwischenraum zwischen je 2 aufeinander folgenden Inscriptiones) ist annähernd die gleiche, kann aber auch Verschiedenheiten zeigen, worüber die Abbildungen auf Taf. VI berichten. Einen mannigfachen Wechsel zwischen annähernd queren (*Heptanchus*, *Centrophorus*, *Spinax*, *Scymnus*, *Laemargus*), schräg nach der Mitte und vorn aufsteigendem (*Heptanchus*, *Hexanchus*, *Scymnus*, *Scyllium*), schräg nach der Mitte und hinten absteigendem (*Cestracion*, *Rhina*), flach bogenförmigem (*Hexanchus*) und sehr tief bogenförmigem Verlaufe (*Prionodon*, in diesem Falle mit fast längslaufenden Schenkeln) bieten die Inscriptiones dar, wobei hinsichtlich des Details ebenfalls auf die Abbildungen verwiesen wird.

Der Muskel entspringt, wie schon erwähnt, in der Hauptsache von der Vorderfläche des Korakoides, mit seinen tieferen Partien auch von der eigenen tiefen Fascie; auch oberflächlich ragt er bei guter Entwicklung resp. bei mässiger Ausbildung des Korakoides über das Niveau desselben und setzt sich dann, nur durch die gewöhnliche Inscriptio von ihr getrennt, in die postzonale ventrale Rumpfmuskulatur fort. Letzteres ist der Fall bei der Mehrzahl der untersuchten Haie; bei *Prionodon* nimmt der Muskel, in sekundärer Weiterwanderung seines Ursprungstheiles nach hinten (caudalwärts), sogar Ausgang von der mehrere postzonale Rumpfmuskelmyomeren deckenden Fascie, liegt somit derselben oberflächlich auf. Andererseits fehlen bei *Laemargus*, *Rhina* und namentlich *Cestracion* die Zusammenhänge mit der postzonalen Muskulatur; der Muskel entspringt hier lediglich von dem Korakoid, das bei *Cestracion* zu einem grossen Theile als breite Platte gleich unter der Haut zu Tage liegt (Taf. VI Fig. 5, *Cor.*). Seitlich und vorn resp. medio-ventral beginnen von dem Hauptstocke, wie schon erwähnt, die Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis.

Mm. coraco-branchiales (*cbr.*) Die Zahl dieser seitlich resp. dorso-lateral von dem Hauptstocke ausgehenden Theile beträgt bei *Heptanchus* 7 (Taf. VI Fig. 1, *cbr.* 1—7) bei *Hexanchus* 6 und bei den pentanchen Haien 5 (Taf. VI Fig. 2—8, *cbr.* 1—5); der letzte entspringt in der Regel nicht von dem Hauptstocke, sondern neben ihm vom Korakoid. Am Ursprunge noch mehr oder minder mit einander zusammenhängend, sondern sich namentlich die vorderen Mm. coraco-branchiales gegen die Insertion hin in ziemlich deutlich getrennte Endzipfel, die meist muskulös, seltener

sehnig (*Scymnus*) an dem Visceralskelete enden; hierbei schieben sich zwischen sie tiefere Ursprungsbündel des *M. constrictor superficialis ventralis* (Taf. IV Fig. 1, *csv*), sowie die *Arteriae branchiales* (Taf. IV Fig. 1, *A br* 1—5) ein, zu der angegebenen Sonderung das ihrige beitragend. Zwischen dem ersten und zweiten *Coraco-branchialis* läuft, wie schon VETTER (1874 p. 450) richtig angiebt, keine Arterie; die entsprechende *A. branchialis inferior* 2 entspringt gemeinsam mit der zwischen *Coraco-hyoideus* und *Coraco-branchialis* 1 verlaufenden *A. branchialis* 1 (resp. 1+2). — Der letzte *Coraco-branchialis* (7 bei *Heptanchus*, 6 bei *Hexanchus*, 5 bei den pentanchen Haien) ist stets durch grössere Breite, sowie Selbstständigkeit im Ursprunge vor den übrigen *Mm. coraco-branchiales* ausgezeichnet; er erstreckt sich als breite, aber meistens mässig dicke Muskelplatte weit dorsalwärts am Korakoid hinauf und inserirt nur wenig schmaler an hinteren Kiemenbogentheilen. Die anderen *Coraco-branchiales* sind schmaler, aber meist etwas dicker, im Uebrigen von sehr wechselnden Dimensionen; doch ist von ihnen der *Coraco-branchialis* 1 ausnahmslos der kräftigste und kann selbst mitunter dem letzten *Coraco-branchialis* an Masse gleichkommen. Der schwächste und gegen den vorhergehenden *Cbr.* 1 sehr an Grösse zurückstehende ist meist der *Coraco-branchialis* 2; von da nimmt die Reihe meist successive bis *Cbr.* 5, wieder zu, doch finden sich auch Fälle, wo diese Muskeln gleich gross sind (*Heptanchus. Scyllium*) etc.; vereinzelt ist nicht *Cbr.* 2, sondern *Cbr.* 3 oder *Cbr.* 4 der schwächste (*Cestracion, Scyllium*). Gewöhnlich folgen die einzelnen *Coraco-branchiales* von vorn nach hinten der Reihe nach auf einander, doch kann es auch zu partiellen Deckungen der folgenden durch die vorausgehenden kommen (so namentlich bei *Rhina*, Taf. VI Fig. 8; *Scymnus*, Taf. VI Fig. 3; *Laemargus*, Taf. VI Fig. 4; *Scyllium*, Taf. VI Fig. 6). — Die gegenseitige Selbstständigkeit der beiden letzten *Mm. coraco-branchiales* ist in der Regel eine geringe; meist zeigen sich beide in kürzerer oder längerer Strecke, selbst bis zur Insertion hin verwachsen; auch *Cbr.* 3 kann nur theilweise von *Cbr.* 4+5 getrennt sein (*Laemargus*, Taf. VI Fig. 4; *Rhina*, Taf. VI Fig. 8). Die vorderen dagegen sind in der Regel gut gesondert, doch wird bei *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3)<sup>1)</sup> eine fast vollkommene Verwachsung der insertiven Teile der beiden ersten *Coraco-branchiales* gefunden. Andererseits kann es auch zu Spaltungen kommen; so bot *Scymnus* eine Spaltung des *Cbr.* 3 in zwei, an verschiedenen Kiemenbogen sich anhaftende Insertionszipfel dar (Taf. VI Fig. 3, *cbr.* 3' und *cbr.* 3'')<sup>1)</sup>. — Die Insertion, die in der Regel fleischig oder vorwiegend fleischig, mitunter aber auch mit mehr oder minder entwickelten Sehnen (so namentlich bei *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3)<sup>1)</sup>) erfolgt, geschieht an der Copula des Hyoids (Basihyale) an den Copularia (Hypo-branchialia), den angrenzenden Theilen ventraler Branchialia (Keratobranchialia), dem lateralen Bereiche der grossen gemeinsamen Endcopula der Kiemenbogen (Basi-branchiale) und auch an den zwischen diesen Theilen liegenden Membranen; im Uebrigen bindet sie sich nicht an bestimmte Insertionsgebiete, sondern zeigt grosse

1) In diesen drei Besonderheiten weicht *Scymnus* erheblich von *Laemargus* ab (siehe noch p. 409 Anm. 1).

Variirungen, bezüglich welcher nur Folgendes hervorgehoben werde. Der Coraco-branchialis 1 (*cbr. 1*) inserirt meist an dem Hinterrand der Copula des Hyoids, von wo aus er auch auf dessen angrenzende Dorsalfäche (so namentlich bei den Spinacidae) und oft auch auf die der Copula hyoidea folgende Membran übergreifen kann, bei *Scyllium* ausserdem noch an dem Copulare 1; bei *Odontaspis* dagegen endet er mehr lateral und zwar hauptsächlich an dem Branchiale und Copulare 1. Der Coraco-branchialis 2 (*cbr. 2*) wechselt in seinen Insertionen zwischen dem Copulare 1 (*Centrophorus, Laemargus, Cestracion, Galeus, Prionodon*; bei *Cestracion* auch noch an dem angrenzenden Theile des Branchiale 1) und dem Copulare 2 (*Heptanchus, Acanthias, Scyllium, Rhina*), dem sich zumeist noch das angrenzende Endstück des Branchiale 2 beigesellt; auch participirt die zwischen beiden Copularia liegende Membran dabei in wechselnder Weise. Der Coraco-branchialis 3 (*cbr. 3*) endet entweder am Copulare 2 (*Centrophorus, Laemargus*) oder an diesem, dem angrenzenden Theile des Branchiale 2 und der kleinen Copula 2 (*Cestracion*) oder am Copulare 2 und den Enden der Branchialia 2 und 3 (*Galeus*) oder mit zwei getrennten Sehnenzipfeln an den Branchialia 2 und 3 (*Scymnus*) oder nur am Copulare 3 (*Scyllium*) oder am Copulare 3 und Branchiale 3 (*Heptanchus, Acanthias, Rhina*)<sup>1</sup>). Der Coraco-branchialis 4 (*cbr. 4*) geht zum Copulare 3 und die daran angrenzende Membran (*Centrophorus*) oder an Copulare 3 und Branchiale 3 und die grosse Endcopula (*Cestracion*) oder an Copulare 3 und Branchiale 4 (*Laemargus*)<sup>1</sup>) oder an Copulare 3, Branchiale 4 und die Endcopula (*Galeus*) oder an Branchiale 3 und 4 und die Endcopula (*Prionodon*) oder an Copulare 4 und Branchiale 4 (*Heptanchus, Acanthias, Scyllium, Rhina*) oder nur an Branchiale 4 (*Scymnus*). Der Coraco-branchialis 5 (*cbr. 5*) endet bei *Heptanchus* am Copulare 5 und dem angrenzenden Ende des Branchiale 5, bei den pentanchen Haien stets an der Endcopula und ausserdem, in wechselnder Weise, am Copulare 4 und den Branchialia 4 und 5 (*Centrophorus*) oder Copulare 4 und Branchiale 5 (*Cestracion*) oder Branchiale 5 (aber in ansehnlicher Ausdehnung, *Acanthias, Scymnus, Laemargus, Scyllium, Prionodon, Rhina*). Der Coraco-branchialis 6 (*cbr. 6*) von *Heptanchus* geht zu dem Copulare 6 und dem angrenzenden Ende des Branchiale 6, der Coraco-branchialis 7 (*cbr. 7*) von *Heptanchus* endlich zu dem Seitentheil der Endcopula und in beträchtlicher Strecke zu dem Branchiale 7.

*M. coraco-hyoideus* (*chy.*) Er bildet, da der *M. coraco-mandibularis* (*cm.*) sich von der gemeinsamen Masse meistens mehr oder minder emancipirt hat, die eigentliche direkte Fortsetzung des Hauptstockes nach vorn, gewissermaassen das vorderste, auf das  $2\frac{1}{2}$ —6fache verlängerte<sup>2</sup>) Myomer desselben darstellend<sup>3</sup>). Doch

1) Hierher gehört in beiden Fällen auch das von VETTER untersuchte Exemplar von *Scymnus*. Somit herrschen hier, wie es scheint, erhebliche individuelle Variirungen.

2) Unter den beobachteten Haien bilden *Spinax* mit einer — im Vergleich zu den hinteren Myomeren —  $2\frac{1}{2}$ fachen, *Odontaspis* mit einer 5fachen und *Prionodon* mit einer 6fachen Verlängerung dieses Myomers die Extreme; bei den meisten Haien beträgt dieselbe das 3—4fache.

3) Einmal fand ich bei *Hexanchus* im Coraco-hyoideus selbst eine dem hinteren Ende näher liegende feine Inscriptio; VETTER (1874, p. 450) erwähnt das Gleiche für die Mitte des Coraco-hyoideus von *Heptanchus*.

neigen einige Haie, vor allen *Scymnus*, zu einer etwas grösseren Emancipation des Coraco-hyoideus, indem derselbe hier mehr von der Ventralfläche im Bereiche des ersten und zweiten Myomers des Hauptstockes ausgeht; dann bildet der Coraco-branchialis 1 die eigentliche Fortsetzung des Hauptstockes. Dementsprechend wechselt seine relative Länge gegenüber der des Hauptstockes erheblich: bald beträgt sie nur  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  desselben, bald kann sie dessen Länge erreichen oder selbst übertreffen (*Cestracion*, *Scyllium*). Bezüglich des Details verweise ich auf Taf. VI. — Immer repräsentirt der Coraco-hyoideus einen ansehnlichen Muskel<sup>1)</sup>, der in der Regel auch den Coraco-branchialis 1 übertrifft, darum auch gewöhnlich den letzteren lateral überragt. Meist sind der rechte und linke Coraco-hyoideus in der Mittellinie zu einem unpaaren Muskel vereinigt; doch können beide auch paarig neben einander und selbst in einiger Entfernung von einander verlaufen (*Scyllium*). Sein hinteres Ende beginnt immer durch Vermittelung einer gut ausgeprägten Inscriptio tendinea von dem Hauptstocke, sein vorderes Ende inserirt breit und kräftig an der Copula des Hyoids (mit Ausnahme der seitlichen, unter den Hyoidbogen sich einschiebenden Verlängerung desselben, welche häufig dem Coraco-branchialis 1 als Insertionsstelle dient), hierbei bald mehr die hintere (z. B. bei *Scymnus*, *Laemargus*) bald mehr die ventrale Fläche desselben (*Centrophorus*, *Spinax*, *Acanthias*, *Cestracion*) bevorzugend; bei *Heptanchus*, *Scyllium* und *Rhina* greift die Insertion auch auf das mit der Copula verbundene Ende des Hyoidbogens und die Kapsel des Hyo-Copular-Gelenkes über. Die Insertion geschieht meist vorwiegend muskulös; *Rhina* zeigte eine rein bindegewebige Endsehne, die in einen unpaaren (medianen) und paarigen (lateralen) Zipfel gespalten war (Taf. VI Fig. 8, *chy'* und *chy''*).

M. coraco-mandibularis (*cm*). Für den Coraco-mandibularis hat sich die bei dem Coraco-hyoideus nur angedeutete oder (*Scymnus*) nur in mässigem Grade vorgeschrittene Emancipation vom Hauptstocke noch weiter vollzogen: der Coraco-mandibularis stellt einen von letzterem mehr oder minder selbstständigen Muskel dar, indem er entweder von dem medialen Bereiche der Ventralfläche desselben sich abhebt oder unter sekundärer Verlängerung nach hinten von dieser und dem Korakoid oder von letzterem allein ausgeht; mit dem zuletzt erwähnten Verhalten (Ursprung allein vom Korakoid) ist er ein vollkommen selbstständiger Muskel geworden. Auf der andern Seite bildet *Cestracion* (Taf. VI Fig. 5) eine bemerkenswerthe Ausnahme: hier bildet der Muskel die gerade Fortsetzung des aus einem einzigen Myomer bestehenden Hauptstockes und ist hierbei von demselben durch eine kräftige Inscriptio tendinea geschieden. Eine Ablösung von der Ventralfläche des Hauptstockes im Bereiche der 2—3 ersten Myomeren findet statt bei *Heptanchus* (Taf. VI Fig. 1), *Hexanchus*, *Scyllium* (Taf. VI Fig. 6) und *Odontaspis*, von dem 2. und 3. Myomer bei *Acanthias*, von den 4—5 ersten Myomeren bei *Centrophorus* (Taf. 6 Fig. 2); bei *Spinax* geht der Muskel von dem letzten, vor der Mitte des Korakoids befindlichen Myomer,

1) Bei *Cestracion* und *Scyllium* ist er relativ am schwächsten, selbst schwächer als der Coraco-mandibularis entwickelt.

bei *Mustelus*, *Galeus* und *Prionodon* (Taf. VI Fig. 7) von den 2—3 letzten Myomeren aus, entspringt aber zugleich mit seinem hinteren Ende von der ventralen Mitte des Korakoids; einen lediglich auf das Korakoid beschränkten Ursprung bieten endlich *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3) und *Laemargus* (Taf. VI Fig. 4) dar. Es folgen somit in der Reihe der successiven Emancipation und caudalwärts gehenden Wanderung des Ursprunges des Coraco-mandibularis: Notidaniden, *Scyllium*, *Odontaspis*; *Centrophorus*; *Acanthias*; *Carchariidae*; *Spinax*; *Scymninae*. Diese Reihe steht zu der tieferen oder höheren systematischen Stellung der betreffenden Thiere in keiner direkten Relation; selbst innerhalb der Familien, z. B. bei den *Spinacidae*, finden sich alle möglichen Uebergänge: *Centrophorus*, *Acanthias*, *Spinax*, *Scymnus*, *Laemargus*. *Cestracion* mit seinem die gerade Fortsetzung bildenden Coraco-mandibularis scheint am Anfange der Reihe zu stehen; die genauere Betrachtung zeigt indessen, dass es sich hier um eine nur scheinbar primitive Bildung handelt. In Wirklichkeit dürfte vielmehr der mächtige Coraco-mandibularis dieser Gattung in Korrelation zu der gewaltigen Kieferentwicklung sekundär die hohe und mächtige Entfaltung eingegangen sein, die zu seiner Verlängerung nach hinten und zur Verkürzung des hinteren Hauptstockes geführt hat. — Mit der Verlagerung des Muskelursprunges variiert selbstverständlich auch die Länge des Muskels. Seine Entwicklung nach Dicke und Breite ist in der Regel eine mittlere. Recht voluminös ist er nur bei *Cestracion* (Taf. VI, Fig. 5) entfaltet, wo er auch den Coraco-hyoideus an Stärke übertrifft; eine ziemlich gute Ausbildung bieten die *Notidanidae* (Taf. VI Fig. 1), *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3), *Laemargus* (Taf. VI Fig. 4), *Scyllium* (Taf. VI Fig. 6) und die *Carchariidae*, *Mustelus*, *Galeus* und *Prionodon* (Taf. VI Fig. 7) dar; schlanker ist er bei den *Spinacidae* (Taf. VI Fig. 2) und *Odontaspis*; die schwächste Entwicklung bietet *Centrophorus* (Taf. VI Fig. 2) dar. Bei *Rhina* (Taf. VI Fig. 8) ist er vollkommen zurückgebildet. — In der Regel verwächst er mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel; nur bei *Scyllium* fand ich am vorderen Ende die Spur einer Trennung (Taf. VI Fig. 6)<sup>1)</sup>, bei *Prionodon* (Taf. VI Fig. 7) aber die deutliche Ausbildung eines rechten und linken Endzipfels, dieses offenbar in sekundärer Anpassung an die hier bestehende bewegliche syndesmotische Verbindung beider Unterkieferhälften. — Der Ursprung des Muskels geschieht bald rein oder vorwiegend muskulös (Notidaniden, *Cestracion*, *Scyllium*), bald fleischig-sehnig (*Centrophorus*, *Scymnus*, *Laemargus*, *Carchariidae*), bald überwiegend oder rein sehnig (*Spinax*, *Laemargus* ind.). — Die Insertion findet in der Mitte der vereinigten Mandibulae statt, kann aber auch noch an dem daran angrenzenden Saum der Mandibula und Copula hyoidea verbindenden Membran Platz greifen; bei *Centrophorus* ist letztere Insertion fast mehr als die an dem Unterkieferknorpel ausgebildet. Bezüglich der geweblichen Beschaffenheit der Insertion ist ein ähnlicher Wechsel wie für den Ursprung zu beobachten: bald überwiegt das muskulöse (*Hexanchus*, *Cestracion*, *Scyllium*), bald das sehnige Element (*Heptanchus* indiv., *Centrophorus*, *Scymnus*); *Heptan-*

1) Vetter erwähnt Aehnliches von *Scymnus*.

*chus*, *Laemargus*, *Prionodon* stehen hinsichtlich des geweblichen Verhaltens in der Mitte.

Innervirt wird die gesammte Masse der hypobranchialen spinalen Muskulatur der Haie von dem Endtheil des Plexus cervicalis, der 3—9 occipitalen und spinalen Nervenwurzeln entammt (cf. p. 404); irgendwelche Versorgung durch Zweige des Vagus, wie sie von anderer Seite behauptet worden (cf. p. 400, 419), findet nicht statt; die in dieses Gebiet reichenden Vaguszweige enden theils an den in die Mm. coraco-branchiales eingreifenden, tiefen Ursprungszipfeln des M. constrictor superficialis ventralis und an dem in dieser Gegend befindlichen Bindegewebe. Der Endtheil des Plexus cervicalis tritt, an der Vorderfläche des Schultergürtels nach unten und vorn (ventro-rostralwärts) sich wendend, zunächst an die Innenfläche des letzten M. coraco-branchialis, wobei er denselben mit mehreren Zweigen versorgt. Hierauf verläuft er in der Tiefe des lateralen Bereiches der gesammten Muskelmasse, vorwiegend da, wo die Mm. coraco-branchiales sich von derselben abzweigen (cf. Taf. IV Fig. 1), nach vorn und giebt dabei dorso-lateralwärts sich wendende Zweige an die Mm. coraco-branchiales, sowie medialwärts resp. ventro-medialwärts gehende Aeste an den Hauptstock und die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis. Alle diese Aeste respektiren die durch die intermyomeren Septen gegebenen Grenzen nicht, versorgen auch nicht ausschliesslich diese oder jene besondere Abtheilung des gesammten Muskels, sondern geben ihre Seitenzweige allen den Abschnitten, die sie gerade durchlaufen. Die grösste Selbstständigkeit kann der im M. coraco-mandibularis endigende Nerv gewinnen; derselbe wendet sich zunächst in dem Hauptstock am meisten medialwärts und tritt hierauf gewöhnlich durch die die beiden ersten Myomeren desselben trennende Inscriptio heraus, um von da, dem der Gegenseite sehr benachbart, zur Innenfläche des M. coraco-mandibularis zu gelangen; da wo der M. coraco-mandibularis von dem Hauptstocke emancipirt ist und in seinem Ursprunge auf das Korakoid sich erstreckt, verläuft der N. coraco-mandibularis durch das Septum, welches das 2. und 3. Myomer des Hauptstockes trennt. — Direktere arithmetische Relationen zwischen der Zahl der Myomeren und der Zahl der Nervenwurzeln, welche die hypobranchialen Nerven zusammensetzen, existiren, wie die beiden auf p. 403 und 404 gegebenen Tabellen belehren, nicht. Bezüglich des Weiteren der Innervation verweise ich auf die oben (p. 400—405, 419) gegebenen Ausführungen.

## 2. Rochen.

### Taf. IV Fig. 9, Taf. VI Fig. 9.

Die untersuchten Rochen kennzeichnet gegenüber der Mehrzahl der Haie die mässige Entwicklung des hinteren Hauptstockes (*car. p.*), der am Ursprunge von der ihm folgenden postzonalen Rumpfmuskulatur weit getrennt ist, die schwache Ausbildung des M. coraco-hyoideus, der selbst fehlen kann, die Verschmelzung sämtlicher Mm. coraco-branchiales zu einem mehr oder minder einheitlichen Muskel und

das tiefe Eingreifen des zum Constrictor-System gehörigen und vom Nervus facialis versorgten M. depressor hyo-mandibularis zwischen die Mm. coraco-hyoideus und coraco-branchialis, welche damit grösstentheils scharf gesondert werden.

Der Hauptstock (*car. p*) bildet immer einen mässig entwickelten Muskel, der sich in der Breite wenig nach vorn verjüngt, dagegen in seiner Dicke beträchtlich abnimmt und schliesslich im Bereiche des zweiten  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{4}$  des coraco-mandibularen Raumes (von hinten gerechnet) sich zur membranösen Ausbreitung verdünnt, welche mit ihrer Innenfläche (Dorsalfläche) fest mit dem Ursprung des M. depressor hyo-mandibularis (*dhm*) verwachsen ist, mit ihrer Aussenfläche (Ventralfläche) dem M. coraco-mandibularis (*cm*) resp. coraco-hyoideus (*chy*) Ursprung giebt. Bei *Torpedo* beträgt seine von aussen sichtbare Länge (bis zum Ursprunge des M. coraco-mandibularis)  $\frac{2}{5}$ , bei *Rhinobatus* und *Raja* (Taf. VI Fig. 9)  $\frac{1}{4}$  der Distanz zwischen Korakoid und Mandibula, bis zum Ursprunge des weiter vorn abgehenden M. coraco-hyoideus etwas mehr. Wie bei den Haien ist der Hauptstock auch durch schräg verlaufende Septen (Inscriptiones) in auf einander folgende Myomeren gesondert; dieselben überschreiten nicht die Zweizahl und können durch partielle Auflösung der hinteren Inscriptio theilweise verschmelzen; letzteres ist bei *Rhinobatus* und *Torpedo* der Fall, während *Raja* (Taf. VI Fig. 9) meist deutlich geschiedene Myomeren besitzt. Von der vorderen Inscriptio geht der M. coraco-mandibularis ab, von der Sehnausbreitung vor ihr der M. coraco-hyoideus. — Der Muskel entspringt von der vorderen (rostralen) Fläche des medialen Bereiches des Korakoid und ist dabei stets durch eine mehr oder minder breite, direkt von Haut bedeckte Fläche dieses Skelettheiles (*Cor.*) von der postzonalen ventralen Rumpfmuskulatur geschieden und entfernt; lateral hängt er mehr oder minder innig mit dem Ursprungszipfel des hinteren Abschnittes des gemeinsamen M. coraco-branchialis (*cbr. 1—5*) zusammen. Am Anfange sind der rechte und linke Muskel von einander geschieden, verschmelzen aber sehr schnell mit einander; spätestens im Bereiche des ersten Myomers, aber auch schon früher (*Torpedo*, *Rhinobatus*) ist der Muskel ein unpaarer geworden. Zu dem korakoidalen Ursprunge kommt noch wie bei den Haien ein tieferer von der das Herz deckenden Innenfascie hinzu.

Mm. coraco-branchiales (*cbr.*, *cbr. 1—5*). Diese schon bei den Haien mannigfache Verwachsungen unter einander darbietenden, in der Hauptsache aber doch leicht zu separirenden Muskeln sind bei den untersuchten Rochen in der Hauptsache zu einem einheitlichen M. coraco-branchialis verwachsen, der nur an den Insertionen durch den hier stattfindenden Durchtritt der Arteriae branchiales 3, 4 und 5 (Taf. VI Fig. 9, *A.br. 3, 4, 5*) undentlich in seine Partien geschieden ist. Die gesammte Masse bildet somit einen dem Hauptstocke dorso-lateral angefügten Muskel, welcher bei *Torpedo* und *Rhinobatus* mehr in die Breite, also vorwiegend lateralwärts, bei *Raja* mehr in die Tiefe, also dorsalwärts, entwickelt ist; im vorderen Bereiche wird er von dem mächtigen, zwischen ihn und die vordere Sehnausbreitung des Hauptstockes (resp. die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis) sich einschubenden M. depressor hyo-mandibularis (*dhm.*) bedeckt. — Der Ursprung des

Muskels beginnt dementsprechend bei *Raja* ziemlich schmal, bei *Torpedo* ziemlich breit, bei *Rhinobatus* aber in erheblicher Breitenausdehnung (laterale  $\frac{3}{5}$ ) von dem Korakoid; ausserdem geht er auch von dem lateralen Bereiche der tiefen Fascie (Herzbeutelverstärkung)<sup>1)</sup> aus und verläuft von da mit schräg nach vorn, lateral und dorsal aufsteigenden Fasern zu dem Kiemengerüste. — Der vor der Art. branchialis 3 (*A. br. 3*) liegende erste Abschnitt (M. coraco-branchialis 1 + 2, *cbr. 1 + 2*), ist von mittlerer Stärke und inserirt in wechselnder Ausdehnung an dem Copulare 2 GEGENBAUR'S (*Torpedo*) oder an diesem und der darauf folgenden Membran (*Rhinobatus*) oder an zwei Copularia, einem medialen mit der grossen Endcopula verschmolzenen (GEGENBAUR'S Copulare 2) und einem lateralen rudimentären, welches der direkten Verbindungen mit den benachbarten Theilen entbehrt und daher nicht sicher gedeutet werden kann<sup>2)</sup>. Der zwischen den Aa. branchiales 3 und 4 (*A. br. 3, 4*) befindliche Theil (M. coraco-branchialis 3) ist kleiner als der ihm vorhergehende und endet bei *Torpedo* und *Rhinobatus* an dem Copulare 3; bei *Raja* vermisste ich jede Spur eines zwischen den beiden genannten Arterien liegenden Muskels (Taf. VI Fig. 9). Noch kleiner ist die zwischen den Aa. branchiales 4 und 5 (*A. br. 4, 5*) liegende Partie (M. coraco-branchialis 4, *cbr. 4*); dieselbe endet bei *Rhinobatus* und *Torpedo* am lateralen Theile des Copulare 4, bei *Raja* an den aneinander stossenden Theilen der Copularia 3 und 4. Auf Grund dieser Befunde an *Raja* ist eine zweifache Deutung möglich: entweder fehlt der M. coraco-branchialis 3 hier vollkommen oder der M. coraco-branchialis 4 enthält Theile von ihm (die an Copulare 3 inserirenden), wobei ein anomaler Verlauf der A. branchialis 4 anzunehmen wäre; zahlreichere Untersuchungen an einem grösseren Materiale mögen entscheiden, welche Auffassung die richtige ist. Der auf die A. branchialis 5 (*A. br. 5*) folgende Antheil (M. coraco-branchialis 5, *cbr. 5*) übertrifft alle vorhergehenden Portionen des M. coraco-branchialis ganz erheblich; bei *Torpedo* ist er etwas, bei *Rhinobatus* und *Raja* viel grösser als alle vier (*cbr. 1—4*) zusammen. Seine Insertion findet in grosser Breite an dem ansehnlich entwickelten, ligamentös mit dem Schultergürtel verbundenen ventralen Mittelstück (Keratobranchiale) des 5. Kiemenbogens statt, bei *Rhinobatus* und *Torpedo* greift sie selbst auf die ventrale Fläche des dorsalen Mittelstückes (Epibranchiale) über und zwar kann man bei *Torpedo* diesen Theil als besondere separate Portion (M. coraco-branchialis 5. dorsalis) von dem an dem ventralen Mittelstück endenden M. coraco-branchialis 5. ventralis unterscheiden.

M. coraco-hyoideus (*chy.*). Dieser Theil bildet die eigentliche Fortsetzung der vorderen Sehnenmembran des hinteren Hauptstockes und liegt zwischen dem oberflächlichen Coraco-mandibularis (*cm.*) und dem tiefen Depressor hyo-mandibularis

1) Bei *Torpedo* ist ein Theil derselben zu einer kräftigen Sehnenbrücke herangebildet.

2) Auf diesen Befund hin könnte man geneigt sein, das GEGENBAUR'Sche Copulare 2 von *Raja* als Copulare 1 und das darauf folgende Rudiment als Copulare 2 zu deuten; damit käme auch eine grössere Konformität in die Insertionsverhältnisse des M. coraco-branchialis 1 + 2. Doch enthalte ich mich, bei den mir vorliegenden unzureichenden Materialien, die für die Behandlung dieser Frage nicht genügen, einer Entscheidung und folge bis auf Weiteres den in jeder Hinsicht gut begründeten Vergleichen und Deutungen GEGENBAUR'S.

(*dhm.*) eingeschlossen; zwischen letzterem und ihm zieht die *A. branchialis* 1 + 2 hindurch. Er bildet einen ziemlich schmalen und dünnen bandförmigen Muskel, der abweichend von den meisten Haien die schwächste Partie der hypobranchialen spinalen Muskulatur bildet. Stets ist er von dem Muskel der Gegenseite getrennt und entfernt, also paarig vorhanden. Bei *Raja* (Taf. VI Fig. 9) ist er unter den untersuchten Rochen relativ am besten entfaltet und ragt lateral über den *M. coraco-mandibularis* (*cm.*) vor, bei *Rhinobatus* zeigt er eine geringere und schmalere Ausbildung und wird vollkommen von dem genannten Muskel bedeckt; bei *Torpedo* wurde er vollkommen vermisst. Die Insertion geschieht (bei *Raja*) jederseits am medialen Theile der zu einem schmalen transversalen Stabe ausgezogenen Copula des Hyoids, wobei zu Folge der paarigen Anordnung die Mitte dieses Stabes frei bleibt; bei *Raja* kommt zu dieser Anheftung noch eine solche an der auf die Copula folgenden Membran hinzu.

*M. coraco-mandibularis* (*cm.*). Dieser Theil des gemeinsamen Coraco-arcualis übertrifft den *M. coraco-hyoideus* an Länge, Breite und Stärke und hat sich in seiner grösseren Ausdehnung mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel vereinigt, während er an dem insertiven Ende von ihm noch getrennt geblieben ist (Taf. VI Fig. 9). Lateral steht er mit dem *Mm. depressor mandibularis* (*dm.*) und *depressor rostri* (*dr.*), deren aponeurotische Anfänge ihn überbrücken, in Verband. Der paarige Charakter des Muskels ist bei *Raja* am meisten ausgeprägt; hier zeigen der rechte und linke Muskel unter Umständen in ihrer ganzen Länge eine leise mittlere Trennungslinie; bei den anderen untersuchten Rochen sind sie mehr mit einander verschmolzen. Die Insertion geschieht im medialen Bereiche der Mandibula.

Innervirt wie bei den Haien von den aus 7—9 occipitalen und spinalen Nervenwurzeln stammenden Endtheil des Plexus cervicalis, der im lateralen Bereiche der hypobranchialen Muskelmasse verläuft, aber nicht so tief in dieselbe eingegraben ist, wie bei den Haien. Auch hier vertheilen sich die lateralen Zweige in dem *M. coraco-branchialis* (Taf. IV Fig. 9, *Rr. cbr.*), die medialen im hinteren Hauptstocke und in den *Mm. coraco-hyoideus* und *coraco-mandibularis* (*Rr. chy* und *Rr. cm*). Hinsichtlich des Speciellen verweise ich auf p. 400—405 und Taf. IV Fig. 9.

### 3. Holocephalen.

Taf. IV Fig. 2, 3<sup>1</sup>).

Die Holocephalen theilen mit den Rochen die mässige Entwicklung des hinteren Hauptstockes und des *M. coraco-hyoideus* sowie die Vereinigung der einzelnen *M. coraco-branchiales* 1—5 zu einem breiten und in der Hauptsache einheitlichen *M. coraco-branchialis*. Auch steht ihre hypobranchiale Muskulatur mit dem

1) Ausser diesen Abbildungen verweise ich noch auf die guten von VETTER gegebenen von *Chimaera* (1878, Taf. XII).

nach der Gegend des Rostrum hinziehenden Muskelbände des Depressor rostri ähnlich wie bei den Rochen in einem intimen Verbande, während hingegen etwas, was dem Depressor hyo-mandibularis verglichen werden könnte, bei den Holocephalen nicht zur Beobachtung kommt. Eigenthümlich und mit keiner Bildung bei Haien und Rochen vergleichbar ist die zu der Ausbildung des holocephalen Kieferapparates in Correlation stehende enorme Entfaltung des M. coraco-mandibularis, welche die gesammte Muskulatur beherrscht und insbesondere den Coraco-hyoideus sehr in den Hintergrund stellt. Auch der bei *Callorhynchus* existirende M. coraco-praemandibularis bildet eine bemerkenswerthe Differenzirung der hypobranchialen Muskelgruppe der Holocephalen.

Der Hauptstock (*car. p.*) repräsentirt einen mässig langen und oberflächlich auch mässig breiten unpaaren Muskel, der bei *Chimaera* etwa  $\frac{1}{3}$  der coraco-mandibularen Distanz, bei *Callorhynchus* noch weniger beträgt und oberflächlich mit parallelen (*Chimaera*) oder selbst etwas divergirenden Fasern (*Callorhynchus*) — also recht abweichend von den Haien — von dem Ursprunge an der ventralen Mitte des Korakoids nach vorn strebt und durch Vermittelung einer Inscriptio tendinea mit seiner Hauptmasse in den breiten und mächtigen M. coraco-mandibularis (*cm*), sowie mit einer kleinen seitlichen Partie in den M. coraco-hyoideus (*chy*) übergeht. Er besteht somit nur aus einem Myomer und tritt gegenüber dem M. coraco-mandibularis so zurück, dass er mehr einen hinteren Anhang desselben als einen Ausgangstheil für ihn bildet; auch ist in Folge partieller Auflösung der Inscriptio namentlich in der Tiefe die ursprüngliche Scheidung beider sehr verwischt resp. aufgehoben und der Ursprung des Coraco-mandibularis erscheint damit bis auf den Schultergürtel zurückverlegt. Dementsprechend sollen Ursprung und weiterer Verlauf Beider gemeinschaftlich behandelt werden.

M. coraco-mandibularis (*cm.*) incl. Hauptstock (*car. p.*). Diese mächtige Masse, welche z. Th. die Hauptstock und eigentlichen Coraco-mandibularis scheidende Inscriptio noch darbietet, entspringt mit in die Tiefe zunehmender Breite sehr ausgedehnt fast von der ganzen, sehr ausdrucksvoll modellirten Vorderfläche des mittleren Korakoides und greift auch noch auf die innere Hälfte der Vorderfläche des ventralen  $\frac{1}{3}$  (*Chimaera*) resp. der ventralen  $\frac{2}{3}$  (*Callorhynchus*) der Scapula über; der rechte und linke Muskel sind somit am korakoiden Ursprunge mit einander verschmolzen, am scapularen aber paarig geblieben<sup>1)</sup>. Von der postzonalen Rumpfmuskulatur sind sie durch das kräftige Korakoid (*Cor.*) weit geschieden. Bei *Callorhynchus* (Taf. IV Fig. 3) kommt dazu noch ein kleineres oberflächliches Muskelbündel (*car. p'*), welches latero-caudal von der korakoidalen Hauptmasse von der sehnigen Oberfläche der ventralen Brustflossen-Muskulatur entspringt und bald mit einer ziemlich schwachen, schmalen Sehne sich in die laterale Fläche der Hauptmasse in der Höhe der Inscriptio einwebt<sup>2)</sup>.

1) Diesen unpaaren Ursprung der ventralen und den paarigen der dorsalen Partie hat VETTER richtig beschrieben, aber beide Theile zu sehr getrennt.

2) Einmal (linkerseits) ging ein laterales Faserbündel davon ab, welches sich dem Constrictor-System inniger anschloss, schliesslich aber doch dem vorderen Bereiche des Coraco-mandibularis sich einwebte (Taf. IV Fig. 3, *car. p'*).

Nach vorn geht der Coraco-mandibularis unter beträchtlicher fächerförmiger Divergenz seiner Fasern zur Mandibula und inserirt hier in einer Breite, welche diejenige des hinteren Hauptstockes um das Dreifache (*Chimaera*) bis Vierfache (*Callorhynchus*) übertrifft; trotz dieser Entfaltung in die Breite ist der Insertionstheil auch noch von einer erheblichen Dicke. Die lateralen Partien, welche namentlich bei *Callorhynchus* mit dem zum oberen Labialknorpelapparat ziehenden Muskelzuge des Constrictor-Systemes durch Vermittelung einer (neu gebildeten) Inscriptio tendinea verbunden sind, treten hierbei etwas oberflächlicher hervor als die mittlere mehr aus der Tiefe herauskommende Masse; erstere entstehen somit vorwiegend durch Auseinanderweichen der unpaaren (korakoidalen), letztere durch Verbindung der paarigen (scapularen) Ursprungsmassen<sup>1)</sup>. Bei *Callorhynchus* endet ein schmaler, unpaarer, mittlerer Zipfel nicht an der Mandibula, sondern geht in eine schlanke Sehne über, welche bis zu den hier vorhandenen mittleren Verbindungen der beiderseitigen unteren Labialknorpel (Praemandibular-Knorpel) zu verfolgen ist; man würde sonach hier von einer weiteren Verlängerung der korakarkualen Muskulatur nach vorn, von einem *M. coraco-praemandibularis* (Taf. IV Fig. 3, *cpm.*) zu sprechen haben.

*M. coraco-hyoideus* (*chy.*). Dieser, an Volumen ganz und gar gegen den Coraco-mandibularis zurücktretende Muskel entwickelt sich aus den lateralen und tieferen Partien des Hauptstockes und bildet in seiner Verbindung mit dem der Gegenseite eine rinnenförmige Muskelplatte, auf welcher der Coraco-mandibularis ruht. Bei *Chimaera* kann die rechte und linke Hälfte des mässig entwickelten Muskels noch partiell gesondert sein, bei *Callorhynchus* ist der recht kleine Muskel gänzlich unpaar. Die Insertion geschieht an dem hinteren, ventralen Rande der Copula des Hyoides.

*M. coraco-branchialis* (*cbr., cbr. 1—5*). Wie bereits betont, sind die *Mm. coraco-branchiales* 1—5 der Haie hier, also ähnlich wie bei den Rochen, zu einem einheitlichen Muskel verschmolzen, welcher nur unter Berücksichtigung des Durchtrittes der *Aa. branchiales* (Taf. IV Fig. 2, *A. br. 2—5*) in seine ursprünglichen Partien gesondert werden kann. Der so entstandene Muskel bildet eine sehr ansehnliche, bedeutend in die Breite entwickelte und auch nicht unkräftige Platte, welche lateral an die vorher beschriebenen Theile des hypobranchialen, spinalen Muskelapparates angrenzt, aber nicht mehr mit ihnen verschmolzen ist. Der so emancipirte Muskel entspringt breit und einheitlich von dem lateralen Bereiche der Vorderfläche des Korakoides (nicht ganz bis zu dessen ventralem Ende herabreichend) sowie den ventralen  $\frac{2}{5}$  der Scapula und geht mit etwas konvergirenden, dorsal fast rein longitudinal verlaufenden, ventral nach vorn und oben (dorso-rostralwärts) aufsteigenden Fasern nach dem Kiemenapparat. Hierbei endet die dem *M. coraco-branchialis* 1 entsprechende Partie an dem Copulare (Hypobranchiale) 1, sowie an der kleinen Copula (Basi-branchiale) 1 und der an sie angrenzenden Membran, der *M. coraco-branchialis* 2 an Copulare 2, Copula 2 und der benachbarten Membran, der *M. coraco-branchialis* 3

1) Die betreffenden Verhältnisse werden auch von VETTER (1878, p. 450) gut beschrieben; doch scheidet derselbe die einzelnen Partien zu sehr.

an dem Copulare 3, der *M. coraco-branchialis* 4 an Copulare 3 und der angrenzenden Membran, der *M. coraco-branchialis* 5, welcher den breitesten Theil des gesammten *M. coraco-branchialis* repräsentirt, in grosser Ausdehnung am Branchiale (Cerato-branchiale) 5, sowie am Copulare 4 und dem vorderen lateralen Bereiche der grossen Endcopula.

Innervirt wird die gesammte Muskulatur von dem Endstamm des Plexus cervicalis, der dem letzten occipitalen ( $z$ ) und den beiden ersten occipito-spinalen Nerven ( $a, b$ ) entstammt, zuerst an der Innenfläche des breiten *M. coraco-branchialis* verläuft, wobei er demselben wie der scapularen Ursprungspartie des *M. coraco-mandibularis* viele Zweige abgiebt, und dann die weiteren Theile des *M. coraco-mandibularis*, sowie den *M. coraco-hyoideus* mit seinen Neben- und Endästen versorgt (Taf. IV Fig. 2).

## II. Allgemeine Bemerkungen über die hypobranchiale spinale Muskulatur.

Die vergleichende Betrachtung der verschiedenen hypobranchialen Muskelbildungen bei den Haien, Rochen und Holocephalen lässt bei den Ersteren ein primitiveres, indifferenteres Verhalten erkennen, während die beiden Letzteren in der mässigen Ausbildung des hinteren Hauptstockes, in der sehr ungleichen Entfaltung des ansehnlichen bis sehr mächtigen *Coraco-mandibularis* und des schwachen bis fehlenden *Coraco-hyoideus*, sowie in der Verschmelzung der einzelnen *Mm. coraco-branchiales* zu einem mehr oder minder einheitlichen *Coraco-branchialis* sekundäre, von dem Verhalten bei den Haien ableitbare Züge aufweisen. Auch sind die Beziehungen des Systemes des *Constrictor superficialis ventralis* zu demjenigen der hypobranchialen spinalen Muskulatur bei den Haien auf einer niedrigen Stufe stehen geblieben, bei den Holocephalen dagegen, namentlich aber bei den Rochen zu einseitigen Differenzirungen und mehr oder minder intimen, ebenfalls durchweg von den squaliden Bildungen ableitbaren Verbänden gelangt (*Depressor hyo-mandibularis*, *Depressor rostri*).

Der weit auf die Scapula sich ausdehnende Ursprung bei den Holocephalen geht Hand in Hand mit der mächtigen sekundären Entfaltung des *Coraco-mandibularis*; auch das bei *Callorhynchus* von der sehnigen Oberfläche der Brustflossen-Muskulatur ausgehende besondere Ursprungsbündel ist — ähnlich dem weit über die postzonale Rumpfmuskulatur nach hinten erstreckten Ursprung des Hauptstockes bei *Prionodon* — als eine sekundäre Bildung zu beurtheilen; dass hier die caudalwärts gehende Ausdehnung nicht auf die postzonale, sondern auf die pterygiale Muskulatur erfolgte, spricht für den relativ späten Termin dieser Ursprungs-Aberration, welche erst nach hinten weitergriff, als bereits die Brustflosse von *Callorhynchus* und ihre Muskulatur zu ihrer sekundären und mächtigen Entfaltung gelangt war. In diesem und mehreren anderen Zügen (s. die speciellere Beschreibung) offenbart sich *Chimaera* als den primitiveren, *Callorhynchus* als den einseitig und höher differenzirten Vertreter der Holocephalen.

Fraglich erscheint die Beurtheilung des bei *Callorhynchus* an dem unteren Labialknorpel (Prämandibular-Knorpel) inserirenden Sehnenstreifes, der von der Mitte des *M. coraco-mandibularis* ausgeht und von mir als *M. coraco-praemandibularis* bezeichnet wurde. Handelt es sich hier um den letzten Rest einer ganz primordialen, bei allen Selachiern und bei *Chimaera* verschwundenen Bildung oder um eine erst sekundär bei *Callorhynchus* zur Entwicklung gekommene insertive Aberration? Nach den von GEGENBAUR (1872, p. 229, 230) gegebenen ausführlichen Begründungen darf die Homodynamie der Labialknorpel der Selachier mit inneren Kiemenbogen, speciell mit dem Kieferbogen mit guten Gründen nicht bezweifelt werden; der praemandibulare Knorpel der Selachier repräsentirt das Rudiment eines vor der Mandibula liegenden ventralen Visceralbogens, der einstmals eine ansehnlichere Entfaltung und wahrscheinlich eine direktere Betheiligung an dem Mundschluss aufwies, aber Hand in Hand mit der sekundären, mächtigeren Ausbildung des Kieferbogens in Rückbildung trat. Diese Rückbildung hat auch zur Lösung der früheren ventralen Verbindung des rechten und linken Praemandibularbogens bei den Selachiern geführt; bei *Callorhynchus* aber ist dieselbe vorhanden; beide Praemandibularknorpel sind hier zu einer auf der Mandibula liegenden, gar nicht unansehnlichen queren Knorpelspanne verbunden<sup>1)</sup>. Wenn aber dieser knorpelige Verband bei *Callorhynchus* — bei *Chimaera* existirt an seiner Stelle ein die kleinen Rudimente der unteren Labialknorpel verbindendes Ligament — ein primitiver sein sollte, so würde man auch die Insertion der hypobranchialen Muskulatur an dem praemandibularen Bogen als den sehnigen Rest des vormalig in besserer Entwicklung bestandenen Vorderendes dieser Muskulatur ansehen dürfen. Die genauere Betrachtung dieses Verbandes der praemandibularen Bogenäste, sowie der Vergleich mit der in den meisten hier in Frage kommenden Zügen als primordialer zu beurtheilenden *Chimaera* mit ihren sehr kleinen Rudimenten<sup>2)</sup> lässt es mir indessen als viel annehmbarer erscheinen, dass die bei *Callorhynchus* bestehende Verwachsung und hohe Entfaltung des Praemandibular-Knorpels als eine erst sekundär zur Ausbildung gekommene zu beurtheilen sei<sup>3)</sup>, und damit fällt auch die eventuelle primitive Bedeutung des — bei *Chimaera* ebenfalls vermissten — coraco-praemandibularen Sehnenzipfels. Ich erblicke somit auch in diesem ein sekundäres, wahrscheinlich durch Aberration an das praemandibulare Bindegewebe entstandenes Gebilde, das primitive Beziehungen nur vortäuscht. — Damit ist selbstverständlich nichts gegen die dereinstige Existenz eines wirklich primordialen coraco-praemandi-

1) Einen Knorpel von ähnlicher Dimension, wie ich ihn fand, bildet auch HUBRECHT (1877, A, Taf. XVII, 1) ab, während das von JOH. MÜLLER (1835, Taf. V Fig. 2) untersuchte Exemplar viel grössere, dem Unterkiefer an Grösse gleichkommende (p. 138) Dimensionen aufweist. Die Anschauung MÜLLER's, dass es sich hier wie überhaupt bei den Labialknorpeln um eigenthümliche, nicht zum Plane der Wirbelthiere gehörende Skelettheile handele, dürfte durch GEGENBAUR (l. c.) zur Genüge widerlegt sein.

2) Vergleiche auch SOLGER (1876, p. 220).

3) Ich stimme somit in dieser Beziehung HUBRECHT (HUBRECHT-BRONN 1878, p. 57) zu, wenn ich auch seine sonstige, an J. MÜLLER sich anlehrende Auffassung der Lippenknorpel, die „vielleicht nur von accessorischer Bedeutung“ seien, nicht theile.

bularen Muskels gesagt; der Befund bei *Callorhynchus* kann nur nicht zum Beweise für denselben verwerthet werden.

Von einem gewissen Interesse ist auch das oben (pag. 423) hervorgehobene gleiche Verhalten des letzten M. coraco-branchialis bei den untersuchten Selachiern und Holocephalen. Mag derselbe den M. coraco-branchialis 7 (*Heptanchus*) oder den M. coraco-branchialis 6 (*Hexanchus* und vermuthlich *Chlamydoselachus*) oder den M. coraco-branchialis 5 (pentanche Haie, Rochen, Holocephalen) repräsentiren, stets stimmt er in der Hauptsache in der Art seines Ursprunges und seiner Insertion und in seinem sonstigen Verhalten überein, während hingegen der M. coraco-branchialis 6 von *Heptanchus* so erheblich von dem M. coraco-branchialis 6 von *Hexanchus* und ebenso der M. coraco-branchialis 5 von *Heptanchus* und *Hexanchus* so sehr von dem M. coraco-branchialis 5 der pentanchen Selachier und Holocephalen abweichen, dass man — unter blosser Berücksichtigung der Ausbreitung von Ursprung, Insertion, Grösse und allgemeiner Lage — eher geneigt sein könnte, den M. coraco-branchialis 7 von *Heptanchus*, *M.cbr.* 6 von *Hexanchus* und *M.cbr.* 5 der pentanchen Selachier und Holocephalen mit einander zu vergleichen, nicht aber *M.cbr.* 6 von *Heptanchus* mit *M.cbr.* 6 von *Hexanchus* und *M.cbr.* 5 der Notidaniden mit *M.cbr.* 5 der pentanchen Selachier und Holocephalen zu homologisiren. Und man könnte eventuell diesen ersterwähnten Homologisirungsversuch durch die Annahme illustriren, dass der *M.cbr.* 7 bei *Heptanchus* noch in seinen ursprünglichen Verhältnissen, insbesondere der Insertion erhalten geblieben, dass aber die Insertionstheile desselben bei *Hexanchus* und den pentanchen Selachiern mit der successiven Verkümmernng des 7. und 6. Kiemenbogens allmählich auf den 6. und danach auf den 5. Kiemenbogen übergewandert seien, dort neue Anheftungen gewonnen und sich somit zu einem *M.cbr.* 6 und *M.cbr.* 5 umgebildet hätten. Diese Annahme ist aber irrig, ebenso wie der ganze Homologisirungsversuch; sie wird übrigens auch ohne Weiteres durch das Verhalten und die Vergleichung der Arteriae branchiales der Notidaniden und der pentanchen Selachier widerlegt. In Wirklichkeit ist nur diejenige Homologisirung gültig und gerechtfertigt, welche die gleichgezählten Muskeln, somit *M.cbr.* 6 der beiden Notidaniden und *M.cbr.* 5 aller Selachier und Holocephalen mit einander vergleicht, mögen dieselben auch in der speciellen Art ihrer Insertions- und Dimensionsverhältnisse noch so sehr von einander abweichen. Und zwar findet diese Verschiedenheit des *M.cbr.* 6 bei *Hexanchus* und des *M.cbr.* 5 bei den pentanchen Selachiern und Holocephalen ihre Erklärung in der Annahme eines Umwandlungsprocesses, welcher diese beiden Muskeln bei den heptanchen Vorfahren von *Hexanchus* und den pentanchen Selachiern betroffen hat und in folgender Weise vor sich gegangen sein mag: Die Bildung bei diesen heptanchen Vorfahren<sup>1)</sup>

1) Selbstverständlich kann man diesen ganzen Process theoretisch auch zurückverfolgen auf die noch früheren Vorfahren der lebenden Selachier, welche 8, 9 und mehr Kiemen besessen haben mögen; er wird hier vermuthlich in ähnlicher Weise verlaufen sein. Bei dem Mangel jeder realen Grundlage für die Existenz dieser Vorfahren hat es wenig Werth, des Längeren auf diesen hypothetischen Annahmen zu verweilen.

wird in der Hauptsache die gleiche gewesen sein, wie bei *Heptanchus*, d. h. sie besaßen einen breit entwickelten und breit an der Endopula und dem ventralen Branchiale 7 sich anheftenden *M.cbr.7*, aber schmalere, in ihrer Insertion sich mehr auf die Copularia und die angrenzenden Enden der Branchialia 6 und 5 beschränkende *Mm.cbr.6* und 5. Mit der völligen Rückbildung des 7. Kiemenbogens (der nur bei *Heptanchus* leidlich erhalten blieb) und der damit Hand in Hand gehenden Verkümmernng des *M.cbr.7* kam es auch zu einer beginnenden Reduktion des nun letzten 6. Bogens, der unter successiver Aufgabe seiner respiratorischen Funktion sich nach Art des 7. Kiemenbogens von *Heptanchus* umbildete und damit für den bisher schmalen, weil bisher von dem ausgebreiteten, respiratorisch wirksamen Abschnitt des Bogens beengten, jetzt aber zugleich von der bisherigen Hemmung durch den auf ihn folgenden *M.cbr.7* befreiten *M.cbr.6* Gelegenheit zur weiteren Ausbreitung seiner Insertion von dem copularen Bereich auf das ventrale Mittelstück (Branchiale, Keratobranchiale) und die Endopula gab, also zu einer den einstigen *M.cbr.7* imitirenden Ausbildung desselben führte. Diese Etappe erreichten *Hexanchus* und vermuthlich *Chlamydoselachus*. Durch ein weiteres Fortschreiten des Reduktionsprocesses kam auch der 6. Bogen mit dem *M.cbr.6* in mehr oder minder vollkommene Reduktion, worauf der nun letzte 5. Bogen die entsprechende beginnende Reduktion und der zugehörige *M.cbr.5* die entsprechende Vergrößerung und Umwandlung einging, welche schliesslich zu der Imitation des bisherigen *M.cbr.6* durch den *M.cbr.5* führte. Diese zweite Etappe erreichten die pentanchen Haie und mit ihnen auch die Rochen und Holocephalen. In dem letzten *M. coraco-branchialis* liegt ein besonders beredtes Beispiel imitatorischer Homodynamie oder Parhomologie<sup>1)</sup> vor.

Wie hier im Speciellen der einzelne *M. coraco-branchialis*, speeieell der letzte, sich an die ihm dargebotenen Bedingungen anpasst und durch dieselben, mögen sie begünstigende oder hemmende sein, seine Gestalt und sein sonstiges morphologisches Verhalten regeln lässt, so bietet sich auch die gesammte hypobranchiale spinale Muskulatur als das Produkt der Anpassung ursprünglicher Rumpfmuskeln an das Visceralskelet dar. Ursprünglich sind diese gleich den epibranchialen Muskeln ihm fremd, wie durch ihre spino-occipitale Innervation bezeugt wird; die autochthone Muskulatur des vom Paläocranium ableitbaren Visceralskeletes wird durch ächte Cerebralnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus) versorgt. Für die Entstehung dieses Verbandes zwischen paläokraniogenen Skeletelementen<sup>2)</sup> und spinalen Muskelementen sind namentlich zwei Momente wirksam zu denken: die caudalwärts gehende Rückwärtsbewegung des visceralen Apparates und die rostral-

1) Bezüglich dieser Begriffe verweise ich auf meine früheren diesbezüglichen Darstellungen (1875, p. 682—687, 1879, p. 332 f.).

2) Selbstverständlich rechne ich auch die Copulae dazu und kann die Vermuthung DOHRN's (1884, p. 17), dass dieselben wie die *Mm. coraco-hyoideus* und *coraco-mandibularis* nach vorne vorgeschobene Skeletelemente darstellen, nicht theilen.

wärts gehende Vorwärtsbewegung der spinalen Rumpfmuskulatur Beide Bewegungen sind übrigens auch von anderen Autoren, z. B. GEGENBAUR, VAN WIJHE, DOHRN u. A., bezeugt worden. Heterogene Elemente haben sich somit hier gekreuzt, bekämpft, erobert und verbunden. Auch die Ontogenie scheint, nach VAN WIJHE'S Beobachtung der ventralwärts gehenden nach vorn umbiegenden Verlängerung des hintersten Kopfmyotoms und der vorderen Rumpfmotome (1882 pag. 16) zu schliessen. von diesen alten phylogenetischen Bildungsvorgängen noch Einiges zu recapituliren. Ueber die Zeitfolge, in welcher dieselben sich dereinst vollzogen haben, lässt sich etwas Bestimmtes nicht angeben, man wird sie aber jedenfalls in eine sehr frühe phylogenetische Zeit zurückverlegen müssen und darf sich dabei durch die erst bei mittelalten embryonalen Stadien (*K* bis *O* nach WIJHE) vor sich gehende ontogenetische Ausbildung nicht zur Annahme einer späteren phylogenetischen Entstehung verleiten lassen. Offenbar liegt hier eine cänogenetische Heterochronie vor; das Verhalten der primitivsten Kranioten (Myxinoiden, Petromyzonten) bezeugt die sehr frühe Ausbildung des Verbandes. Darüber wird später noch zu handeln sein. Infolge dieser Bewegungen, mit denen sich diejenigen der — auch ursprünglich aus dem Visceralskelet stammenden — paarigen Extremitäten kombinirten, kam es zu ganz erheblichen Verschiebungen, Auflösungen und Neubildungen in der hypobranchialen Muskulatur, welche die Myomeren derselben nicht als ursprünglich gegebene und unverändert gebliebene, sondern vielmehr als Produkte sehr wechselvoller Bildungsgeschicke beurtheilen lassen; die Dysmetamerie dieser Myomeren und der sie innervirenden Nervenwurzeln (s. die beiden Tabellen auf pag. 403 und 404) und die feinere Verästelung der versorgenden Nervenzweige in der Muskulatur (pag. 402) lässt von diesen Komplikationen noch Manches erschliessen.

### 9. Zusammenfassung der wesentlicheren Ergebnisse<sup>1)</sup>.

Die Selachier und Holocephalen besitzen eine wechselnde Zahl von occipitalen Nerven, welche früher als „untere Vaguswurzeln“ bezeichnet wurden, aber dem *N. vagus* fremd, dagegen den ventralen Wurzeln der Spinalnerven homodynam sind. Die Notidaniden und wenige pentanche Haie (*Centrophorus calceus*, *Echinorhinus*) haben deren 5—4, die pentanchen Haie in der Regel 3—2, wobei die Zweizahl bei den erwachsenen Thieren überwiegt, die Rochen 1 oder keinen, die Holocephalen 2. Hierbei nimmt, als Zeichen der von vorn beginnenden Reduktion, ihre Dicke stets von vorn nach hinten zu und ebenso vollzieht sich, wie Altersvariirungen und ontogenetische Untersuchungen mit Sicherheit erkennen lassen, die vollständige Ver-

<sup>1)</sup> Die folgende Zusammenstellung enthält zu Gunsten der zusammenhängenden Darstellung schon früher Bekanntes und Neues; hinsichtlich der Unterscheidung dessen, was von anderen Autoren, was von mir herrührt, verweise ich auf die vorhergehenden Kapitel mit ihren diesbezüglichen genauen Nachweisen.

kümmerung immer zuerst an den vorderen Occipitalnerven. Bezeichnet man sonach die 5—4 Occipitalnerven der Notidaniden mit  $v, w, x, y, z$  oder  $w, x, y, z$ , so besitzen die pentanchen Haie in der Regel  $x, y, z$  oder  $y, z$ , die Holocephalen  $y, z$ , die Rochen  $z$  oder  $o$ . Auch darin wird die, durch zahlreiche andere Instanzen noch bestätigte, aber von einzelnen Autoren in neuerer Zeit verkannte, primitivere Stellung der Notidaniden gegenüber den pentanchen Haien, und der Haie gegenüber den Rochen bezeugt. Ob die noch primitiveren Vorfahren der Selachier in früherer Zeit noch mehr als 5 Occipitalnerven besessen haben, lässt sich mit den bisherigen Materialien nicht sicher nachweisen, ist aber wahrscheinlich. Der regressive Entwicklungsgang der Occipitalnerven wird auch durch die zahlreichen individuellen und antimeren Variirungen, welche dieselben darbieten, illustriert. Uebrigens leistet hier die vergleichende Anatomie mehr als die Ontogenie: bei keinem pentanchen Selachier-Embryo wurden bisher die Anlagen der Nerven  $v$  und  $w$  gefunden, welche die Notidaniden im ausgebildeten Zustande besitzen<sup>1)</sup>.

Bei den Notidaniden hat der letzte Occipitalnerv auch eine zugehörige dorsale Wurzel  $z^d$ ; dieselbe kann bei alten Exemplaren von *Hexanchus* und bei *Heptanchus* unter Ablösung eines hintersten Stückes vom dorsalen und lateralen Bereiche der Occipitalregion und Ausbildung desselben zum Intercrurale 1 aus dem Schädelbereiche entfernt werden. Es handelt sich somit hier um die sekundäre Abgliederung eines Skelettheiles, der dem Cranium höchst wahrscheinlich früher angegliedert wurde. Ueberhaupt liegt es nahe anzunehmen, dass alle Occipitalnerven und das ihrer Lage entsprechende Schädelgebiet ursprünglich dem alten primordialen Cranium (GEGENBAUR'S Paläocranium) fremd waren und erst nach und nach demselben sich angliederten (Neocranium). Doch gelang es bisher nicht, diesen Process in seiner ganzen Totalität mit Sicherheit nachzuweisen; die ontogenetischen Untersuchungen, denen zu Folge hier zuerst getrennte Wirbelanlagen (Sklerotome) auftreten, die danach zu einem Knorpelcontinuum verschmelzen, sind nicht frei von beobachteten Cänogenien und gestatten darum keine reinen Schlüsse auf das wirkliche palingenetische Verhalten. Dass aber wenigstens der letzte dieser Nerven mit der zu ihm gehörenden Bogenbildung bei einzelnen höheren Haien sich sekundär seinen Vorgängern in dem Cranium angegliedert habe, dass somit die hintere Grenze des Selachiercraniums eine veränderliche, nach hinten sich verschiebende sei, wird durch Beobachtungen anderer Autoren sehr wahrscheinlich gemacht. Man würde in diesem Falle von einem Uebergange occipitaler Nerven, die mit  $z$  abschlossen, zu einem ersten occipito-spinalen Nerven ( $a$ ) sprechen können; strenge Grenzen giebt es überhaupt nicht zwischen beiden Kategorien. Bei den Holocephalen lässt sich durch den Vergleich mit den Haien und durch sonstige Instanzen erweisen, dass dem Cranium derselben drei solche occipito-spinale Nerven ( $a, b, c$ ) sekundär angegliedert wurden. Damit sind Ver-

1) Die Vierzahl der embryonalen spino-occipitalen Nerven von *Acanthias* ist nach HOFFMANN'S eigenen Darlegungen und Vergleichen mit *Scyllium* als  $x, y, z$  und  $a$  (drei occipitale und ein occipito-spinaler Nerv) zu deuten.

hältnisse angebahnt und fixirt, welche bei den höheren Fischen, Dipnoern und Amnioten in grosser Verbreitung sich finden.

Die bei den ausgebildeten Notidaniden und ausnahmsweise auch bei anderen erwachsenen Haien (*Cestracion*) vorkommende sensible Wurzel des letzten Occipitalnerven  $z^d$  ist auch bei mehreren anderen Haien und Rochen als vergängliches embryonales Gebilde ontogenetisch nachgewiesen worden. Ferner wird von verschiedenen Autoren die embryonale Existenz ebenso vieler dorsaler Wurzeln resp. Ganglien behauptet, als ventrale Wurzeln der Occipitalnerven sich anlegen. Ich halte es für im höchsten Grade wahrscheinlich, dass in früher palingenetischer Vorzeit die spinalen Vorfahren der Occipitalnerven mit sensibeln Antheilen versehen waren, die sich indessen, von vorn beginnend, in dem Maasse mehr zurückbildeten, als sie mehr und mehr in das Gebiet des Vagus drängten und als das cutane System der Nn. glossopharyngeus und vagus (Rr. laterales) zu höherer Entfaltung gelangte. Den erwähnten embryologischen Befunden stehe ich jedoch hinsichtlich ihrer Beweisfähigkeit mit einiger Vorsicht gegenüber, vermisse bei ihnen auch, z. Th. wenigstens, die zweifellose Ausscheidung sensibler Elemente des Vagus, wie ja auch einzelne Autoren gerade auf Grund ihrer ontogenetischen Untersuchungen nähere Beziehungen zwischen Vagus und Occipitalnerven („ventraler Vaguswurzeln“) behaupten, und zwar, wenn die ontogenetische Beobachtung hierfür allein die entscheidende Instanz wäre, auch mit gutem Rechte. Wie leicht aber die ontogenetischen Befunde gerade zur Annahme der Zusammengehörigkeit von Vagus und Occipitalnerven verleiten können, zeigen u. A. die an sich gewiss genauen Untersuchungen KILLIAN'S (1891, p. 90—92), der in der Glossopharyngeus- und Vagus-Zone des embryonalen Torpedo-Schädels einheitliche, einen gemeinsamen Coelomraum umschliessende Urwirbel fand, deren dorsaler Abschnitt die Myotome, deren ventraler die Seitenplatten hervorgehen liess. Erstere werden von Occipitalnerven, letztere vom N. glossopharyngeus und vagus innervirt; also total heterogene, ursprünglich in longitudinaler Richtung weit auseinander gelegene und erst sekundär näher zusammengerückte Nerven betheiligen sich ontogenetisch an der Versorgung des gleichen Urwirbels! Offenbar handelt es sich hier, die Richtigkeit der betreffenden Untersuchungen vorausgesetzt, um cänogenetische Verkürzungen, welche vor der sicheren Instanz der vergleichenden Anatomie nicht bestehen können und ohne sie bezüglich ihrer wahren palingenetischen Vorgeschichte nur zu Trugschlüssen führen. Der N. vagus hat mit seinen sensibeln und motorischen Bahnen nach Ursprung in der Medulla und nach Abgang von derselben nichts mit den auf ganz andere Weise in der Medulla entstehenden und von ihr abgehenden Occipitalnerven gemein. Beide sind ganz heterogene, in der Hauptsache durchaus von einander unabhängige Nerven.

Der Vagus bildet einen alten, zum Paläocranium gehörenden Cerebralnerven, dessen aus der ventro-lateralen motorischen Säule der Medulla (oblongata) stammende motorische Wurzelbündel sich sofort beim Austritte aus der Medulla oder selbst noch vorher mit den aus den dorso-lateralen sensibeln Vagus-kernen entstehenden sensibeln Wurzelbündeln vereinigen; die spino-occipitalen

Nerven sind ursprüngliche Spinalnerven, die jedenfalls erst sekundär dem Schädel assimiliert wurden, mit ihren Skeletumgebungen das Neocranium bildend, und deren ventrale, der ventro-medialen motorischen Säule der Medulla (spinalis) entstammende Wurzeln wie bei den Spinalnerven ganz peripherisch, weit jenseits des Austritts aus der Medulla mit ihren dorsalen Wurzeln (wenn vorhanden) sich verbinden. Die letzten der ventro-lateralen Zellensäule entstammenden Vaguswurzeln, welche namentlich das System des *M. trapezius* innervieren, können bei gewissen Selachiern ziemlich weit caudalwärts hinabsteigen und vereinigen sich dann unter ascendendem, rekurrentem Verlaufe mit dem Haupttheil des Vagus; insbesondere bei *Hexanchus*, der den kräftigsten *M. trapezius* unter den Selachiern besitzt, reichen sie bis in den Anfang der Medulla spinalis, zwischen die motorischen und sensibeln Wurzeln des ersten oder der ersten Spinalnerven sich einschiebend, und sind dann durch nichts Wesentliches von dem *N. accessorius Willisii* der Amnioten unterschieden. Man kann somit schon bei Selachiern von einem *N. vago-accessorius* sprechen, darf aber nie die Einheitlichkeit dieser Bildung aus dem Auge lassen; alle Angaben, welche den Accessorius als spinalen Nerven dem speciellen Vagus gegenüberstellen, sind irrtümlich. Hinsichtlich der Ursprünge und Abgänge der occipitalen wie spinalen Nerven lässt sich nachweisen, dass sie dem konstanteren Ursprunge des Vago-Accessorius gegenüber in einem stetigen Vorrücken nach vorn begriffen sind, welches mit der successiven Rückbildung der vordersten Occipitalnerven im Kausalnexus steht; durch diese Reduktionen entstehen, so zu sagen, vorn gelegene *Loci minoris resistentiae*, welche von den nächstfolgenden, von hinten her herandrängenden Nerven eingenommen werden. Dass das Ende des Vago-Accessorius-Ursprunges zwischen die Wurzeln der Spinalnerven, also scheinbar in das Gebiet der Medulla spinalis gerieth, ist ebenfalls eine Folge dieser Vorwärtswanderung der spinalen Nervenursprünge und macht zugleich recht wahrscheinlich, dass sich einstmals vor *v* noch weitere Occipitalnerven (*u, t . . .*) fanden, die inzwischen reducirt wurden. In Wirklichkeit gehört aber der Accessorius-Ursprung nicht dem Rückenmark, sondern dem Gehirn zu und bildet dessen letztes, von spinalen Elementen überkreuztes Ende. Selbstverständlich hat man sich alle diese Wanderungen innerhalb des ventralen Nervensystems nicht roh vorzustellen, sondern muss hierbei zahlreichen Instanzen und feineren Korrelationen Rechnung tragen, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden kann.

Der Eintritt der Occipitalnerven in die Schädelwand erfolgt in einer ventral resp. ventro-caudal von der Vagusöffnung liegenden Reihe von feinen Oeffnungen, die in ihrer gegenseitigen Lage und Entfernung und ihren Beziehungen zum Foramen pro vago veränderliche Verhältnisse darbieten, welche ebenfalls auf das angeführte Vorwärtsrücken der hinteren Nerven in Folge der Rückbildung der vorderen zurückzuführen sind, aber auch schon von ihrer peripherischen Plexusbildung mit den spinalen Nerven, möglicher Weise auch in beschränktem Maasse von Zusammenziehungen der einzelnen den Schädel durchsetzenden Vaguswurzeln beeinflusst werden: der letzterwähnten Instanz gebe ich aber eine nur sehr geringe

Wahrscheinlichkeit. Ursprünglich sind die Kanälchen für die Occipitalnerven durch mehr oder minder dicke Knorpelscheidewände von dem Vaguskanal getrennt; diese Scheidewände können sich aber bei einzelnen Selachiern verdünnen, partiell rarificiren und endlich bei den Holocephalen theilweise oder ganz schwinden, worauf dann der erste oder beide Occipitalnerven gemeinschaftlich mit dem N. vagus durch den Vaguskanal verlaufen. — Die drei occipito-spinalen Nerven der Holocephalen durchsetzen immer getrennt vom Vagus den Schädel (kranio-vertebraler Komplex); die beiden letzten (*b* und *c*) treten aber durch eine gemeinsame Oeffnung und können bei *Callorhynchus* so zusammenfließen, dass sie den Eindruck eines einzigen Nerven machen. Aehnliche Verhältnisse finden sich auch bei Teleostiern und Amnioten. Während des Durchtritts durch die Schädelwand findet meist, als Partialerscheinung der peripherischen Plexusbildung, eine Konvergenz der Occipitalnerven statt, die unter Umständen so weit gehen kann, dass diese Nerven, in Mehrzahl (2—3) in die Schädelwand eintretend, dieselbe zu einem Stamm verbunden durch eine einzige Oeffnung verlassen. Alle diese Beziehungen geben zugleich Kunde von der Bildsamkeit des Schädels, welcher sich in seiner feineren Modellirung den Nerven anpasst.

Nach dem Austritte aus dem Schädel verbinden sich die Occipitalnerven mit den auf sie folgenden Spinalnerven resp. occipito-spinalen Nerven (Holocephalen) zu einem gemeinsamen Plexus cervico-brachialis, der mit seinen hinteren (caudalen) Aesten (Plexus brachialis und pterygialis) die Brustflosse, mit seinen vorderen (rostralen) zuerst die epibranchiale, dann die hypobranchiale spinale Muskulatur und in geringer Ausdehnung die vor und in dem Bereiche des Korakoids befindliche Haut versorgt (Plexus cervicalis). Während seines Verlaufes bildet der Plexus cervicalis einen die Kiemenregion hinten umziehenden Bogen mit vorn liegendem Anfange und Ende; es ist schon durch GEGENBAUR gezeigt worden, dass diese Bogenbildung in der Hauptsache durch die Rückwärtsausdehnung des visceralen Apparates bedingt wird. Bei den Selachiern ist dieser Bogen mehr oder minder lang gestreckt, bei den Holocephalen, wo der Kiemenapparat in Folge rückläufiger Zusammenschiebung wieder mehr rostralwärts rückte, flacher. Mit der verschiedenen Ausdehnung der visceralen Region und der Streckung des cervikalen Bogens steht die Lage des Schultergürtels, der direkt auf diesen Bogen folgt, und damit die der Brustflosse in engstem Konnex. Die Entfernung des Schultergürtels von dem Cranium lässt sich durch Abzählung der zwischen beiden befindlichen Myomeren des Seitenrumpfmuskels, an dem auch in diesem Gebiete eine dorsale (resp. dorsale und dorso-laterale) und eine ventrale Abtheilung (*Levator scapulae*) unterschieden werden kann, messen. Zwischen diesen Zahlen und denen der Wurzeln des Plexus cervicalis ergeben sich gewisse Korrelationen, die aber durchaus nicht immer im Sinne eines harmonischen Verhaltens zwischen beiden verwerthbar waren; häufiger wurden Diskordanzen beobachtet.

Die Zahl der Wurzeln des Plexus cervicalis ist bei den verschiedenen Selachiern und Holocephalen eine sehr wechselnde; die Extreme von 4—12 für die Gesamtzahl aller Wurzeln (der occipitalen und spinalen) oder von 2—12 für die

spinalen Wurzeln allein wurden gefunden; zugleich zeigte sich, dass zumeist der hinterste Nerv des Plexus (Haie) oder mehrere hintere Nerven (Rochen) nur mit sensibeln Antheilen in den Plexus eingingen. Aus dem Wechsel heben sich die Holocephalen mit der geringsten Wurzelzahl (4 resp. 2), die Haie mit einer mittleren (4—11 resp. 2—9), die Rochen mit der grössten (10—12 resp. 9—12) hervor, und auch innerhalb der Haie konnte, namentlich bezüglich des spinalen Antheiles, eine kleinere Anzahl für die tiefer stehenden, eine grössere für die höher stehenden Familien im Allgemeinen konstatiert werden.

Auch bei den spinalen Nerven traten die sensibeln Antheile (Wurzeln) sehr gegen die motorischen zurück. Unter Umständen kann völliger Mangel der sensibeln Wurzeln bis zum 3. Spinalnerven (resp. occipito-spinalen Nerven) beobachtet werden; einmal (*Raja clavata*) wurde selbst eine totale Rückbildung des ganzen I. Spinalnerven gefunden. Auch darin spricht sich die Kontinuität zwischen occipitalen und spinalen Nerven aus. Die Verbindung beider Wurzeln zum Stamm erfolgt bekanntlich bei den Selachiern recht spät; namentlich die Notidaniden, aber auch die Rochen kennzeichnet eine sehr späte Vereinigung beider, die zum Theil (vorderste Nerven) erst im Plexus sich vereinigen; andererseits zeigt *Rhina* eine auffallend frühe Verbindung des motorischen und sensibeln Antheiles.

Die Scheidung der den Plexus cervicalis und den Plexus brachialis zusammensetzenden Wurzeln zeigt zugleich, dass bei Haien und Holocephalen nur wenige (1—3), bei Rochen eine beträchtlich grössere Anzahl derselben (8—10) beiden Geflechten gemeinschaftlich ist; bei der blossen Berücksichtigung der motorischen Plexus-Antheile ergibt sich, dass die Haie die Gemeinsamkeit von 0—3 Wurzeln, die Holocephalen eine solche von 2 Wurzeln, die Rochen die von 4—7 Wurzeln aufweisen, also bei den ersten direkte Aufeinanderfolge oder geringgradige Gemeinsamkeit, bei den letzteren ausgedehnte Deckung, bei den Holocephalen mittlere Zahlen. In der Hauptsache ist dieses verschiedene Verhalten auf die wechselnde Lage und Ausdehnung der Brustflosse zurückzuführen: die Haie mit mässiger<sup>1)</sup> entfalteter und in mässigerem<sup>1)</sup> Grade nach hinten gewandeter vorderer Extremität zeigen die einfacheren Verhältnisse; bei den Rochen hat die beträchtliche rostralwärts<sup>2)</sup> gehende Vergrösserung der mit ihrer Anheftung am Schultergürtel ziemlich weit hinten liegenden Brustflosse zu der ausgebreiteten Deckung beider Plexus geführt; bei den Holocephalen wiegt die rückläufige Vorwärtsbewegung der vorderen Extremität vor und dem entspricht auch die — absolut — unansehnliche, aber — relativ (d. h. im Verhalten zu dem schmalen Cervikalplexus) — nicht unbedeutende Gemeinsamkeit der Plexuswurzeln.

Die Plexusbildung erfolgt in der Regel derart, dass sich zuerst die Occi-

1) In der ganzen Thierreihe ist die Entfaltung der vorderen Extremität der Haie eine sehr ansehnliche auch die Entfernung vom Kopfe ist nicht unbeträchtlich. Das „mässig“ drückt nur das relative Verhalten innerhalb der Selachier aus.

2) Von der noch bedeutenderen Vergrösserung in caudaler Richtung wird, da für die interessirende Frage bedeutungslos, hier abgesehen.

pitalnerven unter einander verbinden, und zwar die vorderen früher als die hinteren, und dass danach die Spinalnerven nach und nach in den bei den Selachiern vorwiegend in longitudinaler Richtung verlaufenden Sammelstamm (Collector) eintreten, denselben successive verstärkend. Die Länge und Richtung der Plexuswurzeln ist hierbei eine sehr wechselnde und zwar weisen gerade die am höchsten Stehenden unter den Haien die grössten Extreme auf; bestimmte Regeln bezüglich einer Koincidenz zwischen späterem oder früherem Zusammentreten der Wurzeln und zwischen tieferer oder höherer systematischer Stellung der betreffenden Thiere lassen sich nicht aufstellen.<sup>1)</sup>

Von dieser regelmässigen Plexusbildung kommen namentlich an den Anfängen der Plexus, d. h. im occipitalen Gebiete derselben Abweichungen der mannigfachsten Art öfters zur Beobachtung. Die bemerkenswertheste ist die partielle oder totale Auslösung des ersten Occipitalnerven aus dem Plexus, der dann nur durch einen kleinen Theil oder gar nicht mit dem zweiten Nerven verbunden zu seinem Endorgan (M. subspinalis) geht. Ich erblicke darin, im gegebenen Falle, eine sekundäre Emancipation dieses ursprünglich intimer mit dem Plexus verbundenen Nerven. Aber selbstverständlich liegt es mir fern zu behaupten, dass die Plexusbildung überhaupt etwas von Anfang an Gegebenes gewesen sei. Sicherlich hat sich dieselbe erst im Laufe der phylogenetischen Entwicklung in dem Maasse vollzogen, als die Verschiebungen der Ursprünge der Nerven in Folge von Zusammenziehungen innerhalb des Craniums, als die metamerische Umwandlung und Wanderung der von ihnen versorgten Endgebiete und als die Ausdehnungen und Verlagerungen des visceralen Apparates mehr und mehr in Erscheinung traten. Aber wie sich dieser Process der Plexusbildung aufbauend vollzog, so kann er auch wieder in theilweise Rückbildung treten, wenn die ihn bedingenden Kausalmomente nicht mehr in Geltung bleiben oder durch neue ihnen feindliche Instanzen alterirt und abgeschwächt werden.

Die von dem Plexus cervicalis abgegebenen Aeste sind zum kleineren Theile sensible, zum weitaus grösseren motorische. Erstere gehen zur Haut, knapp vor oder auf dem ventralen Bereiche des Brustgürtels, sowie zu dem intermuskulären Bindegewebe; ihre geringe Ausbildung beruht auf einer sekundären Rückbildung, die zu der höheren Entfaltung der Rr. laterales des N. glossopharyngeus und N. vagus in Korrelation steht. Letztere versorgen die Seitenrumpfmuskulatur, sowie die epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskeln.

Die Nerven für die Seitenrumpfmuskulatur sind meist kurze Zweige, die während des Verlaufes der Plexuswurzeln durch diese Muskulatur hier und da abgehen und die Myomeren versorgen, welchen die Plexuswurzeln angehören. Im dorsalen und dorso-lateralen Gebiete der Rumpfmuskulatur geschieht diese Innervation

1) Wiederholt kann man bei verschiedenen Wirbelthierabtheilungen beobachten, dass die Plexusbildung ziemlich weit entfernt von den Wurzelursprüngen beginnt, nach und nach aber aus diesem peripheren Gebiete sich dem Centrum nähernd zusammenzieht. Der weite peripherische Plexus giebt sich meist als der primitivere, der engere, mehr centralwärts gerückte als der höhere, länger bestandene zu erkennen. Die Verhältnisse innerhalb der Selachier leisten dieser allgemeinen Regel keinen Vorschub.

rein und genau nach den Myomerengrenzen, in dem ventralen treten aber gewisse Verschiebungen und Umlagerungen dieser Muskulatur ein, welche die Versorgung von je zwei Myomeren durch Zweige eines Nerven und zugleich eine Vertheilung von je zwei Nerven in einem Myomer bedingen. Die wesentlichste Causa movens für diese Umgliederungen und Abweichungen von dem ursprünglichen rein dorsalen Verhalten, die übrigens im hypobranchialen spinalen Muskelgebiete, sowie (nach den Untersuchungen von BRAUS und von WICKSTRÖM) in den folgenden Rumpfgebieten zu noch grösserer Komplikation entwickelt sind, ist gegeben in den — natürlich mechanisch von der Rumpfmuskulatur selbst abhängigen — Verschiebungen der paarigen Extremitäten und des Endes des Digestionsrohres (Analöffnung).

Die für die epibranchialen spinalen Muskeln bestimmten Nerven zeichnen sich durch grosse Feinheit aus und zweigen sich in wechselnder Anzahl (3—8) von dem Anfange des gemeinsamen Hauptplexus ab, wobei sie, namentlich bei den Notidaniden, einen besonderen Plexus (epibranchialer Nebenplexus) bilden können; immer gehen sie medial am Hauptstamm des Vagus vorbeiziehend zu den von ihnen versorgten Muskeln. Sie werden fast ausschliesslich von Occipitalnerven abgegeben; nur ausnahmsweise betheilt sich der Spinalnerv mit einem feinen Zweige an ihrer Bildung. Dass hierbei der erste Occipitalnerv nicht selten eine grössere Selbständigkeit gewinnen kann, wurde bereits bei der Plexusbildung hervorgehoben. Die Vertheilung der bezüglichen Nerven in den von ihnen versorgten Muskeln geschieht im Allgemeinen derart, dass die vorderen den M. subspinalis, die hinteren der Reihe nach die Mm. interbasales versorgen; aber es besteht hierbei keine genaue Kongruenz zwischen beiden, sondern vielmehr eine ausgesprochene numerische Dysmetamerie zwischen den Nervenwurzeln, den Muskeln resp. Myomeren und den Theilen des Visceralskeletes, mit welchen letztere in Verbindung stehen. Bei den Notidaniden und unter diesen bei *Heptanchus* zeigen die epibranchialen Nerven die höchste Entfaltung, bei den pentanchen Haien sind sie schwächer entwickelt und bieten die mannigfachsten Grade von mittlerer oder geringer Ausbildung oder selbst völliger Rückbildung dar, bei den untersuchten Rochen sind sie völlig unterdrückt, bei den Holocephalen im vorderen (zum M. subspinalis gehenden Theile) sehr gut, im hinteren (den M. interbasalis 2 versorgenden) minimal ausgebildet. Sie befinden sich somit von den Notidaniden ab im Zustande zunehmender Reduktion.

Der hypobranchiale Endtheil des Plexus ist entsprechend der ansehnlicheren Muskelmasse, die er versorgt, weit bedeutender entwickelt als der epibranchiale. Ihn setzen in der Regel nur Theile des letzten oder der beiden letzten Occipitalnerven<sup>1)</sup>, sowie alle in den Cervicalplexus eintretenden motorischen Antheile der spinalen (resp. occipito-spinalen) Nerven zusammen. Die Nerven treten, nachdem sie den N. vagus lateral passirt haben, in ungemein wechselnder Weise, bald einfach, bald doppelt, in die hypobranchiale spinale Muskulatur ein; meist lässt sich ein im

1) Ganz ausnahmsweise kann auch von dem drittletzten Occipitalnerven ein (übrigens noch nicht vollkommen gesichertes) mikroskopisches Fädchen noch an der Versorgung der hypobranchialen Muskulatur participiren.

lateralen Gebiete derselben, an der Grenze zwischen den Mm. coraco-branchiales und dem medialen Hauptstocke verlaufender Hauptstamm unterscheiden, der laterale resp. dorso-laterale Zweige an die Mm. coraco-branchiales und mediale resp. ventromediale Aeste an den hinteren Hauptstock, sowie die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis abgiebt. Hierbei vertheilen sich die von den hinteren Nerven (Spinalnerven) stammenden Fasern vorwiegend in den hinteren Abschnitten (Hauptstock und Coraco-branchiales), die von den vorderen Nerven (Occipitalnerven und Theilen der ersten Spinalnerven) kommenden Zweige in der Hauptsache in den vorderen Theilen (Coraco-hyoideus und Coraco-mandibularis) dieser Muskulatur. Doch bestehen hier ebenso wenig wie in dem epibranchialen Gebiete kongruente Beziehungen zwischen Muskeln und Nerven; bald wiegt die Zahl der Myomeren, bald die der Nervenwurzeln vor. Die Nerven binden sich nicht an die durch die Myomeren gegebenen Grenzen, sondern treten durch die intermyomeren Septen hindurch; allenthalben finden sich deutlichere Anzeigen von den mannigfachsten Umlagerungen, Auflösungen und Neubildungen, welche diese Muskulatur in Folge der schon oben erwähnten Verschiebungen der Extremitäten und ferner in Folge ihrer Beziehungen zu dem ihr ursprünglich fremden visceralen Apparate eingegangen ist.

Wie die früheren Darlegungen über die Zusammensetzung und peripherische Verbreitung des Plexus cervicalis und branchialis (pag. 383 ff.), insbesondere auch die oben (pag. 403, 404) mitgetheilten Tabellen deutlich zeigen, besteht bezüglich der Versorgung der Endorgane und der metamerischen Folge der diese Versorgung übernehmenden Nervenwurzeln die grösste Mannigfaltigkeit. Derselbe Muskel, z. B. der Coraco-branchialis 5 wird von N. spinalis 2 (*Spinax*, *Acanthias*, *Cestracion*), 2 und 3 resp. *b* und *c* (Notidaniden, Holocephalen), 3 und 4 (*Centrophorus*, *Scyllium* indiv., *Mustelus*), 4 und 5 (*Scyllium*, *Mustelus* indiv.), 5 und 6 (*Torpedo* juv.), 6 und 7 (*Odonaspis*, *Prionodon*, *Torpedo* adult.), 7 und 8 (*Rhinobatus*, *Raja*), sowie 8 und 9 (*Raja*) versorgt, — und entsprechende Variirungen kann man auch für die anderen Muskeln oder Endorgane zusammenstellen. Angesichts dieser ungemein grossen und zahlreichen Differenzen wird man die metamerische Abkunft der Endzweige bei Vergleichen mit grosser Vorsicht beurtheilen, wird aber namentlich aus dem peripherischen Verhalten der Nerven niemals Schlüsse auf ihre Metamerie und ihr centrales Verhalten ziehen dürfen. Alle diesbezüglichen Vergleichen, insbesondere die vielfach wiederholten Versuche, die speciellere metamerische Natur z. B. des N. hypoglossus aus seiner Endverbreitung zu erschliessen, haben stets zu irrigen Resultaten geführt, über welche später noch zu handeln ist<sup>1)</sup>.

1) Uebrigens verweise ich auch auf meine älteren Arbeiten über diese Fragen (1875 und 1879), in welchen die grosse metamerische Variabilität und die Umbildungen der Nervenplexus im Zusammenhange behandelt und an mehreren Beispielen demonstriert wurden.

Hinsichtlich der Anordnung der epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskulatur selbst fasse ich mich kurz und verweise in der Hauptsache auf die schon bei den betreffenden Kapiteln 7 und 8 gegebenen allgemeineren Bemerkungen über dieselbe (pag. 416 f. und pag. 433 f.). Beide Muskelgruppen sind spinaler Abkunft und haben sich, in sehr früher phylogenetischer Zeit, mit dem Visceralskelete in Verband gesetzt, die epibranchiale Muskulatur mit seinen dorsalen Gliedern (Basalia s. Pharyngobranchialia), die hypobranchiale mit seinem ventralen Bereiche (Copulae, Copularia s. Hypobranchialia und angrenzende ventrale Mittelstücke s. Ceratobranchialia). Dieser Verband muss sich unter den mannigfachsten Veränderungen und Verschiebungen vollzogen haben, wobei noch alterirende Instanzen anderer Art umbildend, auflösend und neubildend mitwirkten; die Folge davon ist die bereits hervorgehobene Dysmetamerie zwischen den hierbei in Frage kommenden Skelet-, Muskel- und Nerven-Elementen, deren gründliche und von Gesichtspunkten geleitete, vergleichende Untersuchung uns die Vorgeschichte dieser Körpertheile mehr aufhellt als die rein ontogenetischen Beobachtungen an dieser oder jener Form. Für die Ausbildung der epibranchialen Muskulatur bildete ein hypaxonischer, die proximalen Enden der Kiemenbogen-Basalia zugleich einschliessender Muskel den Ausgang. Derselbe ist bei den Notidaniden, wenn auch nicht mehr in der ursprünglichen Bildung und Ausdehnung, noch nachweisbar (Subspinalis *a*), bei den pentanchen Haien und Holocephalen aber verschwunden; nur seine Abkömmlinge (Subspinalis = Subspinalis *b* der Notidaniden, sowie die Interbasales) bestehen bei denselben noch in zahlreichen quantitativen und qualitativen Variirungen fort. Rückbildungen der mannigfachsten Art kommen hierbei vor und führen bei *Scymnus* unter den Haien und bei den untersuchten Rochen zum völligen Schwunde dieser Muskelgruppe, die ihre primordiale Natur auch durch die Art, wie die sie versorgenden Nerven zu ihr gelangen (medial von dem die Seitenplatten-Derivate innervirenden N. vagus), dokumentirt. Minder veränderlich in ihrer Existenz ist die hypobranchiale Muskulatur, sie findet sich, wenn auch einzelne ihrer Elemente (Coraco-hyoideus und Coraco-mandibularis bei einzelnen Haien und Rochen, Coraco-branchiales 6 und 7, bei den pentanchen Selachiern und den Holocephalen) ausfallen können, in guter Ausbildung bei allen untersuchten Selachiern und Holocephalen, zeigt aber bei den einzelnen Formen recht verschiedenartige Anpassungen, wobei die Bildungen bei den Haien und insbesondere bei den Notidaniden als die Ausgang gewährenden, die bei den Rochen und Holocephalen als die abgeleiteten sich zu erkennen geben.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen an den spino-occipitalen Nerven und den von ihnen versorgten Theilen lassen, mit Rücksicht auf die systematische Stellung der betreffenden Thiere, Selachier und Holocephalen als zwei nahe verwandte, aber zugleich wohl begrenzte Ordnungen erkennen, von denen die letzteren die höhere, mehr specialisirte Abtheilung repräsentiren. Das stimmt mit den Anschauungen, zu denen u. A. auch JOH. MÜLLER, DUMÉRII, GÜNTHER, GEGENBAUR, HUXLEY und WILDER gelangt sind. Manches bei den Holocephalen (z. B. der *M. coracopraemandibularis*) erscheint auf den ersten Blick ganz primordial, wird aber bei ge-

nauerer Untersuchung doch als secundär erkannt. Dass neben den durchgehenden Zeichen einer höheren Differenzirung auch vereinzelt primitivere Züge in der Gesamtkonfiguration der Holocephalen sich finden, soll nicht geleugnet werden. Solche primordiale Relikten kommen aber auch bei noch viel höher stehenden Thieren zur Beobachtung und sind auch naturgemäss zu erwarten, denn es liegt in dem Wesen der höheren Differenzirung, dass neben der Hauptmasse der höher ausgebildeten Organe und Organtheile auch einzelne in dem Kampfe um die höhere Differenzirung zurückbleiben und zum Theil in dieser niederen Stufe verharren, da nicht alles, was primitiv bleibt, dem inneren Kampfe um das Dasein gänzlich zum Opfer fallen und verschwinden muss. Systematische Schlussfolgerungen haben sich aber nicht einseitig an diese vereinzelt primitiv gebliebenen Züge zu halten, sondern müssen die Totalität, in welcher die überwiegende Mehrheit der Differenzirungen den Schwerpunkt bilden, berücksichtigen. Danach aber kann kein Zweifel über die höhere Stellung der Holocephalen gegenüber den Selachiern bestehen.

Unter den Selachiern wieder sind es die Haie, welche den Ausgang bilden, während die Rochen sich fast allenthalben als die höhere, einseitig differenzirte Abtheilung zu erkennen geben. Unter den hier untersuchten Gebilden der Haie ist kein einziges von den entsprechenden der Rochen ableitbar, überall aber liegt die Ableitbarkeit der Differenzirungen bei den Rochen von denen bei den Haien klar zu Tage. Somit kompletiren und unterstützen diese Untersuchungen auch diejenigen, welche hinsichtlich ihrer taxonomischen Verwerthbarkeit an anderen Organen gewonnen wurden. Nur eine totale Verkennung der wirklich bestehenden Verhältnisse kann in den Irrthum verfallen, die Rochen als die primitiveren, die Haie als die höher stehenden Vertreter der Selachier hinzustellen. Unter den Haien endlich stehen die Notidaniden am Anfange und gewähren für die meisten Differenzirungen der pentanchen Haie den Schlüssel; unter ihnen wieder weist *Heptanchus* zahlreichere primordiale Züge auf als *Hexanchus*, in einzelnen aber zeigt auch letzterer ein ursprünglicheres Gesicht.

## II. Vergleichung mit den spino-occipitalen Nerven der höheren Wirbelthiere.

Taf. VII, Taf. VIII.

In diesem Abschnitte soll über die spino-occipitalen Nerven und die von ihnen versorgten Theile bei den höher stehenden Abtheilungen der Vertebraten, den Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern, Amphibien, Sauropsiden und Säugethieren ge-

handelt werden. Die Darstellung giebt allenthalben eine Vergleichung mit den Selachiern.

### A. Ganoiden.

Taf. VII Figg. 1—5, Taf. VIII Figg. 1—4.

Die Litteratur über die spino-occipitalen Nerven der Ganoiden ist eine nicht unbeträchtliche. Ueber *Acipenser* handeln STANNIUS (1839, 1843, 1849, 1853), VETTER (1878), VAN WYHE (1880, 1882), W. K. PARKER (1882), GORONOWITSCH (1888) und SEWERTZOFF (1895), über *Polyodon* BRIDGE (1879), über *Polypterus* JOH. MÜLLER (1846), VAN WYHE (1880, 1882), SAGEMEHL (1885 resp. 1891) und POLLARD (1891, 1892), über *Lepidosteus* JOH. MÜLLER (1846), VAN WYHE (1880, 1882), SAGEMEHL (1885 resp. 1891) und SEWERTZOFF (1895), über *Amia*<sup>1)</sup> BRIDGE (1877), VAN WYHE (1880, 1882), McMURRICH (1885), SAGEMEHL (1885 resp. 1891) und SEWERTZOFF (1895). Endlich verdanken wir GEGENBAUR (1887 B.) eine zusammenfassende Darstellung der Occipitalregion der verschiedenen Ganoiden, die zahlreiche Hinweise auf die sie durchsetzenden Nerven enthält.

Trotz aller dieser Untersuchungen hat unsere Kenntniss und Beurtheilung der spino-occipitalen Nerven der Ganoiden noch keinen genügenden Abschluss erhalten. Das liegt namentlich an der erheblichen Schwierigkeit, das Cranium der meisten Ganoiden gegen die Wirbelregion abzugrenzen. Aehnlich wie bei Holocephalen hat sich das Cranium der lebenden Ganoiden durch Assimilation einer Anzahl von Wirbeln, welche bei den Selachiern in der Hauptsache von demselben noch getrennt geblieben sind, caudalwärts verlängert und damit den Anfang der Medulla spinalis und die ersten Spinalnerven in seinen Bereich aufgenommen. Das Cranium zeigt, wie das SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 526) ausdrückt, den auximetameren Typus und stellt sich damit dem protometameren der Selachier gegenüber<sup>2)</sup>. Es ist somit zugleich, wie bei den Holocephalen<sup>3)</sup>, zu dem ursprünglichen Kontingent der älteren occipitalen Nerven noch der jüngere Zuwachs occipito-spinaler Nerven hinzugekommen. Aber die Unterscheidung, welche von diesen als occipitale, welche als occipito-spinale

1) SHUFELDT's Abhandlung (The Osteology of *Amia calva*. U. S. Fish. Comm. XI. Report for 1883 p. 747—879) war mir nicht zugänglich; ich weiss daher nicht, ob dieselbe auch der hier behandelten Verhältnisse gedenkt.

2) Zwischen Holocephalen und Ganoiden besteht in dieser Hinsicht nur eine ganz allgemeine Ähnlichkeit in Detail weichen beide Abtheilungen total von einander ab.

3) Diese SAGEMEHL'schen Begriffe »protometamerer« und »auximetamerer« Schädel decken sich nicht mit den GEGENBAUR'schen »Palaeocranium« und »Neocranium«. Das Palaeocranium bedeutet ein Cranium ohne jede aus dem spinalen System ableitbare Zuthat, das Neocranium diese Zuthat; das protometamere Cranium dagegen drückt ein Cranium aus, welchem occipitale Nerven bereits assimilirt sind, das auximetamere ein solches, welches ausserdem noch occipito-spinale Nerven in sich aufgenommen hat. Die beiden SAGEMEHL'schen Begriffe fallen somit unter die Kategorie des GEGENBAUR'schen Neocranium resp. Palaeocranium + Neocranium.

Nerven aufzufassen seien, ist bei der mehr oder minder innigen Verschmelzung der neuen Wirbelkomponenten mit dem ursprünglichen (protometameren) Cranium nicht ohne Weiteres durchzuführen, auch meines Wissens bisher nur von GEGENBAUR (1887) und SEWERTZOFF (1895) versucht worden.

Mir dienten zur Untersuchung *Acipenser sturio*, L. (2 Exemplare), *Polyodon folium*, Lacép., *Polypterus bichir*, Geoffr. (2 Ex.), *Lepidosteus osseus*, L. (2 Ex.) und *Amia calva*, L.

Ich finde bei diesen Ganoiden 1—2 occipitale Nerven, welche  $z$  resp.  $y$  und  $x$  der Selachier zu vergleichen sind<sup>1)</sup>; auf sie folgen (nach meiner Deutung) die occipito-spinalen Nerven in der Zahl von 1—5 ( $a—e$ ), wozu noch 1—3 dem Cranium nicht vollkommen assimilierte<sup>2)</sup> Nerven ( $f[6]—h[8]$ ) hinzutreten. Eine wirkliche Grenze zwischen den Kategorien der occipitalen und occipito-spinalen Nerven existirt in der Regel weder an der Medulla noch am Cranium und damit ist die Scheidung Beider auf Grund direkter Untersuchung bei den meisten Ganoiden eine unsichere. Für mich bildete das Verhalten an dem untersuchten Exemplare von *Polyodon* (Taf. VII Fig. 2), wo die erste dorsale Wurzel ( $a^d$ ) eine durch ein partielles Ligament (\*) markirte Stelle des Schädels passirt, das entscheidende Kriterium. In dieser Stelle erblicke ich die noch nicht vollkommen verwischte Grenze zwischen dem selachierartigen (protometameren) Cranium und der Wirbelsäule und in der dorsalen Wurzel diejenige des ursprünglichen ersten Spinalnerven, der nun zum ersten occipito-spinalen Nerven ( $a$ ) geworden ist. Danach sind die beiden vorhergehenden ventralen Wurzeln als occipitale Nerven ( $y$  und  $z$ ) aufzufassen. Dazu kommen noch die beiden, bereits von GEGENBAUR (1887 B p. 12 und 17) hervorgehobenen Charaktere des Störschädels: 1) die äussere Konfiguration, die an der entsprechenden Stelle eine den ersten Wirbeldorn von dem ursprünglichen Cranium etwas absetzende, wenn auch sehr unansehnliche Furche erkennen lässt, 2) das vordere Ende des nur im Wirbelbereiche sich findenden elastischen Bandes innerhalb der Bogentheile der Wirbel und seine Abgrenzung gegen das alte Cranium, welche desselben entbehrt. Auf Grund dieser Bestimmungen macht dann die Determination der Occipitalnerven bei den anderen Ganoiden keine Schwierigkeit.

Danach vertheilen sich die occipitalen ( $y, z$  resp.  $x, y, z$ ) und occipito-spinalen Nerven ( $a—c$ ), sowie die ihm noch nicht vollkommen assimilirten Uebergangsnerven ( $f[6]—h[8]$ ) mit ihren ventralen und dorsalen Wurzeln ( $v$  und  $d$ ) folgendermaassen:

1) GORONOWITSCH und SEWERTZOFF bei jungen Exemplaren von *Acipenser ruthenus* selbst 3, welche sonach  $x, y$  und  $z$  entsprechen.

2) Bei dem Cranium erst partiell angewachsenen, theilweise noch durch Band ihm verbundenen Wirbeln.

$x^v, y^v, z^v, a^{vd} . . . . .$	<i>Acipenser ruthenus juv.</i> (SEWERTZOFF) <sup>1</sup> ).
$x^v, y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}$	<i>Acipenser ruthenus juv.</i> (GORONOWITSCH).
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f(6)^{vd}$	<i>Polyodon folium</i> (Taf. VII Fig. 2).
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f^{vd}$	<i>Acipenser ruthenus</i> (GEGENBAUR), <i>A. sturio</i> (GEGENBAUR).
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f(6)^{vd}, g(7)^{vd}$	<i>Acipenser sturio</i> .
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f(6)^{vd}, g(7)^{vd}, h(8)^{vd}$	<i>Acipenser sturio</i> (Taf. VII Fig. 1).
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f^{vd}, g(7)^{vd}, h(8)^{vd}$	<i>Acipenser sturio</i> .
$y^v, z^v, a^{vd}$	<i>Polypterus</i> .
$z^v, a^{vd}$	<i>Polypterus</i> (Taf. VII Fig. 3).
$z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d(4)^{vd 2}$	<i>Lepidosteus</i> (Taf. VII Fig. 4).
$z^v, a^v, b^{vd}, c^{vd}$	<i>Amia</i> (Taf. VII Fig. 5).

Die Vergleichung meiner Befunde mit denen der früheren Autoren ist zum Theil wegen der zumeist nicht durchgeführten Unterscheidung zwischen occipitalen und occipito-spinalen Nerven und wegen der mannigfachen Ungenauigkeiten der älteren Untersuchungen keine leichte. Sehr vortheilhaft heben sich neben GEGENBAUR's Abhandlung auch die neuest verfassten Arbeiten von GORONOWITSCH und SEWERTZOFF ab.

Bei *Acipenser* bildet STANNIUS (1843 Taf. III, 2) zwei feine, auf den Vagus folgende ventrale Wurzeln ab und deutet dieselben (vergl. auch 1839 p. 29) als N. hypoglossus; dieselben entsprechen möglicherweise den beiden occipitalen Nerven  $y$  und  $z$ , vielleicht aber auch  $z$  und  $a$ . Im peripherischen Nervensysteme der Fische (1849 p. 21. 22) und in der Zootomie der Fische (1853 p. 142) macht er weitere genaue Angaben über dieselben, insbesondere über den intrakraniellen Verlauf, den Durchtritt durch die Schädelwand und die peripherische Verbreitung, die mit meinen Befunden im Allgemeinen übereinstimmen, fasst sie aber, wogegen VAN WYHE mit Recht Einwand erhebt, als einen einzigen Nerven auf. — VETTER (1878 p. 481. 482) macht, vorwiegend auf Grund der Untersuchungen von STANNIUS, Angaben über die Innervation des Mm. branchio-mandibularis und coraco-arcualis, welche durch die ersten Spinalnerven geschehe. — VAN WYHE (1882 p. 35) beschreibt zwei hinter dem Vagus auftretende Nerven, welche lediglich ventrale Wurzeln darstellen und die er mit GEGENBAUR den unteren Vaguswurzeln vergleicht; auf sie folgen dann nach dem Typus der Spinalnerven gebaute, mit ventralen und dorsalen Wurzeln versehene Nerven. Wahrscheinlich entsprechen die beiden ersteren meinen  $y^v$  und  $z^v$  oder  $z^v$  und  $a^v$ , die folgenden  $b^{vd}$ ,  $c^{vd}$  etc. — W. K. PARKER (1882 Pl. XVI, 2) giebt einen Durchschnitt durch den Schädel, der in der Occipitalgegend die Oeffnungen für sechs ventrale Wurzeln enthält. Bei der Mangelhaftigkeit der Abbildung, in welcher die Löcher für die dorsalen Wurzeln ganz fehlen, ist es unmöglich zu bestimmen, welche Nerven durch diese Oeffnungen gegangen sein mögen. —

1) Ueber die Zahl der occipito-spinalen Nerven macht SEWERTZOFF keine Angaben. Individuell kann nach diesem Autor auch der erste Occipitalnerv schwinden.

2) Bei *Lepidosteus* kennzeichnet sich  $d(4)$  auch als Uebergangsnerv zwischen occipito-spinalen und spinalen Nerven, aber in anderer Art als bei *Acipenser* und *Polyodon*, indem bei diesen Knorpelganoiden beide Wurzeln von  $f(6)$ ,  $g(7)$  und  $h(8)$  zwischen partiell dem Cranium angegliederten Wirbeln hindurchtreten, bei *Lepidosteus* aber die ventrale Wurzel ( $d^v$ ) noch durch das Cranium, die dorsale ( $d[4]^d$ ) durch das Cranium und den ersten freien Wirbel verbindende Ligament hindurchtritt.

GEGENBAUR (1887 B. p. 6—18) bestimmt auf Grund der äusseren Konfiguration und der Ausdehnung des nur den ursprünglichen Wirbeln zukommenden elastischen Bandes die Grenze zwischen dem ursprünglichen (dem den Selachiern homologen Cranium und dem mit ihm sekundär verschmolzenen Wirbelkomplexe und findet danach bei *Acipenser ruthenus* zwei Nerven (1. 2), welche er mit Wahrscheinlichkeit denen der Selachier vergleicht (meine  $y$  und  $z$ ) und sechs neu einverleibte spinale Nerven ( $a-f$ ). — GORONOWITSCH (1888 p. 471—473, 496) macht vortreffliche genaue Angaben über die betreffenden Nerven bei *Acipenser ruthenus*. Er unterscheidet zunächst drei ventrale, auf den Vagus folgende Wurzeln ( $= y, z, a'$  oder wohl  $x, y, z$ ), welche er den medialen Theilen der ventralen Wurzeln des Rückenmarkes vergleicht, und dann vier spinale dem Schädel assimilierte Nerven ( $= b - e$  oder  $a - d$ ) mit ventralen und dorsalen Wurzeln. Im Detail, insbesondere im Verhalten der Ganglien der dorsalen Wurzeln, weichen seine Angaben von meinen Befunden an *Acipenser sturio* etwas ab, was sich hinreichend dadurch erklärt, dass er eine andere Species und jüngere Exemplare als ich untersuchte; in der Hauptsache besteht Uebereinstimmung. — Einen mächtigen Fortschritt bedeutet die ontogenetische Untersuchung von SEWERTZOFF (1895 p. 35—59, Taf. IV. V), der zu Folge die hintere Region des Sterletschädels sich zusammensetzt: 1) aus einem vordersten, an sich nicht segmentirt entstehenden Abschnitte (Parachordalia und Pars occipitalis crani), der eben durch seine Beziehungen zu Myotomen und Nerven die ursprüngliche Segmentirung dokumentirt, 2) aus einem mittleren Abschnitte, der aus dem Schädel sich assimilirenden und danach mit ihm ein völliges Continuum bildenden Wirbeln sich aufbaut, und 3) aus einem hintersten, welcher ebenfalls aus dem Schädel sich anghiedernden, aber ihre Individualität zeitlebens wahrenen Wirbeln besteht. Der erste Abschnitt legt embryonal vier Myotome und zwei vordere Nervenwurzeln (im Bereiche der beiden letzten Myotome) an, welche später sämmtlich verschwinden. Der zweite Abschnitt bringt ontogenetisch drei Myotome und drei vollständige, nach spinalem Typus gebaute Nerven mit ventralen und dorsalen Wurzeln zur Anlage, lässt aber dann Myotome und dorsale Wurzeln verschwinden, so dass nur noch drei ventrale Wurzeln (sogenannte ventrale Wurzeln des Vagus resp. Elemente des Hypoglossus nach SEWERTZOFF, meinen  $x, y$  und  $z$  vergleichbar), unter Umständen auch nur die beiden hinteren ventralen Wurzeln ( $y, z$ ) persistiren. Der letzte Abschnitt endlich legt Myotome und vollständig entwickelte Spinalnerven mit ventralen und dorsalen Wurzeln an, die zeitlebens erhalten bleiben (meine  $a, b, c \dots$ ); über die Zahl dieser Elemente macht SEWERTZOFF keine Angaben. Diese Untersuchungen, wenn anders in der Vergleichung der einzelnen Stadien die speciell homologen Skelett-, Muskel- und Nervelemente immer fest gehalten wurden<sup>1)</sup>, leisten hinsichtlich der vordersten Occipitalnerven mehr als alles, was die Ontogenie der Selachier bisher zu Tage gefördert hat. Ueber den materiellen Inhalt derselben wird noch weiter unten zu sprechen sein.

Ueber die Muskeln von *Scaphirhynchus* existiren gute Angaben von BRUTZER (1859).

Von *Polyodon* giebt BRIDGE (1878 Pl. 56. 6) die Abbildung eines Sagittalschnittes durch den Schädel, welcher je 7—8 hinter dem Vagusdurchtritt gelegene Nervenlöcher für ventrale ( $a'$ ) und gleichviel dorsale ( $d'$ ) Wurzeln aufweist. Die erste der ventralen entspricht dem Durchtritt des letzten von mir beobachteten occipitalen Nerven ( $z$ ), die übrigen alle den occipito-spinalen Nerven, doch ziehe ich die Grenze zwischen dem kranio-vertebralen Komplexe und der freien Wirbelsäule früher als BRIDGE, der (p. 693) 8—9 Wirbel mit dem Cranium komplet verschmelzen lässt. — Die von HERRICK (1891 Pl. XI. 15) gegebene Abbildung des Gehirns von *Polyodon* enthält ebenso wenig wie der Text der Arbeit etwas über spino-occipitale Nerven.

Bei *Polypterus* erwähnt JOH. MÜLLER (1846 p. 96) zwei hinter dem Vagus aus dem Occipitale austretende Nerven, deren erster als Hypoglossus zum M. sterno-hyoideus, der zweite mit den folgenden Spinalnerven zur Brustflosse gehe. Der erste entspricht  $z$ , der letzte  $a'$ . — VAN

<sup>1)</sup> SEWERTZOFF hebt selbst hervor (p. 39), wie gross die Schwierigkeit hierbei sei und dass er lange über die Richtigkeit der Beobachtung und ihre Deutung unschlüssig gewesen sei. — Die Myotome von  $x, y, z$  schwinden übrigens nicht.

WYHE (1882, p. 61) rekapitulirt in der Hauptsache diese Angaben und beschreibt, als bekannt, zwei hinter dem Vagus und dem Occipitale austretende Nerven, deren erster der Hypoglossus sei und die Mm. coraco-arcuales versorge, während der zweite mit den zwei ersten Spinalnerven und einem Zweige des dritten den Plexus branchialis bilde. — SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 524) notiert einen freien von einem Nerven durchbohrten Occipitalbogen; der Nerv entspricht meinem zweiten occipito-spinalen Nerven (*b*). — GEGENBAUR (1887 B. p. 20, Taf. I. 6) beschreibt und bildet eine weit hinter dem Vagus das Occipitale laterale durchsetzende Nervenöffnung ab, welche ich der ventralen Wurzel von *a* zuertheilen möchte; der anderen hierher gehörenden Nerven wird in dem vorwiegend die Osteologie berücksichtigenden Passus nicht Erwähnung gethan. — POLLARD bemerkt in seiner ersten Abhandlung (1891 p. 341), dass der Hypoglossus einen kompletten Spinalnerven mit sensibler Wurzel und grösserem Ganglion bilde; in der zweiten Abhandlung (1892 p. 391. 392. 398. Taf. 27. 8, Taf. 28. 12) giebt er eine genaue, durch treffliche Abbildungen illustrierte Beschreibung der bezüglichen Verhältnisse, die in allen Hauptsachen mit den Befunden meiner Untersuchungen übereinstimmt; hinsichtlich der Deutungen komme ich allerdings zu sehr abweichenden Befunden. Sein Nervus XI entspricht meinem Occipitalnerven *z*, sein mit ventraler und dorsaler Wurzel versehener Nervus XII (Hypoglossus) meinem occipito-spinalen Nerven *a<sup>rd</sup>*; die erstere Deutung POLLARD's ist selbstverständlich nicht aufrecht zu erhalten, da der dem Vagus angehörende Accessorius nicht in dieser Weise als besonderer Nerv ausgebildet sein kann. In der peripherischen Verbreitung und in der Antheilnahme der folgenden vier Spinalnerven (2—5) an dem Plexus brachialis besteht zwischen POLLARD und mir Uebereinstimmung; die Betheiligung des sechsten Spinalnerven an dem Plexus brachialis wird von ihm nicht erwähnt.

Auch für *Lepidosteus* macht JOH. MÜLLER (1846 p. 99) gute Angaben über die betreffenden Nerven. Er beschreibt und bildet vier hinter dem Vagus durch das Occipitale tretende Nerven, von denen die beiden vorderen zu dem M. sterno-hyoideus, die beiden hinteren zur Brustflosse gehen. Die beiden ersten entsprechen wohl meinen *z* und *a*, die beiden letzten meinen *b* und *c*. — VAN WYHE (1882 p. 74) verweist hinsichtlich der hinter dem Vagus durch das Cranium austretenden Nerven auf JOH. MÜLLER. — SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 523. 524) erwähnt einen von einem Nerven (wohl mein *c*) durchbohrten Occipitalbogen. — GEGENBAUR (1887 B. p. 19. 20, Fig. 4) handelt unter Bezugnahme auf die früheren Veröffentlichungen von VOGT und BRÜHL über die Occipitalregion und den ihr benachbarten Occipitalbogen. Er findet in ersterem und in letzterem je eine Nervenöffnung, welche wahrscheinlich den Löchern für die von mir als *b* und *c* gedeuteten Nerven entsprechen; der anderen durchtretenden Nerven wird keine Erwähnung gethan. — HERRICK (1891 Pl. XIII. 9. 10) bildet das Gehirn, jedoch ohne jede Spur eines spino-occipitalen Nerven ab. — SEWERTZOFF (1895 p. 54, Fig. 2) findet in dem Occipitalbogen ausser der GEGENBAUR'schen Oeffnung noch eine darauf folgende (somit ausser *c* noch *d*) und schliesst daraus, dass derselbe zwei Wirbelbogen entspreche.

Zahlreicher sind die über *Amia* in der Litteratur gemachten Angaben. BRIDGE (1887 Pl. XXIII. 5) bildet ab und beschreibt die zwei dem Occipitale angegliederten Occipitalbogen („neural arches attached to the basioccipital“) mit ihren Nervenlöchern. — VAN WYHE (1882 p. 90) findet hinter dem Vagusloch drei durch das Occipitale resp. zwischen diesem und den ihm angeschlossenen beiden ersten Wirbelbogen austretende Nerven; der erste besitzt nur eine ventrale, die beiden anderen ventrale und dorsale Wurzeln; ich bin geneigt, den ersteren mit *a<sup>v</sup>*, die beiden letzteren mit *b<sup>rd</sup>* und *c<sup>rd</sup>* zu vergleichen. Auch über die Innervation der den fünften Kiemenbogen mit dem Schultergürtel verbindenden Muskeln handelt er (p. 89) und findet diese durch einen Zweig des Vagus gegeben. Mit letzterer Angabe kann ich ebenso wenig wie mit der die Betheiligung von *a* am Plexus brachialis betreffenden mich vereinigen. — SAGEMEHL (1883 p. 193. 194) beschreibt die gleichen Nerven wie VAN WYHE, bezeichnet sie als „Occipitalnerven“ und hebt mit gutem Rechte hervor, dass sie dem Cranium assimilirte ursprüngliche Spinalnerven seien, deren erster infolge sekundärer Reduktion seine dorsale Wurzel verloren habe. — MC MURRICH

(1885 p. 135 f.) giebt eine gute Darstellung der Muskeln des Schädels und Visceralskeletes von *Amia* und der Innervation desselben und handelt danach vergleichend über die occipito-spinalen Nerven, die er „Post-occipital und Hypoglossal Nerves“ benennt, wobei er von den Befunden SAGEMEHL's ausgeht, dessen Folgerungen aber mit einiger Reserve gegenüber steht. Seinen Angaben über die peripherische Verbreitung der bezüglichen Nerven von *Amia* kann ich in der Hauptsache beistimmen, finde aber im Detail einige Abweichungen geringeren Grades von seinen Befunden. — GEGENBAUR (1887 p. 19) geht von SAGEMEHL's Untersuchungen aus und stimmt diesem Autor hinsichtlich der Deutung der beiden letzten Nerven zu, während er hinsichtlich des ersten die Frage offen lässt, ob derselbe das Rudiment eines spinalen, erst sekundär dem Cranium angeschlossenen Nerven oder eine sogenannte ventrale Vaguswurzel repräsentire. — SEWERTZOFF (1895 p. 55) bestätigt auf Grund eigener Beobachtungen die Befunde und Folgerungen SAGEMEHL's. — Die neueste Arbeit von ALLIS (The Cranial Muscles and Cranial and First Spinal Nerves in *Amia calva*. Journ. of Morph. XI p. 485—491. Boston 1895) enthält nichts über die spino-occipitalen Nerven und die von ihnen versorgten Muskeln. SHUFELDT's Abhandlung (a. a. O. 1883) ist mir im Original unbekannt geblieben; sie scheint in der Hauptsache an SAGEMEHL's Befunde anzuschliessen.

Ueber die Hypobranchial-Muskulatur der Ganoiden handeln CUVIER-DUMÉRIL (1840 p. 271), ALBRECHT (1876 p. 29. 30), VETTER (1878 p. 479 f.) BRUTZER, (1858 p. 20 f.) und MC MURRICH (1885 p. 135 f.), die drei ersten über *Acipenser*, BRUTZER über *Scaphirhynchus* Mc MURRICH über *Amia*. CUVIER-DUMÉRIL und ALBRECHT machen nur ganz kurze Angaben ohne Berücksichtigung der Nerven, während die Darstellungen von BRUTZER, VETTER und MC MURRICH genaue Beschreibungen der Muskeln und (bei den beiden letzten Autoren) ihrer Innervation enthalten.

Stets bestehen die occipitalen Nerven (*x. y. z.*) bei den ausgebildeten Thieren nur aus ventralen Wurzeln; die zugehörigen dorsalen sind auch mikroskopisch nicht nachweisbar und — wenn man die Verhältnisse bei den erheblich tiefer stehenden Selachiern in Erwägung zieht — jedenfalls schon seit ziemlich langer phylogenetischer Zeit vollkommen rückgebildet. Dass sie einstmals in Wirklichkeit vorhanden gewesen sind, ist a priori anzunehmen, wird auch durch die oben angeführten ontogenetischen Untersuchungen von SEWERTZOFF (1895) zu einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhoben.

Aber auch die noch persistirenden ventralen Wurzeln tragen deutlich die Kennzeichen einer mehr oder minder fortgeschrittenen Rückbildung: sie sind immer nur von mässiger bis geringer Grösse und nehmen wie bei den Selachiern in der Richtung von hinten nach vorn an Stärke ab; der erste kann bei den verschiedenen Ganoiden bis zum mikroskopisch feinen Faden oder selbst vollkommen reducirt sein. Bei den Knorpelganoiden finden sich drei (*x. y. z.*) oder in der Regel nur zwei (*y. z.*) Occipitalnerven; erstere Zahl wurde nur bei jungen Exemplaren von *Acipenser rathenus* individuell beobachtet (GORONOWITSCH, SEWERTZOFF), während mittelalte und ältere Exemplare von *Acipenser (rathenus und sturio)* und *Polyodon* nur 2 Nerven aufweisen, deren erster (*y*) bei *Acipenser* von ziemlich geringer, bei *Polyodon* von sehr geringer Dicke war (Taf. VII Fig. 1, 2). Bei jungen Embryonen des Sterlets scheinen sich nach SEWERTZOFF's Untersuchungen noch zwei vor *x* befindliche ventrale Wurzeln

(und zwar diese allein) nebst zugehörigen Myotomen anzulegen, die aber bald wieder in Rückbildung treten; sie würden *v* und *w* der Notidaniden entsprechen<sup>1)</sup>. Bei *Polypterus* konnte *y* nur bei den jüngeren Exemplaren auf der rechten Seite als mikroskopisch feines, aus wenigen Fasern bestehendes Fädchen nachgewiesen werden; die linke Seite und das ältere Stadium zeigten *y* als ersten und einzigen Occipitalnerven (Taf. VII Fig. 3). *Lepidosteus* und *Amia* fehlte *y* spurlos. Der Nerv *z* wurde bei allen Ganoiden gefunden und erscheint bei *Acipenser*, *Polyodon* und *Polypterus* als mittelstarker Nerv, bei *Lepidosteus* und *Amia* dagegen in weiter vorgeschrittener Rückbildung als recht feiner (bei *Amia* auch bisher übersehener) Faden (Taf. VII Figg. 4, 5).

Diesen ächten, denen der Selachier vergleichbaren, occipitalen Nerven schliessen sich die dem Cranium neu einverleibten occipito-spinalen Nerven (*a.b.c. . .*) an, wegen der intimen Konkrescenz der Wirbel mit dem Cranium, sowie nach Ursprung von der Medulla und nach sonstigem Verhalten den ganz allmählichen Uebergang von den occipitalen zu den spinalen Nerven bildend. Alle (*Acipenser* indiv., *Polyodon*, *Polypterus*, *Lepidosteus*) oder die Mehrzahl derselben (*Acipenser* indiv., *Amia*) besitzen gleich den spinalen Nerven beide (ventrale und dorsale) Wurzeln; nur der erste kann unter gänzlicher Reduktion der dorsalen Wurzel nur aus einer ventralen Wurzel (*a''*) bestehen (*Acipenser* indiv., Taf. VII Fig. 1; *Amia*, Taf. VII Fig. 5).

Die oben (p. 450) gegebene Tabelle lässt zugleich im Verhalten der occipito-spinalen Nerven drei verschiedene Entwicklungsrichtungen unterscheiden. Die erste, *Acipenser* (Taf. VII Fig. 1) und *Polyodon* (Taf. VII Fig. 2), ist durch eine grössere Anzahl von dem Schädel assimilirter occipito-spinaler Nerven gekennzeichnet, deren letzte sich auch noch post partum angliedern. So wies *Acipenser ruthenus* je nach dem Alter der untersuchten Thiere 4—6, *Acipenser sturio* 5—6 komplet assimilirte Nerven, denen sich noch 2—3 bloss partiell aufgenommene Uebergangsnerven anreihen, *Polyodon* 5 occipito-spinalen und 1 Uebergangsnerven auf. *Polyodon* zeigte sowohl in der Existenz der beiden Wurzeln des ersten occipito-spinalen Nerven, dessen dorsale Wurzel durch eine noch theilweise ligamentöse Stelle des kranio-spinalen Schädelkomplexes durchtritt, wie in der kleineren Zahl seiner Uebergangsnerven etwas primitivere Zustände als *Acipenser sturio*, wo die Wurzel *a''* öfter fehlte und mehr Uebergangsnerven sich fanden; *Acipenser ruthenus* dagegen scheint noch tiefer als *Polyodon* zu stehen. Uebrigens genügt das bisher untersuchte geringe Material nicht zur Entscheidung dieser Frage. — Die zweite Entwicklungsrichtung charakterisirt *Polypterus*, indem hier nur ein mit ziemlich weit auseinander liegenden

1) SEWERTZOFF beschreibt vor diesen noch 2 nervenlose, bald sich rückbildende Myotome. Falls deren ontogenetische Existenz gesichert ist, gestatten sie den Schluss auf ein eventuelles palingenetisches Vorkommen von zwei noch mehr rostral gelegenen Occipitalnerven, die danach mit *u* und *t* zu bezeichnen wären. Alle diese Voraussichten, bezüglich welcher uns die bisherigen ontogenetischen Untersuchungen an den tiefer stehenden Selachiern im Stiche gelassen haben, wollen aber mit grösster Vorsicht gestellt sein. Jedenfalls knüpft sich aber an SEWERTZOFF's Befunde ein sehr grosses Interesse, lässt jedoch — angesichts des unerwartet verschiedenen Grades von Leistungsfähigkeit der ontogenetischen Befunde bei Selachiern und bei den Knorpelganoiden — weitere Untersuchungen an Beiden als sehr wünschenswerth erscheinen.

ventralen und dorsalen Wurzeln versehener occipito-spinaler Nerv ( $a^{vd}$ ) in den Schädel aufgenommen ist (Taf. VII Fig. 3). — Die dritte endlich findet sich bei *Lepidosteus* und *Amia*, wo die occipito-spinalen Nerven in mittlerer Anzahl (3 bei *Amia*, 3—4 bei *Lepidosteus*) vertreten sind; die Konkrescenz der betreffenden Wirbelbogen, durch oder zwischen denen diese occipito-spinalen Nerven austreten, mit dem Schädel ist hier eine partielle, übrigens auch bei *Lepidosteus* und *Amia* ihre besonderen Wege gehende, wie aus der Ansicht der betreffenden Abbildungen (Taf. VII Fig. 4, 5) am besten erkannt wird. In den meisten Grundzügen lässt *Lepidosteus* eine niedrigere Stellung als *Amia* erkennen; doch zeigt auch letztere in der deutlichen Sonderung der in das Cranium einbezogenen Wirbelbogen einen primitiveren Charakter als ersterer.

Occipitale und occipito-spinale Nerven zeigen in ihrem Ursprunge und Abgange von der Medulla, gleich ihren Homologen bei den Selachiern und Holocephalen, durchaus die Eigenschaften spinaler Nerven, mit den Besonderheiten, welche bereits bei der genauen Beschreibung bei den Selachiern vermerkt wurden (p. 370 f.). Mit gutem Rechte hebt GORONOWITSCH (1888 p. 496) hervor, dass sie den medialen Fasern der ventralen Spinalnervenzurzeln vergleichbar sind. Die Abgangsstellen der occipitalen Nerven entsprechen dem hinteren Bereiche des Vagusursprunges. Der interkraniale Verlauf der Nerven vom Abgang von der Medulla bis zum Durchtritt durch den Schädel ist durchweg ein längerer und schrägerer (von vorn nach hinten, also rostro-caudalwärts gehender) als bei den Selachiern; er kann selbst, namentlich bei den Knorpelganoiden und bei *Polypterus*, der longitudinalen Richtung nahe kommen und dann, was schon STANNIUS hervorhebt, ein sehr langer sein. Diese Richtungsänderung steht mit der grösseren Verkürzung resp. Zusammenziehung des centralen Nervensystems im Zusammenhang.

Der Durchtritt des occipitalen Nerven  $y$  durch den Schädel erfolgt stets in einiger Entfernung hinter dem Durchtritt des Vagus durch denselben; bei den Knorpelganoiden, namentlich bei *Polyodon*<sup>1)</sup> ist dieselbe selbst grösser als die von  $z$  bei *Lepidosteus* und *Amia*; *Polypterus* zeigt mittlere Grade der Entfernung. Ist der Occipitalnerv  $x$  vorhanden (*Acipenser ruthenus* juv.), so tritt er (nach der von SEWERTZOFF gegebenen Abbildung und Beschreibung) in grösster Nachbarschaft von dem Vagusloch in die Schädelwand. Auch hier ist die schon bei den Selachiern ausführlicher behandelte (p. 372, 376) Vorwärtswanderung der hinteren Occipitalnerven Hand in Hand mit dem Schwunde der vorderen leicht demonstrirbar<sup>2)</sup>. Die zwei

1) Die Entfernung der Durchtrittsstelle von  $y$  von derjenigen des Vagus ist hier erheblich grösser als bei irgend einem Selachier. Ich erblicke darin eine namentlich bei *Polyodon* ausgesprochene Besonderheit des Schädels der Knorpelganoiden, welcher in dieser Hinsicht grössere relative Längenmaasse aufweist als der Selachierschädel.

2) Dieses Vorwärtsdrängen der hinteren Nerven findet auch, nach den Beschreibungen und Abbildungen von SEWERTZOFF (1895) zu schliessen, sehr ausgiebig in frühester post-embryonaler Zeit bei *Acipenser ruthenus* statt: In dem Stadium A (am ersten Tage nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei) liegt das erste beobachtete Myotom vor und auswärts von der Anlage des N. vagus, das fünfte, entsprechende aber um 4 Myotomlängen hinter diesem und dem N. vagus, während die Abbildung des Schädels eines erwachsenen Sterlets (Fig. 10) die Durchtrittsstelle von  $x$  direkt ventral unter der Vagusöffnung zeigt, — somit, die Richtigkeit der betreffenden Untersuchungen vorausgesetzt, ein Vorschieben um 4 Myotom-Längen. Auch GORONOWITSCH (1888, p. 529—531) beschreibt die gleiche

oder drei Occipitalnerven von *Acipenser* und *Polyodon* gehen in annähernd gleicher oder nur wenig geringerer Entfernung als Spinalnerven von einander durch separate Kanäle durch den Schädel, in dem einen Falle bei *Polypterus*, wo ein minimaler Rest von *y* noch existierte, geschah der Durchtritt jedoch in grösster Nachbarschaft von *z*, weiterhin selbst in dessen Kanal einmündend.

Die Durchtrittsstellen der occipito-spinalen Nerven folgen auf die der Occipitalnerven und sind allenthalben separate. Auch hier kennzeichnet *Acipenser*, *Polyodon* und *Polypterus* eine grössere relative Entfernung dieser Stellen, *Lepidosteus* und *Amia* eine etwas grössere Zusammendrückung derselben; die gegenseitigen Entfernungen sind übrigens selbst innerhalb desselben Individuums recht wechselnde und können an der Hand der Abbildungen (Taf. VII Figg. 1—5) am besten überschaut werden. Auch zeigen die Durchtritte der zusammengehörigen ventralen und dorsalen Wurzeln eine ungemeine Mannigfaltigkeit; bald liegen die ersteren, bald die letzteren mehr rostral oder mehr caudal, und auch hier bieten die einzelnen auf einander folgenden Nerven sehr charakteristische Differenzen dar, welche z. Th. für die verschiedenen Gattungen von differential-diagnostischer Bedeutung sind. Ebenfalls, insbesondere bei *Acipenser* (Taf. VII Fig. 1) und namentlich bei *Lepidosteus* (Taf. VII Fig. 4), wechselt die (dorso-ventrale) Höhe des Durchtrittes der dorsalen und ventralen Wurzeln.

Nach ihrem Austritte aus dem Schädel verlaufen die occipitalen und occipito-spinalen Nerven in descendenter Richtung ventral- und caudalwärts und bilden, nach längerem Verlaufe durch die Rumpfmuskulatur und nach Abgabe zahlreicher Zweige an dieselbe, einen einfachen Plexus (Taf. VIII Figg. 1—4), der sich mit seinen vorderen Aesten in der hypobranchialen spinalen Muskulatur (Plexus cervicalis, *Pl. cv.*), mit der hinteren Hauptmasse und meist unter Verbindung mit weiteren folgenden Spinalnerven in der Brustflosse vertheilt (Plexus brachialis s. pterygialis, *Pl. br.*). Fast durchweg ist die Plexusbildung der Ganoiden durch sehr lange Plexuswurzeln, also einen sehr späten peripherischen und meist nur partiellen Verband derselben unter einander gekennzeichnet und unterscheidet sich dadurch von den Geflechten bei den meisten Haien; nur *Odontaspis* unter diesen nähert sich den Verhältnissen bei den Ganoiden. Selbst der typische frühere Verband der ersten Nerven (*x. y. z. a.* oder *y. z. a.* oder *z. a.*) kommt klar und deutlich nur bei *Acipenser* (Taf. VIII Fig. 1) zur Beobachtung, während *Polyodon* und *Amia* (Taf. VIII Fig. 4) denselben minder ausgesprochen darbieten, *Lepidosteus* (Taf. VIII Fig. 3) und namentlich *Polypterus* (Taf. VIII Fig. 2) aber gerade hier eine sehr peripher ausgebildete oder sogar in der Hauptsache unterbliebene Ansenbildung zeigen.

---

Lage von *x* bei seinen Exemplaren und tritt im Anschluss an FRODIER für einen allmählichen Einschuss distaler Neuromeren und Mesomeren in die Oblongata und in die Occipitalregion des Schädels ein. — Noch deutlicher handelt SAGEMEHL bei anderer Gelegenheit (1885 resp. 1891) über diese Vorwärtsbewegung; darüber wird später noch zu sprechen sein.

Die Zusammensetzung der beiden Plexus wurde folgendermaassen gefunden:

Plexus cervicalis.

<i>y, z</i>	<i>Acipenser</i>
<i>y, z, a</i>	<i>Polyodon</i>
<i>z, a</i>	<i>Polypterus, Lepidosteus</i>
<i>(z), a, b, c</i>	<i>Amia</i> <sup>1)</sup>

Plexus brachialis.<sup>2)</sup>

<i>z, a, b, c, d, e</i>	<i>Acipenser</i>
<i>z, a, b, c, d, e, f(6)</i>	<i>Acipenser, Polyodon</i> <sup>3)</sup>
<i>a, b, c, d, e, f(6)</i>	<i>Polyodon</i>
<i>a, 2, 3, 4, 5</i>	<i>Polypterus</i>
<i>a, b, c, d, 5, 6</i>	<i>Lepidosteus</i>
<i>b, c, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.</i>	<i>Amia.</i>

Auch hier erfolgt, ähnlich wie bei den Selachiern und Holocephalen, die Aufeinanderfolge der beiden Geflechte derart, dass sich mindestens 1 Nerv (*Acipenser, Polyodon, Polypterus, Lepidosteus*), mitunter aber auch 2 (*Polyodon* indiv.?, *Amia*) gemeinschaftlich an der Bildung der beiden Plexus betheiligen. Diese gemeinsamen Nerven sind *z* (*Acipenser*) oder *a* (*Polyodon, Polypterus, Lepidosteus*) oder *z*(?) und *a* (*Polyodon*) oder *b* und *c* (*Amia*).

Die Ganoiden zeigen damit in der Hauptsache einfachere Verhältnisse als die Selachier, bei denen 1—10 beiden Geflechten gemeinsame Wurzeln zur Beobachtung kamen (p. 389). Bei einem direkteren Vergleiche sind von vorn herein die einseitig entwickelten Rochen (mit 8—10 gemeinschaftlichen Plexuswurzeln), sowie diejenigen Haie auszuschliessen, deren gemeinsame Wurzeln die Zahl 2 überschreiten oder in der Reihe der Spinalnerven weiter hinten (caudal) liegen; es bleiben sonach nur die Notidaniden, *Spinax, Acanthias, Cestracion* und die Holocephalen als den Ganoiden hinsichtlich dieses Verhaltens vergleichbar übrig, unter diesen bieten aber *Spinax* (mit gemeinsamem N. spinalis 2), *Acanthias* (mit gemeinsamem 2 oder 2 und 3) und

1) Der occipitale Nerv *z* konnte bei *Amia* (Taf. VIII. Fig. 4) seiner Feinheit und mangelhaften Konservation wegen an dem einzigen zur Verfügung stehenden Exemplare nicht bis zur hypobranchialen Muskulatur verfolgt werden; an besser erhaltenem Material wird das leichter gelingen. Auch fand sich hier ein von dem zweiten freien Spinalnerven (5) nach vorn strebender Ast (*R. pcv.*), der bis in den hinteren (caudalen) Bereich der hypobranchialen Gegend zog, sich hier verästelnd. Danach könnte man dem Plexus cervicalis von *Amia* auch eine weitere Ausdehnung nach hinten resp. eine grössere Anzahl von Wurzeln zuertheilen. Weitere Untersuchungen an besser erhaltenem Materiale sind sehr wünschenswerth.

2) Eine genauere Untersuchung der am meisten caudal gelegenen Wurzeln des Plexus brachialis, die übrigens nicht immer mit den vorhergehenden Nerven Ansen bilden, unterblieb, da diese Verhältnisse für die vorliegenden Fragen von keiner specielleren Bedeutung sind. Es ist daher wohl möglich, dass ausser den hier angegebenen Nerven auch noch der folgende sich mit seinen Zweigen an der Bildung des Armgeflechts betheiligt.

3) Bei *Polyodon* nimmt möglicherweise auch *z* mit einem feinen Fädchen an der Bildung des Plexus brachialis Antheil; doch konnte dies bei dem sehr schlecht erhaltenen Exemplar, das mir zur Verfügung stand, nicht sicher ausgemacht werden.

die Holocephalen (mit gemeinsamen *a* und *b*) die relativ nächsten Beziehungen zu den Ganoiden dar. Dass die gemeinsamen Wurzeln bei Letzteren in so geringer Anzahl sich finden und so weit vorn liegen, hat seinen Grund in der relativ mässigen Ausbildung und der dem Schädel mehr benachbarten Lage der vorderen Extremität derselben, in welcher Hinsicht namentlich zwischen Holocephalen und Ganoiden speciellere Vergleichungspunkte bestehen. Wie weit hierbei sekundäre Vereinfachungen und rostralwärts gehende Verschiebungen der Extremität vorliegen, ist hier nur anzudeuten (vergl. auch p. 391 Anm.). Später wird auf diese Frage noch weiter einzugehen sein.

Ein Blick auf die obige Tabelle zeigt, dass *Amia*, die hinsichtlich des centralen Verhaltens ihrer occipitalen und occipito-spinalen Nerven sich an *Lepidosteus* anschloss (p. 455), bezüglich der Plexusbildung eigene, von *Lepidosteus* und den anderen Ganoiden abweichende Wege geht, während *Polypterus* und *Lepidosteus* in dieser Hinsicht einander näher zu stehen scheinen; doch ist bei beiden die Grösse der Antheile von *a* für den Plexus cervicalis und den Pl. brachialis eine sehr differente.

Der Plexus cervicalis wird in der Regel durch 1—2 Aeste repräsentirt, welche sich nach der Kreuzung mit dem N. vagus<sup>1)</sup> von dem gemeinsamen Pl. cervico-brachialis abzweigen und in nach vorn und unten (rostrо-ventralwärts) gehender Richtung zu der hypobranchialen spinalen Muskulatur begeben. Dabei verbinden sie sich, wenn doppelt abgehend, meist in kurzer Strecke zu einem Stamme; bei *Amia* wurden etwas complicirtere Verhältnisse beobachtet, die am besten aus der Abbildung erkannt werden können (Taf. VIII Fig. 4). Die zu der genannten Muskulatur gehenden Zweige zeigen im Detail ein sehr wechselndes Verhalten, auf das aber hier nicht eingegangen werden soll.

Irgend welche epibranchialen spinalen Muskeln existiren ebenso wenig wie epibranchiale Nerven. Die von dem Schädel resp. dem kranio-vertebralen Komplexe zu den dorsalen Abschnitten der Kiemenbogen gehenden resp. Letztere unter einander verbindenden Muskeln werden, wie sehr sie auch in Ursprung, Insertion und Verlauf an die epibranchiale Muskulatur der Haie erinnern, durchweg von den Nn. glossopharyngeus und vagus versorgt, sind also Mm. arcuales dorsales.

Die hypobranchiale spinale Muskulatur, über die hier einige kurze Mittheilungen gemacht werden sollen, zeigt bei den Ganoiden eigenthümliche Bildungen und mannigfache Variirungen, die indessen allenthalben eine Vergleichung mit den entsprechenden Muskelbildungen der Selachier gestatten; meist finden sich

<sup>1)</sup> Die zum Theil mit diesen Nerven bestehenden Zusammenhänge sind nur durch ganz lockeres Bindegewebe vermittelt. In der Hauptsache gehen Plexus und Vagus an einander vorüber, ohne dass man — im Gegensatze zu manchen Selachiern (p. 394, 395) — von irgend welchem intimeren Verbinde sprechen könnte.

auch Rückbildungen dieser oder jener Portion, die insbesondere bei *Polyodon* und *Lepidosteus* zu weitgehenden Verkümmierungen geführt haben.

Die hypobranchiale Muskelmasse repräsentirt wie bei den Haien einen durch Verwachsung der beiden Hälften unpaar gewordenen, medianen Muskelkegel oder Hauptstock<sup>1)</sup>, der mit seiner Basis hinten beginnend und unter zunehmender Verjüngung nach vorn geht, wobei er sich früher oder später in die rechte und linke Hälfte theilt, somit zweispitzig endet. Er entspringt von dem vorderen Bereiche des Korakoides, ausserdem aber noch mehr oder minder ausgedehnt von der mächtigen Deckknochenmasse des Korakoides (*Clavicula* und *Cleithrum*)<sup>2)</sup>, bei *Polyodon* auch von dem vor der *Clavicula* liegenden *Jugulare*<sup>3)</sup>, bei *Acipenser* steht seine tiefere Partie direkt resp. durch Vermittelung einer *Inscriptio* mit der hinteren (postzonalen) ventralen Rumpfmuskulatur in Zusammenhang. Nach der Seite und nach vorn setzt sich diese Muskelmasse in ihre Insertionszipfel fort, welche in wechselnder Weise an den Kiemenbögen (*Coraco-branchiales*) und dem Zungenbein (*Coraco-hyoideus*) enden; die an dem resp. den hintersten Kiemenbögen sich anheftenden Theile haben sich meist, in der Hauptsache ähnlich wie bei den Haien, im Detail aber davon abweichend, von der Hauptmasse gesondert und beginnen lateral oder dorso-lateral ziemlich selbstständig neben ihr<sup>4)</sup>; ferner hat auch der zum Kieferbogen gehende Theil (*Coraco-mandibularis*)<sup>5)</sup> bei *Acipenser*, *Scaphirhynchus* (cf. BRUTZER) und *Amia* eine eigenthümliche Entwicklungsrichtung eingeschlagen, die ihn fast gänzlich von der übrigen Muskelmasse separirt.

Bei *Acipenser*, *Scaphirhynchus* und *Amia* bildet der Hauptstock eine sehr ansehnliche Muskelmasse, bei *Polypterus* ist er schwächer, aber immer noch gut entwickelt, bei *Lepidosteus* von mässiger Breite und Dicke, aber in grosser Ausdehnung sehnig degenerirt, bei *Polyodon* endlich sehr schlank und dünn. Wie bei den Selachiern setzt er sich aus Myomeren zusammen; doch begegnet die Zählung und Abgrenzung derselben, namentlich da, wo die sie trennenden Septen unvollkommen sind, oder wo sie sehr schräg stehen und wo das Sehnengewebe in den Vordergrund tritt, erheblichen Schwierigkeiten. Die Gesamtzahl der Myomeren (incl. das vorderste zum Hyoid gehende) wurde zu 4 (*Acipenser*, *Polypterus*), 5 (*Amia*), 6—7 (*Polyodon*) und 8—10 (*Lepidosteus*) bestimmt; doch bin ich bei den beiden letzterwähnten Thieren dieser Zahlen nicht ganz sicher.

1) *Coraco-hyoïdien* von CUVIER-DUMÉRIL. — *Retractor ossis hyoidei et arcuum branchialium* von BRUTZER. — *Omozonio-hyoideus* von ALBRECHT. — *Coraco-branchialis anterior* von VETTER. — *Hyopectoralis* s. *Genio-hyoideus* von McMURRICH.

2) GEGENBAUR hat nachgewiesen, dass gerade die Ganoiden hinsichtlich dieser beiden clavikularen Deckknochen einen grossen Wechsel darbieten: bald tritt ventral die *Clavicula* in den Vordergrund (*Acipenser*, *Polyodon*), bald theilt sie sich mit dem ventralwärts ausgedehnten *Cleithrum* in den ventralen Bezirk (*Polypterus*), bald findet, unter gänzlicher Reduktion der *Clavicula*, nur das *Cleithrum* sich hier (*Lepidosteus*, *Amia*, *Teleostier*). Des Näheren sei auf die Abhandlung selbst (1895) verwiesen.

3) Auf dieses *Jugulare* sind wohl auch die beiden Flagella von *Amia* zu beziehen; das hintere Flagellum ist noch mit dem Hauptstock der hypobranchialen Muskulatur, und zwar dem mittelsten Myomer derselben verbunden.

4) *Coraco-branchialis posterior* von VETTER, *Pharyngo-clavicularis externus* und *internus* von McMURRICH.

5) *Depressor maxillae inferioris* von BRUTZER. — *Branchio-mandibularis* von VETTER und McMURRICH.

Die einzelnen von dem Hauptstocke oder neben ihm ausgehenden Theile der hypobranchialen spinalen Muskulatur verhalten sich folgendermaassen:

Mm. coraco-branchiales. Bei *Acipenser* sind dieselben in zwei Komplexe getrennt. Der hintere, mehr selbstständig entspringende Komplex (Coraco-branchialis posterior VETTER's)<sup>1)</sup> repräsentirt einen dicken Muskel, der sich in eine breite und kurze Sehne für den 5. Kiemenbogen (Coraco-branchialis 5) und eine schmalere und längere für den 4. Kiemenbogen (Coraco-branchialis 4) theilt. Der vordere Komplex bildet mit dem Hauptstock und dem Coraco-hyoideus eine ansehnliche, einheitliche Masse (Coraco-branchialis anterior VETTER's), von der sich die für die Copularia (Hypobranchialia) 3, 2 und 1 bestimmten Sehnenzipfel (Coraco-branchiales 3, 2 und 1) successive ablösen; die für 1 bestimmte ist 3—4 mal stärker als die zu 2 und 3 gehende. — Bei *Polyodon* existirt allein der Coraco-branchialis 5 als breiter, aber dünner Muskel, der getrennt von dem Hauptstocke von Korakoid und Clavicula beginnt und breit an die medialen 4/7 des langen ventralen Mittelstückes des 5. Kiemenbogens (Ceratobranchiale 5) sich ansetzt; die Coraco-branchiales 4—1 sind völlig rückgebildet. — *Polypterus* zeigt im Verhalten seiner Coraco-branchiales die meisten Uebereinstimmungen mit den Haien; doch ist zu Folge der völligen Reduktion des 5. Kiemenbogens der Coraco-branchialis 5 ausgefallen, dafür aber hat sich der Coraco-branchialis 4 ihm ganz ähnlich ausgebildet<sup>2)</sup>. Derselbe stellt einen breiten, aber ziemlich dünnen Muskel dar, der breit an die medialen 3/5 des ventralen Stückes des 4. Kiemenbogens inserirt. Die Coraco-branchiales 3, 2 und 1, sind vorhanden, aber, eine Mittelstellung zwischen den Selachiern und *Acipenser* einnehmend, ziemlich innig mit dem Hauptstock und dem Coraco-hyoideus verbunden; Coraco-branchialis 3 repräsentirt einen schwachen Sehnenzipfel mit ganz kurzer muskulöser Basis, Coraco-branchialis 2 ist etwas dicker und kräftiger, Coraco-branchialis 1 dem *Cbr.* 3 ähnlich; alle drei sind viel unbedeutender als der Coraco-branchialis 4. — *Lepidosteus* hat keine Coraco-branchiales mehr. — Bei *Amia* ist der Coraco-branchialis 5 wieder ein ganz selbstständiger, flächenhafter Muskel, der breit neben dem Hauptstock von dem Cleithrum entspringt und im weiteren Verlaufe sich in zwei Theile sondert, von denen der kleinere, laterale (Pharyngo-clavicularis externus Mc MURRICH's) an dem medialen 1/3 des ventralen Stückes des 5. Kiemenbogens (Hypobranchiale + Ceratobranchiale), der grössere mediale (Pharyngo-clavicularis internus Mc. MURRICH's) an der Copula 5 inserirt. Von dem Hauptstocke löst sich der Coraco-branchialis 2 als mittelschwache zu dem Copulare (Hypobranchiale) 2 gehende Sehne ab. Die Coraco-branchiales 4, 3 und 1 sind vollkommen zurückgebildet. —

1) Retractor apparatus branchialis von BRUTZER. — ALBRECHT bezeichnet den letzten Coraco-branchialis als Interbranchialis internus VI s. Omozonio-branchialis und stellt ihn in dieselbe Reihe mit den Interbranchiales interni V—I (auf Fig. 3 sämmtlich durch rothe Farbe hervorgehoben). Damit werden zwei total heterogene Muskelabtheilungen konfundirt, indem der Interbranchialis int. VI ALBRECHT's ein ächter spinaler Coraco-branchialis ist, die Interbranchiales int. V—I dagegen zu dem vom Vagus und Glossopharyngeus versorgten Constrictor superficialis ventralis gehören.

2) Der M. coraco-branchialis IV von *Polypterus* setzt damit die imitatorisch homodyname Umbildung der Mm. coraco-branchiales 6 und 5 fort, welche bei *Hexanchus* und den pentanchen Haien im Vergleich zu dem M. coraco-branchialis 7 von *Heptanchus* stattfand (vergl. p. 435, 436).

Will man den auch von dem clavicularen Apparate des Schultergürtels (Clavicula und Cleithrum) beginnenden Ursprung in dem Namen dieser variablen Muskelgruppe zum Ausdruck bringen, so wäre dieselbe als *Mm. coraco-cleido-branchiales* zu bezeichnen.

*M. coraco-hyoideus* (s. *M. coraco-cleido-hyoideus*). Er bildet die gerade Fortsetzung des Hauptstockes und dessen spitzeren Endtheil und repräsentirt den beständigsten Abschnitt der hypobranchialen spinalen Muskulatur, der bei keinem Ganoiden fehlt. Bei *Acipenser*, *Polypterus* und *Amia* ist er im weiteren Verlaufe nach vorn stets von dem der Gegenseite getrennt und bildet mit ihm einen schmälern oder breiteren Spalt, welchen der *Coraco-mandibularis* einnimmt; bei *Polyodon* und *Lepidosteus* bleiben der rechte und linke Muskel verbunden und gehen in eine anfangs unpaare Sehne über, die sich erst in der Nähe der Insertion spaltet. Die Insertion geschieht in der Regel an dem Copulare des Hyoids (Hypohyale), kann aber auch medial auf die Copula (Basihyale) und lateral auf das ventrale Hauptstück derselben (Ceratohyale) übergreifen. Bei *Acipenser* endet der paarige Muskel als kräftiger Sehnenzipfel, der aber nicht so stark ist, wie der den *Coraco-branchialis I* repräsentirende. Bei *Polypterus* inserirt er als ansehnlichster Theil der hypobranchialen Muskelmasse fleischig-sehnig. Bei *Amia* ist die Insertion rein sehnig, aber zugleich schlanker als die bei *Acipenser*, an die sie übrigens erinnert. Bei *Polypterus* geht der schlanke unpaare Muskel in eine noch schlankere Sehne über, die sich schliesslich gabelig in zwei feine, ziemlich lange Endzipfel spaltet, die an dem rechten und linken Copulare des Hyoids sich anheften. Bei *Lepidosteus* trennt sich die gemeinschaftliche breite Endsehne in zwei kurze und kräftige, paarige Zipfel, welche an dem rechten und linken Hyoid-Copulare (Hypohyale) enden, und einen längeren und schmälern unpaaren Zipfel, der sich ausgedehnt mit der Ventralfläche der Copula des Hyoids (Basihyale) verbindet. — *Polypterus* weist auch hier die meisten Beziehungen zu den Haien auf; *Lepidosteus* steht ihnen am entferntesten.

*M. coraco-mandibularis*. Bei *Polypterus* bildet das Homologon des *Coraco-mandibularis* der Haie einen schlanken, aber ganz ansehnlichen, dem der Gegenseite dicht anliegenden Muskel, der mit dem Hauptstocke von der Mitte des Schultergürtels, und zwar in der Hauptsache vom Cleithrum entspringt, wobei sein Ursprung ganz in der Tiefe liegt und ventral von demjenigen der übrigen Theile der ganzen Masse gedeckt wird. Er verläuft als ein ziemlich selbständiger, der Inscriptiones entbehrender Muskel nach vorn und tritt etwa in der Mitte der *coraco-mandibularen* Strecke zwischen den hier nach rechts und links aus einander weichenden *Coraco-hyoidei* zu Tage, um sich von da aus unter mässiger Divergenz seiner Fasern nach dem Unterkiefer zu begeben, an dessen medialem Bereiche er direkt neben dem der Gegenseite sich anheftet. *Polypterus* zeigt auch hinsichtlich des *Coraco-mandibularis*, der, wenn man den clavicularen resp. cleithralen Ursprung besonders ausdrücken will, auch *Cleido-mandibularis* genannt werden mag, die nächsten Beziehungen zu den Selachiern, unterscheidet sich aber von ihnen durch die tiefe Lage des Ursprungtheiles. In dieser Hinsicht treten die Holocephalen vermittelnd auf, indem schon bei diesen in Folge

besonderer Verbindungen mit dem Hauptstocke sich der Ursprung des Coraco-mandibularis mehr in die Tiefe verlegt (p. 431 f.). Schon VETTER hat bei Besprechung von *Acipenser* an die Verhältnisse bei den Holocephalen erinnert (1878, p. 487, 488); die immerhin zwischen diesen beiden bestehende weite Kluft wird durch *Polypterus* einigermaassen ausgefüllt. — *Acipenser* und *Amia* zeigen in der Bildung ihres Coraco-mandibularis, der aber hier nicht mehr diesen Namen verdient, sondern im Anschlusse an VETTER und McMURRICH als Branchio-mandibularis bezeichnet werden kann, viel Uebereinstimmung. Der sehr schwache Muskel beginnt, gedeckt von dem Coraco-hyoideus und Coraco-branchialis 1, jederseits (rechts und links) bei *Acipenser* mit zwei, die Insertionsfasern des Coraco-branchialis 3 zwischen sich fassenden muskulösen Ursprungszipfeln von dem Hypobranchiale 3, bei *Amia* dagegen von der Endsehne des Coraco-branchialis 2, verbindet sich hierauf mit der Gegenseite zu einem unpaaren bandförmigen Muskel, der zwischen den beiden Coraco-hyoidei an die Oberfläche steigt und sich nach der Mandibula begiebt, wo er, schliesslich wieder in den rechten und linken Muskel getrennt, paarig neben der mittleren Symphyse endet. Dieses Gebilde ist ableitbar von einem Muskel ähnlich demjenigen von *Polypterus* unter der Annahme, dass derselbe seinen Ursprung vom Schultergürtel aufgab und an mehr vorn (rostral) gelegenen Theilen des Visceralapparates neuen Ursprung gewann; bei *Acipenser* geschah das im Bereiche des 3., bei *Amia* noch weiter vorn im Gebiete des 2. Kiemenbogens. — *Lepidosteus* und *Polyodon* fehlt ein dem Coraco-mandibularis entsprechendes Gebilde. Ob eventuell der mittlere, an der Copula hyoidea weit nach vorn sich erstreckende Endzipfel des Coraco-hyoideus von *Lepidosteus* auf einen ursprünglichen, gänzlich sehnig gewordenen und seine Endinsertion an der Mandibula verloren habenden Coraco-mandibularis zurückzuführen sei oder nicht, entzieht sich z. Z. jeder Bestimmung. Die gabelige Endsehne des Coraco-hyoideus von *Polyodon* zeigt noch den medianen Spalt, durch welchen ein Coraco-mandibularis wie bei *Acipenser* verlaufen könnte; derselbe ist aber völlig verschwunden und auch mikroskopisch nicht mehr nachweisbar.

## B. Teleostier.

Taf. VII Figg. 6—7, Taf. VIII Figg. 5—7.

Bei den Teleostiern findet sich die unter den Ganoiden zu *Amia* leitende Entwicklungsreihe einseitig weiter fortgeführt. Der schon bei *Amia* sehr reducirte letzte occipitale Nerv ist, soweit Untersuchungen vorliegen, bei allen erwachsenen Teleostiern völlig rückgebildet, so dass die ersten auf den Vagus folgenden Nerven occipito-spinaler Natur sind; ihnen schliessen sich die zwischen den freien Wirbeln und durch sie austretenden Spinalnerven an. Der hierbei zu beobachtende Wechsel ist gross, soll aber hier nicht im Detail dargestellt werden, da die bei aller Variirung doch

einseitigen und in der von *Amia* abgesteckten Grenze ablaufenden Wege, welche die Teleostier hierbei einschlagen, für die Bereicherung unserer allgemeinen Erkenntniss bezüglich der spino-occipitalen Nerven nur von geringer Bedeutung sind.

Ich hebe darum aus der ziemlich reichen Litteratur auch nur das Wesentlichste hervor.

Mit STANNIUS' Arbeiten (1842 p. 357. 358, 1849 p. 121. 122, 1853 p. 142) beginnt die genauere Kenntniss der occipito-spinalen Nerven; dieselbe berücksichtigt auch zugleich die frühere Litteratur (E. M. WEBER 1820, 1827; CUVIER et VALENCIENNES 1828; BÜCHNER 1835; CUVIER-DUMÉRIEL 1836 p. 489 u. A.). Hiernach treten durch das Occipitale bald zwei komplette, vordere und hintere Wurzeln besitzende Nerven (*Trigla*, *Lophius*, *Rhombus*, *Pleuronectes*, *Diodon*), bald zwei Nerven, deren vorderer aber nur noch eine ventrale Wurzel hat (*Gadus callarius*, *G. aeglefinus*), bald ein kompletter Nerv und eine darauf folgende dorsale Wurzel (*Lucioperca*, *Caranx*, *Raniceps*), bald nur ein kompletter Nerv (Cyprinoiden, *Silurus*, *Anguilla*), bald lediglich eine ventrale Wurzel (*Salmo*, *Cottus*, *Belone*). Bei anderen Arten (z. B. *Esox*, *Lota*) tritt der erste Nerv nicht durch das Occipitale, sondern zwischen demselben und dem ersten Wirbel oder zwischen den beiden ersten Wirbeln aus, ist somit ein rein spinaler Nerv. Eine Vergleichung dieser Nerven unter einander wird nicht gegeben, ist auch auf Grund der Angaben von STANNIUS allein nicht möglich. Der bereits von WEBER und BÜCHNER gefundenen Anastomose mit dem R. recurrens trigemini wird eingehend Erwähnung gethan, auch die peripherische Verbreitung behandelt, wonach (mit Ausnahme von *Cottus*, wo der occipito-spinale Nerv lediglich aus einem Aste bestehe) die betreffenden Nerven allein oder in Verbindung mit dem ersten oder den beiden ersten Spinalnerven den Plexus brachialis bilden und einen nach vorn zu dem M. sterno-hyoideus gehenden Nerven abgeben. — OWEN (1866 p. 308) erwähnt in Kürze einen hinter dem Vagus von der Medulla oblongata abgesandten Nerven bei einigen Fischen, welcher sich in den Muskeln zwischen Scapula und Hyoidbogen verzweigt und mit dem ersten Spinalnerven verbindet; er bezeichnet ihn als Hypoglossus. — GEGENBAUR (1871 p. 527—530) handelt im Anschlusse an WEBER (1820, 1827), DESMOULINS (1825) und BISCHOFF (1832) über die namentlich den Cyprinoiden eigenthümliche, hinter dem Vagus gelegene Kombination einer ventralen und dorsalen Wurzel, welche beide zu dem Vagussystem in näherer Beziehung stehen, und bezeichnet sie als Accessorius Weberi. — VETTER (1878 p. 525) behandelt bei *Esox*, *Carpio*, *Barbus* und *Perca* die Innervation des M. sterno-hyoideus, der allein von allen zum Visceralskelet gehenden Muskeln von dem Ramus anterior der vereinigten Nn. spinales 1 und 2 versorgt wird. — FRITSCH (1878) bildet verschiedene Teleostiergehirne ab, an denen der erste auf den Vagus folgende spinale (occipito-spinale) Nerv namentlich in seinen motorischen Wurzeln die Zusammensetzung aus 2 Nervenwurzeln (*Trigla*, Fig. 20; *Lophius*, Figg. 17. 18) ziemlich deutlich erkennen lässt. — Nach SANDERS (1887 p. 746. 747) bildet der occipito-spinale Nerv (nach meiner Nomenklatur) bei *Gadus* einen Komplex von zwei kompletten Spinalnerven, welche aber durch ein Loch des Occipitale austreten; nach ihrem Austritte wird im Verbinde mit dem nächsten Spinalnerven (N. spinalis 3) ein Plexus gebildet, der die Muskulatur des Zungenbeins und der Brustflosse versorgt. — MAYSER (1881 p. 392) bildet ab und beschreibt namentlich bei Cyprinoiden den zunächst auf den Vagus folgenden Nerven, der aus einer ventralen und dorsalen Wurzel besteht; die erstere repräsentire mindestens in ihrer vorderen Abtheilung ein Homologon des Hypoglossus. — Aehnliches geben McMURRICH (1884 p. 322. 325. 326) und R. WRIGHT (1884 p. 359) für den occipito-spinalen Nerven von *Amiurus* an, dessen ventrale und dorsale Wurzeln gemeinsam oder gesondert durch den Schädel treten. Zusammen mit den drei nächstfolgenden Spinalnerven bilden sie einen Plexus, der die Mm. trapezius, sterno-hyoideus, pharyngo-clavicularis externus und internus und die vordere Extremität versorgt. Die den M. tra-

pezius betreffende Angabe stammt von WRIGHT und beruht wohl auf irriger Deutung; den anderen Angaben kann zugestimmt werden.

Eine höhere Erkenntniss der occipito-spinalen Nerven der Teleostier wird durch SAGEMEHL's Arbeiten über den Schädel der Characiniden (1884 p. 52f.) und Cyprinoiden (1885, nach seinem Tode 1891 herausgegeben, p. 526. 527 und p. 543) eingeleitet. SAGEMEHL vergleicht diese Nerven, die er „Occipitalnerven“ nennt, und die Occipitalbogen, zwischen denen sie austreten, mit denen von *Amia* und findet Folgendes. Der Occipitalnerv der Characiniden entspricht dem zweiten Occipitalnerven von *Amia* (also *b* nach meiner Bezeichnung), während der erste und dritte von *Amia* bei den Characiniden rückgebildet sind. Der erste Occipitalbogen von *Amia* ist bei den Teleostiern in der Regel vollkommen mit dem Schädel verschmolzen, der zweite Occipitalbogen dagegen kann entweder: 1) ziemlich unverändert bleiben (*Esox*, Salmoniden, Clupeiden) oder 2) in den sogenannten Stapes sich umbilden (Ostariophysen: Siluroiden, Gymnotiden, Characiniden und Cyprinoiden) oder 3) innig mit dem Schädel resp. dem ersten Occipitalbogen verschmelzen (Cyprinodonten, Scomberesoces) oder 4) ganz reducirt werden (*Umbra*, einige Skopeliden). Auch können 5) beide Occipitalbogen sich rückbilden (*Perca*) oder 6) dazu noch die dem hinteren Occipitalbogen angehörige Spange schwinden (Gadoiden). — Danach verhalten sich die occipito-spinalen Nerven (nach meiner Nomenklatur) sehr verschieden: bei 1), 2) und 3) treten zwei occipito-spinale Nerven (*b* und *c*) gesondert durch den Schädel, soweit nicht *c* reducirt ist (Ostariophysen), bei 4) verläuft *b* durch den Schädel, aber *c* gemeinsam mit dem ersten Spinalnerven zwischen Schädel und erstem Wirbelbogen, bei 5) treten *b* und *c* ganz dicht neben einander durch das Occipitale, bei 6) endlich sind beide mit dem ersten Spinalnerven zu einem einheitlichen Nervenkomplex verbunden, der zwischen Schädel und erstem Wirbel den Rückgratskanal verlässt. — McMURRICH (1885 p. 140) beschreibt die Versorgung der Mm. hyo-pectoralis und pharyngoclavicularis der Teleostier durch den ersten Spinalnerven (occipito-spinalen Nerven) und homologisirt diesen mit dem Postoccipitalnerven oder dem ersten Spinalnerven von *Amia*, welche das gleiche Endgebiet versorgen. Dieser, der peripherischen Verbreitung ein zu grosses Gewicht zuertheilenden, Vergleichung kann aus den bereits früher (p. 445) angeführten Gründen nicht beigestimmt werden.

Als eine Vervollständigung und Erweiterung der SAGEMEHL'schen Ausführungen können GEGENBAUR's Darstellungen der Occipitalbogen der Teleostier (1887. B. p. 22f.) betrachtet werden. Dieselben behandeln *Esox*, *Salmo*, *Fario*, *Gadus* und verschiedene andere Teleostier und sind hinsichtlich des Verhaltens der Occipitalbogen, bei denen Konkrescenzen, Rückbildungen, variable Lagerungen, sekundäre Umwachsungen der Nervenlöcher durch das Cranium in mannigfachster Weise wechseln, von hervorragendem Interesse, während die occipito-spinalen Nerven nur so weit zur Behandlung kommen, als es sich um ihre Durchtrittsstellen handelt.

LE ROUX (1887 p. 93) lässt den mit ventraler und dorsaler Wurzel beginnenden ersten Spinalnerven (occipito-spinalen Nerven) zur Brustflosse und den Mm. sterno-hyoideus und pharyngeus (?) gehen. Seine Abbildungen sind unbrauchbar. — Nach SÖRENSEN (1890) geht der durch den Ramus recurrens nervi trigemini verstärkte erste Spinalnerv (occipito-spinale Nerv *b*) von *Plecostomus* zur Brustflosse, während der zweite Spinalnerv (*c*) fehlt. — HERRICK (1891 p. 217, Taf. XVII Fig. 5) beschreibt und bildet den in gleicher Weise mit ventraler und dorsaler Wurzel beginnenden ersten Spinalnerv (occipito-spinalen Nerv *b*) der *Siluridae* ab. — B. HALLER (1891 p. 253. 253, Taf. XV Fig. 20) giebt bei *Orthogoriscus* eine vorzügliche Abbildung des ventralen Abganges des occipito-spinalen Nerven, den er nach GEGENBAUR als „unteres Vagusbündel“ bezeichnet; gleich neben dem Kern desselben entsteht ein zweites Faserbündel, welches sich dorso-lateralwärts wendet, dem Vagus sich anschliesst und von HALLER dem Hypoglossus homologisirt wird. Ich deute dieses letzterwähnte Bündel als ächte motorische Vaguswurzel.

Ueber die von den occipito-spinalen und den ersten spinalen Nerven versorgte hypo-branchiale spinale Muskulatur handeln CUVIER-VALENCIENNES (1828 p. 412), CUVIER-DUMÉRIE

(1838 p. 184, 1840 p. 262. 263), STANNIUS (1853 p. 115), OWEN (1866 p. 207), ALBRECHT (1876 p. 33. 34, Fig. 4) und namentlich VETTER (1878 p. 513f.) und McMURRICH (1824 p. 322. 325. 326).

Ich untersuchte *Physostomi*: *Esox lucius*, L.; *Salmo salar*, L.; *Tinca vulgaris*, Cuv., *Cyprinus carpio*, L. — *Anacanthini*: *Gadus callarias*, L. — *Acanthopteri*: *Trachinus draco*, L., *Caranx trachurus*, Castr., *Dentex vulgaris*, Cuv., *Mullus surmuletus*, L., also ein recht beschränktes Material, das aus den oben (p. 462, 463) angegebenen Gründen nicht einmal vollkommen ausgenutzt wurde.

Auf Grund meiner eigenen Beobachtungen und unter Berücksichtigung der zuverlässigeren unter den Untersuchungen der früheren Autoren, wobei zugleich SAGEMEHL'S Ausführungen für mich die leitenden Gesichtspunkte ergaben, nehme ich an, dass bei keinem mir bekannten Teleostier im ausgewachsenen Zustande ein occipitaler Nerv erhalten ist. Aber auch die Existenz eines ersten occipito-spinalen Nerven (*a*) ist nirgends zu erweisen<sup>1)</sup>: bei den am tiefsten stehenden Physostomen und den Familien der *Esocidae*, *Salmonidae* und *Clupeidae*, bei denen er noch am ehesten zu erwarten wäre, tritt der erste hinter dem Vagus gelegene Nerv durch die mehr oder minder deutliche Grenze zwischen dem Schädel und dem Occipitalbogen, der auf Grund der überzeugenden Ausführungen SAGEMEHL'S dem ersten freien Occipitalbogen von *Amia* verglichen werden muss. Dieser Nerv ist also nicht *a*, sondern *b*, d. h. das Homologon des zweiten occipito-spinalen Nerven von *Amia*. Auf ihn folgt *c*, das Homologon des dritten occipito-spinalen Nerven von *Amia*. Damit schliessen, soweit bisher die Materialien vorliegen, die occipito-spinalen Nerven ab. Der nächstfolgende Nerv ist ein freier Spinalnerv.

Je nach dem Verhalten der beiden Occipitalbogen, hinsichtlich dessen ich auf SAGEMEHL'S oben kurz rekapitulirte Darstellung (1885) verweise, zeigen *b* und *c* recht wechselnde Beziehungen zu einander und zu dem ersten freien Spinalnerven (*4*). Bei guter Ausbildung beider Bogen treten sie getrennt, bei Rückbildung des ersten Bogens vereint durch den Schädel. Schwindet der zweite Bogen, so verbinden sich *c* und *4*; schwinden beide Bogen, so findet eine direkte Anlagerung von *b*, *c* und *4* statt. Bei den Ostariophysen ist infolge der eigenthümlichen Umwandlung des ersten freien Occipitalbogens *c* rückgebildet. Bezeichnet man diesen zurückgebildeten Nerven mit *0* und drückt man den gesonderten Verlauf durch die Nerven trennende —, den gemeinsamen durch die Nerven verbindende + aus, so ergibt sich Folgendes:

1) Ein bei *Mullus surmuletus* gefundenes minimales Fädchen, das nach seiner Lage an *a* erinnerte (auf Taf. VII. Fig. 7 auch mit *a<sup>v</sup>* bezeichnet und zu dick angegeben), erwies sich bei mikroskopischer Untersuchung als aus Bindegewebe bestehend. Für die Angabe, dass es der zurückgebildete erste occipito-spinaler Nerv sei, spricht wenig, namentlich auch nicht die hohe systematische Stellung der den *Acanthopteri* angehörenden Gattung.

- $b-c-4$ . *Esox*, *Salmonidae*<sup>1)</sup>, *Clupeidae*, *Cyprinodontidae*, *Scomberesocidae*<sup>1)</sup>.  
 $b-0-4$ . *Siluridae*, *Gymnotidae*, *Characinidae*, *Cyprinidae*.  
 $b-c+4$ . *Umbra*, einige *Scopelidae*.  
 $b+c-4$ . *Diodon*; *Pleuronectes*, *Rhombus*, *Raniceps*<sup>2)</sup>, *Gadus*<sup>3)</sup>; *Trigla*<sup>4)</sup>, *Lophius*, *Trachinus*, *Caranx*, *Dentex*, *Mullus*, *Lucioperca*, *Perca*.  
 $b+c+4$ . *Gadus*<sup>3)</sup>.

Daraus folgt, dass bei den Physostomen die beiden occipito-spinalen Nerven soweit nicht  $c$  verkümmert ist (Ostariophysen) immer getrennt den Schädel durchsetzen, während die Anacanthinen und die bisher genauer untersuchten Acanthopteren einen vereinigten Austritt beider zeigen. Von geringerer systematischer Bedeutung ist das Verhalten von  $c$  zu  $4$ , indem sowohl innerhalb der Physostomen, wie innerhalb der Anacanthinen bald ein getrennter, bald ein gemeinsamer Austritt zur Beobachtung kommt.

Wie schon betont, zeigen auch bei den Teleostiern die occipito-spinalen Nerven deutlichst den spinalen Typus. Der letzte ( $c$ ) ist zumeist der stärkere Nerv und hat stets eine ventrale und dorsale Wurzel, letztere mit einem Ganglion versehen. Der erste ( $b$ ) ist meist schwächer und bietet wechselnde Verhältnisse dar, indem er bald noch beide Wurzeln besitzt, wobei die dorsale in der Regel schwächer ist als die ventrale, bald aber nur noch die ventrale Wurzel aufweist. Bezüglich des Details verweise ich auf die Abbildungen und auch auf die Angaben von STANNIUS. Selbstverständlich handelt es sich hier allenthalben um sekundäre Rückbildungen, die zuerst an der dorsalen, danach an der ventralen Wurzel sich abspielen.

Der Abgang des ersten occipito-spinalen Nerven ( $b$ ) von der Medulla, sowie der Durchtritt durch den kranio-vertebralen Komplex erfolgt immer hinter dem Vagus. Mitunter ist der Abstand von diesem, namentlich hinsichtlich des Abganges von der Medulla, nur ein geringer; mitunter ist aber auch die Entfernung, insbesondere bei dem Eintritte in die Schädelwand eine mittlere. Bestimmte Regeln hierfür aufzustellen, verbietet einstweilen noch der beschränkte Umfang des untersuchten Materials. Immer aber ist die Annäherung an den Vagus eine viel bedeutendere als bei den Knorpelganoiden und bei *Polypterus* und meist auch eine beträchtlichere als bei *Lepidosteus* und *Amia*. *Esox* und *Salmo* unter den untersuchten Teleostiern stehen in dieser Hinsicht den beiden letzterwähnten Ganoiden noch ziemlich nahe, während die anderen, namentlich aber die Acanthopteren eine mindere Entfernung des Vagus von  $b$  darbieten. Alle diese Verhältnisse bekunden deutlich die bei den

1) Die Angabe von STANNIUS, dass bei *Salmo* und *Belone* nur 1 ventrale Wurzel durch das Cranium trete, bedarf einer Nachuntersuchung. Wahrscheinlich handelt es sich hier um defekte Exemplare.

2) *Raniceps* gehört wahrscheinlich hierher. Die Beschreibung von STANNIUS ist mir nicht ganz klar.

3) Der selbst individuell zu beobachtende Wechsel bei den *Gadus*-Arten, wonach in dem einen Extrem die vereinigten occipito-spinalen Nerven in weiter Entfernung von 4 den Schädel durchsetzen, in dem anderen Falle gemeinsam mit 4 austreten, findet durch das sekundäre Auswachsen des kranio-vertebralen Komplexes seine Erklärung s. GEGENBAUR 1887 B. p. 27). Ob auch andere Anacanthinen sich so verhalten, ist erst noch zu untersuchen.

4) Auch die Angabe von STANNIUS über *Cottus* bedarf der Kontrolle.

Teleostiern weiter vorgeschrittene Vorwärtswanderung der occipito-spinalen Nerven und die Zusammenziehung des occipito-spinalen Schädelbereiches.

Nach dem Austritte aus dem cranio-vertebralen Komplex verlaufen die occipito-spinalen Nerven (*b* und *c*) in descendenter Richtung nach unten und hinten, wobei sie zunächst mit einander eine Ansa bilden, danach aber auch mit dem ersten freien Spinalnerven (4) sich verbinden (Taf. VIII Figg. 5—7). Auch mit dem darauf folgenden (5) resp. den darauf folgenden (5 und 6) können Zusammenhänge bestehen (s. z. B. Taf. VIII Fig. 7), werden aber in der Regel nur durch ganz peripherische Ansa im Bereiche der Brustflosse vermittelt. Ein ausgiebigerer Verband besteht, soweit ich finde, nur zwischen *b*, *c* und 4. Die Vereinigung von *b* und *c* erfolgt bei den Arten mit gesondert durch den Schädel tretenden occipito-spinalen Nerven (Physostomen, cf. Taf. VIII Fig. 5) zumeist später als bei denjenigen (Anacanthini und Acanthopteri, cf. Taf. VIII Figg. 6, 7), wo beide durch eine gemeinsame Oeffnung den Schädel verlassen; in letzterer Hinsicht boten *Mullus* (Taf. VIII Fig. 6) mit anfangs noch durch einen Ursprungszipfel des *M. levator scapulae* (*ls.*) geschiedenen und erst darauf (fast so spät wie bei *Esox*) sich verbindenden Nerven und *Caranx* (Taf. VIII Fig. 7) mit schon während des Durchtrittes durch den Schädel vereinigten Nerven die Extreme dar; *Gadus* stellte sich näher zu *Mullus*. Zwischen *c* und 4 schiebt sich eine auch schon von anderen Autoren beobachtete und den occipitalen Rippenbildungen bei den Ganoiden und Dipnoern homologisirte sehr kräftige Sehnenbrücke ein und gestattet erst im weiteren peripherischen Verlaufe der Nerven die Verbindung derselben.

Auch mit Zweigen des Trigemini, Vagus und Sympathicus bilden die occipito-spinalen Nerven peripherische Anastomosen, von denen insbesondere die mit dem Trigemini (*R. recurrens trigemini*) schon seit alter bis in die neueste Zeit von den Autoren eingehend berücksichtigt worden sind (vergl. WEBER, BÜCHNER, STANNIUS, SÖRENSEN); Anastomosen mit dem Vagus (*R. a. vg.*) zeigt Taf. VIII Figg. 5 und 6 (*Esox* und *Mullus*), mit dem Sympathicus (*sy.*) Taf. VIII Fig. 7 (*Caranx*). Immer aber gehen die hiermit dem Plexus beigemengten Nervenfasern früher oder später wieder von dem Plexus ab und zum visceralen Endgebiete<sup>1)</sup>.

Der von *b*, *c* und 4 (resp. 4, 5 und 6) gebildete Plexus ist ein Plexus cervico-brachialis, der zum kleineren vorderen Theil die hypobranchiale spinale Muskulatur, zum Haupttheile aber die Brustflosse versorgt; ersterer repräsentirt den Plexus cervicalis, letzterer den Plexus brachialis s. pterygialis. Ueber die speciellere Zusammensetzung des Plexus brachialis (*Pl. br.*) soll hier nicht berichtet werden<sup>2)</sup>.

Der den Plexus cervicalis (*Pl. cv.*) repräsentirende Theil bildet bei den untersuchten Thieren stets einen einfachen Ast (Ramus cervicalis), der sich von dem

1) Die Anastomose mit dem Sympathicus ist keine Beimengung dieses zu dem Plexus, sondern bedeutet vielmehr den Abgang von *Rr. viscerales* der Plexuswurzeln nach dem Sympathicus (in Taf. VIII. Fig. 7 auch zweiwurzig von *b + c* sich ablösend).

2) Bezüglich des Näheren verweise ich namentlich auf STANNIUS (1849 p. 124, 125) und von ILLERING (1878 p. 57 58); Letzterer zählt anders als ich.

durch *b* und *c* (resp. bei den Ostariophysen nur durch *b*) gebildeten Stamm abzweigt, und zwar entweder vor (proximal von) der Ansenbildung mit 4 (*Tinca*, *Gadus*) oder nach (distal von) derselben (*Esox*, *Mullus*, *Caranx*, Taf. VIII Figg. 5—7). Meist ist derselbe ansehnlich und nicht zu übersehen; er kann aber auch recht fein sein (z. B. bei *Mullus*) und verlangt dann immerhin einige Aufmerksamkeit. Bei allen untersuchten Thieren wird er entweder zum überwiegenden Haupttheile (meiste Teleostier) oder allein (Ostariophysen) von *b* gebildet; der von *c* abgegebene Antheil ist in der Regel sehr unbedeutend, kann aber auch (z. B. bei *Esox*, Taf. VIII Fig. 5) etwas ansehnlicher werden, bleibt jedoch stets hinter dem von *b* abstammenden Theile zurück. Die Zusammensetzung des Plexus (Ramus) cervicalis lautet somit *b* oder *b* + *c*, wobei *b* >> *c* oder *b* > *c* gilt.

Wie bei den Ganoiden wendet sich der R. cervicalis nach seinem Abgange von dem gemeinsamen Plexus in rostro-ventralwärts gehender Richtung nach vorn und unten zur hypobranchialen spinalen Muskulatur und endet mit zahlreichen, in ihrem Abgange und ihrer Verzweigung selbst individuell sehr variablen Zweigen (*Rr. cbr.* und *Rr. chy.*) in derselben; die mehr dorsal strebenden begeben sich zu den Mm. coraco-branchiales 5, die ventralen, stärkeren zu dem M. coraco-hyoideus.

Irgend welche Spuren von epibranchialen spinalen Muskeln oder für sie bestimmten Nervenfäden wurden ebenso wenig wie bei den Ganoiden gefunden.

Die hypobranchiale spinale Muskulatur<sup>1)</sup> zeigt gegenüber derjenigen der meisten Ganoiden und namentlich der Selachier eine ungemeine Vereinfachung; der bei *Amia* schon ziemlich vorgeschrittene Reduktionsprocess ist bei den Teleostiern noch weiter gegangen und bis zum völligen Ausfall der Mm. coraco-branchiales 1—4 und des M. coraco-mandibularis gelangt; bei *Amia* (p. 460 f.) existirten die Mm. coraco-branchiales 5 und 2, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis. Dagegen hat die bei *Amia* schon begonnene Sonderung des M. coraco-branchialis 5 bei den Teleostiern zu der Ausbildung von zwei ganz selbständigen, gänzlich von einander getrennten Muskeln geführt<sup>2)</sup>. Die bisher bekannten Teleostier besitzen somit nur Mm. coraco-branchiales 5 und den M. coraco-hyoideus.

Die Mm. coraco-branchiales 5 werden bei den Teleostiern stets durch zwei vollkommen gesonderte Muskeln, einen mehr lateralwärts und oberflächlich verlaufenden und einen von diesem bedeckten, mehr in longitudinaler Richtung erstreckten, vertreten; ersterer, der Pharyngo-clavicularis externus der Autoren, kann auch unter Berücksichtigung seines Ursprunges vom Cleithrum und zugleich im Ein-

1) Die folgende Skizze nimmt nur auf wenige Formen Bezug. Es ist nicht zweifelhaft, dass genauere und ausgedehntere Untersuchungen der mannigfachen Formen der Teleostier uns viel zahlreichere Variirungen und Specialisirungen zeigen werden.

2) In der blossen Existenz eines Coraco-hyoideus und Coraco-branchialis 5 bilden die Teleostier eine Parallele zu *Polyodon*. *Lepidosteus* mit seinem allein noch existirenden Coraco-hyoideus zeigt einen noch höheren Grad von Rückbildung.

klänge mit der von den Selachiern ausgehenden Nomenklatur als Cleido-branchialis 5. externus, letzterer, der Pharyngo-clavicularis internus der Autoren, aus den gleichen Gründen als Cleido-branchialis 5. internus bezeichnet werden. Der M. cleido-branchialis 5. externus (pharyngo-clavicularis externus)<sup>1)</sup> beginnt ziemlich schmal und in den Ursprungstheil des M. cleido-hyoideus mehr oder minder tief eingreifend von dem ventralen Bereiche des Cleithrum, wobei sein Ursprung bei den verschiedenen Teleostiern manchen Wechsel darbietet. Von da begiebt er sich mit parallelen oder etwas divergirenden Fasern in transversal-descendentem Verlaufe, also mehr dorsal- und medial- als rostralwärts, zu dem 5. Kiemenbogen, hierbei den M. cleido-branchialis 5. internus an dessen Aussenseite krenzend, und inserirt an dessen Ceratobranchiale (Os pharyngeum inferius) im mittleren oder medialen Bereiche desselben, aber immer mit Ausnahme des medialen vorderen Endes. Bei den Physostomen repräsentirt er meist einen ziemlich schlanken Muskel, der schwächer als der M. cleido-branchialis 5. internus ist; bei den Anacanthinen und Acanthopteren wird er stärker und kann dem genannten Muskel an Stärke gleichkommen. Der M. cleido-branchialis 5. internus (pharyngo-clavicularis internus)<sup>2)</sup> nimmt meist mehr dorsal resp. dorso-lateral neben dem M. cleido-hyoideus Ursprung an dem Cleithrum und geht von da in longitudinal-descendenter Richtung, also vorwiegend rostralwärts nach vorn, wobei er den M. cleido-branchialis 5. externus an dessen Innenseite kreuzt. Mit konvergirenden Fasern begiebt er sich an das Ceratobranchiale 5 (Os pharyngeum inferius) und endet an demselben mehr vorn (rostro-medial) als der M. clbr. ext. Er ist meist der stärkere Muskel und kann bei gewissen Teleostiern (z. B. Cyprinoiden) auch die Tendenz zu einer noch weitergehenden Spaltung in zwei Theile darbieten. — Ueber die Innervation der beiden Pharyngo-claviculares differiren die Angaben der Autoren. VETTER bemerkt für den Ph. cl. externus von *Esox*, sowie den Ph. cl. internus von *Esox* und *Perca* eine Versorgung durch den R. pharyngeus inferior des Vagus, für den hinteren Theil des Ph. cl. internus von *Cyprinus* eine solche durch die beiden ersten Spinalnerven, giebt aber der ersteren Innervation den Vorzug und trennt daraufhin beide Muskeln gänzlich von der ventralen Längsmuskulatur ab. McMURRICH beschreibt bei *Amiurus* eine Versorgung beider Mm. ph. cl. durch den ersten Spinalnerven, der dem occipito-spinalen Nerven *b* entspricht. Ich schliesse mich nach specieller Untersuchung an *Esox*, *Gadus* und *Caranx* McMURRICH in der Hauptsache an und statuire ebenfalls für beide Muskeln eine Innervation durch *b* resp. *b* + *c*. Der Nachweis der sehr wechselnd abgehenden

1) Nr. 36 (p. 413) von CUVIER et VALENCIENNES; einer der Coraco-hyoidiens von CUVIER-DUMÉRIL; Nr. 2 (p. 115) von STANNIUS (1853); Branchi-retractor inferior von OWEN und ALBRECHT; unterer Theil des Omozonio-branchialis s. Interarcualis internus VI von ALBRECHT (der ihn wie bei den Ganoiden mit den vom Vagus versorgten Interarcuales interni III—V confundirt); Pharyngo-clavicularis externus von VETTER und McMURRICH.

2) No. 37 (p. 412) von CUVIER et VALENCIENNES; einer der Coraco-pharyngiens von CUVIER-DUMÉRIL; No. 1 (p. 115) von STANNIUS (1853); Branchi-retractor superior von OWEN und ALBRECHT; oberer Theil des Omozonio-branchialis s. Interbranchialis internus VI von ALBRECHT (vergl. die vorhergehende Anmerkung; Pharyngo-clavicularis internus von VETTER und McMURRICH.

und verlaufenden Zweige ist allerdings nicht leicht zu führen und wird durch das Interkurriren von Vagusästen noch gestört; die Angaben von VETTER sind somit sehr erklärlich und entschuldbar.

Der *M. coraco-hyoideus* oder *cleido-hyoideus*<sup>1)</sup>, wie er mit Rücksicht auf seinen Ursprung vom Cleithrum auch heissen kann, repräsentirt den Haupttheil der hypobranchialen spinalen Muskulatur. Er bildet einen schlanken, aber nicht unkräftigen, aus 2—4 Myomeren bestehenden Muskelkegel, der unpaar, d. h. mit dem der Gegenseite verwachsen, theils von dem medialen Bereiche der beiden in der Mittellinie zusammenstossenden Cleithren beginnt, theils die direkte (nur durch *Inscriptio tendinea* unterbrochene) Fortsetzung der postzonalen ventralen Rumpfmuskulatur bildet. In der Regel bildet der von dem Cleithrum kommende Theil die Hauptmasse, wenn nicht den ganzen Muskel; bei den Cyprinoiden dagegen kann er gegen den aus der Rumpfmuskulatur sich fortsetzenden Theil zurücktreten. Der Muskel verläuft, sich verjüngend, nach vorn und kommt bald mit dem ausserordentlich verschieden, meist aber sehr ansehnlich entwickelten unpaaren Zungenbeinstiel (Urohyale) in Berührung, an dessen beiden Seiten inserirend, und wird durch denselben in seine rechte und linke Hälfte getheilt, die schliesslich vorn an der Copula hyoidea und mit zwei mehr divergirenden kräftigen Sehnenzipfeln am Copulare des Hyoids (Hypohyale) sich ansetzen. Auch hier herrschen im Detail recht wechselnde Verhältnisse. Ueber die Innervation des Cleido-hyoideus durch occipito-spinale Nerven *b* resp. *b* + *c*) besteht keine Kontroverse.

### C. Dipnoer.

Taf. VII Figg. 8—10. Taf. VIII Fig. 8.

Die Kenntniss der spino-occipitalen Nerven der Dipnoer ist erst durch neuere Untersuchungen eine befriedigende geworden; die früheren Arbeiten thun derselben nur ungenügend Erwähnung und enthalten auch mehrfache falsche Angaben.

Beschreibungen resp. Abbildungen der betreffenden Verhältnisse bei *Ceratodus* finden sich bei GÜNTHER (1871 Pl. XXXV Fig. 2), BEAUREGARD (1881) und SANDERS (1889). Ueber *Protopterus* handeln WIEDERSHEIM (1879, 1880, 1886, 1888), dem sich W. N. PARKER (1889, 1892) anschliesst, IVERSEN (1886), FULLIQUET (1886), BURCKHARDT (1892) und PINKUS (1894, 1895); namentlich den drei letzten Autoren verdanken wir eine treffliche Schilderung der bezüglichen Nerven, deren Deutung ich indessen nicht allenthalben zustimme. Ueber *Lepidosiren* macht HYRTL (1845) und im Anschluss an ihn STANNIUS (1849) einige Angaben. — Auch seien die kurzen Beschreibungen der Muskeln von *Ceratodus* durch HUMPHRY (1873 p. 253 f), von

1) No. 1 von CUVIER et VALENCIENNES; Sterno-hyoideus von CUVIER-DUMÉRIEL, STANNIUS und VETTER Retractor hyoidei von OWEN; Omozonio-hyoideus von ALBRECHT; Hyopectoralis von McMURRICH.

*Protopterus* durch OWEN (1840) und HUMPHRY (1873 p. 279 f.) und von *Lepidosiren* durch HYRTL (1845 p. 157) erwähnt; W. N. PARKER (1888 und 1892) macht einige Angaben über Zungenmuskeln resp. an dem Hyoid endende Muskeln. Verschiedene andere bekannte Arbeiten über die Dipnoer, wie von HUXLEY über *Ceratodus*, BISCHOFF über *Lepidosiren* etc. enthalten nichts über die hier zu behandelnden Verhältnisse.

Ich habe *Ceratodus Forsteri* KREFFT in 4 Exemplaren (die ich der Güte des Herrn Professor R. SEMON verdanke) und *Protopterus annectens*, OWEN in 2 Exemplaren untersucht; von *Lepidosiren paradoxa*, FITZ (resp. *L. articulata* EHLERS) hatte ich nur ein schlecht erhaltenes Rohskelet zur Verfügung, das über die Kanälchen der spino-occipitalen Nerven nur Wahrscheinlichkeitsangaben erlaubt.

Die Verhältnisse bei *Ceratodus* und *Protopterus* stimmen in den Hauptzügen überein und lassen nur im Detail geringere Abweichungen von einander erkennen. Die Occipitalregion der Dipnoer zeigt bezüglich der hier in Frage kommenden Verhältnisse unter allen bisher behandelten Vertebraten die meisten Anklänge an die Knorpelganoiden, geht aber zugleich durchaus ihre eigenen Wege, so dass hier mehr von einer Parallelität oder einem annähernd gleich hohen Grad der Entwicklung, aber nicht von einer intimeren Verwandtschaft gesprochen werden kann. Letztere wird auch durch das sonstige Verhalten des Schädels (vornehmlich Kiefer- und Hyoidbogen) und der spino-occipitalen Nerven ohne Weiteres ausgeschlossen. Die Knochenganoiden, *Polypterus* nicht ausgenommen, zeigen noch erheblichere Abweichungen von den Dipnoern, die den Versuch einer Begründung von näheren genetischen Beziehungen zwischen beiden Abtheilungen auf Grund der hier in Frage kommenden Bildungen aussichtslos erscheinen lassen.

Bei *Ceratodus* (Taf. VII Figg. 8, 9) und *Protopterus* (Taf. VII Fig. 10, Taf. VIII Fig. 8) finden sich 4 resp. 5, insbesondere bei *Ceratodus* individuell variirende Nerven, welche in gesonderten Kanälen durch den Schädel treten; die zwei bis drei vorderen derselben bestehen in der Regel nur aus ventralen Wurzeln (nur an der hinteren von ihnen wurde bei *Ceratodus* A beiderseits eine nur mit sehr starker Lupenvergrößerung nachweisbare dorsale Wurzel gefunden); die 2—3 hinteren derselben haben ventrale und dorsale Wurzeln. Im Vergleiche mit den Holocephalen und Knorpelganoiden fasse ich die ersteren als occipitale Nerven auf und homologisire sie mit  $y, z$  resp.  $x, y, z$ , die letzteren als occipito-spinale Nerven und vergleiche sie mit  $a, b$ , resp.  $a, b, c$ , — *Lepidosiren* hat nach dem Verhalten der Nervenlöcher zu schliessen, vielleicht 3 occipitale und 2 (mit ventralen und dorsalen Wurzeln versehene) occipito-spinale Nerven; die Nerven selbst waren an dem untersuchten Exemplare nicht vorhanden.

Es stellen sich sonach die Verhältnisse:

$x^v, y^v, z^{vd}, a^{vd}, b^{vd}$	<i>Ceratodus</i> (A.r.)
$x^v, y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}$	<i>Protopterus</i> (A.l.), <i>Lepidosiren</i> (?)
$y^v, z^{vd}, a^{vd}, b^{vd}$	<i>Ceratodus</i> (A.l, B.)
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}$	<i>Ceratodus</i> (C.l.), <i>Protopterus</i> (A.r, B. Taf. VII Fig. 10).
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd} c(3)^{vd}$	<i>Ceratodus</i> (C.r, D., Taf. VII Figg. 8, 9).

wobei  $c(3)^{rd}$  einen Uebergangsnerven bedeutet, dessen ventrale Wurzel durch den Schädel nach Art eines occipito-spinalen Nerven, dessen dorsale Wurzel zwischen Schädel und Wirbel (nach Art eines spinalen Nerven) nach aussen tritt.

Auch hier ist ein Vergleich mit den Angaben in der Litteratur nicht leicht, da jeder Autor die betreffenden Gebilde mit verschiedenen Namen bezeichnet und eine Bezugnahme auf die Verhältnisse bei den Selachiern vermissen lässt.

Die von GÜNTHER (1871 Pl. 35 Fig. 2) gegebene Abbildung des Schädelinneren von *Ceratodus* weicht hinsichtlich der in Frage kommenden Nervendurchtritte ziemlich erheblich von den von mir beobachteten Verhältnissen ab. Vermuthlich wurden einige Oeffnungen übersehen, wie auch die Grenze zwischen dem Schädel-Wirbel-Komplex und der beweglichen Wirbelsäule nicht markirt ist. Den Kanälen für die Nerven  $y$  und  $z$  entspricht die vordere Oeffnung, während für  $a$  nur eine ventrale Durchtrittsstelle angegeben wird; die Oeffnungen für  $b$  und  $c$  scheinen richtig wiedergegeben zu sein. — BEAUREGARD (1881 p. 240. 241, Pl. XVI Fig. 1) beschreibt nur zwei auf den Vagusursprung folgende Wurzeln, die er als Hypoglossus bezeichnet, aber sich mit dem Plexus axillaris (= Pl. brachialis) verbinden lässt; ihnen, die ich nur mit  $a$  und  $b$  zu identificiren vermag, folgt dann sofort der erste freie Spinalnerv. Mit diesen durchaus unvollständigen und dem wahren Verhalten nicht entsprechenden Angaben, die offenbar z. Th. durch die von WIEDERSHEIM bezüglich *Protopterus* gemachten Mittheilungen (1880) influenzirt wurden, kann ich in keiner Weise übereinstimmen. — SANDERS (1889 p. 167) beschreibt zwei von der Ventralseite der Medulla hinter dem Vagus abgehende Nerven mit doppelten Wurzeln, die sich nicht mit dem Vagus verbinden, sondern in eigenen Kanälen verlaufen, aber nicht als Hypoglossus (dessen Homologon von den Nn. spinales 2 und 3 gebildet werde) aufgefasst werden könnten. Ich identificire diese Nerven mit  $a$  und  $b$ , während  $y$  und  $z$  von SANDERS übersehen wurden.

Bei *Protopterus* beschreibt und bildet WIEDERSHEIM (1880 p. 186. 187 Taf. VIII Figg. 10 und 19) zwei ventrale kräftige Wurzeln ab, von denen die vordere die hintere weit an Stärke übertrifft; beide vereinigten sich zum Hypoglossus, der sich weiterhin mit dem ersten Spinalnerven und einem Aste des Vagus ( $Sr$ ) zu dem Plexus axillaris verbinde und die vordere Extremität bis zu ihrer freien Spitze versorge; ein vorderer, einmal bei einem kleinen Exemplar aufgefundener Zweig der Hypoglossus-Schlinge, innervire den M. cephalo-hyoideus. Ich bin geneigt, den vermeintlichen Vagusast  $Sr$  mit  $y$  und  $z$  oder mit  $z$ , die beiden Hypoglossus-Wurzeln aber mit  $a^v$  und  $b^v$  zu vergleichen, und identificire den Zweig für den M. cephalo-hyoideus mit dem Ramus (Plexus) cervicalis. Im Uebrigen aber finde ich nichts, was mit den von mir beobachteten Verhältnissen in Einklang zu bringen wäre. Später (1886 p. 345) beschreibt WIEDERSHEIM zwei ventrale Wurzeln des Vagus, welche sich schon intrakraniell mit den sieben dorsalen Wurzeln des Vagus vereinigten; ich identificire dieselben mit  $y$  und  $z$ . Weitere und z. Th. verbesserte Angaben, im Anschlusse an die von IVERSEN ausgeführten Untersuchungen, enthalten die zweite und dritte Auflage des Grundrisses der vergleichenden Anatomie (1888 p. 178. 179 und p. 187, 1893 p. 290), wonach die beiden ersten mit dem Vagus sich verbindenden und zu ihm gehörenden Wurzeln (identisch mit meinen  $y$  und  $z$ ) als die zwei ersten, die auf sie folgenden und durch besondere Kanäle verlaufenden zwei letzten Wurzeln (identisch mit  $a$  und  $b$ ) als die zwei letzten Hypoglossus-Wurzeln aufgefasst werden; diese beiden letzten besitzen ventrale und dorsale Wurzeln und sind ursprünglich spinale Nerven, welche erst sekundär dem Kopfe einverleibt wurden. — FULLIQUET (1886 p. 33. 67. 75, Pl. I B. C II 6. 7) beschreibt und bildet zwei vordere (rostrale), bloss ventrale Wurzeln besitzende Nerven (identisch mit  $y$  und  $z$ ) und zwei hintere (caudale), separat durch den

Schädel tretende Nerven ab, deren erster (identisch mit *a*) bloss eine ventrale, deren zweiter (*b*) eine ventrale und dorsale Wurzel hat. Die beiden ersten rechnet er dem Vagus zu, die beiden letzten bilden nach ihm den Hypoglossus. — Die oben kurz erwähnten Befunde von WIEDERSHEIM's Schüler IVERSEN (1886 p. 2, 3) beruhen in dem Nachweise einer Existenz dorsaler Wurzeln bei den beiden Komponenten des Hypoglossus (*a* und *b* nach meiner Nomenklatur), deren hinterer auch ein Ganglion besitze. Es handelt sich somit hier um spinale Nerven, die unter Verschmelzung der ersten Wirbel mit dem Cranium Kranialnerven geworden seien; wie WIEDERSHEIM gezeigt, schliesse bei ganz jungen Exemplaren von *Protopterus* die Schädelkapsel mit der Labyrinthregion ab. Der achten occipitalen Nerven (*y* und *z*), die FULLIQUET unzweifelhaft beschrieb, thut IVERSEN keine Erwähnung. — W. N. PARKER, ein anderer Schüler WIEDERSHEIM's, schliesst sich in seiner ersten Abhandlung (1888 p. 85), wie es scheint, ohne besondere bezügliche Untersuchungen gemacht zu haben, seinem Lehrer in den betreffenden Verhältnissen an; in der zweiten (1892) sagt er nichts über das Nervensystem. — BURCKHARDT giebt in den zwei kürzeren (1872 A. p. 93 und 1892 B. p. 89) und der ausführlicheren Abhandlung über das Centralnervensystem von *Protopterus* (1892. C. p. 12 Taf. I Figg. 2. 3) ausführliche und genaue Mittheilungen und Abbildungen von den betheiligten Nerven, welche in der Hauptsache mit denen von FULLIQUET übereinstimmen; lediglich in der Beschreibung von drei vorderen (rostralen) Nerven, welche er als ventrale motorische Wurzeln des Vagus auffasst und welche mit den occipitalen Nerven *x*, *y*, *z* identisch sind, weicht er von diesem Autor, der nur zwei (*y*, *z*) angab, ab. Offenbar liegt hier nur eine individuelle Variirung vor. — Eine weitere Vervollständigung erhält unsere Kenntniss der einschlägigen Verhältnisse durch die vortreffliche Untersuchung von PINKUS (1895 p. 325—329, Taf. XV Figg. 3. 6. 8. 9). Auch PINKUS unterscheidet drei vordere (rostrale) ventrale Wurzeln (identisch mit *x*, *y*, *z*), welche er als ventrale Wurzelgruppe des Vagus bezeichnet, und zwei hintere (caudale) Nerven (identisch mit *a* und *b*), welche beide ventrale und dorsale, mit Ganglien versehene Wurzeln besitzen; letztere fasst er als die beiden Komponenten des Hypoglossus und zugleich als Homodyname der Spinalnerven auf. Diese fünf Nerven verlaufen in gesonderten Kanälen durch den Schädel; die drei ersten (*x*, *y*, *z*) versorgen die viscerale Muskulatur, die beiden letzten (*a*, *b*) Rumpf und vordere Extremität. — Ich stimme den Angaben von BURCKHARDT und PINKUS in allem Wesentlichen bei; lediglich des Letzteren Angabe betreffs der Versorgung der visceralen Muskulatur modifizire ich dahin, dass es sich hier nur um die hypobranchiale spinale Muskulatur (die *Mm. coraco-arcuales*) handelt. In welcher Weise ich in der Deutung dieser Nerven von allen Autoren abweiche, geht aus der von mir gebrauchten Nomenklatur und meinen früheren Angaben hervor.

Ueber *Lepidosiren* existiren nur mangelhafte ältere Angaben von HYRTL (1845 p. 47. 48), die auch STANNIUS (1849 p. 124) zum Theil rekapitulirt. Einerseits (p. 47) beschreibt HYRTL als dritten Ast des Vagus einen Zweig, der in dem *M. coraco-hyoideus* und dem unteren geraden Stammmuskel bis zum hinteren Ende der Bauchhöhle verläuft, beide Muskeln mit Zweigen versorgend, andererseits (p. 48) erwähnt er einen haarfeinen Nervenfaden, der in besonderer Bahn den Schädel durchsetzt, um sich danach mit dem Vagus zu verbinden. In dem ersten Nerven finde ich den rein sensiblen *Ramus lateralis inferior n. vagi*, dem HYRTL irrthümlich motorische Zweige zuschreibt, wieder, in dem letzteren einen der occipitalen Nerven (*y* oder *z*).

Durch das Vorhandensein von zwei und nicht selten selbst drei occipitalen Nerven (*y*, *z* resp. *x*, *y*, *z*), sowie durch die, allerdings nur an einem Exemplare beiderseitig beobachtete, Existenz einer feinen dorsalen Wurzel von *z* stellen sich die Dipnoer auf die gleiche Stufe wie die Knorpelganoiden, ja selbst noch ein wenig tiefer, indem bei diesen bisher nur in der Jugend bei *Acipenser ruthenus* (p. 453), die

Dreizahl der ventralen Wurzeln, nie aber  $z^d$  beobachtet werden konnte. Nur bei einzelnen pentanchen Haien, sowie bei den Notidaniden finden sich bezüglich der occipitalen Nerven primitivere Verhältnisse. — Die feinen occipitalen Nerven nehmen wie gewöhnlich von vorn nach hinten successive an Dicke zu und bestehen in der Regel nur aus ventralen Wurzeln. Die bei dem kleinsten Exemplare von *Ceratodus* (A) beobachtete dorsale Wurzel, welche diesem eine ungemein tiefe Stellung anweist, bestand aus wenigen degenerirten Nervenfasern, lässt aber Ganglienzellen nicht mehr erkennen. In ihrem centralen Ursprunge von der ventro-medialen Zellensäule der Medulla und in ihrem Abgange von derselben bekunden sie unzweifelhaft ihre Homodynamie mit den ventralen Wurzeln der Spinalnerven und unterscheiden sich durchaus von den ächten motorischen Vaguswurzeln. — Ihr Abgang von der Medulla liegt im Gebiete der Vagusursprünge, derart, dass  $x$  vor der Mitte,  $y$  und  $z$  in der Regel im Bereiche der hinteren (caudalen) Hälfte bis  $\frac{1}{7}$  derselben liegen; unter Umständen (Befund von PINKUS) kann der Abgang von  $x$  selbst dem Abgange der ersten Vaguswurzel entsprechen.<sup>1)</sup>

Die occipito-spinalen Nerven ( $a, b$  resp.  $a, b, c$ ) sind stärker als ihre occipitalen Vorgänger, werden meist caudalwärts dicker, können aber auch die gleiche oder selbst eine nach hinten abnehmende Dicke zeigen. Das steht zu Rückbildungen im peripherischen Gebiete (vordere Extremität) in Korrelation. Allenthalben, bei *Ceratodus* (Taf. VII Figg. 8, 9) und *Protopterus* (Taf. VII Fig. 10), besitzen sie ventrale und dorsale Wurzeln, letztere mit Spinalganglien. Bei  $a$  bestehen die Spinalganglien aus nur wenigen Zellen, welche eine äussere Anschwellung in der Regel nicht erkennen lassen, aber bei mikroskopischer Untersuchung leicht und unzweifelhaft nachgewiesen werden konnten<sup>2)</sup>; bei  $b$  sind sie recht ansehnlich. In jeder Hinsicht gleichen die occipito-spinalen Nerven den auf sie folgenden Spinalnerven; der erste von ihnen ( $a$ ) dokumentirt in dem Verhalten seiner dorsalen Wurzel einen weiter fortgeschrittenen Grad der Rückbildung. Zwei Exemplare von *Ceratodus* ( $C$  rechts Taf. VII Fig. 9,  $D$  beiderseits Taf. VII Fig. 8) zeigten drei ventrale, aber nur zwei dorsale durch den Schädel gehende Wurzeln; die zu der ventralen Wurzel  $c^v$  gehörende dorsale ging zwischen Schädel und Wirbelsäule nach Art eines freien Spinalnerven ( $3^d$ ) hindurch; der letzte occipito-spinale Nerv erwies sich also hier als Uebergangsnerv ( $c(3)^{vd}$ , cf. p. 472). Hier liegt gegenüber den anderen Exemplaren von *Ceratodus*, wie gegenüber *Protopterus* eine sekundäre Ausdehnung des Schädels resp. des kranio-vertebralen Komplexes vor, welche zur Aufnahme von  $3^v$  (welches damit  $c^v$  wurde), aber noch nicht zur Einverleibung von  $3^d$  führte. — Die Abgänge der occipito-spinalen Nerven von der Medulla finden stets hinter (caudal von) dem Vagusursprung statt.

Der intrakranielle Verlauf der occipitalen und occipito-spinalen Nerven

1) Die von FULLIQUET gegebene Abbildung (Pl. I. C.) wonach  $y$  und  $z$  in der Höhe der vorderen (rostralen) Hälfte des Vagusursprunges abgehen, verlegt diese Nerven wohl etwas zu weit nach vorn.

2) IVERSEN vermisste sie, PINKUS bildet eine kleine Anschwellung ab.

vom Abgange von der Medulla bis zum Durchtritte durch den Schädel ist wie bei den Ganoiden ein sehr schräger, z. Th. in der schrägen Richtung selbst den Vagus übertreffender, und findet in dem bereits angegebenen Vorrücken der ventralen Ursprungssäule seine Erklärung.

Dem entsprechend liegen die Durchtrittsöffnungen an der inneren Schädelwand auch bei den ersten dieser Nerven immer caudal von dem Foramen pro vago (Taf. VII Figg. 8—10), wobei *Ceratodus* eine etwas grössere Entfernung vom Vagus und zugleich beträchtlichere Distanzen der einzelnen Nervenöffnungen (mit Ausnahme von *y* zu *z*) unter einander, *Protopterus* und noch mehr *Lepidosiren* eine etwas grössere Zusammendrängung derselben aufweisen. Die Oeffnung für *y* liegt übrigens dem Vagusloch etwas benachbarter als bei den Knorpelganoiden. *Ceratodus* zeigt zugleich eine grosse Annäherung von *y* zu *z*, welche in eine gemeinsame Grube eintreten, jedoch, wie die genauere Präparation lehrt, in gesonderten Kanälen durch die Schädelwand hindurchtreten (Taf. VII Fig. 9). Hinsichtlich des Genaueren verweise ich auf die Abbildungen.

Der Verlauf aller dieser Nerven und Wurzeln durch den Schädel findet wie bei den Selachiern und Ganoiden in separaten Kanälen statt, welche wie dort eine gewisse Konvergenz nach aussen darbieten. Austritte unter Benutzung des Vaguskanales beobachtete ich niemals.

Nach dem Ausgange aus dem Schädel bieten die occipitalen und occipitospinalen Nerven gesonderte Beziehungen dar (Taf. VIII Fig. 8). Die Ersteren bilden eine Ansa, welche einen Nerven hervorgehen lässt, der zum weitaus überwiegenden Theile die hypobranchiale spinale Muskulatur versorgt, somit einem Plexus cervicalis (*Pl. cv.*) entspricht; die Letzteren dagegen verbinden sich zu einem Plexus, der in Gemeinschaft mit den darauf folgenden Spinalnerven sich an der Versorgung der vorderen Extremität betheiligt, Plexus brachialis (*Pl. br.*).

Die Zusammensetzung beider Plexus lässt sich somit folgendermaassen ausdrücken:

Plexus cervicalis.

<i>x, y, z</i>	<i>Ceratodus, Protopterus</i>
<i>y, z</i>	<i>Ceratodus, Protopterus</i>

Plexus brachialis.

<i>a, b, 3</i>	<i>Protopterus</i>
<i>a, b, 3, 4, 5</i>	<i>Ceratodus</i>
<i>a, b, c(3), 4, 5</i>	<i>Ceratodus</i>
<i>a, b, c(3), 4, 5, 6</i>	<i>Ceratodus</i>

Es ist nicht zweifelhaft, dass die Beschränkung des Plexus brachialis von *Protopterus* auf drei Wurzeln<sup>1)</sup> mit der Rückbildung der Brustflosse dieses Thieres zusammenhängt.

1) Einmal gelangte auch ein feines Fädchen von 4 zur Brustflosse.

In der rein durchgeführten Trennung zwischen Plexus cervicalis und brachialis<sup>1)</sup> — nur zweimal wurde bei *Ceratodus* ein ganz feiner den Verband von ersterem zu letzterem vermittelnder Faden gefunden, der aber (zu Folge seiner grossen Feinheit und Brüchigkeit an dem untersuchten Exemplare) nicht bis zur vorderen Extremität verfolgt werden konnte und möglicher Weise auch bloss aus für die Rumpfmuskulatur bestimmten Fasern besteht — liegt ein Verhalten vor, welches bisher weder bei Selachiern und Holocephalen, noch bei Ganoiden und Teleostiern zur Beobachtung kam und zugleich die separate Stellung der Dipnoer gegenüber den Ganoiden bezeugt; auch *Polypterus* unter den Letzteren zeigt einen Plexus cervicalis, der nur zum kleineren Theile einen selbstständigen Verlauf darbietet, zum grösseren dagegen von dem gemeinsamen Plexus cervico-brachialis sich abzweigt (Taf. VIII Fig. 2). Andererseits kommt in dieser Selbstständigkeit beider Plexus bei den Dipnoern eine Entwicklungsrichtung zum Ausdruck, welche sich bei den Amphibien und in höherer Entwicklung bei den Amnioten wiederfindet.

Der den Plexus cervicalis repräsentirende Nerv bildet einen zuerst ventro-caudalwärts, dann ventro-rostralwärts absteigenden Bogen und verläuft dann im ventralen Gebiete nach vorn (rostralwärts), hier einen Stamm bildend, der sich mit zahlreichen Zweigen in der hypobranchialen spinalen Muskulatur vertheilt, lediglich deren Versorgung übernehmend. Auf diesem Wege kreuzt er den Vagus, an dessen Aussenseite vorbeiziehend, und steht mit dessen Aesten in einem wechselnden, immer leicht zu lösenden Zusammenhange.

---

Epibranchiale spinale Muskeln finden sich bei den Dipnoern ebenso wenig wie bei den Ganoiden und Teleostiern.

Die hypobranchiale spinale Muskulatur der Dipnoer unterscheidet sich wesentlich von derjenigen der Ganoiden und gestattet nur eine Ableitung von den entsprechenden Bildungen der Selachier. *Ceratodus* bietet hierbei die ursprünglicheren Verhältnisse dar, während *Protopterus* z. Th. ganz einseitige Differenzirungen aufweist, die sich überhaupt bei Wirbelthieren nicht wiederfinden. Doch werden dieselben unter Vergleichung mit *Ceratodus* verständlich; die kausalen Momente bilden

---

1) Meine an mehreren Exemplaren beider Gattungen kontrolirten Untersuchungen stimmen mit den von PINKUS bei *Protopterus* gemachten Angaben am meisten überein, weichen dagegen von denen WIEDERSHEIM's (1879 p. 3, 1880 p. 187, 188) total ab. WIEDERSHEIM findet einen gemeinsamen Plexus, wobei auch der Vagus (wahrscheinlich sind damit die occipitalen Nerven gemeint) sich an der Innervation der Bauchflosse betheilige, und erblickt in diesem Befunde das Beweismaterial, „um die GEGENBAUR'sche Hypothese über die Entstehung des Schultergürtels zur unumstösslichen Thatsache zu erheben“. Die Funde WIEDERSHEIM's differiren indessen gerade in dieser Hinsicht so sehr mit den meinigen, dass man glauben möchte, es habe ihm für diese Untersuchung ein ganz anderes Thier als *Protopterus* vorgelegen. Jedenfalls kann von einer Betheiligung des Vagus am Plexus brachialis, unter welchen Einschränkungen auch, bei den Dipnoern keine Rede sein. — Später ist WIEDERSHEIM bekanntlich zu sehr anderen Anschauungen über die ontogenetische und phylogenetische Natur der vorderen Extremität gelangt, hat aber die Untersuchung der oben erwähnten bezüglichen Verhältnisse bei den Dipnoern nicht wieder aufgenommen.

hierbei die beträchtlichere Rückbildung der vorderen Extremität und die höhere spezifische Ausbildung der Rumpfmuskulatur in jener Gegend.

Beide Dipnoer sind gekennzeichnet durch die mächtige und breite Entfaltung der zum Hyoid gehenden Hauptmasse (Hauptstock und *M. coraco-hyoideus*), durch die mehr oder minder vollkommene Emancipation des *M. coraco-mandibularis* von derselben und durch die sehr schwache Ausbildung der zu einem Muskel vereinigten *Mm. coraco-branchiales*.

*M. coraco-mandibularis*. Der *Coraco-mandibularis* von *Ceratodus*<sup>1)</sup> bildet einen breiten und nicht unkräftigen unpaaren Muskel, der, am meisten an denjenigen von *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3) erinnernd, von dem Vorderrande und der Innenfläche der Mitte des Schultergürtels (*Korakoid* und *Clavicula*) entspringt, mit in der Hauptsache parallelen (nur in der Mitte des Verlaufes etwas ausgebauchten) Fasern nach vorn geht und breit sehnig-muskulös am mittleren Theile des Hinterrandes der *Mandibula* endet. Am Ursprunge ist er wenig mit dem von ihm gedeckten Hauptstocke verbunden, sonst gänzlich von diesem getrennt. Eine zum Sehnen Spiegel ausgebreitete *Inscriptio* an der Innenfläche lässt daran denken, dass er ursprünglich aus 2 Myomeren bestand; doch kann die genannte Bildung auch eine sekundäre sein. Nach seinem Ursprunge kann er als *Coraco-cleido-mandibularis* bezeichnet werden. — Bei *Protopterus*<sup>2)</sup> hat sich der Muskel völlig von der übrigen Masse emancipirt und zugleich zu Folge der mächtigen Entwicklung der ventralen Rumpfmuskulatur und der vorgeschrittenen Rückbildung des Schultergürtels jeden Zusammenhang mit Letzterem verloren. Er stellt einen ganz dünnen aber ziemlich breiten, unpaaren Muskel dar, der die unmittelbare, nur durch *Inscriptio* von ihr getrennte Fortsetzung der oberflächlichen dünnen Schichte der ventralen Rumpfmuskulatur bildet und mit in der Hauptsache parallelen Fasern nach vorn gelangt, um schliesslich mit einer sehr dünnen, aber nicht unbeträchtlich in die Länge und Breite ausgedehnten Aponeurose an dem Hinterrande des Unterkiefers zu enden. Die Stelle, wo der Muskel sich hinten von der oberflächlichen ventralen Muskulatur ablöst, entspricht der 4. *Inscriptio tendinea* (von vorn gezählt), die Stelle dagegen, wo der Schultergürtel sich befindet, der ersten *Inscriptio*; man wird somit den Muskel ursprünglich als einen monomyomeren bezeichnen. Oberflächlich wird er wie bei *Ceratodus* von der oberflächlichen Lage des *Constrictor superficialis ventralis* bedeckt; derselbe ist zugleich sehr fest mit der Insertionsaponeurose des *Coraco-mandibularis* verwachsen. Auf Grund des hinteren Ursprungs kann man den Muskel auch *Thoracico-mandibularis* benennen.

Hauptstock und *M. coraco-hyoideus*. Bei *Ceratodus*<sup>3)</sup> bildet der Haupt-

1) *Genio-coracoid* von HUMPHRY (1873 p. 285).

2) *Genio-hyoideus* von OWEN (1840); tiefe Schicht des *Superficial stratum of ventral muscle* or *Genio-hyoid* von HUMPHRY (1873 p. 261). Die oberflächliche Schichte des *Superficial stratum* HUMPHRY's entspricht dem — zum cerebralen Systeme gehörigen — *Constrictor superficialis ventralis*.

3) *Coraco-hyoid* von HUMPHRY (1873 p. 285, 286).

stock, der vorn am Hyoid endet (Coraco-hyoideus), eine sehr breite und mächtige unpaare Muskelmasse, die in ihren Dimensionen und sonstigen Verhältnissen am meisten an die entsprechende Bildung von *Rhina* (Taf. VI Fig. 8) erinnert; doch besteht sie nur aus 4 durch drei Inscriptionen getrennten Myomeren, von welchen Inscriptionen lediglich die mittlere an der ventralen Oberfläche deutlich zu Tage tritt. Der Muskel entspringt dreimal breiter als der Coraco-mandibularis von dem Vorderende und der Innenfläche des Schultergürtels (Clavicula und Korakoid) und steht zugleich in ausgedehntem Verbands mit dem Herzbeutel, der sich grösstentheils caudalwärts unter und hinter den Schultergürtel erstreckt; seine Ursprungsfasern reichen hierbei ziemlich weit an der Innenfläche des Pericards hinab und kommen hierbei den tiefen Myomeren der postzonalen Rumpfmuskulatur nahe. Mit konvergierenden Fasern geht der Muskel nach vorn und sondert sich hierbei in eine dünnere, oberflächliche, und eine viel stärkere, tiefe Lage. Die oberflächliche Lage wird rein sehnig und sondert sich in einen breiteren unpaaren und einen schmäleren rechten und linken paarigen Zipfel; ersterer endet an der Ventralfläche der Copula des Hyoids, letztere inseriren an der Ventralfläche der Verbindungsstelle des Copulare (Hypohyale) und Ceratohyale. Auch darin zeigt *Ceratodus* Aehnlichkeit mit *Rhina*. Die tiefe sehnig-muskulöse Hauptmasse heftet sich an die hintere und z. Th. auch dorsale Fläche des Hypohyale und des angrenzenden Endes des Ceratohyale. Nach seinem Ursprunge ist der Muskel als Coraco-cleido-hyoideus zu bezeichnen. — Bei *Protopterus*<sup>1)</sup> entsteht der noch mächtigere Muskel zum kleineren Theile vom Schultergürtel (Korakoid und Clavicula); mit dem grösseren Theile bildet er die, nur durch Inscriptio getrennte Fortsetzung der tieferen Lage der ventralen Rumpfmuskulatur, und zwar entspricht seine Abgrenzung von derselben im Niveau des Schultergürtels der zweiten oder dritten Inscriptio tendinea (von vorn gezählt); er besteht sonach aus drei Myomeren, von denen die beiden vordersten nicht vollkommen von einander getrennt sind. Mit konvergierenden Fasern geht der Muskel nach vorn und spaltet sich hier auch in eine dünne oberflächliche und eine viel dickere tiefe Lage. Die oberflächliche Lage geht in eine dünne und mässig breite Aponeurose über, die ventral am Hyoid vorbeiziehend, sich zur Schleimhaut des Mundbodens begiebt und hier endet, eine Art Vorläufer für den M. hyo-glossus bildend<sup>2)</sup>; doch besteht

1) Genio-hyoideus (?) und Coraco-hyoideus von OWEN (1840); Retractor ossis hyoidei s. Sterno-hyoideus und Coraco-hyoideus von HYRTL (1845 p. 15, 16); Cervicalis profundus s. Coraco- or Vento-hyoid von HUMPHRY (1873 p. 263).

2) Auch W. N. PARKER führt in seiner ersten Veröffentlichung über *Protopterus* (1888 p. 11) einen mächtigen im Bereiche der hinteren zwei Dritttheile der Zunge liegenden M. hyoglossus und einen am 7. Kiemenbogen entspringenden M. branchioglossus an, beide ohne sonstige Beschreibung. In der grösseren Monographie (1892 p. 131) wird die Existenz von eigentlichen Zungenmuskeln (intrinsic muscles of the tongue) in Abrede gestellt, aber als extrinsic muscles werden die mächtige Fortsetzung der ventralen Rumpfmuskulatur an das Hyoid, sowie ein kleines Muskelband vom 1. Branchialbogen zum Hyoid angeführt. Ersterer, der wohl dem Hyoglossus der ersten Veröffentlichung entspricht, ist identisch mit dem im obigen Texte beschriebenen Coraco-hyoideus, letzterer, der Branchioglossus der ersten Mittheilung, repräsentirt den Kerato-hyoideus internus meiner Beschreibung. Die von mir als Hyo-glossus oder Thoracico-glossus bezeichnete oberflächliche Partie führt PARKER nicht an.

zwischen diesem und der hier vorliegenden Bildung, die eher den Namen Thoracico-glossus verdient, keine speciellere Homologie, mehr Verschiedenheit als Uebereinstimmung. Die tiefe Hauptmasse geht, kurz vor der Insertion in die rechte und linke Hälfte sich sondernd, vorwiegend muskulös ziemlich breit an die hintere Fläche des medialen Theiles des Hyoid (Ceratohyale). Nach seinem Ursprung kann man den Muskel bei *Protopterus* Coraco-cleido-thoracico-hyoideus nennen.

Mm. coraco-branchiales<sup>1)</sup>. Ähnlich wie bei den Rochen und Holocephalen bilden die Coraco-branchiales einen der Hauptmasse der hypobranchialen spinalen Muskulatur lateral angelagerten Muskel, der einheitlich entspringt und erst gegen die Insertion hin in seine einzelnen Zacken zerfällt. Entsprechend der Rückbildung der an Zahl nicht, wohl aber an Volumen erheblich verminderten Kiemenbogen tritt er, gegenüber den Rochen und Holocephalen, beträchtlich an Masse zurück. Von keiner Bildung bei Ganoiden kann er abgeleitet werden; die Entwicklungswege derselben und der Dipnoer sind von Anfang an divergente. Bei *Ceratodus* entspringt der dünne und ziemlich unbedeutende Muskel am Schultergürtel dicht neben dem Hauptstocke und erstreckt sich neben demselben in einiger Ausdehnung dorso-lateralwärts an der Vorderfläche des Schultergürtels hinauf; von diesem dorso-lateralen Theile beginnt die für den 5. Kiemenbogen bestimmte, von dem mehr medialen, dem Hauptstocke angelagerten die zu den 4 ersten Kiemenbogen gehende Partie. Der M. coraco-branchialis 5 bildet den breitesten Theil des Muskels und inserirt ziemlich ausgedehnt am 5. Kiemenbogen; auch dorsal von demselben erstrecken sich seine Fasern und aberriren hier, wahrscheinlich in Folge der Rückbildung des dorsalen Theiles des Kiemenbogens, am Schädel. Die Mm. coraco-branchiales 4 und 3 enden mit schlanken Zacken muskulös am 4. und 3. Kiemenbogen, im medio-ventralen Bereiche derselben, jedoch nicht an den medialen Enden, die frei bleiben. Die M. coraco-branchiales 2 und 1 gehen in kurze feine Sehnen über, die an den entsprechenden Stellen des 2. und 1. Kiemenbogens sich anheften; der medial neben der Insertion des Coraco-branchialis 1 befindliche Bereich des 1. Kiemenbogens wird von dem muskulösen Ursprunge des ziemlich kräftigen (vom N. glossopharyngeus innervirten) M. cerato-hyoideus internus<sup>2)</sup> eingenommen. Die 4 ersten Coraco-branchiales sind annähernd von gleicher Grösse. — Bei *Protopterus*<sup>3)</sup>

1) Soweit mir bekannt, von keinem Autor erwähnt.

2) Entsprechende Gebilde wurden bei Teleostiern auch von VETTER (1878 p. 518) beschrieben.

3) Wie W. N. PARKER (1892 p. 161, 162) und PINKUS (1895 p. 318) zähle ich bei *Protopterus* auf Grund der Innervation der Kiemenbogen durch die Nn. glossopharyngeus und vagus und der sonstigen Verhältnisse 5 Kiemenbogen. OWEN (1840), PETERS (1845), MCDONNELL (1858—60) und WIEDERSHEIM (1880 p. 166, sowie 1883—1888 in den beiden ersten Auflagen des Lehrbuches und Grundrisses der vergleichenden Anatomie) hatten bekanntlich die Existenz von 6 Kiemenbogen angegeben, indem sie vor der ersten Kiemenpalte, zwischen dieser und dem Hyoid einen ersten Kiemenbogen annahmen (von WIEDERSHEIM 1880 Taf. VII Fig. 8 abgebildet) und danach die weiteren Kiemenbogen als 2 bis 6 bezeichneten. PARKER (1892 p. 161 f.), auf den ich auch hinsichtlich der Litteratur verweise, tritt für die Existenz von nur 5 Kiemenbogen ein und WIEDERSHEIM korrigirt auch in der 3. Auflage des Grundrisses der vergl. Anatomie (1893 p. 111 Fig. 80) dementsprechend seine früheren Angaben. Endlich handelt PINKUS (1895 p. 318) darüber und giebt an, dass der früher als 1. Kiemenbogen gedeutete Knorpel seinem Bau nach den übrigen Kiemenbogen gleiche, aber bei jungen Thieren nur 1,08 mm resp. 2,36 mm lang sei; es scheine sich hierbei um eine Abspaltung vom 1. Kiemenbogen zu handeln. Ich habe denselben bei den mir vorliegenden Thieren

ist der Coraco-branchialis noch weiter zurückgebildet, so dass es einiger Sorgfalt bedarf, um ihn genau darzustellen. Er bildet hier einen sehr dünnen und unbedeutenden Muskel, dessen Insertionszacken, zu Folge der Reduktion, früher gesondert sind als bei *Ceratodus*. Der M. coraco-branchialis 5 ist breiter als die vorderen Coraco-branchiales, aber namentlich im dorso-lateralen Bereiche von ausnehmender Dünne: hier sind die letzten Fasern nur noch mikroskopisch nachzuweisen. Der M. coraco-branchialis 4 repräsentirt eine äusserst unbedeutende Zacke, der M. coraco-branchialis 3 ist doppelt so stark, der M. coraco-branchialis 2 ein wenig schwächer als der Cbr. 3: der M. coraco-branchialis 1 ist völlig zurückgebildet. Alle Coraco-branchiales inseriren muskulös, genau an den *Ceratodus* entsprechenden Stellen der Kiemenbogen: medio-rostral von dem Cbr. 2 beginnt der bei *Protopterus* mit 2 kurzen Sehnenzacken vom 1. und 2. Kiemenbogen entspringende schmale M. cerato-hyoideus internus.

#### D. Amphibien.

Taf. VII Figg. 11—14, Taf. VIII Figg. 9—12.

Die Amphibien beginnen, wie im Allgemeinen genugsam bekannt ist, eine neue Richtung, welche an die Selachier anknüpft, aber in den wesentlichen Beziehungen nichts mit den bei Ganoiden, Teleostiern und Dipnoern bestehenden Verhältnissen zu thun hat: nur in vereinzelten Zügen bestehen bei den Dipnoern Anklänge an die Amphibien p. 476.

Die Litteratur ist eine reiche. Abgesehen von den mehr zusammenfassenden Behandlungen von STANNIUS 1856, GEGENBAUR verschiedene Auflagen der vergl. Anatomie, HOFFMANN-BRONN 1873—78, WIEDERSHEIM 1877 und versch. Auflagen der vergl. Anatomie Mc MURRICH 1885 u. A. handeln über die Urodelen BENDZ 1843: *Salamandra*, *Triton*, FISCHER 1843: *Proteus*, *Triton*, *Salamandra*; 1864: *Siren*, *Siredon*, *Proteus*, *Necturus*, *Amphiuma*, *Menopoma*, *Cryptobranchus*, VAN DER HOEVEN siehe SCHMIDT, GODDARD EN VAN DER HOEVEN 1862: *Cryptobranchus*, HUMPHRY 1871: *Cryptobranchus*, M. FÜRBRINGER 1873: *Proteus*, *Siredon*, *Salamandra*, VON IHERING 1878: *Necturus*, *Proteus*, *Menopoma*, *Siredon*, *Salamandra*, *Triton*, OSBORN 1888: *Proteus*, *Cryptobranchus*, STRONG 1890: *Spelerpes*, *Desmognathus*, FISH 1890: *Desmognathus*, WILDER 1890: *Siren*, v. PLESSEN und RABINOVICZ 1891: *Salamandra*, KINGSLEY 1892: *Amphiuma*, GAGE 1893: *Diemictylus*, C. J. HERRICK 1894: *Amblystoma*,

bald als minimales Rudiment gefunden, bald gänzlich vermisst, indem nur verdicktes Bindegewebe seine Stelle einnimmt. Ob es in das Gebiet des Hyoidbogens oder in das Gebiet des 1. Kiemenbogens gehört, oder ob es eine atypische Verbindung mit generis darstellt, wage ich bei dem bisherigen ungenügenden Material nicht zu entscheiden: als selbständigen Kiemenbogen vermag ich es aber auch nicht aufzufassen und finde sonst bei *Protopterus* gerade so wie bei *Ceratodus* und *Lepidosteus* 5 Kiemenbogen.

PETER (1895: Urodelen), DAVISON (1895: *Amphiuma*), SEWERTZOFF (1895: *Siredon*), KINGSBURY (1895: *Necturus*), Mc GREGOR (1896: *Menopoma*); — über Anuren BENDZ (1843: *Bufo*), FISCHER (1843: *Pipa*, *Rana*, *Hyla*, *Bufo*, *Bombinator*, *Pelobates*), WYMAN (1852: *Rana*), SCHIESS (1857: *Rana*), STIEDA (1870: *Rana*), M. FÜRBRINGER (1873: *Rana*, *Bufo*; 1874: *Pipa*, *Dactylethra*, *Ceratophrys*, *Tomopterna*, *Engystoma*, *Breviceps*, *Phyllomedusa*, *Kalohyla*), GÖTTE (1875: *Bombinator*), VON IHERING (1878: *Pipa*, *Dactylethra*, *Rana*, *Bombinator*, *Pelobates*, *Bufo*, *Hyla*, *Polypedates*; 1880: *Pipa*), WIEDERSHEIM (1881: *Rana*), STRONG (1890: *Rana*, *Chorophilus*, *Bufo*), CHIARUGI (1891: *Bufo*), GAUPP (1893: *Rana*), ADOLPHI (1893: *Bufo* und andere Anuren, auch *Pipa*; 1895: *Pelobates*, *Rana*), GRÖNBERG (1894: *Pipa*), PETER (1895: Anuren), SEWERTZOFF (1895: *Pelobates*); — über Gymnophionen FISCHER (1843: *Siphonops*), WIEDERSHEIM (1879: Gymnophionen).

Zur eigenen Untersuchung dienten:

Urodelen: *Proteus anguineus*, LAUR., *Menopoma Alleghaniense*, v. D. HOEVEN, *Cryptobranchus japonicus*, v. D. HOEVEN, *Necturus maculatus*, RAF., *Siredon pisciformis*, WAGL. (*Amblystoma tigrinum*, DUMÉRIL), *Triton cristatus*, LAUR. (erwachsene Thiere und Larven), *Salamandra maculosa*, LAUR. (erwachs. Thiere und Larven).  
Anuren. Aglossa: *Pipa americana*, LAUR., (2 erwachsene Exemplare und drei Larvenstadien), *Dactylethra capensis*, CUV. — Opisthoglossa: *Rana temporaria*, L. (Erw. u. Larven), *R. esculenta*, L., *Bufo vulgaris*, L., *Hyla viridis*, LAUR.

Einiges sei aus der Litteratur hervorgehoben.

Uebereinstimmend geben die Untersucher an, dass hinter dem Vagus kein Nerv existirt, der den Schädel durchsetzt. Der erste auf den Vagus folgende Nerv tritt jenseits des Schädels, im Bereiche der Wirbelsäule, und zwar bei den erwachsenen Urodelen durch den ersten freien Wirbel heraus; er ist somit ein N. spinalis 1, der nach Abgabe von Zweigen an die Rumpfmuskulatur, meist im Verbande mit dem zwischen erstem und zweitem Wirbel durchtretenden N. spinalis 2, das Muskelgebiet, welches der hypobranchialen spinalen Muskulatur der Fische und Dipnoer zu vergleichen ist, versorgt. Er verhält sich somit in seiner Endverbreitung wie der N. hypoglossus nebst Nn. descendentes cervicales der Amnioten und ist auch von den meisten Autoren, allein oder in Gemeinschaft mit dem N. spinalis 2. mit dem Hypoglossus homologisirt worden. GEGENBAUR (1871 p. 531) neigt dieser Homologisirung nicht zu, sondern betont, dass der erste Spinalnerv der Urodelen den Hypoglossus der Amnioten ersetzt, aber ihm nicht identisch sei. Eine Ausnahme soll nach FISCHER (1864 p. 158) *Necturus* bilden, wo der erste auf den Vagus folgende Nerv selbst einen Accessorius Willisii repräsentire, der Hypoglossus aber von dem zweiten und dritten Spinalnerven gebildet werde; dieser Befund wird auch von WIEDERSHEIM (1877 p. 521) und GAUPP (1893 p. 368) übernommen, dagegen von KINGSBURY (1895 p. 149) abgewiesen; nach diesem Autor verbinden sich die drei ersten Spinalnerven in der Innervirung des sonst nur von den beiden ersten versorgten Gebietes, womit ich übereinstimme. Noch schwerer verständlich ist mir die Angabe und Abbildung von VAN DER HOEVEN (1862 p. 57 Fig. XXVII), wonach bei *Cryptobranchus japonicus* die letzte Wurzel des Vagus' einen Ast des N. hypoglossus (ersten Spinalnerven) erhalte, welcher als N. recurrens Willisii zu deuten sei; zugleich wird ein längslaufender Verbindungsast zwischen Vagus und Hypoglossus abgebildet, der in beide Nerven peripherwärts einmündet. Ich fand nichts Derartiges, könnte auch der angegebenen Deutung nur zustimmen, wenn der beschriebene und abgebildete Ast von der Medulla begönne und nur nach dem

Vagus peripherwärts verlief, so wie das z. B. OSBORN (1888 Pl. IV) abbildet und wie ich es selbst bei *Cryptobranchus* und bei den grossen amerikanischen Urodelen fand. — Der Durchtritt des N. spinalis 1 durch den ersten Wirbel hat mehrere Autoren beschäftigt und die meisten von ihnen (HOFFMANN 1873—78, PARKER 1877, ALBRECHT 1883, COPE 1889, HOWES 1893) dazu geführt, anzunehmen, dass hier ein aus zwei Wirbeln verschmolzener Wirbel vorliege; PETER (1895 p. 569. 570)<sup>1)</sup> und SEWERTZOFF (1895 p. 66) verdanken wir den Nachweis, dass der Nerv bei Embryonen vor dem ersten Wirbel, also zwischen Schädel und erstem Wirbel austritt und erst später von letzterem umwachsen wird. — Alle darüber handelnden Autoren berichten übereinstimmend, dass der N. spinalis 1 der erwachsenen Urodelen lediglich aus einer ventralen Wurzel bestehe, die aber unter Umständen mit mehreren Wurzelfäden die Medulla verlassen könne (mit 4—5 bei *Amblystoma*, cf. HERRICK 1894 p. 194, Pl. XIX. XX). Die dazu gehörige dorsale Wurzel nebst Ganglion wurde aber bei Embryonen und jüngeren Larven von *Siredon* (SEWERTZOFF 1895 p. 85), *Amphiuma* (KINGSLEY 1892), *Diemyctylus* (GAGE 1893) nachgewiesen; auch v. PLESSEN und RABINOVICZ (1891 p. 20, Taf. I. II) bilden bei älteren Salamanderlarven ein der ventralen Wurzel anliegendes Ganglion mit rudimentärer davon abgehender Nervenfasern ab, das den Rest der früher besser entwickelten dorsalen Wurzel darstellt; so wenigstens fand ich es bei jüngeren Embryonen. — Wurde auch nirgends ein hinter dem Vagus das Occipitale durchsetzender Nerv gesehen, so finden sich doch nach SEWERTZOFF (1895 p. 65. 72) bei Embryonen von *Siredon* zwei (der Nerven also ermangelnde) Kopfmyotome<sup>2)</sup>, deren vorderes abortirt, ohne Muskeln zu bilden, deren hinteres aber sich gut entwickelt und in seinem oberen und unteren Theile sich während des ganzen Lebens erhalte; der betreffende Autor giebt nicht an, wie es innervirt werde. — Mannigfache Anastomosen mit dem N. vagus wurden besonders von FISCHER (1843, 1864) und MCGREGOR (1896) hervorgehoben.

Bei den bisher untersuchten Anuren geht in der Regel (mit Ausnahme von *Pipa*) der erste Nerv hinter dem Vagus zwischen dem ersten und zweiten Wirbel<sup>3)</sup> nach aussen und wurde dementsprechend von mir (1873 p. 286) als N. spinalis 2 gedeutet. Während eine Anzahl Autoren auch danach noch die ältere Auffassung (wonach er den ersten Spinalnerven vorstellt) festhielten, wurde meine Deutung von HOFFMANN (1873—78 p. 234), VON IHERING (1880 p. 295), MC MURRICH (1885 p. 147), CHIARUGI (1891 p. 238), GAUPP (1873 p. 368), ADOLPHI (1893 p. 316 f., 1895 p. 451 f.), PETER (1895 p. 570), SEWERTZOFF (1875 p. 84. 85) getheilt und durch den Nachweis eines in der Ontogenese angelegten, aber später sich reducirenden N. spinalis 1 (CHIARUGI 1891 p. 238 bei *Bufo*, SEWERTZOFF 1895 p. 83 bei *Pelobates*) des Weiteren fundirt. Diesem ersten Spinalnerven entspricht auch ein erstes spinales Myotom. Vor demselben wurden von CHIARUGI und SEWERTZOFF auch noch zwei Kopf-Myotom-Anlagen bei Embryonen gefunden, deren erstes sehr früh, ohne Muskelemente zur Ausbildung gebracht zu haben, schwindet, während das letzte Muskelfasern entwickelt, aber schliesslich auch schwindet (im Gegensatz zu *Siredon*, wo es zeitlebens persistirt); zu diesen Kopfmyotomen gehörige Nerven wurden nicht gesehen. Uebereinstimmend geben beide Autoren (SEWERTZOFF auch für *Siredon*) an, dass in dem Maasse, als das resp. die vordersten Myotome schwinden, die darauf folgenden vorwärts rücken. — Der betreffende N. spinalis 2 soll

1) Die betreffende Abhandlung enthält eine gute zusammenhängende und auch die Litteratur eingehend berücksichtigende Behandlung der betreffenden Frage. Betreffs der Litteratur verweise ich auf dieselbe.

2) SEWERTZOFF vergleicht seine Befunde an *Siredon* auch mit denen von Miss J. PLATT an *Necturus* (1894) Bezüglich dieser Vergleichen ist SEWERTZOFF's Abhandlung selbst einzusehen (p. 68 f.).

3) BENDZ (1843 p. 22) giebt für *Bufo (cinereus)* einen Durchtritt des ersten Nerven zwischen Schädel und 1. Wirbel an. Nach den Untersuchungen von mir (1873), HOFFMANN (1873—78) und namentlich von ADOLPHI (1893 p. 315 f.), der 212 Exemplare von *Bufo (variabilis)* auf das Genaueste untersuchte und stets den ersten vorhandenen Nerven zwischen dem 1. und 2. Wirbel durchtreten sah, kann kein Zweifel bestehen, dass diese — selbst von den Verhältnissen bei den Urodelen abweichende — Angabe von BENDZ eine irrthümliche ist.

nach Angabe der meisten Autoren nur aus einer ventralen Wurzel bestehen; doch wurde die dazu gehörige dorsale Wurzel schon seit alten Zeiten bei *Rana* (VOLKMANN 1838 p. 88, WYMAN 1852 p. 42 Taf. I Fig. 1, SCHIESS 1857 p. 21, WIEDERSHEIM 1881 p. 15. 16), sowie auch bei *Chorophilus* (STRONG 1890 p. 603) nachgewiesen.

Abweichend von den anderen (opisthoglossen) Anuren verhält sich die aglose *Pipa* durch die zeitlebens bestehende Existenz eines ersten Nerven, welcher wie bei den Urodelen durch den 1. Wirbel austritt. Während STANNIUS (1856 p. 16) denselben unter der Annahme, dass der erste Wirbel von *Pipa* aus zwei ersten verwachsenen Wirbeln bestehe, mit dem ersten Nerven der anderen (opisthoglossen) Anuren verglich, betonte ich (1874 p. 180) die Einheitlichkeit dieses Wirbels und verglich demnach den ersten Nerven von *Pipa* dem wirklichen N. spinalis 1, wie er bei den Urodelen entwickelt ist, während der zweite Nerv von *Pipa*, der zwischen den beiden ersten Wirbeln austritt, dem ersten vorhandenen Nerven der opisthoglossen Anuren (N. spinalis 2) zu homologisiren sei. Diese Deutung wurde von VON IHERING zuerst (1878 p. 75, 76) zu Gunsten der STANNIUS'schen Auffassung angegriffen<sup>1)</sup>, dann aber (1880 p. 303) hinsichtlich der thatsächlichen Materialien (Untersuchung von jungen Pipalarven) bestätigt; doch gelangte VON IHERING bezüglich der weiteren Homologien zu anderen Schlüssen, die in der Annahme des Ausfalles (Exkolation) des 2. Wirbels der *Opisthoglossa* bei *Pipa* gipfeln. Neuerdings haben einige Autoren wie HOWES (1893 p. 70), ADOLPHI (1893 p. 315, 262, 363), GRÖNBERG (1824 p. 641) und PETER (1895 p. 571) diese Frage wieder aufgenommen, die meisten (ausser ADOLPHI), ohne die betreffenden Angaben von mir und von IHERING zu kennen. Diese Autoren vertreten wieder die alte Annahme einer Verwachsung der beiden ersten Wirbel bei *Pipa*: HOWES führt dafür Fälle von Verwachsung der beiden ersten Wirbel bei *Rana macrodon* und *R. catesbiana* ins Feld; ADOLPHI gelangte durch Untersuchung von Pipalarven zur Ueberzeugung, dass der fragliche Skelettheil von *Pipa* den zwei ersten Wirbeln der übrigen Anuren homolog wäre, doch sei es ihm nicht möglich gewesen, diese Untersuchung so weit abzuschliessen, dass er sie zusammen mit der 1893 vorliegenden Arbeit veröffentlichen konnte; GRÖNBERG und PETER untersuchten Wirbel von Pipalarven, ohne allerdings damit beweisen zu können, was sie zu beweisen wünschten. — Dass bei vielen Anuren Verwachsungen der ersten Wirbel, zweier oder mehrerer existiren, ist u. A. durch STANNIUS, HOWES, ADOLPHI sowie meine eigenen Untersuchungen zur Genüge bezeugt, beweist aber nichts für die vorliegende Frage. Inzwischen habe ich mich aber durch erneute Untersuchungen an jüngeren und älteren Pipalarven von der Richtigkeit meiner Auffassung aufs Neue überzeugen können. Ich halte sonach, bis nicht die genannten Autoren wirkliche Beweise für ihre Anschauungen bringen, fest, dass bei *Pipa* der erste Wirbel ein einheitlicher Wirbel und der erste spinale Nerv der N. spinalis 1 ist.

Auch bei den Anuren wurde der erste vorhandene spinale Nerv von der Mehrzahl der Autoren auf Grund seiner peripherischen Verbreitung mit dem N. hypoglossus verglichen. — Ueber Anastomosen mit dem Sympathicus handelt namentlich SCHIESS (1857).

Bei den Gymnophionen wurden von FISCHER (1843 p. 42. 43, Taf. III Fig. 2) und WIEDERSHEIM (1879 p. 63. 64, Fig. 80) an die Urodelen erinnernde Verhältnisse gefunden: die Nn. spinales 1 und 2, von denen der erste ziemlich intime Anastomosen mit dem Vagus und Sympathicus eingeht, verbinden sich zu einem Nerven, der danach die ventrale (der hypo-branchialen spinalen vergleichbare) Muskulatur innervirt. PETER (1895 p. 570) wies nach, dass der bei erwachsenen Thieren von *Chthonerpeton* durch zwei Löcher des ersten Wirbels also ähnlich wie bei den Urodelen) austretende N. spinalis 1 bei der Larve vor diesem Wirbel nach aussen tritt.

<sup>1)</sup> Bei dieser Gelegenheit thut VON IHERING auch eines feinen zwischen Atlas und Kopf hervorkommenden und zu den benachbarten Muskeln sich begebenden Nerven, der wohl der 1. Spinalnerv sei, Erwähnung. Die Existenz eines solchen Nerven habe ich trotz zahlreicher Untersuchungen an *Pipa* nicht bestätigen können.

Ueber die peripherische Verbreitung der betreffenden Nerven und über die von ihnen versorgten Muskeln handeln mehr oder minder ausführlich viele Autoren, von denen namentlich BENDZ (1843), FISCHER (1843, 1864), WYMAN (1852), SCHIESS (1857), HOFFMANN (1873—78), WIEDERSHEIM (1881) und WILDER (1890 p. 682f.) hervorgehoben seien. Auch SCHMIDT, GODDARD und VAN DER HOEVEN (1862 p. 29ff.) geben eine, allerdings die Innervation nicht berücksichtigende Beschreibung dieser Muskeln bei *Cryptobranchus*, ECKER (1864) eine solche von *Rana*, DAVISON 1895 p. 386) von *Amphiuma* und WALTER (1887) von verschiedenen Amphibien.

Ganz abweichend von dem bei Holocephalen, Ganoiden, Teleostiern und Dipnoern beschriebenen Verhalten kennzeichnet die occipitale Region des Amphibienschädels der Mangel einer sekundären Assimilation von deutlichen Wirbelbogen und Spinalnerven. Der Amphibienschädel entspricht damit dem protometameren Typus des Selachiercraniums (cf. SAGEMEHL, 1885 resp. 1891, p. 526) und stellt sich dem auximetameren der erwähnten Fische und der Dipnoer gegenüber<sup>1)</sup>.

Die Frage, ob der Amphibienschädel vollkommen aller ungegliederten Wirbelelemente entbehre oder nicht, ist bekanntlich wiederholt behandelt worden, aber noch nicht zu einer einheitlichen Beantwortung gekommen. GEGENBAUR (Vergleichende Anatomie, sowie 1887 A. p. 71, 72) und SAGEMEHL (1885 resp. 1891) schliessen alle Wirbelelemente aus. STÖHR dagegen hat in zwei, im Uebrigen höchst verdienstlichen Abhandlungen (1879 und 1881) den Anschluss eines der Wirbelsäule entstammenden Occipitalbogens an das primordiale Cranium betont und hat, auf Grund eigener Untersuchungen bei GAUPP (1893) und SEWERTZOFF (1895) Unterstützung gefunden; der zuletzt erwähnte Autor vergleicht den „Occipitalbogen“ der Amphibien dem ersten, direkt auf den Vagus folgenden Occipitalwirbel von *Acanthias* (vergl. insbesondere die auf p. 72 mitgetheilten Diagramme).

Welche von den beiden Richtungen Recht oder Unrecht habe, scheint mir mit den bisherigen Materialien noch nicht entscheidbar zu sein, da uns bisher die sicheren Kriterien dafür fehlen, was hier von den in der Ontogenese separat auftretenden Knorpelkernen eine wirkliche palingenetische Rekapitulation von bei den phylogenetischen Vorfahren separat bestandenen Skelettheilen repräsentire, was nur als cäno-genetische gesonderte Chondrifikation innerhalb ursprünglich einheitlicher Skelelemente (in Folge sekundärer Reduktionen, cf. GEGENBAUR, 1887 p. 71, 72 oder aus anderen Ursachen) aufzufassen sei. So baut sich nach STÖHR's Untersuchungen das Primordialcranium der Urodelen in der Ontogenese jederseits aus drei getrennten Knorpeltheilen, dem Balken mit der Balkenplatte, den Occipitalbogen und den Ohrkapseln auf, die auch später mit einander verwachsen. Wer in der Ontogenie die reine und unverfälschte Rekapitulation der Phylogenie erblickt, könnte mit demselben

1) Natürlich gilt dieser Anschluss an das Selachiercranium unter Berücksichtigung der auch dort eventuell sich vollziehenden Ängliederungen (cf. 362, 365).

Rechte, wie er die mit besonderen Kernen verknorpelnden Occipitalbogen als einstmals diskrete Wirbel ansieht, auch der Ohrkapsel gegenüber dem übrigen Primordialcranium die gleiche selbstständige Rolle zuertheilen. Das würde aber zu Konsequenzen führen, die er sich wohl hüten wird anzunehmen.

Bei dem, am Schädel der Selachier, Ganoiden und Teleostier zur Genüge nachgewiesenen Ausfalle occipitaler Nerven liegt es selbstverständlich nahe, auch bei den Amphibien, bei denen selbst durch die freien Wirbel hindurchtretende Spinalnerven sich rückbilden, den Ausfall occipitaler Nerven zu postuliren. Auf Grund der bisherigen ontogenetischen Untersuchungen konnte Keiner derselben realiter nachgewiesen werden; man wird sonach mit einigem Rechte annehmen dürfen, dass bei den Amphibien die Ontogenie eine so verkürzte Rekapitulation der Phylogenie ist, dass sie solche Occipitalnerven, auf deren einstmalige Existenz aus vergleichend-anatomischen Gründen mit grösster Wahrscheinlichkeit geschlossen werden darf, nicht einmal vorübergehend in jungen embryologischen Stadien zur Beobachtung bringt. Und mir will scheinen, dass man dies mit grösserem Rechte thun darf, als mit SEWERTZOFF annehmen, dass der bei den Amphibien sich dem Paläocranium angliedernde Occipitalbogen dem ersten Occipitalwirbel von *Acanthias*, die ersten drei freien Wirbel der Amphibien aber den drei letzten in das Cranium eingehenden Occipitalbogen des genannten Selachiers entsprechen. SEWERTZOFF ertheilt damit den Amphibien eine viel primitivere Stellung als den Selachiern, verfällt somit einer ähnlichen Auffassung wie STÖHR, gegen welche bereits GEGENBAUR (1887 p. 72) sich wendete. Eine solche Annahme steht mit der sonstigen Konfiguration der Amphibien und mit ihrer allgemein angenommenen systematischen Stellung gegenüber den Selachiern in zu grosser Differenz. Mehr als mit primitiven Zügen hat man bei den Amphibien mit Rückbildungen zu rechnen. Der sog. Occipitalbogen der Amphibien scheint mir, seine phylogenetische Realität vorausgesetzt, viel eher das Rudiment eines Multiplums von primären Occipitalwirbeln zu repräsentiren und somit, allerdings in viel weiter vorgeschrittener Verkümmern, der Summe der Occipitalwirbel der Selachier vergleichbar zu sein. Wie ferner aus GEGENBAUR'S Untersuchungen am Selachiercranium (1872 p. 31, 32) erhellt und wie auch GAUPP (1893 p. 370) mit gutem Rechte hervorhebt, bestehen zwischen der kranio-vertebralen Artikulation der Selachier und Amphibien mannigfache Uebereinstimmungen; mit diesen Autoren bin ich daher geneigt, diese Artikulation, also die Grenze zwischen Schädel und freier Wirbelsäule bei beiden Wirbelthierabtheilungen direkt zu vergleichen.

Ich homologisire somit die hintere Schädelgrenze der Amphibien mit derjenigen der Selachier. Die primäre Angliederung von Occipitalwirbeln an das Amphibienkranium scheint mir danach durchaus möglich, selbst wahrscheinlich zu sein, wenn ich auch den bisherigen ontogenetischen Untersuchungen darüber keine beweisende Kraft und namentlich kein den gewiss recht complicirten phylogenetischen Process zur Genüge aufhellendes Moment zuerkennen kann. Diese Angliederung unterliegt bei den Amphibien denselben Kriterien wie bei den Selachiern (cf. p. 438), ist aber bei den ersteren, zu Folge ihrer höheren Stellung und ihrer mannigfachen

Reduktionen, noch weit mehr verwischt als bei den letzteren. — Eine sekundäre Angliederung von Wirbeln, wie sie bei den Holocephalen, Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und Amnioten thatsächlich stattfindet, ist aber bei den Amphibien, soweit untersucht, gänzlich auszuschliessen<sup>1)</sup>.

Wenn also, was mir wahrscheinlich ist, durch den Schädel der alten paläontologischen Vorfahren der Amphibien hinter dem Vagus Nerven ausgetreten sind, so waren das nur occipitale Nerven; occipito-spinale Nerven dagegen fehlen, da sie wie bei den Selachiern noch freie Spinalnerven darstellen.

Bei der genauen Durchmusterung der mir zur Verfügung stehenden Urodelschädel nach letzten Resten occipitaler Nerven glaube ich auch einmal bei einem jungen Exemplare von *Cryptobranchus japonicus* (Taf. VII Fig. 12) einen äusserst feinen, in einiger Entfernung hinter dem Vagus durch das Hinterende des Schädels durchtretenden Nerven gefunden zu haben, den ich dem letzten Occipitalnerven der Selachier vergleiche und mit  $z^v$  bezeichne. Derselbe verlief dorsal neben einem gleich hinter ihm durch den Schädel tretenden Blutgefässe (auf der betreffenden Abbildung mit Querstreifung versehen und mit Art. bezeichnet) und zeigt bei der mikroskopischen Untersuchung eine Zusammensetzung aus nur wenigen und, wie es scheint, grösstentheils degenerirten Nervenfasern<sup>2)</sup>.

Die Existenz dieses Nerven gerade bei *Cryptobranchus* hat mich überrascht; viel eher hätte ich einen solchen bei den kleineren und tiefer stehenden unter den Urodelen erwartet; doch ergab mir alles Durchsuchen bei diesen mit den stärksten Vergrösserungen nur negative Resultate. Bei seiner Deutung könnte man auch an einen sympathischen Nerven denken; doch ist mir kein Fall eines gleichen Verlaufes bei niederen Vertebraten bekannt, während die Stelle, wo der Nerv bei *Cryptobranchus* durchtritt, genau derjenigen entspricht, wo man  $z^v$  zu erwarten hat.

Sollte sich sonach die Realität dieses letzten Occipitalnerven noch durch weitere Untersuchungen bei den Amphibien bestätigen, so dürfte damit der Beweis erbracht sein, dass der sogenannte Occipitalbogen der Amphibien kein einfacher Wirbel ist, namentlich aber nicht dem ersten — vor dem occipitalen Nerven  $x$  liegenden — Occipitalwirbel von *Acanthias* entspricht, sondern vielmehr ein Multiplum solcher vorstellt. Was hinter  $z$  liegt, repräsentirt den letzten Occipitalwirbel; was davor,

1) An frühere, aber nicht im STÖHR'schen Sinne aufgefasste, Angaben STÖHR's anknüpfend, hat bekanntlich WIEDERSHEIM (1863 p. 60), nachdem ihm HARTING (1867) darin vorausgegangen, die Meinung ausgesprochen, dass das Homologon des Atlas der Amnioten in dem Schädel der Amphibien enthalten sei und dass der erste Wirbel der letzteren, der bei einigen Urodelen eine Zahnfortsatz-ähnliche Vorrangung besitzt, dem Epistropheus der höheren Wirbelthiere verglichen werden müsse. Diese Meinung wurde auch durch alle Auflagen seiner vergleichenden Anatomie bis zur neuesten (1893 p. 64) von ihm festgehalten. — Es bedarf keiner besonderen Betonung, dass diese Auffassung in keiner Hinsicht den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, dass sie vielmehr dieselben völlig umkehrt. WIEDERSHEIM ist durch eine durchaus bedeutungslose äussere Aehnlichkeit getäuscht worden. In Wirklichkeit sind Homologe der ersten freien Wirbel der Amphibien im Amniotenschädel enthalten. Ich verweise übrigens auf die Widerlegung und Kritik der betreffenden Anschauungen durch SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 531) und auf die diesbezüglichen Ausführungen von PETER (1895 p. 572).

2) Eine genaue Untersuchung des Grades der Degeneration verbot die mangelhafte Konservation des betreffenden Thieres. Leider misslang auch der Versuch, den Nerven peripherwärts zu verfolgen.

zwischen ihm und dem Vagusloche, sich findet, ist den zu  $y$ ,  $x$  gehörenden Occipitalwirbeln vergleichbar, aber zu Folge der völligen Reduktion dieser Nerven, der gewiss auch eine mehr oder minder weitgehende Rückbildung der sie umgrenzenden Skelet-elemente entsprechen mag, nicht mehr in seine metameren Komponenten aufzulösen.

Die Tabelle für die occipitalen Nerven der Amphibien, soweit bisher bekannt, stellt sich danach sehr einfach:

$z(?)$ : *Cryptobranchus japonicus* individuell, einmal<sup>1)</sup>

0 : Alle anderen untersuchten Amphibien.

Die zwei ersten Spinalnerven (1, 2; Taf. VII Fig. 11—14) scheinen ontogenetisch, soweit darauf bezügliche Untersuchungen vorliegen, allenthalben als komplette, mit ventralen und dorsalen Wurzeln versehene Nerven angelegt zu werden. Bei dem N. spinalis 2 (2) persistiren, soweit meine Beobachtungen reichen, beide Wurzeln zeitlebens<sup>2)</sup>. Der N. spinalis 1 (1) unterliegt verschiedenen Reduktionsgraden, die bei den Urodelen, den aglossen Anuren (*Pipa*, *Dactylethra*) zur totalen Verkümmern der dorsalen, aber nur zur partiellen Rückbildung der ventralen Wurzel führen, bei den opisthoglossen Anuren dagegen zum völligen Schwunde des ganzen Nerven fortschreiten; bei Letzteren ist im erwachsenen Zustande der N. spinalis 2 der erste auf den Vagus folgende Nerv<sup>3)</sup>.

Dass der den ersten Wirbel der Gymnophionen, Urodelen und aglossen Anuren durchsetzende Nerv wirklich 1 ist, dass dieser Wirbel bei allen genauer untersuchten Amphibien eine einheitliche, nicht aus der Konkrescenz eines 1. und 2. Wirbels entstandene Bildung darstellt, dürfte gesichert sein. Bei Gymnophionen und Urodelen ist durch hinreichend zuverlässige Beobachtungen bewiesen, dass dieser Nerv embryonal zuerst vor dem ersten Wirbel austritt, dann aber durch eine kranialwärts stattfindende Verbreiterung desselben von ihm umfasst und umwachsen wird, aber auch bei *Pipa* halte ich gegenüber den neueren Ausführungen von HOWES (1893 p. 270, 271), ADOLPHI (1893 p. 315, 362, 363), GRÖNBERG (1894 p. 641) und PETER (1895 p. 571) meine früher (1874 p. 180) ausgesprochene Anschauung fest, dass dieser Wirbel kein Konkret zweier Wirbel, sondern nur ein einziger

1) Ich möchte hier auch die Beobachtung WALDSCHMIDT'S (1887 p. 470, Taf. XXXI Fig. 32) anreihen, der bei dem gymnophionen *Siphonops annulatus* einen N. hypoglossus beschreibt und abbildet, der mit dem N. vagus anastomosire, gleich bei seinem Austritte in zwei Aestchen getheilt erscheine, eine Faser von dem Sympathicus erhalte und darauf zur Muskulatur in die Tiefe dringe. Auf ihn folge der N. spinalis 1. Da aber WALDSCHMIDT weder bei seinem Hypoglossus noch bei dem N. spinalis 1 angiebt, auf welche Weise dieselben austreten, ist es nicht möglich zu entscheiden, ob es sich hier um  $z$  und 1 oder um 1 und 2 handelt; wahrscheinlicher ist das Letztere.

2) KINGSBURY (1895 p. 149) leugnet bei *Necturus* die dorsale Wurzel. Das ist wohl ein individueller Befund. Ich fand sie bei dem von mir untersuchten Exemplare. — Auch wird Mangel derselben bei vielen Anuren angegeben; STRONG (1890 p. 603) hebt ihre Existenz bei *Chorophilus* besonders hervor.

3) Recht interessant, ist die von PETER (1895 p. 570) gemachte Mittheilung, der bei einem erwachsenen Exemplare des gymnophionen *Chthonerpeton indistinctum* fand, dass der 1. Wirbel von zwei distinalen Kanälen für die „beiden Aeste“ des 1. Spinalnerven durchsetzt werde. Handelt es sich hier um Aeste oder um Wurzeln, und wenn letzteres, um zwei ventrale Wurzelfäden oder um eine ventrale und dorsale Wurzel? Sollte die letzterwähnte Annahme thatsächlich der Fall sein, so nähmen die Gymnophionen in dieser Hinsicht die tiefste Stelle unter den Amphibien ein, indem sie zeitlebens das wahre, was bei den Urodelen und Anuren nur im embryonalen Zustande persistirt.

Wirbel ist. Von IHERING konnte bei 14 mm langen Larven mit durchweg knorpeligem Skelet nirgends eine Trennung finden. Meine eigenen Untersuchungen an drei verschiedenen Stadien, deren jüngste (*A*) eine Rumpflänge von 8 mm und eine Schwanzlänge von 11 mm hatten, deren mittlere schwanzlose (*B*) 13,5 mm und deren älteste ebenfalls schwanzlose (*C*) 14,5 mm lang waren, zeigten gleichfalls<sup>1)</sup> nirgends eine Spur von einer durchgehenden Trennung in dem Bereiche des ersten Wirbels. Bei den jüngsten Stadien *A* war derselbe ganz einfach gebildet, sein relativ schmaler Bogen zog sich als einfache undurchbohrte Spange dorsalwärts, ein N. spinalis 1 verlief rostral vor ihm. Bei dem zweiten Stadium *B* zeigte der etwas verbreiterte Bogen im ventralen Bereiche den schrägen Nervenkanal für den N. spinalis 1; die denselben hinten (caudal) begrenzende Spange war stärker als die vordere (rostrale), dabei ganz einheitlich, während an der schmälere vorderen eine durch Karmin lebhaft roth gefärbte, bindegewebige Knorpelnaht sich deutlich präsentirte. Das älteste Stadium *C* endlich zeigte den knorpeligen Wirbel durchaus einheitlich, mit gleich breiter vorderer und hinterer Spange, die vordere aber ohne Naht. Die Vergleichung dieser drei Stadien gewährt die Überzeugung, dass hier (zwischen Stadium *A* und *B*) eine Umwachsung des ersten ursprünglich vor dem ersten Wirbel verlaufenden Nerven durch den 1. Wirbel stattfand, dass die so gebildete Incisur sich durch Naht schloss (Stadium *B*) und endlich vollkommen durch Knorpel ersetzt wurde (Stadium *C*). — Bei *Pipa* (Taf. VII Fig. 13, Taf. VIII Fig. 10, *1*) ist der N. spinalis 1 noch von leidlicher Dicke, bei *Dactylethra* (Taf. VIII Fig. 18, *1*) dagegen zu einem äusserst feinen Faden reducirt; letztere Gattung vermittelt damit den Übergang zu den des N. spinalis 1 entbehrenden opisthoglossen Anuren<sup>2)</sup>.

Das Verhalten der beiden ersten Spinalnerven bei den untersuchten Amphibien stellt sich danach:

- 1<sup>vd</sup>. 2<sup>vd</sup>. Embryonen der Amphibien<sup>3)</sup>.
- 1<sup>v</sup>. 2<sup>vd</sup>. Gymnophionen, Urodelen, aglosse Anuren (*Pipa*, *Dactylethra*).
- 2<sup>vd</sup>. Opisthoglosse Anuren.

Nach dem Austritt aus der Wirbelsäule verlaufen die ersten Spinalnerven in einer bei den Urodelen, Coecilien und aglossen Anuren nur wenig descendenten (latero-caudalwärts gehenden), bei den opisthoglossen Anuren aber fast rein transversalen (lateralwärts gehenden) Richtung nach aussen, wobei sie Zweige an die Rumpf-

1) Kann ich somit diesem Theil der VON IHERING'schen Untersuchung zustimmen, so ist dieses nicht der Fall hinsichtlich der ferneren Behauptung dieses Autors (1886 p. 301), dass bei *Pipa* gegenüber *Rana* der zweite Wirbel exkalirt sei, sonach die Nn. spinales 2, 3 etc. von *Pipa* den Nn. spinales 3, 4 etc. von *Rana* homolog seien. VON IHERING hat hier offenbar dem peripherischen Verhalten des Plexus cervico-brachialis zu grosse Bedeutung beigelegt. Letzterer adaptirt sich immer dem Verhalten der von ihm versorgten Endorgane, mögen diese nun rostral- oder caudalwärts verschoben sein, wie ich ausführlich (1875 und 1879) dargelegt habe. Seine Annahmen und Begriffe der Interkalation und Exkalation sind rein theoretische, durch keinen thatsächlichen Befund erweisbare.

2) Einmal fand ich auch bei *Rana mugiens* ein feines dem 1. Wirbel entstammendes nervenähnliches Fädchen, das aber bei mikroskopischer Untersuchung nicht sicher als Nerv erkannt werden konnte. Dieser Befund ist somit mindestens zweifelhaft.

3) Eventuell wäre hier auch der erwachsene *Chthonerpeton* anzureihen.

muskulatur und das System des *M. levator scapulae* (*serratus*) abgeben und verbinden sich schliesslich nach kürzerem oder längerem Verlaufe zu einem die vordere Extremität und die vor ihr gelegene hypobranchiale Muskulatur versorgenden Plexus cervico-brachialis resp. (bei den Gymnophionen) Pl. cervicalis. Hierbei bietet die speciellere Richtung der einzelnen Plexuswurzeln, von denen die vorderen (rostralen) und mittleren die descendente und transversale, die hinteren (caudalen) selbst die ascendente Richtung bevorzugen, mannigfache Variationen, bezüglich welcher ich auf die hier beigegebenen Figuren (Taf. VIII Fig. 9—12), namentlich aber auf meine früheren Abbildungen (1873 Taf. XIV, 1874 Taf. VII) verweise. Auch die Länge der Plexuswurzeln ist eine verschiedene; wie ich schon früher hervorgehoben, hat der Plexus der Urodelen im Ganzen längere, der der Anuren kürzere Wurzeln; ersterer ist somit ein später und weiter, letzterer ein früher und enger geschlossener.

Die Zahl der Wurzeln des Plexus cervico-brachialis<sup>1)</sup> ist bei den Urodelen die grössere, bei den Anuren zu Folge der hier ausgebildeten sekundären Verkürzung des Körpers und der Vorwärtswanderung der vorderen Extremität die geringere:

#### Urodelen.

- |                   |   |
|-------------------|---|
| 1. 2. 3. 4. 5.    | Mehrzahl der Urodelen (incl. <i>Necturus</i> ).                       |
| 1. 2. 3. 4. 5. 6. | <i>Cryptobranchus japonicus</i> (HUMPHRY, eigene Untersuchung)        |
| 2. 3. 4. 5.       | <i>Necturus</i> indiv. (FISCHER, eigene Untersuchung) <sup>2)</sup> . |

#### Anuren.

- |             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| 1. 2. 3.    | <i>Pipa</i> <sup>3)</sup> .        |
| 1. 2. 3. 4. | <i>Dactylethra</i> <sup>4)</sup> . |
| 2. 3.       | <i>Pipa</i> indiv. <sup>3)</sup> . |
| 2. 3. 4.    | Opisthoglosse Anuren.              |

Und ferner ist hinsichtlich der Betheiligung dieser Wurzeln an der Versorgung der hypobranchialen spinalen Muskulatur (Plexus cervicalis) und an der Innervation der vorderen Extremität (Plexus brachialis) das Folgende mitzutheilen:

1) Von dem Gebiete des Plexus brachialis schalte ich hier die Aeste für das Levator- und Serratus-System, die ich in meinen früheren Arbeiten (1873, 1874, 1875, 1879, 1888) als Nu. thoracici superiores resp. als dorsalen Nebenplexus bezeichnet habe, aus.

2) Der 1. Spinalnerv erschöpft sich in diesem Falle in der Versorgung der Rumpfmuskulatur und des *M. levator scapulae*, während er bei anderen Exemplaren von *Necturus* auch einen, allerdings in der Regel recht feinen anastomotischen Ast zu dem N. spinalis 2 abgibt (Taf. VIII Fig. 9).

3) Die Zusammensetzung des Plexus von *Pipa* aus den drei ersten Nerven (meine frühere Untersuchung 1874 Taf. VII Fig. 37) ist die gewöhnlichere; individuell (Taf. VIII Fig. 10 dieser Abhandlung) kommt aber auch zur Beobachtung, dass der erste spinale Nerv sich von dem gemeinsamen Plexus emancipirt hat und nur an die Rumpf- und Bauchmuskeln, sowie an den *M. levator scapulae* Aeste abgibt.

4) Der feine N. occipitalis 1 von *Dactylethra* (Taf. VIII Fig. 11) erschöpft sich in der Hauptsache in dem *M. levator scapulae* und giebt darum nur einen äusserst feinen Verbindungsfaden zum N. spinalis 2 ab.

Plexus cervicalis<sup>1)</sup>.

- |          |   |
|----------|---|
| 1. 2.    | Meiste Urodelen, <i>Pipa</i> , <i>Dactylethra</i> , Gymnophionen. |
| 1. 2. 3. | <i>Cryptobranchus</i> , <i>Necturus</i> .                         |
| 2.       | <i>Pipa</i> indiv., opisthoglosse Anuren.                         |
| 2. 3.    | <i>Necturus</i> indiv. <sup>2)</sup> .                            |

Plexus brachialis<sup>3)</sup>.

- |                |   |
|----------------|---|
| 1. 2. 3.       | <i>Pipa</i> .   |
| 2. 3.          | <i>Pipa</i> indiv.  |
| 2. 3. 4.       | <i>Dactylethra</i> , Mehrzahl der opisthoglossen Anuren.      |
| 3. 4.          | Einzelne opisthoglosse Anuren <sup>4)</sup> .                 |
| 2. 3. 4. 5.    | Urodelen (incl. <i>Necturus</i> und <i>Proteus</i> ).         |
| 3. 4. 5.       | <i>Necturus</i> indiv., <i>Proteus</i> indiv. <sup>5)</sup> . |
| 2. 3. 4. 5. 6. | <i>Cryptobranchus</i> .                                       |

Aus dieser Zusammenstellung folgt, dass meist ein Nerv, seltener (*Cryptobranchus*, *Pipa*) zwei Nerven sich gemeinschaftlich an der Bildung der beiden Plexus betheiligen; bei *Proteus* (indiv.) und einzelnen opisthoglossen Anuren, bei denen der Plexus (Ramus) cervicalis von 2, der Plexus brachialis von 3 + 4 + 5 (*Proteus*) resp. 3 + 4 (Anuren) gebildet wird, besteht eine vollkommene Scheidung beider Plexus, wie dieselbe als Regel bereits bei den Dipnoern zur Beobachtung kam. Aber auch den Amphibien (Mehrzahl aller untersuchten Thiere), wo der N. spinalis 2 eine Anastomose nach dem N. spinalis 3 zur Bildung des Plexus brachialis schickt, repräsentirt diese zumeist nur einen kleinen Theil des N. spinalis 2 und besteht oft nur aus wenigen Nervenfasern. Man kann also auch hier in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle von einer nahezu durchgeführten Scheidung der beiden Plexus sprechen.

Es liegt somit wie bei den Dipnoern auch bei der Mehrzahl der Amphi-

1) Bei *Desmognathus* giebt FISH (1895 p. 243) lediglich eine Betheiligung des ersten Spinalnerven an. Hier empfiehlt sich eine Nachuntersuchung.

2) Vergl. Anm. 2 auf p. 489.

3) Der Plexus brachialis der Urodelen endet mit dem 5. oder 6., derjenige der Anuren mit dem 3. oder 4. Spinalnerven. Es liegt auf der Hand (wie auch ADOLPHI 1893 das angeben), dass diese Differenz auf einer rostralwärts gegangenen Wanderung der vorderen Extremität bei den Anuren beruht. Unter diesen wieder zeigt *Pipa* den grössten Grad der Verschiebung nach vorn.

4) Von allen von mir untersuchten Anuren fand ich eine Beschränkung auf 3 und 4 nur individuell bei *Rana*, *Engystoma* und *Tomopterna*. Nach CUVIER, SCHIESS, WYMAN und OWEN soll dieses Verhalten die Regel bei den Anuren darstellen, womit ich aber nicht übereinstimmen kann, da ich bei der überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Thiere eine, allerdings oft äusserst feine, aber doch sicher erkennbare von 2 zu 3 gehende Anastomose auf finden konnte (vergl. auch 1874 Taf. VII Figg. 38, 39). Ungewöhnlich dick ist die Anastomose in dem von ADOLPHI 1893, auf Taf. XII Fig. 2 abgebildeten Falle von *Bufo variabilis*; hier verbindet sich der ganze 2. Nerv (ähnlich wie der 1. Nerv bei *Pipa*) mit dem 3. Spinalnerven.

5) *Amphiuma* mit seinem gewiss erheblich zurückgebildeten und wahrscheinlich aus recht wenigen Wurzeln bestehenden Plexus brachialis stand mir für die Untersuchung nicht zu Gebote.

bien, der Schwerpunkt in der relativ grossen oder absoluten Selbständigkeit des Plexus (Ramus) cervicalis und Plexus brachialis von einander, und damit stellen sich beide Abtheilungen den Fischen mit ihren in grösserer Ausdehnung gemeinschaftlichen Geflechten gegenüber. Nur *Pipa* (Taf. VIII Fig. 10) zeigt — jedoch nicht ganz unvermittelt, wie der von ADOLPHI abgebildete Fall von *Bufo* ergibt (cf. pag. 490 Anm. 4) — ein sehr abweichendes Verhalten, indem hier aus dem einheitlichen Plexus cervico-brachialis erst ganz peripher, d. h. erst von dem N. supracoracoideus (*R. spc.*) sich trennend, der Ramus cervicalis (*R. cv.*) sich ablöst. In diesem langen Verbundensein der beiden *Plexus* kommt ein Extrem zum Ausdruck, wie es in dieser einseitigen Ausbildung bei keinem untersuchten Fische sich wiederfindet.

Dass in diesem Verhalten von *Pipa* ein als durchaus sekundär zu beurthelnder Verband des Ramus cervicalis mit dem Plexus brachialis vorliegt, bedarf keiner besonderen Begründung. Was andererseits die Selbständigkeit der Wurzeln beider Plexus bei der Mehrzahl der Amphibien und der Dipnoer anlangt, so möchte man, mit dem Blick auf die Verhältnisse bei den Selachiern, geneigt sein, anzunehmen, dass der Plexus (Ramus) cervicalis sich hier erst sekundär aus einem ursprünglichen gemeinsamen Plexus cervico-brachialis zu grösserer Selbständigkeit herausgebildet habe, wobei die Verschmächigung der vorderen Extremität und die Rückbildung der Kiemenregion (Letzterer wenigstens bei den Amphibien) als kausale Momente in Anspruch genommen werden könnten.

Es ist hierbei indessen nicht ausser Acht zu lassen, dass die Flosse nicht nur der Rochen, sondern auch der Haie ihre breite Entwicklung und die damit Hand in Hand gehende Vermehrung der Wurzeln ihres Plexus ebenfalls erst einem weitgehenden sekundären und einseitigen Entwicklungsprocesse verdankt. Wie ich bereits oben (pag. 390, Anm. 1) ausgeführt, nehme ich als überzeugter Anhänger der GEGENBAUR'schen Gliedmaassentheorie an, dass sämtliche Extremitätenbildungen, von welcher Gestalt und Grösse auch, sich von einem ursprünglich ziemlich schmalen oder mässig breiten Archipterygium ableiten, das zuerst nur mit 1 bis 2, danach aber ganz allmählich unter Drehung seiner Achse mit einer successive zunehmenden Zahl spinaler Myomeren in Verband trat und dem entsprechend seine spinalen Plexuswurzeln vermehrte. Gerade bei den Selachiern ist diese Vermehrung zu Folge der hoch entwickelten Ruderfunktion der Selachierflosse zu einer excessiven Höhe gediehen und hat zu einer ausgebreiteten Gemeinsamkeit des Plexus cervicalis und brachialis geführt; bei der Mehrzahl der anderen Fische, namentlich aber bei den Dipnoern und den Vorfahren der Cheiropterygier (Amphibien und Amnioten) hat sie niemals einen derartigen Grad erreicht, sondern ist immer innerhalb bescheidenerer Grenzen geblieben, womit die Möglichkeit einer grösseren Selbständigkeit beider Plexus von vorn herein gegeben war. Damit sage ich aber nicht, dass alle schmäleren Formen der Extremitäten niemals früher eine grössere Breite gehabt haben; vielmehr ist den sekundären Reduktionsprocessen, die ja bei so zahlreichen Gattungen mit ausgesprochen rückgebildeten Extremitäten innerhalb aller Rückbildungsgrade

bis zum vollkommenen Schwunde sich darbieten, ein nicht geringer Spielraum zu gewähren.

Selbstverständlich darf man diese Verhältnisse — wie überhaupt Alles in der Welt — nicht nach der Schablone bemessen und beurtheilen und darf die verschiedenen Formen nicht grob einander gegenüber setzen. Vielmehr sind fast in jedem einzelnen Falle die Indicien gegeben, dass hier ein grosser Wechsel in den phylogenetischen Entwicklungsgängen der Extremitäten (Verbreiterungen, die dann wieder von Rückbildungen, Verschmälerungen gefolgt wurden, und umgekehrt) sich abgespielt hat, und dem entsprechend sind die Konsequenzen für das gegenseitige Verhalten der beiden Plexus zu ziehen. Weiter auf diese Verhältnisse einzugehen, ist hier nicht der Ort. Einiges darüber habe ich bei früheren Gelegenheiten (1879 und 1888) mitgetheilt; auch denke ich noch auf diese Fragen zurückzukommen. —

Auf dem Wege zu seinem Endgebiete bildet der Plexus (Ramus) cervicalis der Urodelen und Gymnophionen wie bei den Dipnoern einen die hintere Kiemengrenze umkreisenden Bogen, wobei er zuerst in descendenter Richtung nach unten, aussen und hinten (ventro-latero-caudalwärts), dann aber in der Richtung nach vorn und unten und schliesslich nach vorn (ventro-rostralwärts und schliesslich rostralwärts) zu den von ihm versorgten Homologen der hypobranchialen spinalen Muskulatur (Sterno-coraco-hyoideus, Genio-hyoideus, Hyo-glossus, Genio-glossus) tritt, sie mit zahlreichen, z. Th. auch caudalwärts strebenden Zweigen versorgend; früher abgegebene Seitenzweige verästeln sich zuvor in den entsprechenden Myomeren der Rumpfmuskulatur und dem System des Levator scapulae. In der Regel bildet der cervikale Nerv während dieses Verlaufes einen einfachen Stamm; bei *Necturus* (Taf. VIII. Fig. 9) vertreten ihn zwei Stämme, ein vorderer selbständiger, der aus dem ersten und zweiten Spinalnerven abstammt, und ein hinterer, vom dritten Spinalnerven kommender, der sich aus dem Plexus brachialis abzweigt. Bei der Mehrzahl der Anuren ist zu Folge der weiter vorgeschrittenen Rückbildung des Kiemenapparates der denselben hinten umkreisende Bogen weniger ausgesprochen; der in der Regel vom N. spinalis 2 gebildete Nerv verläuft hier zunächst in einer mehr transversalen Richtung ventro-lateralwärts, wobei er gleichfalls zuerst an die entsprechende Rumpfmuskulatur und die Levatores scapulae Nerven abgibt, und theilt sich dann (nach oder ohne Abgabe von kleineren Seitenzweigen für Theile der hypobranchialen Muskulatur) in einen hinteren und vorderen Ast, welche für die hintere und vordere Region der ventralen Längsmuskulatur bestimmt sind. Bei *Pipa* (Taf. VIII Fig. 10) ist, wie schon z. Th. erwähnt, der Nerv (*R. cv.*) dem Plexus brachialis so innig angeschlossen, dass er erst von dem vorderen Aste des N. supra-coracoideus (*R. spc.*), nach dessen Durchtritte durch den Brustgürtel, sich abzweigt und jenseits des Procoracoideus (*Pc.*), d. h. an dessen Aussenfläche verlaufend, zu der von ihm versorgten und auch hier sehr eigenthümlich entwickelten hypobranchialen Muskulatur tritt.

Während seines Verlaufes steht der R. cervicalis zu den von ihm gekreuzten Aesten des Vagus und Sympathicus z. Th. in einem recht intimen Zusammenhange,

der bei flüchtiger Untersuchung dazu verleiten kann, selbst grössere Aeste des Vagus, wie z. B. den R. lateralis inferior n. vagi als Theile des Cervicalis aufzufassen. Bei Beobachtung der nöthigen Sorgfalt gelingt es aber stets, beide Nervengebiete vollkommen zu sondern.

Epibranchiale spinale Muskeln und Nerven fehlen den Amphibien gerade so, wie den Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und auch den Amnioten.<sup>1)</sup>

Zur Charakterisirung der hypobranchialen spinalen Muskulatur (ventralen Längsmuskulatur) der Amphibien möge Folgendes dienen.

Bei den Urodelen, wo ich hinsichtlich des Genaueren namentlich auf FISCHER (1864) und MAURER (1893), sowie die oben citirten Specialarbeiten verweise, bildet im Gegensatze von den Selachiern die hypobranchiale spinale Muskulatur die direkte, nur partiell durch Sternum und Schultergürtel unterbrochene Fortsetzung des Rectus-Systemes des Rumpfes. Die Unterbrechungen beziehen sich auf die oberflächliche Lage (Rectus superficialis MAURER), während die tiefere (Rectus profundus MAURER) ununterbrochen vom Becken bis zum Visceralskelet zieht. Das Rectus-System ist namentlich in der tiefen Lage nur unvollkommen von dem Obliquus-System gesondert; die lateralen Züge der homobranchialen Muskulatur enthalten somit auch den Obliqui des Rumpfes homodynamen Fasern. Der vom Bereiche des Brustbeines und Schultergürtels bis zum Zungenbein gehende Muskel wird gemeinhin als M. sterno-hyoideus, der vom Zungenbein nach dem Unterkiefer sich erstreckende Theil als M. genio-hyoideus determinirt. Der M. sterno-hyoideus besteht somit aus zwei mehr oder minder deutlich gesonderten Lagen (M. sterno-hyoideus superficialis und profundus), von denen die tiefere direkt resp. nur durch Inscriptio tendinea gesondert aus dem Rectus profundus sich fortsetzt, die oberflächliche theils vom Rectus superficialis, theils, in wechselnder Weise, vom Sternum oder vom Procorakoid oder von der Scapula ausgeht<sup>2)</sup>. Man kann demnach, wenn man auf die einzelnen Ursprünge besonderen Werth legt, auch von einem besonderen Thoracico-hyoideus, Coracohyoideus und Omo-hyoideus sprechen<sup>3)</sup>. Die vordere Insertion des Muskels findet in der Hauptmasse am Hyoid statt; tiefere und laterale Partien enden aber auch an dem Copulare des 1. Kiemenbogens, sowie, durch die Zacken des sogenannten Hyo-pharyngeus in einzelne Bündel gesondert, an der caudal daneben befindlichen ventralen Pharynxwand (Sterno-pharyngeus FISCHER); auch die Stimmlade

1) Der über die ganze Länge der Wirbelsäule erstreckte M. subvertebralis der Urodelen erinnert in seinem vorderen Theil sehr oberflächlich an den M. subspinalis a der Notidaniden, ist aber, wie MAURER (1892 p. 101, 147) nachgewiesen hat, ein sekundär von der primären Rumpfmuskulatur abgespaltener Muskel. Er ist somit nur ein ganz inkomplettes Analogon, aber kein Homologon des Muskels der Notidaniden.

2) Hinsichtlich aller dieser, im Speciellen sehr wechselnden Verhältnisse vergl. FISCHER (1864). Der skapulare Ursprung findet sich bei *Menopoma* und *Cryptobranchus*.

3) Die Fortsetzung des Rectus wird von DAVISON als Thoracico-hyoideus bezeichnet; sie besitzt mehrere Inscriptiones tendineae.

kann als Insertionspunkt in Frage kommen. Man wird den am Hyoid endenden Theil dem Coraco-hyoideus der Selachier, die am Copulare 1 und an der darauffolgenden Pharynxregion (also der Gegend, wo bei diesen die folgenden Kiemen-Copularia sich finden) den Coraco-branchiales der Selachier vergleichen können, wobei die durch den Hyo-pharyngeus (der dem Constrictor superficialis ventralis der Selachier homolog ist) gegebene Sonderung ein weiteres Moment für die speciellere Vergleichung bildet. Der sogenannte Sterno-hyoideus der Urodelen ist somit ein sehr zusammengesetzter Muskel; zu Folge der Rückbildung des Kiemenapparates tritt aber der hyoidale Antheil desselben in den Vordergrund. — An den Sterno-hyoideus schliesst sich nach vorn der M. genio-hyoideus an; er kann die direkte, nur durch Inscriptio tendinea getrennte Fortsetzung des ersteren bilden (*Amphiuma*), er kann partiell durch den zweiten resp. zweiten und dritten Kiemenbogen von diesem Muskel gesondert sein (*Menopoma*, *Cryptobranchus*), endlich kann er mehr oder minder komplet durch das Hyoid von dem Sterno-hyoideus getrennt sein (Mehrzahl der Urodelen)<sup>1)</sup>. Unschwer ist in dem Genio-hyoideus der Urodelen das Homologon des Coraco-mandibularis der Selachier, der schon bei diesen in seinem Verhalten zum hinteren Hauptstocke der gemeinsamen Coraco-arcuales recht wechselnde Verhältnisse darbietet (*cf.* p. 425 f.), wieder zu finden. — Endlich zeigen die Urodelen die Anfänge der Mm. genio-glossus und hyo-glossus in Gestalt von Aberrationen der Innentheile der Mm. genio-hyoideus und sterno-hyoideus an die zwischen Hyoid und Mandibula befindliche Mundschleimhaut. Bei Perennibranchiaten und Derotremen kann man von einer entwickelten Zunge und einer ausgebildeten Zungenmuskulatur noch nicht sprechen, bei Larven von *Salamandra* und *Triton* ist, wie GEGENBAUR in seiner bedeutungsvollen Abhandlung über die Phylogense der Zunge (1894 p. 4 ff.) ausführlich dargelegt hat, hier ein ungemein reicher Drüsenapparat entwickelt, der die Zunge bereits als Wulst hervortreten lässt, und an diesen Drüsenapparat schliesst sich während der Metamorphose ein tieferes Eindringen der vom Sterno-hyoideus und Genio-hyoideus aberrirenden Muskelfasern an, die nach und nach zu einer vollkommenen Muskularisierung der Zunge, zu der Ausbildung einer eigentlichen Zungenmuskulatur führt. GEGENBAUR erblickt in der vorausgehenden Glandularisierung der Zunge geradezu das kausale Moment für die Muskularisierung derselben.

Alle anderen, von diesem oder jenem Autor hierher gerechneten Muskelbildungen, namentlich die querverlaufenden wie z. B. der M. transversus maxillae inferioris (mylo-hyoideus), haben nichts mit der hypobranchialen spinalen Muskulatur zu thun und werden von ächten Kopfnerven (Trigeminus und Facialis) versorgt; anders lautende Innervationsangaben sind irrthümlich<sup>2)</sup>.

Die hypobranchiale spinale Muskulatur der Gymnophionen knüpft, wie

1) Vergl. Anm. 2 auf der vorhergehenden Seite.

2) Auch der M. kerato-hyoideus internus gehört hierher; er wird trotz seines longitudinalen, an die hypobranchiale spinale Muskulatur sehr erinnernden Verlaufes von dem N. glossopharyngeus innervirt. Ich erwähne ihn hier auch, um auf die grosse Uebereinstimmung hinzuweisen, welche hinsichtlich seiner zwischen Dipnoern und Urodelen existirt.

FISCHER (1864) und WIEDERSHEIM (1879) gezeigt haben, am meisten an diejenige von *Amphiuma* an. Auch hier lässt sich eine oberflächliche und tiefe Schichte, eine in der Hauptsache direkte resp. durch Inscriptio vermittelte Fortsetzung des Rumpf-Rectus in den Sterno-hyoideus (Thoracico-hyoideus WIEDERSHEIM) und den Genio-hyoideus erkennen. Die tieferen Partien inseriren an den Kiemenbogen (Homologe der Coraco-branchiales der Selachier) und erleiden auch sonstige Unterbrechungen, wozu indessen der M. cerato-hyoideus zwischen 1. Kiemenbogen und Hyoid nicht zu rechnen ist.

Die Verhältnisse bei den (opisthoglossen) Anuren sind leicht von denen bei den Urodelen ableitbar. Der Rectus bietet in seinem Rumpftheile, wie MAURER (1894 p. 245) gegen KÄSTNER (1893 p. 285) ausführt, insofern ein einfacheres Verhalten als bei den Urodelen dar, als seine beiden Lagen nicht wie bei diesen geschieden sind, sondern zusammenhängend einen einheitlichen Muskel bilden. Dagegen zeigt der Halstheil des Rectus-Systems eine weiter vorgeschrittene Differenzierung, indem an Stelle des bei den Urodelen einheitlichen Sterno-hyoideus (Sterno-coraco-omo-hyoideus) zwei getrennte Muskeln, ein M. sterno-hyoideus (Thoracico-sterno-coraco-hyoideus), der theils die Fortsetzung des Rumpfes bildet, theils vom Sternum und Korakoid entspringt, und ein M. omo-hyoideus, der von der Scapula ausgeht, zur Ausbildung gekommen sind; für den Omo-hyoideus dient die bei *Melopoma* und *Cryptobranchus* von der Scapula entspringende Partie des gemeinsamen Muskels als Ausgangspunkt. Die Insertion des genannten Muskels erfolgt vorwiegend an dem Zungenbein-Körper und den sog. hinteren Hörnern, also an Theilen, welche der Copula hyoidea und den Copularia der Kiemenbogen entsprechen; die Muskeln sind somit Homologa des Coraco-hyoideus und der Coraco-branchiales der Selachier. — Vorn schliesst sich an den Sterno-hyoideus der M. genio-hyoideus an, immer gut von ihm getrennt und von dem Hyoid und zwar meist mit zwei getrennten Zipfeln (vom Körper und den sogenannten hinteren Hörnern) entspringend. — Die Mm. hyo-glossus und genio-glossus zeigen eine höhere Ausbildung als bei den Urodelen und bilden unter mannigfacher Durchkreuzung und Verfilzung ihrer Bündel die gut entwickelte fleischige Zunge der Opisthoglossi; der Hyo-glossus hat seinen Ursprung auf die hinteren Hörner des Zungenbeins verlegt. — Hinsichtlich der specielleren Verhältnisse verweise ich namentlich auf FISCHER (1843), WYMAN (1853), SCHIESS (1857), ECKER (1864) und WIEDERSHEIM (1882).

Sehr interessante und weitgehende Umbildungen zeigt die hypobranchiale spinale Muskulatur bei den aglossen Anuren, namentlich bei *Pipa*. Ueber die Anheftungen der Mm. sterno-hyoideus (profundus) und genio-hyoideus am Zungenbein (Theil der Stimmlade), sowie über die angesichts des Mangels einer ausgebildeten Zunge lediglich in die Mundschleimhaut ausstrahlenden Mm. hyo-glossus und genio-glossus hat bereits HENLE (1839 p. 24, 25) ausführliche Mittheilungen gemacht; hinsichtlich des M. mylo-pectori-humeralis, der eine eigenartige Weiterdifferenzierung eines Homologons des Coraco-mandibularis der Selachier repräsentirt, verweise ich auf meine frühere diesbezügliche Beschreibung (1874 p. 198—200).

### E. Sauropsiden.

Taf. VII Figg. 15—19, Taf. VIII Figg. 13—15.

Ueber die hier in Frage kommenden Nerven der Reptilien und Vögel existiren zahlreiche Arbeiten, welche die thatsächlichen Verhältnisse mehr oder minder genau wiedergeben, für die Anknüpfung an die tieferen Vertebraten aber wenig leisten; nur die kurzen Bemerkungen von GEGENBAUR (1871), McMURRICH (1885), SAGEMEHL (1885 resp. 1891), VAN WIJHE (1886), sowie die ontogenetischen Untersuchungen von FRORIEP (1883), VAN WIJHE (1883 resp. 1886, 1889) BÉRANECK (1887), VAN BEMMELEN (1889), CHIARUGI (1889) und HOFFMANN (1890) sind hierfür brauchbar.

Die weite Kluft, welche die Sauropsiden von den Anamniern trennt, erklärt zur Genüge diesen Mangel. Andererseits ist zu Folge der näheren Beziehungen zu den Säugethieren der Anschluss an diese fast allenthalben berücksichtigt: die betreffenden spino-occipitalen Nerven sind demzufolge von den Autoren meist als N. hypoglossus bezeichnet und beschrieben.

Eine ausführliche und genaue Wiedergabe der einschlägigen Litteratur ist nicht angezeigt, da die vielen existirenden Arbeiten, wie schon erwähnt, für die eigentliche Erkenntniss der spino-occipitalen Nerven zumeist nicht in Betracht kommen. Darum sei nur das Hauptsächlichere hervorgehoben.

Ueber die Reptilien handeln theils in mehr oder minder genauen Beschreibungen, theils in kürzeren, aber erwähnenswerthen Bemerkungen BOJANUS (1819—21: *Emys*), BISCHOFF (1832: einige Saurier; *Crotalus*; *Crocodylus*), SWAN (1835: *Boa*; *Chelone*), CUVIER-DUMÉRIEL (1836: *Emys*, Saurier und Ophidier), HENLE (1839: verschiedene Reptilien), VOGT (1839: *Python*; 1840: *Lacerta*, *Varanus*, *Amphisbaena*; *Chelone*; *Jacare* (*Champsia*), *Crocodylus*), JOH. MÜLLER (1840: *Python*, *Crotalus*), BENDZ (1843: *Lacerta*, *Chamaeleo*, *Amphisbaena*; *Tropidonotus*; *Chelone*; *Alligator*), FISCHER (1852: zahlreiche Saurier; *Crocodylus*, *Alligator*), STANNIUS (1856: Reptilien), OWEN (1866: Reptilien, namentlich Chelonier), FÜRBRINGER (1870: mehrere Saurier, namentlich Scincoiden und Zonuriden; 1874: *Trionyx*, *Chelone*, *Emys*; 1876: *Platydictylus*, *Trachysaurus*, *Seps*, *Salvator*, *Phrynosoma*, *Iguana*, *Varanus*, *Amphisbaena*, *Chamaeleo*; *Alligator*, *Crocodylus*), GEGENBAUR (1871: Reptilien; 1875: Saurier), VON IHERING (1878: zahlreiche Saurier, Ophidier, Chelonier und Krokodilier), SCHNEIDER (1879: Schlundring der Reptilien), MAYSER (1882: allgemeine Bemerkung), WIEDERSHEIM (1883, 1888: Reptilien, insbesondere Chelonier), VAN WIJHE (1883 resp. 1886: Entwicklung von *Lacerta*), BÉRANECK (1884: *Lacerta*), McMURRICH (1885: Reptilien), SAGEMEHL (1885 resp. 1891: allgemeine Bemerkung), CARLSSON (1886: Saurier und Ophidier), VAN BEMMELEN (1888: *Hatteria*; *Iguana*; *Tropidonotus*, *Coronella*; *Testudo*, *Emys*, *Chelone*; *Crocodylus*; 1889: Entwicklung von *Lacerta*), STADERINI (1889), HOFFMANN (1890: Saurier, Ophidier, Chelonier und Krokodile, mit ontogenetischen Ausführungen), HUMPHREY (1894: *Chelydra*, *Chelone*, *Chrysemys*), BAUR (1895: Proatlas der Reptilien). —

Bezüglich der Vögel verweise ich auf TIEDEMANN (1810)<sup>1)</sup>, A. MECKEL (1816: *Anser*), BISCHOFF (1832: *Anser*, *Ciconia*, *Psittacus*), SWAN (1835: *Pelecanus*, *Anser*, *Cygnus*, *Ardea*), CUVIER-DUMÉRIL (1836), HENLE (1839), BAMBERG (1842), STANNIUS (1846), CLAUDE BERNARD (1851: *Gallus*), BONSDORFF (1851 resp. 1852: *Grus*, *Corvus*), WYMAN (1864: *Struthio*, *Anser*), STIEDA (1868), GEGENBAUR (1871), VON IHERING (1878: mehrere Vögel), FÜRBRINGER (1879, 1880: zahlreiche Vögel), FRORIEP (1883: Entwicklung von *Gallus*), GADOW (1883, 1891), VAN WIJHE (1883 resp. 1886: Entwicklung von *Larus* und *Gallus*), BÉRANECK (1887: Entwicklung von *Gallus*), KOCH (1888: *Anas*, *Columba*), CHIARUGI (1889: Entwicklung von *Gallus* und *Cypselus*), STADERINI (1889: *Gallus* und *Meleagris*), SHUFELDT (1890: *Corvus*, mit Anmerkungen über andere Vögel), TURNER (1891: *Anser*, *Botaurus*, *Ardea*, *Butorides*, *Bubo*), BRANDIS (1893: zahlreiche Vögel).

Allgemein werden die ventral von dem Vago-accessorius von der Medulla abgehenden und den Occipitaltheil des Schädels durchsetzenden Wurzelfäden dem N. hypoglossus zugeschrieben.

Ueber ihren centralen Ursprung handeln bei Vögeln STIEDA (1868), KOCH (1888), TURNER (1895) und namentlich BRANDIS (1893). Die dem Hypoglossus Ursprung gebenden Zellen liegen ventral neben dem Accessorius-Kern und sind von ihm deutlich getrennt (TURNER p. 275). KOCH und BRANDIS unterscheiden zwei motorische Kerne, einen mehr ventral und einen mehr dorsal gelegenen, die bei den einzelnen Gattungen in sehr verschiedener Weise entwickelt sind (*Larus*, *Anser* und die Hühner haben nur einen ventralen Kern; daneben findet sich der dorsale sehr schwach ausgebildet bei *Phoenicopterus*, *Fulica*, *Syrnium*, mässig entfaltet bei zahlreichen Vögeln, kräftig entwickelt und den ventralen selbst an Volumen übertreffend bei *Psittacus* und *Corvus*; bezüglich des Details sei auf BRANDIS verwiesen).

Der Abgang von der Medulla erfolgt ventral resp. ventro-caudal vom Vagus, erstreckt sich aber in der Regel nicht so weit caudalwärts wie der Ursprung des Accessorius Willisii, der bei allen untersuchten Sauriern, Cheloniern, Krokodiliern und Vögeln bis in das Gebiet des ersten, zweiten und selbst dritten Spinalnerven hinabreicht (cf. BISCHOFF, BENDZ, VAN BEMMELEN, TURNER und HUMPHREY; die Vögel und Chelonier zeigen zumeist, aber nicht ohne Ausnahmen, den am tiefsten, die Krokodilier den am wenigsten tief hinabreichenden Ursprung dieses Nerven; bei den Sauriern finden sich wechselnde, in der Hauptsache aber mittlere Verhältnisse).

Die Zahl der Wurzeln des „Hypoglossus“ der erwachsenen Thiere wird wechselnd, zu 1—3, angegeben. Bei den Sauriern finden sich nach FISCHER (1852) drei bei *Platydictylus*, zwei bei der Mehrzahl (7 Species) der untersuchten Thiere (incl. *Salvator nigropunctatus*), eine bei *Salvator Merianae* und *Chamaeleo*; CUVIER-DUMÉRIL (1836) giebt zwei Wurzeln für *Lacerta* an; BENDZ (1843) findet bei *Lacerta* und *Amphisbaena* zwei, VAN WIJHE (1883 resp. 1886), VAN BEMMELEN (1889) und HOFFMANN (1890) bei *Lacerta* drei Wurzeln<sup>2)</sup>. Bei den Ophidiern beschreiben die Autoren 1—2 Wurzeln; 1 wird angegeben von JOH. MÜLLER (1810) bei *Crotalus*, von STANNIUS (1856) überhaupt bei Schlangen; 2 finden sich nach CUVIER-DUMÉRIL (1836) bei Ophidiern, nach JOH. MÜLLER (1840) bei *Python*, nach BENDZ (1843) bei *Tropidonotus*, nach VAN BEMMELEN (1888)

1) Wo keine speciellen Gattungen genannt sind, handelt es sich zumeist um allgemeinere Darstellungen der betreffenden Klasse resp. Subklasse.

2) BÉRANECK (1884 p. 76) giebt an, dass der Hypoglossus von *Lacerta* die zwei ersten Spinalnerven repräsentirt.

bei *Tropidonotus* und *Coronella*. Bei den Cheloniern beschreiben die darüber handelnden Autoren (CUVIER-DUMÉRIL 1836, BENDZ 1843, OWEN 1866, HOFFMANN 1890, HUMPHREY 1894) als Regel zwei gesonderte Wurzeln, doch wurden auch von HUMPHREY bei *Chelydra*, *Chelonia* und *Chrysemys* individuell drei gefunden. STANNIUS (1856) giebt 1—2 Wurzeln an. Den Krokodiliern kommen nach den Beschreibungen und Abbildungen von BENDZ (1843) und FISCHER (1852) zwei Hypoglossus-Wurzeln zu. Bei den Vögeln werden von STANNIUS (1856), BÉRANECK (1887), STADERINI (1889) und GADOW (1891) zwei Wurzeln angeführt; GEGENBAUR (1871 p. 531) erwähnt mehrfach diskret austretende Wurzeln.

Bei allen Sauropsiden sind es nur ventrale Wurzeln, welche von den meisten Autoren (am frühesten von STIEDA 1868 p. 29) den ventralen Wurzeln der Spinalnerven verglichen werden. Stets nimmt die Stärke dieser Wurzeln nach hinten zu.

Die Entwicklung dieser Nervenwurzeln ist von FRORIEP (1883), VAN WIJHE (1883 resp. 1886), BÉRANECK (1887), CHIARUGI (1889), VAN BEMMELEN (1889) und HOFFMANN (1890) untersucht worden; die vollständigsten und auf die jüngsten Embryonen zurückreichenden Angaben verdanken wir VAN WIJHE, CHIARUGI, VAN BEMMELEN und HOFFMANN. Diese Untersuchungen bestätigen vollkommen die Zusammensetzung des „Hypoglossus“ aus einer Summe von ventralen Wurzeln, welche den ventralen Wurzeln der Spinalnerven homodynam sind und ganz successive in dieselben übergehen. Die einzelnen Komponenten werden dem entsprechend auch als occipitale oder als präcervikale Nerven bezeichnet. Ob hierbei der ihnen als Durchtritt dienende Occipitaltheil des Schädels in der Form von ursprünglich diskreten und erst später verschmelzenden Wirbeln oder gleich als Continuum sich anlegt, erhellt nicht mit gleicher Deutlichkeit aus den verschiedenen Angaben; beides scheint vertreten zu werden; separat auftretende, aber bald verschmelzende Knorpelkerne zwischen den einzelnen Nervengebieten dürften erwiesen sein. Die Anlage separater Myomeren (Myotome, Somiten), welche denen des Rumpfes entsprechen, wurde übereinstimmend sicher gestellt. Aus diesen ontogenetischen Untersuchungen geht aber zugleich hervor, dass ausser den bei dem erwachsenen Thiere erhalten bleibenden 2—3 Wurzeln resp. spino-occipitalen Nerven, und zwar rostral vor ihnen, noch ein resp. zwei weitere zur Anlage kommen, im Laufe der Entwicklung aber wieder verschwinden. Bezeichne ich die bleibenden spino-occipitalen Nerven mit  $a$ ,  $b$  und  $c$  resp. mit  $b$  und  $c$ , die vor ihnen liegenden vergänglichen aber mit  $x$ ,  $y$ ,  $z$ <sup>1)</sup>, so ergeben die Untersuchungen bei *Lacerta* nach HOFFMANN noch die Anlage von  $z$ , nach CHIARUGI von  $y$  und  $z$  und nach VAN BEMMELEN vielleicht selbst von  $x$ ,  $y$  und  $z$ <sup>2)</sup>. Bei Embryonen von *Tropidonotus* findet CHIARUGI  $z$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , bei Embryonen von *Cypselus* und *Gallus*  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , wovon aber  $a$  von vornherein sehr rudimentär angelegt ist; FRORIEP und BÉRANECK konnten bei Vogelembryonen nur  $b$  und  $c$  nachweisen, VAN WIJHE fand  $a$ ,  $b$  und  $c$ . — Auch die Myomeren legen sich in grösserer Anzahl an und vermindern sich durch Rückbildung der vorderen. HOFFMANN fand bei *Lacerta* fünf spino-occipitale Myotome (deren vorderstes aber sehr rudimentär und nervenlos war), CHIARUGI und VAN BEMMELEN nur vier; *Tropidonotus* zeigte nach CHIARUGI 4; bei Vogelembryonen wurden übereinstimmend von FRORIEP, VAN WIJHE, BÉRANECK und CHIARUGI vier beobachtet, von denen der erste (CHIARUGI) oder die beiden ersten (FRORIEP und BÉRANECK) nervenlos waren. — Die Diskrepanz in der korrelativen Existenz von Nervenwurzeln und Myomeren, wie sie hier bei *Lacerta* gegenüber den Vögeln gefunden wurde, fordert zu ferneren

1) In diesen Bezeichnungen der spino-occipitalen Nerven ist zugleich die Deutung von  $a$ ,  $b$ ,  $c$  als occipito-spinale, von  $x$ ,  $y$ ,  $z$  als occipitale Nerven enthalten. Weiter unten wird über diese Deutung zu diskutieren sein.

2) Diese beiden anderen Occipitalnerven ( $x$  und  $y$  nach meiner Bezeichnung) legen sich aber nach VAN BEMMELEN von vorn herein rudimentär sowie ohne Myomeren an und scheinen sich sehr bald zurückzubilden; auch liegen sie einander und  $z$  benachbart, so dass man eventuell auch an Wurzelfäden einer einzigen Wurzel denken könnte. Jedenfalls bieten sie in ihrer ganzen Anlage und Anordnung soviel Besonderes und Abweichendes von den sonstigen Eigenschaften der spino-occipitalen Nerven dar, dass weitere Untersuchungen sehr erwünscht erscheinen.

Untersuchungen auf. — Auch Rudimente zugehöriger dorsaler Wurzeln und dorsaler Ganglien wurden von den Autoren gesehen; bei Embryonen von *Lacerta* fand CHIARUGI drei (*a*, *b*, *c*), VAN BEMMELEN 2—3 und HOFFMANN ein (*c*); bei Embryonen von *Gallus* wurden dieselben bald vermisst (FRORIEP), bald in der Einzahl (BÉRANECK) oder Dreizahl (CHIARUGI) gefunden; doch wird die Existenz des von BÉRANECK beschriebenen dorsalen Ganglion von CHIARUGI abgeleugnet, der nur Wurzelrudimente hier fand. Ueber die weiteren Schicksale dieser dorsalen Anlagen differiren die Angaben erheblich. Nach VAN BEMMELEN und HOFFMANN schwinden sie während der Embryonalzeit, nach VAN WIJHE und CHIARUGI verbinden sie sich zur Bildung des N. vagus resp. N. accessorius vagi, der somit nach CHIARUGI intimere Beziehungen zu dem N. hypoglossus aufweist<sup>1)</sup>; FRORIEP und HOFFMANN stellen dagegen beide Nerven genetisch scharf einander gegenüber, VAN BEMMELEN (1889 p. 250) vertritt eine mehr vermittelnde Richtung. Ich stehe hierbei auf dem Standpunkte FRORIEP's.

Auf Grund ihrer Beobachtungen an ausgebildeten Sauropsiden homologisiren McMURRICH (1885 p. 149) und SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 535) den »Hypoglossus« mit den zwei ersten Spinalnerven der Selachier und Urodelen; MAYSER (1882) dagegen vergleicht ihn dem vorderen Abschnitte des ersten Spinalnerven der Teleostier. Die folgende Darstellung wird zeigen, dass die beiden erstgenannten Autoren der Wahrheit nahe kamen, während die Vergleichung MAYSER's in keiner Weise haltbar ist.

Der Durchtritt der einzelnen Wurzeln des „Hypoglossus“ erfolgt nach den Angaben der Autoren durch separate Oeffnungen, welche ventral vom Vagusloch sich im Occipitale befinden; nur WIEDERSHEIM (1883, 1888) erwähnt für *Emys* einen gemeinsamen Austritt mit dem Vagus.

Während oder nach dem Austritt aus dem Schädel vereinigen sich die Hypoglossus-Wurzeln unter einander zu dem gemeinsamen Hypoglossus-Stamme, der zugleich in den meisten Fällen auch mit dem ersten oder den beiden ersten Cervikalnerven resp. mit Zweigen derselben sich verbindet und mit ihnen einen einheitlichen Stamm bildet, der sich nach Art des Plexus s. Ramus cervicalis der tieferen Vertebraten verzweigt. Einzelne Autoren (CHIARUGI, VAN BEMMELEN) bezeichnen diese Vereinigung occipitaler und spinaler Nerven als N. hypoglossus. Die Antheilnahme dieser ersten spinalen Nerven (die bei den erwachsenen Thieren meistens auch nur von ventralen Wurzeln gebildet werden) zeigt nach den Angaben der Untersucher einen erheblichen Wechsel. Der Mangel jedes Verbandes zwischen occipitalen und spinalen Nerven kennzeichnet nach VOGT (1890) *Jacare*, nach FISCHER (1852) *Crocodilus* und *Alligator*; ein Verband mit dem 1. Spinalnerven allein findet sich nach BISCHOFF (1832) bei *Amphisbaena* und *Crotalus*, nach VOGT (1839, 1840) bei *Lacerta*, *Amphisbaena* und *Python*, nach BENDZ (1843) bei *Chelone*, nach BONDORFF (1851) bei *Grus* und *Corvus*, nach FISCHER (1852, bei *Platydictylus*, *Euprepes*, *Lacerta*, *Salvator*, *Zonurus*, *Agama*, *Chamaeleo*, nach VAN BEMMELEN (1889) bei *Lacerta*<sup>2)</sup>, nach CHIARUGI (1889) bei *Lacerta*, *Tropidonotus*, *Gallus*, *Cypselus*, nach GADOW (1881) bei Vögeln (ohne nähere Angabe); eine Verbindung mit den beiden ersten Spinalnerven wurde beobachtet von VOGT (1840) bei *Varanus*, *Chelone*, *Crocodilus*, von FISCHER (1852) bei *Iguana*, *Varanus*, von VAN BEMMELEN (1888, 1887) bei *Lacerta*<sup>1)</sup>, *Iguana*, von GADOW (1881) bei Vögeln (ohne nähere Angabe).

Weitere Anastomosirungen des N. hypoglossus mit Gehirnnerven (Aeste des Trigemini, Glossopharyngeus und namentlich Vagus) und mit dem Sympathicus werden von zahlreichen Autoren (SWAN 1835, VOGT 1839, 1840, JOH. MÜLLER 1840, STANNIUS 1846, 1856, BONDORFF 1851, FISCHER 1852, GEGENBAUR 1871, VAN BEMMELEN 1888, HOFFMANN 1890) angegeben; bezüglich des Näheren sei auf diese Veröffentlichungen selbst hingewiesen.

1) Auch BÉRANECK (1884 p. 76) scheint den Accessorius Willisii mit dem Hypoglossus zusammenzuwerfen; wenigstens giebt er an, dass beide Nerven nicht kraniale, sondern spinale Nerven repräsentiren.

2) VAN BEMMELEN konstatarie während der Entwicklung die successive Anastomosirung zuerst mit dem 1. Spinalnerven, dem sich danach der 2. Spinalnerv zugesellte.

Zu dem Plexus brachialis bestehen nur ausnahmsweise noch Beziehungen; derselbe wird von mehr caudalwärts gelegenen Nerven gebildet und beginnt bei den Reptilien in der Regel mit dem 3.—7., bei Vögeln erst mit dem 10.—22. Spinalnerven; nur für *Amphisbaena* (CARLSSON 1886), sowie *Enygrus* und *Coronella* (IHERING 1878, CARLSSON 1886) wird ein Beginn des rudimentären Plexus brachialis mit dem 2. Spinalnerven, der hiermit an dem Plexus brachialis und cervicalis Theil nehmen kann, angegeben.

Die periphere Verbreitung des »Hypoglossus« erfolgt in der Regel mit kleineren Aesten in den Nackenmuskeln, mit den Hauptästen, R. anterior s. hypoglossus (FISCHER) s. laryngolinguialis (BONSDORFF, GADOW) und R. posterior s. descendens (FISCHER) s. recurrens s. laryngeus (BONSDORFF, GADOW), in der Muskulatur der Zunge und den Längsmuskeln, welche sich zwischen dem Brustgürtel und Unterkiefer erstrecken; bei den Vögeln, namentlich bei den *Passeres* gewinnen besondere Zweige des R. posterior eine stärkere Ausbildung durch Versorgung der hier (*Oscines*) hoch entfalteten Syrinxmuskulatur (GADOW 1883, 1891, FÜRBRINGER 1888). Bezüglich des Details sei namentlich auf SWAN (1835), VOGT (1839, 1840), BENDZ (1843), BONSDORFF (1851), FISCHER (1852), STANNIUS (1856), VAN BEMMELEN (1888), HOFFMANN (1890), GADOW (1891) verwiesen; einige Fehler in den Angaben älterer Autoren (VOGT, FISCHER), welche auch den Retractor ossis quadrati und den Mylohyoideus durch den Hypoglossus, die Zungenmuskeln aber z. Th. durch den Glossopharyngeus versorgen lassen, sind zu korrigiren.

Im Uebrigen handeln über die hypobranchiale spinale Muskulatur (ventrale Längsmuskeln) noch TIEDEMANN (1810), HENLE (1839), BRÜCKE (1852), FÜRBRINGER (1870), LEYDIG (1872), GEGENBAUR (1875), SHUFELD (1890), WALTER (1887), KATHARINER (1875) u. A.

Besondere Aufmerksamkeit erregte die ventrale Anastomose (Chiasma) des rechten und linken Hypoglossus bei Krokodilen (VOGT 1840, FISCHER 1852, STANNIUS 1856) und bei Vögeln (WYMAN 1864: *Struthio*, *Anser*); SCHEINER (1879) widmete ihr einen besonderen Artikel und verglich sie (im Verbande mit ähnlichen Anastomosen des N. inframaxillaris bei Myxinoiden und Teleostiern, des N. laryngeus bei Sauropsiden) sehr mit Unrecht dem ventralen Schlundring bei Wirbellosen.

Zur eigenen Untersuchung dienten folgende Thiere<sup>1)</sup>:

*Rhynchocephalia*: *Hatteria punctata*, GRAY.

*Sauria*: *Platydictylus guttatus*, KUHL, *Ptychozoon homalocephalum*, KUHL (Embryonen: A von 4 mm, B von 5 mm, C von 5 mm Kopflänge<sup>2)</sup>); *Anguis fragilis*, L. (Embryo von 2.75 mm Kopflänge); *Lacerta viridis*, L., *Lacerta agilis*, L. (Embryonen: A von 2.5 mm, B von 4 mm Kopflänge).

*Ophidia*: *Python reticulatus*, GRAY, *Tropidonotus natrix* (Embryo von 4 mm Kopflänge).

*Chelonia*: *Amida mutica*, Ag.; *Chelone imbricata*, L. (Embryonen von 7 mm Körperlänge); *Chelydra serpentina*, Ag., *Emys europaea*, L.

*Crocodylia*: *Crocodylus vulgaris*, CUV., *Crocodylus biporcatus*, CUV. (Embryonen: A von 6.75 mm, B von 8.75 mm Kopflänge), *Jacare sclerops*, GRAY.

*Aves*: *Struthio camelus*, L.; *Anas xanthorhyncha*, FORSTER, *Anser cinereus*, MEYER, *Botaurus stellaris*, STEPH.; *Grus cinerea*, BECHST.; *Gallus domesticus*, L. (versch. Embryonen); *Pastor roseus*, TEMM.

1) Die Embryonen von *Ptychozoon* und *Chelone* verdanke ich der Güte des Herrn Prof. R. SEMON.

2) Wegen der bei allen Sauropsiden-Embryonen sehr beträchtlichen Krümmung des Körpers giebt die Scheitel-Steiss-Dimension kein richtiges Maass der Grösse; es wurde deshalb die Kopflänge (bis *Condylus occipitalis*) angegeben. Nur bei den sehr jungen, weniger gekrümmten Embryonen von *Chelone* wurde die Körperlänge gemessen.

Die Deutung des sogenannten Nervus hypoglossus der Sauropsiden und seine Zurückführung auf die bei den Anamniern sich findenden spino-occipitalen Nerven fällt zusammen mit der Entscheidung, wie viele Wirbel dem Cranium derselben sekundär assimiliert sind. Dass eine solche Assimilation überhaupt stattgefunden hat, ist auf Grund der ontogenetischen und vergleichend anatomischen Untersuchung nicht zweifelhaft; der Schädel der Sauropsiden stellt sich durchaus an die Seite desjenigen der Holocephalen, Ganoiden, Teleostier und Dipnoer. Lediglich die Zahl dieser sekundär assimilierten Wirbel und Spinalnerven (Nn. occipito-spinales) steht in Frage. Ein Ueberblick über die Verhältnisse bei den erwähnten Anamniern zeigt eine wechselnde Anzahl dieser Wirbel und Nerven; bei den meisten und zwar bei Vertretern aus allen vier Abtheilungen (*Chimaera* und wohl auch *Callorhynchus*, *Amia*, *Lepidosteus e. p.*, *Teleostier*, *Ceratodus*), und namentlich auch bei solchen, deren Schädel sich durch ein deutliches Gelenk gegen die Wirbelsäule absetzt, ist die Dreizahl bevorzugt, d. h. die occipito-spinalen Nerven schliessen mit *c* ab, während der darauf folgende 4. Nerv ein freier Spinalnerv ist. Auch bei den Sauropsiden zeigt der „Hypoglossus“ diese typische Zusammensetzung aus drei Wurzeln.

Wo die direkten Stammeltern der Sauropsiden zu suchen seien, entzieht sich z. Z. noch jeder genaueren Bestimmung. Alle bekannten Anamnier zeigen diese oder jene einseitige Specialisirung in dem einen oder dem andern Gepräge ihres Baues, welche eine direkte Ableitung von ihnen verbietet. Doch mag die Wurzel der Sauropsiden in der Nähe der Wurzeln der Selachier und Amphibien, und auch nicht allzu fern von derjenigen der Dipnoer und gewisser Ganoiden ihren Ausgang genommen haben. Die kranio-vertebrale Konfiguration, um die es sich für unsere Frage in erster Linie handelt, gestattet jedenfalls neben zahlreichen anderen Differenzirungen diese genealogische Ableitung und setzt damit die erwähnte Dreizahl der occipito-spinalen Nerven und Wirbel in das rechte Licht. Es besteht meines Erachtens kein Gegengrund, welcher die Homologisirung der drei Wurzeln des „Hypoglossus“ der Sauropsiden mit den drei occipito-spinalen Nerven *a*, *b*, *c* bei der Mehrzahl der mit einem auximetameren Cranium versehenen Anamnier verböte.

Mit noch geringerem Rechte aber dürfte die Homologie der drei occipito-spinalen Nerven innerhalb der Sauropsiden bezweifelt werden; die verschiedenen Reptilien und Vögel stehen in zu nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu einander und bieten eine zu weit fortgeschrittene Fixirung ihrer Differenzirungen dar, als dass man hier noch von einer grösseren Flüssigkeit ihrer Konfiguration sprechen dürfte.

Ich halte sonach die Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule oder mit anderen Worten das kranio-vertebrale (richtiger intervertebrale) Gelenk der Sauropsiden für eine fixirte Bildung und erblicke in der Pars condyloidea des Hinterhauptes den konstanten Abschluss des sauropsiden Neocraniums. Befestigt werde ich in dieser Anschauung durch das Verhalten des ersten freien Wirbels, der allenthalben ein geringeres Volumen besitzt und das Gepräge einer benachtheiligten,

gedrückten Existenz zeigt, gar nicht so selten auch (bei Vertretern fast aller fossilen und recenten Abtheilungen der Sauropsiden) mehr oder minder weitgehend verkümmert und in seiner Selbständigkeit behindert ist und u. A. den Namen „Proatlas“ erhalten hat<sup>1)</sup>. Man erkennt in dieser reduktiven Bildung das Produkt des nach vorn (rostralwärts) gerichteten Druckes der Wirbelsäule, die mit ihrem vorderen Ende an dem hochdifferenzirten und fixirten Occipitale ein kräftiges Widerlager fand und somit, bei nicht genügender Widerstandsfähigkeit, dem von vorn und hinten wirkenden Drucke zum Opfer fiel<sup>2)</sup>.

Ich finde bei allen von mir untersuchten Sauropsiden drei ventrale Wurzeln des Hypoglossus, die ich sonach als occipito-spinale Nerven auffasse und mit *a*, *b*, *c* bezeichne. Aber das Verhalten dieser Nerven ist nicht allenthalben dasselbe. Bei *Hatteria*, *Platydictylus* (Taf. VII Fig. 15), *Lacerta* indiv., *Chelydra* (Taf. VII Fig. 17), *Amyda*, *Struthio* und *Anser* (Taf. VII Fig. 19) treten dieselben als im Ganzen gleichwerthige, in gewissen Abständen von der Medulla abgehende und durch drei besondere Oeffnungen durch den Schädel tretende Nerven auf; bei *Lacerta* indiv., *Python* (Taf. VII Fig. 16), *Emys*, *Jacare* (Taf. VII Fig. 18) und *Crocodylus* sind die beiden ersten Nerven einander sehr genähert und verlaufen in der Hauptsache nur durch eine Bindegewebsseide von einander geschieden durch die gleiche Schädelöffnung (*a* + *b*), während der dritte (*c*) das Occipitale selbständig durchsetzt. In diesen zuletzt angeführten Stellen kann dann die minder genaue Untersuchung zu dem Resultate kommen, dass nur 2 occipito-spinale Nerven (*b*, *c*) existirten; so mag wohl ein Theil der Angaben in der Litteratur (s. oben p. 497, 498) von der Existenz nur zweier Hypoglossus-Wurzeln zu erklären sein. Doch will ich nicht leugnen, dass bei einem andern Theil der Befunde früherer Autoren wirklich eine völlige Reduktion von *a* und die Persistenz von nur *b* und *c* vorliegt; namentlich bei Ophidiern, Krokodiliern und den höheren Ordnungen unter den Vögeln halte ich diese Rückbildung für sehr möglich, wenn ich sie auch bei dem geringen von mir untersuchten Material niemals sah. Die in der Litteratur angegebene Existenz von nur einem occipito-spinalen Nerven (*c*) hingegen, wie dieselbe sich bei *Salvator*, *Chamaeleo*, *Crotalus* und gewissen Cheloniern finden soll (p. 497, 498), scheint mir auf Beobachtungsfehlern resp. schlecht konservirtem Material zu beruhen.

Die Grösse der occipito-spinalen Nerven ist entsprechend der schon bei den Anamniern zur Genüge bestätigten Regel eine von hinten nach vorn (rostralwärts) abnehmende; doch sind hierbei verschiedene Abstufungen zu beobachten. So finde ich bei *Python* und *Chelydra* eine nur sehr mässige Abnahme der wenig verschie-

1) Ich verweise hinsichtlich der Proatlas-Bildungen bei den Sauropsiden und Mammalia auf die verdienstvolle Abhandlung von BAUR (1895), die zugleich eine genaue Zusammenstellung über das Vorkommen und die Litteratur dieser sehr verschieden bezeichneten Bildung enthält.

2) Selbstverständlich ist dieser Vorgang nicht in grob mechanischer Weise zu deuten. Es spielen hierbei auch sehr verschiedenartige Instanzen (insbesondere Einwirkungen der Weichtheile) mit, die namentlich bei dem Vergleiche mit denjenigen Wirbelthieren, wo der 1. Wirbel gut und sogar höher entwickelt ist, wohl berücksichtigt sein wollen. Doch ist hier nicht der Ort, weiter auf diese Frage einzugehen.

denen Nerven, dagegen bei *Hatteria*, namentlich aber *Jacare* und *Anser* eine beträchtliche Rückbildung von *a* gegenüber *b*. Die anderen untersuchten Sauropsiden stehen in der Mitte.

Weiter hat die ontogenetische Untersuchung von *Lacerta* und *Tropidonotus* (CHIARUGI, VAN BEMMELEN, HOFFMANN) noch die embryonale Existenz eines oder einiger rostral vor *a* gelegener, ventraler Wurzeln ergeben, die sich aber noch im embryonalen Leben zurückbilden. Dieselben würden occipitale Nerven repräsentieren und im Anschlusse an die Terminologie bei den Anamniern als *x*, *y* und *z* zu bezeichnen sein. Das Vorhandensein von *z* konnte ich bei Embryonen von *Ptychozoon* und *Lacerta* bestätigen<sup>1)</sup>. Für den Nachweis von *x* und *y* fehlten mir jüngere Stadien. Die Existenz von *x* halte ich überhaupt für nicht vollkommen gesichert (vergl. pag. 498 Anm. 2). Die untersuchten Reptilien besitzen somit im embryonalen Zustande occipitale und occipito-spinale Nerven, im ausgewachsenen aber nur noch occipito-spinale Nerven. Bei den untersuchten Vogelembryonen konnte weder von früheren Autoren, noch von mir das embryonale Rudiment eines occipitalen Nerven nachgewiesen werden.

Die Zusammenstellung der mitgetheilten Verhältnisse ergibt somit<sup>2)</sup>:

- x?* *y*. *z*. *a*. *b*. *c*. Junge Embryonen von *Lacerta* (VAN BEMMELEN)<sup>3)</sup>.  
*y*. *z*. *a*. *b*. *c*. Junge Embryonen von *Lacerta* (CHIARUGI) und vielleicht auch *Tropidonotus* (CHIARUGI).  
*z*. *a*. *b*. *c*. (Aeltere) Embryonen von *Ptychozoon* (ich) und *Lacerta* (CHIARUGI, VAN BEMMELEN, ich); Embryonen von *Tropidonotus* (CHIARUGI).

1) Der Befund von *Ptychozoon* ist sehr bemerkenswerth, indem hier bei recht alten Embryonen *z* noch in bester Ausbildung existirte, während es bei jüngeren Stadien von *Lacerta* schon eine gewisse Rückbildung zeigte. Auch darin dokumentirt sich die tiefe Stellung der Askalaboten. Auffallender Weise fand ich *z* bei den beiden Stadien *B* und *C* (von 5 mm Kopflänge), nicht aber bei *A* (von 4 mm Kopflänge). Bei *Lacerta* sah ich *z* nur bei *A* (2.5 mm Kopflänge), nicht aber bei *B* (4 mm Kopflänge). Bei *Anguis* (2.5 mm Kopflänge), *Tropidonotus* (4 mm Kopflänge) und *Crocodylus A* (6.75 mm Kopflänge) und *B* (8.75 mm Kopflänge) waren nur noch *a*, *b* und *c* vorhanden, bei dem grösseren Embryo von *Crocodylus a* zugleich in Rückbildung. Desgleichen zeigten die Embryonen von *Gallus* nur noch undeutliche Rudimente des ersten occipito-spinalen Nerven. — An allen diesen Schädeln bestand jedes Parachordale bereits aus einem einheitlichen Knorpelstücke, das im medialen Bereiche ausser den Durchbrechungen durch *z*, *a*, *b* und *c* keine Trennung seiner Kontinuität aufwies; seine Länge hinter dem Labyrinth ist etwa 5, bei *Ptychozoon* 6 Skleromeren gleich zu setzen. Die Somiten-Muskulatur erstreckte sich bei *Lacerta* und *Anguis* nicht ganz bis zum Bereiche des Labyrinths, bei *Ptychozoon* noch etwas weiter nach vorn, fast bis zum Niveau der Mitte desselben; doch gelang es nicht mehr, deutliche Somitengrenzen nachzuweisen. — Der junge Embryo von *Chelone* (7 mm Körperlänge) zeigte 3 deutlich getrennte Skleromeren und 3 occipito-spinale Nerven zwischen ihnen.

2) Damit im Zusammenhang sei auf Grund der Mittheilungen der Autoren die Zahl der Myotome zusammengestellt, wobei die eingeklammerten Zahlen solche Myotome bedeuten, bei denen keine Nerven gefunden wurden:

- (*y*). *z*. *a*. *b*. *c*. *Lacerta* (HOFFMANN).  
*z*. *a*. *b*. *c*. *Lacerta* (CHIARUGI, VAN BEMMELEN).  
(*z*). *a*. *b*. *c*. *Tropidonotus* (CHIARUGI?), *Larus* (VAN WIJHE), *Gallus* (v. W., CH., ich), *Cypselus* (CH.).  
(*z*). (*a*). *b*. *c*. *Gallus* (FROBIEP, BÉRANECK, ich).

Der Vergleich mit den occipitalen und occipito-spinalen Nerven ergibt bald die Zahl dieser grösser als die der Myotome (*Lacerta*, *Tropidonotus*?), bald sind beide gleich (*Lacerta*), bald übertreffen die Myotome die Nerven an Anzahl (*Lacerta*, Vögel). Dieser Wechsel hängt z. Th. von Altersabweichungen ab, z. Th. liegen auch generische Verschiedenheiten vor. Die weite Ausdehnung der hypaxonischen Muskulatur von *Ptychozoon* macht wahrscheinlich, dass hier noch mehr (5—6) Myotome angelegt werden.

3) Das ? an *x* rührt von mir her (vergl. auch Anm. 2 auf p. 498).

- a. b. c. *Hatteria*, *Platydactylus*, *Lacerta* und andere Saurier; *Python* und wohl noch andere Ophidier; *Amyda*, *Chelonia*, *Chelydra*, *Chrysemys* (HUMPHREY); *Jacare*, *Crocodylus*, Embryonen von *Larus* (VAN WIJHE), *Gallus* (VAN WIJHE, CHIARUGI, ich), *Cypselus* (CHIARUGI), sowie erwachsene Exemplare von *Struthio* und *Anser*.
- b. c. Möglicher Weise verschiedene Saurier und Chelonier, vielleicht und z. Th. wahrscheinlich gewisse Vertreter der Ophidier, Krokodile und Vögel.

Zu den occipito-spinalen Nerven gehörige dorsale Wurzeln existiren nur bei Embryonen und fehlen den ausgebildeten Thieren. Wie oben (pag. 499) erwähnt, wurden dieselben in der Ein- bis Dreizahl ( $c^d$  bis  $a^d$ ,  $b^d$   $c^d$ ) von den Autoren gefunden, wobei aber z. Th. auch Verwechslungen mit den Wurzeln des Vago-accessorius, der als primordialer Gehirnnerv mit den vorliegenden Nerven spinaler Abkunft nichts zu thun hat, vorliegen. Die Existenz von  $c^d$  konnte ich bei Embryonen von *Ptychozoon* und *Lacerta*, von  $b^d$ , aber in Degeneration, bei *Ptychozoon* bestätigen.

Dass die occipitalen und occipito-spinalen Nerven ganz nach Art ventraler Spinalwurzeln in der Medulla entstehen und von ihr abgehen, ist durch frühere Untersuchungen gesichert und leicht zu erweisen. Interessant ist der durch KOCH (1888) und namentlich BRANDIS (1893) gegebene Nachweis eines mehr dorsal gelegenen motorischen Kerns neben dem gewöhnlichen ventralen bei zahlreichen Vögeln (pag. 497); der erstere ist vermuthlich eine besondere Differenzirung der mehr dorsalen Ganglienzellen des gewöhnlichen Kernes und steht in seiner höheren Ausbildung vielleicht zu der grösseren Entfaltung des syringealen Muskelapparates (*Psittaci*, *Oscines*) in Korrelation. Darauf hingehende Experimente sind indessen noch anzustellen.

Der Abgang von  $a$ ,  $b$  und  $c$  von der Medulla erfolgt ventral und ventro-caudal von dem Abgange des Vagus s. str. (excl. Accessorius WILLISII) derart, dass  $a$  meist direkt unter (ventral),  $b$  und  $c$  etwas hinter (ventro-caudal) diesem Nerven sich von der Medulla ablösen; der Abgang von  $b$  kann aber auch direkt unter dem Vagusursprung (Ende oder selbst vorderer Theil desselben)<sup>1)</sup> stattfinden. Es zeigen somit die occipito-spinalen Nerven eine relative Lage zu dem Vagus s. str., wie die occipitalen Nerven bei den Anamniern, — ein Verhalten, welches aufs Neue das wiederholt (p. 372, 376, 440, 445 f., 467) besprochene Vorrücken dieser spinalen Abkömmlinge dokumentirt und zugleich eine weitere neue Etappe in dem rostralwärts gehenden Vorscheiben derselben darstellt; die occipito-spinalen Nerven der Anamnier liegen stets hinter dem Niveau des Vagus. Die bei Embryonen vorkommenden Rudimente occipitaler Nerven ( $y$ ,  $z$ ) gehen ventral,  $y$  sogar ventro-rostral vom Vagus von der

1) Bezüglich der näheren Details — der Abgang von  $y$  kann bei einzelnen Sauriern (*Agama*, *Istiurus*) selbst dem Anfange des Vagusursprunges entsprechen — verweise ich namentlich auch auf die Abbildungen von FISCHER (1852).

Medulla ab, verhalten sich somit annähernd wie *v* und *w* bei den Notidaniden; *a*, *b* und *c* dagegen liegen hinter (ventro-caudal) von dem Vagus. Somit giebt sich auch hier während der ontogenetischen Entwicklung ein Vorwärtsrücken der occipito-spinalen Nerven zu erkennen.

Wie bereits oben (pag. 497) angegeben, zeigt der Vagus s. l. (Vago-accessorius) einen relativ sehr weit caudalwärts erstreckten Ursprung von der Medulla, indem er bei verschiedenen Vertretern der Sauropsiden sich caudal von den occipito-spinalen Nerven bis in das Gebiet des 1. bis 3. freien Spinalnerven — zwischen dessen ventrale und dorsale Wurzeln (soweit letztere vorhanden sind) — erstrecken kann. Verschiedene, oben angeführte, Autoren sind dadurch zu dem irrigen Schlusse veranlasst worden, auch den Accessorius auf Spinalnerven zurückzuführen. Da die von diesem hinteren (caudalen) Theile des Vago-Accessorius, dem Accessorius Willisii (resp. dessen Ramus posterior s. externus), versorgten Muskelemente (cerebrale Antheile des M. trapezius + sterno-cleido-mastoideus) bei den Sauropsiden recht schwach entwickelt sind (vergl. meine bezüglichen Untersuchungen 1874, 1875, 1888), ist dieser bis in das Gebiet der Medulla spinalis reichende Ursprung weniger auf eine aktive, caudalwärts sich ausdehnende Vermehrung der motorischen Ganglienzellen des Accessorius, als vielmehr auf ein rostralwärts gehendes Vorschieben des gesammten Complexes der occipito-spinalen und spinalen Ursprünge zurückzuführen.

Der Durchtritt von *a*, *b* und *c* durch den Schädel findet durch drei oder zwei gesonderte Oeffnungen statt, welche ventral von dem Foramen pro vago liegen. Finden sich nur zwei Oeffnungen, so gehen *a* und *b* gemeinsam durch die erste; *a* kann aber auch reducirt sein (pag. 502). Bei *Python* (Taf. VII Fig. 16) liegt der Kanal für *a* + *b* in grösster Nachbarschaft zum Vaguskanal; den von WIEDERSHEIM bei *Emys* angegebenen gemeinschaftlichen Durchtritt mit dem Vagus fand ich bei den von mir untersuchten Exemplaren nicht; stets lagen die beiden Foramina pro hypoglosso ziemlich weitab von der Vagusöffnung. In der Regel befinden sich die Oeffnungen für die occipito-spinalen Nerven in einer mehr oder minder grossen Entfernung von dem Vagusloch und zwar in wechselnder Lage: die für *a* und *b* liegen meist ventral, selbst ventro-rostral (so besonders bei *Platydictylus* Taf. VII Fig. 15 und *Python* Taf. VII Fig. 16) von demselben, die für *c* befindet sich ventral (*Platydictylus*) oder ventro-caudal unter ihm (*Python*, *Chelydra*, *Jacaré*); *Hatteria* und die untersuchten Vögel nehmen eine mittlere Stellung ein (vergl. Taf. VII Fig. 15—19). — Auch in dieser Lage drückt sich die Vorwärtswanderung der occipito-spinalen Nerven auf das Deutlichste aus; bei den Anamniern zeigen die Oeffnungen für die occipitalen Nerven, bei den Notidaniden selbst die für die beiden vordersten derselben (*v* und *w*) eine ähnliche oder nicht einmal eine ganz so weit rostralwärts gerückte Lage zum Foramen pro vago wie hier die occipito-spinalen Nerven. Es ist somit z. B. bei *Platydictylus* der erste occipito-spinale Nerv (*a*) um 5 Metameren weiter rostralwärts gerückt, als er sich ursprünglich bei den *Hexanchus* oder *Heptanchus* entsprechenden (d. h. hinsichtlich des Verhaltens der occipitalen und spinalen Nerven ihnen gleichstehenden) Vorfahren befand.

Die einzelnen occipito-spinalen Nerven *a*, *b* und *c* vereinigen sich mit einander zu einem Stamme, an dessen Bildung sehr häufig auch Theile des ersten oder der beiden ersten Spinalnerven Antheil nehmen. Diese Verbindung entspricht dem Plexus cervicalis der Anamnier; der Wechsel in der Antheilnahme der Spinalnerven ist ein beträchtlicher selbst bei ganz nahe verwandten Thieren und innerhalb der Species. Zum Belege dafür mag die folgende Zusammenstellung auf Grund der Untersuchungen früherer Autoren und eigener Beobachtungen dienen<sup>1)</sup>:

- a b. c.* *Hatteria* (Taf. VIII Fig. 13)<sup>2)</sup>, *Anser* indiv. (Taf. VIII Fig. 15), *Anas*.  
*(a) b. c.* *Jacare* (VOGT), *Alligator* (FISCHER), *Crocodilus* (FISCHER).  
*a. b. c. 1.* *Platyductylus* (FISCHER, ich), *Lacerta* (CHIARUGI, VAN BEMMELEN, ich)  
*Tropidonotus* Embryo (CHIARUGI); *Amyda*, *Jacare* (Taf. VIII Fig. 14);  
*Struthio*, *Anser* indiv.  
*(a) b. c. 1.* *Lacerta* (VOGT, FISCHER), *Istiurus* (FISCHER), *Agama* (FISCHER), *Salvator*  
(FISCHER), *Chamaeleo* (FISCHER), *Amphisbaena* (VOGT, FISCHER), *Python*  
(VOGT), *Crotalus* (BICHOFF); *Chelone* (BENDZ); *Botaurus*, *Grus* (BONS-  
DORFF, ich<sup>3)</sup>), *Gallus* (CHIARUGI), *Cypselus* (CHIARUGI), *Corvus* (BONS-  
DORFF), *Pastor*, nicht näher bezeichnete Vögel (GADOW).  
*(a) b. c. 1. 2.* *Lacerta* (VAN BEMMELEN), *Iguana* (FISCHER, VAN BEMMELEN), *Varanus*  
(VOGT, FISCHER); *Chelone* (VOGT); nicht näher bezeichnete Vögel (GADOW).

Bezeichnet man hierbei, in Anpassung der Nomenklatur der menschlichen Anatomie, die Summe der occipito-spinalen Nerven *a*, *b* und *c* als N. hypoglossus<sup>4)</sup>, dagegen diejenige der sich mit ihm vereinigenden freien Spinalnerven 1 und 2 als N. cervicalis descendens (superior und inferior), so besteht der Plexus cervicalis bei den in den beiden ersten Reihen angeführten Thieren lediglich aus dem Hypoglossus, bei den übrigen aus dem Hypoglossus + Cervicalis descendens.

Die Vereinigung der einzelnen Wurzeln kann theilweise schon während des Durchtrittes durch den Schädel erfolgen; gewöhnlich findet sie erst nach dem Austritte aus demselben statt. Auch die Art der Ansabildung ist eine recht mannigfaltige; meist verbinden sich die occipito-spinalen Nerven zuerst unter einander und nehmen dann erst die spinale Wurzel auf; aber auch die frühere Verbindung von *c* + 1, dem sich erst danach *b* beigesellt, kommt nicht selten (namentlich bei Sauriern) zur Beobachtung. Bei *Platyductylus* und *Iguana* fand FISCHER, dass zuerst die beiden vorderen und die beiden hinteren Wurzeln des Plexus sich vereinigten

1) Die Existenz oder Nichtexistenz von *a* ist hierbei, wie ich schon oben (p. 502) betont, nicht immer gesichert. Ich habe dies in der Uebersicht durch (*a*) ausgedrückt.

2) Bei *Hatteria* bilden Aeste von 1 und 2 einen zweiten Plexus, der die mehr caudalen Abschnitte der hypobranchialen Muskulatur versorgt.

3) Bei *Grus cinerea* verästelt sich eine von 2 und 3 gebildete Ansa in den caudalen Abschnitten der hypobranchialen Muskulatur.

4) Diese Bezeichnung deckt sich übrigens (namentlich wegen der Versorgung der Anfänge der Nackenmuskulatur bei den Sauropsiden) nicht vollkommen mit dem menschlichen Hypoglossus; des Weiteren verweise ich auf den Text dieser Arbeit.

und dass erst darauf die so gebildeten Ansen in Verband traten. — Anastomosen mit Glossopharyngeus, Vagus und Sympathicus, z. Th. von grosser Intimität, erschweren sehr oft die genauere Erkenntniss der Plexusbildung. Häufig, sowohl bei Reptilien wie bei Vögeln, bildet ein Zweig des Vagus eine vorderste Wurzel des Plexus und bleibt ihm in mehr oder minder langer Strecke verbunden; doch gelingt es bei einiger Sorgfalt stets, ihn von dem ächten Plexus abzulösen und in das Gebiet des Pharynx zu verfolgen. Im Uebrigen verweise ich auf die oben (p. 499) citirte Litteratur.

Die bei den Dipnoern (p. 476) und Amphibien (p. 491) noch in den ersten Anfängen befindliche Emancipation des Plexus cervicalis von dem Plexus brachialis ist bei den Sauropsiden perfekt geworden. Zu Folge der Reduktion des Kiemenapparates und der caudalwärts erfolgten Wanderung der vorderen Extremität ist einerseits der Bogen des Plexus cervicalis (Hypoglossus resp. Hypoglossus + Nervus cervicalis descendens) dem Kopfe näher gerückt, andererseits aber die Versorgung der vorderen Extremität durch mehr caudale Spinalnerven übernommen worden als bei den Dipnoern und Amphibien; zwischen beiden Geflechten liegt zumeist eine mehr oder minder grosse Anzahl von Nerven, welche sich an keinem von beiden theiligen; nur bei *Amphisbaena* und gewissen Ophidiern stossen der Plexus cervicalis und die als Rudimente des Plexus brachialis angesprochenen, übrigens auch nicht vollkommen gesicherten Ansen zusammen.

Es gilt auf Grund fremder und eigener Untersuchungen<sup>1)</sup> das Folgende:

#### Plexus cervicalis.

- (a) b. c. Krokodilier, einige Vögel.  
 (a) b. c. 1. Meist Saurier, Ophidier, Chelonier, meiste Vögel.  
 (a) b. c. 1. 2. *Hatteria*<sup>2)</sup>, einige Saurier incl. *Amphisbaena*, *Chelone*, *Crocodylus*?, mehrere Vögel.  
 (a) b. c. 1. 2. 3. *Grus*<sup>2)</sup>.

1) Hinsichtlich des Details, namentlich des Plexus brachialis, verweise ich auf meine Untersuchungen (1874, 1875, 1879, 1888), sowie auf diejenigen von VON IHERING (1878) und CARLSSON (1886). (a) bedeutet variabel resp. nicht sicher erwiesen.

2) Bei *Hatteria* und *Grus* bilden 1 + 2 resp. 2 + 3 eine besondere Ansa cervicalis (s. p. 506 Anm. 2 u. 3.).

Plexus brachialis<sup>1)</sup>.

2. 3. 4.	<i>Amphisbaena</i> ; <i>Coronella</i> (VON IHERING), <i>Enygrus</i> (CARLSSON).
3. 4.	Mehrere Ophidier (CARLSSON).
3. 4. 5.	<i>Anguis</i> .
3. 4. 5. 6. (7)	<i>Chamaeleo</i> .
4. 5.	<i>Bungarus</i> (CARLSSON).
4. 5. 6.	<i>Pseudopus</i> , <i>Pygopus</i> (CARLSSON).
5. 6. 7. 8. 9.	<i>Platydactylus</i> .
6. 7. 8.	<i>Trionyx</i> .
6. 7. 8. 9.	Meiste Saurier und Chelonier.
6. 7. 8. 9. 10.	<i>Hatteria</i> , <i>Emys</i> indiv. (VON IHERING).
7. 8. 9. 10.	<i>Draco</i> (v. IH.), <i>Stellio</i> (v. IH.), <i>Varanus</i>
7. 8. 9. 10. 11.	Krokodilier.
10. 11. 12. 13. 14.	<i>Cypselus</i> .
10. 11. 12. 13. 14. 15.	<i>Columba</i> indiv.
11. 12. 13. 14.(15)	} Meiste Vögel.
12. 13. 14. 15.(16)	
13. 14. 15. 16.(17)	
14. 15. 16. 17.(18)	
15. 16. 17. 18.(19)	
16. 17. 18. 19.(20)	
17. 18. 19. 20. (21)	} <i>Ratiten</i> (excl. <i>Apteryx</i> ), <i>Podiceps</i> , <i>Steganopodes</i> , meiste <i>Anseres</i> , <i>Pelargi</i> , <i>Grues</i> , <i>Crypturus</i> , <i>Opi-</i> <i>sthocomus</i> .
22—26.	

Während oder nach der Plexusbildung verläuft der Plexus cervicalis (Hypoglossus resp. Hypoglossus + Cervicalis descendens) in einem ziemlich flachen Bogen ventralwärts (meiste Sauropsiden) oder ventro-caudalwärts (viele Vögel), wobei er oberflächlich an den Nn. glossopharyngeus, vagus und sympathicus vorbeizieht und mit ihnen in mehr oder minder innigem bindegewebigen Verbande stehen kann. Während dieses Verlaufes giebt er zuerst, meist von seinen einzelnen Wurzeln in sehr

1) Die eingeklammerten Zahlen drücken ein variables Verhalten der betreffenden Plexuswurzeln aus.

wechselnder Weise abgehend<sup>1)</sup>, Zweige an die ersten Myomeren der Rumpfmuskulatur (Nackermuskulatur) ab und theilt sich schliesslich in der Regel in einen Ramus ascendens, der sich in die Gegend des Zungenbeines und des Kehlkopfes begiebt, und einen R. descendens, der sich unterhalb des Hyoids und des Larynx bis herab zum Ende des Halses, u. A. auch in Trachea und Syrinx, verästelt. Beide Endzweige sind reine Muskeläste, welche die zwischen Schultergürtel und Unterkiefer gelegenen ventralen Längsmuskeln (hypobranchiale spinale Muskeln) versorgen. Ob diese Muskeln ausserdem noch von mehr caudalen Cervikalnerven separate Zweige empfangen, wurde nicht weiter untersucht; wahrscheinlich ist es, soweit fremde und eigene, allerdings dafür unzureichende Beobachtungen vorliegen, nicht. — Durch die zur Rumpfmuskulatur gehenden Zweige der occipito-spinalen Nerven unterscheidet sich der Hypoglossus der Sauropsiden nicht unwesentlich von dem der menschlichen Anatomie, ein Unterschied, welcher auch von anderer Seite, z. B. von GEGENBAUR, hervorgehoben worden ist. Der menschliche Hypoglossus entspricht nur demjenigen Theil des sauropsiden Nerven, welcher zu der ventralen Längsmuskulatur, speciell der Zungenmuskulatur geht. — In dem R. ascendens (Hypoglossus s. str.) finden sich vorwiegend die Elemente der occipito-spinalen Nerven, in dem R. descendens mehr diejenigen der spinalen Nerven. Eine genaue Sonderung beider Nervengebiete, die übrigens keine Schwierigkeit darbietet, wurde in den einzelnen Fällen nicht vorgenommen. Die ausserordentliche Variabilität in der Betheiligung der spinalen Nerven (s. p. 506) an der Bildung des Plexus cervicalis verleiht auch dem peripherischen Verhalten der Endäste einen ungemeinen Wechsel; so wird z. B. bei nahe verwandten Vögeln der R. descendens bald nur von occipito-spinalen Nerven (Hypoglossus), bald vorwiegend von diesen, aber auch von spinalen Nerven, bald überwiegend von letzteren gebildet<sup>2)</sup>. Diese Fälle sind lehrreich, indem sie wieder zeigen, wie wenig gerade in diesem Systeme von Nerven deren peripherische Verbreitung für die Bestimmung der speciellen Homologien maassgebend ist.

Etwas an epibranchiale Muskeln Erinnerunges wurde bei den Sauropsiden ebenso wenig wie bei den vorhergehenden Abtheilungen gefunden.

Die hypobranchiale spinale Muskulatur oder die ventrale Längsmuskulatur erreicht bei den Sauropsiden den Höhepunkt specieller einseitiger

1) Namentlich von *c* kann selbst der überwiegende Theil zur Nackermuskulatur gelangen.

2) Mit diesen Angaben stehe ich CORNING (1895 p. 167) gegenüber, der bei Embryonen von *Lacerta*, *Anguis* und *Tropidonotus* eine konstante Zusammensetzung der Zungenmuskulatur aus den ventralen Fortsätzen der fünf ersten Myotome beschreibt und — zugleich unter Berufung auf HARRISON'S Untersuchungen an Teleostiern (1894) — auch bei Selachiern und Teleostiern die gleiche Myotomzahl für die Hypoglossus-Muskulatur hervorhebt. Ich kann nur annehmen, dass hier gerade eine Anzahl von Thieren untersucht wurde, bei denen sich durch einen wunderlichen Zufall die gleiche Anzahl von Myomeren für die betreffende Muskulatur fand. Uebrigens wird für *Tropidonotus* auch eine Verschmelzung von Theilen des 6. und 7. Myotomes mit der Zellmasse angegeben, welche von den vereinigten Hypoglossus-Muskelknospen caudalwärts gegen das Korakoid (?) auswächst (p. 168).

Differenzirung und bietet dabei eine Mannigfaltigkeit dar, welche ihre genauere Darstellung weit aus dem Rahmen dieser Arbeit heraustreten lassen würde. Darum seien nur einige Grundzüge gegeben.

Wenn auch nicht direkt ableitbar von den Muskeln der Amphibien, wird sie doch durch den Vergleich mit ihnen verständlich und mit den Bildungen bei den Selachiern in Verband gebracht. Ihre Besonderheit diesen gegenüber beruht vornehmlich 1) auf der noch weiter gegangenen Reduktion des visceralen Apparates, welcher ausser dem mandibularen und hyoidalen Bogen und seiner Copula meist nur umgebildete und der respiratorischen Funktionen entbehrende Reste des ersten Kiemenbogens (bei Sauriern und Cheloniern auch des zweiten Kiemenbogens) erhalten zeigt und damit die primären Beziehungen zur ventralen Muskulatur zum Theil verloren hat, 2) in der hohen Ausbildung der Zunge, des Larynx und der Trachea (incl. Syrinx der Vögel), womit diese Gebilde als sekundäre Insertionspunkte für gewisse Theile der hypobranchialen Muskeln mehr in den Vordergrund treten, 3) in der voluminösen und complicirten Entfaltung des caudalwärts gerückten Schultergürtels, wodurch eine Verlängerung der in Frage kommenden Muskulatur und eine höhere Differenzirung ihres Ursprungs bedingt werden.

Den Mm. sterno-hyoidei superficialis und profundus der Amphibien (Urodelen) vergleichbar sind die zwischen Schultergürtel und Zungenbein erstreckten Muskeln, welche in äusserst mannigfaltiger Differenzirung und grösstem Wechsel von Episternum, Sternum, Clavicula, Korakoid resp. Prokorakoid, Scapula und Suprascapulare ihren Ausgang nehmend ventral und ventro-lateral von der Trachea nach vorn verlaufen und an dem Zungenbein, insbesondere an dessen Körper (Copula) und hinterem Horne (Branchiale 1) sich anheften, mit ihren tieferen Partien aber auch sekundäre Insertionen und Ursprünge an Larynx und Trachea gewonnen haben. Die oberflächliche Lage kennzeichnet bei den Sauriern ein mehr oder minder ausgedehnter Ursprung, die tiefe beschränkt sich meist auf das Episternum; erstere bildet somit in der höchsten Ausbildung den Episterno-cleido-omo-hyoideus superficialis, letztere den Episterno-hyoideus profundus. Der Ausfall dieser oder jener Ursprungspartien, sowie, bei Rückbildung des episterno-clavicularen Apparates, der Uebertritt der Ursprünge auf Sternum und Korakoid kann weitere Differenzirungen bedingen, welche sich im grössten Wechsel bei den Sauriern und anderen Reptilien finden und als Sterno-hyoideus superficialis und profundus, Cleido-hyoideus, Omo-hyoideus, Coraco-hyoideus, Procoraco-hyoideus bezeichnet wurden oder bezeichnet werden können<sup>1)</sup>. Dass diese Muskeln von dem Coraco-hyoideus und dem Coracobranchialis 1 der Selachier abstammen, geht aus den bei den Amphibien gemachten Ausführungen (p. 494) hervor. Bei den Krokodiliern existirt auch ein von Brustgürtel bis Mandibula erstreckter Sterno-maxillaris s. Coraco-maxillaris; ich möchte denselben indessen nicht als primordiales Homologon des Coraco-mandibularis der

1) Auch die Bezeichnungen Sterno-ceratoideus, Coraco-ceratoideus finden sich in der Litteratur und sollen die Anheftung an dem hinteren Horn des Zungenbeins ausdrücken. Es besteht kein Grund, sie beizubehalten.

Selachier, sondern als Verschmelzungsprodukt von Elementen der infrahyoidalen mit der suprahyoidalen Muskulatur auffassen. Aberrative Ursprünge und Insertionen der tieferen Lage (*Episterno-hyoideus profundus* der Rhynchocephalen und Saurier) an Larynx und Trachea finden sich bei Sauriern (*Hyo-thyreoideus*), Ophidiern (*Hyo-laryngeus*, Theile des *Genio-laryngeus*) und namentlich bei Vögeln (*Hyo-thyreoideus*, *Hyo-trachealis*, *Sterno-trachealis*, *Cleido-trachealis* etc.); bei Letzteren ist auch durch weitere Emancipation an der *Bifurcatio tracheae* eine besondere syringeale Muskulatur entstanden, welche bei den Psittaci, Pseudoscines und Passeres, namentlich aber bei den Oscines unter den Letzteren zur Ausbildung eines aus vielen Muskeln zusammengesetzten, von dem *R. descendens* innervirten Singapparates geführt hat. Bezüglich des Details aller dieser Verhältnisse verweise ich namentlich auf HOFFMANN (1890), GADOW (1891) und meine früheren Ausführungen (1870, 1888).

Eine bei den Amphibien nicht specieller ausgebildete, im Wesentlichen auch aberrative Bildung ist der zwischen hinterem und vorderem Horn des Zungenbeines (*Branchiale 1* und *Hyoid*) erstreckte kleine *M. cerato-hyoideus* der Sauropsiden<sup>1)</sup>. Er leitet zu der suprahyoidalen Muskulatur über, für welche der *M. genio-hyoideus* als Ausgang dient. Dieser in der Litteratur mit sehr verschiedenen Namen bezeichnete Muskel erstreckt sich zwischen verschiedenen Theilen des Zungenbeines (*Copula*, *Branchiale 1*, *Hyoid*) und dem Unterkiefer, kann auch in zwei Partien zerfallen sein und (namentlich bei *Chamaeleoniden*, *Ophidiern* und *Krokodiliern*) mannigfache Zusammenhänge mit der infra-hyoidalen Muskulatur, sowie mit Larynx und vorderem Ende der Trachea darbieten; bei *Chamaeleo* und den Vögeln zeigt er eine besonders hohe und mannigfaltige Differenzirung.

Endlich hat sich aus dem suprahyoidalen Muskelgebiete die eigentliche Zungenmuskulatur entwickelt, für welche die überall vorhandenen *Mm. hyoglossus* und *genioglossus* die Grundlage bilden. Von ihnen aus wurde die weitere reiche Binnenmuskulatur der Zunge differenzirt und gewann insbesondere bei gewissen Abtheilungen der Saurier, insbesondere bei den *Chamaeleoniden*, sowie bei *Ophidiern* und Vögeln eine Entfaltung, welche von keinem anderen Wirbelthier übertroffen wird. Bezüglich dieser Verhältnisse sei namentlich auf BRÜCKE (1852), HOFFMANN (1890), GADOW (1891) und KATHARINER (1895) verwiesen.

## F. Mammalia.

Taf. VII Figg. 20—21, Taf. VIII Figg. 16—17.

Die Mammalia zeigen bezüglich der spino-occipitalen Nerven und der von ihnen versorgten Theile Verhältnisse, welche sich am meisten denen bei den Sauro-

1) Hierbei ist sehr wohl zwischen den vom *N. hypoglossus* und vom *N. glossopharyngeus* versorgten Muskeln gleichen Namens und benachbarter Lage zu unterscheiden.

psiden anschliessen, aber doch einige Besonderheiten zeigen, welche die gesonderte Behandlung rathsam erscheinen lassen.

An specielleren Arbeiten, sowohl in vergleichend-anatomischer wie in ontogenetischer Richtung, ist kein Mangel; namentlich das Verhalten bei dem Menschen wird mit einer Ausführlichkeit und Genauigkeit behandelt, welche theilweise diejenige aller sonstigen morphologischen Untersuchungen in diesem Gebiete bei Weitem übertrifft. Immerhin sind noch verschiedene Gebiete ziemlich ungenügend bearbeitet und manche Fragen bezüglich dieser Nerven unbeantwortet gelassen.

Auch hier soll nur das Hauptsächlichere und für die hier zu behandelnden Aufgaben Bedeutsamere in Kürze wiedergegeben werden. Aus der sehr zahlreichen Litteratur erwähne ich bezüglich der Kenntniss der centralen Verhältnisse der Nerven nur die Arbeiten von STILLING (1843), ROLLER (1881), DARKSCHEWITSCH (1885), KOCH (1888), SCHÄFFER (1889), WALDEYER (1889), EDINGER (1892, 1896), BECHTEREW (1894), TURNER (1894) und CRAMER (1894), bezüglich der Wurzeln derselben TIEDEMANN (1821), MAYER (1832, 1836), REMAK (1836), LEURET et GRATIOLET (1839—56), VOLKMANN und BIDDER (1840), LUSCHKA (1856), VULPIAN (1862), CHIARUGI (1889), KAZZANDER (1891), FRORIEP und BECK (1895) und vor Allen BECK (1895), bezüglich der Ontogenese des Hypoglossus FRORIEP (1882—1886), dessen Untersuchungen dem betreffenden Arbeitsgebiete neues Leben zuführten, sowie HIS (1885—1888), CHIARUGI (1889, 1892), MARTIN (1890, 1891), ZIMMERMANN (1891—1893), bezüglich des Verlaufes und der peripherischen Verbreitung des Hypoglossus BACH (1834), VOLKMANN (1840), LONGET (1849), BISCHOFF (1865), HOLL (1876) und ROTGANS (1886), bezüglich der von diesem Nerven versorgten Muskulatur MECKEL (1829), CUVIER-DUMÉRIL (1838), OWEN (1868), MACALISTER (1871), M. FÜRBRINGER (1875), GEGENBAUR (1875), ALBRECHT (1876), KRAUSE (1880), ANDERSON (1881), TESTUT (1884) und namentlich LECHE (1889). Ausserdem verweise ich hinsichtlich der Verhältnisse beim Menschen auf die anthropotomischen Lehrbücher, von denen namentlich HENLE (1879), SCHWALBE (1881), GEGENBAUR (1883—1895) und RAUBER (1886) berücksichtigt wurden, hinsichtlich der specielleren Beschreibung bei Säugethieren auf die Handbücher der veterinären Anatomie (insbesondere FRANCK 1871, LEISERING 1885, ELLENBERGER und BAUM 1891), auf KRAUSE (1884), sowie auf die zahlreichen monographischen Bearbeitungen gewisser Nerven- und Muskelgebiete einzelner Säugethiere, welche insbesondere von LECHE (1888) citirt werden.

---

Ueber den centralen Ursprung des Hypoglossus existiren sowohl in den Lehrbüchern der menschlichen Anatomie und Neurologie als in separaten Abhandlungen zahlreiche Angaben, von denen diejenigen von STILLING (1843), DUVAL (1876), HENLE (1879), SCHWALBE (1881), ROLLER (1881), GEGENBAUR (1883—95), RAUBER (1886), MINGAZZINI (1890), EDINGER (1892), OBERSTEINER (1892), BECHTEREW (1894), TURNER (1894), CRAMER (1894), STADERINI (1895), namentlich aber von KOCH (1888), SCHÄFFER (1889) und KÖLLIKER (1893) hervorgehoben seien. In denselben sind vorwiegend der Mensch, daneben auch Katze, Hund, Kaninchen, Kalb und andere Säugethiere berücksichtigt. Bezüglich der genaueren Litteratur verweise ich insbesondere auf die drei

zuletzt citirten Werke und auf STADERINI. Alle Autoren sind darüber einig, das der sog. STILLING'sche Kern den eigentlichen motorischen Hauptkern repräsentirt. Er bildet einen ansehnlichen Ganglienzellen-Komplex, der sich hinten an Vorderhornreste anschliesst resp. die Fortsetzung der medialen Gruppe der Vorderhornzellen des Rückenmarks bildet (vergl. auch OWEN 1868 p. 161) in der Länge der Hauptolive sich nach vorn erstreckt und hierbei sich von dem der Gegenseite successive etwas entfernt. Die ihn konstituierenden grossen Nervenzellen gleichen denen des Vorderhorns des Rückenmarks und lassen — gerade so wie diese die ventralen Wurzelfasern der Spinalnerven — die Wurzelfasern des Hypoglossus entstehen, welche in vorwiegend ventraler resp. ventro-lateraler Richtung die Medulla bis zu ihrem Austritte aus derselben durchsetzen. Beide Kerne stehen, wie KÖLLIKER deutlich nachgewiesen hat und wie auch von anderen Autoren bestätigt worden, theils durch Kommissurenfasern unter einander, theils durch verschiedene motorische und sensible zuführende (centrale) Bahnen mit den vorderen Gehirnabschnitten und mit sensibeln Bezirken in Verband. Ob die Hypoglossus-Wurzeln auch zum Theil aus dem Kern der anderen Seite entstehen (partielle Kreuzung), wird von verschiedenen Autoren bejaht, von den meisten Neuern aber auf Grund guter Untersuchungen verneint (vergl. KOCH, SCHÄFFER, MINGAZZINI, KÖLLIKER, BECHTEREW, TURNER, STADERINI). Ausser diesem Hauptkern hat ROLLER einen ventral von ihm gelagerten kleinzelligen Kern (ROLLER'schen Kern) als Ursprungsstelle von Hypoglossusfasern beschrieben; FOREL (1891), KÖLLIKER (1893) und RAMON Y CAJAL (1893) haben nachgewiesen, dass keine Hypoglossustheile von ihm ausgehen, BECHTEREW (1894) scheint ihn anzuerkennen. Der ferner von DUVAL beobachtete, grosszellige Kern (DUVAL'scher Kern, Noyaux antéro-latérales ou accessoires de Hypoglossus), dessen Elemente lateral und medial von den Durchtrittsstellen des Hypoglossus liegen, dürfte nach KÖLLIKER nur zum kleinsten Theile in seinen medialen Elementen, nach RAMON Y CAJAL gar nicht in Frage kommen. Die hie und da beobachtete sensible Hypoglossus-Wurzel scheint ganz nach Art einer sensibeln Spinalnerven-Wurzel sich zu verhalten.

Der Kern des Hypoglossus ist demjenigen des Vago-Accessorius zum Theil recht benachbart; auch sind direkte Beziehungen resp. Verbindungen beider von verschiedenen Autoren (z. B. STILLING, CLARKE, DEAN, LAURA, ROLLER, VINCENZI u. A.) angegeben worden; die Mehrzahl der späteren Untersucher leugnet dieselben aber, und wohl mit Recht. Den neuerdings von STADERINI (1895) beschriebenen Ursprung eines zum Vagus ziehenden Wurzelbündels aus dem dorsalen Theile des STILLING'schen Kernes bin ich geneigt, dahin zu interpretiren, dass hier ein echter motorischer Vagus-Kern vorliegt, der dem Hypoglossus-Kern allerdings dicht anliegt und in dem feineren Verhalten seiner Ganglienzellen sehr gleicht. Wie wir durch KÖLLIKER (1893 p. 238) wissen, stimmen auch die Nervenzellen des Accessorius (spinalis) ganz mit denen der motorischen Wurzeln der Spinalnerven überein; es ist somit aus dieser histologischen Gleichheit oder Ähnlichkeit kein Schluss auf die morphologische Zusammengehörigkeit der betreffenden Nervenkerne zu machen. Die relative Lage des Hypoglossus-Kernes zu dem Vago-Accessorius-Kern entspricht in der Hauptsache der Ausdehnung des speciellen motorischen Vagus-Kernes (also dem grösseren hinteren Theile des Nucleus ambiguus) und dem Anfange des Accessorius-Kernes (dem Kerne des sog. Accessorius vagi), wobei indessen die Angaben von EDINGER und KÖLLIKER etwas differiren.

Der benachbarte Nervus vago-accessorius setzt sich aus sensibeln und motorischen Wurzeln zusammen. Erstere, dem eigentlichen Vagus s. str. angehörig (sowie dem entsprechenden des Glossopharyngeus homodynam) und von seinem peripherischen Ganglion (Ganglion jugulare) beginnend, ziehen dorsalwärts zu dem dorso-lateral in der Medulla oblongata liegenden sog. sensibeln Hauptkern des Vagus und dorso-caudalwärts als absteigende Vaguswurzel oder Fasciculus solitarius in das dorsale Gebiet der Medulla spinalis. Letztere, dem gesammten Vago-Accessorius zuzurechnen, entspringen in grosser Ausdehnung von der ventro-lateralen Zellensäule der Medulla oblongata (Nucleus ambiguus, der zugleich mit seinem Anfange dem motorischen Antheile des Glossopharyngeus Ursprung giebt) und der Medulla spinalis laterale Kerngruppe der Vordersäule,

vergl. CLARKE 1865, KÖLLIKER 1867, ROLLER 1881, DARKSCHEWITSCH 1885, DEES 1887, WALDEYER 1889) bis herab zum Gebiete des 5. bis 6. Spinalnerven und verlaufen von da in vorwiegend lateraler Richtung zur Oberfläche der Medulla, um dorsal von dem Hypoglossus und zwischen den dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven auszutreten; die hinteren Ursprungsfasern haben hierbei eine mehr dorsale Lage als die vorderen (mehr rostralen). Allenthalben liegt die motorische Säule des Vago-Accessorius lateral von dem Kerngebiete des Hypoglossus und in der Hauptsache dorsal resp. dorso-lateral von demjenigen der ventralen Wurzeln der Spinalnerven. Die vordere (rostrale) Grenze des motorischen Vagus-Kernes entspricht, wie schon erwähnt, annähernd der vorderen Grenze des Hypoglossus-Kernes, die des eigentlichen Accessorius-Kernes wird verschieden angegeben (im Niveau des oberen Endes der motorischen Pyramidenkreuzung nach ROLLER, in der Mitte derselben nach GRABOWER (1894), am caudalen Ende der Olive nach KÖLLIKER, am Anfange des letzten Drittels der Olive nach DARKSCHEWITSCH und GEGENBAUR). DARKSCHEWITSCH und GRABOWER stellen den Accessorius dem Vagus durchaus gegenüber und leugnen jedwede Beziehung seines Kernes sowohl zu dem dorsalen als zu dem ventralen Kern des Vagus; nach GRABOWER p. 148) liegt zwischen dem Accessorius-Kern und dem motorischen Vagus-Kern ein Zwischenraum von weit über 800 Mikren, der von Elementen des Hypoglossus-Kernes (welcher die rostrale Fortsetzung bilde) eingenommen wird. Die Mehrzahl der Autoren, unter den Neueren insbesondere GEGENBAUR (1883—95), KÖLLIKER und TURNER, vereinigen beide Nerven und lassen den Anfang des Accessorius aus dem hinteren Bereiche des Nucleus ambiguus hervorgehen. Insbesondere nach dem Vorgange<sup>1)</sup> von WILLIS (1664), CL. BERNARD (1851), HOLL (1878) und SCHWALBE (1881) wird zugleich der Accessorius Willisii in eine cerebrale und spinale Abtheilung (Accessorius vagi und Acc. spinalis SCHWALBE) geschieden<sup>2)</sup> und danach — so vornehmlich von KÖLLIKER (1893 p. 235 f.) — in seinem Ursprungskerne gesondert betrachtet: der cerebrale Kern repräsentirt theils den hinteren Theil des Nucleus ambiguus, theils einen in der lateralen Verlängerung desselben befindlichen nicht unbedeutenden Kern, der unter Umständen aus mehreren Abschnitten besteht und oft ziemlich nahe an die Oberfläche der Medulla oblongata heranreicht, der spinale Kern gehört der Medulla spinalis an und wird, wie bereits angegeben, von der lateralen Zellen-Gruppe des Vorderhorns gebildet. Andere Autoren, namentlich BENDZ (1836), ECKHARD (1882) und GEGENBAUR (1870—1896) legen auf diese Sonderung weniger Gewicht und fassen den Accessorius in sich und in Verband mit dem Vagus als einen mehr einheitlichen Nerven auf<sup>3)</sup>.

Die allgemeine Zugehörigkeit des N. accessorius zu dem N. vagus wird von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren anerkannt, aber nicht immer präcis zum Ausdruck gebracht. Dies gilt insbesondere für diejenigen Autoren (z. B. STÖHR 1881 p. 99 f., BÉRANECK 1884, 1887, WIEDERSHEIM 1886 p. 333, 346, 1888 p. 179<sup>4)</sup>, MARTIN 1891 p. 231<sup>5)</sup>, GRABOWER 1894 p. 149), welche den Accessorius gleich dem Hypoglossus als einen „spinalen“ Nerven resp. Abkömmling aus dem spinalen Nervensystem auffassen. Die namentlich von GEGENBAUR (1870—95), FRORIEP (1882—1887), SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 541), WIEDERSHEIM (1893 p. 287) und EDINGER (1896 p. 82)

1) Namentlich bezüglich der älteren diese Scheidung vertretenden Autoren verweise ich auf die von ROTGANS (1886 p. 26 f.) gegebene litterarische Uebersicht.

2) GRABOWER leugnet überhaupt die Existenz eines dem Gehirn angehörigen Accessorius vagi.

3) Hierher gehören auch u. A. VALENTIN (1841 p. 512), LONGET (1849 p. 203), HIRSCHFELD-LEVEILLÉ (1853 p. 124), BISCHOFF (1865 p. 30) und ROTGANS (1886 p. 28), die namentlich auf Grund der mannigfachen Anastomosen zwischen den beiden Theilen des Accessorius Willisii die Zusammengehörigkeit derselben betonen.

4) In den Ausgaben der Vergleichenden Anatomie von 1886 und 1888 wird der Accessorius als echter Rückenmarksnerv, dessen spinale Natur klar vor Augen liegt, aufgefasst, in den Ausgaben von 1893 dagegen betont, dass die morphologischen Verhältnisse desselben nach vielen Beziehungen hin sehr dunkle seien. Mit beiden Aeusserungen bin ich nicht einverstanden; mir liegt die Zugehörigkeit des Accessorius zu dem motorischen Vagus-Kern klar vor Augen.

5) MARTIN rechnet den Accessorius als laterale Wurzel zu dem Gebiete des Glossopharyngeus, Vagus und der 7 ersten Cervikalnerven.

vertretenen Anschauungen hinsichtlich der vollkommnen Zusammengehörigkeit beider Nerven entsprechen am meisten den meinigen. CHIARUGI (1889 p. 221 f.) sondert auf Grund ontogenetischer Befunde den Accessorius spinalis gänzlich vom Acc. vagi ab; ersterer gehöre zu dem System der ventralen Wurzeln der Occipital- und Cervikalnerven, letzterer repräsentire einen Theil der ursprünglichen dorsalen Nervenleiste; auch sei der Accessorius spinalis eine den Säugethieren eigenthümliche Bildung, welche den Sauropsiden, die bloss einen Acc. vagi besässen, abgehe. Auch ZIMMERMANN (1891 p. 109) scheint den vorderen Theil des Accessorius genetisch von dem hinteren Abschnitte zu sondern<sup>1)</sup>.

Aehnlich wie bei den Sauropsiden gehen auch bei den Säugethieren die Anschauungen der Autoren hinsichtlich der gegenseitigen Beziehungen des N. vago-accessorius und N. hypoglossus aus einander. Mehrere, so insbesondere HYRTL (1866 p. 831), GEGENBAUR (1871 p. 530), STÖHR (1881 p. 99 f.), WIEDERSHEIM (1884 p. 124, 125, 1888 p. 177, 178, 1893 p. 281<sup>2)</sup>) GASKELL (1886 p. 75), PHISALIX (1887 p. 244<sup>3)</sup>), HIS (1887 p. 401), RABL (1889 p. 223 ff.), CHIARUGI (1889 p. 221 f.), ZIMMERMANN (1891 p. 109), GRABOWER (1894 p. 149) u. A., bringen beide Nerven in einen näheren Verband zu einander, während die Meisten, z. B. HUXLEY (1864 p. 65, 1871 p. 75), BALFOUR (1881 p. 412), FRORIEP (1882—1886, insbesondere 1885 p. 51), GEGENBAUR (1883—1895), DOHRN (1884—1890), BEARD (1885 p. 143), MC. MURRICH (1885 p. 150), SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 539 f.), VAN BEMMELN (1889 p. 250), GASKELL (1889 p. 181), MARTIN (1891 p. 229) u. v. A., einen mehr oder minder scharfen Gegensatz zwischen ihnen betonen<sup>4)</sup>. Ich vertrete gleichfalls die Heterogenität beider Nerven.

Der Abgang des N. hypoglossus von der Medulla oblongata erfolgt mit einer wechselnden Zahl von Wurzelbündeln ventral resp. ventro-caudal von demjenigen des Vagus s. str. zwischen Pyramiden und Oliven; zwischen ihm und den Vagus schieben sich die Oliven ein. Die relative Lage zu dem Vagusabgange in rostro-caudaler Richtung wird sehr wechselnd und zum Theil auch bei derselben Species sehr widersprechend angegeben. Die am meisten rostrale, d. h. in der Hauptsache ventral vom Vagus zeigen *Equus* (LEURET et GRATIOLET 1839-57 Taf. IX), *Felis domestica* (L. Gr. Taf. V), *Rhesus nemestrinus* (TIEDEMANN 1821 Taf. I Fig. 5), *Homo* (L. Gr. Taf. XVII;

1) ZIMMERMANN unterscheidet auf Grund ontogenetischer Untersuchungen am Kaninchen und am Menschen im Kopfbereiche 17 Encephalomeren, deren 4 letzte (14—17) ursprünglich spinaler Natur seien und erst sekundär als spino-cerebrale Theile dem Gehirn resp. Schädel assimilirt werden. Von dem 11. ab steht jedes dieser Encephalomeren mit dorsalen, lateralen und ventralen Nervenwurzeln in Verband, und zwar gilt für die hier in Betracht kommenden Folgendes: 12 hat als dorsale Wurzel den Glossopharyngeus, als laterale einen nicht näher bezeichneten Nerven, als ventrale ein erstes Homodynamon spinaler motorischer Wurzeln, das hinter dem Glossopharyngeus dorsalwärts verläuft; 13 empfängt als dorsale Wurzel den eigentlichen Urvagus, giebt als laterale den Anfang des Accessorius und als ventrale ein zweites Homologon spinaler motorischer Wurzeln ab, das hinter dem Vagus sich dorsalwärts wendet. Die folgenden 4 spino-cerebralen Encephalomeren (14—17) besitzen dorsale Wurzeln, welche z. Th. (14—17) den Vagus, z. Th. (16—17) zwei vergängliche dorsale Ganglien des Hypoglossus bilden, laterale Wurzeln, welche den Accessorius repräsentiren, und ventrale, aus denen sich der motorische Hypoglossus zusammensetzt. Auf Grund dieser Darstellung wird somit von unserem Autor ein dem primordiales Cerebrum angehöriger vorderer Antheil (12 und 13) und ein demselben erst sekundär aus der Medulla spinalis assimilirter hinterer Antheil (14—17) des ventralen Wurzelgebietes unterschieden. — Nach Ursprung erinnern die 12 und 13 angehörigen Theile sehr an die ventralen Vaguswurzeln (Occipitalnerven) der Selachier; der dorsal gehende Verlauf derselben bietet auch nichts Befremdendes dar, indem Aehnliches wenigstens an von dem Plexus ausgelösten Occipitalnerven der Haifische zur Beobachtung kam.

2) So meist auf den von WIEDERSHEIM mitgetheilten Nerventabellen. Gleichzeitig aber giebt W. an, dass der Hypoglossus spinaler Abstammung sei (1884 p. 129, 1893 p. 290), dass sich seine Umwandlung in einen Gehirnnerven so zu sagen vor unseren Augen noch jetzt abspiele (1893 p. 290) und dass er nichts mit dem Vagus zu schaffen habe (1883 p. 347, 1888 p. 333).

3) PHISALIX betont den gleichen Ursprung des Hypoglossus und Accessorius von der Medulla und den weiteren abweichenden Verlauf; er bringt Ersteren sowohl zu dem Vagus als zu dem ersten Cervikalnerven in Beziehung.

4) Eine mehr vermittelnde Stellung nimmt VAN BEMMELN ein, indem er gewisse Beziehungen zwischen Accessorius und Hypoglossus anerkennt.

BECK 1895 p. 266 f.<sup>1)</sup>); ihnen schliessen sich *Hyperoodon* (KÜKENTHAL und ZIEHEN 1889 Taf. V), *Phoca* (K. Z. Taf. XIII), *Lutra* (L. Gr. Taf. VI), *Canis vulpes* (L. Gr. Taf. IV), *Felis leo* (L. Gr. Taf. V), *Dasyprocta* (TIED. Taf. IV Fig. 12) an, wo der Anfang des Hypoglossus-Ursprunges im Niveau der hinteren Hälfte des Vagus-Abganges sich findet; bei *Ovis* (L. Gr. Taf. VII), *Cervus capreolus* (L. Gr. Taf. X), *Ursus arctos* (L. Gr. Taf. VI), *Lemur mongoz* (TIED. Taf. IV Fig. 2), *Cynocephalus sphinx* (L. Gr. Taf. XV.) fällt der Beginn des Hypoglossus mit dem Ende des Vagus s. str. zusammen; weiterhin entspringt der Hypoglossus hinter (caudalwärts von) dem Niveau des Vagus, und zwar bei *Beluga leucas* (K. Z. 1889 Taf. XII), *Bos* (L. Gr. Taf. VIII), *Mustela furo* (L. Gr. Taf. VI), *Nasua* (TIED. Taf. IV Fig. 6), *Canis familiaris* (L. Gr. Taf. IV), *Felis pardus* (L. Gr. Taf. V) in geringerer, bei *Phocacna* (L. Gr. Taf. XII), *Talpa* (GANSER 1882 Taf. XXVIII), *Lepus* (L. Gr. Taf. III), *Hystrix* (L. Gr. Taf. III), *Phoca* (TIED. Taf. II. L. Gr. Taf. XI), *Felis leo* (TIED. Taf. III Fig. 4) in grösserer Entfernung davon. Von diesen Angaben sind namentlich die älteren Abbildungen von TIEDEMANN und LEURET et GRATIOLLET mit Vorsicht zu verwerthen; die grossen individuellen Differenzen mögen auch zum Theil auf Mängeln derselben beruhen.

Der N. accessorius erstreckt sich mit seiner letzten (am meisten caudal gelegenen) Wurzel fast immer erheblich weiter an der Medulla spinalis herab als bei den Sauropsiden. DARKSCHEWITSCH verlegt diese caudale Grenze beim Menschen konstant zwischen den 5. und 6. Cervikalnerven, HOLL findet das gleiche Verhalten bei 26 unter den von ihm untersuchten 40 Fällen, während er 9mal ein Herabreichen nur bis zum 4., 3mal ein solches bis zum 3. und 2mal bis zum 7. Cervikalnerven beobachtete. Bei den anderen untersuchten Säugethieren bewegt sich — nach den übrigen z. Th. widersprechenden Angaben der Autoren — die hintere Grenze zwischen dem Niveau des 2. bis 7. Cervikalnerven; ein Ursprung in der Höhe des 2. Nerven wird von BISCHOFF (1882 p. 34—38) für *Mus sylvaticus* und *Putorius vulgaris*, in der Höhe des 3. Spinalnerven von dem gleichen Autor bei *Talpa*, *Muscardinus* und *Mus rattus* angegeben, während andererseits ein Herabreichen bis zum 6. resp. 7. Spinalnerven ebenfalls von BISCHOFF für *Sus*, *Capra*, *Bos*, von FRANCK (1871) und LEISERING (1885) für *Equus caballus*, von BISCHOFF und ELLENBERGER (1891) für *Canis familiaris* notirt wird. Bei den anderen untersuchten Carnivoren (BISCHOFF) reicht er bis zum 5. resp. 6., bei *Myrmecophaga* (POUCHET 1874) und *Lepus cuniculus* (BISCHOFF, KRAUSE 1884) bis zum 5. herab; CL. BERNARD (1851) lässt ihn bei *Bos*, *Equus* und *Felis domestica*, GUMOËNS (1852) bei *Sciurus* bloss bis zum 3. resp. 4. Cervikalnerven sich erstrecken. Von diesen Angaben sind diejenigen, nach welchen der Accessorius bloss bis zum 2. bis 4. Cervikalnerven herabreichen soll, mit Vorsicht aufzunehmen; insbesondere beruht die von BISCHOFF angegebene Differenz zwischen *Putorius vulgaris* (2. Cervikalnerv) und *Mustela furo* (5. bis 6. Cervikalnerv) wohl zum Theil auf der Untersuchung von mangelhaften Präparaten.

Ueber die Zahl der (ventralen) Wurzeln des Hypoglossus finden sich die zuverlässigsten Angaben bei BECK (1895), der dieselben vom Abgang von der Medulla bis zum Durchtritt durch die Schädelwand verfolgte. Entscheidend für die Bestimmung derselben ist nicht die Anzahl der einzelnen Wurzelfäden, welche oft recht beträchtlich ist (10 bis 20 und mehr betragen kann), sondern das Zusammentreten derselben zu besonderen Wurzelkomplexen (Wurzelstämmen), die zumeist durch besondere Oeffnungen der Dura mater und häufig auch des Occipitale durchtreten. Aus diesem Grunde sind auch die Angaben und Abbildungen der meisten anderen Autoren, welche die Hypoglossus-Wurzeln nicht bis zu dem Eintritt in die Pachymeninx verfolgten, theilweise unbrauchbar; jedenfalls müssen diejenigen, welche dem Hypoglossus der erwachsenen Thiere mehr als drei Wurzeln zuschreiben resp. ihn so abbilden, von vornherein als zweifelhaft ausgeschieden

<sup>1)</sup> BECK stellt in dieser Hinsicht den Menschen, wo der Ursprung des Hypoglossus rostralwärts bis zum Pons Varoli reiche, den übrigen Säugethieren gegenüber, deren Hypoglossus meist wenig mehr als das caudale Drittel der Medulla oblongata einnehme. Bezüglich der mannigfachen und interessanten Details sei auf die Abhandlung selbst verwiesen.

werden<sup>1)</sup>. Die Zahl dieser Wurzeln schwankt zwischen 3 bis 1. Und zwar finden sich drei Wurzeln nach BECK in der Regel bei *Sus*<sup>2)</sup>, *Equus caballus* und *E. asinus*, den Ruminantia, sowie bei *Dasypus* und *Galeopithecus*; das Gleiche geben LEURET et GRATIOLET (Taf. IX) und LEISERING (1885 p. 765) für *Equus caballus* an, während die ebenfalls 3 Wurzeln reproducirenden Abbildungen von TIEDEMANN und LEURET et GRATIOLET bezüglich *Canis*, *Felis leo* und *F. pardus*, sowie *Homo* wegen Mangels der Durchtrittsstellen durch die Dura mater nur als fraglich beigefügt werden können; bei *Hyperoodon* könnte man auf Grund der Abbildung von KÜKENTHAL (1889 Taf. V) ebenfalls geneigt sein, 3 Wurzeln anzunehmen. Zwei Wurzeln giebt BECK bei Marsupialia, Cetacea, als individuelles Vorkommen bei *Dasypus novemcinctus*, als ausnahmsweisen Befund bei *Equus*, Ruminantia, *Talpa* und *Felis concolor* (einseitig), als regelmässige Beobachtung bei den Rodentia und Prosimiae, sowie als häufigeres Vorkommen bei den Chiroptera, Simiae und bei *Homo* an. Nach LEURET et GRATIOLET scheinen auch *Bos*, *Felis leo* und *F. domestica*, sowie *Lepus cuniculus* hierher zu gehören, wie auch SCHWALBE (1881) und GEGENBAUR (1883—95) für den Menschen als die gewöhnlichere Zahl 2 angeben; GANSER (1882 p. 613) schreibt *Talpa* gleichfalls 2 Wurzeln als regelmässigeres Vorkommen zu und KÜKENTHAL (1889 Taf. XII) bildet die gleiche Anzahl bei *Beluga leucas* ab. Eine Wurzel findet sich nach BECK bei *Echidna*, in der Regel bei den Carnivoren (incl. Pinnipedia) und den Insectivoren, ferner bei einigen Affen (individuelle Befunde bei verschiedenen Species von *Macacus*) und als minder häufiges Vorkommen bei *Homo*. Das Gleiche wird von TIEDEMANN, LEURET et GRATIOLET für *Phocaena*, *Phoca*, *Nasua*, *Canis*, *Dasyprocta* und *Rhesus nemestrinus* angegeben resp. abgebildet. Auch antimerer Wechsel kam hierbei wiederholt zur Beobachtung (*Dasypus*, *Felis concolor*, 5 Individuen von *Homo* mit 2 Wurzeln auf der einen, 1 auf der anderen Seite). Im Allgemeinen wurden von SWAN (1835 p. 169) 2 bis 3 und von OWEN (1868 p. 162) als gewöhnlicher Befund 2 Wurzeln angegeben. Während des Durchtrittes durch den Schädel oder nach dem Austritte aus demselben verschmelzen die Wurzeln früher oder später zu einem Stamme. — Die Stärke dieser Wurzeln ist meist eine von vorn (rostral) nach hinten (caudal) zunehmende; doch werden nicht selten Ausnahmen erwähnt, wonach bei 3 Wurzeln die beiden vorderen oder die beiden hinteren gleich stark sind oder wo die zweite die dritte etwas an Dicke übertrifft, wie auch bei der Existenz von 2 Wurzeln die letzte so stark wie die erste oder selbst schwächer sein kann.

Nach meiner Nomenklatur deute ich alle 3 Wurzeln wie bei den Sauropsiden als occipito-spinale Nerven und bezeichne sie als *a*, *b* und *c*. Existiren bloss 2 Wurzeln, so kann es sich entweder um *a + b* und *c* oder nur um *b* und *c* handeln, wobei jedoch die Angaben der Autoren nicht ausreichen, um zu entscheiden, wo die erste Wurzel der Summe von *a + b* oder wo sie, unter Rückbildung von *a*, lediglich *b* entspricht; wahrscheinlich ist Ersteres bei den Vorkommnissen, wo die erste Wurzel so dick oder dicker als die letzte ist, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass eine schwächere erste Wurzel bloss *b* repräsentire. Da, wo nur eine Wurzel, d. h. ein einheitlicher Durchtritt durch eine Oeffnung der Dura mater beobachtet wird, mag es sich in der Regel um einen Zusammenhang von *b + c*, in einzelnen Fällen vielleicht auch um einen solchen von *a + b + c*<sup>3)</sup> handeln; aber auch hier genügen die vorliegenden Materialien nicht zur Entscheidung. Die Existenz von *c* allein dürfte höchst fraglich sein.

1) Dies gilt insbesondere für die Abbildungen von LEURET et GRATIOLET, wonach bei *Ovis* (Taf. VII), *Ursus arctos* (Taf. VI) und *Homo* (Taf. XVII) 4, bei *Cervus capreolus* (Taf. X) 4 resp. 6, bei *Lutra* (Taf. VI) und *Canis vulpes* (Taf. IV) 5 und bei *Putorius furo* (Taf. VI) 6 Wurzeln zu erkennen sind.

2) Als seltenen Befund giebt BECK auch mehr als drei Abtheilungen von Nervenbündeln an, erwähnt aber nichts über die Art des Durchtritts durch harte Hirnhaut und Schädel, so dass weitere Schlüsse, ob es sich hier ausser den drei occipito-spinalen Nerven *a*, *b* und *c* auch noch um *z* handele, nicht zu ziehen sind.

3) Z. B. individuell bei *Ovis*, wo BECK (p. 288) auch einen gemeinsamen Durchtritt der Hypoglossus-Wurzeln durch die Dura mater beobachtete.

Dorsale zum Hypoglossus gehörige Wurzeln finden sich auch noch post partum bei zahlreichen Säugethieren. Auch hierfür verdanken wir FRORIEP und BECK die eingehendsten und ausführlichsten Angaben. Die Existenz einer zu der letzten ventralen Hypoglossus-Wurzel gehörigen dorsalen Wurzel ( $c^d$  nach meiner Nomenklatur) findet sich nach diesen Autoren bei *Sus scrofa*, bei der Mehrzahl der untersuchten Ruminantia (*Cervus capreolus* und *C. elaphus*, *Bos*, *Ovis*, nicht aber *Capra*<sup>1)</sup>), vereinzelt bei *Equus* (einmal einseitig bei fünf Individuen von *C. caballus*, einseitig bei einem Individuum von *E. asinus*) und *Cavia cobaga* (bei einem von vier Individuen), sowie ziemlich regelmässig bei Carnivoren<sup>2)</sup>, denen noch ein einmaliger zweifelhafter Befund bei *Delphinus delphis* angereicht werden kann; am besten war die dorsale Wurzel bei *Sus*, *Bos*, *Cervus capreolus*, *Viverra*, *Ursus* und *Canis familiaris* entwickelt. Diesen Befunden reihen sich die früheren von MAYER (1832 p. 744, 1836 p. 330) bei *Sus*, *Equus*, *Bos*, *Canis*, von REMAK (1837 p. 151) bei *Canis*, von VOLKMANN und BIDDER (1840 p. 501 f.) bei *Bos juv.*, von LUSCHKA (1856 p. 62) bei *Sus*, *Bos*, *Lutra*, *Canis*, von VULPIAN (1862 p. 7) bei *Bos*, *Canis*, *Felis*, von KAZZANDER (1891. B p. 447 f.) bei *Bos* und *Canis* an. Um sich mit der zugehörigen ventralen Wurzel zu vereinigen, muss diese dorsale Wurzel den N. accessorius kreuzen, und zwar verläuft sie hierbei in der Regel wie die dorsalen Wurzeln der Cervikalnerven an der dorso-lateralen Seite dieses Nerven, wobei sie entweder nur an ihm vorbeizieht oder mit ihm mehr oder minder innig verbunden ist, auch derart mit ihm verschmilzt, dass sie nicht ohne Weiteres bis zur ventralen Wurzel des Hypoglossus verfolgt werden kann; in seltenen Fällen wurde bei *Lutra*, *Putorius foetidus* und *Canis familiaris* auch ein Verlauf an der ventro-medialen Seite des Accessorius, also zwischen diesem und der Medulla beobachtet (KAZZANDER, BECK). Beim Menschen wurde ein einer dorsalen Wurzel resp. einem dorsalen Hypoglossus-Ganglion vergleichbares resp. verglichenes Gebilde von SANTORINI 1775 p. 28), MAYER (1832 p. 744, 1836 p. 330), VULPIAN (1862 p. 7), CHIARUGI 1888 p. 57) und KAZZANDER 1891 p. 444) je einmal (von MAYER zweimal) beobachtet; BECK (1895 p. 266—281) vermochte trotz genauester Untersuchung, wie viele andere Anatomen, nichts Derartiges aufzufinden und erkennt in seiner kritischen Besprechung nur den beiden von CHIARUGI (zweijähriges Kind) und KAZZANDER (Erwachsener) beschriebenen Vorkommnissen die Bedeutung einer wirklichen dorsalen Wurzel des Hypoglossus zu<sup>3)</sup>. — Eine zu der mittleren ventralen Hypoglossus-Wurzel gehörige dorsale Wurzel  $b^d$  wurde als sehr seltenes postembryonales Vorkommen von VULPIAN (1862 bei *Canis*, von BECK (1895 p. 285, 298) zweimal bei *Sus* und einmal bei *Canis* aufgefunden. — Auf die Inkongruenz in dem Vorkommen und der Ausbildung der ventralen und dorsalen Hypoglossus-Wurzeln, sowie auf ihre von der systematischen Stellung der untersuchten Säugethiere ziemlich unabhängige Existenz oder Reduktion macht BECK aufmerksam.

Auch die dorsale Wurzel des ersten Cervikalnerven ( $1^d$ ) hat in ihren variablen Beziehungen schon bei den ältern Untersuchern Interesse erregt und wiederholte Bearbeitung gefunden. Bei den meisten Thieren ist sie bald gut entwickelt, bald mehr oder minder rückgebildet; nicht selten ist sie auch vollkommen verkümmert. Damit bildet sie eine gewisse Parallele zu der letzten dorsalen Hypoglossus-Wurzel, welche ihr aber im Grade der Verkümmerng vorausseilt; bereits JOH. MÜLLER (1837 p. 666) hat sie für die Vergleichung des Hypoglossus mit Spinalnerven verwerthet, und ihm sind bald darauf viele ältere Anatomen gefolgt. Genaueres über das Verhalten dieser dorsalen Spinalis-Wurzel theilen KAZZANDER (1891. A p. 221 f.), FRORIEP und BECK (1895 p. 694) und BECK (1895 p. 268 f.) auf Grund sehr umfangreicher Untersuchungen an Mensch und anderen Säugethieren mit (vergl. insbesondere des Letzteren Tabelle auf p. 333). Bei *Echidna*, *Hypsignathus* und mehreren Species der Genera *Cynocephalus* und *Macacus* wurde sie von BECK vermisst, desgleichen individuell resp. einseitig bei *Talpa*, verschiedenen Rodentia, *Vespertilio*, *Lemur*, zahl-

1) Bei *Capra* wurde  $c^d$  nur bei Foeten, aber nicht bei Erwachsenen beobachtet.

2) Hier nur bei 1 von 10 Exemplaren von *Canis* und einmal einseitig unter 5 Exemplaren von *Felis* vermisst.

3) Hinsichtlich der genaueren Verhältnisse verweise ich auf BECK.

reichen Affen und beim Menschen (hier bei 8<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nach KAZZANDER, bei 9<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nach BECK). Da, wo sie beim Menschen vorhanden war, zeigte sie nach beiden Autoren alle möglichen Grade der Ausbildung und Rückbildung, womit ein sehr wechselndes Verhalten gegenüber dem Accessorius (grössere oder geringere Selbstständigkeit und verschiedene Lage diesem gegenüber) Hand in Hand ging. In der Regel verlief sie wie die folgenden dorsalen Spinalnerven-Wurzeln dorso-lateral an diesem Nerven vorbei; einige Male aber perforirte sie ihn auch (KAZZANDER bei 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) resp. ging ganz unselbstständig von ihm ab (KAZZANDER, BECK 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>)<sup>1)</sup>, oder verlief partiell (KAZZANDER) oder total (BECK) ventro-medial von ihm (also zwischen *Medulla spinalis* und *Accessorius*) zu der ihr zugehörigen ventralen Wurzel; letzterer Verlauf wurde fünfmal unter 32 Fällen (also bei 16<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) meist mit beträchtlicherer Rückbildung der dorsalen Wurzel beobachtet.

Auch über die ontogenetische Ausbildung des Hypoglossus der Säugethiere existiren mehrfache Untersuchungen (FRORIEP 1882—86) bei *Bos*, *Ovis*, *Homo*; HIS 1885 und 1888 bei *Homo*; CHIARUGI 1889 und 1892 bei *Lepus cuniculus* und *Cavia*; MARTIN 1890 und 1891 bei *Felis domestica*; KAZZANDER 1891 bei *Bos*; ZIMMERMANN 1891—1893 bei *Lep. cuniculus* und *Homo*). Danach fand FRORIEP bei Embryonen von Rind und Schaf 3 bis 4 ventrale Wurzeln<sup>2)</sup>, von denen die letzte (1882 p. 282) resp. die beiden letzten (1885 p. 48, 1886 p. 133) noch zugehörige dorsale Wurzeln resp. Anlagen von Spinalganglien aufwiesen; während die letzteren (die dorsalen Wurzeln) sich rückbildeten, verbanden sich die ersteren (die ventralen Wurzeln) zu dem N. hypoglossus. Da beide (dorsale und ventrale Wurzeln) sich ursprünglich ganz so wie die dorsalen und ventralen Wurzeln der folgenden Spinalnerven verhielten, bezeichnete er die aus ihnen zusammengesetzten Nerven als Occipital-Spinalnerven (1886 p. 150) oder praecervikale Nerven (1883 p. 282). Die Zahl der Myotome betrug 3. Nach der von mir angewendeten Nomenklatur handelt es sich also hier um  $a^v$ ,  $b^{vd}$  und  $c^{vd}$  (resp.  $z^v$ ,  $a^v$ ,  $b^{vd}$ ,  $c^{vd}$ )<sup>3)</sup> von denen  $b^d$  und  $c^d$  sich rückbildeten, dagegen  $a^v$ ,  $b^v$  und  $c^v$  zum Hypoglossus sich verbanden. Bei Embryonen des Kaninchens fand CHIARUGI (1889 p. 69) vier ventrale Wurzeln ( $z^v$ ,  $a^v$ ,  $b^v$ ,  $c^v$  meiner Nomenklatur)<sup>3)</sup> und zwei dorsale ( $b^d$ ,  $c^d$ )<sup>4)</sup>, ZIMMERMANN (1891 p. 111, 1892 p. 161) neben zwei letzten dorsalen sechs ventrale, von denen er die beiden ersten aber nicht zum Hypoglossus, sondern zu dem Glossopharyngeus und Urvagus (vergl. meine Anm. 1 auf p. 515) in nähere Beziehung bringt. Die wirkliche, selbstständige Existenz

1) Die Verbindung der dorsalen Wurzel des 1. Cervikalnerven mit dem Accessorius ist seit alter Zeit bekannt und wurde von den beiden oben genannten Autoren in vereinzelt Fällen so intim gefunden, dass diese selbst einen Ursprung von dem Accessorius angeben (KAZZANDER in 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, BECK 1mal unter 28 Fällen). JOH. MÜLLER ist durch diese Beziehungen zu der Anschauung geführt worden, dass der Accessorius auch auf der Bahn der beiden Halsnerven, durch die bezüglichen Intervertebrallöcher, Fäden nach aussen abgibt (1840 p. 54). Ich kann weder die ersterwähnten Befunde stützen, noch die Anschauung MÜLLER's theilen und vermute, dass eine in's Minutiöse durchgeführte Entwirrung der angegebenen Verbände doch zu einer klaren Scheidung der beiden Nerven führen wird.

2) Die Existenz von 4 Wurzeln wird nicht als sicher angegeben (1885 p. 16), da eine genaue Sonderung der ersten Wurzelbündel nicht gut möglich sei. Aus dem Umstande, dass die vordere (am meisten rostrale) Wurzel am meisten rückgebildet ist, schliesst FRORIEP mit gutem Rechte, dass früher vielleicht noch mehr Wurzeln als 3 vorhanden gewesen sein mögen (1882 p. 295).

3) Meine Zählung der betreffenden Hypoglossus-Wurzeln basirt auf der Auffassung, dass bei Sauropsiden und Säugethieren bezüglich der Reihenfolge die gleichen Verhältnisse bestehen und dass das occipito-cervikale Gelenk bei Beiden identisch, homolog ist. In dieser Hinsicht stehe ich ganz auf dem auch von FRORIEP (1886) vertretenen Standpunkte. CHIARUGI (1889 p. 232—234) dagegen erblickt in den betreffenden Gelenken der Sauropsiden und der Mammalia nur homodynamische Bildungen und kommt, indem er bei der Vergleichung namentlich den Reduktionsgrad der occipito-spinalen und ersten freien spinalen Nerven und insbesondere ihrer dorsalen Wurzeln in den Vordergrund stellt, zu der Anschauung, dass die beiden ersten freien Wirbel der Sauropsiden in den Säugethierschädel aufgenommen seien, somit der erste freie Wirbel der Mammalia dem 3. der Sauropsiden entspricht. Ueber diese Frage wird später noch des Weiteren zu handeln sein (vgl. p. 526).

4) Dass CHIARUGI aus der dorsalen vom Vagus bis zum 2. Spinalnerven erstreckten Längskommissur den Sauropsiden und Säugethieren gemeinsamen Accessorius vagi, aus den ventralen Wurzeln der Occipital- und Cervikalnerven dagegen den den Säugethieren eigenthümlichen Accessorius spinalis ableitet, wurde schon oben (p. 515) erwähnt.

dieser Wurzeln vorausgesetzt, würde *Lep. cuniculus* somit nach letztgenanntem Autor drei occipitale ( $x^v, y^v, z^v$ ) und drei occipito-spinale ( $a^v, b^{vd}, c^{vd}$ ) Nerven anlegen, von denen aber die occipitalen und die dorsalen Wurzeln der occipito-spinalen im Laufe der Ontogenese sich rückbilden. Noch mehr Wurzeln beschrieb CHIARUGI (1892 p. 58) beim Meerschweinchen, wo selbst sieben ventrale und zwei dorsale Wurzeln zur Entstehung kommen sollen; es würde sich also hier, die selbstständige Existenz dieser Wurzeln vorausgesetzt, um  $w^v, x^v, y^v, z^v, a^v, b^{vd}, c^{vd}$  handeln. Da aber allenthalben nur drei Myotome<sup>1)</sup>, die zu  $a, b$  und  $c$  gehörenden, von den Autoren, soweit diese derselben überhaupt Erwähnung thun, angegeben werden, möchte ich es zunächst noch als diskutabel bezeichnen, ob  $w, x$  und  $y$  reelle Geltung zukommt<sup>2)</sup>. Bei Embryonen der Katze beschrieb MARTIN (1891 p. 230 f.) mindestens fünf ventrale und fünf dorsale Wurzeln ( $y^{vd}, z^{vd}, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}$ ), wobei die ventralen zuerst eine von vorn nach hinten abnehmende, dann aber zunehmende Dicke aufweisen, während die dorsalen bald verkümmern; Kopf-Myotome existieren drei. Auch diese Angaben weichen von allen bisher bei Amnioten bekannten Befunden ab. Hinsichtlich des Menschen sah FRORIEP (1882 p. 292) an den von ihm untersuchten älteren Embryonen ebenso wie CHIARUGI (1889 p. 82) nur drei ventrale Wurzeln ( $a^v, b^v, c^v$ ), vermisste aber jede dorsale; HIS (1885 p. 89. Fig. 62, 1888 p. 380, 381) fand dieselbe bei seinem Material in Gestalt eines rudimentären Ganglions ohne davon ausgehende Nervenfasern<sup>3)</sup>; ZIMMERMANN endlich (1891 p. 111, 1893 p. 216) beobachtete die gleichen Verhältnisse wie bei *Lepus* (sechs ventrale und zwei dorsale Wurzeln); über die Kopf-Somiten äussert er sich nicht. — MINOT (1892 p. 656) bezeichnet es als wahrscheinlich, dass jungen Embryonen der Säugethiere vier ventrale und drei dorsale Wurzeln mit Ganglien zukommen. Speciellere Untersuchungen, auf denen diese Angabe basirt, werden nicht angegeben. — Den erwähnten Nerven und Myotomen entsprechen zugehörige Sklerotome (Occipitalbogen); doch fanden die darüber handelnden Autoren die vorderen stets rudimentär, in mit einander verschmolzenem Zustande sich anlegend, und konnten nur bei dem letzten, zwischen  $c$  und  $4$  (erster freier Cervikalnerv) liegenden Sklerotom dessen selbstständige Anlage als gesonderter Occipitalbogen, der erst im Verlaufe der Ontogenese mit dem vorderen Komplex verschmilzt, sicher konstatieren (FRORIEP 1886 p. 133, CHIARUGI 1889 p. 71). — Eine successive Vorwanderung der Hypoglossus-Wurzeln während der Ontogenese zeigen die von FRORIEP gegebenen Abbildungen (1882 Taf. XVI), auf welchen Umstehend insbesondere SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 540) aufmerksam gemacht hat.

Für die Homologisirung des Hypoglossus der ausgebildeten Thiere mit Spinalnerven gilt auch hier, abgesehen von den aus dem Vorhergehenden zu ziehenden Schlüssen, das bereits bei den Sauropsiden Angeführte (p. 499). Vertheidiger dieser Homologie sind die Meisten der eben erwähnten Embryologen (FRORIEP, CHIARUGI, MARTIN, KAZZANDER, ZIMMERMANN), ausserdem vornehmlich JOH. MÜLLER (1838 p. 666), HYRTL (1866 p. 831), HUXLEY (1871 p. 75), GEGENBAUR (1871 p. 531 f., 1883—1895), BALFOUR (1878 p. 205), WIEDERSHEIM (1883—1893), DOHRN (1885—1890), MC. MURRICH (1885 p. 159. 160), SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 535), BECK (1895), EDINGER (1896 p. 75, p. 347) und viele Andere. Insbesondere MÜLLER und seine Schule, HYRTL, HUXLEY u. A. betonen, dass der Hypoglossus eher zu den Spinalnerven als zu den Cerebralnerven zu rechnen sei. Unter den wenigen Gegnern dieser Anschauung nimmt wohl HIS den extremsten Standpunkt ein, indem er (1887 p. 450) erklärt: „Den Hypoglossus für einen Rumpfnerven zu

1) MARTIN erwähnt, dass CHIARUGI 4 Myotome beschrieben habe. Vielleicht bezieht sich das auf die Abhandlung über *Cavia* (die mir nicht im Original zugänglich war); bei *Lepus* werden nur 3 Myotome von unserem Autor angegeben.

2) Vergl. auch meine bezüglichen Bemerkungen in dem Kapitel über die Sauropsiden (p. 498 Anm. 2).

3) Er bezeichnet es als FRORIEP'sches Ganglion und fügt hinzu, dass er keinen Grund sehe, dieses abortive Ganglion dem Hypoglossus zuzuthellen; eher noch dürfe man es als Ganglion des Accessorius bezeichnen. Am richtigsten aber sei es, wenn man dasselbe mit keinem der Kopfnerven in Beziehung setze, sondern kurzweg den Halsganglien zuzähle, deren Reihe es sich unmittelbar anschliesse. — Diesen Auffassungen kann ich nicht zustimmen.

erklären, halte ich laut meinen frühern Darlegungen für eine Willkürlichkeit, und als nicht minder willkürlich erscheint mir die Behauptung, dass die Zunge ihre Muskulatur dem Rumpfe entlehne.<sup>1)</sup> Ich theile vollkommen die von JOH. MÜLLER, HUXLEY, GEGENBAUR, BALFOUR, FRORIEP und den anderen genannten Autoren vertretene „Willkürlichkeit“.

Bezüglich des Durchtrittes der einzelnen Hypoglossus-Wurzeln durch die Dura mater und den Schädel verweise ich auf das schon oben bei den Wurzelzahlen Angeführte (p. 516, 517); wie dort mitgetheilt, wurde ein Durchtritt dieser Wurzeln durch drei, zwei und eine Oeffnung der Dura mater, übrigens in einer selbst individuell und antimer recht wechselnden Weise, beobachtet. Den drei Oeffnungen in der Dura kann auch eine totale oder partielle Sonderung des Canalis hypoglossi des Os occipitale in drei Abtheilungen entsprechen (vergl. BECK bei *Capra* [indiv.], *Antelope*, *Tragulus*); häufiger findet sich nur eine Scheidewand resp. zwei Foramina hypoglossi, wobei zumeist (Ruminantia) die beiden letzten, seltener (*Galeopithecus*) die beiden ersten Wurzeln durch einen gemeinsamen Kanal hindurchtreten. Endlich können auch alle drei Wurzeln durch einen einzigen Kanal gehen oder sich im weiteren Verlaufe in einem solchen vereinigen; in diesen letzteren Fällen ist der Kanal zuerst (innen) noch getheilt, dann (aussen) einheitlich. Aehnliches gilt für die Fälle, wo die Hypoglossus-Wurzeln durch zwei Oeffnungen der Dura austreten; dann sind entweder zwei oder durch Rarefaction der trennenden Scheidewand nur ein Canalis hypoglossi vorhanden<sup>2</sup>. Dem einheitlichen Durchtritte durch die Pachymeninx entspricht auch ein einheitlicher Knochenkanal. Die Weite der betreffenden Schädelöffnungen entspricht in der Regel der Dicke der durchtretenden Nervenwurzeln; bei *Ornithorhynchus* jedoch wurde ein unverhältnissmässig weites Foramen beschrieben (GIEBEL 1874 p. 25). Bei allen Marsupialia und Placentalia werden die Canales (Foramina) hypoglossi (For. condyloideum anterius) als gesondert von dem Foramen pro vago (For. jugulare) angegeben; *Echidna* (WESTLING 1889 p. 44; BECK 1895 p. 322) dagegen besitzt eine gemeinsame Oeffnung für den Durchtritt beider Nerven. — Allgemeinere Angaben über einfache oder doppelte Hypoglossus-Kanäle finden sich bei verschiedenen anderen Autoren, so z. B. bei OWEN (1868 p. 162, zwei Foramina bei manchen Marsupialia, eines bei den meisten Säugethieren), GEGENBAUR (1871 p. 532), GIEBEL (1874 p. 25) u. A. m. Bezüglich des Menschen giebt DEBIERRE (1895 p. 403) als Regel einen einheitlichen Canalis hypoglossi an; doch finde sich auch nicht selten (nach JABOULAY bei 15 %, nach LUCY bei 10 %, an Katakombenschädeln bei 15 %, an Lyoner Schädeln bei 21 %) eine Sonderung desselben in zwei, ja selbst nicht sehr selten („n'est pas très rare“) eine solche in 3—4 Theile<sup>3</sup>).

Während oder nach dem Austritt aus dem Schädel verbinden sich die Wurzeln des Hypoglossus zu dem einheitlichen Hypoglossus-Stamm, der danach in der Regel mit den ersten Cervikalnerven (Rr. cervicales descendentes derselben) mehr oder minder entwickelte Anastomosen eingeht. Diese Ansenbildungen sind bei den Säugethieren noch wenig untersucht. Einen Verband mit dem ersten Cervicalis geben MACALISTER (1875 Taf. XXVI) bei *Myrmecophaga*, MAYER (1847 p. 50) bei *Elephas*, ELLENBERGER und BAUM (1891 p. 536) bei *Canis* an. Mit den zwei ersten Cervikalnerven verbindet sich der Hypoglossus nach POUCHET (1874 p. 74 u. 161) bei *Myrmecophaga* (N. sterno-glossus), nach LEISERING (1885 p. 760 u. 769) bei *Equus*, nach SCHNEIDER (1867 p. 11) bei *Lepus*, bei welchem einfache oder doppelte Rr. descendentes hypoglossi vorhanden seien.

1) Diese Verurtheilung der bezüglichen Auffassung unserer grössten vergleichenden Morphologen entspricht auch den sonstigen Anschauungen von HIS, wonach Kopf und Rumpf in ihrem visceralen Gebiete durch eine zwischen Schild- und Ringknorpel gelegte Grenzebene glatt getrennt werden und die von dem Gehirn ausgehenden Kopfnerven sekundär in die caudal von dieser Ebene gelegenen Rumpforgane einwachsen sollen. Ich brauche nicht besonders zu betonen, dass ich hinsichtlich aller dieser Anschauungen auf diametral entgegengesetztem Standpunkte stehe.

2) Hinsichtlich der Details verweise ich auf die Angaben von BECK, sowie u. A. auch auf KRAUSE (1884 p. 76) und ELLENBERGER (1891 p. 19).

3) Ob es sich hierbei wirklich um 3 oder 4 (?) Foramina für die einzelnen Wurzeln des Hypoglossus handelt oder ob auch Gefässlöcher eine Rolle dabei spielen, ist aus der kurzen Darstellung DEBIERRE'S nicht ersichtlich.

Verbände mit dem dritten Cervicalis werden angegeben von MECKEL (1826 p. 34) bei *Ornithorhynchus*, von HYRTL (1855 p. 60) bei *Chlamydomorphus*, von KRAUSE (1884 p. 322) bei *Lepus*, von ROTGANS (1886 p. 38) bei *Macacus sinicus*, von VROLIK (1841 p. 40) bei *Troglodytes*; hierbei wird indessen von VROLIK der erste, von MECKEL, HYRTL und KRAUSE der erste und zweite Cervikalnerv nicht erwähnt. GUMOENS (1852 p. 28) spricht bei *Sciurus* von einem Verbands des R. descendens hypoglossi mit cervicalen Aesten, ohne anzugeben, mit welchen. — Weiteres Detail über die Art der Ansenbildungen zwischen Hypoglossus und den Rr. descendentes cervicales theilen VOLKMAN (1840 p. 502f.) bei *Equus*, *Ovis*, *Bos*, *Lepus cuniculus*, *Felis lynx* und *F. domestica*, sowie ROTGANS (1886 p. 38 ff.) bei *Macacus sinicus*, *Semnopithecus maurus* und *Troglodytes niger* mit; dieselben zeigen indessen nichts, was aus dem Rahmen der Verhältnisse beim Menschen herausginge.

Um so genauer sind die Beschreibungen der bezüglichen Verhältnisse bei dem Menschen, hinsichtlich welcher ich auf die Monographien von BACH (1834 p. 12f.), VOLKMAN (1840 p. 501), LONGET (1849 p. 408f.), LUSCHKA (1856 p. 62f.), BISCHOFF (1865 p. 32ff.) und namentlich HOLL (1876 p. 82f.) und ROTGANS (1886 p. 36), sowie auf die Lehrbücher der menschlichen Anatomie resp. Neurologie von HENLE (1879), SCHWALBE (1881), GEGENBAUR (1883—95) und RAUBER (1886) verweise; HOLL und ROTGANS zeichnen sich durch die eingehendsten Litteraturangaben und die genauesten und umfangreichsten Untersuchungen aus. Eine vollkommene Einigkeit über diese Verbindungen ist aber noch nicht erzielt. In der Regel verbinden sich die drei ersten Cervikalnerven unter einander und mit dem Hypoglossus zu einer mehr oder minder complicirten und sehr wechselnden Plexusbildung, welche dem Plexus cervicalis (mihi)<sup>1)</sup> der niederen Wirbelthiere entspricht. Ausnahmsweise sollen auch der vierte und fünfte Cervikalnerv sich an diesem Plexus betheiligen können (SÖMMERING, BACH, SAPPEY, ROTGANS); doch handelt es sich in diesen Fällen wohl mehr um Anastomosen mit abnorm verlaufenden Komponenten der Nn. supraclaviculares und des N. phrenicus. Ziemlich selten bilden die drei ersten Cervikalnerven einen gleichmässigen Plexus, der nur mit seinem oberen oder vorderen (rostralen) Bereiche sich anlagert; meist kann man einen oberen oder vorderen (rostralen), von dem ersten und zweiten Cervikalnerven gebildeten (R. descendens hypoglossi [AUT.] s. cervicalis descendens [HOLL] s. cervicalis descendens superior [SCHWALBE, RAUBER]) und einen unteren oder hinteren (caudalen), von dem zweiten und dritten Cervicalis zusammengesetzten Theil (R. cervicalis ascendens [HOLL] s. cervicalis descendens inferior [SCHWALBE, RAUBER]) unterscheiden; beide verbinden sich zur sogenannten Ansa hypoglossi und bilden zugleich den sogenannten N. descendens hypoglossi der älteren Autoren, welche Bezeichnungen aber nach den Untersuchungen und Angaben von BACH, VOLKMAN, LONGET, LUSCHKA, BISCHOFF, HOLL und ROTGANS, wonach sich Hypoglossusfasern an ihnen nicht betheiligen sollen, zweifelhaft, wenn nicht hinfällig geworden sind<sup>2)</sup>. HENLE verdanken wir die bessere Bezeichnung N. descendens cervicalis und Ansa cervicalis (profunda s. infrahyoidea). Der R. cervicalis descendens superior kann bald selbstständig, bald in der Scheide des Vagus verlaufen; in den weitaus meisten Fällen verbindet er sich mit dem Stamme des Hypoglossus, um sich erst nach kürzerem oder längerem Verlaufe mit verschiedenen Seitenästen von ihm abzuzweigen<sup>3)</sup>. Der

1) Nicht zu verwechseln mit dem viel mehr Nerven enthaltenden Plexus cervicalis der menschlichen Anatomie.

2) ROTGANS, der mit der grössten Vorsicht verfuhr, konnte an mehreren Präparaten den sicheren Nachweis liefern, dass der Hypoglossus sich nicht an dem Cervicalis descendens betheiligt, während andere Präparate keine sichere Entscheidung dafür brachten, aber jedenfalls auch nicht die Theilnahme des Hypoglossus bewiesen. His dagegen beschreibt und bildet bei menschlichen Embryonen wieder einen vom N. hypoglossus abgegebenen Ramus descendens (1858 p. 380 Taf. II Fig. 3, 4) ab. Es wird des Näheren noch zu untersuchen sein, ob und in wie weit die Embryonen in dieser Beziehung von den erwachsenen Stadien abweichen.

3) Besonderes Interesse hat ein erster Seitenzweig dieses R. descendens superior gefunden, der, nachdem er an den Hypoglossus herangetreten, centralwärts in dessen Scheide bis zu dem Foramen hypoglossi verläuft, von HYRTL (1863 p. 95) zu den „Schlingen ohne Ende“ gerechnet wird und nach BISCHOFF (1865 p. 32) vielleicht dem Sympathicus angehört, während HOLL (1876 p. 87) ihm schliesslich an seinem Präparate in drei feine Endzweige zer-

R. cervicalis descendens inferior steigt zuerst nach unten oder hinten (ventro-caudalwärts) und dann in recurrentem resp. ascendentem Verlaufe nach oben oder vorn (ventro-rostralwärts), um sich mit dem R. descendens superior zu der genannten Schlinge zu verbinden; er lässt sich hierbei gewöhnlich bis zum Hypoglossus-Stamm verfolgen, so dass diesem nicht nur die Anfänge des R. cerv. desc. superior, sondern auch die Enden des R. cerv. desc. inferior angeschlossen sind. Alle diese aus den zwei bis drei ersten Cervikalnerven stammenden Nervenfasern verlassen aber schliesslich, als Rr. descendens cervicalis, thyreo-hyoideus und genio-hyoideus, wieder den Hypoglossus<sup>1)</sup>.

Ueber die Anastomosen des menschlichen N. hypoglossus mit Gehirnnerven handeln zahlreiche Monographien und Lehrbücher der menschlichen Anatomie, von denen insbesondere auf ARNOLD (1831), BACH (1834), VALENTIN (1841), LONGET (1849), BISCHOFF (1865), HENLE (1879), SCHWALBE (1881), GEGENBAUR (1883–95), ROTGANS (1886), RAUBER (1886), KAZZANDER (1891), FRORIEP und BECK (1895) und BECK (1895) verwiesen werde. Ueber die Verbindungen der dorsalen Hypoglossus-Wurzel mit dem Accessorius innerhalb des Wirbelkanals wurde schon berichtet (p. 519). Die peripherischen Anastomosen mit dem Vagus sind sehr wechselnde und beziehen sich weniger auf den N. hypoglossus selbst, als auf die mit ihm verbundenen Cervikalnerven; nicht selten erhält der N. descendens cervicalis durch dieselben Vagusfasern beigemischt, welche ihn aber im weiteren Verlaufe wieder als Rr. vasculares oder als R. cardiacus (sogenannter R. cardiacus hypoglossi s. descendentis) verlassen. Eine Anastomose des Glossopharyngeus mit dem R. descendens beschreibt SUTTON (1884 p. 84) bei Troglodytes. Die Verbindungen mit dem R. lingualis nervi trigemini geschehen im Endgebiete des Hypoglossus, in der Zunge, führen aber zu keiner intimeren Vereinigung der beiden Komponenten. — Mit dem Sympathicus bestehen ziemlich regelmässige, einfache oder doppelte Ansenbildungen, die zum Theil die Bedeutung von Rr. viscerales des Hypoglossus besitzen, welche nach dem Ganglion sympathicum cranio-cervicale (cervicale primum) verlaufen, zum Theil auch von dem Ganglion in den Hypoglossus zurückkehrende vasomotorische Zweige desselben darstellen mögen.

Bezüglich der Beziehungen zu dem Plexus brachialis gilt in der Hauptsache das Gleiche wie bei den Sauropsiden. In der Regel wird der Plexus brachialis vom 5. bis 9. resp. 10. oder vom 6. bis 9. resp. 10. freien Spinalnerven gebildet<sup>2)</sup>; Ersteres findet bei der überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Säugethiere, Letzteres bei den meisten Ungulaten, bei verschiedenen Insectivoren (*Microgale*, *Potamogale*, *Chrysochloris*, cf. DOBSON 1883 Taf. IX Fig. 10, Taf. XII Fig. 20 u. 22), sowie bei *Galeopithecus* LECHE 1886 p. 52) statt<sup>3)</sup>. Nicht so selten wird aber auch eine Antheilnahme des vierten Cervikalnerven am Plexus brachialis angegeben, so bei *Ornithorhynchus* und *Echidna* nach WESTLING (1884 p. 28, 1889 p. 44) und MANNERS-SMITH (1894 p. 710),

fallen sah, die sich unter Umkehrung ihres Verlaufes wieder peripherwärts wandten und den dem Hypoglossus angeschlossenen Hauptstamm des R. descendens superior verstärkten. Auch ROTGANS 1886 p. 36, 37 hat diesen Seitenzweig, den er als „centraal in den N. hypoglossus verloopende verbinding met de eerste halszenuw“ aufführt, wiederholt untersucht und konnte ihn z. Th. in den Centralkanal zurückverfolgen, weshalb er geneigt ist, diesen Theil zu den „Schlingen ohne Ende“ zu rechnen. — Ich möchte erst noch weitere und sicher beweisende Untersuchungen abwarten, bevor ich der Annahme einer Schlinge ohne Ende zustimmen kann; bis dahin bin ich am meisten geneigt, mit HOLL die Auffassung zu vertreten, dass es sich hier um Nervenfasern des 1. Cervikalnerven handelt, die schliesslich doch im N. cervicalis descendens superior peripherwärts verlaufen. Dass hierbei auch sympathische Fasern vorkommen mögen, will ich nicht beanstanden. Doch bedarf es auch hier weiterer Untersuchungen.

1) Nach ROTGANS (1886 p. 41) sollen auch einige Fasern von ihm dem Hypoglossus bis zu dessen Endverzweigung in der genuinen Zungenmuskulatur angeschlossen bleiben.

2) Die sich hie und da findenden Angaben von einem erst mit dem 7. oder selbst 8. Cervikalnerven beginnenden Plexus brachialis (vergl. SWAN 1835 und OWEN 1868 p. 175, 176) beruhen wohl auf der Benutzung eines nicht mehr intakten Materiales.

3) Zweifelhaft erscheint auch die Angabe SWAN's, wonach der Plexus brachialis von *Canis vulpes* und *Felis onca* erst mit dem 6. Cervikalnerven seinen Anfang nehme; bei den anderen untersuchten Species von *Canis* und *Felis* beginnt er mit dem 5. Cervicalis.

bei *Lagenorhynchus* nach CUNNINGHAM (1877 p. 217), bei *Erinaceus* nach DOBSON (1882 p. 66 Taf. VII Fig. 4), bei *Cavia* nach CUNNINGHAM (1877 p. 216), bei *Macacus cynomolgus* nach BROOKS (1883 p. 329), bei *Pithecus satyrus* nach WESTLING (1884 p. 1), sowie als häufige menschliche Varietät in den anthropotomischen Lehrbüchern. Es besteht somit allenthalben eine Sonderung des Plexus cervicalis s. str. von dem Plexus brachialis. Bezüglich weiterer Details verweise ich auf die Angaben von SWAN (1835), CUVIER-DUMÉRIL (1836), VROLIK (1841), GUMOËNS (1852), HYRTL (1855), OWEN (1868), CHAMPNEYS (1871), FRANCK (1871), POUCHET (1874), CUNNINGHAM (1877 und 1878), v. IHERING (1878), DOBSON (1882—1883), BROOKS (1883), KRAUSE (1884), WESTLING (1884 und 1889), LEISERING (1885), LECHE (1886), ELLENBERGER und BAUM (1891), PARSONS (1894), MANNERS-SMITH (1894) und auf die Lehrbücher der menschlichen Anatomie.

Nach dem Austritte aus dem Schädel und nach der Verbindung seiner Wurzeln verläuft der N. hypoglossus des Menschen in einem ventralwärts resp. ventro-caudalwärts und danach ventro-rostralwärts strebenden Bogen (Arcus hypoglossi) zu seinem Endgebiete; er kreuzt hierbei den Vago-Accessorius, oberflächlich lateral an ihm vorbeiziehend, und liegt in seinem weiteren Verlaufe, bis er in die Zunge eindringt, dem hinteren Bauche des Musc. digastricus mandibulae und dem M. stylo-hyoideus an und zugleich caudal von der Arteria sterno-cleido-mastoidea. Die Lage dieser Arterie soll den bogenförmigen Verlauf des Hypoglossus einigermaßen reguliren und bei tiefer (mehr caudal) stattfindendem Ursprunge ihn auch von den erwähnten Muskeln abdrängen (ROTGANS 1886 p. 34). FRORIEP (1883 p. 183, 1885 p. 48) erklärt den Arcus hypoglossi durch die vorhergehenden Visceralbögen, sowie durch die embryonalen sog. Kiemenspaltenorgane, welche verhinderten, dass er vorn (rostral) blieb, und ihn nach hinten schoben. Diese Anschauung koincidirt in der Hauptsache mit der schon früher (p. 441) erwähnten und in erster Linie von GEGENBAUR begründeten Korrelation zu der nach hinten gerückten Kiemenspaltenregion oder macht einen wesentlichen Theil von ihr aus.

Hinsichtlich der motorischen Endäste des Hypoglossus der Säugethiere ist zunächst der Mangel von Zweigen an die Nackenmuskulatur hervorzuheben; dieselbe wird nur von Cervikalnerven versorgt. Die Verbreitung des Hypoglossus und der mit ihm verbundenen Rr. descendentes cervicales beschränkt sich sonach auf die Innervation der ventralen Längsmuskeln (hypo-branchiale spinale Muskulatur). Hierbei übernehmen beim Menschen die Rr. descendentes die Versorgung der Zungenbeinmuskeln (Sterno-hyoideus, Omo-hyoideus, Sterno-thyreoideus, Thyreo-hyoideus und Genio-hyoideus), während die eigentliche Zungenmuskulatur vom Hypoglossus selbst innervirt wird. Ob diese Sonderung eine scharf durchgeführte ist oder ob auch geringgradige Vermengungen an den Grenzgebieten (theilweise oder totale Innervation des M. genio-hyoideus durch den N. hypoglossus, Bethheiligung einzelner Nervenfasern der Rr. descendentes an der Versorgung der Zungenmuskulatur) vorkommen, ist noch nicht endgiltig ausgemacht; von den originellen Untersuchern der letzten Decennien tritt HOLL (1876 p. 90), dem sich SCHWALBE und RAUBER anschliessen, für das Erstere, ROTGANS (1886 p. 41. 42) für das Letztere ein<sup>1)</sup>. Eine seltenere Varietät (Versorgung des oberen (rostralen) Bauches des M. omo-hyoideus durch den Hypoglossus) führt VALENTIN (1841 p. 521) an. — Alle anderen Angaben über die Innervation der Mm. mylo-hyoideus, digastricus mandibulae, kerato-hyoideus etc. durch den N. hypoglossus oder die Rr. descendentes cervicales, welche sich u. A. in verschiedenen früheren Auflagen der vergleichenden Anatomie von WIEDERSHEIM (1853—58), bei ELLENBERGER und BAUM (1891 p. 536), sowie in einzelnen älteren Anthropotomien finden, sind als irrthümlich zu korrigiren (vergl. darüber auch SAGEMEHL 1885 resp. 1891 p. 536 Anm. 2); die genannten Muskeln werden von den Nn. trigeminus,

1) Namentlich die Versorgung des M. genio-hyoideus bildet noch einen Streitpunkt, insofern HOLL (1876 p. 90) denselben lediglich durch Cervikaläste, andere Untersucher, wie z. B. HENLE (1879 p. 498) und KRAUSE (1880 III. p. 300), lediglich durch den Hypoglossus, ROTGANS aber durch beide versorgen lässt.

facialis und glossopharyngeus versorgt. Ebenso ist die Angabe einer Innervation des M. styloglossus durch den N. facialis (WIEDERSHEIM 1893 p. 226) richtig zu stellen; derselbe wird wie die anderen Zungenmuskeln von dem N. hypoglossus versorgt. — Ueber das embryologische Verhalten der hierher gehörigen Muskulatur beim Menschen und ihre Vertheilung nach den einzelnen Schlundbogen handelt am genauesten HIS (1885 p. 92. 93), lässt aber, bei seiner principiellen Nichtachtung der Bedeutung der Innervation, mit den echten ventralen Längsmuskeln auch die vom Trigemini, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus versorgten Muskeln dieser Regionen aus der gleichen Quelle entstehen; dem kann nicht gefolgt werden.

Wie bei den Sauropsiden ist auch beim Menschen eine ventrale Anastomose (Ansa suprahyoidea HYRTL's) des rechten und linken Hypoglossus beobachtet worden (COOPMANN 1789 § 156, BECK 1834 p. 10, VALENTIN 1841 p. 522, LUSCHKA 1856 p. 76, HYRTL 1865 p. 5, 1866 p. 831, ROTGANS 1886 p. 42 u. A.). Sie wird gebildet durch einen rechten und linken Ast, die sich neben oder mit dem Ramus genio-hyoideus von dem Hypoglossus oder Cervicalis descendens (HOLL) abzweigen, einander entgegenkommen und sich mit einander verbinden, wobei der rechte in die linke, der linke in die rechte Körperhälfte übergreift. Die vollkommene Entwirrung dieser Anastomose ist noch nicht geglückt; wahrscheinlich handelt es sich aber hier nicht um eine erste Kommissur oder Schlinge ohne Ende, sondern nur um eine chiasmatische Kreuzung, wobei die Endfasern vielleicht in den Rr. descendentes der Gegenseite weiter verlaufen mögen (ROTGANS 1886 p. 42). Ein Vergleich mit dem ventralen Schlundring der Wirbellosen (SCHNEIDER 1879 p. 149) ist hier ebenso wenig wie bei der ähnlichen Bildung der Krokodile etc. (p. 500) erlaubt.

Ueber die der hypobranchialen spinalen Muskulatur homologen ventralen Längsmuskeln (longitudinale Zungenbeinmuskeln und Zungenmuskulatur) handeln vornehmlich MECKEL (1829. IV), CUVIER-DUMÉRIE (1838. II), STANNIUS (1846), OWEN (1868. III), ICH (1875), GEGENBAUR (1875), ALBRECHT (1876), ANDERSON (1881), LECHE (1889), die zahlreichen monographischen Bearbeitungen der Muskulatur einzelner Säugethiere (grösstentheils von LECHE citirt), von denen namentlich BURMEISTER (1846), OWEN (1857), POUCHET (1874) und DOBSON (1882. 1883) hervorgehoben seien, die Lehrbücher der veterinären und der menschlichen Anatomie, und die Zusammenstellungen der Muskelvarietäten des Menschen, namentlich von MACALISTER (1871), KRAUSE (1880. III) und TESTUT (1884); Letzterer zieht auch Vergleiche mit den Muskeln anderer Säugethiere.

Zur eigenen Untersuchung dienten einmal die zahlreichen Schädel der Jenenser anatomischen Sammlung, welche fast alle hauptsächlichen Säugethiertypen enthält, sowie verschiedene Typen des Jenenser zoologischen Museums, deren Benutzung ich der Güte des Herrn Prof. E. HAECKEL verdanke, ferner für die Untersuchung der Weichtheile:

Monotremata: *Ornithorhynchus anatinus*, GRAY, *Echidna aculeata* var. *typica*, THOMAS.

Marsupialia: *Didelphys cancrivora*, GMEL., *Perameles obesula*, GEOFFR., *Petaurus breviceps*, WATERH., *Trichosurus vulpecula*, JENT., *Phascolarctus cinereus*, GOLDF., *Aepyprymnus rufescens*, GARROD, *Halmaturus Bennetti*, WATERH., *Macropus rufus*, BENN.

Edentata: *Dasyppus setosus*, PRZ. NEUW., *Marmos (Pholidotis) javanica*, DESM.

Ungulata, Perissodactyla: *Tapirus americanus*, L., *Equus caballus*, L. — Artiodactyla: *Sus scrofa*, L. (Erwachsene und ältere Embryonen); *Auchenia lama*, DESM., *Oryx beisa*, RÜPP., *Cephalolophus spinigerus*, TEMM., *Ovis aries*, L. (Erwachs. u. ält. Embr.), *Bos taurus*, L. (Erw. u. ält. Embr.).

Rodentia: *Lepus cuniculus*, L., *Coelogenys paca*, WAGN., *Cavia cobaya*, SCHREB.

Insectivora: *Talpa europaea*, L., *Erinaceus europaeus*, L.

Carnivora, Pinnipedia: *Phoca vitulina*, L. — Fissipedia: *Nasua socialis*, PRZ. NEUW., *Canis familiaris*, L.

Prosimiae: *Tarsius spectrum*, GEOFFR., *Lemur collaris*, GEOFFR.

Simiae: *Ateles paniscus*, GEOFFR.; *Rhesus erythraeus*, WAGN., *Pithecus satyrus*, GEOFFR., *Homo sapiens*, L. (Erwachs. u. Embr.).

Das betreffende Material ist ein relativ sehr geringfügiges und die daran angestellten Untersuchungen können daher auch bescheidenen Ansprüchen an Vollständigkeit in keiner Weise genügen. Wie schon früher erwähnt, lag es aber nicht in der Absicht dieser allgemeineren Ziele verfolgenden Arbeit, das leicht verständliche und zu keiner tieferen Fragstellung Veranlassung gebende Detail innerhalb der einzelnen Thierabtheilungen genauer zu behandeln. Immerhin wird es eine nicht undankbare Aufgabe für den Specialforscher sein, die gerade auf diesem Gebiete noch recht vernachlässigten Säugethiere einer eingehenderen Bearbeitung zu unterziehen.

Die Homologisirung des *N. hypoglossus* der Säugethiere mit der gleichnamigen Bildung der Sauropsiden unterliegt meines Erachtens keinen wesentlichen Schwierigkeiten. Bei der Frage, wo die Grenze zwischen den occipito-spinalen und spinalen Nerven zu suchen sei, kann man a priori einerseits den Reduktionsgrad derselben und insbesondere das Verhalten der dorsalen Wurzeln derselben, andererseits die durch das occipito-vertebrale Gelenk bedingte Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule in Betracht nehmen und danach den Vergleich zwischen den occipito-spinalen Nerven der Sauropsiden und der Mammalia nach dieser oder jener Alternative ziehen. Wer das ersterwähnte Moment in den Vordergrund stellt — und thatsächlich bewegt sich CHIARUGI (1889, p. 232 ff.) in diesem Gesichtskreise (cf. p. 515, 519)<sup>1)</sup> — könnte daran denken, die ersten kompletten (d. h. aus ventraler und dorsaler Wurzel bestehenden) Nerven der erwachsenen Sauropsiden und Säugethiere zum Angelpunkt der Vergleichung zu machen und danach den 2. oder 3. freien Cervikalnerven der Sauropsiden mit der letzten oder vorletzten Wurzel der Säugethiere zu vergleichen. Diese Homologisirung wäre aber eine irrige, denn einmal lehrt die Untersuchung der Embryonen, dass in beiden Abtheilungen auch bei den rostral vorhergehenden Nerven dorsale Wurzeln in verschiedener Anzahl zur Anlage kommen (p. 499 und p. 504, sowie 519 f.); dann aber zeigt auch die vergleichende Anatomie der Spinalnervenzellen der Selachier (p. 368 und 392) und Sauropsiden (cf. CHIARUGI), ein wie sehr variables Element selbst bei den nächstverwandten Thieren gerade die dorsalen Wurzeln in ihrem Vorkommen bilden. Dieselben sind somit für die Entscheidung der vorliegenden Frage nicht verwerthbar. Es bleibt sonach die zweite Alternative: der Faktor des occipito-vertebralen Gelenkes. Ist dasselbe als Punctum

1) Diese Anschauungen werden übrigens von CHIARUGI mit der Vorsicht und Reserve vorgetragen, welche alle Aeusserungen dieses Forschers, wo er sie nicht durch direkte Befunde der Untersuchung stützen kann, auszeichnet.

fixum bei der Bestimmung der speciellen serialen Homologien brauchbar? Mit FRORIEP (1886, p. 137 f.) kann ich diese Frage nur bejahen, Dass zwischen Sauropsiden und Säugethieren eine ziemlich nahe Verwandtschaft besteht, ist durch zahlreiche andere Instanzen zur Genüge befestigt. Andererseits aber zeigt das erwähnte Gelenk bei beiden Abtheilungen eine solche Uebereinstimmung in seinen besonderen Specialisirungen, dass nicht gut angenommen werden kann, dasselbe hätte sich bei Beiden heterogenetisch zwischen verschiedenen Wirbelementen gebildet und sei nur durch die gleiche Funktionirung zu einem so hohen Grad von Aehnlichkeit herangezüchtet worden. Es handelt sich also hier nicht um eine blosser Analogie oder Homodynamie, sondern um eine wirkliche Homologie, und diese Entscheidung erfährt auch eine weitere Bestätigung durch die Existenz von Proatlas-artigen Bildungen, welche wie bei den Sauropsiden, so auch bei den Säugethieren (*Erinaceus*) nachgewiesen worden sind (ALBRECHT 1880, p. 474; BAUR 1895, p. 350).

Der N. hypoglossus der Säugethiere setzt sich somit auf Grund der bisherigen Untersuchungen in seinem typischen postembryonalen Verhalten aus den drei occipito-spinalen Nerven *a*, *b* und *c* zusammen, von denen *a* lediglich seine ventrale Wurzel bewahrt hat, während *b* ausnahmsweise, *c* aber nicht so selten ausser den gut entwickelten ventralen Wurzeln auch in wechselndem Grade reducirte Elemente dorsaler Wurzeln resp. Ganglien noch aufweist. Bei verschiedenen Abtheilungen der Säugethiere, tiefer und höher stehenden, kann mit dem totalen Schwunde der dorsalen Wurzelemente auch eine Rückbildung der ersten ventralen Wurzel eintreten; der N. hypoglossus besteht dann nur aus *b<sup>v</sup>* und *c<sup>v</sup>*<sup>1)</sup>. Es ist jedoch, wie schon oben (p. 517) bemerkt, in den Fällen, wo nur zwei oder eine Durchtrittsöffnung in der Dura mater sich findet, mit den bisherigen Materialien (ohne ontogenetische Untersuchung) nicht immer möglich zu entscheiden, ob es sich hierbei um den Zusammenfluss zweier ursprünglich getrennter Wurzeln (*a<sup>v</sup>* + *b<sup>v</sup>*) oder um eine Reduktion der vorderen (*a<sup>v</sup>*) handelt. Für die erstere Alternative wird man sich gerne da entscheiden, wo die vordere Wurzel dicker als die hintere ist; doch ist auch hier Vorsicht gerathen, da sekundäres Wachsthum der Zungenmuskulatur die ursprünglichen Grössenverhältnisse verändern kann.

Zwischen den beiden Extremen in der Ausbildung der Hypoglossus-Wurzeln (*a<sup>v</sup>*, *b<sup>vd</sup>*, *c<sup>vd</sup>* und *b<sup>v</sup>*, *c<sup>v</sup>*) finden sich alle möglichen Zwischenstufen, wobei, wie schon BECK hervorhebt, keine direkte Parallele zur systematischen Stellung der betreffenden Säugethiere besteht.

Ausser diesen occipito-spinalen Elementen haben die ontogenetischen Untersuchungen verschiedener Autoren das embryonale Auftreten bald wieder verkümmender Nerven ergeben, welche ich nur den occipitalen Nerven der niederen Vertebraten vergleichen kann; *y<sup>v</sup>* und *z<sup>v</sup>* scheinen mir gesichert zu sein, während ich bezüglich der wirklichen Existenz der anderen Gebilde, die man mit noch mehr vorn liegenden

1) Ob auch die Reduktion von *b<sup>v</sup>* vorkommt, wonach der Hypoglossus dann nur noch aus *c<sup>v</sup>* bestehen würde, ist mir, wie schon erwähnt, sehr zweifelhaft.

Occipitalnerven ( $x^v$ ,  $w^v$ ) oder mit dorsalen Wurzeln der Occipitalnerven homologisiren müsste, noch weitere bestätigende Untersuchungen abwarten möchte.

Eigene Untersuchungen an älteren Embryonen von *Sus* bestätigten mir die Existenz von zwei dorsalen Wurzeln ( $b^d$  und  $c^d$ ), sowie an Embryonen von *Bos* und *Ovis* diejenige von  $c^d$ ; bei älteren menschlichen Embryonen vermisste ich gleich FRORIEP und CHIARUGI dieselbe. Aus meinen Beobachtungen an Gehirnen ausgewachsener Thiere<sup>1)</sup> hebe ich namentlich die Befunde an den Monotremen (*Echidna*, *Ornithorhynchus*) hervor. Hier zeigten die einzelnen, dem Hypoglossus angehörenden Wurzelfäden eine wechselnde Gruppierung zu Bündeln, von denen bei beiden Gattungen drei (Taf. VIII, Fig. 17), bald aber auch vier gezählt werden konnten; und zwar fand ich hierbei einmal (*Echidna*), dass das erste dieser Bündel stärker als das darauffolgende war. Man könnte somit daran denken, dass hier bald  $a$ ,  $b$ ,  $c$  bald  $z$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  zur Beobachtung kommen. Da alle diese Bündel schliesslich durch eine einzige Oeffnung in der Dura mater nach aussen treten, erscheint ihre Existenz als selbstständige, den genannten Nerven gleichwerthige Wurzeln nicht gesichert; doch macht mir die Beobachtung an einem Exemplar von *Echidna*, wo das erste Wurzelbündel ziemlich weit vor (rostral von) dem Niveau des Vagus von der Medulla oblongata abging, wahrscheinlich, dass in diesem Falle wirklich ein Homologon des occipitalen Nerven  $z$  vorliegt. Drei Wurzeln finde ich ausserdem bei *Phascolarctus*, *Trichosurus*, *Manis*, *Tapirus*, *Auchenia*, zwei bei *Aepyprymnus*, *Halmaturus* (Taf. VII, Fig. 21), *Dasyppus*, *Oryx* und den meisten anderen untersuchten Placentaliern, bald durch gesonderte, bald durch eine Oeffnung in der Dura mater nach aussen tretend.

Die Zusammenstellung aller dieser Verhältnisse, wobei die Untersuchungen von FRORIEP und BECK, sowie die ontogenetischen Befunde von FRORIEP, HIS, CHIARUGI, MARTIN und ZIMMERMANN den Schwerpunkt bilden, die eigenen Beobachtungen aber dagegen zurücktreten, ergibt somit Folgendes<sup>2)</sup>:

$w^v?$ .	$x^v?$ .	$y^v$ .	$z^v$ .	$a^v$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$	Embryonen von <i>Cavia</i> (CHIARUGI).
	$x^v?$ .	$y^v$ .	$z^v$ .	$a^v$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$	Embryonen von <i>Lepus</i> und <i>Homo</i> (ZIMMERMANN) <sup>3)</sup> .
		$y^{vd?}$ .	$z^{vd?}$ .	$a^{vd?}$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$	Embryonen von <i>Felis</i> (MARTIN).
			$z^v$ .	$a^{vd?}$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$	Säugethier-Embryonen (MINOT, wahrscheinlich).
			$z^v$ .	$a^v$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$	Embryonen von <i>Lepus</i> (CHIARUGI).
			$z^v?$ .	$a^v$ .	$b^v$ .	$c^v$	Erwachsenes Exemplar von <i>Echidna</i> (indiv.).
			( $z^v$ ).	$a^v$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$	Embryonen von <i>Bos</i> (FRORIEP).

1) Die Gehirne der untersuchten Monotremen, der meisten Marsupialier und von *Manis* verdanke ich der Güte des Herrn Professor R. SEMON.

2) Die ? hinter  $w$  und  $x$  wurden von mir hinzugefügt, um zu bezeichnen, dass die Existenz der ganzen Wurzel mir fraglich ist. Ein kleines ? hinter  $vd$  soll ausdrücken, dass mir die Existenz der dorsalen Wurzel nicht gesichert erscheint. ( $a$ ) bezeichnet, dass diese Wurzel vielleicht noch vorhanden, vielleicht auch reducirt ist.  $b^v + c^v$  soll ausdrücken, dass diese beiden Wurzeln noch während des Durchtrittes durch die Dura mater zusammenfliessen.

3)  $x^v$  und  $y^v$  stellen nach der Beschreibung ZIMMERMANN's nicht eigentlich Hypoglossus-Wurzeln dar. Sie verlaufen abweichend und lassen daran denken, dass hier Occipitalnerven vorliegen, die aus dem Hypoglossus-Verband wieder sekundär sich ausgelöst haben.

- $a^v$ .  $b^{vd}$ .  $c^{vd}$  Erwachsene Thiere von *Sus* (je einmal: BECK, ich) und *Canis* (je einmal: VULPIAN, BECK).
- $a^v$ .  $b^v$ .  $c^{vd}$  Embryonen von *Bos* (FRORIEP, ich), *Ovis* (ich), *Capra* (BECK), *Homo* (HIS); erwachsene Thiere von *Delphinus* (? , BECK), *Sus* (MAYER, LUSCHKA, VULPIAN, BECK, ich), *Equus caballus* und *E. asinus* (beide indiv.: MAYER, BECK), *Cervus capreolus* u. *C. elaphus* (BECK), *Ovis* (BECK, ich), *Bos* (MAYER, VOLKMANN, BIDDER, LUSCHKA, KAZZANDER, BECK), Embryo von *Homo* (HIS).
- $a^v$ .  $b^v$ .  $c^v$  Aeltere Embryonen von *Homo* (FRORIEP, CHIARUGI, ich); Erwachsene Thiere von *Ornithorhynchus* (Taf. VIII, Fig. 17), *Echidna*, *Phascolarctus* (indiv.), *Trichosurus Manis*, *Tapirus*, *Auchenia* (?), *Capra* (BECK), *Tragulus* (BECK), *Galeopithecus* (BECK), *Satyros* (ich), *Homo* (indiv.: LEURET et GRATIOLET, menschliche Anatomien, ich).
- ( $a^v$ .)  $b^v$ .  $c^{vd}$  *Cavia* (einmal: BECK).
- ( $a^v$ .)  $b^v$ .  $c^v$  Marsupialia (BECK), *Aepyprymnus*, *Phascolarctus* (indiv.), *Halmaturus*, Cetacea (BECK), *Dasypus* (BECK, ich), *Equus* (indiv.: BECK), ganz vereinzelt Ruminantia (indiv.: BECK), *Oryx*, *Cavia* (ich), Rodentia (BECK), *Felis concolor* (indiv.: BECK), *Talpa* (GANSER, BECK indiv., ich), Prosimiae (BECK), mehrere Chiroptera (BECK), mehrere Simiae (BECK), *Homo* (menschliche Anatomie, BECK, SCHWALBE, ich).
- ( $a^v$ .)  $b^v$  +  $c^v$  *Echidna* (BECK), Insectivora, Carnivora incl. Pinnipedia, verschiedene Affen, *Homo* (individ.: BECK).

Der gesonderte oder gemeinsame Durchtritt durch die Dura mater und den Schädel wurde in dieser Zusammenstellung, abgesehen von der letzten Zeile, nicht besonders determinirt; weiter unten soll noch kurz darauf eingegangen werden.

Den bereits oben (p. 519 f.) rekapitulirten Befunden der Untersucher hinsichtlich der embryonalen Myotome in dieser Gegend, die durchweg in der Dreizahl angegeben werden, habe ich keine eigenen Beobachtungen hinzuzufügen, mache aber hier wieder auf die grosse Diskrepanz in der Zahl der angegebenen Nervenwurzeln und Myotome aufmerksam (vergl. auch p. 503).

Den Angaben der früheren Autoren, dass die Stärke der Hypoglossus-Wurzeln, resp. der occipito-spinalen Nerven von vorn nach hinten zunimmt, dass aber auch Ausnahmen von dieser allgemeinen Regel vorkommen, kann ich auf Grund meiner Untersuchungen beistimmen. Auch ich fand nicht so selten eine caudalwärts abnehmende Dicke derselben<sup>1)</sup>, und bin, wie schon angegeben, geneigt, diese Ausnahme

1) Insbesondere die anthropoiden Affen zeigen die beiden Oeffnungen für die beiden Wurzeln entweder gleichgross oder noch häufiger von vorn nach hinten in abnehmender Grösse.

theils auf das Zusammenfließen ursprünglich getrennter Wurzeln, theils auf sekundäre Vergrößerungen oder Verkleinerungen der von ihnen versorgten Endgebiete (Zungenmuskeln) zurückzuführen. Dass die nach hinten zunehmende Stärke der Wurzeln das Ursprüngliche ist, dürfte m. E. nicht zweifelhaft sein.

Dass auch bei den Säugethieren die ventralen Wurzeln des Hypoglossus nach ihrem centralen Ursprunge und Abgange von der Medulla den ventralen Wurzeln der Spinalnerven vollkommen homolog sind, wird durch die oben (p. 513) mitgetheilten Untersuchungen auf das Sicherste erwiesen und bedarf keiner weiteren Ausführung. Desgleichen ist die Uebereinstimmung der dorsalen Hypoglossus-Wurzeln mit den dorsalen Wurzeln der Spinalnerven nicht zu bezweifeln; die wechselnde Stärke und Existenz von  $c^d$  und  $4^d$  (dorsale Wurzel des 1. freien Spinalnerven) bildet hierzu die weitere Bestätigung (p. 518 f.). Dagegen kann ich, wie bei den Sauropsiden, allen denjenigen Versuchen, welche diese dorsalen Wurzeln zu dem sensibeln Gebiete des N. vago-accessorius in direkte Beziehung bringen, nicht folgen. Beide sind an sich heterogene Bildungen, welche nur sekundär, zufolge der rostralwärts gehenden Vorwärtswanderung der spinalen Nerven und ihrer Homodynamie direkte Nachbarn geworden sind und damit, bei der rein ontogenetischen Beobachtung, welche diese Verschiebungen nur zum kleinsten Theil rekapitulirt, allerdings leicht Homologien vortäuschen können, welche aber durch die umfangreichere vergleichende Untersuchung als Trugbilder erkannt werden.

Der Abgang der Wurzeln des Hypoglossus von der Medulla erfolgt wie bei den Sauropsiden ventral resp. ventro-caudal von dem Abgange des N. vagus s. str. und wird von letzterem durch die Oliven getrennt. Hierbei kommen ziemlich grosse Exkursionen in der relativen Lage des Hypoglossus zu dem Vagus zur Ansicht, worüber die oben (p. 515 f.), nach Abbildungen und Beschreibungen anderer Autoren gemachten Angaben berichten; doch sind dieselben nur z. Th. glaubwürdig und brauchbar. Bereits BECK konnte von erheblichen Abweichungen seiner Befunde von denen der älteren Autoren sprechen; dasselbe gilt bezüglich meiner Beobachtungen. Die am meisten rostrale Lage des Hypoglossus-Abganges finde ich bei einem Exemplar von *Echidna*, wo derselbe ventro-rostral vom Vagus-Ursprung beginnt; bei einem anderen Exemplar dieses Thieres, wie bei *Ornithorhynchus* (Taf. VII, Fig. 20), ebenso auch bei *Pithecus* und *Homo*, beginnen die vordersten Wurzelfäden des Hypoglossus annähernd in dem gleichen rostro-caudalen Niveau wie die ersten Wurzelfäden des Vagus. Somit scheinen die tiefsten und die höchsten Säugethiere sich in dieser Hinsicht zu gleichen. Das Auffallende dieses Befundes wird gemildert, wenn man annimmt, dass bei den Monotremen die Hypoglossus-Wurzeln von  $z$ ,  $a$ ,  $b$  und  $c$ , bei den Anthropomorphen und *Homo* von  $a$ ,  $b$  und  $c$  gebildet werden (vergl. auch p. 528). Bei den mit einem 3-wurzeligen Hypoglossus versehenen Marsupialia (*Trichosurus*, *Phascolarctus* indiv.), Edentaten (*Manis*) und Ungulaten (*Tapirus*, *Equus*, *Sus*, *Auchenia*, *Bos*), aber auch bei *Phoca* (mit einem 2-wurzeligen Hypoglossus) beginnt der Anfang des Hypoglossus-Abganges am Ende oder selbst ein wenig hinter dem Ende des Vagus-Ursprunges, bei den fissipeden Carnivoren (mit 2-wurzeligem XII) zumeist

in geringerer Entfernung hinter dem Vagusende, bei den einen 2-wurzeligen Hypoglossus besitzenden Marsupialia (*Phascolarctus* indiv., *Aepyprymnus*, *Macropus*), Insektivoren (*Talpa*, *Erinaceus*) und Rodentia in etwas grösserer Entfernung hinter demselben. Diese Angaben, ein wie spärliches Material ihnen auch zu Grunde liegt, lassen doch selbst innerhalb der Säugethiere ein successives rostralwärts gehendes Vorrücken der Hypoglossus-Wurzeln (occipito-spinalen Nerven) erkennen. Die Monotremen mit ihren noch nicht vollkommen aufgeklärten Wurzelzahlen mögen hierbei zunächst ausser Acht bleiben<sup>1)</sup>. Hinsichtlich der 3-wurzeligen Nn. hypoglossi gilt aber ein relatives Vorrücken von den Marsupialiern, Edentaten und Ungulaten bis zu den Anthropomorphen mit *Homo*; desgleichen zeigt der 2-wurzelige Hypoglossus der tieferstehenden Marsupialia, Rodentia und Insektivoren eine mehr caudale Lage als derjenige der höher stehenden Carnivoren. Dazu kommt das schon von SAGEMEHL (1885, resp. 1891, p. 540) auf Grund der FRORIEP'schen Abbildungen (1882, Taf. XVI) hervorgehobene Vorrücken des Hypoglossus während der embryologischen Entwicklung. Somit beweisen vergleichend-anatomische und ontogenetische Befunde übereinstimmend die rostralwärts gehende Vorwanderung des Hypoglossus-Ursprunges der Säugethiere, die sich auch hinsichtlich des Grades dieser Bewegung zu den Sauropsiden in Parallele stellen.

Zu dieser Vorwanderung steht, wie schon bei den Sauropsiden (p. 505) hervorgehoben worden, das Verhalten des Ursprunges des N. accessorius Willisii in Korrelation. Bei den Sauropsiden reicht derselbe zwischen den dorsalen und ventralen Spinalnervenzurzeln herab bis zum Niveau des 1.—3. Cervikalnerven, bei den Säugethiern (p. 516) findet sich die gleiche Erscheinung in noch höherem Grade ausgeprägt: der Accessorius reicht hier bis zur Höhe des 5.—7. Spinalnerven herab, und es könnte daran gedacht werden, dieses tiefere Herabreichen auf einen um etwa vier Metameren weiter vorgeschrittenen Grad der Vorwanderung der spinalen Nerven zurückzuführen, somit — unter Annahme der oben (p. 526) besprochenen und abgewiesenen ersten Alternative — anzunehmen, dass der Hypoglossus der Mammalia weiter caudal zurückgelegenen Spinalnerven-Elementen der Sauropsiden zu vergleichen sei<sup>2)</sup>. Aber auch aus dem Verhalten des Accessorius erwächst m. E. derselben keine Unterstützung. Der bei den Säugethiern weiter caudal herabreichende Ursprung ist vielmehr durch die sehr viel bedeutendere Entwicklung des Accessorius und seiner Endgebiete (cerebrale Theile der Mm. sterno-cleido-mastoideus und trapezius) bedingt; bei ihnen wird ein recht hervorragender Antheil dieser Muskulatur von dem sehr kräftigen R. posterior s. externus n. accessorii versorgt, während derselbe bei den Sauropsiden gegen die spinale Abtheilung dieser

1) Bei der (erst noch zu erweisenden) Annahme von *a*, *b*, *c* fügen dieselben sich auch gut ein.

2) Dies würde theilweise den Anschauungen CHIARUGI's entsprechen, aber nur zum kleinen Theil, denn CHIARUGI lässt nur zwei Spinalnerven der Sauropsiden in den Schädel der Mammalia aufgenommen werden, spricht nicht von einer Vorwanderung der Spinalnerven gegenüber dem Vago-Accessorius und erklärt das längere Hinabreichen des Accessorius der Säugethiere dadurch, dass er bei diesen die Existenz eines besonderen Accessorius spinalis statuirt, welcher den Sauropsiden fehle (vergl. auch p. 515 und p. 519 Anm. 4).

Muskeln ganz zurücktrat und selbst bis zu einem Minimum reducirt sein konnte (vergl. meine Untersuchungen 1874, 1875 und 1888). Auch sei bemerkt, dass unsere Kenntniss des Herabreichens des Accessorius bei den Sauropsiden nur auf Beobachtungen der Aussenfläche des Rückenmarkes beruht, dass aber eine genauere Untersuchung desselben mit Rücksicht auf die caudale Ursprungsgrenze des Accessorius noch fehlt.

Wie schon erwähnt, geschieht die Ueberkreuzung des N. accessorius durch die ventralen und dorsalen Wurzeln der Spinalnerven und (wenn bei demselben beide vorhanden) des Hypoglossus derart, dass dieselben ihn einschliessen, somit die ventralen ventral, die dorsalen dorsal resp. dorso-lateral bis zu ihrer gegenseitigen Vereinigung an dem Accessorius vorbeiziehen. Von diesem regelmässigen Verhalten können aber, wie aus der Litteratur oben (p. 518, 519) mitgetheilt worden, die dorsale Hypoglossus-Wurzel (indiv. bei einzelnen Carnivoren) und die dorsale Wurzel des ersten Cervikalnerven (indiv. beim Menschen) Abweichungen darbieten, indem sie entweder mitten in den Accessorius eingreifen resp. von ihm abgegeben werden sollen oder selbst medial resp. ventral an ihm vorbeiziehen. Ich konnte ein solches Verhalten an meinem bezüglichen Material (zwei Exempl. von *Canis*, vier von *Homo*) nicht beobachten, bezweifle aber sein reelles Vorkommen auf Grund der Untersuchungen von KAZZANDER und BECK in keiner Weise und finde die Erklärung hierfür in der sehr rudimentären Beschaffenheit der betreffenden Wurzeln und Ganglien, welche bei der beträchtlichen lateralen Abweichung des Accessorius an dieser Stelle einen derartigen aberrativen Verlauf möglich erscheinen lässt. Hierbei wäre genau zu untersuchen, wie sich die ventralwärts und namentlich peripherwärts von diesen rudimentären Ganglien ausgehenden Nervenfasern verhalten resp. wo sie enden. An eine wirkliche Entstehung der dorsalen Wurzel des ersten Cervikalnerven von dem Accessorius (KAZZANDER, BECK) glaube ich nicht, da ich mir nicht vorstellen kann, in welcher Weise die sensibeln Wurzelemente des ersten Spinalis von einem motorischen Nerven wie der Accessorius geliefert werden sollen; ebenso wenig kann ich der Annahme zustimmen, dass Accessorius-Fasern durch das 1. und 2. Intervertebralloch nach aussen gelangen (J. MÜLLER). Ich bin überzeugt, dass die genauere Präparation dieser seltenen Fälle, bei kompletter Entwirrung der Fasern (die allerdings ihre grossen Schwierigkeiten haben mag), zur Scheidung der Elemente des Accessorius und der Spinalnerven führen wird. — Eine wirkliche principielle Schwierigkeit erwächst somit der hier vorgetragenen Lehre von der Vorwärtswanderung der spinalen Nervelemente auch aus diesen Ausnahmefällen nicht.

Die vollkommene Zusammengehörigkeit des Vagus mit dem Accessorius und seinen von den Autoren unterschiedenen beiden Abtheilungen (Accessorius vagi und A. spinalis) vertrete ich selbstverständlich auch bei den Säugethieren. Dass innerhalb der langen motorischen Zellensäule des Vago-Accessorius auch eine Unterbrechung (nach GRABOWER kaum 1 mm lang) zwischen Vago- und Accessorius-Antheil stattfinden kann, bildet keinen entscheidenden Gegengrund gegen die morphologische Zusammengehörigkeit beider. Dem Hypoglossus aber steht der Vago-Accessorius,

in eine wie benachbarte Lage auch die Kerne des Hypoglossus und Accessorius s. str. gekommen sind, doch principiell gegenüber; Ersterer ist ein spinaler, Letzterer ein cerebraler Nerv.

Der Durchtritt der Wurzeln des Hypoglossus durch die Dura mater und den Schädel geschieht durch drei oder zwei oder eine Oeffnung (vergl. auch p. 516f., p. 521 und p. 529). Den oben mitgetheilten Angaben früherer Untersucher kann ich zahlreiche eigene Befunde hinzufügen, aus denen namentlich das ungemein wechselnde Verhalten dieser Kanäle selbst innerhalb der Species (individuell) und des Individuums (antimer) hervorgeht. Es wurden — auf Grund fremder und eigener Beobachtungen — in dem Os occipitale gefunden<sup>1)</sup>:

- 3 Foramina: *Thylacinus* (l), *Trichosurus*, *Phascolarctus*; *Equus* (Foet: BECK), *Capra* (BECK), *Ovis* (BECK), *Tragulus* (Beck).
- 3 For. innen, 2 For. aussen: *Thylacinus* (r); *Antilope* (BECK)<sup>2)</sup>.
- 2 Foramina: *Didelphys* (BECK, ich), *Parameles*, *Trichosurus* (BECK, ich), *Aepyprymnus*, *Halmaturus*, *Macropus*; *Dasyppus*, *Manis*; *Tursiops*; *Camelus* (l), *Cervus*, *Oryx*, *Capra* (BECK, ich), *Ovis* (BECK, ich), *Bos*; *Lepus*, *Cavia*; *Procyon* (BECK); *Galeopithecus* (BECK); *Mycetes* (r), *Cynocephalus*, *Cercopithecus* (BECK, ich), *Pithecus* (fünfmal), *Troglodytes* (einmal), *Gorilla* (dreimal), *Homo* (10—20 %).
- 2 For. innen, 1 For. aussen: *Hypsiprymnus* (BECK, ich: r); *Dasyppus*; *Beluga*; *Cervus* (BECK); *Dasyprocta*, *Cavia* (BECK, ich); *Mustela*, *Canis* (ELLENBERGER, ich); *Lemur* (BECK, ich); *Cynocephalus mormon* (r: BECK).
- 2 partiell zusammenfliessende Foramina: *Camelus* (l); *Homo* (ind.).
- 1 Foramen: *Hypsiprymnus* (l, BECK); *Bradypus*, *Dasyppus*, *Myrmecophaga*, *Manis*; *Delphinus*, *Phocaena* (BECK, ich); *Halicore*; *Hyrae*, *Tapirus*, *Rhinoceros*, *Equus*, *Sus* (BECK, ich), *Cervus*, *Ovis* (BECK, ich), *Bos* (BECK, ich); *Lagostomus*, *Coelogenys*, *Cavia*, *Hystrix*, *Mus*, *Castor*, *Sciurus*; *Talpa*, *Centetes*, *Erinaceus*; *Phoca* (BECK, ich), *Viverra*, *Lutra*, *Mustela*, *Procyon*, *Ursus*, *Canis*, *Hyaena*, *Felis* (BECK, ich); *Vespertilio*; *Tarsius*, *Stenops*, *Nycticebus*, *Otolincus*, *Lemur*, *Lichanotus*; *Callithrix*, *Cebus*, *Mycetes* (l), *Cynocephalus mormon* (l: BECK), *Macacns* (BECK, ich), *Cercopithecus*, *Semnopithecus*, *Presbytis*, *Pithecus* (einmal), *Troglodytes* (dreimal), *Gorilla* (einmal), *Homo* (80—90 %).

Bei *Sus*, sowie einigen Carnivoren (namentlich Hyaenidae und Felidae) liegt das Foramen (resp. die Foramina) hypoglossi dem Foramen vagi (jugulare) sehr benachbart, aber stets scheidet eine, wenn auch noch so schmale Knochenspange den Durchtritt des Hypoglossus von demjenigen des Vago-Accessorius. Allein die Monotremen unter den Säugethieren zeigen ein Zusammenfliessen beider Oeffnungen zu einem gemeinsamen Foramen pro vago et hypoglosso (jugulari-condyloideum); bei *Echidna* ist dasselbe klein (WESTLING, BECK, ich), bei *Ornithorhynchus* dagegen durch Rarefi-

1) r und l bedeuten antimerer Befund auf der rechten oder linken Seite.

2) So auf der linken Seite von *Antilope cervicapra*, während auf der rechten die Knochenspange, welche die 2. und 3. Wurzel des Hypoglossus trennt, fehlt (BECK).

cirung der umliegenden Knochensubstanz zu einem grösseren, in der Hauptsache membranös geschlossenen Fenster umgewandelt, durch welches beide Nerven neben einander hindurchtreten (Taf. VIII Fig. 17).

Die Verbindung der einzelnen Hypoglossus-Wurzeln geschieht, wie schon oben (p. 521) erwähnt worden und wie auch aus der soeben gegebenen Zusammenstellung hervorgeht, bald während des Durchtrittes durch die Dura, bald beim Hindurchgange durch die knöcherne Schädelwand, bald erst nach dem Austritte aus derselben; bezüglich der letzteren Kategorie ist zuzufügen, dass hier die Vereinigung früher (sofort nach dem Austritte) oder später (in einiger Entfernung von dem Austritte) stattfinden kann. Letzteres wurde bei *Ornithorhynchus* (Taf. VIII Fig. 17) sowie einigen Marsupialia (namentlich *Didelphys* und *Petaurus*) beobachtet; eine schnellere Vereinigung nach dem Austritte findet sich bei der Mehrzahl der Marsupialia und bei den anderen in der Tabelle angeführten Thieren mit drei oder zwei Hypoglossus-Kanälen. Ueber das Zusammentreten beim Durchgange durch die Schädelwand oder noch innerhalb derselben zeigt die Tabelle das Nähere. Aus Allem resultirt, dass im Allgemeinen, aber nicht ohne Ausnahmen, die tieferstehenden Thiere durch eine spätere, die höherstehenden durch eine frühere Verbindung der Wurzeln zum Stamme gekennzeichnet sind, — ein Verhalten, das überhaupt mit der späteren oder früheren Verbindung der Nervenwurzeln und mit dem Wesen der Plexusbildung harmonirt.

Nach dem Austritte aus dem Foramen (Foramina) pro hypoglossa verläuft der N. hypoglossus in dem genugsam bekannten Bogen (Arcus hypoglossi) zuerst ventralwärts resp. ventro-caudalwärts und dann ventro-rostralwärts zur Zungenmuskulatur. Die Neigung dieses Bogens ist eine sehr variable: bei den Edentaten steigt er besonders weit caudalwärts herab, bei Rodentien und Carnivoren wendet er sich dagegen sehr früh nach vorn; zwischen beiden Extremen reihen sich die anderen von mir untersuchten Säugethiere. Auf diesem Wege geht er zugleich mannigfache Anastomosen mit Zweigen der ersten Cervikalnerven (Nn. descendentes cervicales) ein und bildet mit ihnen den Plexus cervicalis s. str. s. hypoglossa-cervicalis (Ansa hypoglossi s. cervicales descendentes der menschlichen Anatomie), bezüglich welches ich auf die oben (p. 522) mitgetheilten Befunde der Anthropotomen verweise. Bei *Homo* sind es bekanntlich die drei ersten Cervikalnerven, welche sich mit dem Hypoglossus verbinden, Das Gleiche finde ich bei den untersuchten *Simiae* (*Pithecus*, *Rhesus*, *Ateles*), sowie bei *Tarsius*<sup>1)</sup>; bei *Ateles* wurde die Betheiligung des Cervicalis 3 am Plexus nur durch einen sehr dünnen Zweig vermittelt. Bei allen anderen Säugethieren, die ich daraufhin präparirte (*Lemur*, *Erimaceus*, *Canis*, *Nasua*; *Coelogenys*, *Lepus*; *Bos*, *Cephalolophus*; *Macropus*, *Petaurus*, *Didelphys*; *Ornithorhynchus*, Taf. VIII Fig. 16), zeigte sich dagegen der Plexus hypoglossa-cervicalis nur aus dem Hypoglossus und den zwei ersten Cervikalnerven gebildet, und zwar gab bei den beiden Carnivoren der Cervicalis 2 nur sehr feine Fäden an den Plexus; ferner

1) Der Befund bei *Tarsius* ist nicht vollkommen gesichert; ein vom Cervicalis 3 (6) abgehender feiner Nerv für die infrahyoidale Muskulatur wurde aber unzweifelhaft gefunden.

war bei *Cephalolophus* und *Macropus* der von dem Cervicalis 1 abgegebene Theil recht schwach und leicht zu übersehen.

Eine Zusammenstellung dieser Befunde und derjenigen der anderen Autoren ergibt somit Folgendes<sup>1)</sup>:

Plexus cervicalis s. str. (Pl. hypoglosso-cervicalis).

- XII. 4 (1). *Myrmecophaga* (MACALISTER)<sup>2)</sup>, *Elephas* (MAYER), *Canis* (ELLENBERGER).
- XII. 4 (1). 5 (2). *Ornithorhynchus*, *Didelphys*, *Petaurus*, *Macropus*; *Myrmecophaga* (POUCHET); *Equus* (LEISERING); *Cephalolophus*, *Bos*; *Lepus* (SCHNEIDER), *Coelogenys*; *Erinaceus*; *Nasua*, *Canis*; *Lemur*.
- XII. 4 (2). 5 (5). 6 (3). *Ornithorhynchus* (MECKEL)<sup>3)</sup>; *Chlamydophorus* (HYRTL)<sup>3)</sup>; *Lepus* (KRAUSE)<sup>3)</sup>; *Tarsiüs* (?); *Ateles*, *Rhesus*, *Pithecus*, *Troglodytes* (VROLIK)<sup>4)</sup>, *Homo*.

Interessante Details liefert auch die speciellere Art, in welcher sich die Cervikalnerven mit dem Hypoglossus zu dem Plexus verbinden; doch muss hier auf eine genauere Wiedergabe verzichtet werden. Kurz bemerkt sei nur, dass die Einverleibung des dritten Cervikalnerven in den Plexus eine ganz allmähliche ist, dass Rr. descendentes desselben zunächst wohl infrahyoidale Muskeln versorgen, aber auch ganz oder partiell mit dem vorhergehenden Nerven unverbunden sind, dann aber successive diesen Verband inniger und kompletter gestalten; ferner, dass die vordere (rostrale) Ansa des Hypoglossus mit dem 1. oder dem 1. und 2. Cervikalnerven (N. cervicalis descendens superior) mit einem ziemlich weit peripherisch hinausgerückten Anschluss beider Elemente beginnt, dann aber mehr centralwärts rückt, um schliesslich bei den Anthropomorphen zu ähnlichen Bildungen wie beim Menschen zu gelangen.

Die Emancipation des Plexus hypoglosso-cervicalis gegenüber dem Plexus brachialis ist, wie schon mitgetheilt (p. 523), ebenso weit vorgeschritten wie bei den Sauropsiden: beide Plexus sind vollkommen von einander gesondert und auch durch intermediäre, d. h. keinem der beiden Plexus angehörende Spinalnervengebiete geschieden. Hinsichtlich dieser Verhältnisse gilt, auf Grund fremder und eigener Untersuchungen (p. 523 f.), das Folgende<sup>5)</sup>:

1) In der Tabelle wurde anstatt *a*, *b*, *c* resp. *b*, *c* der Einfachheit halber XII angegeben. 4 (1), 5 (2), 6 (3) bezeichnen den 1., 2., 3. freien Cervikalnerven.

2) Der Befund MACALISTER's bei *Myrmecophaga* ist wohl unvollständig.

3) MECKEL, HYRTL und KRAUSE geben nur eine Ansa des Hypoglossus mit dem 3. Cervikalnerven (6) an, was wohl gleichfalls auf Unvollständigkeit beruht.

4) Desgleichen erwähnt VROLIK nur eine Anastomose mit dem 2. und 3. Cervikalnerven, thut aber des 1. keine Erwähnung.

5) In dieser Tabelle sind die Nerven mit der in der menschlichen Anatomie üblichen Zählung (4. bis 8. Cervikalnerv = 7 bis 11 und 1. und 2. Thorakalnerv = 12 und 13) bezeichnet. (2) soll ausdrücken, dass dieser Nerv bald am Plexus brachialis Theil nimmt, bald nicht. — Die mir durchaus unvollständig erscheinenden Untersuchungen anderer Autoren wurden nicht in die Zusammenstellung aufgenommen.

## Plexus brachialis.

4. 5. 6. 7. 8. 1. (2). *Ornithorhynchus* (WESTLING, MANNERS-SMITH, ich), *Echidna* (WESTLING, ich); *Lagenorhynchus* (CUNNINGHAM); *Cavia* (CUNNINGHAM, ich), *Erinaceus* (DOBSON, ich), *Macacus* (BROOKS), *Pithecus* (WESTLING, ich), *Homo* (häufige Varietät).
5. 6. 7. 8. 1. (2). Meiste Mammalia
6. 7. 8. 1. (2). *Equus* (FRANK, LEISERING), *Ovis* (LEISERING, ich), *Bos* (LEISERING, ich), mehrere Insectivora (*Microgale*, *Potamogale* und *Chrysochloris* nach DOBSON), *Galeopithecus* (LECHE).

was eine Interkurrenz von 1—3 intermediären Cervikalnerven ergibt.

Ausser mit den Nn. cervicales descendentes geht der Hypoglossus während seines Verlaufes auch mit den Nn. vago-accessorius und trigeminus, sowie mit dem Sympathicus mannigfache Verbindungen ein, bezüglich welcher ich auf die oben (p. 523) angeführten Angaben der Autoren verweise. Ich kann dieselben zum Theil bestätigen, habe im Uebrigen aber keine eingehenderen Untersuchungen darüber gemacht. Die Anastomosen mit dem Sympathicus stellen jedenfalls zum Theil echte Rr. viscerales, d. h. Sympathicus-Wurzeln, dar und liefern damit, wenn es nach den neueren Untersuchungen von GASKELL, LANGLEY, RAMON Y CAJAL, VAN GEHUCHTEN, SALA, KOELLIKER, LENHOSSÉK, DOGIEL u. A. noch nöthig wäre, den Beweis, dass sympathische Fasern auch lediglich ventralen Wurzeln entstammen.

Die Anastomose (chiasmatische Kreuzung) des rechten und linken Hypoglossus habe ich in frühern Jahren wiederholt gesehen, aber damals nicht genauer entwirrt. Seitdem kam sie mir nicht wieder zur Beobachtung.

Bezüglich der motorischen Verbreitung des Hypoglossus besteht ein nicht unwesentlicher Unterschied zwischen Sauropsiden und Säugethieren, indem bei jenen auch Seitenzweige an die Nackenmuskeln abgegeben wurden (p. 509), diese Muskeln aber bei den Säugethieren lediglich von den ersten Spinalnerven versorgt werden<sup>1)</sup>; auf diese Differenz hat bekanntlich bereits GEGENBAUR aufmerksam gemacht. Der Hypoglossus der Mammalia innervirt somit allein ventrale Längsmuskeln (hypo-branchiale spinale Muskeln) und zwar, wie es nach den bisherigen Untersuchungen den Anschein hat, lediglich die Zungenmuskeln und den M. genio-hyoideus e. p., während die ihm verbundenen Nn. cervicales descendentes den M. genio-hyoideus e. p. und die infrahyoidalen ventralen Längsmuskeln versorgen, zur Zungenmuskulatur aber nicht oder nur mit minimalen und zweifelhaften Zweigen gelangen. Auch hier scheinen sehr weitgehende Schwankungen in den bezüglichlichen Innervationsgrenzen

1) Den gänzlichen Mangel von Zweigen des Hypoglossus an die Nackenmuskeln der Säugethiere halte ich übrigens noch nicht für völlig ausgemacht. Bei *Didelphys* glaube ich feine Fäden gefunden zu haben, die dahin gelangten; doch gestattete die mangelhafte Beschaffenheit des bezüglichlichen Präparates keine genauere Untersuchung und Sicherstellung dieses Befundes.

zu existiren, welche aufs Neue die ungemeine Variabilität im homodynamen Verhalten der peripherischen Verbreitung der Nerven dokumentiren (vergl. auf p. 509). Bezüglich der genaueren Nachweise ist hier indessen fast Alles erst noch zu thun.

Etwas epibranchialen spinalen Muskeln Vergleichbares fehlt den Säugethieren gerade so wie den vorhergehenden Abtheilungen der gnathostomen Wirbelthiere.

Die den hypobranchialen spinalen Muskeln homologe ventrale Längsmuskulatur zeigt mit den entsprechenden Gebilden der Sauropsiden, insbesondere der Saurier, mannigfache Berührungspunkte, gelangt aber nicht zu der hohen Specialisirung wie bei den höheren Abtheilungen derselben. Auch zu den hypobranchialen Muskeln der Amphibien bestehen Anknüpfungen, doch sind dieselben zufolge der viel tieferen Stellung der Amphibien minder nahe als zu den Sauriern. Dabei finden sich auch noch bei den Säugethieren mancherlei Besonderheiten, die eine direkte Ableitung von den entsprechenden Muskelgebilden der bisher untersuchten Amphibien oder Saurier verbieten.

Auch hier seien nur einige Grundzüge über das Verhalten dieser Muskulatur gegeben.

Wie bei den Amphibien und Sauropsiden kann man im infrahyoidalen Bereiche des Halses zwei Muskellagen unterscheiden, welche den Mm. sterno-hyoidei superficialis und profundus der Urodelen resp. den Mm. coraco-hyoideus und coraco-branchialis 1 der Selachier vergleichbar sind und nicht selten, namentlich bei den tiefer stehenden Säugethieren (Monotremen, Edentaten, vielen Ungulaten und Insektivoren), auch mehr oder minder ausgiebig zusammenhängen.

Das Homologon des M. sterno-hyoideus superficialis bilden in der Regel zwei Muskeln, ein medialer Sterno-hyoideus (superficialis) und ein lateraler Omo-hyoideus, welche wahrscheinlich aus einer einheitlichen Muskelausbreitung bei den Vorfahren der Mammalia hervorgegangen sind, die, derjenigen gewisser Saurier (p. 510) entsprechend, von dem Sternum und den benachbarten Rippen, sowie von Clavicula, Korakoid und Scapula Ursprung nahm und an dem Hyoid, speciell an dessen Körper (Copula hyoidea) und hinterem Horn (Branchiale 1) inserirte. Dieser ursprünglich einheitliche Muskel, den man ähnlich demjenigen der Saurier Sterno-cleido-omo-hyoideus superficialis benennen kann, findet sich normal bei keinem lebenden Säugethier mehr; wiederholt beobachtete Varietäten der menschlichen Anatomie lassen aber — ebenso wie die Vorkommnisse bei Amphibien und Sauriern — auf seine einstmalige Existenz schliessen. Im Uebrigen treten seine beiden Differenzierungsprodukte gesondert auf, aber auch hier sprechen mannigfache Variirungen des Ursprungs für die einstmalige Zusammengehörigkeit. Der mediale Sterno-hyoideus (superficialis) beginnt von der Innenfläche des vorderen Bereiches des Sternum (Manubrium) und kann von hier bei einzelnen Säugethieren weiter caudalwärts auf das Corpus bis zum Bereiche der 2., 3. und 4. Rippe, ja selbst noch viel tiefer bis zum Processus xiphoides (*Echidna*, gewisse Edentaten, namentlich *Myrmecophaga*) sich

hinab erstrecken; zugleich kann der Ursprung im grössten Wechsel lateralwärts auf den medialen Bereich der Clavicula und die Sternalenden der Rippen übergreifen, unter Umständen selbst an Letzteren seinen Hauptanfang gewinnen. Seine Insertion geschieht normaler Weise an der Copula hyoidea und an dem angrenzenden Theile des Branchiale 1 (hinteres Zungenbeinhorn). Sekundär kann sich auch ein mehr oder minder intimer Verband mit der ihm ursprünglich gänzlich fremden suprahyoidalen Trigeminus-Muskulatur (namentlich dem vorderen Bauche des Digastricus mandibulae)<sup>1)</sup> unter theilweiser Aufgabe der primären hyoidalen Insertion ausbilden (*Phascolarctus*, viele Edentaten) und damit ein von Brustbein bis zum Unterkiefer erstreckter sogenannter *M. sterno-mandibularis* entstehen, dessen Zusammensetzung aus heterogenen Elementen aber durch die Art seiner Innervation (vorn durch Nervus trigeminus, hinten durch Nervi cervicales descendentes) deutlich erkannt wird. Minder heterogen ist eine andere Art der Verbindungen, die — ebenfalls in durchaus sekundärer Weise — namentlich bei *Echidna* und gewissen Edentaten (*Dasyppus*, *Orycteropus*, *Manis* und insbesondere *Myrmecophaga*) zu Stande kommt; hier verbinden sich Sterno-hyoideus und Hyoglossus grösstentheils unter Aufgabe der hyoidalen Anheftung zu dem sogenannten *M. sterno-glossus*, der vorn vom N. hypoglossus, hinten von den Nn. cervicales descendentes versorgt wird<sup>2)</sup>. Der Omo-hyoideus erstreckt sich in den meisten Fällen von dem vorderen Rande des ventralen Bereiches der Scapula nach dem Zungenbein, wo er in der Regel an den gleichen Theilen wie der Sterno-hyoideus, dicht neben demselben, sich inserirt. Neben diesen normalen Anheftungen findet sich aber ein grosser Wechsel der Ursprünge. Der Muskel kann von Korakoid und Scapula entspringen (*Echidna*) oder vom Korakoid resp. der hier liegenden Fascie allein (*Equus*) oder von der Clavicula (gewisse Chiropteren) oder von Scapula und Clavicula (*Troglodytes* indiv.), er kann sich fernerhin auf die Schultermuskelfascie lokalisieren und zugleich neue Verbände mit den benachbarten Muskeln (*Deltoides*, *Trapezius*) eingehen (*Sus*, *Hippopotamus*) und kann endlich unter partieller Rückbildung und Verminderung seiner Länge (rostralwärts gehende Zusammenziehung) neue Ursprünge an den Proc. transversi der Halswirbel gewinnen (Ruminantia); schliesslich kann er ganz in Rückbildung treten (Edentaten, *Hyraax*, viele Rodentia, zahlreiche Insectivora und Chiroptera, viele Carnivora incl. Pinnipedia, vereinzelte Simiae). Danach sind dem Muskel auch mannichfache Namen (*Mm. omo-coraco-hyoideus*, *coraco-hyoideus*, *cleido-hyoideus*, *omo-cleido-hyoideus*, *fascio-hyoideus*, *spondylo-hyoideus* etc.) gegeben worden. Fast alle diese verschiedenen Ursprünge werden auch als Varietäten beim Menschen beobachtet, und unter diesen tritt namentlich der *Cleido-hyoideus* resp. *Omo-cleido-hyoideus* nicht allein durch seine Häufigkeit in den Vordergrund, sondern bringt auch in vielfach von Anderen und mir beobachteten Fällen den *Omo-hyoideus* mit dem *Sterno-hyoideus* in direkten

1) Aus dem vom Trigeminus versorgten vordersten Segmente des Constrictor superficialis ventralis hervorgegangen und im weiteren Verlaufe der Entwicklung in Mylohyoideus und vorderen Bauch des Digastricus mandibulae differenzirt.

2) Bezüglich dieses Muskels verweise ich namentlich auf die guten Bemerkungen von WESTLING und LECHE.

Verband. Die vordere Insertion des Omo-hyoideus kann auch partielle Aberrationen zeigen, von denen namentlich die bei *Echidna* beobachtete und auch in menschlichen Varietäten parallelisirte am Thyreoid von Interesse ist<sup>1)</sup>. — Sterno-hyoideus (superficialis) und Omo-hyoideus sind, wie die ihnen Abstammung gebende hypobranchiale Muskulatur, auch in wechselnder Weise durch Inscriptiones tendineae unterbrochen, wobei ich hinsichtlich des Details auf die bezügliche Litteratur verweise<sup>2)</sup>.

Der M. sterno-hyoideus profundus hat mit der höheren Ausbildung des Thyreoids aus Resten des 2. und 3. Branchiale eine Unterbrechung in den hinteren (caudalen) Sterno-thyreoideus und den vorderen (rostralen) Thyreo-hyoideus erlitten; doch kommen partielle direkte Uebergänge beider Muskeln, also ein partielles ununterbrochenes Erstrecken des Muskels vom Sternum bis zum Hyoid (namentlich im lateralen Bereiche) bei Mensch und anderen Säugethieren nicht selten noch zur Beobachtung. Der Sterno-thyreoideus repräsentirt einen von dem Sterno-hyoideus (superficialis) bedeckten und mit ihm namentlich am Ursprunge, doch auch in grösserer Ausdehnung (p. 537) zusammenhängenden Muskel, der in ähnlicher Ausbreitung wie der Sterno-hyoideus, meist aber ein wenig weiter als dieser hinabreichend, von der Innenfläche des Manubrium sterni entspringt, von da aus aber bei verschiedenen Säugern bis auf Corpus und selbst Proc. xiphoides (*Echidna*, gewisse Edentaten), sowie die angrenzenden Rippenenden weitergreifen kann. Der Trachea und Glandula thyroidea direkt aufliegend und ebenfalls in wechselnder Weise unterbrochen, verläuft er nach vorn und endet an der Aussenfläche des Thyreoids (Branchiale 2 und 3). Von da setzt er sich als Thyreo-hyoideus weiter fort und endet schliesslich am hinteren Horn des Zungenbeins (Branchiale 1) und dem angrenzenden Theil der Copula hyoidea. Bei dem Menschen und einzelnen Säuge-

1) Hinsichtlich des Details des Omohyoideus sind insbesondere GEGENBAUR (1875), ALBRECHT (1876), ANDERSON (1881), LECHÉ (1889), sowie die Zusammenstellungen der menschlichen Muskelvarietäten von MACALISTER (1871), mir (1875), KRAUSE (1880. III) und TESTUT (1884) einzusehen. Bezüglich des gegenseitigen Verhaltens zwischen M. omohyoideus und den Mm. sterno-hyoidei bestehen zwischen GEGENBAUR und ALBRECHT differente Auffassungen. Ersterer vertritt den Standpunkt, dass beide Muskeln ursprünglich zusammengehören und erst sekundär durch Ausfall eines mittleren Theiles gesondert wurden, während ALBRECHT beide als von Anfang an heterogene Muskeln, den Sterno-hyoideus als einen Abkömmling des Omozonio-hyoideus (System des Rectus), den Omo-hyoideus dagegen als einen Descendenten der letzten Interbranchiales interni (nach ALBRECHT System des Obliquus internus) auffasst. Die obige Darstellung ergibt, dass ich mich in dieser Kontroverse ganz GEGENBAUR anschliesse. ALBRECHT, dessen Abhandlung im Detail manches Verdienstliche enthält, irrt in den wesentlichsten Punkten, und zwar namentlich darin, dass er einmal unter den Interbranchiales interni ganz heterogene, grundverschieden innervirte Muskeln (den cerebralen Constrictor superficialis ventralis und die spinalen Coraco-arcuales) konfundirte (vergl. meine früheren Bemerkungen auf p. 418, 460 Anm. 1, 469 Anm. 1), ferner, dass er den an dem letzten oder den beiden letzten Kiemenbogen der Selachier inserirenden Coraco-branchiales (Interbranchiales interni V. und VI. ALBRECHT's) eine durch keine Zwischenbefunde motivirte Aberrationsfähigkeit der Insertionen nach vorn bis zu dem Bereiche des Zungenbeins zuertheilte. Die letztgenannten Muskeln sind bei den Amphibien und Amnioten völlig geschwunden, der Omo-hyoideus derselben ist aber als seitliche Verbreiterung des Coraco-hyoideus der Selachier in das skapulare Gebiet (was schon durch die Befunde bei den Holocephalen illustriert wird) in seinen ersten Anfängen demonstrirbar.

2) Interessant sind die Fälle, wo, wie z. B. bei *Myrmecophaga*, mit der sekundären Ausbreitung des Ursprunges über die ganze Innenfläche des Sternum bis zum Proc. xiphoides auch dieser intrathorakale Theil des Muskels Inscriptiones aufweist. Ob dieselben ganz neu gebildet sind oder zum Theil Resten eines durchgehenden Rectus-Systemes ihre Entstehung verdanken, ist noch nicht untersucht. Die von POUCHET (1874 p. 74 und 160) angegebene Innervation, namentlich die Art und Stelle des Eintrittes des N. sterno-glossus ist der letzteren Alternative nicht günstig.

thieren kann er weitere Sonderungen darbieten; vereinzelt Mammalia fehlt er. Häufig (beim Menschen) aberriren Fasern von ihm und dem Sterno-thyreoideus an die Glandula thyroidea (Mm. levatores und depressores gland. thyroideae), seltener an das Cricoid und die Trachea. Alle diese Aberrationen sind durchgehend als sekundäre zu beurtheilen. Partielle Verbindungen mit dem Hyo-glossus sind ebenfalls bei zahlreichen Säugethieren und in menschlichen Varietäten zu beobachten. Das leitet über zu den Fällen, wo Sterno-thyreoideus und Thyreo-hyoideus unter Verbindung mit einander und mit dem Hyo-glossus und unter Aufgabe ihrer Anheftungen am Thyreoid und Hyoid ausgedehntere direkte Beziehungen zur Zunge gewinnen und den schon oben (p. 538) erwähnten M. sterno-glossus verstärken helfen (*Echidna*, gewisse Edentaten).

Den suprahyoidalen Bereich des Halses nehmen der M. genio-hyoideus und die Zungenmuskeln ein. Der Genio-hyoideus bildet die vordere Fortsetzung der infrahyoidalen Längsmuskulatur; er entspringt von dem Zungenbein und inserirt an dem medialen Bereiche der Mandibula, wobei er zu dem Muskel der Gegenseite und in seinem sonstigen Verhalten mancherlei Variirungen darbieten kann, welche jedoch von geringerem Interesse sind. Ausnahmsweise (*Epomophorus*, nach DOBSON) kann er auch fehlen<sup>1)</sup>. Die Zungenmuskulatur besteht theils aus den Mm. genio-glossus, hyo-glossus und stylo-glossus, welcher letztere einer lateral resp. latero-dorsal gehenden Ausbreitung des Hyo-glossus über den grösseren Abschnitt des Hyoidbogens seine Entstehung verdankt, theils aus den eigentlichen Binnenmuskeln der Zunge (Longitudinales, Transversi und, wenngleich noch nicht sicher erwiesen, Perpendicularares linguae). Die Differenzirung der Binnenmuskulatur aus den drei zuerst erwähnten Muskeln ist wie bei den Sauropsiden nicht fraglich, im Detail aber noch nicht genauer nachgewiesen.

Dass die Mm. digastricus mandibulae, mylo-hyoideus und stylo-hyoideus nichts mit der hypobranchialen spinalen Muskulatur zu thun haben, sondern den von den Nn. trigeminus und facialis versorgten Segmenten des ursprünglichen Constrictor superficialis ventralis entstammen, kann hier nur wiederholt werden. Desgleichen sind die kleinen tiefen Längsmuskeln, welche das vordere und hintere Zungenbeinhorn (Hyoid und Branchiale 1), sowie das vordere und hintere Thyreoidhorn (Branchiale 2 und 3) mit einander verbinden, von dem ventralen Constrictor abzuleiten; ersterer wird durch den vom N. glossopharyngeus innervirten M. interhyoideus s. kerato-hyoideus internus vieler Säugethiere<sup>2)</sup>, letzterer durch den von dem N. vagus versorgten M. interthyroideus der Monotremen<sup>3)</sup> repräsentirt.

1) Ob der M. cerato-hyoideus von OWEN (*Myrmecophaga*) zu ihm gehört, ist erst noch zu entscheiden.

2) Cératoïdien latéral ou petit cérato-hyoïdien CUVIER, Hyoideus lateralis BENDZ, Cerato-hyoideus brevis KINBERG, Intercornualis OWEN, kurzer oder dreieckiger Zungenbeinmuskel LEISERING, Kerato-hyoideus ELLENBERGER, Kerato-thyro-hyoid SHATTOCK, Interhyoideus DUBOIS. Sein Vorkommen als seltene menschliche Varietät wurde von SHATTOCK (1853 p. 124) und DUBOIS (1886 p. 226) nachgewiesen, die Innervation durch den N. glosso-pharyngeus von DUBOIS erkannt.

3) Der Interthyroideus wurde von DUBOIS (1886 p. 226) bei den Monotremen aufgefunden und dabei zugleich seine Versorgung durch den N. vagus erwiesen. Ueber ihn und seine Beziehungen zu dem Interhyoideus ist DUBOIS

### G. Zusammenfassung und Vergleichung der wesentlicheren Befunde bei den Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern, Amphibien, Sauropsiden und Mammalia mit denen bei den Selachiern.<sup>1)</sup>

Den occipitalen und occipito-spinalen Nerven der Selachier und Holocephalen entsprechende Nervelemente finden sich in der Regel bei allen auf diese beiden Abtheilungen folgenden höheren Wirbelthierklassen; wo sie gänzlich fehlen, liegt eine sekundäre Rückbildung vor. Allenthalben lässt sich auf Grund ihres Ursprunges und Abganges von der Medulla, ihres Durchtrittes durch den Schädel und ihres sonstigen peripherischen Verhaltens ihre Homodynamie mit spinalen Nerven sicher erkennen.

Die dorsalen Wurzelemente bilden hierbei den mehr veränderlichen und vergänglichen, die ventralen den etwas beständigeren Faktor; so kommt es, dass auch hier wie bei den Selachiern und Holocephalen die Mehrzahl derselben der dorsalen Wurzeln entbehrt. Diese vorausseilende Reduktion der dorsalen Wurzeln zeigt übrigens einen ziemlich beträchtlichen graduellen Wechsel und bindet sich an keine systematischen Grenzen. Bei ausgewachsenen Thieren wurde das Maximum bei *Odontaspis*, den Holocephalen und Sauropsiden gefunden, wo den kompletten, aus dorsalen und ventralen Wurzeln bestehenden Nerven 5 nur von ventralen Wurzeln gebildete vorausgingen; 4 derartige Nerven finden sich bei verschiedenen Haien und Sauropsiden, 3 bei Haien, den meisten Rochen, den Knorpelganoiden, ausnahmsweise bei Dipnoern und bei vielen Mammalia, 2 bei einigen Rochen, häufiger bei Knorpel- und Knochenganoiden, meistens bei Dipnoern und nicht selten bei Säugethieren, 1 ganz vereinzelt bei Rochen, ferner bei *Polypterus* und *Lepidosteus*, bei zahlreichen Teleostiern, vereinzelt bei Dipnoern, in der Regel bei Amphibien (excl. opisthoglosse Anuren) und ausnahmsweise bei Säugethieren. Fälle, wo der erste spino-occipitale resp. spinale Nerv aus beiden Wurzeln zusammengesetzt war, kommen oft bei Teleostiern und fast regelmässig bei den opisthoglossen Anuren zur Beobachtung.

Bei den bisher untersuchten Embryonen waren diese Differenzen in der Zahl der rein motorischen und der kompletten gemischten Nerven meistens kleinere, weil

---

nachzulesen. — Dass der longitudinale Verlauf der Fasern des Interhyoideus und Interthyreoideus die Zugehörigkeit zu dem Konstriktoren-System des Visceralskeletes nicht verbietet, erhellt aus den sehr wechselnden Richtungsverhältnissen schon innerhalb der Selachier, wo zahlreiche ursprünglich transversale Abschnitte des Konstriktors successive eine Längsrichtung gewonnen haben. Uebrigens finden sich die Homologa des Ersteren auch bei Fischen, Amphibien und Sauropsiden (vgl. pp. 479, 494 Anm. 2, 511 Anm. 1., und ebenso zeigen gewisse Teleostier (s. VETTER 1878 p. 518) Muskelgebilde erhalten, welche dem Letzteren verglichen werden können.

1) Auch hier sind fremde und eigene Befunde zur einheitlichen Darstellung verschmolzen. Die genaue Scheidung der ersteren von den letzteren nebst bezüglichen Litteraturnachweisen findet sich in den vorhergehenden Kapiteln.

hier die dorsalen Wurzeln sich in weiterer Ausbreitung anlegen und erst im ferneren Verlaufe der Entwicklung rückbilden.

Die vollkommene Reduktion der dorsalen Wurzeln erstreckt sich auch bei den erwachsenen Thieren in sehr verschiedenem Grade kaudalwärts nach hinten: bei den Notidaniden, ganz vereinzelt bei pentanchen Haien, sowie individuell einmal bei *Ceratodus*, schliesst sie mit *y* ab; bei zahlreichen Haien, den meisten Ganoiden und in der Regel bei den Dipnoern erstreckt sie sich bis *z*, bei den meisten Haien, *Amia*, vielen Teleostiern und den meisten Amphibien bis 1 resp. *a*, bei einzelnen Haien, den meisten Rochen, vielen Teleostiern und ganz vereinzelt opisthoglossen Anuren bis 2 resp. *b*, bei *Odontaspis*, den Holocephalen und den meisten Mammalia bis 3 resp. *c*, bei den meisten Sauropsiden und vereinzelt bei Säugethieren bis 4 (resp. den ersten freien Spinalnerven derselben), und endlich bei vielen Sauropsiden, namentlich den Vögeln, bis 5 (resp. den zweiten freien Spinalnerven). — Bezüglich der Embryonen gilt das oben Gesagte.

Den die Reduktion der dorsalen Wurzeln herbeiführenden und beschleunigenden Faktor finde ich in erster Linie in dem Zusammenwirken des rostralwärts gehenden Vorschubens der von Spinalnerven versorgten Elemente mit der hohen Ausbildung der Rami laterales und sonstigen Hautäste der Gehirnnerven (Trigeminus, Acustico-facialis, Glossopharyngeus, Vagus), welche schon in recht früher Zeit durch weitere Ausbreitung der von ihnen versorgten sensibeln Gebiete die spinalen Hautgebiete beeinträchtigten und in der hinteren Kopfreion besiegten und zum successiven Schwunde brachten. Bei den höheren Vertebraten kommen die letzterwähnten Faktoren grösstentheils in Wegfall; hier treten andere, nur zum kleinsten Theile von ihnen ableitbare (sensible Zweige des Trigeminus), grösstentheils aber mehr caudalen Spinalnerven angehörige Hautäste auf, welche frei von Hemmung sich in dem bezüglichen Gebiete ausbreiten und die etwa noch vorhandenen spärlichen sensibeln Reste der spino-occipitalen Nerven nicht wieder zu einer besseren Entfaltung gelangen lassen. —

Die schon innerhalb der Selachier und Holocephalen in der Richtung von vorn nach hinten sich abspielende Reduktion der spino-occipitalen und spinalen Nerven in toto<sup>1)</sup> schreitet durch die von den Ganoiden bis zu den Säugethieren führende Reihe<sup>2)</sup> weiter. Anfangs nur durch das successive Schwächerwerden der vorderen (rostralen) Nerven und die Verschmälerung der ihnen Ursprung gebenden Zellensäule erkennbar, gelangt sie schliesslich zur vollkommenen Reduktion des occipitalen und eventuell auch des ersten occipito-spinalen resp. spinalen Nerven bei den ausgebildeten Stadien der höheren Wirbelthiere. Hierbei sind innerhalb fast jeder Klasse der Wirbelthiere bei den erwachsenen Thieren primitivere, durch mehr,

1) D. h. der Nerven mit ihren dorsalen und ventralen Wurzeln.

2) Selbstverständlich fasse ich diese Reihe von den Ganoiden bis zu den Säugethieren nicht als eine genealogische Entwicklungsreihe auf. Allenthalben finden sich die Endausläufer der verschiedensten Entwicklungsrichtungen.

und höhere, durch weniger vordere Nerven gekennzeichnete Repräsentanten zu unterscheiden. Bei den Selachiern schwanken die Grenzen zwischen 5 und 0 Occipitalnerven, individuell kann bei Rochen selbst der 1. Spinalnerv rückgebildet sein; bei den Holocephalen finden sich 2 Occipitalnerven; bei den Ganoiden führt der Rückbildungsprocess von 3 resp. 2 Occipitalnerven (Knorpelganoiden) zu 2 und meistens 1 Occipitalnerv (Knochenganoiden), wobei dieser letzte bei *Amia* sehr schwach wird und vielleicht selbst individuell gänzlich schwindet; von hier aus bekunden die Teleostier einen wesentlich weiteren Schritt in der Reduktion, indem hier nicht nur alle Occipitalnerven, sondern auch der 1. occipito-spinale Nerv vollständig rückgebildet ist; dagegen schliessen sich die Dipnoer in der Existenz von 3 oder 2 Occipitalnerven den Knorpelganoiden an; die Amphibien besitzen in der Regel (mit Ausnahme eines individuellen Befundes bei *Cryptobranchus*) keinen Occipitalnerven mehr, bei vielen Vertretern derselben (opisthoglosse Anuren) ist selbst der 1. Spinalnerv geschwunden; Aehnliches zeigen die Sauropsiden und Mammalia, indem bei diesen in der Regel (mit Ausnahme eines noch nicht gesicherten Befundes bei *Echidna*) auch alle Occipitalnerven rückgebildet sind, nicht selten auch der 1. occipito-spinale Nerv völlig verkümmert; ob bei einzelnen derselben auch der 2. occipito-spinale Nerv diesem Reduktionsprocesse gänzlich verfällt, erscheint noch zweifelhaft. — Die embryonalen Stadien rekapituliren hierbei noch in den meisten Fällen Theile der vergänglichen Erbschaft von den früheren Vorfahren.

Die fortschreitende Rückbildung der occipitalen und des ersten spinalen, resp. occipito-spinalen Nerven — und zwar handelt es sich hierbei, da die Reduktion der dorsalen Wurzeln vorausseilend schon zuvor stattgefunden hat, um die ventralen Wurzeln — fällt zusammen mit derjenigen ihrer Endorgane, d. h. der epibranchialen spinalen Muskeln, des vorderen (rostralen) Abschnittes der hypobranchialen spinalen Muskulatur und der ersten Myomeren des Seitenrumpfmuskels; deren Rückbildung bildet naturgemäss das causale Moment für die Verkümmerng der sie innervirenden motorischen Nervenfasern. Die Reduktion der epibranchialen spinalen Muskulatur vollzieht sich ungemein früh, schon innerhalb der Selachier, weil diese kleinen Muskeln von vorn herein für die Bewegung der Kiemen von geringerer Bedeutung waren und leicht entbehrt werden konnten, weiterhin aber auch durch die zweckmässiger Ausbildung anderer von N. glossopharyngeus und N. vagus versorgter Muskeln funktionell ersetzt wurden und weil überhaupt der Kiemenapparat schon innerhalb der Selachier einem ziemlich vorgeschrittenen Rückbildungsprocesse verfiel; ihre Verkümmerng bedingt hauptsächlich die Differenzen in der Zahl der occipitalen Nerven innerhalb der Selachier. Für die Verkümmerng der Anfänge der hypobranchialen spinalen Muskulatur und des Seitenrumpfmuskels dürfte das rostralwärts gehende Vordrängen der mehr hinteren (caudalen) Myomeren den wesentlichsten Faktor bilden; dieselben konnten unter günstigeren Angriffspunkten und weniger von sonstiger hemmender Nachbarschaft behindert funktioniren, erstarkten somit mehr und mehr, während ihre vorderen Homodynamen unter den ihrer Leistungsfähigkeit gewährten ungünstigeren Bedingungen schwächer und schwächer wurden, und traten

schliesslich ganz in deren Arbeitsgebiet ein, sie mehr oder minder vollkommen ersetzend.

So, von vorn nach hinten fortschreitend, verläuft dieser Reduktionsprocess der spino-occipitalen Nerven in der Regel. Doch finden sich bei Teleostiern, Dipnoern, Sauropsiden und Mammalia Ausnahmefälle, wo auf einander folgende Nerven auch gleich stark oder von kaudalwärts abnehmender Dicke sein können; sekundäre Rückbildungen der von ihnen versorgten, mehr kaudal liegenden Endorgane (z. B. der vorderen Extremität bei Teleostiern und z. Th. bei Dipnoern) oder höhere Entfaltung des mehr rostral liegenden Endgebietes (Zunge bei gewissen Sauropsiden und Mammalia) sind hierbei das Bedingende. Auch können die zwei vorderen Nerven zusammenfliessen und dann in ihrer Summe einen dickeren Nervenstamm ausmachen als der auf sie folgende (viele Teleostier und Amnioten). Zu Folge besonderer Umbildungen an den Wirbel- resp. Occipital-Bogen kann es hierbei auch zur gänzlichen Reduktion eines Nerven innerhalb der Reihe kommen; so verkümmert nach SAGEMEHL's Nachweisen unter den Teleostiern bei den Ostariophysen der zweite vorhandene occipito-spinale Nerv (*c*), während der erste (*b*) persistirt.

Die von vorn her fortschreitende Reduktion occipitaler und occipito-spinaler Nerven wird theilweise kompensirt durch die von hinten her geschehende Angliederung neuer Spinalnerven und ihre Umbildung in occipito-spinale Nerven. Doch zeigt dieser Process keine Regelmässigkeit; auch geht er nur ausnahmsweise (Knorpelganoiden) über das bei den Holocephalen beobachtete Maass hinaus. Die hier nachgewiesene Dreizahl (*a*, *b*, *c*) findet sich als Maximum auch in der Regel bei den Knochenganoiden, Teleostiern, Sauropsiden und Amnioten; bei den Amphibien unterbleibt jede Einverleibung occipito-spinaler Nerven in das Cranium.

Alle diese Verhältnisse möge die folgende Zusammenstellung, in der zugleich die Anwesenheit oder Abwesenheit der ventralen und dorsalen Nervenwurzeln, sowie die Vereinigung gewisser Nerven berücksichtigt wird, übersichtlich zur Anschauung bringen<sup>1)</sup>:

<i>v</i> <sup>v</sup> .	<i>w</i> <sup>v</sup> .	<i>x</i> <sup>v</sup> .	<i>y</i> <sup>v</sup> .	<i>z</i> <sup>vd</sup> .	1 <sup>vd</sup> .	2 <sup>vd</sup> .	3 <sup>vd</sup> .	4 <sup>vd</sup> .	5 <sup>vd</sup> .	6 <sup>vd</sup> .	Notidaniden.
<i>w</i> <sup>v</sup> .	<i>x</i> <sup>v</sup> .	<i>y</i> <sup>v</sup> .	<i>z</i> <sup>vd</sup> .	1 <sup>vd</sup> .	2 <sup>vd</sup> .	3 <sup>vd</sup> .	4 <sup>vd</sup> .	5 <sup>vd</sup> .	6 <sup>vd</sup> .		Notidaniden (inclusive <i>Chlamydoselachus</i> <sup>2)</sup> ).
<i>w</i> <sup>v</sup> .	<i>x</i> <sup>v</sup> .	<i>y</i> <sup>v</sup> .	<i>z</i> <sup>v</sup> .	1 <sup>vd</sup> .	2 <sup>vd</sup> .	3 <sup>vd</sup> .	4 <sup>vd</sup> .	5 <sup>vd</sup> .	6 <sup>vd</sup> .		<i>Centrophorus calceus</i> , <i>Echinorhinus</i> .

1) Wie früher sind in derselben die occipitalen Nerven mit den Endbuchstaben, die occipito-spinalen Nerven mit den Anfangsbuchstaben des lateinischen Alphabetes und die freien spinalen Nerven mit Zahlen (in der Folge nach dem letzten Occipitalnerven) bezeichnet; *c* (3), *d* (4) . . . bedeutet Uebergangsnerv zwischen spinaler und occipito-spinaler Bildung, sei es durch unvollkommene Wirbelassimilation, sei es durch partielle Wurzeleinverleibung in das Cranium. Ein beigefügtes *v* drückt aus, dass allein ventrale Wurzeln noch vorhanden sind; *vd*, dass der Nerv ein kompletter, aus ventralen und dorsalen Wurzeln bestehender ist; 0 (innerhalb der Reihe, z. B. bei Teleostiern) bezeichnet die völlige Rückbildung des ganzen Nerven. Die Punkte (.) zwischen den einzelnen Buchstaben und Zahlen bedeuten, dass die bezüglichen Nerven separat verlaufen; +, dass sie verbunden durch die gleiche Oeffnung treten; ±, dass sie bald verbunden, bald separat austreten können.

2) Ob *Chlamydoselachus* *z* auch eine dorsale Wurzel besitzt, ist aus GARMAN's Zeichnung nicht ersichtlich.

$x^{vd}$ .	$y^{vd}$ .	$z^{vd}$ .	$1^{vd}$ .	$2^{vd}$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Selachierembr. (BEARD, DOHRN <sup>1</sup> ), HOFFMANN <sup>2</sup> ).
$x^v$ .	$y^v$ .	$z^v$ .	$1^v$ .	$2^v$ .	$3^v$ .	$4^v$ .	$5^v$ .	$6^v$	Embryonen von <i>Pristiurus</i> (OSTROU- MOFF).
$x^v$ .	$y^v$ .	$z^v$ .	$1^v$ .	$2^v$ .	$3^v$ .	$4^v$ .	$5^v$ .	$6^v$	Aeltere Embryonen von <i>Acanthias</i> , <i>Mustelus</i> ; individueller Befund bei <i>Cestracion</i> .
$x^v$ .	$y^v$ .	$z^v$ .	$1^{vd}$ .	$2^{vd}$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Laemargus</i> (indiv.), <i>Prionodon</i> (ind.).
$x^v$ .	$y^v$ .	$z^v$ .	$1^v$ .	$2^{vd}$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Viele pentanche Haie.
	$y^v$ .	$z^v$ .	$1^v$ .	$2^{vd}$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Meiste pentanche Haie.
	$y^v$ .	$z^v$ .	$a^v$ .	$2^{vd}$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Mustelus</i> u. <i>Prionodon</i> (ROSENBERG <sup>3</sup> ).
	$y^v$ .	$z^v$ .	$1^v$ .	$2^v$ .	$3^v$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Odontaspis</i> .
		$z^v$ .	$1^v$ .	$2^v$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Meiste Rochen.
			$1^v$ .	$2^v$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Einzelne Rochen ( <i>Torpedo</i> , <i>Raja</i> <sup>4</sup> ).
				$2^v$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Raja</i> (indiv.).
	$y^v$ .	$z^v$ .	$a^v$ .	$b^v$ .	$+c^v$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Holocephalen.
$v^v$ .	$w^v$ .	$x^{vd}$ .	$y^{vd}$ .	$z^{vd}$ .	. . . . .				Embryonen von <i>Acipenser ruthenus</i> (SEWERTZOFF).
$x^v$ .	$y^v$ .	$z^v$ .	$a^{vd}$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$d^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Acipenser ruthenus</i> juv.
	$y^v$ .	$z^v$ .	$a^{vd}$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$d^{vd}$ .	$e^{vd}$ .	$f(6)^{vd}$	<i>A. ruthenus</i> , <i>A. sturio</i> , <i>Polyodon</i> .
	$y^v$ .	$z^v$ .	$a^{vd}$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$d^{vd}$ .	$e^{vd}$ .	$f^{vd}$	<i>Acipenser ruthenus</i> , <i>A. sturio</i> .
	$y^v$ .	$z^v$ .	$a^{vd}$ .	$2^{vd}$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Polypterus</i> .
		$z^v$ .	$a^{vd}$ .	$2^{vd}$ .	$3^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Polypterus</i> .
		$z^v$ .	$a^{vd}$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$d(4)^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Lepidosteus</i> .
		$z^v$ .	$a^v$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Amia</i> .
			$a^v$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Amia</i> (VAN WIJHE, SAGEMEHL).

1) Sehr abweichend von diesen Angaben BEARD's und DOHRN's lauten neuere Mittheilungen von SEDGWICK (1896 p. 105), die ich erst erhielt, nachdem der erste die Selachier behandelnde Abschnitt bereits gedruckt war, und die ich daher nur an dieser Stelle nachträglich einfügen kann. SEDGWICK bemerkt: „I may mention that in *Scyllium* there are a number of anterior roots next the head, varying in number from three to five, according to the age of the embryo, without posterior roots. They no doubt give rise, as has been suggested by others, to the so-called anterior roots of the vagus.“ Falls es gesichert ist, dass es sich hier wirklich durchaus um occipitale Nerven und nicht auch zum Theil um spinale Nerven handelt, und falls SEDGWICK die Fünfzahl jüngeren, die Dreizahl älteren Embryonen zuschreibt, würde *Scyllium* während seiner ontogenetischen Entwicklung zuerst  $v^v$ ,  $w^v$ ,  $x^v$ ,  $y^v$ ,  $z^v$  (also notidanidenartige Verhältnisse) darbieten, dann aber unter Rückbildung von  $v$  und  $w$  zu dem gewöhnlichen Zustande von drei occipitalen Nerven ( $x^v$ ,  $y^v$ ,  $z^v$ ) gelangen. Die obige Fassung lässt aber auch daran denken, dass SEDGWICK bei jüngeren Embryonen drei, bei älteren fünf solcher Nerven fand, in welchem Falle an eine sekundäre Assimilation der beiden letzten (ähnlich wie dies bei *Acanthias*, *Mustelus* und *Prionodon* für einen letzten angegeben wurde) gedacht werden muss. Jedenfalls sind zunächst noch genauere keinen Zweifel in der Deutung zulassende Mittheilungen und Belege SEDGWICK's abzuwarten.

2) Nach HOFFMANN wandelt sich, wenn ich ihn recht verstehe,  $1^{vd}$  von *Acanthias* im weiteren Verlaufe der Ontogenese in  $a^{vd}$  um, während  $x$  und  $y$  sich vollkommen zurückbilden.

3) So nach meiner Deutung der ROSENBERG'schen Befunde bei *Mustelus* und *Prionodon*.

4) Zugleich nachträgliche Bemerkung zu p. 359. Damit stimmt auch EWART's Mittheilung (1895 p. 479), die mir erst nach Abschluss des 1. Abschnittes zukam, wonach *Raja* keine durch das Cranium gehenden Spinalnerven habe und die beiden ersten Spinalnerven nur ventrale Wurzeln besitzen.

	$b^{vd}$	$c^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	} Meiste Physostomen.			
	$b^v$	$c^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$				
	$b^{vd}$	0.	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Ostariophysen.			
	$b^{vd}$	$c^{vd} +$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Einzelne Physostomen.			
	$b^{vd} +$	$c^{vd} \pm$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	} Anacanthinen, Acanthopteren.			
	$b^v +$	$c^{vd} \pm$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$				
$x^v$	$y^v$	$z^{vd}$	$a^{vd}$	$b^{vd}$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	<i>Ceratodus</i> (indiv., 1 mal).
$x^v$	$y^v$	$z^v$	$a^{vd}$	$b^{vd}$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	<i>Protopterus</i> , <i>Lepidosiren</i> (?)
	$y^v$	$z^{vd}$	$a^{vd}$	$b^{vd}$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	<i>Ceratodus</i> (indiv., 1 mal).
	$y^v$	$z^v$	$a^{vd}$	$b^{vd}$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	<i>Ceratodus</i> , <i>Protopterus</i> .
	$y^v$	$z^v$	$a^{vd}$	$b^{vd}$	$c(3)^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	<i>Ceratodus</i> .
	$y^v?$	$z^v?$	$1^{vd}$	$2^{vd}$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Junge Amphibien-Embryonen (CHIARUGI, SEWERTZOFF) <sup>1)</sup> .
		$z^v$	$1^v$	$2^{vd}$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	<i>Cryptobranchus</i> (indiv., 1 mal).
			$1^{vd}$	$2^{vd}$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Embryonen der Amphibien.
			$1^v$	$2^{vd}$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Gymnophionen, Urodelen, aglose Anuren.
				$2^{vd}$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	} Opisthoglosse Anuren.
				$2^v$	$3^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	
$x^v?$	$y^v$	$z^v$	$a^v$	$b^{vd}$	$c^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Junge Embryonen von <i>Lacerta</i> (nach VAN BEMMELEN).
	$y^v$	$z^v$	$a^{vd}$	$b^{vd}$	$c^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Junge Embryonen von <i>Lacerta</i> (CHIARUGI) und vielleicht <i>Tropidonotus</i> (CH.).
		$z^v$	$a^v$	$b^{vd}$	$c^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Aeltere Embryonen von <i>Ptychozoon</i> .
		$z^v$	$a^v$	$b^v$	$c^{vd}$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Aeltere Embryonen von <i>Lacerta</i> und <i>Tropidonotus</i> .
		$z^{vd}?$	$a^{vd}?$	$b^{vd}?$	$c^{vd}?$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Vogelembryonen (VAN WIJHE) <sup>2)</sup> .
			$a^{vd}?$	$b^{vd}?$	$c^{vd}?$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Vogelembryonen (CHIARUGI) <sup>2)</sup> .
			$a^v$	$b^v$	$c^v$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Viele Reptilien, einzelne Vögel (Erwachsene und Embryonen).
			$a^v +$	$b^v$	$c^v$	$4^{vd}$	$5^{vd}$	$6^{vd}$	Meiste Reptilien, einige Vögel.

1) Die Nerven  $y$  und  $z$  sind auch bei den jüngsten Amphibien-Embryonen bisher nicht beobachtet worden. Da aber CHIARUGI und SEWERTZOFF die ontogenetische Existenz von zwei kranialen Myomeren angeben, ist das Vorhandensein dazugehöriger occipitaler Nerven in sehr früher embryonaler Zeit möglich, wenn nicht in einem gewissen Grade wahrscheinlich; beide erst noch nachzuweisende Nerven wurden daher mit ? der Tabelle eingereiht.

2) Hinsichtlich der dorsalen Wurzeln von  $z$ ,  $a$ ,  $b$  und  $c$  bei Vogel-Embryonen wird von VAN WIJHE und CHIARUGI angegeben, dass sie in den Vagus übergehen; desgleichen erwähnt ZIMMERMANN bei *Lepus* und *Homo*, dass die dorsalen Wurzeln von  $x$ ,  $y$ ,  $z$  und  $a$  im Vagus steckten. Ich habe darum in der obigen Rekapitulation alle diese dorsalen Wurzelnanlagen, bei denen übrigens gangliöse Anlagen nach Art von Spinalganglien auch nicht sicher nachgewiesen wurden, mit ? versehen. VAN WIJHE führt auch nur ein Myotóm (welches  $z$  entspricht) an, aber nicht zugehörige Nerven; ich habe darum auch dem ganzen Nerven  $z$  an der bezüglichen Stelle ein ? gegeben.

$a^v$ .	$b^v$ .	$c^v$ .	$4^v$ .	$5^v$ .	$6^{vd}$	Aeltere Vogelembryonen (CHIARUGI).				
	$b^v$ .	$c^{vd?}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Embryonen von <i>Gallus</i> (BÉRANECK).				
	$b^v$ .	$c^v$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Einzelne Reptilien (wahrsch. Ophidier, Krokodile), meiste Vögel (Embryonen nach FRORIEP und Erwachsene).				
$u^v?$ .	$x^v?$ .	$y^v$ .	$z^v$ .	$a^v$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Embryonen v. <i>Cavia</i> (nach CHIARUGI).
	$x^{vd?}$ .	$y^{vd?}$ .	$z^{vd?}$ .	$a^{vd?}$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Embryonen von <i>Lepus</i> und <i>Homo</i> (nach ZIMMERMANN) <sup>1)</sup> .
	$y^{vd?}$ .	$z^{vd?}$ .	$a^{vd?}$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Embryonen von <i>Felis</i> (Martin).	
	$z^v$ .	$a^v$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Embryonen von <i>Lepus</i> (CHIARUGI).		
	$z^v?$ .	$a^v$ .	$b^v$ .	$c^v$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	<i>Echidna</i> (indiv.).		
	$a^v$ .	$b^{vd}$ .	$c^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Embryonen verschiedener Säugethiere, <i>Sus</i> adult. (BECK, indiv.).			
	$a^v$ .	$b^v$ .	$c^{vd}$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Mehrere Säugethiere, mittelalte u. ältere Embryonen der meisten untersuchten Säugethiere nebst <i>Homo</i> (HIS).			
	$a^v$ .	$b^v$ .	$c^v$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Aeltere Embryonen von <i>Homo</i> , viele Säugethiere.			
	$a^v + b^v$ .	$c^v$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	Zahlreiche Säugethiere incl. <i>Homo</i> .				
		$b^v$ .	$c^v$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$	} Verschiedene Säugethiere incl. <i>Homo</i> .			
		$b^v + c^v$ .	$4^{vd}$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$					
		$b^v$ .	$c^v$ .	$4^v$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$		} Einzelne Vorkommnisse bei Säugethieren incl. <i>Homo</i> .		
		$b^v + c^v$ .	$4^v$ .	$5^{vd}$ .	$6^{vd}$					

Die den Nerven, resp. den dorsalen Wurzeln derselben (*d*) beigefügten Fragezeichen rühren von mir her und sollen ausdrücken, dass mir hier die Befunde der Autoren noch nicht vollkommen gesichert erscheinen. Die Schwierigkeiten, welche die betreffenden Untersuchungen namentlich an jüngeren Embryonen mit sich führen können, sowie der Umstand, dass lückenlose Reihen auf einander folgender Stadien bis zum ausgebildeten Zustande nicht immer zu beschaffen waren, dient den Untersuchern gewiss zur Entschuldigung. Bezüglich der dorsalen Wurzeln ist auch dem Umstande Rechnung zu tragen, dass mehrere Embryologen die dorsalen Wurzeln z. Th. mit den Wurzeln des Vago-Accessorius identificiren und unter dieser — für mich unannehmbaren — Voraussetzung gewiss Manches als dorsale Anlagen spino-occipitaler Nerven beschreiben, was von vorn herein zum Vagus-Gebiete gehört<sup>2)</sup>.

1) s. Anm. 2 p. 546.

2) Auch mögen zwei Widersprüche in den Angaben der ontogenetischen Untersucher erwähnt werden. Der eine betrifft das Verhalten der dorsalen Wurzeln resp. Ganglien, hinsichtlich welcher die Einen abortive Ganglienzellenanlagen mit oder selbst ohne davon ausgehende Nervenfasern, die Anderen zellenlose Wurzelrudimente anführen. Das embryonale Vorkommen dorsaler Spinalnervenzellen, welche der Ganglienzellen entbehren, entspricht jedenfalls

Die Einverleibung spinaler Nerven in den Schädel und ihre Ueberführung in occipito-spinale Nerven vollzieht sich zunächst ohne besondere Aenderungen in ihrer Konstitution; lediglich der Process der Angliederung und Verschmelzung der sie begrenzenden Skeletelemente (Wirbel resp. Wirbelbogen) mit dem Cranium verleiht ihnen ihre besondere Stellung und neue Benennung gegenüber den spinalen Nerven. Dieser Angliederung (Assimilation) kann sich auch eine Abgliederung (Dissimilation, Disjunktion) als sekundärer, rückläufiger Process gegenüberstellen; derselbe wurde aber nur vereinzelt bei den niedersten Haien (Notidaniden) beobachtet.

Die causalen Momente, welche die Angliederung von Wirbelelementen an das Cranium bedingen, sind in erster Linie, d. h. unmittelbar, durch die Rückbildung der diese Wirbel bewegenden Myomeren gegeben<sup>1)</sup>. Ueber diese Rückbildung und die sie bedingenden Faktoren wurden schon oben (p. 543) kurze Andeutungen gegeben. Die gegenseitige Bewegung erhält den Wirbeln ihre Selbstständigkeit; wo sie sich vermindert oder aufhört, gewinnen die von den Wirbelcentren ausgehenden Prozesse der Chondrifikation oder Ossifikation die Oberhand, überschreiten die bisher durch die Bewegung bestimmten Grenzen und führen zur Verschmelzung der bisher getrennten Elemente. Dazu können noch sekundär sich ausbreitende Deckknochen-Bildungen kommen und die schon vollzogene Verschmelzung noch fester und inniger gestalten; als die sie ursprünglich und eigentlich bedingenden Faktoren möchte ich sie aber nicht ansehen<sup>2)</sup>.

Occipitale, occipito-spinale und freie spinale Nerven sind, wie im Vorhergehenden nach allen Richtungen ausgeführt worden, an sich gleichartige, homodyname Gebilde; nur die Art der Assimilation der sie begrenzenden Skeletelemente hat zu ihrer Unterscheidung geführt. Bei den occipitalen Nerven ist der Process der Assimilation schon bei den primitiven Selachiern vollendet<sup>3)</sup>; bei den occipito-spinalen

---

nicht den normalen ontogenetischen Verhältnissen und lässt an zweierlei denken: entweder an Anlagen cerebraler Nerven oder an Wurzelrudimente, deren sensible Elemente von vornherein fehlten, während nur die sogenannten durchtretenden (sympathico-motorischen) Fasern zur Anlage gelangten. Hier liegt noch ein Arbeitsfeld für die feinere Untersuchung vor. Der andere Widerspruch bezieht sich auf das korrelative Verhalten der ventralen Wurzeln der spino-occipitalen Nerven und der zu ihnen gehörenden Myotome. Bald werden hier mehr Myotome als Nervenwurzeln, bald mehr Nervenwurzeln als Myotome angegeben. Auch erwähnen die Autoren (z. B. SEWERTZOFF) bei dem einen Thiere (*Acipenser*) noch postembryonal persistirende ventrale Nervenwurzeln, während die Myotome schwinden, bei dem anderen (*Pelobates*) ein zeitlebens erhalten bleibendes Kopfmotom ohne motorische Nerven. Selbstverständlich handelt es sich hierbei um Unvollständigkeiten der Untersuchung. Wenn auch bei rudimentären resp. abortiven Anlagen die Möglichkeit vorliegen kann, dass in dem einen Falle der nervöse, in dem anderen der muskulöse Antheil früher in Rückbildung tritt, so ist bei bleibenden Gebilden das korrelative Vorhandensein muskulöser und sie versorgender nervöser Elemente eine morphologische Nothwendigkeit. Beide bedingen sich in ihrer Existenz.

1) Dasselbe gilt für die zahlreichen Verschmelzungen benachbarter Wirbel innerhalb der Wirbelsäule, mögen dieselben auch durch diesen oder jenen weiter liegenden Einfluss mittelbar bedingt werden.

2) SAGEMEHL (1883 p. 199; 1885 resp. 1891 p. 533) erblickt in der Bildung und Ausbreitung des Parasphenoids den eigentlichen Faktor für die Assimilation der Wirbel in das Cranium; GEGENBAUR (1887. B. p. 21) erkennt an, dass diese Auffassung sehr viel Plausibles hat, vermisst aber den Nachweis dafür, dass die Körper der Occipitalbogen in Wirklichkeit einmal über dem Parasphenoid bestanden haben. Ich kann dem Parasphenoid hierbei nur eine mitwirkende Rolle zuertheilen, was u. A. auch durch die zahlreichen Fälle von Wirbelkonkrescenz ohne Betheiligung von Deckknochen illustriert wird.

3) Ich beziehe mich hierbei auf die fertigen Zustände.

Nerven spielt er sich noch unter unseren Augen bei gewissen höheren Selachiern (ROSENBERG) und bei allen anderen höher stehenden Wirbelthieren mit Ausnahme der Amphibien ab; bei den spinalen Nerven besteht die ursprüngliche Freiheit der Wirbel fort. Dementsprechend wurde in dieser Abhandlung bei den occipitalen Nerven von einer primären, bei den occipito-spinalen Nerven von einer sekundären Angliederung an das primordiale Cranium gesprochen, der Schädel der meisten Selachier und der Amphibien unter Benutzung der SAGEMEHL'schen Nomenklatur als protometamerer, der gewisser höherer Selachier, der Ganoiden, Teleostier, Dipnoer und Amnioten als auximetamerer bezeichnet<sup>1)</sup>. Also bloss zeitliche und graduelle Differenzen begründen die Unterscheidung der occipitalen und occipito-spinalen Nerven, die demnach nur eine relative, propädeutische Bedeutung besitzt. Die bisherigen ontogenetischen Ergebnisse, zu deren festerer Fundirung allerdings noch weitere embryologische Untersuchungen erwünscht sind, bestätigen dies. Alle Instanzen weisen darauf hin, die beiden Arten von assimilirten Spinalnerven- und Wirbel-Elementen nicht principiell zu sondern, sondern in toto den primordialen Cerebralnerven und dem von ihnen durchsetzten primordialen Cranium gegenüber zu stellen<sup>2)</sup>. Damit aber erweist sich die GEGENBAUR'sche Unterscheidung des Palaeocranium und Neocranium<sup>3)</sup> als eine viel tiefer fundirte und einschneidendere als diejenige des protometameren und auximetameren Schädels, welche beide nur Unterabtheilungen des Neocraniums bilden.

Mit dieser Abschätzung ihres Werthes mag man aber die Begriffe der occipitalen und occipito-spinalen Nerven und des protometameren und auximetameren Schädels beibehalten, bezeichnen sie doch verschiedene Etappen in der Ausbildung des Neocraniums, die auch zur etappenweisen Scheidung zwischen Schädel (im weiteren Sinne des Wortes) und Wirbelsäule durch Ausbildung besonderer Synarthrosen und Diarthrosen geführt haben. Die ältere Abgrenzung Beider ist gegeben durch die bewegliche Verbindung des protometameren Schädels mit der Wirbelsäule bei den meisten Selachiern und den Amphibien; die jüngere bildet sich erst successive aus und gelangt, von Wirbel zu Wirbel fortschreitend (*Polypterus* mit einem, die meisten *Dipnoi* mit zwei assimilirten occipito-spinalen Wirbeln zeigen hierbei noch die von den anderen Wirbelthieren durchlaufenen phylogenetischen Stadien fixirt), zur Drei-

1) HATSCHER (1892 p. 158, 159) giebt in seinem Vortrage über die Metamerie des *Amphioxus* und des *Ammocoetes* im Anschlusse an die Arbeiten STÖHR's und FRORIEP's dieser Einverleibung von ursprünglichen Spinalnerven und Wirbeln in den Schädel Ausdruck und bemerkt dabei, dass gegenüber den tieferstehenden Gnathostomen bei den Amnioten eine nochmalige Hinzuziehung von Nervensegmenten zum Hypoglossusgebiet und von neuen Wirbel-Elementen zur Occipitalregion vielleicht stattgefunden habe. Wie aus dem obigen Texte und meinen früheren Ausführungen ersichtlich, gelangte ich zu anderen Ergebnissen bezüglich der Stellung der Amnioten gegenüber den Anamniern. Doch halte ich die Angabe HATSCHER's für sehr bemerkenswerth und werde unten (p. 552 Anm. 1) noch einmal darauf eingehen.

2) Ob und in wie weit diese Grenze eine absolute ist oder nicht, wird im 3. Abschnitte dieser Abhandlung besprochen werden.

3) Beide kann man auch als Autocranium und Spondylocranium bezeichnen. FRORIEP (1882 p. 300) benennt ersteres als cerebralen, letzteres als spinalen oder vertebralen Abschnitt des Schädels.

zahl<sup>1)</sup>, welche sich durch ihre weite Verbreitung bei den Holocephalen, *Lepidosteus*, *Amia*, den Teleostiern, *Ceratodus* (individuell), den Sauropsiden und Säugethieren als die typisch gewordene sekundäre Begrenzung des auximetameren Schädels gegen die Wirbelsäule charakterisirt und namentlich bei den höheren Abtheilungen (Amnioten) durch eine in besonderer Weise specialisirte Gelenkbildung auszeichnet.

Die neokranieln oder spino-occipitalen (occipitalen und occipito-spinalen) Nerven stehen somit zu den paläokranieln oder cerebralen (Trigeminus, Acustico-Facialis, Glossopharyngeus und Vago-Accessorius nebst den Augenmuskelnerven) in striktem Gegensatze<sup>2)</sup>. Trotzdem sind beide Kategorien von verschiedenen Autoren vereinigt und insbesondere ein Abkömmling der occipito-spinalen Nerven, der N. hypoglossus der Amnioten, zu dem letzten paläokranieln Nerven resp. Nervenkomplex, dem N. vago-accessorius, in nähere Beziehung gebracht worden (STRÖHR 1881 p. 99, 100; VAN WILHE 1882 p. 42; GASKELL 1886 p. 75 f.; HIS 1887 p. 398, 401, 423; WIEDERSHEIM 1888 p. 178, 1893 p. 281; RABL 1889 p. 237; OSTROUMOFF 1889 p. 364; ZIMMERMANN 1891 p. 109, 113)<sup>3)</sup>. Ich brauche hier nicht zu wiederholen, weshalb ich, wie viele andere Autoren, dieser Auffassung nicht zustimmen kann.

Zu der Rückbildung der vorderen von den spino-occipitalen Nerven steht die Vorwanderung der auf sie folgenden Nerven in Korrelation. Diese Vorwanderung ist sowohl ontogenetisch bei verschiedenen Thieren durch die Untersuchungen von FRORIEP (1882 Taf. XVI), CHIARUGI (1891 p. 238) und SEWERTZOFF (1895 p. 63, 64), als auch vergleichend-anatomisch durch GORONOWITSCH (1888 p. 530) und namentlich SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 540, 541) dargethan worden. In den hier vorliegenden Untersuchungen konnte sie für alle darauf hin beobachteten Abtheilungen in breiterer Geltung erwiesen werden. Diese Vorwanderung der Nerven und ihrer Centren kombinirt sich sonach mit dem bereits besprochenen Vorrücken ihrer Endorgane und der von denselben beeinflussten Skelettbildungen<sup>4)</sup>. Wie dort, gewährt auch hier das Schwächerwerden und schliessliche Verschwinden der vorderen Elemente, speciell ihrer im centralen Nervensystem liegenden Nervenkerne die Möglichkeit für die Ausdehnung der hinteren kräftigen Elemente nach vorn, d. h. für ihr Vorrücken innerhalb der Medulla. Als Maass für den Grad dieses Vorrückens kann die relative Lage zu dem Anfange des Vagus-Ursprunges verwendet werden. Bei den Notidaniden entspricht der erste beobachtete occipitale Nerv (*v*), bei den höheren

1) Dass diese Zahl von einzelnen Thieren (Knorpelganoiden, *Lepidosteus* ind.) noch überschritten werden kann, wurde bereits früher erwähnt.

2) Ich beziehe mich hierbei auf die in den beiden ersten Abschnitten dieser Arbeit behandelten gnathostomen Kranioten. Wie sich dieses Verhältniss bei den Petromyzonten, Myxinoïden und Acraniern darstellt, soll im 3. Abschnitte dieser Abhandlung besprochen werden.

3) GORONOWITSCH (1887 p. 531), VAN BEMMELEN (1889 p. 250) und HOFFMANN (1894 p. 650) nehmen eine mehr vermittelnde Stellung ein. Uebrigens vertreten GASKELL in seiner späteren Abhandlung (1889 p. 181 f.), sowie WIEDERSHEIM in den früheren Auflagen seiner vergleichenden Anatomie, sowie auch auf p. 290 der Auflage von 1893 die Ableitbarkeit des Hypoglossus aus Spinalnerven.

4) Von dem hier von hinten nach vorn geschehenden Drucke giebt auch die meistens stattfindende (von nicht zahlreichen Ausnahmen durchbrochene) Verkleinerung des vordersten Wirbels bei Fischen und Amnioten Kunde. Vergl. ausserdem auch die Bildungen des sogenannten Proatlas (p. 502, 527).

Säugethieren, speciell dem Menschen, der erste oder zweite occipito-spinale Nerv (*a* oder *b*) ungefähr diesem Anfange. Damit zeigen die Letzteren gegenüber den Ersteren ein Vorrücken um 5—6 Metameren; die anderen Wirbelthiere repräsentiren zwischen diesen beiden Extremen alle möglichen Stadien, wobei — doch nicht ohne Ausnahmen — die Extensität dieser Vorwanderung als Gradmesser für die tiefere oder höhere systematische Stellung dienen kann. Bezüglich des Genaueren verweise ich auf die specielle Beschreibung.

Dieses Vorwandern oder Verschieben der spino-occipitalen und spinalen Nerven findet also längs des hintersten cerebralen Nerven, des Vago-Accessorius, statt. Letzterer wird von den dorsalen und ventralen Wurzeln der Ersteren dorsal und ventral überkreuzt; zufolge der früheren Reduktion der dorsalen Wurzeln geschieht aber diese Ueberkreuzung im vorderen (rostralen) Bereiche vorwiegend oder lediglich durch die ventralen.

Der N. vago accessorius hat zufolge seiner ursprünglichen Zusammensetzung aus vielen Neuromeren<sup>1)</sup> bei tieferen und höheren Wirbelthieren, soweit nicht sekundäre Reduktionen vorliegen, eine ansehnliche Länge seines Ursprunges. Sein centraler motorischer Kern giebt von vorn nach hinten (rostro-caudalwärts) den motorischen Antheilen der Rr. branchiales und Rr. intestinales, sowie den Rr. musculi trapezii Ausgang. Die für den M. trapezius bestimmten Ganglienzellen bilden das eigentliche Ende des motorischen Vagus-Kernes<sup>2)</sup>; die von ihnen ausgehenden Nervenfasern werden gemeinhin als mehr oder minder selbstständiger N. accessorius Willisii resp. R. posterior s. externus nervi accessorii dem mit dem R. anterior s. internus nervi accessorii verbundenen N. vagus s. str. gegenübergestellt. Je besser der M. trapezius oder bei den Amnioten der cerebrale Bereich dieses Muskels ausgebildet ist, desto ansehnlicher ist der dem Accessorius posterior entsprechende Kernantheil. Von diesem langen Vago-Accessorius-Kerne aus verlaufen die durch das Foramen pro vago (Foramen jugulare) austretenden Wurzelfäden unter beträchtlicher Konvergenz ihrer Fasern und dabei zeigen, bei guter Ausbildung des caudalen Theiles (Accessorius-Kern), die von diesem ausgehenden Fäden eine ascendente Richtung; Rückbildung des Accessorius-Kernes oder beträchtlichere Zusammenziehung des ganzen Vago-Accessorius-Kernes nach vorn (rostralwärts) bedingt einen rein queren oder selbst descendenten Verlauf der letzten Vago-Accessorius-Wurzeln.

1) Ich verweise hinsichtlich dieser Frage auf GEGENBAUR und bemerke, dass ich durch die ontogenetischen Untersuchungen der letzten Jahre nicht veranlasst werden konnte, den von GEGENBAUR eingenommenen Standpunkt zu verlassen.

2) Wahrscheinlich bildet dieser für den M. trapezius bestimmte Antheil überhaupt das caudale Ende des gesammten (motorischen und sensibeln) Kernes des Vago-Accessorius. Jedenfalls ist nicht zweifelhaft, dass die Rr. laterales, wenn sie sich auch in ihrem peripherischen Verlaufe unvergleichlich weiter caudalwärts erstrecken als die Rr. trapezii, den vordersten (von einigen Autoren selbst einem besonderen intermediär zwischen Glossopharyngeus und Vagus befindlichen Nerven zugerechneten) Antheilen des Vaguskerne entstammen, und auch von den Rr. intestinales, wenn auch ihre centralen Bahnen noch nicht völlig klar liegen, lässt sich mit guten Gründen annehmen, dass sie trotz ihrer gleichfalls weit caudalwärts erstreckten peripherischen Endigung vor (rostral von) den Rr. trapezii mit dem Vaguskerne in Verband stehen. Beide, Seitennerven und Intestinalnerven, verdanken ihren eigenthümlichen Verlauf sekundären phylogenetischen Vorgängen, auf die indessen hier nicht weiter eingegangen werden kann.

Alle diese Verhältnisse finden sich in grossem Wechsel bei den daraufhin untersuchten Wirbelthieren: ascendente, transversale und descendente Richtung der letzten (am meisten caudalen) Vago-Accessorius-Fasern bei Selachiern und Amphibien; transversaler, meist aber vorwiegend descendenter Verlauf bei Ganoiden und Teleostiern; ascendenten Verlauf bei Amnioten und unter diesen im höchsten Grade (longitudinal-ascendent) bei den Säugethieren.

Die genaue Untersuchung zeigt aber zugleich, dass diese Verlaufsrichtung der Accessorius-Wurzeln nur zum Theil zur geringeren oder grösseren Ausbildung des M. trapezius und zur allgemeinen Zusammenziehung des caudalen Gehirnabschnittes in direktem, geradem Verhältnisse steht. Zahlreiche Fische z. B. besitzen einen gut und selbst ansehnlich ausgebildeten M. trapezius bei descendenter Richtung der ihn versorgenden Accessorius-Fasern, während andere, wie z. B. die Rochen, nicht selten transversal bis annähernd ascendent verlaufende hinterste Vaguswurzeln bei vollkommener oder fast vollkommener Rückbildung dieses Muskels aufweisen; desgleichen findet sich bei den Vögeln, deren cerebraler Trapezius-Antheil minimal ist, ein stark ascendenten Verlauf der letzten Vago-Accessorius-Fasern, der von den Anamniern mit gut oder sehr gut ausgebildetem M. trapezius nur ganz ausnahmsweise erreicht wird. Auch die (bei den höheren Wirbelthieren allerdings in erhöhtem Grade nachweisbare) Zusammenziehung des Gehirns findet nicht in einem solchen Umfange statt, dass sie diese auffallenden Differenzen zur Genüge erklären und lösen könnte. Hier tritt als dritter eine ausreichende Antwort gebender Faktor das Vorrücken der spinalen Nerven-elemente ein: bei den meisten Anamniern in mässigem Grade stattfindend, beeinflusst es in der Regel den Verlauf der Vago-Accessorius-Fasern, die hier gewöhnlich descendente, transversal oder nur mässig ascendent verlaufen und in ihrem Ursprunge nur ausnahmsweise (*Hexanchus*) bis in das spinale Gebiet hinabreichen, nicht in erheblicher Weise; bei den Amnioten dagegen überschieben die Wurzeln der Spinalnerven die caudalen Wurzeln des Vago-Accessorius um 1—3 (Sauropsiden) und selbst 5—7 Neuromeren (Mammalia) und geben denselben eine ascendent longitudinale Verlaufsrichtung. Die zwischen Sauropsiden und Mammalia bestehende Differenz dürfte durch die geringere (Sauropsiden) und höhere (Mammalia) Ausbildung resp. Erhaltung des cerebralen Antheiles des M. trapezius zur Genüge erklärt sein<sup>1)</sup>.

1) Hinsichtlich des Specielleren über diese Frage verweise ich auf die früheren Darlegungen (p. 505 und 531 f.). — Die beträchtliche Differenz zwischen den Anamniern, wo der Vago-Accessorius-Ursprung in der Regel nicht bis in das Gebiet der Spinalnerven reicht, und den Amnioten, wo er sich stets in dieses Gebiet hinein, und zwar bei den Säugethieren recht weit hinab erstreckt, kömmt nicht vollkommen mit dem oben auf Grund der relativen Lage der Vagus- und Hypoglossus-Anfänge angegebenen Grade der rostralen Verschiebung der spinalen Nerven um fünf Metameren. Bei Berücksichtigung des caudalen Endes des Accessorius-Ursprunges der Mammalia möchte man geneigt sein, eine noch grössere Ausgiebigkeit dieser Verschiebung bei den Letzteren und wohl überhaupt bei den Amnioten anzunehmen und damit die occipito-spinalen und spinalen Nerven derselben anders zu zählen, als dies in den vorliegenden Untersuchungen geschah (vergl. auch die auf p. 544—547 gegebene Tabelle). Diese Anschauung käme somit, wenn auch auf anderem Wege, zu einem ähnlichen Resultate, wie dies vermuthungsweise, ich weiss nicht aus welchen Gründen, von HATSCHKE ausgesprochen wurde (vergl. meine Anm. 1 auf p. 549). Ich gebe zu, dass die Untersuchung hier vor einer Schwierigkeit steht, die noch nicht völlig gehoben ist, und möchte darum auch meiner Zählung keine unveränderliche Gültigkeit beimessen; gern werde ich mich anderen Ergebnissen gegenüber, wenn sie auf guten Grundlagen ruhen, bescheiden. Bei den jetzt vorliegenden Materialien indessen erscheinen mir die Instanzen für die Letztere

*Hexanchus* mit seinem bis in das spinale Gebiet reichenden Accessorius erweckt hierbei ein besonderes Interesse (p. 440). Diese zu den am tiefsten stehenden Haien gehörende Gattung<sup>1)</sup> besitzt unter allen Selachiern den ansehnlichsten M. trapezius, aber das reicht nicht aus zur Erklärung der so weit caudalwärts sich erstreckenden schlanken Ursprungssäule des Accessorius, denn andere Haie haben einen unverhältnissmässig kürzeren, d. h. viel weniger weit caudalwärts reichenden Ursprung der Accessorius-Wurzeln und gemeinhin werden voluminösere Muskeln durch vermehrte Nervenfasern versorgt, welche von einem nach allen Richtungen hin voluminöser gewordenen, nicht aber schlank und lang ausgezogenen Kern entspringen. Die eigenthümliche Gestaltung des Accessorius-Kernes von *Hexanchus* erinnert vielmehr an die Verhältnisse bei den Amnioten und lässt daran denken, dass auch hier ein in sehr alter Zeit vollzogener, bei den anderen Haien nicht mehr sichtbarer<sup>2)</sup>, Process der Ueberkreuzung eines primordialen, sehr lang ausgedehnten Vago-Accessorius-Kernes durch die occipitalen und den ersten spinalen Nerven vorliegt, ein Process, der zu der jüngeren Ueberkreuzung bei den Amnioten eine Parallele bildet; dass die ersten Occipitalnerven im Niveau des Anfanges des Vagus-Ursprunges sich befinden, giebt dieser Folgerung eine weitere Bestätigung. Man hat danach das Recht anzunehmen, erstens, dass bei den frühen Vorfahren von *Hexanchus* (und überhaupt denen der Haie) das Gehirn mit einer sehr langen, einem mehrfachen Multiplum von metamerisch angeordneten cerebralen Nervenkerneln vergleichbaren, motorischen Ursprungssäule des Vago-Accessorius abschloss, und dass erst darauf das Rückenmark mit den motorischen Ursprungskernen der damals noch durch spinale Nerven repräsentirten Occipitalnerven des jetzt lebenden *Hexanchus* folgte; zweitens, dass von da ab die Vorwanderung dieser spinalen Nerven und die Ueberkreuzung des Vago-Accessorius sich anschloss. Weil aber, wie im Vorhergehenden gezeigt worden, eine solche Vorwanderung von der Rückbildung noch mehr rostral gelegener Nervenkerne abhängig zu sein pflegt, so kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit fernerhin annehmen, dass den bis jetzt bekannten, mit *v* beginnenden Occipitalnerven noch mehr rostral gelegene (*u*, *t* etc.) vorausgingen (vergl. auch p. 440). Im 3. Abschnitte, bei Besprechung der Petromyzonten, Myxinoiden und Leptocardier, wird auf diese Schlussfolgerung noch weiter einzugehen sein. —

---

Entscheidung flexibler und unzuverlässiger als die von mir zur Begründung meiner Zählung gebrauchten; ich finde sonach z. Z. keine irgendwie gesicherte Handhabe, um eine neue Verschiebung und Assimilation weiterer spinaler Nerven und Wirbel bei den Amnioten gegenüber den höheren Anamniern zu befürworten. — Hinsichtlich der zwischen CHARUGI und mir bestehenden Kontroverse in der Zählung der spino-occipitalen Nerven der Sauropsiden und Mammalien verweise ich auf die früheren Darlegungen (p. 526).

1) Auffallend erscheint, dass nur *Hexanchus* und nicht auch *Heptanchus* diesen weit herabreichenden äusserlich sichtbaren Accessorius-Ursprung besitzt. Es ist dazu zu bemerken, dass der Trapezius bei *Heptanchus* relativ schwächer entwickelt ist als bei *Hexanchus*, somit bei ersterem eine sekundäre Reduktion der am meisten caudal entspringenden Accessorius-Fasern vorliegen mag, falls nicht dieselben doch noch, aber in versteckterer Lage und darum erst nach genauerer Untersuchung erkennbar, auch hier existiren. Ob *Chlamydoselachus* in dieser Beziehung sich mehr *Hexanchus* oder *Heptanchus* nähert, ist unbekannt.

2) Auch hier kann ich nur mit dem bisherigen Stande unserer Kenntniss rechnen. Es ist leicht möglich, dass die eingehendere und subtilere Untersuchung auch hier ein tieferes Herabreichen des Accessorius-Ursprunges zu Tage bringen mag, als bisher bekannt ist.

Die soeben behandelten Fragen involviren und regen zugleich die Frage an: Wo liegt überhaupt und wie verhält sich die morphologische Grenze zwischen Gehirn und Rückenmark der Wirbelthiere?

In den Lehr- und Handbüchern der menschlichen und vergleichenden Anatomie wird diese Grenze gemeinhin vor den Abgang des 1. Spinalnerven resp. in den Bereich der motorischen Pyramidenkreuzung gelegt und durch einen transversalen Querschnitt vervollständigt. Es liegt auf der Hand, dass eine solche Grenzbestimmung eine recht rohe topographische ist, nicht aber den morphologischen Verhältnissen entspricht, denn sie zieht zu dem Gehirn spinale Theile (Kerne und Wurzeln der spino-occipitalen Nerven resp. des N. hypoglossus) und belässt dem Rückenmark zu dem Gehirn gehörige Abschnitte (Kerne und Wurzelfasern des N. accessorius). Zu diesen vorwiegend resp. ausschliesslich motorischen Elementen kommen aber noch sensible Wurzelfasern der Gehirnnerven, welche von den peripherischen Ganglien derselben absteigend bis ins Rückenmark reichen und erst hier mit weiteren gangliösen Elementen Verbindungen eingehen (absteigende Wurzeln des Trigemini, Facialis (Intermedius), Glossopharyngeus und Vagus), somit auch von Spinalnerven überkreuzt werden, während andererseits aus den peripherischen Ganglienzellen der Spinalnerven centralwärts verlaufende Bahnen bis in das Gehirn hinaufreichen (Theile der Hinterstränge). Endlich aber verlaufen nach dem Rückenmarke centrale Gehirnbahnen, welche von Ganglienzellen des Grosshirns ausgehen und sich tief hinab bis in den centralen Endbereich des Rückenmarks erstrecken (Pyramidenbahnen), wie auch umgekehrt centrale Rückenmarksbahnen, welche von Ganglienzellen des Rückenmarkes ausgehen, bis in das Gehirn reichen (Kleinhirnseitenstrangbahn, antero-laterales Bündel etc.). Diese Komponenten bestimmen die wirkliche morphologische Grenze zwischen Gehirn und Rückenmark, und es ist danach leicht ersichtlich, dass dieselbe in höchst complicirter Weise, auf- und absteigend verzackt, verläuft und dass die übliche transversale Trennungsebene beider Abschnitte des centralen Nervensystems dem Gehirn verschiedene spinale und dem Rückenmarke ausgebreitete cerebrale Elemente zuweist<sup>1)</sup>. —

1) Selbstverständlich hat auch im übrigen Körper der Thiere die entsprechende morphologische Sonderung stattzufinden. Was von paläo-kranialen cerebralen Nerven versorgt wird, gehört zum Kopfgebiete, was von ursprünglich spinalen Nerven innervirt wird, ist vom Rumpfgebiete herkömmlich, mögen beide Gebiete auch noch so sehr in einander greifen und zu einander verschoben sein. So sind beispielsweise einerseits die von den Rr. laterales nervi trigemini und vagi versorgten Hautstrecken, die von den Rr. intestinales und vagi innervirten Eingeweidetheile und der vom N. accessorius beherrschte Abschnitt des M. trapezius morphologisch von dem primordialen Kopfgebiete abzuleiten, wie weit herab in das Rumpf- und selbst Schwanzgebiet sie sich auch topographisch erstrecken mögen, und andererseits ist die Zugenmuskulatur ein Abkömmling des Rumpfes. — Diesen wohl von den meisten Anhängern der morphologischen Richtung vertretenen Anschauungen steht, wie schon erwähnt (p. 521), His (1887, 1888) principiell gegenüber, indem er, ohne der Innervation irgend welchen Werth hierbei zuzumessen, alle Theile, welche caudal von dem Rande des 4. Schlundbogens resp. der Grenze zwischen Thyreoid und Krikoid liegen, zum Rumpfe, alle diejenigen, welche rostral von dieser sich befinden, zum Kopfe rechnet; und er erklärt diese Nichtachtung der Innervationsverhältnisse damit, dass alle die betreffenden Organe loco entstehen und dass die sie versorgenden Nerven erst sekundär nach ihnen hinwachsen und sich mit ihnen verbinden. Wie schon in Anm. 1 auf p. 521 betont, ist mein Standpunkt in jeder Weise unvereinbar mit dem His'schen. Wenn His den Wunsch zu einer friedlichen Auseinandersetzung physiologischer und phylogenetischer Forschungsweise und einer geordneten Vereinbarung in der gleichen Abhandlung (1887 p. 437, 438) ausdrückt, so kann darauf nur erwidert werden, dass den mit der phylogenetischen Methode arbeitenden Morphologen ein Einvernehmen und Zusammenwirken mit der Schwesterrichtung nicht

Von dem Abgange von der Medulla ab verlaufen die spino-occipitalen Nerven in transversaler oder schräg absteigender Richtung durch die Schädelhöhle zur Schädelwand, um in der Regel in besonderen, ventral resp. ventro-rostral oder ventro-caudal vor dem Vaguskanal gelegenen Kanälchen dieselbe zu durchsetzen. Zwischen den Extremen eines queren resp. selbst ein wenig ascendenten bis zu dem eines extrem tief absteigenden resp. beinahe longitudinalen Verlaufes finden sich hierbei im buntesten Wechsel alle möglichen Uebergänge, die, wie leicht ersichtlich, durch den verschiedenen Grad der Zusammenziehung resp. Vorwänderung einerseits in dem centralen Nervensystem, andererseits in der Schädelkonformation bestimmt werden. Bei den meisten Selachiern findet Beides in nicht sehr differenter Weise statt, weshalb hier die Nerven in vorwiegend transversaler oder mässig absteigender Richtung verlaufen; bei der Mehrzahl der übrigen Fische und Dipnoer, vor Allem der Knorpelganoiden eilt die Zusammenziehung des Nervensystemes der Konzentration des Schädels weit voraus und hat einen sehr descendenten bis longitudinalen Verlauf der Nerven zur Folge; bei den Amnioten wieder hat der Grad der Zusammenziehung des Schädels diejenige des Gehirnes (dessen caudale Abschnitte sekundär selbst ein wenig caudalwärts gedrängt wurden) erreicht, weshalb hier wieder der transversal-descendente Verlauf vorwiegt.

Die die Schädelwand durchbohrenden Kanälchen der occipitalen und occipito-spinalen Nerven setzen in der Regel annähernd die Richtung des intrakraniellen Verlaufes derselben fort. Nicht selten können sie auch eine noch mehr caudalwärts strebende Richtung darbieten. Dazu kommt noch eine gewisse Konvergenz nach aussen, die häufig zum Zusammenmünden während des Durchtrittes durch die Schädelwand führen kann. Diese Verhältnisse stehen unter dem Einflusse eines neuen Faktors, dem der peripherischen Plexusbildung. Stets ist hierbei die Richtung der Nerven das Bestimmende, die Konfiguration der Skeletelemente das Angepasste.

Bei der Mehrzahl der Wirbelthiere geschieht, wie schon erwähnt, der Durchtritt durch die Schädelwand in gesonderten, jeder einzelnen Nervenwurzel entsprechenden Kanälchen. Doch finden sich schon bei niederen Wirbelthieren verschiedene Ausnahmen, wo dieses oder jenes occipitale Kanälchen in das Foramen pro vago einmünden oder selbst ganz mit ihm zusammenfliessen kann (einzelne Selachier nach den Beobachtungen anderer Autoren, Holocephalen) oder wo zwei benachbarte occipito-spinalen Nerven unter Resorption der ursprünglich trennenden Zwischenwand durch einen Kanal austreten können (Holocephalen, Teleostier); mancherlei Uebergänge vermitteln hierbei diese Ausnahmen mit den ursprünglichen Verhältnissen. Bei den Amnioten tritt dieses Zusammenmünden der occipito-spinalen Kanälchen mehr in den Vordergrund: bei Sauropsiden noch minder häufig zu

minder erwünscht ist, dass aber auf dem vorliegenden, angesichts so principieller und tiefgreifender Differenzen, eine Vereinbarung zu den Unmöglichkeiten gehört. — Auch von anderer Seite, von HUXLEY (1873 p. 67) und ihm folgend von PARKER und BETTANY (1877 p. 342), ist eine Grenze zwischen Kopf und Rumpf, und zwar zwischen dem 2. und 3. Kiemenbogen, also mitten durch den Vagus gezogen worden, wonach derselbe wie die Visceralbogen theilweise zum Kopfe, theilweise zum Rumpfe gehören sollen. Hier ist aber nicht einmal der Versuch einer Begründung gemacht worden. Dieser Einfall sei hier nur angeführt (vergl. auch SAGEMEHL's Kritik 1885 resp. 1891 p. 529 Anm. 1).

beobachten, wird es bei zahlreichen Mammalia das gewöhnliche Vorkommen und führt schliesslich zum Durchtreten aller noch vorhandenen occipito-spinalen Nerven durch eine Oeffnung (Foramen pro hypoglosso). Vereinigungen mit dem Vaguskanal bilden auch hier seltene Ausnahmen; bei Sauropsiden, wo sie von anderen Autoren einzeln angegeben werden, konnte ich sie nicht finden, unter den Säugethieren existiren sie aber bei den Monotremen, *Echidna* wie *Ornithorhynchus*, die in dieser Hinsicht somit ein sekundäres Verhalten darbieten.

Die den Schädel verlassenden occipitalen und occipito-spinalen Nerven treten unter einander und mit den auf sie folgenden spinalen Nerven zu einem Plexus zusammen, der bald einfacher, bald komplicirter gebaut ist und bei den tiefer stehenden Wirbelthieren die Brustflosse, wie das zwischen ihr und dem Schädel befindliche Gebiet, soweit hier nicht die paläokranialen Gehirnnerven sich verbreiten, innervirt. Dieser gemeinsame Plexus enthält die Elemente des Plexus cervicalis und Pl. brachialis der höheren Wirbelthiere in sich, ist somit ein Plexus cervico-brachialis, der vorn cervikale, hinten brachiale oder pterygiale Aeste abgibt. So findet er sich bei Selachiern, Holocephalen, Ganoiden und Teleostiern, und zwar bilden hier die Rochen mit 8—10 dem cervikalen und pterygialen Theile gemeinsamen Plexuswurzeln (Spinalnerven) das Extrem dieser Gemeinsamkeit, während bei Haien, Holocephalen, Ganoiden und Teleostiern in der Regel nur 1—2, bei einzelnen höheren Haien 3 Plexuswurzeln sich gemeinschaftlich an der Versorgung beider Gebiete betheiligen. Unter Berücksichtigung der motorischen Antheile allein findet sich selbst vereinzelt bei Haien eine direkte Aufeinanderfolge der cervikalen und brachialen Abtheilung derart, dass eine Beiden gemeinsame Wurzel fehlt; doch stehen auch hier Beide in einem intimen Verbande. Ganz successive kommt die Emancipation und die Sonderung in den Plexus cervicalis und den Plexus brachialis zu Stande, indem sich der Verband zwischen Beiden mehr und mehr lockert und schliesslich völlig löst. Insbesondere die Knochenganoiden demonstrieren diesen Uebergang von dem gemeinschaftlichen Plexus zu den beiden gesonderten Geflechten, indem bei ihnen die zwischen den cervikalen und pterygialen Wurzeln bestehenden Verbindungen nicht nur recht fein werden, sondern sich auch peripherwärts verschieben und damit die Auslösung vorbereiten, die sich bei *Polypterus* für einen Theil des Cervikalplexus, bei den Dipnoi mehr oder minder komplet vollzogen hat; bei den letzteren kommen nur bei *Ceratodus* noch zarte Verbände beider Plexus zur Beobachtung<sup>1)</sup>. Aehnliches findet sich bei den Amphibien, wo man in der

1) (Zugleich nachträgliche Bemerkung zu p. 476). Wie auf p. 476 mitgetheilt, fand ich bei *Ceratodus* zweimal einen ganz feinen den Verband von dem Plexus cervicalis nach dem Plexus brachialis vermittelnden Faden, konnte denselben aber zufolge der Brüchigkeit des untersuchten Materiales nicht mit Sicherheit bis zu der Extremität selbst verfolgen. Herr Privatdozent Dr. BRAUS, Assistent a. d. hiesigen Anatomischen Anstalt, hat inzwischen an einem anderen gut konservirten *Ceratodus* diesen Faden in Gestalt eines etwas besser entwickelten Zweiges nachweisen können, der sich theils an der Rumpfmuskulatur verästelte, theils mit dem auf ihn folgenden Nerven *a* zum Plexus brachialis sich verband. Aber auch hier ist dieser Zweig von *y* erheblich feiner, als der zum Plexus cervicalis gehörende Theil dieses Nerven. Etwas nur leicht an die WIEDERSHEIM'sche Abbildung von *Protopterus* Erinnerndes

Hauptsache von zwei gesonderten Plexus sprechen kann; doch finden sich auch hier häufig feine verbindende Fasern, unter Umständen (*Pipa*, *Bufo* ind.) selbst recht intime Verbände beider Geflechte. Bei den Amnioten endlich stehen nur in vereinzelten und noch nicht völlig gesicherten Fällen (*Amphisbaena*, Ophidier) beide Plexus durch eine gemeinsame Wurzel in Verband; im Uebrigen sind sie nicht allein scharf gesondert, sondern auch mehr oder minder weit von einander entfernt, indem intermediäre, keinem der beiden Geflechte angehörige Wurzeln in verschiedener Anzahl (1—21) sich zwischen ihnen finden<sup>1)</sup>.

Die Zahl und Folge der den Plexus (Ramus) cervicalis<sup>1)</sup> zusammensetzenden Nerven zeigt sehr wesentliche Differenzen, wie aus folgender Zusammenstellung sich ergibt, welche behufs genauerer Vergleichung auch bei den niedrigen Wirbelthieren von den unbedeutenden sensibeln Antheilen absieht und lediglich die motorischen Aeste berücksichtigt<sup>2)</sup>:

v. w. x. y. z. 1. 2. 3.	Notidaniden.
w. x. y. z. 1. 2. 3.	Notidaniden.
x. y. z.	<i>Acipenser</i> juv., Dipnoi.
x. y. z. 1. 2.	<i>Spinax</i> juv., <i>Acanthias</i> , <i>Cestracion</i> .
x. y. z. 1. 2. 3.	<i>Cestracion</i> , <i>Rhina</i> .
x. y. z. 1. 2. 3. 4.	<i>Centrophorus</i> , <i>Scyllium</i> , <i>Mustelus</i> .
x. y. z. 1. 2. 3. 4. 5.	<i>Scyllium</i> .
x. y. z. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	<i>Prionodon</i> .
y. z.	<i>Acipenser</i> , Dipnoi.
y. z. a.	<i>Polyodon</i> , <i>Polypterus</i> (indiv).
y. z. 1. 2.	<i>Spinax</i> .
y. z. a. b.	Holocephalen.
y. z. 1. 2. 3.	<i>Laemargus</i> , <i>Scymnus</i> .
y. z. 1. 2. 3. 4.	<i>Scymnus</i> , <i>Mustelus</i> , <i>Galeus</i> .
y. z. 1. 2. 3. 4. 5.	<i>Mustelus</i> .
y. z. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	<i>Odontaspis</i> .
z. a.	<i>Polypterus</i> , <i>Lepidosteus</i> .
z. 1. 2. 3.	<i>Cryptobranchus</i> (ind.).
z. a. b. c.	<i>Amia</i> , <i>Echidna</i> (ind.)?

fand sich auch hier nicht. DR. BRAUS hat auch den caudalen Bereich des Plexus brachialis, dem ich (wie früher bemerkt) nur eine nebensächliche Aufmerksamkeit geschenkt, genauer untersucht und hier eine sehr interessante beträchtliche Ausdehnung seiner Wurzeln nach hinten gefunden, worüber er des Genaueren selbst berichten wird. Dementsprechend ist der Zusammenstellung über den Plexus brachialis von *Ceratodus* (p. 475) noch zuzufügen: z. a. b. c. 4. 5. 6. 7. ....

1) Es handelt sich hierbei nicht um den Plexus cervicalis s. l. der menschlichen Anatomie, sondern um den Plexus cervicalis s. str. s. Plexus hypoglosso-cervicalis (Hypoglossus + Cervicales descendentes der Anthropotomen), der seine Zweige zur Muskulatur der Zunge und des Zungenbeins (ventrale Längsmuskeln, hypobranchiale spinale Muskulatur) sendet.

2) Die eingeklammerten Buchstaben (a) bezeichnen eine wechselnde Existenz (vorhanden oder nicht vorhanden). Ein ? bedeutet, dass der Befund nicht gesichert ist.

z. 1. 2. 3. 4. 5. 6.	<i>Torpedo.</i>
z. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	<i>Rhinobatus.</i>
1. 2.	Meiste Urodelen, Gymnophionen, aglosse Anuren.
1. 2. 3.	<i>Cryptobranchus, Necturus.</i>
a. b. c.	<i>Amia</i> (ind.), <i>Crocodilus</i> (ind.), <i>Anas, Anser.</i>
a. b. c. 4. 5.	<i>Ornithorhynchus, Didelphys, Petaurus, Equus, Bos.</i>
a. b. c. 4. 5. 6.	<i>Satyrus</i> (ind.), <i>Homo</i> (ind.).
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	<i>Torpedo.</i>
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.	<i>Raja.</i>
(a). b. c.	Meiste Krokodilier.
(a). b. c. 4.	Meiste Saurier, Ophidier, Chelonier, meiste Vögel.
(a). b. c. 4. 5.	<i>Hatteria</i> , einige Saurier, Chelonier, Krokodilier (?), mehrere Vögel, <i>Macropus, Myrmecophaga, Cephalolophus, Erinaceus, Carnivora</i> (ind.), <i>Lemur.</i>
b.	Ostariophysen.
2.	<i>Pipa</i> (ind.), opisthoglosse Anuren.
b. c.	Meiste Teleostier.
2. 3.	<i>Necturus</i> (indiv.).
b. c. 4.	<i>Canis</i> (ind.).
b. c. 4. 5.	Mehrere Vögel, Rodentia, Carnivora.
b. c. 4. 5. 6.	<i>Grus, Tarsius?</i> , Simiae incl. <i>Homo.</i>
2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9	<i>Raja</i> (ind.).

Somit wechselt die Zahl der den Plexus cervicalis zusammensetzenden Nerven in mannigfachster Weise zwischen den Extremen 1 und 10, wobei die geringeren (1—3) sich bei Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern, Amphibien und einzelnen Amnioten, die mittleren (4—6) bei Haien, den Holocephalen und vielen Amnioten, die höchsten Werthe (7—10) bei Haien und namentlich bei Rochen sich finden.

Fernerhin liegt bei den Notidaniden, einzelnen niederen pentanchen Haien, den Knorpelganoiden und den Dipnoern der Schwerpunkt des Plexus cervicalis in den occipitalen Nerven; bei zahlreichen Haien, den Holocephalen, *Polypterus, Lepidosteus* tragen occipitale und spinale (resp. occipito-spinale) etwa zu gleichen Antheilen zu seiner Bildung bei; bei den meisten Haien und Rochen, *Amia, Cryptobranchus* (ind.) (und vielleicht bei *Echidna*) überwiegen die letzteren, während die occipitalen Nerven mehr oder minder zurücktreten und bei *Amia* und *Echidna* nur noch in minimalen oder zweifelhaften Resten an ihm Theil nehmen; bei gewissen Rochen, den Teleostiern, Amphibien und Amnioten ist die alleinige Betheiligung spinaler (resp. occipito-spinaler) Nerven Regel, und unter diesen existiren zahlreiche Formen, bei denen selbst der erste spinale (resp. occipito-spinale) Nerv vollkommen

rückgebildet ist. Somit finden sich hier bezüglich des Beginnes des Plexus cervicalis metamerische Verschiebungen bis zu 6 Nerven. Die Selachier sind es hierbei, welche die Extreme der frühesten (am meisten rostralen) und spätesten (am meisten caudalen) Anfänge repräsentiren; innerhalb der von ihnen gegebenen Grenzen lassen sich alle anderen untersuchten höheren Wirbelthiere einreihen.

Diese grossen Differenzen vermindern sich einigermassen, wenn man bei den Haien und Holocephalen die das epibranchiale Geflecht zusammensetzenden Plexuswurzeln in Abzug bringt, somit nur diejenigen Plexusquellen vergleicht, welche die allen gnathostomen Wirbelthieren gemeinsame hypobranchiale spinale Muskulatur versorgen. Dann reducirt sich die Zahl der Wurzeln des Plexus cervicalis bei den Notidaniden um die 2—3 ersten, bei den pentanchen Haien um den ersten oder die zwei ersten occipitalen Nerven, und das Maximum der Verschiebung sinkt auf 3—4 Nerven herab.

Es ist wiederholt im Allgemeinen und Besonderen, nachdem ROSENBERG (1876, p. 150, 165) darin Bahn gebrochen, von GEGENBAUR, mir, RUGE und Anderen ausgesprochen worden, dass die Nervengeflechte ihre Ausbildung und Umbildung Verschiebungen und sonstigen Veränderungen der von ihnen versorgten Endorgane verdanken. Dies lässt sich leicht auch im vorliegenden Falle demonstrieren resp. aus den beobachteten Thatsachen ablesen. Ursprünglich, so kann weiter geschlossen werden, repräsentirten die hinter dem Palaeocranium befindlichen spinalen Nerven mit den von ihnen versorgten Muskel- und Hauttheilen regelmässig wiederkehrende Metameren, in denen die Nerven parallel und gleichmässig verliefen und in regelmässiger Folge gleich grosse Bezirke versorgten. Für die muskulösen Elemente bildeten hierbei im Niveau und in der Nachbarschaft der Chorda gelegene Myomeren von mässigem Umfange den Ausgangspunkt. Dieselben gewannen Hand in Hand mit der Ausbildung des spinalen Skeletsystemes eine grössere Ausbreitung dorsalwärts (Gebiet der das centrale Nervensystem umschliessenden dorsalen Metameren) und ventralwärts (Gebiet der das Eingeweide- und Gefässsystem umschliessenden ventralen Metameren), aber die ursprüngliche Regelmässigkeit in der Ausbreitung und Entwicklung dieser neuen Muskelemente machte successive, innerhalb derselben Myomeren und in der Reihe der Myomeren, ungleichmässigen Entwicklungsgängen Platz, je nachdem der gegenseitige Kampf der Theile im Organismus die einen erstarken und zu sicherer Differenzirung gelangen, die anderen dagegen schwächer werden und immer weiter sich rückbilden liess. Gerade an der Grenze zwischen dem Palaeocranium mit seinen Visceralbogen und dem Anfange der spinalen Metameren war zu diesen Veränderungen die meiste Gelegenheit gegeben, indem hier die direkte Nachbarschaft relativ heterogener und unter dem Einflusse differenter Anpassungen sich ausbreitender Körperabschnitte nothwendig zu Zusammenstössen und Kämpfen der feindlich einander gegenüber stehenden Kräfte führen musste. Im palaeokraniellen Bereiche gewann einerseits die vordere viscerele Region eine sekundäre Ausdehnung nach hinten in das spinale Gebiet hinein, über deren causale Bedingungen bereits GEGENBAUR zur Genüge gehandelt hat, andererseits aber gelangten die neuen jugend-

kräftigen Differenzirungen der spinalen Myomeren zu immer höherer Entfaltung und begannen den Eroberungskampf um das paläokraniale Skeletsystem. So erhielt die paläobranchiale, ursprünglich nur mit cerebralen Muskeln versehene Region ihre (epibranchialen und hypobranchialen) spinalen Muskeln, die bis zum Kieferbogenbereiche vordrangen und in zunehmender Weise die alten cerebralen Muskeln beengten und zurückdrängten, so wurden schon in sehr früher Zeit dem paläobranchialen Gebiete einzelne Visceralbogen mit ihren Anhängen entrissen und unter mannigfachen und tiefgreifenden Neubildungen als Extremitätenbogen mit ihren Extremitäten weit nach hinten, mitten in das spinale Gebiet hinein geführt. Und unter dem gegenseitigen Einflusse dieser beiden Gewalten kam es natürlich zu den verschiedenartigsten Aneinanderlagerungen, Verlagerungen und Richtungsänderungen der diese Theile versorgenden Nervenfasern, zur Bildung des Plexus cervico-brachialis. Der in der rechten Weise beobachtende Untersucher kann hierbei die Vorgeschichte des jetzt Bestehenden selbst bis ins Detail verfolgen<sup>1)</sup>. Mit diesen progressiven Entwicklungswegen, mit den durch den Kampf veranlassten höheren Heranbildungen verbanden sich andererseits in den Gebieten, wo eine wirksame Kraftentfaltung, in Folge zu sehr überwiegender und günstiger gestellter Kräfte in der nächsten Nachbarschaft, zur Unmöglichkeit wurde, also speciell an den allerersten Myomeren retrograde Bildungsgänge, die mehr und mehr zu ausgedehnten Reduktionen und zur Aufgabe der Selbstständigkeit gegenüber dem Palaeocranium führten; so kam das Neocranium mit seinen Weichtheilen zur Entstehung und weiteren Ausbildung und Umbildung, worüber bereits oben (p. 548 f.) gehandelt wurde.

Wie schon im Vorhergehenden hervorgehoben, zeigen bereits die Selachier im Wechsel der Zahl und der Aufeinanderfolge der Wurzeln des Plexus cervico-brachialis einen Reichthum und eine weite Grenzenentfaltung, welche die bei den höheren Wirbelthieren zu beobachtenden Exkursionen übertrifft, somit auch darin für die Erklärung der Verhältnisse bei diesen in mannigfacher Beziehung den Schlüssel darbietet.

Die grosse Zahl der Wurzeln des Plexus cervicalis bei Haien und Rochen vereinigt in sich primitive und sekundäre Züge, primitive, soweit die vorderen (rostralen) von den occipitalen Nerven repräsentirten Wurzeln in Frage kommen, sekundäre, insofern zu diesen eine mehr oder minder grosse Anzahl hinterer (caudaler), von spinalen Nerven gebildeter Wurzeln (2—9) hinzutritt; die Zahl der letzteren steht in ersichtlichem Zusammenhange zu dem Grade der Wanderung der vorderen Extremität nach hinten und diese wiederum in einem gewissen Causalnexus zu dem

1) Kurz sei hier nochmals der bereits früher (p. 394, 443) besprochenen Auslösung des vordersten Occipitalnerven aus dem Plexus cervicalis Erwähnung gethan. Dieser Process findet sich nur bei den Selachiern, nicht aber, soweit ich beobachten konnte, bei den anderen höherstehenden Wirbelthieren. Bei seiner Beurtheilung entschied ich mich dahin, nicht ein primitives Unverbundensein dieses ersten Nerven, sondern eine sekundäre Lockerung und schliesslich vollkommene Lösung aus dem Plexusverbande zu statuiren. Verschiedene Analogiefälle bei den anderen Wirbelthieren (namentlich Holocephalen und Ganoiden), die noch nicht zur völligen Lösung, aber doch zu einer nach der Peripherie fortschreitenden Lockerung des bisher mehr ausgedehnten Verbandes führen, sind dieser Auffassung günstig.

mächtigen Wachsthum dieser Extremität nach hinten und vorn. Dass hierbei die mehr primären Verhältnisse bei den Haien, insbesondere bei den Notidaniden und Spinaciden, die mehr sekundären bei den Rochen überwiegen, ist unverkennbar. — Von da aus findet bei den übrigen Anamniern (Holocephalen, Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und Amphibien) eine Verminderung der Plexuswurzeln statt, und zwar sowohl von der vorderen als von der hinteren Grenze her, bei den verschiedenen Vertretern in wechselndem Grade, aber in der Hauptsache in nicht misszuverstehender Weise. Die Verminderung der Plexuswurzeln von vorn her geschieht durch die successive Rückbildung der occipitalen Nerven und schreitet bis zur Verkümmernng des 1. spinalen (resp. occipito-spinalen) Nerven fort: Dipnoer, Holocephalen und Knorpelganoiden mit 3 bis 2 Occipitalnerven beginnen die Reihe und stehen in dieser Hinsicht noch auf dem gleichen Entwicklungsniveau wie die Mehrzahl der pentanchen Haie; die Knochenganoiden mit nur ausnahmsweise (*Polypterus* indiv.) in Rudimenten erhaltenem, in der Regel aber total rückgebildetem vorletzten Occipitalnerven kennzeichnen ein weiteres Stadium der Reduktion, die bis zur weitgehenden (*Amia*). vielleicht selbst vollkommenen (*Amia* nach den Befunden der Autoren) Verkümmernng des letzten Occipitalnerven fortschreiten kann, und stellen sich in dieser Beziehung den Rochen gleich; Amphibien und Teleostier endlich besitzen (mit der einzigen individuellen Ausnahme von *Cryptobranchus*) nicht nur keinen occipitalen Nerven mehr, sondern zeigen in der Mehrzahl selbst den ersten spinalen resp. occipito-spinalen Nerven völlig rückgebildet (meiste Anuren, sämtliche untersuchte Teleostier)<sup>1)</sup>, erreichen somit eine Entwicklungsstufe, welche ausserdem nur einmal bei höheren Rochen (*Raja*) individuell zur Beobachtung kam. Die hintere Grenze des Plexus cervicalis endet wie bei den am tiefsten stehenden Haien mit dem 2. oder 3. spinalen (resp. occipito-spinalen) Nerven bei den Holocephalen, bei *Amia*, den Teleostiern und Amphibien, dagegen früher als bei den Selachiern, und zwar mit dem 1. spinalen (resp. occipito-spinalen) Nerven bei *Polyodon*, *Polypterus* und *Lepidosteus* und mit dem letzten occipitalen Nerven bei *Acipenser* und den Dipnoi. Hier finden sich Verhältnisse, die keine Parallele mit der systematischen Stellung der betreffenden Thiere zeigen und eine Beurtheilung nicht nur nach einem Gesichtspunkte verlangen. Im Ganzen ist die hintere Grenze des Plexus cervicalis der Anamnier von der metamerischen Lage der vorderen Extremität abhängig. Im Verhältniss zu der Mehrzahl der Selachier ist diese bei Holocephalen, Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und Amphibien dem Schädel mehr genähert, und diese Annäherung steht wieder im Verbande mit dem Zusammenrücken und der beginnenden Rückbildung des Kiemenapparates. Die Holocephalen stehen in dieser Hinsicht den Haien noch nahe, bei den Knorpelganoiden und Dipnoern dagegen liegt die Brustflosse noch mehr rostralwärts und dementsprechend endet bei diesen der Plexus cervicalis bereits mit dem letzten occipitalen oder (vereinzelt) mit dem ersten occipito-spinalen Nerven.

1) Die Teleostier kennzeichnet somit hier eine weiter vorgeschrittene Reduktion als die Urodelen, — übrigens nicht das einzige Merkmal primitiveren Verhaltens bei Letzteren und sekundärer Weiterbildung bei Ersteren.

Annähernd die gleiche relative Lage zum Schädel bietet die vordere Extremität der Knochenganoiden und Teleostier dar; hier aber hat sich zugleich mit der Verkümmernng der vorderen resp. sämtlicher Occipitalnerven ein metamerischer Umbildungsprocess vollzogen, der den Plexus um ein oder einige Metameren caudalwärts zurückverlegte und damit eine mit dem 1. oder 2. oder 3. occipito-spinalen Nerven abschliessende hintere Grenze desselben herbeiführte. Die hiermit gewonnene scheinbare Annäherung an die Verhältnisse bei den Selachiern wurde somit erst sekundär durch das Zusammenwirken zweier sekundärer Momente erreicht, und hiermit harmonirt vollkommen die systematische Stellung, indem diese Zurückverlegung bei der Mehrzahl der Knochenganoiden nur 1, bei *Amia* 2 und bei den Teleostiern 2—3 Metameren ausmacht. Bei den Amphibien, wo der Plexus cervicalis ebenfalls mit dem 2. oder 3. Spinalnerven endet, bin ich geneigt, ein etwas primitiveres, dem der Selachier graduell etwas näher stehendes Verhalten anzunehmen. Bei den Urodelen mit minder rückgebildetem Kiemenapparat ist die vordere Extremität dem Schädel noch nicht so nahe gerückt wie bei den Anuren, deren Kiemen weiter zusammengeschoben und reducirt sind; bei Ersteren endet der Plexus cervicalis mit dem 2. oder 3., bei Letzteren mit dem 2. Spinalnerven. Damit kombinirt sich aber auch eine mässige nach hinten gehende metamerische Umbildung desselben, indem er bei den Urodelen, Gymnophionen und aglossen Anuren in der Mehrzahl der Fälle mit dem 1., bei den opisthoglossen Anuren aber stets mit dem 2. Spinalnerven beginnt. — Bei den Amnioten (Sauropsiden und Mammalia) finden sich sehr wechselnde Zahlen der Plexuswurzeln, welche in ihrem Maximum (5 bis 6 Nerven) die bei der soeben besprochenen Gruppe beobachteten nicht unerheblich übertreffen und denjenigen zahlreicher Haie gleichkommen. Doch besteht auch hier nur Aehnlichkeit, keine Homogenie. Die vordere Grenze des Plexus cervicalis der Amnioten (Plexus cervicalis s. str. s. Pl. hypoglosso-cervicalis) beginnt — abgesehen von dem noch nicht gesicherten Falle von *Echidna* — mit dem 1. oder 2. occipito-spinalen Nerven<sup>1)</sup> und dokumentirt damit sofort ihre viel höhere Stellung gegenüber den Haien, bei denen der Plexus mit dem drittletzten oder vorletzten Occipitalnerven anfängt. Die hintere Grenze, welche insbesondere die grosse numerische Variabilität des Plexus der Amnioten bedingt, endet mit dem letzten occipito-spinalen Nerven oder mit dem 1. oder 2. oder 3. freien Cervikalnerven (4, 5, 6.), bietet damit aber keine primitiven Beziehungen dar, sondern verdankt ihre caudale Verschiebung durchaus sekundären metamerischen Umbildungsprocessen, die in dem Maasse statt haben konnten, als der Plexus cervicalis durch die caudalwärts gehende Wanderung der vorderen Extremität an seiner hinteren Grenze Freiheit und Ausbreitungsfähigkeit gewann.

---

1) Dass ich in dieser Hinsicht Sauropsiden und Mammalia gleich stelle und nicht der Annahme einer bei Letzteren weiter rostralwärts gehenden Verschiebung des Plexus um 1 bis 2 Metameren (wonach dieser somit erst mit dem 2. oder 3. occipito-spinalen Nerven beginnen würde) zustimme, habe ich bereits im vorhergehenden Kapitel (p. 526) ausgeführt.

Mit diesen Verhältnissen steht auch das oben (p. 556) besprochene gegenseitige Verhalten des Plexus cervicalis und Plexus brachialis in einem gewissen, aber keineswegs durchgreifenden genetischen Zusammenhange. Selachier, Holocephalen und Ganoiden dokumentiren zur Genüge die ursprüngliche Gemeinsamkeit beider Plexus durch ihren einheitlichen Pl. cervico-brachialis. Aber schon bei den Selachiern ist zwischen einer mehr primären Aufeinanderfolge (niedere Haie) und einer mehr sekundären Deckung mässigen (höhere Haie) oder beträchtlicheren Grades (Rochen) zu scheiden; bereits früher (p. 442) wurde ausgeführt, dass für die Ausbildung des letzteren Verhaltens die sekundäre Vergrösserung der weiter nach hinten gewanderten Brustflosse das causale Moment gewährt. Die Holocephalen mit ihrer Deckung mässigen Grades rangiren in dieser Beziehung mitten unter den Haien. Die Ganoiden, welche in der Hauptsache eine blosse Aufeinanderfolge und selbst Vorbereitungen zu einer Sonderung darbieten, dürften diese Vereinfachung ihrer Plexusbildung der sekundären Verkleinerung der Brustflosse verdanken; in gleicher Weise sind die Verhältnisse bei den Teleostiern zu beurtheilen. Die bei den Dipnoern in der Hauptsache vollzogene Sonderung beider Plexus findet in dem jetzt bestehenden Verhalten der Brustflosse allein nicht die ausreichende Erklärung; dieselbe ist dem Schädel sehr genähert und zugleich bei dem primitiven *Ceratodus*<sup>1)</sup>, wenn auch nicht so ausgedehnt wie bei den meisten Fischen, doch immerhin ziemlich breit entwickelt. Man würde somit nach dem Verhalten derselben einen Plexus cervico-brachialis in minder vorgeschrittenem Stadium der Sonderung erwarten. Dass dieselbe hier dennoch mehr oder minder komplet vollzogen ist, weist den Dipnoern in dieser Hinsicht eine besondere Stellung den Fischen gegenüber an und lässt zugleich daran denken, ob bei denselben vielleicht sehr primitive Verhältnisse vorliegen, oder ob bei ihnen eine Vorwanderung der Flossen aus einer ursprünglich viel caudaleren Lage stattgefunden habe. Indessen reichen die bisherigen Materialien für die Entscheidung dieser Frage nicht aus; die bezüglichen Bemerkungen seien daher nur cum grano salis und durchaus hypothetisch gegeben. Bei den lebenden Amphibien treten die zwei die Sonderung des Plexus cervicalis und brachialis bedingenden Momente, Rückbildung und rostralwärts gehende Zusammenschiebung der branchialen Region und Freiheit der vorderen, nicht mit dem Schädel verbundenen Extremität rein in Erscheinung und genügen in der Hauptsache zur Erklärung der zu beobachtenden Verhältnisse. Die bei Einzelnen (*Bufo* indiv., *Pipa*) bestehenden intimeren Verbände beider Plexus dürften, zum grossen Theile wenigstens, mit der hier am meisten vorgeschrittenen rostralen Verschiebung der vorderen Extremität zusammenhängen; zum Theile liegen hier aber auch individuelle und spezifische Bildungen vor, die eine complicirtere Vorgeschichte muthmaassen lassen; dass sie gegenüber dem Verhalten bei den anderen Amphibien sekundäre Erscheinungen darstellen, ist

---

1) *Protopterus* und *Lepidosiren* mit der Rückbildung und Verschmälerung ihrer Extremitäten geben keine Erklärung. Hier ist die komplet gewordene Sonderung beider Plexus wohl in der Hauptsache auf diesen ganz sekundären Reduktionsprocess zurückzuführen.

nicht zweifelhaft. Bei den Amnioten endlich hat die in weiterem Grade vorgeschrittene Rückbildung des visceralen Apparates und die beträchtlichere Wanderung der vorderen Extremität nach hinten zu der mehr oder minder vollkommenen Emanicipation und selbst Entfernung des Plexus hypoglosso-cervicalis von dem Plexus brachialis geführt. —

Einiges Interesse gewährt auch die Art und Weise, in welcher die einzelnen Wurzeln zum Plexus cervico-brachialis resp. Plexus cervicalis und brachialis zusammentreten; ihre Richtung und Länge bietet hierbei ausserordentlich wechselnde Verhältnisse dar. Die Richtung der Wurzeln wird von den drei Faktoren der rostralwärts gerichteten Vorwanderung der Ursprünge und Austritte dieser Wurzeln, von der Ausdehnung der visceralen Region nach hinten und von der Lage der vorderen Extremität beherrscht und ist demzufolge vorwiegend eine schräg descendente; doch zeigt sie dabei zwischen den Extremen eines transversal-descendenten bis transversalen und eines longitudinal-descendenten bis longitudinalen Verlaufes alle möglichen Uebergänge, selbst innerhalb der einzelnen Klassen, indem die genannten Faktoren mannigfach wechseln und ausser ihnen noch andere bestimmende Nebenfaktoren auftreten, deren speciellere Besprechung und Würdigung aber zu weit führen würde. Der aufmerksame Beobachter kann auch hier ein Stück Vorgeschichte ablesen<sup>1)</sup>. Dass bei den höheren Wirbelthieren mit reducirten Kiemen die transversal-descendente resp. transversale Verlaufsrichtung überwiegt, bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung. — Die Länge der Wurzeln kann in gewissem Sinne als Gradmesser für die Intimität und Höhe der Ausbildung des Plexus dienen. Da die Plexusbildung in erster Linie von dem Verhalten der peripherischen Endorgane der das Geflecht zusammensetzenden Nerven bedingt wird, zeigt der einfachst gebildete Plexus resp. der Plexus in seinen Anfängen ein ganz lockeres Gefüge, indem nur die peripherischen Enden der Nerven Ansenbildungen eingehen. In dem Maasse aber, als die Umbildungen und Verlagerungen der Endorgane zunehmen, also die Plexusbildung weiter fortschreitet, kommt es zu vermehrten und mehr ausgebreiteten Ansaen und der ganze Process dieser Schlingenbildungen rückt centralwärts, d. h. er nähert sich zusehends dem Ursprünge der Plexuswurzeln, womit ein enggeschlossener und meist auch mehr oder minder complicirt zusammengefügter Plexus resultirt. Sobald aber in ausgebildeten Geflechten wieder sekundäre Lockerungen resp. Sonderungen oder Auslösungen gewisser Theile sich ausbilden, wird der beschriebene Weg der Heranbildung der Plexus in retrograder Richtung wieder durchlaufen, d. h. die Ansenbildung wird vereinfacht, rückt peripherwärts und löst sich endlich. Für alle diese, allenthalben, wo Nervenverbindungen vorkommen, erweisbaren Verhältnisse bieten auch die vorliegenden Geflechte zahlreiche Illustrationen dar, auf die im Detail nicht eingegangen zu werden braucht. Auch kann man mit der höheren Stellung der betreffenden Wirbelthiere eine zunehmende Entwicklung ihrer Plexusbildungen erkennen, aber nur im

1) Ich beschränke mich hier auf diese wenigen Bemerkungen und verweise hinsichtlich des Näheren auf meine früheren Ausführungen (1879 und 1888).

Allgemeinen und nicht ohne zahlreiche Ausnahmen, welche wiederum durch besondere Specialfaktoren innerhalb der einzelnen Klassen bestimmt werden und wobei sich progressive und regressive Richtungen in mannigfachster Weise kombiniren können<sup>1)</sup>).

Die muskulösen Endorgane des Plexus cervicalis (hypoglosso-cervicalis) werden bei der überwiegenden Mehrzahl der Haie und bei den Holocephalen durch die vorderen Rumpfmuskelmetameren, die hypobranchialen und die epibranchialen spinalen Muskeln repräsentirt; die letzterwähnte epibranchiale Gruppe zeigt hierbei sehr wechselnde Beziehungen in ihrer Ausbildung und bei vielen Haien und Holocephalen eine mehr oder minder vorgeschrittene Rückbildung. Dies führt zu dem Verhalten bei vereinzelt Haien (*Scymnus*), den Rochen und anderen Gnathostomen, wo epibranchiale Zweige des Plexus mit den gleichnamigen Muskeln gänzlich geschwunden sind; hier kommen nur noch die hypobranchialen spinalen Muskeln und die vorderen Rumpfmuskelmetameren in Frage. Die die Rumpfmuskulatur innervirenden Seitenzweige zeigen aber auch hier eine successive Abnahme, indem sie bei den Fischen, Dipnoern und Amphibien von allen vorhandenen Plexuswurzeln abgegeben werden, bei den Sauropsiden dem ersten oder den beiden ersten occipito-spinalen Nerven fehlen können und dann nur von den zwei letzten oder dem letzten occipito-spinalen Nerven und den freien Spinalnerven entstehen, bei den untersuchten *Mammalia* aber an allen occipito-spinalen Nerven (N. hypoglossus) vermisst werden und nur freien spinalen Nerven entstammen; bei den Säugethieren verzweigt sich der N. hypoglossus also lediglich in Repräsentanten der hypobranchialen spinalen Muskulatur. Auch die von Anfang an beträchtlich reducirte sensible Ausbreitung des Plexus cervicalis zeigt in der Reihe der Wirbelthiere von den Selachiern bis zu den Amnioten eine zunehmende Verminderung bis zur völligen Rückbildung. —

Wie aus den früheren Mittheilungen bei Besprechung der einzelnen Klassen und aus der oben (p. 557 f.) gegebenen Tabelle hervorgeht, zeigt die speciellere Ausbreitung der Endäste des Plexus mit Rücksicht auf die metamerische Reihenfolge der Wurzeln, denen sie entstammen, einen ungemeinen Wechsel.

So wurde schon hinsichtlich der epibranchialen Aeste der Haie und Holocephalen (cf. p. 399) gefunden, dass z. B. der Nervus subspinalis in variabler Weise von den occipitalen Nerven  $v.w.x$  oder  $v.w.x.y$  oder  $w.x.y$  oder  $w.x.y.z$  (Notidaniden), oder  $x.y$  (*Scyllium*), oder  $y.z$  (*Acanthias*, *Laemargus*, *Chimaera*) abstammt, und ähnliche Variirungen von  $x.y$  (Notidaniden) zu  $y.z$  (*Acanthias*, *Scyllium*) und  $z$  (*Laemargus*) wurden hinsichtlich des N. interbasalis 1. beobachtet, — also

1) Aehnliches wie für die Verbindungen der Plexuswurzeln gilt bekanntlich auch für die Verbände der dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven, die bei den niederen Wirbelthieren auch ganz peripher beginnen und mit der Höhe der Entwicklung successive centralwärts bis in den Bereich der Wirbelsäule rücken und bei Rückbildungen ebenfalls retrograde Entwicklungsrichtungen zeigen können.

im ersteren Falle eine metamerische Verschiebung der Innervation bis zu drei, im letzteren bis zu zwei Nervenwurzeln.

In noch breiteren Grenzen bewegen sich die Schwankungen bei den hypobranchialen Zweigen, welche sich von den Selachiern bis hinauf zu den Säugethieren vergleichen lassen. So geschieht die Versorgung des *M. coraco-mandibularis* (branchio-mandibularis, genio-hyoideus) bei den Dipnoern und bei *Acipenser* durch  $x.y$  oder  $y$ , bei den Notidaniden, einigen anderen Haien und *Polypterus* (ind.) durch  $y.z$ , bei *Polypterus* (ind.) durch  $z$ , bei zahlreichen Haien, *Torpedo* (juv.), *Chimaera*, *Amia* (ind.) durch  $z.1$  (resp.  $z.a$ ), bei einigen höheren Haien, *Torpedo* und *Rhinobatus* durch  $z.1.2$ , wozu (bei *Rhinobatus*) auch einige Fasern von 3 hinzukommen können, bei *Raja*, *Amia*, den Urodelen, Gymnophionen und aglossen Anuren, sowie gewissen Sauropsiden und Säugethieren durch 1 (resp.  $a$ ) oder 1.2 ( $a.b$ ), bei *Raja* und mehreren Amnioten durch 1.2.3 ( $a.b.c$ ), bei *Pipa* (ind.) und den opisthoglossen Anuren durch 2 und endlich bei *Raja* (ind.), sowie den meisten Sauropsiden und vielen Säugethieren durch 2.3 ( $b.c$ ) oder 2.3.4 ( $b.c.4$ ), — also in den Grenzen einer Verschiebungsbreite von 4—5 Metameren. Und noch mehr — in der Variirungsbreite von 9 Metameren — variirt die Innervation des caudalen Endes der hypobranchialen Muskulatur (letztes Myomer des hinteren Hauptstockes der Coraco-arcuales, hinteres Myomer der Sterno-omo-hyoidei), indem dasselbe bei Dipnoern und *Acipenser* von  $z$ , bei den meisten Ganoiden von  $a$ , bei einzelnen Haien, den Holocephalen, den ostariophysen Teleostiern und der Mehrzahl der Amphibien von 2 (resp.  $b$ ), bei vielen Haien, *Amia*, den meisten Teleostiern, einzelnen Urodelen, einigen Sauropsiden von 3 (resp.  $c$ ), bei zahlreichen Haien, den meisten Sauropsiden und vereinzelt Säugethieren von 4 (resp. dem 1. freien Cervikalnerven der Amnioten), bei einigen Haien, einigen Sauropsiden und den meisten Säugethieren von 5 (resp. dem 2. freien N. cervicalis), bei *Torpedo*, vereinzelt Amnioten und der Mehrzahl der Primaten von 6 (resp. dem 3. freien Cervikalnerven), bei einigen höheren Haien und Rochen von 7 und endlich bei *Raja* von 8 oder 9 versorgt wird. — Bezüglich des hinteren Endes der hypobranchialen spinalen Muskulatur ist wegen des zum Theil recht vagen Zusammenhanges mit dem Schultergürtel und der Uebergänge in die mehr caudal gelegene Rumpfmuskulatur die genaue Grenze nicht durchweg mit Sicherheit zu ziehen und damit die Bestimmung der Identität derselben bei den Wirbelthieren nicht allenthalben durchführbar; dass aber ihre Variirungsbreite bis zu 9 Metameren ansteigt, erscheint nicht zweifelhaft, denn gerade die Extreme, die sich bei Dipnoern und bei Rochen finden, gestatten bei den typischen Formen derselben eine sichere Abgrenzung des hinteren Endes gegen den Schultergürtel. Hinsichtlich der anderen, der epibranchialen und hypobranchialen Muskulatur entnommenen Beispiele sind die Homologien klar und die angegebenen Grade der metamerischen Verschiebung gesichert.

Ich unterlasse es, hier weiter auf das Wesen dieser Verschiebungen und nachahmenden Neubildungen der metamerisch verschieden innervirten Muskeln einzugehen, und verweise diesbezüglich auf meine früheren Ausführungen über imitatorische

Homodynamie oder Parhomologie (1875 und 1879), die mir durch zahlreiche, seitdem bekannt gewordene genaue Untersuchungen mehr als je gefestigt erscheinen<sup>1)</sup> und wie für die Gebiete der Extremitäten und der Eingeweide, so auch für das vorliegende (incl. die metamerische Verschiebung der ventralen Rumpfmuskel-Myomeren, cf. p. 443 ff.) volle Anwendbarkeit finden. Hervorzuheben ist aber, dass diese Umbildung und Verschiebung schon am Anfang des Rumpfgebietes stattfindet, dass somit schon hier und nicht erst in seinem weiteren Verlaufe die Flüssigkeit und Beweglichkeit der bezüglichen Elemente nachgewiesen werden kann. Dass dieselbe schon innerhalb der Selachier in ganz erheblichen Breiteschwankungen geschieht, ist auf den ersten Blick sichtbar, nicht minder, dass bei den anderen Wirbelthieren diese Wanderungen und Veränderungen bald in rostraler, bald in caudaler Bewegung in der grössten Mannigfaltigkeit, zum Theil auch unter Umkehrung ihrer Bewegungsrichtungen in der phylogenetischen Geschichte desselben Thieres stattfinden.

Nicht minder wechselt die epibranchiale und hypobranchiale Muskulatur in ihrem Verhalten zu dem visceralen Skeletsystem, dem sie, wie aus ihrer Innervation erkannt wird, ursprünglich fremd war. Nachdem sie aber durch rostralwärts gehende Vorwanderung mit demselben Verbindung genommen und sich hier gewissermaassen neue Plätze erobert, hat sie sich dem Visceralskelet in einer Weise angepasst, dass der die Innervation und ihre Wandelungen nicht berücksichtigende Untersucher vermeinen könnte, es sei hier eine ursprüngliche Kongruenz der Branchiomeren mit den epibranchialen und hypobranchialen Muskelementen vorhanden, dass selbst die ontogenetische Untersuchung eine wirklich metamerische Zusammengehörigkeit der cerebralen und spinalen Myomeren vortäuschen kann. Alles dies wird durch die sorgfältig angewandte vergleichend-anatomische Methode auf seinen wahren Werth zurückgeführt, als dysmetamer erkannt, und damit zugleich eine Vorgeschichte enthüllt, von der die rein ontogenetische Beobachtung nur ganz wenig, und auch dieses zum Theil von cänogenetischen Fälschungen entstellt (cf. p. 439), erkennen lässt.

Aus allem Diesem leuchtet zur Genüge ein, wie vorsichtig und enthaltsam der ontogenetische Untersucher sein muss, damit er nicht aus einseitigen und unvollkommen auf ihre Cänogenien geprüften ontogenetischen Materialien weitere und dann sehr oft zweifelhafte oder irrige phylogenetische Schlüsse ziehe. Vieles vollzieht sich, wovon die rein und konsequent durchgeführte ontogenetische Forschung

1) Wiederholt sind seitdem auch myologische Arbeiten erschienen, welche wohl meist aus Bequemlichkeitsgründen die Innervation der Muskeln unbeachtet lassen, zum Theil aber auch glauben, von ihr als unwesentlich für die wahre Erkenntniss der Muskeln absehen zu können. Anderen erscheint die Lehre von der metamerischen Umbildung und die Zusammengehörigkeit von Muskel und Nerv gesichert, aber der Begriff der Muskel-Homologien von mir zu eng gefasst und damit zugleich ein Hemmniss für die Zukunft gegeben. Auch tauchten hin und wieder zufolge missverständener oder falsch erfasster Befunde oder auch ohne dieselben Auffassungen auf, welche der Theorie der Ex- und Intercalationen in dieser oder jener Form das Wort reden. Auf alles dies erscheint mir eine Erwiderung unnöthig. — Von tieferer und principieller Bedeutung ist dagegen jene, der meinigen diametral entgegenstehende Anschauung, welche, namentlich auf Grund der neueren histologischen und histogenetischen Untersuchungen auf neurologischem Gebiete, ein sekundäres Zusammentreten von Nerv und Muskel befürwortet und unter diesem Gesichtspunkte allerdings die ganze Lehre von den metamerischen Umbildungen nicht braucht, sondern sie durch ein einfaches Auswachsen des Nerven nach den Muskeln hin ersetzt (vergl. auch meine His betreffenden Bemerkungen auf p. 554 Anm. 1). Auf diese Frage wird weiter unten, am Ende dieser Abhandlung, in Kürze einzugehen sein.

nichts ahnen lässt. Der sich höhere Probleme stellende Ontogenetiker kann der vergleichenden Untersuchung und Methode nicht entbehren.

Des Weiteren resultirt aber aus diesen durch die vergleichende Anatomie erschlossenen Veränderungen und Umbildungen der peripherischen Endgebiete der spinalen Nerven, dass es für die genaue und richtige Beurtheilung eines Nerven nicht genügt, denselben von seinem Anfange bis zu seinem Ende nebst den von ihm versorgten Endorganen zu verfolgen, sondern dass hierzu die eingehende vergleichend-anatomische Untersuchung desselben und seiner nachbarlichen Gefährten mit Rücksicht auf seine phylogenetischen Wandlungen unerlässlich ist<sup>1)</sup>. Von jenen durchaus unzureichenden Beobachtungen, welche sich bloss mit der Erschliessung von Theilstrecken der Nerven begnügen, spreche ich hier überhaupt nicht. Aber ebenso wenig wie man unter einseitiger Hervorhebung der centralen Verhältnisse der Nerven ohne genauere vergleichende Untersuchungen speciellere Folgerungen hinsichtlich ihres gesammten Verhaltens ziehen darf, ebenso wenig soll man aus der noch so genauen Specialkenntniss des peripherischen Verlaufes auf die metamerischen und korrelativen Beziehungen der Nerven schliessen. Ohne die Beachtung dieser Grundsätze und Cautelen wird man stets Gefahr laufen, zu falschen Resultaten zu gelangen, und die Ergebnisse, zu denen u. A. FISCHER (*Necturus*), VON IHERING und PETER (*Pipa*), MC. MURRICH, MAYSER unter Missachtung dieser Regel kamen, sind lehrreiche Exempel dafür.

Die Verbindungen der occipitalen und occipito-spinalen Nerven resp. des Hypoglossus mit echten Gehirnnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus) besitzen keine tiefere Bedeutung. Es sind lediglich durch Bindegewebe vermittelte Verklebungen sich begegnender oder an einander vorbeiziehender peripherischer Theile dieser Nerven und durchweg sekundär entstanden. Alle jene Anschauungen, welche in ihnen Reste ursprünglicher Kommissurenbildungen oder netzförmige Zusammenhänge zwischen cerebralen und spinalen Nerven erblicken, gewähren keine richtige Beurtheilung der wirklichen Thatsachen. Die Anastomosen mit dem Sympathicus dagegen repräsentiren zu einem grossen Theile wirkliche Wurzeln desselben (Rr. viscerales) und sind insofern von Interesse, als sie den Beweis für die immer noch von Einzelnen bezweifelte Thatsache erbringen, dass sympathische Fasern und Ganglien auch den ventralen Spinalnervenwurzeln entstammen<sup>2)</sup>. —

1) Selbstverständlich sind die nach vergleichenden Grundsätzen ausgeführten ontogenetischen Untersuchungen dem Morphologen stets willkommen; sie dürfen aber nicht ausser Acht lassen, sich mit den vergleichend-anatomischen Resultaten in Einklang zu setzen.

2) VAN WIJHE (1882 p. 36) hat meines Wissens zuerst auf die Existenz eines sympathischen Ganglions an der ventralen Wurzel des letzten Kopfsegmentes von *Scyllium*-Embryonen aufmerksam gemacht (vergl. auch diese Abhandlung p. 369), nachdem ihm FREUD (1878 p. 75 Taf. II Fig. 4) in dem Nachweise von, den ventralen Wurzeln des Caudalmarkes von *Petromyzon* eingelagerten, Zellen, die er als Ganglienzellen anspricht, vorausgegangen war. Desgleichen wird die Existenz von Zellen in den ventralen Spinalnervenwurzeln bei Embryonen von *Petromyzon* und *Acipenser* (Neurocyten, Spongicyten etc.) von KUPFFER wiederholt (1890 p. 547, 1894 p. 67—69, Taf. XII) konstatirt; bei *Acipenser* bilden dieselben sogar ein sehr ansehnliches ventrales Ganglion, das aber (ebenso wie die Ganglienzellanhäufungen bei *Ammocoetes*) im weiteren Laufe der Entwicklung der Nerven sich auflöst resp. in die Länge zieht

Wie in diesem und den früheren Kapiteln nach den verschiedensten Richtungen ausgeführt worden (cf. p. 439 f., 549 f.), sind die bisher behandelten spino-occipitalen (occipitalen und occipito-spinalen) Nerven und der von ihnen abzuleitende N. hypoglossus echte spinale Nerven, welche sich den echten cerebralen oder paläokranialen Nerven gegenüberstellen und ursprünglich in der metamerischen Folge hinter (caudal von) ihnen sich befanden. Diese Folge hat sich in dem Maße nach und nach verwischt, als einerseits der letzte paläokraniale Nervenkomplex (Vago-Accessorius) an seinem caudalen Ende sich rückzubilden begann und andererseits die vorderen (rostralen) von den spino-occipitalen Nerven verkümmerten und demzufolge ein Vorrücken der darauffolgenden bis in die medullare Region, welcher der Vago-Accessorius entspringt, statthatte. Namentlich durch diese topographische Nachbarschaft sind viele frühere Autoren verführt worden, die occipitalen Nerven als ventrale Vaguswurzeln mit dem Vagus zu vereinigen, und auch mancher neuere Embryolog glaubte in dem Umstande, dass diese Nachbarschaft auch in der Ontogenese als etwas in der Hauptsache Vollzogenes, Fertiges auftritt<sup>1)</sup>, Beweise für die Richtigkeit dieser Anschauung gefunden zu haben. Namentlich FRORIEP und SAGEMEHL haben das bleibende Verdienst, gegen diese Vereinigung beider verschiedener Kategorien mit guten Gründen aufgetreten zu sein.

Das Eingehen in diese Materie giebt aber zugleich Veranlassung zu weiteren Fragestellungen, von denen hier zwei hervorgehoben seien:

1) Die Vergleichung zwischen den typischen Cerebralnerven und den Spinalnerven ergibt bei beiden Kategorien den gemeinsamen Besitz zweier Wurzeln, von denen die ventralen motorische, die dorsalen sensible oder vorwiegend sensible Fasern enthält; die motorischen Fasern entspringen aus central gelegenen Ganglienzellen, die sensibeln aus peripherischen Ganglien. Hinsichtlich der weiteren Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven bestehen aber Differenzen. Die ventralen Wurzeln der Spinalnerven entstammen ventral gelegenen Ganglien und treten in ventraler Richtung aus dem Rückenmarke aus; die dorsalen setzen sich aus sensiblen Fasern zusammen, welche von den spinalen Ganglien aus in den dorsalen Bereich der Medulla spinalis eintreten, enthalten aber auch eine (allerdings noch nicht allenthalben nachgewiesene) beschränkte Anzahl durchtretender Fasern, welche nach Art motorischer Nerven von dorsal oder ventro-lateral gelegenen Ganglien-

---

und verschmächtigt; diese Ganglienzellen werden allerdings nicht als sympathische angesprochen, sondern als Bildungszellen des Nerven. Neuerdings hat dann SEDGWICK (1896 p. 105, 106) hervorgehoben, dass bei *Scyllium* sympathische Ganglien im Verband mit den sogenannten vorderen Wurzeln des Vagus (Occipitalnerven), also mit Nerven ohne hintere Wurzeln gebildet werden. — Bei den höheren Wirbelthieren ist die Kenntniss der Ursprungsverhältnisse der motorischen sympathischen Fasern aus den vorderen Wurzeln der Spinalnerven und den Ganglienzellen der Vorder- und Seitenhörner, sowie der sonstigen Beziehungen dieser Fasern (praecellulärer und postcellulärer Fasern), namentlich durch die in den letzten Jahren ausgeführten Untersuchungen von GASKELL, LANGLEY, RAMON y CAJAL, VAN GEHUCHTEN, SALA, KÖLLIKER, LENHOSSEK, DOGIEL u. A. in hohem Grade gefördert worden. Hinsichtlich des Näheren verweise ich insbesondere auf den bezüglichen Passus in KÖLLIKER'S Gewebelehre (1896 p. 854 f.).

1) Die geringgradigen Verschiebungen während der Entwicklung des Individuums wurden hierbei von den Meisten übersehen oder wenigstens nicht richtig erkannt.

zellen beginnen und in lateraler oder dorso-lateraler Richtung die Medulla durchsetzen, um sich den sensibeln Fasern beizumengen und mit ihnen das Rückenmark zu verlassen. Die Verbindung beider Wurzeln erfolgt erst im peripherischen Nervenbereiche und zwar bei den tiefer stehenden Fischen leicht trennbar nach ziemlich langem gesonderten Verlaufe, um erst bei den höher stehenden Wirbelthieren früher und inniger sich zu vollziehen (cf. p. 439, 440 und p. 565 Anm. 1). Bei den typischen Cerebralnerven (Trigeminus, Acustico-Facialis, Glossopharyngeus, Vagus) verhalten sich die sensibeln Wurzeln ähnlich wie bei den Spinalnerven, die motorischen entspringen der ventro-lateralen Zellsäule des hinteren Abschnittes der Gehirnbasis, durchsetzen dieselbe in schräg dorso-lateralwärts aufsteigender Richtung und mengen sich innerhalb des Gehirns oder gleich nach dem Austritte aus demselben den sensibeln Wurzeln bei. Ausserdem aber existiren Gehirnnerven (Oculomotorius, Abducens), welche nach Art der ventralen Spinalnerven von ventro-medial gelegenen Kernen im Gehirn entspringen und dasselbe ventral verlassen<sup>1)</sup>. Hinsichtlich der (ganz allgemeinen) Homologie der sensibeln Wurzeln der Cerebral- und Spinalnerven bestehen kaum Kontroversen; sehr getheilt sind dagegen die Auffassungen bezüglich der motorischen Wurzeln. Sind die ventralen motorischen Wurzeln der Spinalnerven lediglich den Nn. oculomotorius und abducens oder auch den motorischen Wurzeln der typischen Gehirnnerven zu vergleichen oder repräsentiren Letztere nur die ansehnlicher entwickelten Homologa der durchtretenden Fasern der Rückenmarksnerven?

2) Im Vorhergehenden wurde hervorgehoben, dass die spino-occipitalen Nerven der bisher untersuchten Thiere (Gnathostomen) ursprünglich caudal von den Gehirnnerven ihren Ursprung von dem ventralen Rückenmarke genommen haben. Von dem occipitalen Nerven *x* ab, welcher bei den Notidaniden den ersten hinter der Kiemenregion verlaufenden und auf diesem Wege zu der hypobranchialen Muskulatur gelangenden Nerven repräsentirt, sowie für alle ihm folgenden spino-occipitalen Nerven (*y*, *z*, etc.) ist dies direkt vom Präparate ablesbar und kann wohl von Niemand bezweifelt werden. Hinsichtlich der Nerven *v* und *w* dagegen, die sich im M. subspinalis erschöpfen, fehlt dafür die direkte Demonstratio ad oculos, wenn man nicht die innere Konfiguration der bezüglichen Region des Craniums als eine solche ansehen will; hier waren es vergleichende Erwägungen, die mich dazu führten, auch deren einstmalige Lage hinter dem Palaeocranium zu postuliren. Aber vor *v* lagen, wie wahrscheinlich gemacht werden konnte, noch weitere nach Art der Spinalnerven oder ihrer ventralen Wurzeln gebaute Nerven *u*, *t* etc. Soll auch von diesen angenommen werden, dass sie dereinst hinter dem primordialen Schädel lagen, oder waren sie von Anfang an typische Bestandtheile desselben, etwa wie die Nn. abducens und oculomotorius? Oder kann man auch hin-

1) Von dem motorischen, aber, wie His recht gut bemerkt, ultradorsal austretenden und auf die Gegenseite gelangenden N. trochlearis sehe ich hier zunächst ab. — Dass der Stamm (Lobus) des Olfactorius und der des Opticus gar nicht zum peripherischen Nervensystem gehören, bedarf keiner weiteren Erwähnung.

sichtlich dieser beiden letzteren daran denken, ob sie nicht aus dem primordialen Rumpfbereiche erst sekundär in den Kopfbereich gelangten?

Beide Fragen sind von embryologischer Seite stets widersprechend beantwortet worden, und manche Antwort lässt erkennen, dass sie auf Grund zu eng begrenzter ontogenetischer Materialien und ohne genügende Berücksichtigung und Abschätzung der cänogenetischen Momente gegeben wurde.

Hier lag mir lediglich daran, diese Fragen zu stellen. Mit den bisher in dieser Untersuchung behandelten Thieren dürften dieselben weder auf ontogenetischem noch auf vergleichendem Wege lösbar sein. Sie verlangen ein Eingehen auf die tiefer stehenden Abtheilungen der Wirbelthiere (Petromyzonten, Myxinoiden und Leptocardier) und sollen daher erst im nächstfolgenden 3. Abschnitte wieder aufgenommen werden.

---

Noch sei der epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskulatur specieller gedacht.

Ueber die vergleichend-anatomischen Beziehungen der epibranchialen spinalen Muskulatur habe ich bereits eingehend in dem 1. Abschnitte dieser Arbeit (p. 416 f., 444 und 446) gehandelt und verweise auf die dortigen Ausführungen. Diese Muskulatur bildet gewissermaassen eine Insel, die nur bei den Haien und Holocephalen erhalten geblieben ist, in bester Entwicklung bei den Notidaniden, bei den pentanchen Haien aber in mehr oder minder vorgeschrittener Verkümmernng, die bei einzelnen Vertretern derselben selbst bis zur totalen Rückbildung geführt hat. Bei allen untersuchten Rochen ist sie vollkommen reducirt, ebenso bei allen anderen Gnathostomen von den Ganoiden und Dipnoern bis hinauf zu den Säugethieren. Die causalen Bedingungen dieser Rückbildung liegen nicht klar; sie eilt der Reduktion des Visceralapparates überhaupt beträchtlich voraus und fehlt auch da, wo die Verhältnisse des Skeletes eine hoch entwickelte epibranchiale Muskulatur gestatten würden. Die ihr benachbarten Muskeln, die cerebralen Arcuales dorsales, können sich hierbei verschieden verhalten; entweder bleiben sie von diesen Rückbildungen mehr oder minder unberührt (Selachier) oder sie breiten sich dorsalwärts aus und nehmen von den einstigen Wohnstätten der Interbasales Besitz, diese Muskeln oft so genau nachahmend, dass ohne Berücksichtigung der Innervation ihre wahre morphologische Natur kaum zu erkennen wäre (Ganoiden, Teleostier, gewisse Amphibien). Bei den noch höheren Abtheilungen schwinden in Korrelation zu den Skelettheilen alle hier sich befindenden Muskelgebilde.

Wie ich a. a. O. darzulegen versucht habe, glaube ich, als Ausgang gebend für die ganze epibranchiale Muskelgruppe, einen primordialen hypaxonischen, von Occipital- und Spinalnerven versorgten Rumpfmuskel ansprechen zu dürfen, der in den Hauptzügen an den M. subspinalis *a* der Notidaniden erinnert haben mag. Durch Verbindung mit dem Kiemenskelet kam der weitere Apparat zur Entfaltung. Dieser primordiale Subspinalis stand höchstwahrscheinlich zu den Anfängen des

Seitenrumpfmuskels im innigsten Konnex; das Verhalten des Subspinalis *a* der Notidaniden mit Rücksicht auf die Seitenrumpfmuskulatur und die specielle Art ihrer Innervation geben dafür mehr als eine Andeutung. Man wird kaum fehlgehen, wenn man folgert, dass die ursprünglich einheitliche Rumpfmuskulatur (System der spinalen Myotome) sich in eine laterale und mediale Partie gesondert habe, von denen Erstere durch das System der Seitenrumpfmuskeln, Letztere durch den Subspinalis resp. die epibranchiale Muskulatur repräsentirt wird. Während aber die Seitenrumpfmuskulatur weiterhin ein mehr oder minder hoch entwickeltes Wachstum in dorsaler, lateraler und ventro-lateraler Richtung einging und zu der mächtigen Ausbildung und Differenzirung gelangte, welche die Rumpfmuskeln und ihre vielfachen Abkömmlinge in der ganzen Ausdehnung des Rumpfes in der bekannten Weise kennzeichnet, blieb die subspinale Muskulatur auf den vorderen Bereich der primordialen Wirbelsäule beschränkt und hielt sich zugleich trotz verschiedenartiger Veränderungen im Detail (wovon auch der epibranchiale Plexus Zeugnis giebt) in den Grenzen ihres primitiven medialen Gebietes. Die subspinalen Nerven zeigen demgemäss in kaum veränderter Weise den primordialen Verlauf von der Medulla nach ihrem Muskel, medial von dem N. vagus, während die zu der Seitenrumpfmuskelmasse gelangenden mit ihren nach den verschiedensten Richtungen gehenden, weitverzweigten Aesten die hohe sekundäre Differenzirung dieser Muskulatur deutlich erkennen und ihre Wachstumsbahnen ablesen lassen.

Eine nach Lage und sonstiger Beschaffenheit einigermaassen an den Subspinalis erinnernde Muskulatur findet sich bei den höheren Wirbelthieren in dem hyp-axonischen System des *Longus colli*, das von kurzen Zweigen der Spinalnerven innervirt wird. Ob dieses System ein echtes Homodynamon des Subspinalis repräsentirt oder ob es eine ganz sekundäre, von der epaxonischen Muskulatur erst abgezweigte Bildung darstellt, kann bei der noch ungenügenden morphologischen Kenntniss desselben zur Zeit nicht entschieden werden. Ich neige mehr zur letzteren Alternative.

Mit den morphologischen Ergebnissen, betreffend den Subspinalis, harmoniren die bisherigen ontogenetischen Untersuchungen. Wenn dieselben auch, mit Ausnahme einiger mehr allgemein gehaltenen Angaben DOHRN's, nicht eigentlich auf den Subspinalis oder die epibranchiale spinale Muskulatur, sondern nur auf die Anfänge der Seitenrumpfmuskulatur gerichtet sind, so wird doch von den Autoren (VAN WIJHE 1882 p. 40, RABL 1889 p. 228, HOFFMANN 1894 p. 650) angegeben, dass diese Anfänge bei *Acanthias*, *Pristiurus* und *Scyllium* aus den letzten 4 (VAN WIJHE, HOFFMANN<sup>1)</sup>) bis 5 (RABL) Kopfsomiten sich herausbilden, dass somit die Embryonen der genannten Selachier die gleiche Zahl von Myomeren wenigstens zur Anlage bringen, welche die Notidaniden zeitlebens behalten. In diesem Stücke leistet somit die Ontogenie mehr als in der embryologischen Untersuchung der Occipitalnerven, wo sie bisher bei den pentanchen Haien nur drei erwiesen hat (cf. p. 438)<sup>2)</sup>. Nach

1) Das letzte Kopfsomit HOFFMANN's deute ich als zu *a* gehörig (cf. p. 362).

2) Abgesehen von den neuesten, aber noch nicht vollkommen klargelegten kurzen Mittheilungen SEDGWICK's (1896 p. 105); vergl. auch p. 545 Anm. 1 dieser Abhandlung.

VAN WIJHE und HOFFMANN ist der erste der hier in Frage kommenden vier Kopfsomiten der 6., während der 3. den Rectus externus hervorgehen lasse; zwischen ihnen liegen somit der 4. und 5. Somit, aus welchen sich keine Muskeln bilden. Da der 6. Somit dem Occipitalnerven *w* entspricht, so würde 5 zu dem bei *Hexanchus* und *Heptanchus* wirklich vorhandenen Occipitalnerven *v* gehören, 4 und 3 dagegen zu den — Mangels ontogenetischer Untersuchungen an Notidaniden — bisher noch nicht gefundenen, aber aus vergleichend-morphologischen Gründen (s. oben) wahrscheinlich gemachten Occipitalnerven *u* und *t*. Der 3. Kopfsomit der genannten Embryologen wird sonach aus vergleichend-anatomischen Gründen durch einen — ursprünglich im segmentalen Niveau des Vagusgebietes, wenn nicht hinter demselben befindlichen — Occipitalnerven, auf Grund der ontogenetischen Befunde durch den zwischen Trigemini und Facialis liegenden Abducens innervirt! Hier liegt eine Diskrepanz zwischen vergleichend-morphologischer und descriptiv-ontogenetischer Untersuchung vor, wie sie grösser nicht leicht gedacht werden kann. Obwohl im vorliegenden Falle die vergleichende Morphologie sich zur Zeit noch mit blossen Schlüssen begnügen muss, die descriptive Ontogenie aber über gesicherte (wenn auch nicht allenthalben anerkannte, vergl. z. B. RABL 1889 p. 230 f., 1892 p. 133) Untersuchungsbefunde zu verfügen glaubt, stehe ich doch nicht an, den ersteren die grössere Zukunft zu geben. Wieder zeigt hier der specielle ontogenetische Befund ganz ungewöhliche Verkürzungen und Zusammenschiebungen, welche die wirkliche, erst auf dem mühseligen Wege vorsichtiger morphologischer Vergleichung zu erschliessende Vorgeschichte kaum ahnen lassen und nur geeignet sind, zu Täuschungen Anlass zu geben<sup>1)</sup>. —

Auch hinsichtlich der hypobranchialen spinalen Muskulatur (*Coraco-arcualis*)<sup>2)</sup> verweise ich auf die zusammenfassenden Ausführungen im 1. Abschnitte (Selachier und Holocephalen, p. 433 f., 455 und 456), welche der Beschreibung derselben bei den anderen Gnathostomen zum Ausgang dienen. Zeigte sich dieselbe bereits bei den Selachiern und Holocephalen als der weitaus beständigere Antheil der an das Visceralskelet gehenden spinalen Muskeln, so gilt das auch für alle höheren Thiere von den Ganoiden bis zu den Säugethieren: allenthalben bildet sie eine mehr oder minder ansehnliche Muskelmasse, der wohl gewisse Komponenten durch Reduktion abhanden kommen können, die aber in ihren wesentlichsten Bestandtheilen gesichert bleibt. Sie wird namentlich bei den höheren Wirbelthieren von den meisten Autoren als die vordere Fortsetzung des Rectus-Systemes, als der Rectus des Halses angegeben; doch zeigt die genauere Untersuchung, dass sie nicht bloss diesem Muskel, sondern überhaupt der ventralen Abtheilung des Seitenrumpfmuskels entstammt, dass sie somit dem Rectus und den ventralen Theilen der *Obliqui homodynam* ist. Das wird namentlich in den Fällen deutlich, wo der

1) Uebrigens zeigt der Vergleich der ontogenetischen Befunde bei Haien mit denen bei Rochen (*Torpedo*), wie sehr variabel in der Zahl sich die Somiten anlegen können (vergl. auch DOHRN 1890. B. p. 334 f. und KILLIAN 1891 p. 86 f.). Also eine neue Unsicherheit! Ueber diesen Punkt wird später noch zu sprechen sein.

2) In der folgenden Darstellung wähle ich als zusammenfassende Bezeichnung dieser ganzen Muskulatur der einfacheren Darstellung wegen den Namen *Coraco-arcualis* (anstatt der VETTER'schen Benennung *Coraco-arcuales*).

Schultergürtel von vornherein schwach angelegt ist (Amphibien) oder wo er mehr oder minder weitgehend verkümmert oder selbst völlig sich rückbildet (gewisse Dipnoer und Amphibien, schlangenähnliche Saurier und Ophidier); hier sind die Zusammenhänge mit der ventralen Rumpfmuskulatur sehr ausgedehnte, und neben sekundären Verbindungen finden sich auch manche primitivere Zusammenhänge, die übrigens auch verschiedenen Abtheilungen mit gut entwickeltem Schultergürtel nicht fehlen.

In der Regel bildet der Schultergürtel den hinteren (caudalen) Ausgangspunkt dieser Muskulatur. Bei den Selachiern war es der ventrale Abschnitt desselben (Korakoid), bei den Holocephalen dieser und der angrenzende Theil des dorsalen (Scapula), welcher dem Coraco-arcualis (resp. Coraco-omo-arcualis) als Ursprungsstelle diente; unter Umständen konnte die Muskulatur auch an der Oberfläche und in der Tiefe weitere Ursprünge von den die Muskeln deckenden Fascien etc. gewinnen. Bei den Ganoiden treten die Deckknochen des primordialen Schultergürtels, Clavicula und Cleithrum, in den Vordergrund; an sie aberrirt ein mehr oder minder ansehnlicher Theil neugebildeter Fasern des Muskels, der damit zum Coraco-cleido-arcualis wird; dazu kommen auch mitunter (grossentheils in Korrelation zur sekundären Rückbildung des Korakoides) direkte Verbindungen mit der hinteren Rumpfmuskulatur, sowie vereinzelte Verbände mit noch anderen Deckknochen-Rudimenten dieser Gegend (Jugulare, Flagellum). Eine gewisse Parallele zu den Knorpelganoiden bieten bei aller Besonderheit auch die Dipnoer dar; namentlich bei *Protopterus* sind in Folge der ziemlich weitgehenden Reduktion des Schultergürtels und der hohen Entfaltung der Rumpfmuskulatur die Verbände mit dieser sehr ausgebildet (Coraco-cleido-thoracico-hyoideus). Wo bei dieser oder jener Form eine Copula coracoidea (Praesternum) entwickelt ist (Notidaniden, *Ceratodus*), steht auch sie in der Regel in Verband mit dem Muskel. Mit der weiteren Rückbildung der ursprünglichen korakoidalen Elemente beginnt der Ursprung bei den Teleostiern vorwiegend vom Cleithrum, doch fehlen auch hier Verbände mit den korakoidalen Ueberbleibseln, wie mit der hinteren Rumpfmuskulatur nicht. Bei den Amphibien findet sich bei der einfachen und wenig massigen Ausbildung des Schultergürtels derselben eine schwächer entwickelte hypobranchiale Muskulatur, die in wechselnder Weise theils direkt mit der hinteren Rumpfmuskulatur zusammenhängt, theils von Sternum, Korakoid und Scapula beginnt (Thoracico-, Sterno-, Coraco-, Omo-arcualis). Hat hier die Muskulatur, namentlich bei den kryptobranchen Amphibien, auch an Volumen verloren, so hat sie an Gliederung gewonnen, die sich sowohl in einer doppelten Schichtenbildung (die übrigens partiell auch schon bei den Dipnoern vorkommt) wie in einer beginnenden Sonderung der verschieden entspringenden Partien ausspricht. Von den amphibienähnlichen Verhältnissen aus werden die Zustände bei den Saurosiden und bei den Mammalia erreicht, wo diese originäre Gliederung und Sonderung noch weiter geht und jene Mannigfaltigkeit erreicht, hinsichtlich welcher die kurzen Zusammenfassungen bei diesen beiden Abtheilungen (p. 509 f. und p. 537 f.) die erste Orientirung geben; bei den Reptilien mit gut ausgebildetem Schultergürtel treten die Ursprünge von Episternum und Clavicula, Korakoid und Scapula, bei den Säuge-

thieren diejenigen von Sternum und Rippen, wie von der Scapula am meisten in den Vordergrund, dies aber mit zahlreichen Ausnahmen.

Bei den Selachiern und Holocephalen war auf Grund seiner Insertionen der Coraco-arcualis in die drei Abtheilungen des Coraco-mandibularis, des Coraco-hyoideus und der Coraco-branchiales gesondert worden (VETTER). Zu denselben kommt bei *Callorhynchus* noch ein Coraco-praemandibularis hinzu, der als sekundäre Bildung gedeutet werden musste, aber soweit Interesse gewährt, als er in gewisser Weise als Paradigma für einen primordialen M. coraco-praemandibularis dienen kann, welchen die Proselachier mit höherer Entfaltung des praemandibularen Bogens (Lippenknorpel) besessen haben mögen. Die VETTER'sche Eintheilung lässt sich bei den anderen Fischen und den Dipnoern noch ziemlich gut durchführen, bei den Amphibien verwischt sich in Folge der weiteren Reduktion der Kiemenbogen Manches, bei den Amnioten tritt das System der Coraco-branchiales noch mehr in den Hintergrund und verliert in der Hauptsache seine Selbstständigkeit, um sich intimer mit dem Coraco-hyoideus zu verbinden<sup>1)</sup>.

Der Coraco-mandibularis repräsentirt den selbstständigsten und variabelsten Antheil der hypobranchialen Muskulatur, nicht allein nach Grösse und Vorkommen (bei einzelnen Selachiern und Ganoiden, sowie bei den Teleostiern ist er gänzlich zurückgebildet), sondern auch nach Wechsel seines Ursprunges, der schon bei den Selachiern bald von dem Korakoid, bald von dieser oder jener Inscriptio tendinea an der Oberfläche des hinteren Hauptstockes des Coraco-arcualis ausging, bei den Holocephalen in Folge eigenthümlicher Verbände mit dem hinteren Hauptstocke sich in die Tiefe verlegte, bei *Polypterus* von dem Cleithrum begann, bei *Acipenser* und *Amia* bis zum Bereiche des 3. oder 2. Kiemenbogens nach vorn rückte (Branchio-mandibularis), endlich bei den Amphibien und Amnioten in der Regel von dem Zungenbein Ausgang nimmt (Hyo-mandibularis s. Genio-hyoideus). Die genauere Verfolgung dieser hier nur kurz skizzirten Verhältnisse zeigt in ungemein instruktiver Weise die Variirungen und Wanderungen der Ursprünge des Muskels, während die Insertion in der Hauptsache konstant bleibt. Der Coraco-hyoideus ist im Allgemeinen der kräftigste und im Gegensatze zu dem Coraco-mandibularis nach Existenz und sonstigem Verhalten bei den tieferstehenden Gnathostomen der konstanteste Muskel der Gruppe; nie fehlt er ganz. Erst bei den Dipnoern, namentlich aber bei den Amphibien und mehr noch bei den Amnioten, kommt es zu den schon oben angedeuteten mannigfachen Gliederungen und zu der Sonderung in zwei Lagen, von denen die tiefere übrigens auch Elemente des vordersten Coraco-branchialis enthält; diese Elemente sind es vornehmlich, welche für die bei den Amnioten und ganz besonders bei den Sauropsiden sehr complicirten Differenzirungen das Material dar-

1) Um Weitläufigkeiten zu vermeiden, gebrauche ich in der Regel die Bezeichnung Coraeo-mandibularis, Coraeo-hyoideus, Coraeo-branchiales auch da, wo die bezüglichen Muskeln andere Ursprünge als vom Korakoid haben. Jeder Leser kann auf Grund der specielleren Beschreibungen bei den einzelnen Gnathostomen-Ordnungen und nach der hier bezüglich des Ursprunges gegebenen Zusammenstellung in jedem einzelnen Falle die präzisere Ursprungs-Bezeichnung an Stelle der hier gegebenen allgemeineren setzen.

bieten. Die Coraco-branchiales stehen bei den Selachiern auf dem Höhepunkt ihrer Ausbildung; unter diesen gehen die heptanchen und hexanchen Notidaniden den pentanchen Haien voran, die Rochen und Holocephalen zeigen bei einer übrigens guten Volumentwicklung bereits eine Verminderung der Selbstständigkeit der einzelnen an die verschiedenen Kiemenbogen gehenden Komponenten, die Dipnoi eine weitgehende Massenreduktion und (bei *Protopterus*) bereits den Ausfall eines Gliedes (Coraco-branchialis 1). Bei den Ganoiden herrscht die grösste Mannigfaltigkeit: *Acipenser* zeigt noch alle Elemente in guter Entfaltung erhalten, aber in besonderer Gliederung entwickelt, die vorderen Coraco-branchiales mit dem Coraco-hyoideus verbunden, der tetranchen *Polypterus* erinnert am meisten an die Haie, zeigt aber zufolge der Rückbildung des 5. Kiemenbogens eine ähnliche Reduktion von hinten her, wie die pentanchen Haie gegenüber den Notidaniden; *Amia* hat nur die Coraco-branchiales 2 und 5, *Polyodon* nur den 5. erhalten, *Lepidosteus* hat alle Coraco-branchiales verloren. Auch die Teleostier besitzen nur den Coraco-branchialis 5, diesen aber in höherer Differenzirung. Eine andere Entwicklungsreihe bieten die Amphibien dar, indem bei diesen die Reduktion von hinten beginnt und gewissermaassen die von den Notidaniden durch die pentanchen Haie und *Polypterus* laufende Reihe fortsetzt<sup>1)</sup>. Noch weiter geht diese Rückbildung bei den Amnioten, wo in der Hauptsache nur noch ansehnlichere Elemente des Coraco-branchialis 1 existiren und wesentlichen Antheil an der Bildung des Coraco-hyoideus (Sternohyoideus) profundus nehmen. Alle die mannigfaltigen Differenzirungen, welche von diesem Muskel ausgehen und zu Verbindungen mit Homologen des 2. und 3. (Thyreoid) wie 5. Kiemenbogens (Krikoid, Trachea, Syrinx, Bronchi) führen, sind durchweg als sekundär zu beurtheilen, nicht aber als Rückschlagsbildungen mehr hinterer (caudaler) Coraco-branchiales (2, 3, 5). — Vom vorderen Bereiche der hypobranchialen Muskulatur her bilden sich auch Anheftungen und Aberrationen an den Boden der Mundhöhle, in eigenartiger Differenzirung und ganz vereinzelter Bildung bei *Protopterus*, in zusammenhängender Reihe bei den Amphibien und Amnioten und führen hier nach vorausgehender Glandularisirung der betreffenden Mundschleimhaut (GEGENBAUR) zu der Entwicklung der Zungenmuskulatur, die bei den Amphibien sich in der Hauptsache auf die Ausbildung von Mm. genioglossi und hyoglossi beschränkt, bei den Sauropsiden und Mammalia ausserdem noch eine Binnenmuskulatur der Zunge zu reicher Entfaltung bringt.

Dass die epibranchiale und hypobranchiale spinale Muskulatur ein den Visceralbogen ursprünglich fremdes, von hinten her auf sie übergewandertes Element darstellt, wurde schon oben (p. 446, 559 f.) hervorgehoben, ebenso, dass die epibranchialen Muskeln bald wieder aus dem Kiemenbereiche verschwinden und dass ihre Stellen, soweit überhaupt muskulöser Ersatz hier stattfand, von Abkömmlingen der palaeokraniellen, cerebralen Muskulatur eingenommen wurden (p. 571). Die hypobranchiale

1) Selbstverständlich denke ich nicht daran, damit sagen zu wollen, dass die Amphibien von *Polypterus*, dieser von den Haien direkt abstamme.

Muskulatur dagegen behauptete nicht allein die eroberten Flächen, sondern gewann im Halsbereiche mit der zunehmenden Rückbildung des visceralen Apparates in der Reihe der Wirbelthiere selbst die Ueberhand über die mehr und mehr zurücktretenden alten cerebralen Muskeln; während Letztere bei den Fischen und auch noch bei den Amphibien in grosser Mannigfaltigkeit existiren, treten sie bei den Amnioten partiell so zurück, dass gewisse Abkömmlinge der visceralen Bogen schliesslich vorwiegend oder fast ausschliesslich mit der ventralen Längsmuskulatur in Verbindung stehen<sup>1)</sup>.

Wie das Verhalten der occipitalen und occipito-spinalen Nerven bei den Selachiern und Holocephalen Anlass zu Bemerkungen über die genealogischen Beziehungen derselben gab (p. 446 f.), so lassen sich auch aus der Betrachtung dieser Nerven und der von ihnen versorgten Muskeln bei den anderen Gnathostomen einige systematische Direktiven gewinnen. Selbstverständlich können dieselben nur einen sehr bescheidenen Werth beanspruchen, denn die hier behandelten Gebilde machen nur einen winzigen Theil der Gesamtorganisation aus. Andererseits aber muss jede morphologische Untersuchung, wie beschränkt sie auch sei, zu systematischen, genealogischen Ergebnissen irgend welcher Art gelangen; dadurch, dass sie diese zu präcisiren versucht, legt sie zugleich Zeugniß ab für die morphologische Methode, von der sie geleitet war.

Die Ganoiden repräsentiren, wie das schon längst bekannt und auch durch den Reichthum und die Mannigfaltigkeit ihrer fossilen Vertreter zur Genüge illustriert ist, eine ungemein weit gespannte Ordnung: jede der untersuchten Formen hat ein besonderes Gesicht. *Acipenser* und *Polyodon* stehen als Knorpelganoiden (Chondrostei, Osteodermi HAECKEL) den Anderen gegenüber und zugleich in ziemlich nahen Beziehungen zu einander. Dieselben sind aber nicht zu eng zu knüpfen, denn *Polyodon*, der in einzelnen Zügen tiefer, in der Mehrzahl derselben aber etwas höher als *Acipenser* steht, bietet genug Besonderheiten dar, um ihn zum Vertreter einer besonderen Familie zu machen; das entspricht auch der von COLLINGE (1894) gegebenen Aufstellung. Die Knochenganoiden (Holostei) *Polypterus*, *Lepidosteus* und *Amia* bilden drei heterogene Formen, die letzten Reste früher reich ausgebildeter Abtheilungen. Unter ihnen zeigt *Polypterus* (Crossopterygii) die Mehrzahl primitiver Züge, die zum

1) So hat das Zungenbein des Menschen von seinen ursprünglichen reichen Beziehungen zu der paläo-branchialen Muskulatur nur noch ziemlich lose Verbindungen mit den Mm. mylo-hyoideus, digastricus mandibulae und stylo-hyoideus erhalten, liegt aber übrigens ganz in die Abkömmlinge der hypobranchialen spinalen Muskeln (Mm. sterno-hyoideus, omo-hyoideus, thyreo-hyoideus, genio-hyoideus und hyo-glossus etc.) eingebettet, und desgleichen bietet das Thyreoid an seiner Aussenfläche nur noch Verbände mit den spinalen Mm. sterno-thyreoides und thyreo-hyoideus dar. Bei anderen Säugethieren ist bekanntlich die cerebrale Muskulatur noch nicht im gleichen Grade zurückgebildet, wie die Existenz des M. interthyreoides der Monotremen und des M. interhyoideus (kerato-hyoideus) bei zahlreichen Säugethieren beweist (vergl. auch p. 540). Von der pharyngealen und der von ihr ableitbaren laryngealen Muskulatur wurde hierbei abgesehen; dieselbe ist hinsichtlich ihrer Genese noch nicht völlig aufgeklärt und ein Zurückführen auf das primordiale Konstriktoren-System der Selachier erscheint zunächst noch verfrüht (vergl. auch GÖPPERT 1895 p. 4).

Theil selbst die direkte Anknüpfung an Selachier gestatten, *Lepidosteus* und *Amia* sind mehr umgewandelt, stehen auch einander etwas näher als zu *Polypterus*, immerhin aber entfernt genug, um als Vertreter besonderer Unterordnungen (*Lepidosteoides* und *Amiades*) gelten zu können. *Amia* bildet zugleich die in einseitiger Differenzirung am höchsten stehende Abtheilung der Ganoiden. Eine Ableitung der untersuchten Knochenganoiden von den oben erwähnten Knorpelganoiden ist ausgeschlossen. Die beiden Knorpelganoiden stehen mit ihren primitiven geweblichen Beziehungen und mit der grösseren Anzahl noch erhaltener occipitaler Nerven allerdings tiefer als die Knochenganoiden; ihre Konfiguration zeigt aber bereits ein ganz spezifisches Gepräge, welches keine direkte Anknüpfung derart gestattet. Einer Ableitung aller Ganoiden von einem primitiven, generalisirten Selachiertypus steht auf Grund der vorliegenden Untersuchungen nichts im Wege; wie schon erwähnt, befindet sich *Polypterus* der direkten Ableitungslinie am nächsten. Meine Ergebnisse sind in dieser Hinsicht abweichend von denjenigen, zu welchen BEARD (1890) auf anderem Wege gelangte.

Dass die Teleostier von *Amia*-artigen Ganoiden abstammen, ist fast allenthalben anerkannt und wird auch durch diese Untersuchungen bestätigt. Sie bilden eine ziemlich eng begrenzte Abtheilung, in welcher auch hinsichtlich der spinoccipitalen Nerven etc. die Physostomen tiefer stehen als die Physoklisten (*Anacanthini* und *Acanthopteri*); dass die besondere Stellung der Ostariophysen unter den Physostomen auch in dem Verhalten dieser Nerven sich ausspricht, wurde bereits von SAGEMEHL (1884, 1885 resp. 1891) betont.

Die Dipnoer bilden eine Ordnung, die bekanntlich bald näher zu den Ganoiden resp. innerhalb derselben, bald näher zu den Amphibien, bald in die Mitte zwischen Beide, bald auch gänzlich abseits von ihnen gestellt wurde. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen sprechen am meisten für eine besondere Stellung, welche sie von allen anderen Abtheilungen ziemlich weit entfernt. Dass sowohl zu den Ganoiden (speciell den *Crossopterygii*), wie zu den Amphibien mannigfache Anknüpfungen bestehen, erhellt auch aus den hier beobachteten Verhältnissen; doch möchte ich eine Ableitung von irgend einem bekannten Vertreter dieser Abtheilungen nicht befürworten. *Polypterus*, der hier noch am ehesten in Frage kommen könnte, bietet in der Hauptsache bereits eine höhere Differenzirung und Specialisirung als die Dipnoer dar; in dem Grade ihrer Entwicklung stehen die Letzteren mindestens so tief, wenn nicht tiefer, als die Knorpelganoiden, von denen sie übrigens im Quale ihres morphologischen Verhaltens gänzlich abweichen. Der von POLLARD (1891) hervorgehobenen Ableitbarkeit der Holocephalen von Dipnoern kann ich nicht folgen; die Aehnlichkeiten beider Abtheilungen beruhen im Wesentlichen auf heterogenetischen Konvergenzen. Dass BEARD (1890) und SEMON (1893) die Dipnoer aus ihrem unnatürlichen Verbands mit den Ganoiden herauslösten und näher zu den Amphibien brachten, kann nur zustimmend begrüsst werden; doch theile ich nicht die Anschauungen BEARD's, wonach die Ganoiden den Marsipobranchiern näher stehen als den Dipnoern. Am meisten finde ich bestätigt, was HAECKEL (1895) bezüglich ihrer Ableitbarkeit und Stellung zu den Proganoiden und Proselachiern sagt. — Dass unter

den Dipnoern *Ceratodus* die ursprünglichere, *Protopterus* und *Lepidosiren* die abgeleiteten Formen darstellen, ist seit Langem allgemein anerkannt und wird auch hier befestigt.

Die Amphibien nehmen auf Grund der hier behandelten Verhältnisse eine besondere Stellung ein, welche sie zwar nicht zu weit von den Dipnoern entfernt, aber eine direkte Abstammung von einem bekannten Dipnoer oder Ganoiden (Crossopterygier) verbietet. Mit ihrem protomctameren Kanium gestatten sie nur eine Anknüpfung an unbekannte Prodipnoer (oder Proganoiden), welche wie die Selachier noch keinen auximetameren Schädel besaßen, in ihrer Kieferbildung von den primitivsten Formen der Selachier Ausgang nahmen und in ihrer Extremitätenbildung eine ungemein früh entwickelte Tendenz zur Pentadaktylie aufwiesen, welche von keiner bekannten Fischflosse eine direkte Ableitung gestattet. Auch giebt der Uebergang vom Wasser- zum Landleben der Physiognomie ihres Muskelsystems ein eigenes Gepräge, womit sich zugleich ausgedehnte Verkürzungen und Verkümmierungen bei einseitigen höheren Differenzirungen verbinden. Dass die Urodelen und Gymnophionen in der Hauptsache primitivere Verhältnisse aufweisen als die Anuren, leuchtet auch durch diese Untersuchungen ein; unter den Anuren sind wiederum die Aglossa (besonders *Pipa*) die tiefer als die Opisthoglossa stehenden Formen, zugleich aber auch diejenigen, welche in einzelnen Zügen einen ganz abseits führenden Seitenweg eingeschlagen haben.

Sauropsiden und Mammalia bieten viele Uebereinstimmungen dar, welche ihre Vereinigung zu den Amnioten rechtfertigen lassen; doch ist an eine direkte Ableitbarkeit der Säuger von irgend einer bekannten Reptilienform nicht zu denken<sup>1)</sup>.

Unter den Sauropsiden nehmen die Saurier die tiefste Stellung ein und unter diesen sind es wieder die Ascalaboten, welche die primitivsten Verhältnisse gewähren; Letztere zeigen manchen noch primitiveren Zug als die Rhyngocephalen, bei welchen mit unzweifelhaft sehr primitiven Momenten sich mehrfache einseitige Specialisirungen verbinden. Chelonier, namentlich aber Krokodile und Vögel bieten sich auch hier als die höheren Sauropsiden dar; auffallend und unerwartet sind gewisse Divergenzen in der sonst so eintönigen Abtheilung der Vögel.

Die Mammalia geben ihre höhere Stellung den Sauropsiden gegenüber auch in der Mehrzahl der hier behandelten Beziehungen zu erkennen; in einzelnen (namentlich in den Verhältnissen ihres Muskelsystems) gelangten sie nicht zu so hoher Differenzirung wie manche Sauropsiden. Die tiefere Stellung der Monotremen und Marsupialier gegenüber den Placentaliern spricht sich auch in dem Verhalten ihrer spino-occipitalen Nerven aus, doch finden sich zugleich bei den Monotremen gewisse besondere Specialisirungen. <sup>1</sup>Unter den Placentaliern zeigen namentlich die Ungulaten viel Primitives, während sich bei den Edentaten Primitives und einseitig

1) Dass auch die fossilen Theromorphen nur in dem Verhältnisse einer sehr äusserlichen Parallele zu den Säugethieren stehen, in keiner Weise aber als Stammformen der Letzteren gelten können, sei nur beiläufig erwähnt.

Differenzirtes mischt; die anderen Abtheilungen der höheren Säuger gewähren im Detail so wechselnde Verhältnisse, dass es unmöglich wäre, aus diesen Untersuchungen allein speciellere taxonomische Schlüsse zu ziehen. Ganz besonders lehren diese Beziehungen die Wahrheit der alten Regel, systematische Folgerungen nur auf ein grosses Multiplum von sicher erkannten, aus möglichst vielen Organsystemen ausgewählten und kritisch gesichteten Merkmalen zu gründen.

---

### III. Vergleichung mit den spino-occipitalen resp. spinalen Nerven der niederen Wirbelthiere. Versuch einer Homologisirung der cerebralen und spinalen Nerven.

Taf. VII Fig. 22<sup>1)</sup>.

Dieser Abschnitt soll eine kurze Darstellung der in Betracht kommenden Nerven und ihrer Endorgane bei den unter den Selachiern stehenden Wirbelthieren, den Petromyzonten, Myxinoiden und Akraniern, geben und hierbei versuchen, sie mit den spino-occipitalen Nerven der Selachier und Gnathostomen überhaupt zu vergleichen. Die bisherigen Materialien genügen meines Erachtens noch nicht, um hier speciellere Homologien sicher zu begründen; es handelt sich in der Hauptsache nur um den Versuch einer Abschätzung der grösseren oder geringeren Wahrscheinlichkeiten, wobei sich herausstellen wird, dass Manches, was nach den Arbeiten der letzten Jahre gesichert erschien, noch weiterer Grundlagen bedarf. Die folgenden Kapitel enthalten somit neben manchen positiven Ergebnissen noch viele Zweifel und Fragen. Der mit der Materie Vertraute mag beurtheilen, wie weit damit der Erkenntniss auf diesem Gebiete gedient ist.

Mit diesen Erörterungen, welche das Grenzgebiet zwischen Gehirn und Rückenmark mit ihren peripherischen Nerven betreffen, verbindet sich naturgemäss die schon oft behandelte Frage nach den Uebereinstimmungen und Abweichungen der cerebralen und spinalen Nerven, die metamerische Vergleichung derselben. Die hier zu versuchende Behandlung knüpft zugleich an die im 2. Abschnitte (p. 569 f.) gegebenen Fragestellungen an.

---

1) Die nach einem defekten Exemplar von *Bdellostoma* angefertigte Fig. 23 ist ungültig und wird durch die Textfigur in dem die Myxinoiden betreffenden Abschnitte ersetzt.

### A. Petromyzontes.

#### Taf. VII Fig. 22.<sup>1)</sup>

Die Kenntniss der bezüglichen Nerven der Petromyzonten ist durch zahlreiche Untersuchungen von verschiedener Qualität gefördert worden; im Ganzen steht sie derjenigen, welche z. B. die Selachier betrifft, kaum nach. Von den älteren Arbeiten von RATHKE (1825), BORN (1827) und SCHLEMM und d'ALTON (1838) zeichnen sich die von SCHLEMM und d'ALTON und namentlich von BORN durch grosse Genauigkeit bei geringen Hilfsmitteln der Untersuchung aus. Eine neue Periode beginnt mit den Veröffentlichungen von P. FÜRBRINGER (1875), FREUD (1877, 1878) und GÖTTE (1878); ihnen schliessen sich SCHNEIDER (1879, 1880), WIEDERSHEIM (1879, 1880) und vor Allen AHLBORN (1883, 1884) an. Namentlich die Arbeiten des Letztgenannten, welcher auch zu der Kontroverse SCHNEIDER-WIEDERSHEIM Stellung nimmt, kennzeichnet ein erheblicher Fortschritt in der Kenntniss des Nervensystems der Petromyzonten<sup>2)</sup>. Auf sie folgen die Veröffentlichungen von DOHRN (1885—90), RANSOM and THOMPSON (1886) und JULIN (1887), alle drei unsere bezüglichen Kenntnisse vermehrend, die von JULIN das grösste Gebiet umfassend. Ueber die Ontogenie der Nerven und der hierher gehörigen Theile handeln in Kürze, resp. über einzelne Gebiete derselben DOHRN (1885—1888), SCOTT (1887) und SHIPLEY (1887), in umfassendster Weise aber VON KUPFFER, der in einer Reihe von hervorragenden Arbeiten (1890—95) die Entwicklungsgeschichte des gesammten Nervensystems von *Ammocoetes* gründlich und mit neuen Gesichtspunkten bearbeitete und damit neue Wege eröffnete; von hohem Werthe und durch die Vergleichung mit *Amphioxus* sehr bedeutungsvoll sind endlich HATSCHKE's Abhandlungen über *Ammocoetes* (1892, 1893). Ueber die mehr historische Zwecke verfolgenden Arbeiten wird weiter unten berichtet werden.

Die für den Vergleich mit den occipitalen Nerven der Selachier in erster Linie in Frage kommenden Nerven der Petromyzonten gehen am Ende des Gehirns resp. an der Uebergangsstelle desselben zum Rückenmarke in der Zwei- bis Dreizahl gleich hinter (caudal von) dem Vagus ab und werden von den anderen Spinalnerven gefolgt, die im Wesentlichen mit ihnen übereinstimmen. Wie diese besitzen sie dorsale und ventrale Wurzeln, von denen die ersteren die schwächeren sind und den letzteren rostral vorausgehend durch die skeletogene Umhüllung des centralen Nervensystems heraustreten und so weiter verlaufen. Immerhin heben sich aber diese zwei bis drei vordersten Spinalnerven vor ihren Nachfolgern besonders hervor, indem sie eine etwas grössere Dicke besitzen, einander mehr genähert sind, durch die bindegewebige Membran zwischen Labyrinth und erstem Wirbelbogen austreten und

1) Die hier und bei den Myxinoiden beigefügten Abbildungen sind aus äusseren Gründen sehr spärlich und genügen in keiner Weise, den Text zu illustriren. An anderer Stelle soll diese Lücke ergänzt und zugleich eine eingehendere Behandlung der hier nur kurz erwähnten Befunde gegeben werden.

2) Die durch grosse Genauigkeit sich auszeichnende Untersuchung von P. FÜRBRINGER streift nur das hier behandelte Gebiet.

während dieses Durchtritts oder nach demselben sich zu einem wechselnd ausgebildeten Plexus oder Stamm mit einander verbinden, was die nachfolgenden, durch die Wirbelbögen oder zwischen ihnen austretenden Nerven nicht thun. Von den speciellen (freien) spinalen Nerven mögen sie daher unter der Benennung spino-occipitaler Nerven unterschieden werden, womit aber durchaus kein specieller Vergleich mit den gleichnamigen Nerven der Gnathostomen praepredicirt wird; auf der Abbildung (Taf. VII Fig. 22) sind sie mit den indifferenten Buchstaben  $\alpha$  und  $\beta$  bezeichnet, während der erste freie Spinalnerv mit  $\gamma$  notirt ist.

Die Zahl der spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten wird von den Autoren sehr wechselnd angegeben; diese Divergenzen beruhen darauf, dass die sensibeln Wurzeln derselben meist übersehen (Mehrzahl der Autoren ausser WIEDERSHEIM, DOHRN, HATSCHEK, v. KUPFFER) und dass auch Komponenten zu ihnen gerechnet wurden, welche nicht dazu gehören und den (resp. die) ersten Spinalnerven bereits repräsentiren (WIEDERSHEIM bei *Ammocoetes* 1879 p. 591, 1880. A. p. 12 nach der Interpretation AHLBORN's 1884 p. 287—295, der ich zum Theil folge<sup>1)</sup>). Diejenigen Autoren, welche nur die ventralen Wurzeln derselben kennen resp. anerkennen, unterscheiden bald 3 (BORN 1827 p. 181, SCHLEMM und D'ALTON 1888 p. 272, STANNIUS 1849 p. 121), bald 2 (RATHKE 1825 p. 78, SCHNEIDER 1880 p. 331, 332, AHLBORN 1883 p. 210, 1884 A. p. 305, Mc. MURRICH 1885 p. 144, JULIN 1887 B. p. 833), bald nur 1 (SCHNEIDER 1879 p. 76). Desgleichen giebt auch WIEDERSHEIM für den erwachsenen Petromyzon (1880 A. p. 12) lediglich 3 ventrale Wurzeln an, während er für *Ammocoetes* (1880 A. p. 12, 1880 B. p. 448 f.) unter Zurechnung des ersten Spinalnerven 4 ventrale Wurzeln neben den von ihm unterschiedenen 4 dorsalen zählt<sup>1)</sup>). DOHRN, HATSCHEK und v. KUPFFER geben bei *Ammocoetes* neben der von ihnen unterschiedenen sensibeln Wurzel 2 (DOHRN 1888 p. 276), 3 (HATSCHEK 1892 p. 158) und 3—4 (v. KUPFFER 1895 B. p. 74) ventrale Wurzeln an; v. KUPFFER lässt dieselben sich zu 2 ventralen Nerven verbinden. RANSOM and THOMPSON (1886 p. 424) rechnen dem Vagus (sub 2 a) „certain very large fibres, identical with the fibres of the anterior spinal roots, and forming for the most part a distinct bundle on the side of the vagus in contact with the roots“ bei, welche wahrscheinlich hierher gehören. — RATHKE und STANNIUS bezeichnen diese Wurzeln als 1. Spinalnerven, BORN als Glossopharyngeus mit ?, SCHLEMM und D'ALTON, J. MÜLLER (1840 p. 50), SCHNEIDER, WIEDERSHEIM, AHLBORN (1884 A.), JULIN, DOHRN und KUPFFER als Hypoglossus, AHLBORN (1883) den ersten als ventrale Vagus-Wurzel, den zweiten als Hypoglossus, während SHIPLEY und SCOTT keine Benennung angeben, GEGENBAUR (1887 A. p. 66) die Homologie des Hypoglossus mit den ventralen Vagus-Wurzeln der Selachier wohl als Frage aufwirft, ihre definitive Beantwortung aber zur Zeit als noch nicht gegeben erachtet und HATSCHEK (1892 p. 158) diese Nerven als drei ventrale Wurzeln anführt, welche auf den spinalartigen Anhang des Vagus folgen, die drei ersten Myotome versorgen und dem Glossopharyngeus, Vagus und spinalartigen Vagus-Anhang zuzuzählen sind<sup>2)</sup>). ZIMMERMANN (1892 p. 161) erinnert in der an den HATSCHEK'schen Vortrag anschliessenden Diskussion an die von ihm bei Säugethieren gefundenen ventralen Wurzeln des Glossopharyngeus und Urvagus und meint, dass dieselben den vorliegenden Wurzeln der Petromyzonten entsprechen; SEWERTZOFF (1895 p. 76—79) übernimmt die Befunde und Deutungen HATSCHEK's.

1) Diese Zurechnung des ersten Spinalnerven ist bei *Ammocoetes* sehr leicht möglich und zu entschuldigen, da hier noch keine Knorpelbögen der Wirbel existiren (vergl. übrigens auch WIEDERSHEIM 1880 B. p. 449).

2) Auf Grund der später von ihm gegebenen Korrektur in der Aufeinanderfolge der dorsalen und ventralen Wurzeln (1893 p. 89 f.) würden sie dem Facialis, Glossopharyngeus und Vagus angehören.

Die Grösse der einzelnen ventralen Wurzeln wird von den meisten Autoren nicht specieller angegeben; auf Grund der Abbildungen und Notizen von AHLBORN und JULIN ist die vordere schwächer als die hintere.

Dorsale Wurzeln (dorsale spino-occipitale Nerven) werden von einigen Autoren nur für *Ammocoetes* angegeben (s. o.), bei *Petromyzon* dagegen nirgends gefunden. WIEDERSHEIM beschreibt zuerst (1879 p. 591, 1880 A. p. 12, 1880 B. p. 449) 4 dorsale zu den entsprechenden ventralen gehörige Wurzeln und fasst danach den „Hypoglossus“ von *Ammocoetes* nicht mehr im Sinne einer motorischen Vagus-Wurzel, sondern als einen für sich bestehenden, aus ventralen und dorsalen Elementen sich aufbauenden Nervenkomplex auf. Zugleich hebt er die grosse Differenz hervor, welche auf Grund seiner Untersuchungen zwischen *Ammocoetes* (mit 4 dorsalen und 4 ventralen Wurzeln) und *Petromyzon* (mit 3 ventralen Wurzeln) bestehe. Letzterer Angabe stehen SCHNEIDER (1879 p. 79, 1880 p. 332), AHLBORN (1884 A. p. 294) und JULIN (1887 B. p. 866) diametral gegenüber; dieselben finden im Wesentlichen die gleichen Verhältnisse bei der larvalen und der entwickelten Form. Zugleich trennt AHLBORN (1884 A. p. 293 ff.) die beiden letzten dorsalen Wurzeln und die letzte ventrale Wurzel von dem „Hypoglossus“ ab und rechnet sie den eigentlichen Spinalnerven zu; die beiden vorderen dorsalen Wurzeln sollen nach der Interpretation dieses Autors dem Vagus angehören, womit ich indessen nicht übereinstimme. AHLBORN leugnet somit die Existenz jeder dorsalen Wurzel, indem er die beiden vorderen (rostralen) zum Vagus, die beiden hinteren (caudalen) zu den Spinalnerven rechnet. WIEDERSHEIM scheint daraufhin seine Befunde zu verleugnen; wenigstens lehnt er sich in der Vergleichenden Anatomie (1888 p. 150 und 1893 p. 247) ganz an AHLBORN an und reproducirt auch dessen betreffende Abbildung. Erst später findet DOHRN (1888 p. 276, 1890 A. p. 83) eine zwischen den beiden ventralen Wurzeln befindliche dorsale Wurzel, deren Ganglion dem Ganglion des Lateralis vagi dicht anlagert, und v. KUPFFER (1895 B. p. 73, 74) findet vor dem Hypoglossus, also dicht auf den Vagus folgend auch einen dorsalen Spinalnerven, dessen dorsaler und ventraler Ast je ein vom Vagus getrenntes Ganglion enthält, das aber bei geschlechtsreifen Exemplaren in den Vagus aufgenommen wird; v. KUPFFER identificirt diesen dorsalen Nerven mit der letzten AHLBORN'schen Vagus-Wurzel. Den gleichen Nerven scheint auch HATSCHKE (1892 p. 158) früher gesehen zu haben; wenigstens erinnert sein spinalartiger Vagus-Anhang sehr an den v. KUPFFER'schen Nerven. Danach würden die beiden ersten dorsalen Wurzeln von WIEDERSHEIM wieder zu ihrem Rechte gekommen sein; die erste entspricht den Funden von HATSCHKE und v. KUPFFER, die zweite demjenigen von DOHRN.

Ueber den centralen Ursprung der betreffenden ventralen spino-occipitalen Wurzeln (Nerven) giebt LANGERHANS (1873 p. 85 Taf. VIII Fig. 3) an, dass dieselben (seine Hypoglossus-Wurzeln) von der Zellengruppe der unteren Hörner ihren Ursprung nehmen, d. h. in der Richtung ihrer Fortsätze austreten. AHLBORN (1883 p. 250, 258) äussert sich ähnlich. Nach ihm entstammen die betreffenden Fasern wohl der ventralen Gruppe grosser Zellen, welche der ventralen motorischen Säule des Rückenmarks entspricht; der Uebergang der Ganglienzellen in die Nervenfasern konnte übrigens nicht mit absoluter Sicherheit beobachtet werden. — Der Abgang von der Medulla findet, wie mehrere Untersucher beobachten und bemerken, ebenfalls entsprechend den folgenden ventralen Spinalnerven von der ventralen Fläche der Medulla statt, wobei AHLBORN die vordere (rostrale) Wurzel (motorische Vagus-Wurzel AHLBORN's) der Medulla oblongata, die hintere (caudale) Wurzel (Hypoglossus AHLBORN's) dem Rückenmarke resp. dessen Uebergangsstrecke nach der Oblongata zurechnet. — Bezüglich des Ursprunges und Abganges der dorsalen Wurzeln fehlen speciellere Angaben.

Die vollkommene Homodynamie der spino-occipitalen Nerven mit den darauf folgenden Spinalnerven wird von allen Autoren, die darüber handeln, betont.

Die Spinalnerven — ich hebe aus den bezüglichen Untersuchungen nur das für den vorliegenden Zweck Nöthige heraus — bilden eine auf die spino-occipitalen Nerven folgende Reihe mit einander alternirenden dorsalen (sensibeln) und ventralen (motorischen) Wurzeln, welche sich jedoch

nicht wie bei den Gnathostomen zu gemischten Stämmen verbinden, sondern selbstständig bleiben und daher zweckmässig nicht als „Wurzeln“, sondern als dorsale und ventrale „Nerven“ (FREUD 1878 p. 74, JULIN 1887 B. p. 859, v. KUPFFER 1895 B. p. 73, 74) bezeichnet werden.

Hinsichtlich des medullaren Ursprunges der dorsalen Spinalnerven wird angegeben (STILLING 1859 p. 1115, REISSNER 1860 p. 560, 585, KUTSCHIN 1863 p. 31f., FREUD 1877 p. 17f., AHLBORN 1883 p. 242, BUJOR 1891 p. 37), dass sie den mittelgrossen und grossen (STILLING, KUTSCHIN, FREUD: „Hinterzellen“<sup>1)</sup> oder kleinen (REISSNER, AHLBORN) Zellen des Rückenmarks oder beiden (BUJOR) entstammen; die ventralen Spinalnerven sollen von den grösseren Zellen des Rückenmarks kommen (OWSJANNIKOW 1854, REISSNER 1860 p. 557, 585, BUJOR 1891 p. 37 f.), während AHLBORN (1883 p. 243) keine sichere derartige Beobachtung machen konnte<sup>2)</sup>.

Die dorsalen Spinalnerven enthalten wie die Gnathostomen ansehnliche persistente Spinalganglien, mit denen die Mehrzahl ihrer Nerven in Verband steht; ausserdem hat FREUD bei *Ammocoetes* von den grossen Hinterzellen des Rückenmarks direkt ausgehende (1877 p. 16 f.), sowie zahlreiche durch die Spinalganglien durchtretende und ihnen angelehnte Fasern (1878 p. 35 ff.) zuerst gefunden<sup>3)</sup>; die ventralen Nerven entbehren der Ganglienzellen auch nicht, besitzen dieselben

1) Der zuerst von KUTSCHIN bei *Petromyzon* sicher erkannte und von FREUD bestätigte und für einen grossen (wahrscheinlich den grösseren) Theil der dorsalen Wurzelfasern nachgewiesene Ursprung aus den grossen „Hinterzellen“ des Rückenmarks verleiht dem Nervensystem der Petromyzonten ein besonderes Interesse und demjenigen der Gnathostomen gegenüber auch eine gewisse, aber nicht durchgreifende Eigenthümlichkeit. Den Hinterzellen entstammen nach FREUD's zuverlässigen Untersuchungen die durchtretenden Fasern der dorsalen Nerven (resp. Wurzeln). KUTSCHIN und FREUD fanden, dass diese Hinterzellen den Spinalganglienzellen sehr ähnlich sich verhalten, und FREUD schliesst daraus, dass beide von gleicher Bedeutung sind. Auch v. KUPFFER (1894 p. 70) macht bei *Ammocoetes* ausführliche Mittheilungen über sie. Uebrigens fehlen sie auch den Gnathostomen nicht, existiren aber bei diesen zumeist nur im embryonalen Zustande, wo sie u. A. von ROHON (1884) bei der Forelle, von FRITZSCH (1884, 1886) wahrscheinlich bei *Lophius*, von BEARD (1889, 1892, 1896 A. und B.) bei verschiedenen Haien — je nach der oviparen oder viviparen Entwicklung derselben und nach dem Grade der Ausbildung ihrer Eischalen in sehr verschiedener Anzahl — und vornehmlich bei *Raja* (nicht aber *Torpedo*), *Lepidosteus*, *Esox*, *Salmo*, *Rhodeus*, *Labrax*, *Triton* und *Rana*, von BURCKHARDT (1889, 1892) bei *Protopterus* und *Triton*, von v. KUPFFER (1893) bei *Acipenser*, von RETZIUS (1893) bei *Salmo*, von HALLER (1895) bei *Esox* und *Salmo*, von PRÉNANT (1896) bei *Salmo*, von STUDNICKA (1895 B.) bei *Pristiurus*, *Rhodeus*, *Perca*, *Triton*, *Rana*, *Bufo*, *Bombinator* und *Pelobates* gefunden wurden; bei einzelnen Teleostiern *Lophius*, *Orthogoriscus*, bei *Protopterus* und *Triton* existiren sie auch im postembryonalen Leben. Von den meisten Autoren wird ihre Homologie mit den Hinterzellen der Petromyzonten angenommen; BEARD und HALLER sprechen sich gegen dieselbe aus. Auch bei *Amphioxus* sind bekanntlich ähnlich liegende Zellen im dorsalen Bereiche des Rückenmarks gefunden (vergl. u. A. STIEDA 1873, ROHON 1881, ROHDE 1888, RETZIUS 1891, v. KUPFFER 1893, VAN WIJHE 1894), aber in ihrem Verhalten zu den dorsalen Spinalnerven noch nicht ausreichend erkannt worden. Auch diese werden meist mit denen der Petromyzonten und Gnathostomen verglichen, wogegen sich STUDNICKA ablehnend verhält. Für ihre motorische Natur bei allen darauf hin bekannten Wirbelthieren treten insbesondere BEARD und STUDNICKA ein; weiter unten (p. 591) wird sich zeigen, dass auch v. KUPFFER in seinen neurogenetischen Untersuchungen bei *Petromyzon* und *Acipenser* motorische mit dorsalen Primärganglien versehene Dorsalnerven der Embryonen statuirt. Des Weiteren verweise ich auch auf KÖLLIKER (1893 p. 172, 173) und STUDNICKA. Wie weit sie zu den von LENHOSSÉK und RAMON Y CAJAL 1890 entdeckten central entspringenden und durch die Spinalganglien durchtretenden „motorischen“ resp. „sympathischen“ Nervenfasern der Amnioten in Beziehung stehen, ist dunkel. — Alle diese Zellen wurden von den verschiedenen Autoren als RETZIUS'sche, FREUD'sche, ROHON'sche, BURCKHARDT'sche Zellen etc. bezeichnet. Wenn man überhaupt der beliebten Unsitte huldigt, morphologische Gebilde anstatt mit Namen, welche ihre morphologische Bedeutung charakterisiren, mit denen der ersten Entdecker zu bezeichnen, so sollte man dafür wenigstens den Namen des ersten Autors, der sie (bei *Petromyzon*) vor allen oben Genannten genau und ausreichend erkannt hat, wählen und sie als KUTSCHIN'sche Zellen bezeichnen; (OWSJANNIKOW sah sie schon 1854, vermochte aber ihre Ausläufer nicht in die dorsalen Wurzeln zu verfolgen). Wie weit diese Benennung auch auf die ähnlichen Gebilde bei den Vertebraten übertragbar sei, kann erst nach weiteren Untersuchungen entschieden werden.

2) Die Angabe OWSJANNIKOW's (1859), dass eine Zelle zwei Fortsätze abgebe, deren vorderer in eine ventrale, deren hinterer in eine dorsale Wurzel übergehe, hat selbstverständlich nur historisches Interesse.

3) Alle diese Faser-elemente sind auch bei anderen Vertebraten wiederholt gefunden und untersucht worden und eine reiche Literatur hat sich daran angeschlossen, auf deren Wiedergabe hier verzichtet werden muss. Ausser

aber spärlicher (FREUD 1878 p. 75, JULIN 1887 A. p. 197) und nach den Befunden v. KUPFFER's (1890 p. 547) mehr als Bildungszellen für die ventralen Nervenfasern und ihre ektodermalen Hüllen<sup>1)</sup>.

Die gegenseitige Lage der zu demselben Rumpfmeter zugehörigen dorsalen und ventralen Spinalnerven ist von den Autoren verschiedenartig angegeben worden: Einige (FREUD 1877 p. 23, v. JHERING 1878 p. 223, WIEDERSHEIM 1879 p. 15) lassen die dorsalen auf die ventralen folgen, die Mehrzahl (GÖTTE 1878 p. 11, SCHNEIDER 1879 p. 77, AHLBORN 1884 A. p. 289, JULIN 1887 B. p. 857, HATSCHKE 1893 p. 89 f.<sup>2)</sup>) lassen sie ihnen vorausgehen; DOHRN (1888 p. 277) giebt zu erwägen, ob nicht von Hause aus die ventralen Wurzeln doch vor den dorsalen aus dem Rückenmark heraustreten. Die Entfernungen der beiderlei Nerven von einander wechseln in den verschiedenen Abschnitten des Rumpfes, worüber insbesondere die genauen Angaben von SCHNEIDER (1879 p. 77) und JULIN (1887 B. p. 856) nachzulesen sind. Im Anfangsbereiche der Kiemen sind die zusammengehörigen Nerven (rostrale dorsale und caudale ventrale) einander genähert; erst vom zweiten ab entfernen sie sich etwas mehr von einander. Auch liegen die nach den einzelnen Metameren auf einander folgenden Nerven (dorsale und ventrale) im Kiemenbereiche etwas entfernter von einander als die spino-occipitalen Nerven (WIEDERSHEIM 1880 B. p. 449, JULIN 1887 B. Taf. XXII Fig. 5). — In den hinteren Abschnitten des Rückenmarkes werden auch erhebliche Asymmetrien im Abgange des rechten und linken Spinalnerven beschrieben (FREUD 1878 p. 71, 72).

Der Durchtritt der spino-occipitalen Nerven erfolgt bei *Petromyzon* durch die Membran, welche sich von der hinteren Labyrinthgrenze nach dem ersten Wirbelbogen erstreckt; ob diese Membran als ein den Schädel mit der Wirbelsäule verbindendes Ligament oder als der hinterste häutige Theil des Primordalkraniums aufzufassen sei, wird nicht entschieden. Die meisten Autoren (J. MÜLLER 1835 p. 110, SCHNEIDER 1879 p. 75, WIEDERSHEIM 1880 A. p. 12 u. A.) lassen den „Hypoglossus“ (gleichwie den Glossopharyngeus und Vagus) hinter dem Primordalkranium, das dementsprechend mit der knorpeligen Labyrinthregion abschliesst, hindurchtreten. AHLBORN (1884 A. p. 305), JULIN (1887 B. p. 834) und VAN WIJHE (1889 p. 565) sprechen von einem Durchtritt durch den Schädel; WIEDERSHEIM (1880 B. p. 449) zieht auch noch die durch den ersten knorpeligen Wirbelbogen austretenden Elemente dazu, indem er diesen als das noch nicht mit dem Schädel vereinigte Occipitalsegment auffasst; wie oben (p. 583) angeführt, werden diese Elemente von AHLBORN vom „Hypoglossus“ abgetrennt und als erster Spinalnerv aufgefasst. Bei *Ammocoetes*, wo noch keine knorpeligen Wirbelbogen existiren, ist die hintere Grenze nur durch den Vergleich mit *Petromyzon* zu ziehen. Der Durchtritt in dieser Region (zwischen Labyrinthkapsel und erstem knorpeligen Wirbelbogen) erfolgt nach SCHLEMM und d'ALTON (1838 p. 272) und SCHNEIDER (1879 p. 76) durch eine, nach BORN (1827 p. 181), SCHNEIDER (1880 p. 331), AHLBORN (1884 A. p. 305) und JULIN (1887 B. p. 834) durch zwei Oeffnungen. WIEDERSHEIM (1880 A. p. 12) erwähnt bei *Ammocoetes* so viele feine Oeffnungen, als Wurzeln vorhanden sind (also 8), während bei *Petromyzon* nur 2—3 Löcher existirten; damit sucht er des Weiteren die von ihm hervorgehobene principielle Differenz im Verhalten von *Ammocoetes* und *Petromyzon* (s. o.) zu begründen, findet aber auch hier in SCHNEIDER und AHLBORN, welche keine wesentlichen Unterschiede zwischen der Larve und dem erwachsenen Thiere gelten lassen, Gegner.

---

den durchtretenden, den „Hinterzellen“ entstammenden, und den angelehnten, wohl sympathische Elemente repräsentirenden, Fasern erwähnt FREUD (1878 p. 64) auch solche, welche weder mit Spinalganglienzellen noch mit Hinterzellen in Verbindung stehen sollen. RETZIUS (1891 p. 45) glückte es bei *Amphioxus* trotz genauester Untersuchung auch nicht, bei einem grossen Theile der dorsalen Spinalfasern Zusammenhänge mit Nervenzellen nachzuweisen.

1) Das Gleiche gilt für den einer ventralen Wurzel entsprechenden Oculomotorius (v. KUPFFER 1891 p. 47, 1895 p. 35; HATSCHKE 1892 p. 158).

2) In der zweiten Mittheilung, welche die erste diesbezüglich corrigirt.

Von den spinalen Nerven tritt der erste dorsale und ventrale<sup>1)</sup> mit gesonderten Öffnungen durch den ersten auffallend breiten und auf SCHNEIDER's (1879 Taf. X Fig. 1, 1880 p. 332) und PARKER's (1883 Taf. XVIII Fig. 5) Abbildungen mit zwei dorsalen Dornen versehenen Wirbelbogen; derselbe ist dementsprechend auch als Konkret zweier Wirbel aufgefasst worden. Die folgenden Spinalnerven verhalten sich derart, dass der vorausgehende dorsale durch das interarkuale Ligament resp. den rostralen Einschnitt der Wirbelbogen, der folgende ventrale durch das Foramen des knorpeligen Wirbelbogens durchtritt (SCHNEIDER 1879 p. 52); im mittleren und hinteren Rumpfabschnitte ändert sich dieses Verhalten, worüber ich auf SCHNEIDER (insbes. Taf. X Fig. 1) und JULIN verweise.

Vor den spino-occipitalen Nerven (Hypoglossus der Autoren) befindet sich der mit dem N. glossopharyngeus verbundene N. vagus. Mit diesem entspringt er mit einer recht verschieden angegebenen Zahl von in einer mehr dorsalen Ebene liegenden Wurzelbündeln von der Seite der Medulla oblongata, somit dorso-rostral von den spino-occipitalen Nerven, und tritt dann gleichfalls rostral und dorsal vor denselben, nur durch eine häutige Scheidewand von ihnen getrennt, durch den Anfang der oben erwähnten Membran. Die Zahl der Wurzeln des Glossopharyngeus-Vagus wird sehr wechselnd angegeben (1 nach HATSCHKE 1892 p. 157; 2 nach SCHLEMM und D'ALTON 1838 p. 270; 3 nach RATHKE 1825; 3—4 nach JULIN 1887 B. p. 831—832; 4 nach SCHNEIDER 1879 p. 75, RANSOM and THOMPSON 1886 p. 422, SHORE 1888 p. 372, v. KUPFFER 1895 p. 59 Fig. 46; 4—7 nach WIEDERSHEIM 1879 p. 591, 1880 A. p. 13; 8—9 nach AHLBORN 1884 p. 291 ff.). Von ihnen vertheilt sich die vordere Hälfte auf den Glossopharyngeus, die hintere auf den Vagus<sup>2)</sup>; in der Regel kann man beide Nerven leicht scheiden. Nach den Angaben der überwiegenden Anzahl der Autoren sind diese Wurzeln sämtlich sensibel (dorsal). Nur WIEDERSHEIM gab in seinen beiden ersten Veröffentlichungen darüber (1879 p. 591, 1880 A. p. 13) an, dass von seinen 7, eine förmliche Strickleiter bildenden Wurzeln 4 sensible dorsale und 3 motorische ventrale repräsentieren, dass somit auch Glossopharyngeus + Vagus einen Komplex von mehreren aus dorsalen und ventralen Wurzeln zusammengesetzten Nerven bilden; seine Angaben wurden indessen von AHLBORN widerlegt und scheinen auch von ihm selbst verlassen zu sein; wenigstens reproducirt er in der Vergleichenden Anatomie (1888 und 1893) die Abbildungen AHLBORN's.

Ueber die centralen Verhältnisse dieser Wurzeln berichtet AHLBORN (1883 p. 258, 259), bringt die vier hinteren (Vagus s. str. nebst Lateralis vagi) mit dem oberen lateralen Ganglion, die vier vorderen (Glossopharyngeus) mit dem Kern des Acusticus resp. Acustico-Facialis in Zusammenhang und betont ihre Homodynamie mit den sensibeln Spinalnervenwurzeln. Genuine motorische, aus ventro-lateralen Kernen entstehende Fasern des Glossopharyngeus und Vagus (vergl. p. 439) werden nirgends beschrieben.

Im weiteren Verlaufe, vor oder während des Durchtritts durch die häutige Wand hinter dem Labyrinthknorpel sammeln sich die vorderen (rostralen) sowie die hinteren (caudalen) Wurzelfasern zu je einem Stamme (Glossopharyngeus und Vagus), die beide ausserhalb der erwähnten Wand in je 1 Ganglion (Hauptganglion v. KUPFFER's) übergehen; das vordere Ganglion (Ganglion glossopharyngei) ist das kleinere, das hintere (G. vagi) das grössere; beide entstehen, wie v. KUPFFER's Untersuchungen (1890 p. 525 f., 1891 p. 43 f., 1895 B. p. 16 f., 45 f.) zeigen, in der Ontogenese

1) WIEDERSHEIM's Angabe (1880 p. 14), der hier zwei ventrale Hypoglossus-Wurzeln annahm, ist von AHLBORN (1884 p. 289), der die erste in Uebereinstimmung mit SCHNEIDER (1879 p. 53; hier sind durch Schreibfehler die Wurzeln verwechselt) als eine dorsale erkannte, richtig gestellt worden.

2) Bezüglich der genaueren Verhältnisse vergl. die einzelnen Angaben der Autoren. WIEDERSHEIM (1880 A. p. 13) und JULIN (1887 B. p. 831) heben hervor, dass die erste Wurzel die stärkste ist; aus AHLBORN's Abbildungen (1883 Taf. XIII Fig. 2, 1884 A. Taf. XVIII Fig. 5) resultirt, dass gerade unter den hinteren sich die stärkeren befinden.

als metamerisch einfache Gebilde<sup>1)</sup>. Der Durchtritt durch den vorderen auf das knorpelige Labyrinth direkt folgenden Abschnitt dieser membranösen Wand geschieht dorso-rostral (vorwiegend rostral) von dem Durchtritte des „Hypoglossus“, und zwar nach Angabe der Autoren mit 1—7 Oeffnungen; PARKER (1883 Taf. XVIII Fig. 5) bildet 1 Oeffnung ab, SCHLEMM und D'ALTON (1838 p. 270) erwähnen 1 noch durch Haut in 2 Abtheilungen getrennte Oeffnung, SCHNEIDER (1879 p. 71) 2, JULIN (1887 B. p. 831) 2 bis 3 Oeffnungen; WIEDERSHEIM (1880 A. p. 21, 1880 B. p. 447) unterscheidet zwischen *Ammocoetes*, wo die 4 bis 7 Vaguswurzeln in wechselnder Weise durch 1 bis 7 (meist 2 bis 3) Löcher austreten, und *Petromyzon*, wo nur 1 Oeffnung vorhanden sei. AHLBORN (1884 A. p. 291) giebt an, dass er WIEDERSHEIM's Beobachtung, dass jeder Nervenstrang durch ein besonderes Loch austrete, im gewissen Sinne auch für *Petromyzon* bestätigen könne.

Das Ganglion glossopharyngei, vor welchem ein hinter dem ersten metaotischen Myotom aufsteigender Ram. cutaneus dorsalis HATSCHEK (1892 p. 157) von der Wurzel abgeht, lässt den Nervus glossopharyngeus („ersten Branchialnerven“) entstehen, der in descendenter Richtung nach der ersten offenen Kiemenpalte strebt, die Umgebung derselben mit einem schwächeren sensibeln praetrematischen und einem stärkeren gemischten posttrematischen Nervenzweige versorgend<sup>2)</sup> und während dieses Verlaufes zugleich nach AHLBORN (1884 A. p. 302) und v. KUPFFER (1895 B. p. 74) eine Anastomose an den „Hypoglossus“ abgebend, welche aber von JULIN (1887 B. p. 852) abgeleugnet wird. — Dem Ganglion vagi, vor welchem gleichfalls ein hinter dem zweiten metaotischen Myotom dorsalwärts verlaufender Ram. cutaneus dorsalis (HATSCHEK a. a. O.) abgeht, entstammen als zwei annähernd gleich starke Aeste der Ram. lateralis und Ram. branchio-intestinalis<sup>3)</sup>. Ersterer empfängt eine Anastomose von dem sog. Ram. recurrens facialis (R. recurrens lateralis facialis HATSCHEK's), biegt sich dann, als sensibler, aber der Ganglienzellen entbehrender, aus Facialis- und Vagus-Fasern zusammengesetzter Nerv, der bei ausgebildeten Thieren tief in die Rumpfmuskulatur eingebettet ist, in longitudinaler Richtung nach hinten bis zum kaudalen Körperende, und versorgt auf seinem ganzen Verlaufe mit zahlreichen an die Haut aufsteigenden Zweigen die dort befindlichen Hautsinnesorgane<sup>4)</sup>; letzterer enthält gemischte Fasern und steigt in descendenter Richtung nach dem dorsalen Bereiche der zweiten Kiemenpalte, um von da aus, immer dorsal über den folgenden Kiemenpalten verlaufend, zahlreiche Ganglienzellen enthaltend und an die Umgebung der 2. bis 7. Kiemenöffnung Zweige abgebend, an das hintere Ende des Kiemenkorbes und darüber hinaus bis zum Herz und Vorderdarm zu gelangen. Die 6 Rr. branchiales verhalten sich wie der erste Branchialnerv (N. glossopharyngeus) und versorgen mit sensibeln praetrematischen und gemischten posttrematischen Zweigen die vordere und hintere Wand

1) D. h. nicht aus verschiedenen metamerisch auf einander folgenden Ganglien zusammengesetzte Gebilde. Dass sie wie alle Hauptganglien aus einem medullaren (mediales oder centrales Ganglion) und einem epidermoidalen (laterales Ganglion, laterale Plakode) Antheil sich zusammensetzen, wird gleichfalls von v. KUPFFER angegeben (s. besonders 1894 A. p. 71 ff.).

2) So nach den Angaben aller Autoren von BORN bis HATSCHEK und v. KUPFFER mit einziger Ausnahme JULIN's (1887 B. p. 822f.), der den 1. offenen Kiemenpalt vom Facialis, dagegen den 2. vom Glossopharyngeus versorgen lässt. Dass hier ein Irrthum in den übrigens vortrefflichen Untersuchungen JULIN's vorliegt, ist klar, wurde auch von DOHRN (1887 p. 316f., 1888 p. 247f., p. 297f.) wiederholt besprochen. Der N. facialis ist der Nerv der ersten offenen Kiemenpalte vorausgehenden embryonalen Kiemenpalte (HUXLEY 1875 p. 127, 1876 p. 420), welche nach SCOTT (1880 p. 424, 1881 p. 142) sich später spurlos schliesst, nach DOHRN (1885 A. p. 55f.) aber sich zu der von SCHNEIDER gefundenen Wimperrinne (Pseudobranchialrinne DOHRN's) umbildet. Von den neuesten Autoren folgt HATSCHEK (1892 p. 156) DOHRN, während v. KUPFFER (1895 A. p. 114, 115 Fig. 4) die eigentliche Kiementasche vor der Pseudobranchialrinne findet.

3) Pneumo-gastricus der älteren Anatomen, Branchio-gastricus v. KUPFFER's.

4) Bezüglich aller näheren Verhältnisse des R. lateralis verweise ich auf Schneider (1879), AHLBORN (1884 A.), JULIN (1887 B.) und DOHRN (1888). Kurz erwähnt sei auch, dass RAMSON and THOMPSON (1886 p. 423) ihn als Relikt des ausgedehnten und unregelmässigen Kommissurensystems der hinteren Wurzeln von *Amphioxus* auffassen; in doppelter Hinsicht kann ich dem nicht zustimmen.

jeder Kiemenspalte; der Endtheil (*Ram. intestinalis*) ist schwach, wesshalb seine Existenz auch bezweifelt wurde, verläuft aber auf Grund zuverlässiger Untersuchungen bis in den Bereich des Vorderdarms, wenn nicht weiter<sup>1)</sup>. Ausserdem beschreibt v. KUPFFER (1895 A. p. 120, 1895 B. p. 58, Fig. 45, p. 62 f.) bei Ammonoiten von 6 bis 12 mm Länge einen „*Ram. recurrens vagi*“, welcher nach der ersten Mittheilung (1895 A.) von dem hintersten *Ram. posttrematicus* des epibranchialen Stranges (*R. branchio-gastricus*) abgeht und den ventralen Längsmuskel der Kiemengegend versorgt, zufolge der zweiten Mittheilung (1895 B.) den breiten Fasern des *R. branchio-gastricus* entstammt und sich hinter der letzten Kiemenöffnung ventralwärts nach vorn umschlägt, um darauf der Innenwand des ventralen Muskels der Leibeshöhle (der in der Kiemengegend den Bauchmuskel vertritt) angelehnt bis zum 1. Kiemenloch zu verlaufen, wobei er fortlaufend Zweige abgibt, welche in den Muskel eindringen, vielleicht auch bis in die Haut gelangen, was er aber unentschieden lassen müsse<sup>2)</sup>. — Ontogenetisch entsteht nach v. KUPFFER der *Ram. lateralis vagi* durch fortlaufende Abspaltung von der Epidermis; der *R. branchio-gastricus* bildet einen Abkömmling der epibranchialen Längskommissur, wobei seine Ganglienzellen aus den 6 embryonalen Epibranchialganglien (epibranchialen Plakoden) abstammen; der *N. recurrens vagi* entwickle sich aus dem hintersten *Ram. posttrematicus*.

Dass der Vagus die Kiemen auch mit motorischen Zweigen versorgt, wurde soeben erwähnt; woher sie stammen, wird von den Autoren nicht angegeben, denn dieselben schreiben (mit einziger Ausnahme der in dieser Beobachtung und Fassung widerlegten Angaben WIEDERSHEIM's) demselben nur sensible Wurzeln zu<sup>3)</sup>. — Ein *N. accessorius* fehlt dem Vagus der Petromyzonten, wird wenigstens von keinem Untersucher angegeben<sup>4)</sup>.

Durch die nahen räumlichen Beziehungen der spino-occipitalen Nerven („Hypoglossus“) zum Vagus sind einige Autoren veranlasst worden, beide Nerven auch in morphologischen Zusammenhang zu bringen. SCHNEIDER (1879 p. 75) giebt an, dass Beide sich wie die motorischen und sensibeln Wurzeln eines Spinalnerven verhalten, und AILBORN (1883 p. 257, 1884 A. p. 300 f.) spricht von einer „Vagus-Hypoglossus-Gruppe“. Im Gegensatze dazu stellt WIEDERSHEIM (1879 p. 591, 1880 A. p. 14, 21) seine spinalartige Hypoglossus-Gruppe (die auch vielleicht Elemente eines *Accessorius* enthalte) der aus den *Nn. glossopharyngeus* und *vagus* bestehenden Vagus-Gruppe gegenüber und lässt sie metamerisch auf dieselbe folgen. Später (1888 p. 178, 1893 p. 281) rechnet er die beiden vorderen Hypoglossus-Wurzeln (die am ehesten dem sog. Hypoglossus der Petromyzonten, dessen er nicht Erwähnung thut, zu vergleichen sind) zum Vagus. HATSCHKE (1892 p. 158) bezeichnet, wie schon erwähnt, den ersten dorsalen spino-

1) Auch hier enthalte ich mich jeder specielleren Angabe und verweise diesbezüglich auf LANGERHANS (1873), JULIN (1887 B.) und v. KUPFFER (1895 B.).

2) Die genauere Entstehung dieses Zweiges giebt v. KUPFFER derartig an, dass in der Mitte des Kiemendarmes am *R. branchio-gastricus* eine Sonderung in eine dorsale überwiegend aus breiten Fasern bestehende und eine ventrale aus schmalen Fasern und Ganglienzellen zusammengesetzte Portion stattfindet und dass hinter der 6. Kiementasche der aus den breiten Fasern bestehende Strang lateral rückt und sich vom Ganglienstrang (welcher die Richtung des Nerven fortsetzt, innere Branchialzweige für das vorletzte und letzte Kiemenseptum absendet und als *R. intestinalis* weiterzieht) ablöst, wobei er die beiden hinteren äusseren Branchialzweige abgibt und dann den oben geschilderten Verlauf einght. Woher die breiten Fasern stammen, kann KUPFFER nicht endgültig entscheiden, doch ist er geneigt, sie auf Anastomosen mit ventralen Aesten der Spinalnerven (sowohl der motorischen wie sensibeln) mit dem *R. branchio-gastricus* zurückzuführen.

3) LANGERHANS (1873 Taf. VIII Fig. 4) bildet Zellen und Fasern ab, welche genuinen motorischen Ganglienzellen und Nervenfasern des Vagus entsprechen könnten; doch ist der Text (p. 87, 88) dieser Auslegung nicht günstig und lässt eher an — unvollkommen beobachtete — sensible Wurzeln des *Glossopharyngeus* denken.

4) BORN's „*Accessorius*“ (1827 p. 181) ist bekanntlich der *R. lateralis vagi*. Das, was nach WIEDERSHEIM (1880 A. p. 13) vielleicht einem Theile des *Accessorius* der anderen Wirbelthiere entsprechen soll, sind die sensibeln Wurzeln des Hypoglossus-Komplexes, während der *Accessorius* von RANSOM and THOMPSON (1886 p. 425) die sub Vagus 2a. angegebenen starken Fasern repräsentirt, welche ich zu den spino-occipitalen Nerven ziehe.

occipitalen Nerven als „spinalartigen Vagusanhang“; die ventralen spino-occipitalen Nerven (die in der Dreizahl auf den Vagusanhang folgen) werden von ihm 1892 dem Glossopharyngeus, Vagus und spinalartigen Vagusanhang und 1893 dem Facialis, Glossopharyngeus und Vagus zugerechnet, obwohl sie sich zum Theil in recht grosser räumlicher Entfernung von diesen Nerven befinden.

Die erwähnten Befunde werden zugleich von verschiedenen Autoren verwerthet, um über die Grenze zwischen Cerebral- und Spinalnerven, zwischen Cranium und Wirbelsäule sich zu äussern. SCHNEIDER (1879 p. 76) betont, dass man zwar Vagus und Hypoglossus noch als Hirnnerven ansehen könne, dass aber ihre Aehnlichkeit mit Spinalnerven gross sei. HATSCHEK (1892 p. 157 f.) lässt seinen spinalartigen Vagusanhang (den er auf Fig 11 als Spinalis 1 bezeichnet) bei den Gnathostomen sich wahrscheinlich mit dem Vagus verbinden, unterscheidet somit bei Petromyzonten einen unisegmentären primären Vagus, dem der spinale Vagusanhang folge, bei Gnathostomen aber einen bisegmentären Vagus, der aus der Verbindung der Beiden bei *Petromyzon* noch getrennten Elemente hervorgegangen sei. VON KUPFFER (1894 p. 65) hebt hervor, dass die Ganglien der dorsalen Kopfnerven den Spinalganglien nicht homodynam seien. Einen ähnlichen Gedankengang wie HATSCHEK vertrat schon viel früher WIEDERSHEIM (1880 B. p. 449), indem er den ersten Wirbelbogen von *Petromyzon* als das dem Schädel noch nicht vereinigte Occipitalsegment auffasste. Der umfangreichste Versuch dieser Art ist aber neuerdings, an HATSCHEK's Angaben anknüpfend von SEWERTZOFF (1895 p. 76 ff. Tabelle VIII) gemacht worden. Derselbe nimmt für die Vergleichung zwischen *Petromyzon* und *Acanthias* die Mm. recti externi Beider (bei *Petromyzon* nach HATSCHEK aus dem 2. Myotom, bei den Selachiern nach VAN WIJHE und HOFFMANN aus dem 3. Myotom entstanden) als fixe Ausgangspunkte an, zählt von da nach hinten die Myotome ab und kommt damit zu dem Resultate, dass das vierte bei *Petromyzon* zwischen Kopf und erstem Wirbel liegende Myotom (VI) dem ersten gut entwickelten Kopfmyotom von *Acanthias* (VII) entspreche und dass ferner die hintere Schädelgrenze von *Acanthias* der hinteren Grenze des vierten freien Wirbelbogens von *Petromyzon* zu vergleichen sei, dass somit eine Einverleibung von 4 bei den Petromyzonten noch freien Wirbeln in den Schädel bei *Acanthias* stattgefunden habe. —

Ueber die peripherische Verbreitung der spino-occipitalen und spinalen Nerven wird folgendes angegeben.

Der 1. dorsale spino-occipitale Nerv (Vagusanhang HATSCHEK's) schickt von (oder vor) seinem Ganglion einen den Rr. cutanei dorsales des Glossopharyngeus und Vagus entsprechenden dorsalen Hautast, der hinter dem 3. metaotischen Myotom aufsteigt, nach oben (HATSCHEK 1892 p. 157). Die ventralen spino-occipitalen Nerven (Hypoglossus der Autoren) theilen sich nach dem Austritte aus der häutigen Umhüllung des Centralnervensystems in schwächere dorsale und stärkere ventrale Aeste. Die dorsalen Aeste gehen in der Dreizahl resp. nach kurzem gemeinschaftlichen Anfange bald auseinander weichend (BORN 1827 p. 181, AHLBORN 1884 A. p. 305) oder in der Zweizahl (JULIN 1887 B. p. 834 f.) dorsalwärts, wobei sie sich über den Ram. lateralis vagi hinwegschlagen, und verzweigen sich in dem dorsalen Abschnitte der ersten Myomeren des Seitenrumpfmuskels, wobei der vorderste nach vorn bis zum Bereiche der Ohrkapsel resp. der Nasenöffnung steigt; JULIN lässt dieselben theils mit dem R. lateralis vagi anastomosiren, theils die beiden ersten Myomeren versorgen. Die ventralen Aeste sind beim Austritte entweder schon zu einem gemeinsamen Stamme verbunden (BORN 1827 p. 181, AHLBORN 1884 A. p. 305), der den Glossopharyngeus und R. branchio-intestinalis vagi dorsal kreuzt, dann (nach BORN) über den ersten Kiemenmuskel hinwegzieht, denselben mit einigen Zweigen versorgend, und endlich ventro-rostralwärts zu den Muskeln der Zunge gelangt, während AHLBORN ihn eine Anastomose von dem Glossopharyngeus empfangen lässt, aber seinen weiteren Verlauf nicht schildert<sup>1)</sup>, — oder sie vereinigen sich nach JULIN (1887. B. p. 834 f.) erst nach Abgabe von Seitenästen, gehen

1) Ganz irrig und mir auch in der Hauptsache unverständlich sind die Angaben von SCHLEMM und D'ALTON (1838 p. 272), die ich deshalb gar nicht rekapitulire.

Anastomosen mit dem R. branchio-intestinalis vagi ein und versorgen die ventrale Abtheilung der beiden ersten Myomeren des Seitenrumpfmuskels sowie Muskeln der Zunge. SCHNEIDER (1879 p. 76) und HATSCHKE (1892 p. 158) lassen, ohne speciellere Angabe, die drei ersten metaotischen Myomeren von den ventralen spino-occipitalen Nerven versorgt werden, Mc MURRICH (1885 p. 144) spricht, jedoch ohne die Grundlage eigener Untersuchungen, von einer Versorgung der Zungenmuskeln (die nach der genauen Zergliederung von P. FÜRBRINGER (1875 p. 48) durchweg von dem Trigenus versorgt werden), RANSOM and THOMPSON (1886 p. 424) notiren eine Endigung der hierher gehörigen Nervenfasern (Vagus 2 a) in dem Seitenrumpfmuskel (muscles of the body-wall), DOHRN (1888 p. 278) erwähnt kurz eine Versorgung des vordersten Myotomes durch den dorsalen und ventralen Ast des Hypoglossus, v. KUPFFER (1895. B. p. 74) endlich lässt das zweite metaotische Myomer und den von ihm sekundär hervorgesprossenen „Seitenmuskel des Kopfes“ durch die motorischen Antheile des Hypoglossus (die beiden ersten ventralen spino-occipitalen Nerven versorgt werden, wobei dessen dorsale Aeste sich zu einem starken Stamme vereinigen, der nach vorn gerichtet sich an die Seitenfläche des N. lateralis anlehnt, den nicht in den Seitennerven aufgegangenen Theil des ersten dorsalen Spinalnerven übernimmt, im weiteren Verlaufe einen starken Verbindungsweig aus dem Ganglion glossopharyngei erhält und die obere Portion des Seitenmuskels nach vorn bis an die Nase begleitet, während die ventralen Aeste in die ventrale Portion des erwähnten Myotoms und des Seitenmuskels des Kopfes eintreten.

Aehnlich verhalten sich die spinalen Nerven, die gleichfalls in dorsale und ventrale Spinalnerven (an Stelle der dorsalen und ventralen Wurzeln) unterschieden werden. JULIN's Beschreibung (1887. B. p. 867 f.) entlehne ich die folgenden Angaben: Die dorsalen Spinalnerven bilden nach dem Austritte aus der Wirbelsäule ein ansehnliches Ganglion und theilen sich hierauf in je einen dorsalen und ventralen Ast; der erstere geht über den R. lateralis vagi dorsalwärts nach oben, bildet Anastomosen mit demselben, und verbreitet sich durch die Ligg. intermuscularia hindurchtretend an der Haut des Rückens; der letztere wendet sich ventralwärts zur Haut und schickt ausserdem noch Rami viscerales s. sympathici ab. Die im ausgebildeten Zustande ganglienlosen ventralen Spinalnerven theilen sich ebenfalls gleich nach dem Austritte in je einen dorsalen und ventralen Ast, welche einen ähnlichen Verlauf wie die vorhergehend beschriebenen dorsalen Nerven zeigen; ihre dorsalen Aeste anastomosiren gleichfalls mit dem R. lateralis vagi und versorgen die dorsale Rumpfmuskulatur, ihre ventralen Aeste innerviren die ventralen Theile der Rumpfmymomeren, geben Rami viscerales für den Sympathicus ab und bilden im Bereiche der Branchialregion Anastomosen mit dem Ramus branchio-intestinalis vagi. — Ueber die metamerische Verbreitung in den einzelnen Myomeren des Seitenrumpfmuskels macht SCHNEIDER (1879 p. 76) allgemeinere Angaben, denen zufolge die beiden ersten Nn. spinales je 2 Myomeren (der erste das 4. und 5., der zweite das 5. und 6.), die folgenden Nerven je 1 Myomer (der dritte das 7., der vierte das 8. etc. etc.) versorgen sollen; JULIN (1887 B. p. 859) fand stets, dass je ein Spinalnerv je 1 Myomer versorgt, beobachtete aber manchmal ebenso wie FREUD (1878), dass zwei ventrale Nerven in 1 Myomer verlaufen können.

Ueber die Entwicklung der spinalen Nerven verdanken wir v. KUPFFER (1890-95, vergl. insbesondere 1894 p. 63 ff.) die genauesten Angaben. Dieselbe beginnt von der dorsalen und ventralen Nervenleiste des Rückenmarks; von ersterer entstehen die dorsalen, von letzterer die ventralen Spinalnerven. Die ventralen Spinalnerven entwickeln sich in Gestalt von successive länger werdenden Zellenketten mit ventralen Spinalganglien zwischen der Medulla und der sich ausdehnenden Innenfläche der Myomeren und bilden sich in Nervenfasern um. Die dorsale Nervenleiste entsteht sogleich in Berührung mit der dorsalen Kante der Mesomeren; sie segmentirt sich und mit ihrer Segmentirung kommen die segmentalen dorsalen Nerven zur Entstehung in Gestalt einer dünneren, zwischen die Zellen des Centralorgans eingekeilten Wurzel und einer verdickten kappenartig den dorsalen Kantenzellen des Mesoderms auflagernden Partie; letztere wird als primäres Ganglion (dorsales Primärganglion) bezeichnet und als eine Bildung angesehen, von

welcher die primäre Innervation der Myomeren ausgehe. Weiterhin entstehen aus dem Primärganglion medio-ventralwärts, d. h. zwischen Myomeren und Rückenmark sich erstreckende Auswüchse, die Anlagen der bleibenden dorsalen Spinalnerven incl. Ganglien. Damit combiniren sich laterale, aus den ROHON'schen Zellen stammende Embryonalfasern, welche zwischen Myomeren und Epidermis verlaufen, aber keinen bleibenden Bestand haben<sup>1)</sup>.

Die Angaben der Autoren über Verbindungen der spino-occipitalen Nerven (Hypoglossus der Autoren) mit anderen Nerven wurden schon im Vorhergehenden an verschiedenen Stellen erwähnt. Ueber eine peripherische Vereinigung mit dem ersten dorsalen Spinalnerven berichtet v. KUPFFER (1895 B. p. 74). — Anastomosen mit dem Glossopharyngeus, denen zufolge der „Hypoglossus“ Fasern von diesem erhält, werden von SCHLEMM und D'ALTON (1838 p. 272), AHLBORN (1884 A. p. 302) und v. KUPFFER (1895 B. p. 74) angegeben, dagegen von JULIN (1887 B. p. 852) abgeleugnet. — Verbindungen mit dem Ram. lateralis vagi, sei es seitens der spino-occipitalen, sei es seitens der spinalen Nerven, beschreiben SCHLEMM und D'ALTON (1838 p. 272), RANSOM and THOMPSON (1886 p. 422, dorsale Aeste der dorsalen spinalen Nerven), JULIN (1887 B. p. 834 f., p. 868 f., dorsale Aeste des Hypoglossus und der dorsalen und ventralen spinalen Nerven) und v. KUPFFER (1895 B. p. 74, erster dorsaler spinaler Nerv); DOHRN (1888 p. 268) leugnet sie ab und erkennt nur eine Aneinanderlagerung Beider an. — Desgleichen treten für Verbände mit dem Ram. branchio-intestinalis vagi ein BORN (1827 p. 181), SCHLEMM und D'ALTON (1838 p. 272)<sup>2)</sup> RANSOM and THOMPSON (1886 p. 424, ventrale Aeste der dorsalen und ventralen spinalen Nerven), JULIN (1887 A. p. 174, 1887 B. p. 834 f., p. 870, ventrale Zweige des Hypoglossus und der ventralen spinalen Nerven) und v. KUPFFER (1895 B. p. 62-63, wahrscheinlich ventrale Aeste der ventralen und vielleicht auch dorsalen spinalen Nerven); v. KUPFFER bringt dieselben, wenn ich ihn recht verstehe, zu seinem Ram. recurrens vagi in Beziehung. Die anderen Autoren sind geneigt, in ihnen ganz oder zum Theil Rami viscerales zu erblicken, somit Wurzeln des Sympathicus, welche sich in der Branchialregion dem Vagus anschliessen<sup>3)</sup>.

1) Bei den (dorsalen) Gehirnnerven (cf. v. KUPFFER 1894 p. 69 ff.) geschieht die erste Entwicklung bis zur Bildung des dorsalen Primärganglions in gleicher Weise; dann aber sprossen von diesem zwei Auswüchse aus: 1) ein schwächerer medio-ventral zwischen centrales Nervensystem und Mesoderm gerichteter, welcher also den dorsalen Spinalnerven entspricht, und 2) ein stärkerer und beständigerer, latero-ventralwärts zwischen Mesoderm und Epidermis vorwachsender, die Anlage des Branchialnerven. Inzwischen hat auch die benachbarte Epidermis zu einer doppelten metameren Reihe von Plakoden sich verdickt, deren dorsale (laterale Plakoden) früher entstehen als die ventralen (epibranchiale Plakoden). An die lateralen Plakoden wachsen die sub 2) angegebenen lateralen Zellenketten des Nervensystems (Branchialnerven-Anlagen) heran, an der Berührungsstelle mit denselben zugleich ein Ganglion medullarer Abkunft (mediales Ganglion) bildend; desgleichen trennt sich von der lateralen Plakode ein Ganglienzellhaufen (laterales Ganglion) ab und beide Ganglien (das medullare mediale und das epidermoidale laterale) verschmelzen zu dem Hauptganglion. Währenddessen tritt das dorsale Primärganglion in Rückbildung. Von dem Hauptganglion wuchern weitere Zellenketten zwischen Mesoderm und Epidermis ventralwärts bis zum Gebiete der epibranchialen Plakoden und verschmelzen mit Abkömmlingen derselben zu den Epibranchialganglien. Von da aus erfolgt schliesslich unter hervorragender Theilnahme der Epidermis eine weitere Nervenentwicklung, der epibranchiale Strang. Die Gehirnnerven sind somit von den Spinalnerven durch das Plus der Branchialnerven mit ihren doppelten Ganglien verschieden; doch finden sich mitunter, selbst bei Embryonen von Amnioten, insbesondere Sauropsiden, noch im vorderen Rumpfgebiete, hinter dem Vagus, Rudimente solcher Branchialnerven, womit sich die Grenze zwischen beiden Gebieten einigermaßen verwischt. — Hervorzuheben ist, dass v. KUPFFER bei jungen Ammonoeten von 4—5 mm Länge keine Versorgung des inneren Zuges des aus 3 Myomeren bestehenden Seitenmuskels des Kopfes durch den Hypoglossus, sondern eine solche durch auf seiner Dorsalkante auflagernde dorsale Primärganglien, welche den Hauptganglien des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus entstammen, angiebt (1895 B. p. 47 ff.). Vergl. auch meine obigen Mittheilungen darüber (p. 584 Anm. 1).

2) Im Uebrigen ist mir die bezügliche Stelle („die untere Portion des Hypoglossus einigt sich mit dem unteren Aste der hinteren Wurzel des Vagus zum Nervus glossopharyngeus BORN's“) nicht recht verständlich. BORN's Glossopharyngeus entspricht dem Hypoglossus der Autoren.

3) Dabei laufen Seitens RANSOM and THOMPSON einige Irrthümer ein, welche JULIN berichtet. Hinsichtlich des Genaueren verweise ich auf JULIN's treffliche Darstellung (1887 A. p. 195 und 1887 B. p. 871 f.), sowie auf DOHRN's Mittheilungen (1885 B. p. 416 Anm. 1 und 1888 p. 277 f.).

Die für den Vergleich mit der Seitenrumpfmuskulatur sowie den epibranchialen und hypo-branchialen spinalen Muskeln der Gnathostomen in Betracht kommende Muskulatur ist die längs-laufende Seitenrumpfmuskulatur der Petromyzonten; die Zungenmuskulatur, welche auch einzelne Autoren (BORN 1827 p. 181, MC MURRICH 1885 p. 144 und JULIN 1887 B. p. 834 f.) von den spino-occipitalen und spinalen Nerven versorgen lassen, wird nach den genauen Untersuchungen von P. FÜRBRINGER (1875 p. 48 f.) durch den Trigemini innerviert.

Über diese Seitenrumpfmuskulatur haben namentlich RATHKE (1825 p. 24), STANNIUS, (1851 p. 225 f., 1854 p. 110), GRENACHER (1867 p. 4), SCHNEIDER (1879 p. 72 f.), WIEDERSHEIM (1883 p. 231), JULIN (1887 B. p. 864), BUJOR (1891 p. 27 f.), v. KUPFFER (1891 p. 49, 1895 A. p. 119 f., 1895 B. p. 40 f., p. 62 f.), HATSCHKE (1892 p. 174 f.) und MAURER (1894 p. 484 ff.) Mittheilungen gemacht; diejenigen von SCHNEIDER, JULIN, v. KUPFFER und HATSCHKE kommen für unsere Zwecke hauptsächlich in Betracht. SCHNEIDER beschreibt die Spaltung des Muskels (grosser Längsmuskel SCHNEIDER) im Bereiche der Kiemenöffnungen in einen dorsalen und ventralen Theil und HATSCHKE führt diese Spaltung noch weiter, indem er im dorsalen Bereiche, durch den vom Auge ausgehenden kurzen dorso-lateralen Spalt gesondert, noch einen dorsalen und mittleren Theil unterscheidet; den mittleren Theil trennt der durch die Reihe der Kiemenöffnungen gegebene ventro-laterale Spalt von dem ventralen. Den mittleren Theil fasst er als den ursprünglichen, den dorsalen und ventralen als den hinzugewachsenen Theil auf. Alle diese Partien sind durch bogenförmige Septen in Myomeren gesondert, welche in ihrer Anzahl im Kiemenbereiche den Branchiomeren nicht entsprechen, aber auch im dorsalen (resp. dorsalen und mittleren) Theile zahlreicher sind als im ventralen (SCHNEIDER, JULIN, HATSCHKE). SCHNEIDER'S Abbildungen (Taf. II und XI) zeigen bis zum Zusammentreten des dorsalen und des ventralen Theiles hinter der letzten Kiemenöffnung bei *Ammocoetes* 13 bis 14 dorsale und 10 bis 11 ventrale Myomeren, bei *Petromyzon marinus* 15 dorsale und 12 bis 13 ventrale Myomeren, JULIN'S Zählungen bei jungen und alten *Ammocoetes* ergeben dieselben Resultate, wie SCHNEIDER sie fand. HATSCHKE erklärt diese Dysmetamerie mit der Annahme, dass einige Myotome an ihrem Hinunterwachsen durch die Kiemenspalten behindert wurden und daher keinen ventralen Theil lieferten. Die Zahl der innervirenden Spinalnerven entspricht in der Hauptsache (SCHNEIDER) oder genau (JULIN) derjenigen der dorsalen Myomeren; JULIN nimmt daher an, dass von den minder zahlreichen ventralen Myomeren einige durch zwei Nerven versorgt würden. Eine Versorgung durch zwei Nerven giebt SCHNEIDER auch für das 4. bis 6. Myomer an, welchem der 1. und 2. Spinalnerv entsprechen.

Über die vorderen, von den spino-occipitalen Nerven innervirten Myomeren machen SCHNEIDER, HATSCHKE und v. KUPFFER genauere Angaben. SCHNEIDER lässt den dorsalen Theil bis vor die Nasenkapsel<sup>1)</sup>, den ventralen bis vor die erste Kiemenöffnung gehen; unter dem Auge (mittlerer Theil HATSCHKE'S) liegt bei *Ammocoetes* noch ein kleines Myomer, welches sich bei *Petromyzon* bedeutend vergrössert, zu etwa 10 Myomeren entwickelt und ventral über den Anfang der vorderen Endsehne des ventralen Muskels reicht. HATSCHKE lässt die oberflächlichen Theile des Seitenrumpfmuskels von *Ammocoetes* über Ohrblase und Auge bis zur Nasengegend ziehen, die tiefen aber bis an den hinteren Theil der Ohrblase hinan reichen; der Seitenrumpfmuskel entwickle sich nur aus metaotischen Elementen. Keines dieser Myotome ist nach HATSCHKE rückgebildet, während v. KUPFFER das erste vor dem Glossopharyngeus gelegene sich reduciren lässt<sup>2)</sup>. v. KUPFFER (1895 B. p. 41) macht eingehendere Mittheilungen über die Entwicklung des dorsalen Anfanges des Seitenrumpfmuskels. Danach sprossen bei 3,5 mm langen *Ammocoetes* von dem vorderen Ende des metaotischen Myotoms eine mediale und laterale Muskelknospe hervor; die erstere bildet sich zu der tieferen, an der Seite der Chorda bis zum Anfang des Labyrinths ziehenden Fort-

1) BUJOR (1891 p. 28) führt die vordere Endigung an dem sog. Ethmoid an, das er aus mir unbekannt gebliebenen Gründen als „première cartilage labial“ bezeichnet (p. 24, 81).

2) Die bezügliche Stelle v. KUPFFER'S (1891 p. 49) lässt auch eine andere Deutung zu.

setzung des Seitenrumpfmuskels aus und sondert sich bald in drei Segmente, welche vorübergehend von den Primärganglien des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus versorgt werden, die letztere entwickelt den oberflächlichen Seitenmuskel des Kopfes, der sich in ein dorsales über dem Auge bis zur äusseren Nasenöffnung und darüber hinausziehendes und ein ventrales unter dem Auge nicht ganz so weit nach vorn laufendes Band (*M. lateralis capitis anterior superior und inferior*) spaltet; die Segmentirung derselben erfolgt später als diejenige des tieferen Muskels. Diese beiden Bänder dürften m. E. den Anfängen der dorsalen und mittleren Theile HATSCHEK's entsprechen. Der ventrale, unter den Kiemenöffnungen gelegene Muskeltheil bildet sich nach BUJOR (1891 p. 28) erst später aus; bei *Ammocoetes* ist der der rechten und linken Seite noch von einander entfernt. v. KUPFFER (1895 A. p. 119f., sowie Fig. 5 und 6) findet seine Entstehung in überraschender Weise ganz selbstständig von derjenigen des dorsalen Muskelabschnittes in Gestalt von dünnen subepithelialen und von dem Epithel producirten Strängen, welche sich zusehends verbreitern; ihre Innervation erfolge von dem System der branchialen Nerven, von dem *Ram. recurrens vagi*<sup>1)</sup>.

DOHRN (1887 p. 325, 1888 p. 275) hebt hervor, dass ein Verschieben der Körpermuskulatur nach vorn über den Kiemenabschnitt und bis auf den Vorderkopf stattgefunden habe.

Endlich rechnet HATSCHEK (1892 p. 149) auch den *Musc. rectus externus* des Auges zu dem Seitenrumpfmuskel-System, indem er ihn aus einem prototischen Myotom, welches sich hinten an den mittleren Theil des ersten metaotischen Myotomes ansetzt, hervorgehen lässt; dafür spreche auch sein histologisches Verhalten. v. KUPFFER (1894 p. 57) widerspricht dem mit der Angabe, dass ein primäres prototisches Myotom an der betreffenden Stelle sich nie befunden habe und dass ausserdem kein primäres prototisches Myotom sich erhalte; auch sei die behauptete histologische Uebereinstimmung des *M. rectus externus* mit metaotischen Myotomen im Anfange nicht vorhanden.

Meine Untersuchungen beschränkten sich auf einige *Ammocoetes branchialis* von 1—20 cm Länge (10, 12, 25, 80, 130 und 200 mm) sowie 2 ausgebildete Thiere von *Petromyzon Planeri* und 3 ausgewachsene *Petromyzon marinus*. Das embryologische Material konnte nur zum Theil für das Nervensystem verwerthet werden, da nicht alle Schnittserien tadelfrei waren; die Exemplare von *Petromyzon marinus* bildeten das Hauptmaterial für die Untersuchungen.

Ich finde bei *Petromyzon marinus* zwei spino-occipitale Nerven (Taf. VII Fig. 22), welche ich zunächst mit den indifferenten Buchstaben  $\alpha$  und  $\beta$  bezeichne. Beide besitzen dorsale und ventrale Wurzeln resp. Nerven<sup>2)</sup> ( $\alpha^d$  und  $\alpha^v$ ,  $\beta^d$  und  $\beta^v$ ), die sämtlich gesondert von der Medulla abgehen, und, erstere dorso-rostral von den letzteren, die zwischen Labyrinthknorpel und erstem Wirbelbogen sich ausbreitende Membran (häutiges Occipitale?) durchsetzen.

Die ventralen Nerven (Wurzeln) sind erheblich stärker als die dorsalen und der erste von ihnen ( $\alpha^v$ ) übertrifft bei *Petromyzon marinus* den zweiten ( $\beta^v$ ) in der Regel mehr oder minder an Dicke; in 5 untersuchten Fällen schwankte das Stärkeverhältniss zwischen  $\alpha^v$  und  $\beta^v$  von 4:1 bis 3:2; einmal waren beide annähernd

1) Wie schon erwähnt, weist v. KUPFFER in der zweiten Mittheilung darüber (1895 B. p. 62, 63) auf Beziehungen zu Spinalnerven hin.

2) Ueber diese Termini-, „Wurzeln resp. Nerven“ vergl. die obigen Mittheilungen (p. 582).

gleich stark. Bei *Ammocoetes* fand ich dagegen gleich AHLBORN und JULIN eine etwas geringere Entwicklung von  $\alpha^v$  im Vergleiche zu  $\beta^v$ . Die genaue Untersuchung der Ursprünge und Abgänge der beiden ventralen Wurzeln bei *Petr. marinus* zeigt zugleich die Zusammensetzung derselben aus Wurzelbündeln;  $\beta$  ist einfach oder besteht nur aus 2 Bündeln,  $\alpha$  aus 2 bis 3<sup>1)</sup>; das stimmt am meisten mit v. KUPFFER'S Angaben. Diese Wurzelbündel gehen in grösster Nachbarschaft zu einander von der Medulla ab, sind aber beim Durchtritte durch die kranio-vertebrale Membran noch durch feine Bindegewebsscheidewände getrennt. Diese relative Selbstständigkeit war es wohl, die einzelne Autoren, so z. B. WIEDERSHEIM, veranlasst hat, mehrere ventrale Wurzeln anzunehmen. Die Untersuchung eines Falles, wo  $\alpha^v$  aus 3 ganz selbstständig durch die Membran tretenden und erst peripher sich vereinigenden Wurzelbündeln bestand, von denen das feinste vorderste am meisten und am längsten<sup>2)</sup> separirt war, während die beiden hinteren sich mehr und früher zusammenschlossen, legte mir zugleich den Gedanken sehr nahe, ob es sich hier nicht um 2 einander nahe gerückte spino-occipitale Nerven handele. Ich vermisste dafür aber noch die beweisenden Instanzen, während der gesonderte Durchtritt einzelner Wurzelbündel bei so tiefen Formen wie *Petromyzon* — auch bei den Myxinoiden und bei *Amphioxus* findet sich Aehnliches selbst in regelmässiger Anordnung — keine Schwierigkeiten bereitet. Ziemlich regelmässig geht zwischen Vagus und  $\alpha^v$  ein kleines Gefäss durch die Membran (Fig. 22 Art.); die wiederholte mikroskopische Durchmusterung dieser Gegend ergab mir aber nichts, was auf reducirte Nerven an dieser Stelle schliessen liesse. Immerhin will ich angesichts der sehr bestimmten Angaben von BORN und namentlich HATSCHKE (vergl. auch dessen Abbildung von *Ammocoetes*) nicht von der Hand weisen, dass die Petromyzonten ursprünglich drei spino-occipitale Nerven hatten, welche *Ammocoetes* ontogenetisch noch recapituliren kann, in welchem Falle also anstatt  $\alpha$  und  $\beta$  zu zählen wäre:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Die genauere Untersuchung der Uebergänge von *Ammocoetes* zu *Petromyzon* wird diese Frage unschwer lösen lassen. Die meistens beträchtlichere Dicke der ersten Wurzel  $\alpha$  gegenüber  $\beta$  unterscheidet die spino-occipitalen Nerven von *Petromyzon (marinus)* wesentlich von denen der amnionlosen Gnathostomen; nur die Annioten zeigten mitunter Aehnliches (p. 502 f., 527, 529 f.). Man kann bei Erklärung dieses Verhaltens an ein primordiales Dickersein von  $\alpha$  gegenüber  $\beta$  oder an eine Verschmelzung zweier erster spino-occipitaler Nerven oder an eine sekundäre Vergrösserung des ersten denken. Die erste Alternative wird durch den Vergleich mit *Ammocoetes*, wo der erste Nerv schwächer als der zweite ist, widerlegt; der zweiten fehlen nach den obigen Darlegungen zur Zeit die genügenden Grundlagen; die dritte erhält eine sehr wesentliche, wenn nicht ausschlaggebende Stütze durch das Verhalten des vordersten lateralen (latero-ventralen) Myomers des Seitenrumpfmuskels, welches bei *Petromyzon marinus* durch die höhere

1) Fig. 22 bildet einen Fall mit einem Bündel bei  $\beta^v$  und zweien bei  $\alpha^v$  ab. Letztere sind am Ursprunge etwas zu wenig gesondert dargestellt.

2) Die Verbindung erfolgte erst weit jenseits des Durchtrittes im peripherischen Gebiete.

Ausbildung des facialem Myomers eine ungleich voluminösere Entwicklung, als sie *Ammocoetes branchialis* zeigt, sekundär gewonnen hat (s. unten p. 602).

Die dorsalen spino-occipitalen Nerven (Wurzeln) sind viele Male feiner als die ventralen, übrigens auch von verschiedener Dicke, indem bald der erste ( $\alpha^d$ ), bald der zweite ( $\beta^d$ ) der stärkste ist, bald beide einander gleichkommen; einmal war der vordere, einmal der hintere so fein, dass er nur mit Beihülfe des Mikroskopes nachgewiesen werden konnte. Doch vermochte ich ihn stets zu konstatiren. Sie finden sich somit nicht nur bei *Ammocoetes*, wo sie bisher allein gesehen wurden, sondern auch bei dem erwachsenen *Petromyzon*.

Auf die spino-occipitalen Nerven folgen die spinalen Nerven als deren echte Homodyname. Wie diese bestehen sie aus ventralen und dorsalen Nerven (Wurzeln), von denen die letzteren den zugehörigen ersteren vorausgehen. Die beiden ersten ventralen spinalen Nerven sind stärker als die dorsalen (Fig. 22  $\gamma^v$ ,  $\delta^v$ ); von dem dritten ab werden sie aber von letzteren an Dicke eingeholt und selbst übertroffen. Kein ventraler spinaler Nerv erreicht die Dicke des ersten ventralen spino-occipitalen Nerven. Von den dorsalen spinalen Nerven ist der erste ( $\gamma^d$ ) noch erheblich schwächer als der zugehörige ventrale, der zweite ( $\delta^d$ ) wenig schwächer als dieser, worauf an den folgenden sich das schon angegebene Grössenverhältniss zwischen ihnen und den zugehörigen ventralen herausstellt.

Dorsale und ventrale Wurzeln resp. Nerven verhalten sich hinsichtlich ihres Ursprunges bei den spino-occipitalen und spinalen Nerven vollkommen gleich; die ersteren entstammen den Vordersäulen, die letzteren theilweise den „Hinterzellen“ (KUTSCHIN'schen Zellen), theilweise münden sie in den Bereich der Medulla ein. Wenn es auch noch nicht gelang, die Ursprünge der ersteren von Vorderhirnzellen, sowie die Endbäume und Kollateralen der letzteren nachzuweisen, so ist doch ihre Homologie mit den gleichnamigen Nerven der Gnathostomen nicht zu bezweifeln<sup>1)</sup>. Dem entspricht auch der bei Allen gleiche Abgang vom ventralen und dorsalen Bereiche der Medulla.

Der Durchtritt der beiden spino-occipitalen Nerven durch die kranio-vertebrale Membran erfolgt bei *Petromyzon* (Fig. 22) in mässiger Entfernung von einander und gleichweit hinter dem Vagus, dessen Oeffnung im Niveau der ventralen Nerven, fast rein rostral vor denselben, also ventro-rostral vor den dorsalen Nerven sich befindet. Bei den jüngsten untersuchten *Ammocoetes* nähern sich die drei Nerven-

1) Wie schon in der literarischen Uebersicht (p. 584 Anm. 1) mitgetheilt worden, bilden die den „Hinterzellen“ entspringenden Fasern bei den *Petromyzonten* ein ansehnliches Kontingent der dorsalen Nerven, die danach wohl nicht als rein sensible, sondern als gemischte Nerven anzusprechen sind. Immerhin ist es noch nicht erwiesen, dass diese Fasern centrifugale oder motorische sind; namentlich die grosse Uebereinstimmung der centralen Hinterzellen und der Spinalganglienzellen ist dabei zu bedenken. Der weitere Verlauf dieser auch als vasomotorisch oder sympathisch bezeichneten Fasern ist nicht bekannt; doch kann man vielleicht mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie z. Th. in die weiter unten zu erwähnenden Rami viscerales der Spinalnerven übergehen. Hinsichtlich des Verhaltens der entsprechenden Nervenzellen und Nervenfasern bei *Amphioxus* und den Gnathostomen (bei welchen letzteren sie mehr zurücktreten und z. Th. nur embryonale Existenz haben) verweise ich auf die citirte Anmerkung (p. 584). Sehr beachtenswerth erscheinen mir die Ausführungen von STUDNÍČKA hinsichtlich phylogenetisch auf einander folgender Generationen von Ganglienzellen in der Reihe der Wirbelthiere (1895 B. p. 25).

durchtritte so, dass die sie trennenden Zwischenwände nur ganz schmal sind; hier liegt der Vagus durch wenig Bindegewebe geschieden ziemlich direkt rostral resp. rostro-dorsal vor ihnen und erst allmählich stellt sich mit dem Alter die etwas grössere Entfernung her. Von den spinalen Nerven treten der erste dorsale und ventrale durch den ersten breiten und doppeldornigen Wirbelbogen<sup>1)</sup>, die folgenden dorsalen zwischen den Wirbeln, die ventralen durch die Wirbelbogen heraus<sup>2)</sup>. Ihre Entfernungen von einander (d. h. der auf einander folgenden ventralen oder der auf einander folgenden dorsalen Nerven) sind etwa  $2\frac{1}{2}$  mal so gross als diejenige der beiden spino-occipitalen Nerven von einander oder von dem Vagus. Auch hier liegen die Durchtrittsstellen der dorsalen Nerven rostro-dorsal (aber mit sehr mässiger dorsaler Erhebung) vor denjenigen der ventralen Nerven und in naher Nachbarschaft zu ihnen; erst hinter dem Kiemenbereiche treten beide so aus einander, dass ein regelmässiges Alterniren der dorsalen und ventralen Nerven in gleichen Distanzen zur Beobachtung kommt. Die äusseren Austrittsstellen der beiderlei Nerven liegen im Niveau des Ram. lateralis vagi, der sie deckt.

Nach dem Austritte treten dorsale und ventrale Nerven (Wurzeln) nicht zusammen, sondern behalten, unbedeutende peripherische Anastomosen abgerechnet, durchweg ihre Selbstständigkeit. Da sie somit streng genommen nicht die Wurzeln eines Stammes, sondern von Anfang bis Ende selbstständige Nerven darstellen, wurden sie auch von mir nach dem Vorschlage von FREUD u. A. als dorsale und ventrale Nerven bezeichnet. Die dorsalen spino-occipitalen und spinalen Nerven (resp. Wurzeln) schwellen bald nach dem Austritte zu Dorsalganglien an, welche bei den spino-occipitalen und dem ersten spinalen Nerven von mässiger Grösse sind, bei den übrigen recht ansehnliche linsenförmige Gebilde darstellen, die sofort je einen dorsalen und ventralen Ast abgeben; dieselben verlaufen im Allgemeinen, die Richtung der Septen zwischen den je auf einander folgenden Myomeren beibehaltend, dorsal- und ventralwärts zur Haut, wobei die dorsalen sich oberflächlich über den Ram. lateralis vagi herumschlagen. Die ventralen spino-occipitalen und spinalen Nerven treten nur wenig tiefer (ventraler) als die dorsalen aus der kranio-vertebralen Membran und den Wirbelbogen heraus und theilen sich sofort nach dem Austritte in einen etwas kleineren dorsalen Ast, der sich gleichfalls über den R. lateralis vagi dorsalwärts wendet, und einen etwas grösseren ventralen Ast, der im spinalen Gebiete recht häufig durch zwei parallel neben einander laufende Aeste vertreten sein kann, welche ventralwärts ziehend sich innerhalb der zugehörigen Myomeren des Seitenrumpfmuskels vertheilen.

Bei den beiden ventralen spino-occipitalen Nerven resp. Wurzeln ( $\alpha^v$  und  $\beta^v$ ) verlaufen die dorsalen Aeste, nachdem sie sich um die Rami laterales

1) Die Verschmelzung desselben aus zwei Bogen erscheint mir recht zweifelhaft. Was ich sah, spricht mehr für eine sekundäre Verbreiterung und Umwachsung des ersten dorsalen Spinalnerven durch den ursprünglich hinter ihm gelegenen Wirbelbogen.

2) Bezüglich der Abweichungen in dem hinteren Kiemenbereiche und den postbranchialen Körperregionen verweise ich auf SCHNEIDER und JULIN.

facialis et vagi<sup>1)</sup> herumgeschlagen haben, in den beiden ersten (praebranchialen)<sup>2)</sup> dorsalen Myomeren schräg nach oben und vorn bis zur Gegend der Nasenöffnung. Die stärkeren ventralen Aeste verbinden sich gleich nach dem Austritte zu einer Ansa spino-occipitalis, indem sich der zweite mit seiner Hauptmasse oder mit einem stärkeren Aeste an den ersten anschmiegt und mit ihm zu einem einheitlichen Nervenstamm verschmilzt, der in transversaler Richtung ventralwärts geht, danach mit zahlreichen Verästelungen die beiden praebranchialen Myomeren in ihrem lateralen und ventralen Bereiche versorgt<sup>3)</sup> und zugleich als vorderen Seitenzweigkomplex einen ungemein komplizierten, ventro-rostral strebenden Plexus zu dem facialis<sup>2)</sup> Myomer sendet; der kleinere Nebenast des zweiten spino-occipitalen Nerven verzweigt sich in dem lateralen Bereiche des zweiten Myomers.

Von den ventralen spinalen Nerven resp. Wurzeln ( $\gamma^{\circ}$ ,  $\delta^{\circ}$  etc.) verlaufen die dorsalen Aeste ohne weitere Komplikationen in den dorsalen Bereichen der zugehörigen Myomeren. Die ventralen Aeste wenden sich entsprechend der Anordnung ihrer Myomeren ventro-caudalwärts und gehen im Kiemenbereiche zahlreiche feine Verbindungen mit dem Ram. branchio-intestinalis vagi ein, von denen noch zu sprechen sein wird. Die 3 bis 5 ersten von ihnen verlaufen selbstständig, ohne Anastomosen mit einander zu bilden, in den von ihnen versorgten Myomeren; von dem 4. oder 5. oder 6. ab erfolgt darin eine Aenderung, indem sie resp. Theile von ihnen, sich mit den 4 bis 5 nachfolgenden ventralen Aesten zu einem ziemlich komplizierten, in der Hauptsache motorischen Plexus (an dem die ventralen Aeste der dorsalen, sensibeln Nerven nur bescheidenen Antheil nehmen) verbinden.

Dieser Plexus verläuft an der Innenfläche des 7. bis 12. resp. 8. bis 12. branchialen<sup>2)</sup> Myomers ventro-caudalwärts bis hinter die letzte Kiemenöffnung und wendet sich von da im Bogen ventro-rostralwärts an die Innenfläche der 8 ventralen branchialen Myomeren, an denen er als geschlossener Nervenstamm fortwährend Seitenäste abgebend und damit dünner und dünner werdend, rostralwärts bis zum ersten branchialen Myomer verläuft, wo er endet. Dieser Nerv entspricht dem von v. KUPFFER bei *Ammocoetes* beschriebenen Ram. recurrens vagi<sup>4)</sup>, ist aber in Wirklichkeit, bei

1) Der Ram. lateralis facialis entspricht dem Ram. recurrens facialis der Autoren (R. recurrens lateralis facialis HATSCHKE's). Ich kann die Bezeichnung „R. recurrens“ nicht glücklich nennen, da sie ausdrückt, dass der Nerv ein von hinten nach vorn verlaufender sei, während er bekanntlich von vorn nach hinten (retrocurrere) zieht. Mit der, bereits durch HATSCHKE angebahnten Bezeichnung R. lateralis recurrens facialis dürfte seine Natur am besten ausgedrückt sein; doch würde ich vorziehen, an Stelle des „recurrens“ die Bezeichnung „retrocurrere“ zu setzen.

2) Hinsichtlich der Myomeren-Bezeichnungen „praebranchial“, „branchial“, „facial“ verweise ich auf die spätere Beschreibung des Seitenrumpfmuskels (p. 600 f.).

3) Auch meine ich ein mässiges Uebergreifen in den Anfangsbereich des ersten branchialen Myomers (3. Myomer) einmal beobachtet zu haben.

4) Bei *Ammocoetes* scheint derselbe auch nur aus spinalen Fasern zu bestehen und dem Ram. branchio-intestinalis vagi nur angeschlossen zu sein, nicht aber demselben zu entstammen. VON KUPFFER hebt selbst die von den Vagusfasern abweichende, aber mit den Spinalnervenfasern übereinstimmende Beschaffenheit der Nervelemente hervor und denkt hierbei an die dem R. branchio-intestinalis von Seiten der Spinalnerven abgegebenen Anastomosen. Es liegen hier ziemlich grosse Schwierigkeiten für die Untersuchung vor und bekanntlich setzen gerade nervöse Plexusbildungen der Kombination von Serienschritten besondere Widerstände entgegen. Ohne die BRAUS-DRÜNER'sche

*Petromyzon marinus* (und wohl auch bei *Ammocoetes*), da er keine Vagusfasern enthält, ein Ram. recurrens spinalis. Im Vergleiche mit der bei den Gnathostomen gebrauchten Nomenklatur bezeichne ich den Plexus und den ventralen Nervenstamm als Plexus cervicalis und Ramus cervicalis.

Zu dem N. vagus besitzen die spino-occipitalen und spinalen Nerven ebensowenig wie bei den Gnathostomen intimere Beziehungen, welche daran denken lassen könnten, beide Nerven Kategorien zu vereinigen. Der N. vagus entspringt mit dem vor ihm liegenden N. glossopharyngeus in der Weise, wie dies insbesondere AHLBORN und VON KUPFFER angeben, mit einer Anzahl dorso-lateral aus der Medulla oblongata austretender Wurzelbündel, die sich somit dorso-rostral vor denen des ersten N. spino-occipitalis befinden und, wie bereits erwähnt, auch vor demselben durch die kranio-vertebrale Membran austreten. Irgendwelche Anastomosen während des intrakraniellen resp. intravertebralen Verlaufes fand ich nicht. Nach dem Austritte bilden Glossopharyngeus und Vagus die beiden, von den genannten Autoren näher beschriebenen Ganglien, Vom Ganglion glossopharyngei entsteht der Stamm des Glossopharyngeus<sup>1)</sup>, der nach der ersten offenen Kiemenspalte strebt, ihre Wände mit einem sensibeln praetrematischen und einem gemischten posttrematischen Aste versorgend. Dem grösseren Vagusganglion entstammt der in der Tiefe der Seitenrumpfmuskeln nach hinten verlaufende sensible Ram. lateralis vagi, der bald nach seinem Ursprung den kräftigen Ram. lateralis retrocurrens facialis aufnimmt und mit ihm zum Ram. lateralis facialis + vagi verschmilzt, sowie der kräftigere, zahlreiche Ganglien enthaltende und aus sensibeln und motorischen Fasern bestehende Ram. branchio-intestinalis vagi, der mit 6 Rami branchiales die Umgebung der 2. bis 7. Kiemenspalte mit sensibeln praetrematischen und gemischten posttrematischen Zweigen versorgt und dann als ziemlich schwacher R. intestinalis (von der Dicke eines Branchialnerven) nach hinten zu Oesophagus, Magen und Herz verläuft, wohin ich ihn indessen nicht weiter verfolgte. Die von den Nn. glossopharyngeus und vagus versorgte Muskulatur gehört wie bei den Gnathostomen dem Constrictoren-System der Kiemenspalten zu. Der ventrale Ursprung dieser motorischen, den sensibeln Hauptmassen gewiss eng angeschmiegt Fasern ist bisher noch unbekannt geblieben. Ich sah in der Medulla oblongata im Ursprungsbereiche des Vagus querverlaufende Fasern, die aus der Richtung von grösseren Ganglienzellen zu kommen schienen, welche sich ventral von den sensibeln Vagusganglien befanden; den Nachweis einer Verbindung der Fasern mit diesen Zellen konnte ich aber nicht führen. Somit ist der Ursprung dieser motorischen Vagusfasern noch Postulat und Desiderat. Etwas an einen N. accessorius Willisii Erinnerndes vermisste ich durchaus.

---

binoculäre Lupe, die unvergleichlich mehr als alle bisherigen Lupen leistet, wäre es wohl auch mir selbst bei einem so grossen Thiere wie *Petromyzon marinus* nicht vollständig gelungen, über das Detail der Zusammensetzung des Plexus (Ramus) cervicalis zur Klarheit zu kommen.

1) Von den für die bezüglichen Verhältnisse nicht direkt in Frage kommenden Seitenästen und feineren Verzweigungen der Nn. glossopharyngeus und vagus sehe ich hier ganz ab.

Bezüglich der angegebenen peripherischen Anastomosen der spino-occipitalen und spinalen Nerven mit den Nn. glossopharyngeus und vagus ergaben meine Untersuchungen folgendes.

Die insbesondere von AHLBORN angegebene und abgebildete Anastomose mit dem Glossopharyngeus, durch welche Fasern dieser Nerven dem Hypoglossus beigemischt werden sollen, existirt bei den von mir untersuchten Exemplaren von *Petromyzon marinus* nicht. Stets fand ich, dass der Glossopharyngeus dicht an dem ersten spino-occipitalen Nerven vorbeigeht, auch durch Bindegewebe mit ihm verbunden ist; aber immer gelang es leicht, beide Nerven sauber zu trennen.

Verbände von Seitenzweigen der Rami dorsales der Spinalnerven mit dem Ram. lateralis vagi wurden hie und da gefunden; aber auch hier war die Trennung beider Kategorien ohne besondere Schwierigkeit durchzuführen. Von intimeren Anastomosen konnte man nicht sprechen. Ich stehe somit in dieser Hinsicht DOHRN näher als JULIN. Uebrigens ist namentlich aus den bedeutungsvollen Untersuchungen MAURER'S (1892 und 1895) bekannt, dass in diesem Gebiete überhaupt genau zwischen der sensorischen Endigung der Rr. laterales und der sensibeln der Rr. spinales zu scheiden ist.

Weit intimer fand ich die Anastomosen der ventralen Aeste der Nn. spinales mit dem Ram. branchio-intestinalis vagi, und zwar sind es, vom ersten Spinalnerven beginnend, sowohl von den ventralen (motorischen) als dorsalen (sensibeln) Nerven (Wurzeln) abgehende Zweige, die sich mit dem Vagus verbinden, von ihm zum kleineren Theile wieder abgehen, zum grösseren aber bis auf die Rr. branchiales verfolgt werden können. Diese anastomosischen Aeste nehmen nach hinten an Stärke zu; die von den 4. und 5. Spinalnerven ausgehenden verbanden sich einmal zu einem ganz ansehnlichen Stamme, der sich dem Branchio-intestinalis einwebte. Der Letztere bekommt damit motorische und sensible, grobe und feine Fasern, deren weitere Verfolgung mit grossen Schwierigkeiten der Untersuchung verbunden ist und von mir auch nicht so weit studirt wurde, dass ich mit Sicherheit über den ferneren Verlauf und Verbleib dieser Fasern Auskunft geben könnte. Dass insbesondere die feineren Fasern motorische und sensible Rr. viscerales, somit in gewissem Sinne Anfänge des Sympathicus repräsentiren, ist auch meine Ansicht. Ausser ihnen kommen aber noch motorische und sensible Fasern in Betracht, welche nicht dahin gerechnet werden können, sondern nach ihrem histologischen Verhalten als somato-motorische und cutane Nerven anzusprechen sind; die ersteren scheinen durchweg von dem Vagus wieder abzugehen und sich schliesslich dem Plexus cervicalis einzuweben. Auch fand ich feine von jedem Branchialnerven des Vagus abgehende Zweige, welche durch je eine besondere Oeffnung direkt vor den knorpeligen Kiemenbogen aus der Tiefe traten<sup>1)</sup> und theils an der Innenfläche der branchialen ventralen Myomeren des

1) Dieser tiefe Verlauf der Branchialnerven, die sonach von dem Kiemenskelett nicht nur bedeckt sind, sondern in grosser Tiefe unter ihm liegen, spricht durchaus gegen die von DOHRN (1884 p. 56, 1887 p. 327 f.) gemachte Angabe, wonach das Kiemenskelett der Petromyzonten identisch mit dem inneren Kiemenskelett der Selachier sei.

Seitenrumpfmuskels sich verzweigten, theils dieselben durchbohrend zur Haut gelangten. Wahrscheinlich sind die im Seitenrumpfmuskel sich verzweigenden Nerven nicht für die Muskelfasern, sondern für das intermuskuläre Bindegewebe bestimmt. Ob diese Fasern dem Vagus selbst oder den mit dem Vagus anastomosirenden Spinalnerven entstammen, konnte ich bei der Schwierigkeit der bezüglichen Untersuchung und bei meinem nicht sehr gut erhaltenen Material nicht sicher entscheiden, doch neige ich nach einigen Beobachtungen dazu, jedenfalls die zur Haut gehenden dem Vagus zuzurechnen.

Die für die motorischen Zweige der spino-occipitalen und spinalen Nerven allein in Betracht kommende Seitenrumpfmuskulatur bildet einen auf beiden Seiten des Körpers vom Schwanze bis zum Kopfe erstreckten Komplex von Myomeren, welche nach vorn concave Bogen bilden, derart, dass die dorsalen und ventralen Bezirke derselben weiter nach vorn gerückt sind als die mittleren, lateralen. Letztere bieten in dieser Hinsicht primitivere Lagerverhältnisse dar, als die ersteren; auch der Verlauf der sie innervirenden Nerven documentirt dies<sup>1)</sup>. Man kann somit in gewissem Sinne HATSCHEK zustimmen, der den mittleren (lateralen) Theil als den ursprünglicheren, den dorsalen und ventralen als hinzugewachsenen auffasst. Im Bereiche der 7 Kiemenöffnungen und darüber hinaus weicht diese Muskulatur auseinander, so dass hier eine dorsale über der Kiemenfurche und eine ventrale unter derselben liegende Abtheilung zu unterscheiden ist; erstere, die breitere und kräftigere, besteht in der Hauptsache aus dem dorsalen und lateralen, letztere im wesentlichen aus dem ventralen Theile<sup>2)</sup>.

Man kann zugleich die im Bereich der 7 Kiemenöffnungen liegenden Myomeren als branchiale, die hinter der letzten gelegenen als postbranchiale, die vor der ersten befindlichen als praebranchiale bezeichnen. SCHNEIDER, JULIN und HATSCHEK haben bereits nachgewiesen, dass im branchialen Bereiche ein Missverhältniss in der Zahl der dorso-lateralen und der ventralen Myomeren besteht. Bei *Ammocoetes branchialis* zählen alle drei Autoren bis zum hinteren Ende der Kiemenfurche 13—14 dorso-laterale und 10—11 ventrale Myomeren<sup>3)</sup> und bei *Petromyzon marinus* bildet der Erstere 15 dorsale und 12—13 ventrale Myotome ab. Ich finde bei *Ammocoetes* von 1—20 cm Länge die gleichen Gesamtzahlen wie die genannten Autoren und hinsichtlich der einzelnen Abtheilungen die meiste Uebereinstimmung mit JULIN; doch zeigten die jüngsten Thiere, dass die erste Kiemenspalte nicht immer genau

1) Auch die Lage der dorsalen Abschnitte der Myomeren zu dem Ram. lateralis vagi, den sie decken, demonstirt die dorsalwärts vorschreitende Ausdehnung und Wanderung derselben.

2) Auf die Frage, ob und in wie weit derselbe auch laterale Elemente in sich enthalte, ist hier nicht einzugehen.

3) JULIN findet dieselben derart, dass er 2 ventrale und 2 dorsale praebranchiale, 10—11 dorsale und 7—8 ventrale branchiale und 1 dorsales und 1 ventrales getrenntes postbranchiales Myomer zählt; danach treten dieselben zu dem einheitlichen Seitenrumpfmuskel zusammen. Auf der Abbildung bei HATSCHEK existiren auch hinter der letzten Kiemenspalte noch 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> getrennte Myomeren, während die Zahl der ventralen branchialen Myomeren nur 6 beträgt.

dem Septum zwischen dem 2. und 3. Myomer entsprach, sondern auch mitunter im Bereiche des 2. Myomers sich fand. Interessant ist die weit gehende postbranchiale Spaltung auf der HATSCHKE'schen Abbildung; leider fehlt die Angabe, ob es sich hier um ein jüngeres oder älteres Exemplar von *Ammocoetes* handelt. Bei *Petromyzon marinus* finde ich bei 4 Exemplaren auf beiden Seiten 14—15½ dorso-laterale und (excl. das faciale Myomer) 10—12 ventrale Myomeren, wobei die Zahl der praebranchialen dorsal und ventral constant 2, die der branchialen dorsal 12—13 und ventral 8—10, die der getrennten postbranchialen in allen möglichen Uebergängen von Myomeren-Bruchtheilen 0—1 beträgt; intimere Verschiebungen geringeren Grades wurden dabei auch constatirt<sup>1)</sup>.

Speziellere Erwähnung verdient das Verhalten der beiden ersten, der praebranchialen Myomeren, deren versorgende Nerven die spino-occipitalen sind. Das zweite (hintere praebranchiale) Myomer verhält sich in der Hauptsache wie die branchialen, doch findet sich bei *Ammocoetes* im dorso-lateralen Bereiche die von HATSCHKE angegebene Trennung in den dorsalen und lateralen Theil durch den vom Auge nach hinten gehenden dorso-lateralen Spalt bald mehr, bald minder ausgeprägt; bei *Petromyzon* dagegen beobachtete ich in der Regel vollkommenen oder nahezu vollkommenen Zusammenhang. Das erste (vordere praebranchiale) Myomer zeigt bei *Ammocoetes* eine scharfe Trennung in einen dorsalen und lateralen Zug<sup>2)</sup>, welche zwischen sich das Auge fassen, wobei der laterale den ventralen Abschnitt des Auges überzieht und mit der membranösen Orbita innig verbunden ist; der dorsale Zug gelangt bei jüngeren Exemplaren bis hinter die Nasenöffnung, bei mittelalten und alten bis zum Niveau derselben oder etwas vor dasselbe, der laterale, der etwa die doppelte Länge eines postbranchialen Myomers besitzt, ziemlich weit vor das Auge. Die Fasern des ventralen Theiles dagegen, der von dem lateralen minder scharf getrennt ist, sind kürzer als diejenigen der postbranchialen Rumpfyomeren, weshalb seine vordere Grenze gegen die des dorsalen und lateralen Theiles weit nach hinten

1) Die Abzählung der Myomeren unterliegt keinen Schwierigkeiten, wohl aber die Abgrenzung mit Rücksicht auf ihre Innervation, da die einzelnen Myomeren sich an den verschiedenen Stellen des Körpers in sehr wechselnder Ausdehnung decken. Diese Ueberlagerung vorderer mehr rostraler Myomeren auf die hinteren mehr caudalen, nimmt bekanntlich während der Entwicklung graduell zu. Aus einer Reihe von Messungen wähle ich als Beispiel einen *Ammocoetes* von 2½ cm Länge und einen ausgewachsenen *Petromyzon marinus*. Bei *Ammocoetes* finde ich in der Branchialregion, dass jedes rostrale Myomer deckt: am Ende des dorsalen ⅙ 3—4 folgende Myomeren, am Ende des dorsalen ¼ und ⅓ 2 Myomeren, am Ende des dritten ⅙ (von der Dorsalkante her gezählt) 1 Myomer, dass aber nur im Bereiche des vierten ⅙ und im ventralen Theile die Myomeren auf einander folgen und durch ihre ganze Dicke transversal durchsetzende Septen getrennt werden. Bei *Petromyzon* finde ich im Kiemenbereiche eine Deckung durch 6 vordere Myomeren am Ende des dorsalen ⅕ des dorsolateralen Theiles, von 1½—2 M. am Ende des zweiten ⅓ desselben, von ½ M. am Ende des dritten ¼, transversal die Dicke durchsetzende Septen am Ende des fünften ⅙ und eine Umkehrung der Deckungsrichtung, derart, dass die hinteren Myomeren zu ⅓ M. die vorderen decken, am ventralen Rande des lateralen Theiles; im ventralen Theile überwiegt wie bei *Ammocoetes* die transversale Anordnung der Septen. Im Rumpfbereiche und zwar am Anfange des zweiten Drittels der Körperlänge finde ich am Ende des dorsalen ⅙ eine Deckung durch 5, am Ende des dorsalen ¼ eine solche durch 3½, in der Mitte der dorso-ventralen Höhe eine solche durch 2½ und am Ende des dritten ¼ von der Dorsalkante aus gezählt eine solche durch 1½ vordere Myomeren.

2) VON KUPFFER's M. lateralis capitis anterior superior und inferior.

zurücktritt<sup>1)</sup>. Bei *Petromyzon marinus* ist die Scheidung des ersten dorsalen und lateralen Myotoms nicht so scharf ausgesprochen wie bei *Ammocoetes*, doch ist sie unverkennbar vorhanden; auch im Bereiche des Auges, das beide gänzlich frei zu Tage lassen, sind dieselben weiter von einander getrennt. Das *dorsale* (erste) Myomer erstreckt sich beträchtlich vor die Nasenöffnung und inserirt mit kräftiger Sehne an der Oberfläche des breiten Ethmoides; von dem der Gegenseite ist es durch einen breiten dreieckigen Spalt getrennt, in dem die Nasenöffnung sich befindet<sup>2)</sup>; in seinem ventralen Bereiche giebt es zwei Aberrationen an die dorso-caudale und caudale Circumferenz der häutigen Orbita, von denen die untere breit aus der Tiefe kommende und zu einer kräftigen Sehne convergirende die grössere Selbstständigkeit besitzt (Musculi retractores orbitae superiores). Sehr beträchtliche Abweichungen von dem Verhalten bei *Ammocoetes* bietet das *laterale* (erste) Myomer dar. Dasselbe hat sich in eine kleinere hintere und eine weit grössere vordere Abtheilung gegliedert, welche letztere ventro-rostralwärts sich ausgedehnt hat, mit dem ventralen ersten Myomer in intimen Connex getreten ist und sich nun gewissermassen als dessen vordere (rostrale) Fortsetzung darstellt; nichts desto weniger lehrt die vergleichende Untersuchung heranwachsender *Ammocoetes* mit dem ausgewachsenen *Petromyzon*, dass nicht ein ventrales, sondern ein ursprünglich laterales Gebilde vorliegt<sup>3)</sup>, das ich aber seiner Physiognomie und Lage wegen als faciales Myomer hervorhebe. Die kleinere hintere Abtheilung des lateralen Myomers bildet einen mässig breiten Faserzug, der ventral von dem Mm. retractores orbitae superiores nach dem ventralen Orbitalrand zieht und sich mit seinem dorsalen Drittel an dessen hintere Circumferenz anheftet (M. retractor orbitae inferior), während seine ventrale Hauptmasse sich mit dem vorderen Theile des ersten ventralen Myomers, mit dem Ende des facialen Myomers und mit dem beide verbindenden Septum vereinigt. Die grössere vordere Abtheilung des lateralen Myomers, das *faciale* Myomer, stellt eine kräftige nach vorn convergirende dreieckige Muskelausbreitung dar, welche etwa in der Länge von 4—5 Rumpfmymomeren sich rostralwärts erstreckt und noch weiter nach vorn reicht als das erste dorsale Myomer, um mit kräftigem Sehnenzipfel ventral von der schlanken Sehne des M. annulo-glossus und eingegraben in die Muskelmassen des M. annularis an der seitlichen Circumferenz des Cartilago annularis sich zu inseriren. Dieses faciale Myomer zeigt eine sekundäre Sonderung in zahlreiche schmalere Myomeren, deren SCHNEIDER 10 angiebt, während ich bei drei darauf näher untersuchten *Petromyzon marinus* 13, 15 und 18 zählte. Das erste *ventrale* Myomer ist dem zweiten ventralen Myomer entsprechend angeordnet und endet mit breitem vorderen Septum, das dorsal mit der hinteren Abtheilung des ersten lateralen Myomers und rostral in beträchtlicher Breite mit dem caudalen Rande des facialen Myomers verbunden ist; seine

1) Zur Illustrirung dieser Verhältnisse verweise ich auf die gute Abbildung von HATSCHKE (1892 p. 148 Fig. 9).

2) Das vordere Auseinanderweichen des rechten und linken dorsalen Seitenrumpfmuskels beginnt übrigens schon mit dem 7. Myoseptum, so dass die 7 ersten Myomeren den erwähnten Spalt zwischen sich fassen.

3) Ich stimme somit SCHNEIDER (1879 p. 72) in der Ableitung des facialen Myomers aus dem lateralen Rumpfmuskel ganz bei.

oberflächlichen Muskel- und Sehnenfasern legen sich zugleich ein wenig über den hinteren Theil des Letzteren über.

Wie oben (p. 592f.) mitgetheilt worden, findet VON KUPFFER (1895 B. p. 40f.), dass im Kopfbereiche sehr junger Ammocoeten von dem ersten metaotischen Myomer aus zwei Myomerenreihen rostralwärts vorwuchern, eine mediale, zwischen der Chorda und dem Labyrinth sowie den Hauptganglien des Glossopharyngeus und Acustico-Facialis gelegene, welche die eigentliche Fortsetzung der Stammreihe der Myotome des Seitenrumpfmuskels bildet, und eine laterale, zwischen Labyrinth sowie den genannten Ganglien und der Haut sich erstreckende, welche sich in die beiden Faserzüge der *Mm. laterales anteriores superior und inferior* sondert. Die mediale aus 3 Myomeren bestehende Reihe ist zugleich (bei  $3\frac{1}{2}$ —5 mm langen Ammocoeten) mit 3 Nerven verbunden, welche den Ganglien der *Nn. facialis, glossopharyngeus und vagus* entstammen und zu Ganglien anschwellen, die den dorsalen Kanten dieser Myomeren aufliegen und dieselben nach Art der dorsalen Primärganglien innerviren; eine Versorgung durch ventrale Spinalnerven sei um diese Zeit nicht zu finden (1895 B. p. 48ff.). Ich recapitulire hier einfach diese durch VON KUPFFER'S Autorität gestützten Angaben, kann ihnen aber auf Grund der eigenen Untersuchung nichts hinzufügen, da meine jüngsten Ammocoeten (bereits von 10 mm Länge) schon zu alt waren, um etwas von diesen Myomeren und ihren primordialen dorsalen Nerven zu zeigen; bei denselben wie bei den noch älteren Stadien fanden sich an der betreffenden Stelle querverlaufende, mit den Constrictoren in Verband stehende und ihnen histologisch gleichende Muskelfasern, die wahrscheinlich nach Schwund der von v. KUPFFER gefundenen medialen Myotomenreihe deren Plätze eingenommen haben<sup>1)</sup>. Die laterale Reihe VON KUPFFER'S bleibt bestehen und repräsentirt, wie schon aus der vorhergehenden Darstellung ersichtlich, den dorsalen und lateralen Theil der ersten Myomeren<sup>2)</sup>.

In Zusammenfassung des beschriebenen Verhaltens gilt somit für die vordere Seitenrumpfmuskulatur und ihre Nerven:

	Reihe der Myomeren.	Innervation durch:
Praebranchiale Myomeren nebst facialem Myomer.	1. 2.	<i>Nn. spino-occipitales</i> 1. 2 ( <i>α. β</i> ).
Dorsale und laterale branchiale Myomeren.	3—13 resp. 14 resp. 15.	<i>Nn. spinales</i> 1—11 resp. 12 resp. 13 ( <i>γ—ν</i> resp. <i>ξ</i> resp. <i>ο</i> ).
Ventrale branchiale Myomeren.	3—10 resp. 11 resp. 12.	<i>Ram. cervicalis</i> .

1) Auch erwachsene Petromyzonten zeigen diese quer verlaufenden Muskelzüge theilweise noch erhalten. Der vorderste Zug entspringt unter dem ersten dorsalen Myomer im medialen Bereiche des Schädels und geht als leicht zu überschender und aus einigen feinen Muskelbündeln locker zusammengesetzter Komplex nach der dorsalen Cirkumferenz der membranösen Orbita, wobei er auf seinem Verlaufe den *Ram. ophthalmicus trigemini* überbrückt.

2) Die beiden ersten Myomeren des lateralen Theiles (*M. lateralis capitis anterior inferior*) sind ziemlich dünn und oberflächlich gelegen, das dritte Myomer dagegen hebt sich durch beträchtlichere Dicke von ihnen ab und springt zugleich mit seinem vorderen Theile medio-rostral in der Richtung nach dem Vagusganglion vor. Vielleicht entspricht diese Stelle dem hinteren Ende der embryonalen medialen Myomerenreihe VON KUPFFER'S.

Ausserordentlich merkwürdig ist der Fund von KUPFFER's von der epidermogenen Entstehung des ventralen branchialen Myomerenzuges (1895 A. p. 119f.). Angesichts der bestimmten Angaben eines so hervorragenden Forschers, der das Ueberraschende dieses Befundes selbst genügsam hervorhebt, ist an der Richtigkeit der Beobachtung nicht zu zweifeln. Ebenso unzweifelhaft gehört dieser ventrale Zug nach seinen topographischen Beziehungen, nach dem histologischen Bau seiner Muskelfasern und namentlich nach der Art seiner Innervation zu der übrigen, auf andere Weise entstandenen Seitenrumpfmuskulatur und ist phylogenetisch von derselben abzuleiten. Es liegt damit hier wieder ein sehr prägnanter Fall von Cänogenie vor, der auf's Neue warnt, aus ontogenetischen Befunden nicht ohne Weiteres phylogenetische Schlüsse zu ziehen.

Die Vergleichung der bei den Petromyzonten ermittelten Verhältnisse der spino-occipitalen und spinalen Nerven und der Seitenrumpfmuskeln mit denen der Selachier und anderen Gnathostomen zeigt auf den ersten Blick die primitivere Anordnung bei den Petromyzonten. Desgleichen ist ohne Weiteres ersichtlich, dass die beiden spino-occipitalen Nerven  $\alpha$  und  $\beta$  dem Hypoglossus der Amnioten nicht verglichen werden können. Der Hypoglossus derselben geht aus einem Komplexen occipito-spinaler, d. h. erst sekundär dem Schädel einverleibter spinaler Nerven hervor, welcher in bogenförmigem, die Kiemenregion hinten umkreisendem Verlaufe zu seinem Endgebiete (hypobranchiale spinale Muskulatur) gelangt. Diese Bedingungen erfüllen  $\alpha$  und  $\beta$  der Petromyzonten in keiner Weise; auch ist angesichts des primordialen Verhaltens des *Petromyzon*-Schädels und der sonstigen hier in Betracht kommenden Beziehungen im Ernste nicht anzunehmen, dass vor ihnen einstmals eine grössere Reihe von später völlig zurückgebliebenen Occipitalnerven ( $z, y, x, w, v, \text{etc.}$ ) bestanden hätte. Spuren von solchen würde auch wohl die gerade bei *Petromyzon* recht genau durchgeführte ontogenetische Untersuchung aufweisen; aber nichts davon ist zu bemerken. Für den Vergleich mit dem Hypoglossus ist viel eher an die den Plexus cervicalis von *Petromyzon* zusammensetzenden Spinalnerven (4. resp. 5. resp. 6. bis 9. Spinalnerven,  $\zeta$  resp.  $\eta$  resp.  $\theta$  bis  $\lambda$ ) zu denken, welche nach Art eines Hypoglossus einen die Kiemenregion hinten umkreisenden Bogen bilden und die ventralen branchialen Myomeren (in der allgemeineren Bedeutung des Wortes Homologa der Mm. coraco-branchiales) versorgen.

Doch würde es von wenig Einsicht und Umsicht zeugen, wenn man den Plexus cervicalis so tief stehender Thiere wie die Petromyzonten ohne Weiteres mit dem Hypoglossus der höchsten Wirbelthiere homologisiren wollte, dies insbesondere, nachdem die Untersuchungen im vorhergehenden, die Verhältnisse bei den Gnathostomen behandelnden Abschnitte zur Genüge gezeigt haben, welchem metamerischen Wechsel gerade die Versorgung der Endorgane ausgesetzt ist. Selbstverständlich kommen für die Vergleichung mit den Petromyzonten in erster Linie die nächst höheren Vertebraten, die Selachier, in Frage, und unter diesen wiederum die tiefer

stehenden Formen, — denn *Petromyzon* ist auf Grund seiner Kiemenanzahl zu den heptanchen Selachiern in Parallele zu stellen. Der erste von den Nerven, welche in den Plexus cervicalis s. str. (nach Ausschluss der epibranchialen Zweige) eingehen und die Mm. coraco-branchiales s. str. (also die hypobranchiale Muskulatur nach Abzug der Mm. coraco-mandibularis und coraco-hyoideus) versorgen, ist bei den Notidaniden  $z$ ; der von ihm innervirte M. coraco-branchialis 1 inserirt an dem ersten, zum N. glossopharyngeus gehörigen Kiemenbogen. Diesem Muskel entsprechend liegt bei *Petromyzon* das 1. branchiale ventrale Myomer, das hier ebenfalls mit seinem vorderen Ende an dem Kiemenbogen sich anheftet, in dessen Bereiche der N. glossopharyngeus verläuft; dieses Myomer wird von  $\zeta$  resp.  $\eta$  resp.  $\theta$  versorgt. Es gilt somit hinsichtlich der metamerischen Vergleichbarkeit der Petromyzonten und Selachier für den mittleren Fall, wo der Plexus cervicalis mit  $\eta$  beginnt:

Petromyzonten:  $\alpha$ .  $\beta$ .  $\gamma$ .  $\delta$ .  $\epsilon$ .  $\zeta$ .  $\eta$ .  $\theta$ .  $t$ .  $z$ .  $\lambda$  . . . .

Selachier<sup>1)</sup>: ( $t$ ) ( $u$ )  $v$ .  $w$ .  $x$ .  $y$ .  $z$ . 1. 2. 3. 4 . . . .

d. h. dem ersten bekannten occipitalen Nerven der Notidaniden ( $v$ ) entspricht der erste freie Spinalnerv der Petromyzonten ( $\gamma$ ) und die bei den Selachiern mit Wahrscheinlichkeit erschlossene phylogenetische Existenz vor  $\theta$  liegender Nerven ( $u$ .  $t$ . etc., cf. p. 440) wird durch die Nerven  $\alpha$  und  $\beta$ , welche bei den Petromyzonten wirklich existiren, in anschaulicher Weise illustriert<sup>2)</sup>.

Den Fall, wo die Petromyzonten gerade zwei Nerven ( $t$ ,  $u = \alpha$ ,  $\beta$ ) mehr als die Notidaniden besitzen, möchte ich indessen nach meinen wenigen hierauf bezüglichen Untersuchungen an *Petromyzon marinus* nicht als Regel bezeichnen. Hierbei ist mit individuellen Variirungen<sup>3)</sup>, welche auch ein Plus von nur einem oder von drei Nerven ergeben, mit der metamerischen Veränderlichkeit des Plexus cervicalis und mit eventuellen Auslösungen einer (oder zweier?) Wurzel desselben zu rechnen, und eine sichere Entscheidung wird erst möglich sein, wenn zahlreichere und gründlichere Untersuchungen dieser Verhältnisse bei vielen Individuen eine breitere Basis abgeben. Andererseits aber hiesse es die Vorsicht bis zur Aengstlichkeit treiben, wenn man sich zur Zeit jeder Vergleichung enthalten wollte. Wie aus den im ersten Abschnitte angegebenen Zahlen (p. 386, 387, 404) hervorgeht, besitzen die meisten Haie vor dem Schultergürtel, also im Kiemenbereiche, 8—17 laterale und 5—9 ventrale Myomeren<sup>4)</sup>, somit Verhältnisse, welche von denen bei *Petromyzon* mit 12—13

1) Die bei den Selachiern bisher noch nicht in Wirklichkeit bekannten Nerven  $t$  und  $u$  wurden, behufs des Vergleiches mit den Nerven der Petromyzonten, in Parenthese beigefügt.

2) Für den Fall, dass die ursprüngliche Zahl der spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten 3 gewesen wäre (was nach den p. 582 mitgetheilten Angaben von BORN und HATSCHKEK möglich erscheint), so würde der erste Nerv derselben nach dem oben angewandten Princip der Vergleichung als  $s$  zu deuten sein. Doch bedarf es zur besseren Fundirung noch weiterer Untersuchungen.

3) Bezüglich dieser Variirungen verweise ich auf die vorhergehende Anmerkung. Zugleich ist bei einem Beginn des Plexus cervicalis mit  $\zeta$  der erste spino-occipitale Nerv von *Petromyzon* mit  $u$ , bei einem Beginn des Plexus mit  $\theta$  der erste spino-occipitale Nerv mit  $s$  zu vergleichen.

4) Die noch weitergehenden, durch *Cestracion* und *Prionodon* vertretenen Extreme (p. 386 f., p. 404) kommen als ganz sekundär ausgebildete nicht zur Vergleichung.

dorso-lateralen und 8—10 ventralen branchialen Myomeren nicht wesentlich abweichen; und gerade die Notidaniden mit 15—17 lateralen und 8—9 ventralen Myomeren kommen *Petromyzon* ziemlich nahe<sup>1)</sup>. Es besteht danach bei den Notidaniden und Petromyzonten keine so erhebliche Abweichung in dem metamerischen Verhalten der Rumpfmuskel-Myomeren und ihren segmentalen Beziehungen zu den Kiemen, um der Annahme ungewöhnlicher und weit jenseits der durch die Selachier gegebenen Grenze liegender Verhältnisse bei den Petromyzonten irgend welchen Untergrund zu bieten. Wer das wirklich Vorliegende natürlich und ungezwungen betrachtet, kann auf Grund der bezüglichen Materialien mit gutem Gewissen behaupten, dass die Petromyzonten einige vordere Nerven, mögen das nun zwei oder drei oder auch nur einer<sup>2)</sup> sein, mehr haben als die tiefsten bekannten Selachier<sup>3)</sup> und dass bei ihnen das, was bei den Selachiern schon längst Occipitalnerv geworden ist, noch im Zustande freier Spinalnerven sich befindet.

Auch noch in anderer Hinsicht zeigen die Petromyzonten ein erheblich primitiveres Verhalten als die Selachier: Alle spino-occipitalen und spinalen Nerven besitzen bei ihnen auch im fertigen Zustande (*Petromyzon*-Stadium) dorsale Wurzeln, während dieselben an den vorderen occipitalen Nerven der ausgebildeten Selachier gänzlich rückgebildet sind; ferner liegt ihr erster spino-occipitaler Nerv hinter (caudal von) dem Vagus, während die ersten occipitalen Nerven der Notidaniden, infolge der im ersten Abschnitte ausführlich behandelten Vorwanderung, ventral und selbst ventro-rostral von dem Vagus von der Medulla abgehen oder durch das Kranium hindurchtreten; endlich zeigen die beiden ersten spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten eine recht ansehnliche Ausbildung<sup>4)</sup>, während bei den Selachiern die vordersten Occipitalnerven die am meisten vorgeschrittenen Reduktionserscheinungen aufweisen. Dazu kommt noch die Beschaffenheit des Kraniums, dessen Verknorpelung mit der Labyrinthkapsel abschliesst, so dass die Nn. glossopharyngeus und vagus bei ihrem Austritte nur von membranösen Gebilden hinten begrenzt sind.

Dass ich die beiden spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten, gerade so wie sie sich natürlich darbieten, als hinter dem Vagus gelegene beurtheile, brauche

1) Die etwas grössere Differenz in der Zahl der dorso-lateralen Myomeren vermindert sich, wenn man die schräg nach hinten gehende Lage der Scapula der Selachier, als offenbar infolge sekundärer Einflüsse aus der ursprünglichen mehr transversalen Stellung hervorgegangen, in Rechnung zieht. Ueber dem eigentlichen Kiemenbereiche der Selachier liegt eine etwas geringere Anzahl von Myomeren.

2) Auch mit der (wirklich beobachteten) Variabilität in der Anzahl der Wurzeln des Plexus cervicalis ist hierbei zu rechnen.

3) SEWERTZOFF hat, wie oben (p. 589) mitgetheilt, auch eine Vergleichung zwischen den Myomeren der Petromyzonten und Selachier angestellt, wobei ihm der M. rectus externus des Bulbus als fixer Ausgang diene, und ist dabei zu Resultaten gekommen, welche von den meinigen abweichen. Ich erblicke in der von HATSCHKE angegebenen direkten Aufeinanderfolge des M. rectus externus und des ersten metaotischen Myomers, selbst wenn die bezügliche Beobachtung einwandfrei wäre, eine durchaus cänogenetische Erscheinung (s. unten p. 609) und vermag darum dem von SEWERTZOFF zur Bestimmung der metamerischen Homologien eingeschlagenen Wege nicht zu folgen.

4) Ich rechne hier mit den Verhältnissen bei *Ammocoetes*. Bei dem erwachsenen *Petromyzon* hat der erste spino-occipitale Nerv zufolge der hohen sekundären Ausbildung des facialis Myomers selbst eine sehr ansehnliche Vergrösserung gewonnen, welche aber für die Vergleichung, die nur das primitive Verhalten berücksichtigen darf, nicht in Frage kommt.

ich nicht besonders zu wiederholen. In dieser Hinsicht unterscheide ich mich wesentlich von HATSCHKE, der sie nach der (1893 gegebenen) Berichtigung seiner ersten Mittheilung (1892) als ventrale Wurzeln des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus auffasst. Zur wirklichen Begründung dieser Anschauung müsste erst der Nachweis geliefert werden, dass sie aus dem Gebiete dieser Nerven sich sekundär völlig ablösten und caudalwärts hinter das Vagusgebiet rückten. Keine Untersuchung konnte bisher dieses Postulat erfüllen.

Nicht minder als das Nervensystem zeigt sich auch die Seitenrumpfmuskulatur in jeder Hinsicht auf einer viel tieferen Stufe als diejenige der Selachier; ausser *Amphioxus* giebt es kein Wirbelthier, das in dieser Hinsicht unter den Petromyzonten stünde.

Die Elemente epibranchialer spinaler Muskeln (Subspinalis und Interbasales) sind in den lateralen Myomeren des branchialen und praebranchialen Gebietes enthalten, aber noch nicht aus ihnen herausdifferenzirt; die tiefen von v. KUPFFER beschriebenen Kopfmyomeren erinnern in ihrer Lage specieller an den M. subspinalis, zeigen aber in ihrer Innervation und frühen Vergänglichkeit Züge, welche eine Homologie mit diesem Muskel ausschliessen (cf. p. 592, 593).

Der hypobranchialen spinalen Muskulatur entspricht im Allgemeinen der Muskelzug der branchialen ventralen Myomeren. Die Dysmetamerie derselben gegenüber den dorsalen und lateralen Myomeren und gegenüber den Kiemenbogen fand sich auch bei den Gnathostomen und wurde bei den Selachiern ausführlich besprochen (p. 386 ff., 404 f.). Die Dysmetamerie zu den Branchiomen erscheint bei den Petromyzonten infolge der gestreckteren Dimensionen in dieser Gegend noch mehr ausgebildet als bei den Selachiern; bei ersteren ist der Kiemenkorb infolge ihrer besonderen Lebensweise weit nach hinten ausgedehnt, bei letzteren relativ nach vorn zusammengeschoben. Genauere Abzählungen zeigen indessen, dass die Differenz nicht so gross ist, als es auf den ersten Blick den Anschein hat.

Speciellere Vergleiche der Muskeln der Petromyzonten und Selachier verbietet die im Detail ausserordentlich divergente Entwicklung beider Abtheilungen. Eine Homologie allgemeinen Grades dürfte die zwischen dem ersten und letzten Kiemenloche gelegenen ventralen branchialen Myomeren der Petromyzonten mit den Mm. coraco-branchiales der Selachier verbinden; die Lage der vorderen Myomerengrenzen und die Innervation derselben durch den Plexus cervicalis sprechen für die Verwandtschaft, die Ursprungsverhältnisse und die Ausdehnung der einzelnen Muskelkomponenten sind deutliche Zeichen der sehr verschiedenartigen Differenzirung. Noch mehr entfernen sich die beiden praebranchialen ventralen Myomeren von den vorderen Elementen der hypobranchialen Selachier-Muskulatur (Mm. coracohyoideus und coraco-mandibularis); nur dass sie vor den Homologen der Mm. coraco-branchiales liegen, lässt an eine sehr vage Vergleichung denken, alles Andere, insbesondere Insertion und Innervation, schliesst jede speciellere Homologisirung aus.

Auf Grund der Innervation ist man geneigt, ihnen eine ganz andere Art der Abgliederung von den dorso-lateralen Myomeren zuzuschreiben, als die Entwicklungsgeschichte für die hypobranchialen Muskeln der Selachier lehrt; doch genügen die vorliegenden Materialien noch nicht für die Entscheidung dieser schwierigen Frage, dies um so mehr nicht, als die ontogenetische Entwicklung dieses ventralen Zuges völlig singuläre Wege geht (p. 604). Das faciale Myomer der erwachsenen Petromyzonten ist aus den lateralen Elementen der Seitenrumpfmuskulatur abzuleiten und eine Differenzirung *sui generis*; auch seine späte Ausbildung zeugt genugsam von dem sekundären Charakter desselben.

Noch sei mit einigen Worten des *M. rectus externus (bulbi)* der Petromyzonten gedacht, welcher nach HATSCHKE (1892 p. 149) einem protischen Metamer entsprechen und bei *Ammocoetes* direkt mit dem vorderen Myoseptum des ersten metaotischen Myomers verbunden sein soll, von ihm auch bei einem 12 cm langen *Ammocoetes* als longitudinaler, an der hinteren Circumferenz des Auges inserirender Muskel abgebildet wird (p. 149 Fig. 10). v. KUPFFER hat sich, wie schon erwähnt (p. 593), mit Gründen gegen diese Ableitung ausgesprochen.

Ich habe zwei *Ammocoetes* von 7,2 und 12 cm Länge (somit das ältere Stadium demjenigen von HATSCHKE an Grösse entsprechend) daraufhin untersucht und finde bei Beiden den von HATSCHKE abgebildeten Muskel von der vorderen Fläche der hinteren Circumferenz der häutigen Orbita an die hintere Fläche des Bulbus treten. Da nun gleichfalls zahlreiche Fasern des dorsolateralen Theiles des Seitenrumpfmuskels an der hinteren Fläche der hinteren Circumferenz der Orbita, also dem genannten Augenmuskel direkt gegenüber, sich inseriren (*Retractores orbitae*, s. p. 602), so gewinnt es allerdings den Anschein, als ob beide Muskeln, *Retractores orbitae* und *Rectus externus* von HATSCHKE, zwei nur durch ein Myoseptum getrennte und somit direkt auf einander folgende Längsmuskeln wären. Aber das Myoseptum ist in Wirklichkeit die Orbita und der vermeintliche *Rectus externus* der von dem N. trochlearis innervirte *M. obliquus posterior (superior)*. Die vom N. abducens versorgten *Mm. rectus externus (posterior)* und *rectus inferior* haben einen gänzlich anderen Verlauf und unterscheiden sich, abgesehen von der relativ geringen Grösse, nicht von den gleichnamigen Muskeln des erwachsenen Petromyzon, hinsichtlich welcher ich die Befunde meines Bruders P. FÜRBRINGER (1875 Taf. II. Fig. 19. 20) durchaus bestätigen kann. — Vermag ich somit HATSCHKE in seinen, die thatsächlichen Befunde betreffenden Angaben nicht zu folgen, so will ich damit eine Abstammung dieser Muskeln von Kopfmyotomen überhaupt keineswegs a priori leugnen; ich halte dieselbe sowohl bezüglich des *Obliquus superior*, wie des *Rectus externus*, insbesondere bezüglich des letzteren für sehr wahrscheinlich, wenn auch bisher nicht sicher bewiesen. Jener Auffassung jedoch möchte ich mich widersetzen, welche den letztgenannten Augenmuskel direkt an die Anfänge der metaotischen Myotome, d. h. der Rumpfmuskulatur knüpft. v. KUPFFER's bezügliche gegen HATSCHKE gerichtete Aus-

führungen (vergl. p. 593) unterstützen mich nur in dieser Auffassung. Selbst wenn — was ich einstweilen noch bezweifle — die ontogenetische Untersuchung jüngerer Stadien doch noch Befunde liefern sollte, welche die direkte Aufeinanderfolge des Abducens-Myotoms<sup>1)</sup> und des ersten spino-occipitalen Myotoms zeigen, so würde ich darin eine cänogenetische Zusammenschiebung einstmals von einander entfernter Myotome erblicken, welche ursprünglich durch dazwischen liegende, jetzt aber verkümmerte Myomeren getrennt waren. Bei Myomeren, von denen das eine durch einen im Trigemini-Gebiete liegenden, das andere durch einen hinter dem Vagus entspringenden Nerven versorgt wird, zwischen deren Wurzeln somit die ganze Reihe des Acustico-Facialis, Glossopharyngeus und Vagus-Complexes liegt, erscheint mir die direkte Aufeinanderfolge in der Phylogenese ausgeschlossen. Bis mir nicht der sichere Nachweis erbracht wird, dass die in Frage kommenden Nerven ursprünglich direkt neben einander von dem centralen Nervensystem ausgingen, glaube ich nicht an ihre primordiale direkte Nachbarschaft.

### B. Myxinoides.<sup>2)</sup>

Die Untersuchungen über die betreffenden Verhältnisse bei den Myxinoiden sind spärlichere als bei den Petromyzonten. Auf Grund origineller Beobachtungen handeln über die Nerven A. RETZIUS (1822, 1826), J. MÜLLER (1835, 1840), SCHNEIDER (1872), W. K. PARKER (1883), RANSOM and THOMPSON (1886), NANSEN (1887), G. RETZIUS (1890—93), SANDERS (1894) und PRICE (1896), über die Muskeln A. RETZIUS (1824), J. MÜLLER (1835), P. FÜRBRINGER (1875), SCHNEIDER (1879) und WIEDERSHEIM (1883, 1888)<sup>3)</sup>. Aus diesen Arbeiten heben sich namentlich J. MÜLLER's klassische Untersuchungen, sowie die Veröffentlichungen von RANSOM and THOMPSON, G. RETZIUS, SANDERS und PRICE hervor; die wenigen auf das hier behandelte Gebiet bezüglichen Angaben von P. FÜRBRINGER sind durch Genauigkeit ausgezeichnet, NANSEN giebt Gutes über die histologischen Verhältnisse des Rückenmarks. Die neuesten kurzen Mittheilungen von PRICE über die Entwicklung von *Bdellostoma* haben unsere Kenntnisse dieser tiefstehenden, interessanten Wirbelthierform sehr bedeutend bereichert und berechtigen zu grossen, an das Erscheinen der ausführlichen Monographie zu knüpfenden Erwartungen.

Die bereits bei den Petromyzonten wenig prägnante Sonderung der spinalen und spino-occipitalen Nerven tritt bei den Myxinoiden, deren Kraniaum — abgesehen

1) Bezüglich des Trochlearis-Myotomes, um das es sich auf Grund der thatsächlichen Befunde bei *Ammocoetes* und *Petromyzon* in erster Linie handeln würde, ist allerdings doppelte Vorsicht geboten.

2) Hinsichtlich der Beschränktheit der meine Untersuchungen illustirenden Abbildung gilt das Gleiche wie bei den Petromyzonten (p. 581 Anm. 1). Auch hier werde ich an anderer Stelle Gelegenheit nehmen, diese Lücke auszufüllen. — Fig. 23 auf Taf. VII (*Bdellostoma*), die nach einem defekten Exemplare angefertigt wurde, ist ungültig; an ihre Stelle tritt die Textfigur 1, welche die betreffenden Verhältnisse vollständiger und richtiger wiedergibt.

3) Ueber die histologischen Verhältnisse derselben vergleiche namentlich GRENACHER 1867, SCHNEIDER (1879) und MAURER (1894).

von der Nasen- und Labyrinthkapsel und den kurzen und unbedeutenden basalen Parachordalia — häutig ist, noch weniger hervor. Im Wesentlichen verhalten sich alle Spinalnerven s. l. gleich, und die bei den Petromyzonten beschriebene Ansenbildung der ersten Nerven ( $\alpha$ ,  $\beta$ ), wodurch diese sich den auf sie folgenden wenigstens einigermassen gegenüberstellten, geht auch den Myxinoiden ab. Immerhin kann man auch bei diesen die beiden ersten Nerven nach ihrem Ursprung und Durchtritt durch denjenigen Theil der membranösen Gehirnkapsel, der zweifellos als häutiges Kranium anzusehen ist, als spino-occipitale Nerven ( $\alpha'$ ,  $\beta'$ ) von den folgenden spinalen Nerven ( $\gamma'$ ,  $\delta'$  etc.) unterscheiden. Durch die Anwendung derselben Buchstaben — die aber hier bei den Myxinoiden mit Strich versehen sind — soll in keiner Weise eine spezielle Homologie mit den gleichbezeichneten Nerven der Petromyzonten praejudicirt werden.

Die überwiegende Mehrzahl der Autoren lässt auf den Vagus sogleich Spinalnerven folgen. Nur vereinzelt wird an einen Vergleich des ersten Paares derselben mit dem Hypoglossus oder überhaupt an den Hypoglossus gedacht: so bemerkt VAN WIJHE (1889 p. 565), dass bei den Myxinoiden noch kein Hypoglossus als Kopfnerv nachgewiesen sei, wiewohl er bei *Petromyzon* aus dem Schädel trete. G. RETZIUS (1893 p. 59), dass er vergebens nach dem Hypoglossus gesucht habe<sup>1)</sup>; SANDERS (1894 p. 19, 20) lässt die Möglichkeit offen, ob die von ihm zum Vagus gerechnete dorsale Wurzel nicht doch derjenigen Wurzel von *Petromyzon* entspreche, welche dort von SCHLEMM und D'ALTON als Hypoglossus aufgefasst worden sei.

Die Zahl der Spinalnerven giebt J. MÜLLER (1840 p. 29) auf über 100 an, wobei er von Kopf bis After 89, von After bis Schwanzende 20 zählt.

Die Existenz ventraler und dorsaler Wurzeln bei allen Spinalnerven wird zuerst von J. MÜLLER (1840 p. 29) angegeben und von allen späteren Autoren bestätigt<sup>2)</sup>.

Der centrale Ursprung der Spinalnerven in der Medulla wird namentlich von NANSEN, G. RETZIUS und SANDERS beschrieben. Bezüglich der ventralen Wurzeln gelang nur NANSEN (1887 p. 159 Fig. 106) einige Male bei den dünnen Fasern derselben der Nachweis eines Zusammenhanges mit ventralen motorischen Ganglienzellen; RETZIUS (1891 p. 53) und SANDERS (1894 p. 20) vermochten die motorischen Fasern nicht bis zu Zellen zu verfolgen. Hinsichtlich der dorsalen Wurzeln beschrieben NANSEN (1887 p. 158) und RETZIUS (1891 p. 52) übereinstimmend, dass sich dieselben dichotomisch nach dem Eintritt in das Rückenmark theilen und dass beide Zweige, ohne Kollateralen abzugeben, rostral- und caudalwärts in der Medulla verlaufen, dass aber ein Verband mit Zellen nicht sichtbar sei<sup>3)</sup>; SANDERS (1894 p. 20) hält für wahrscheinlich, dass sie von den kleinen Zellen des Rückenmarks entspringen.

1 Auch RANSOM and THOMPSON 1886 p. 425 bemerken, dass die dicken Nervenfasern, welche sie bei *Petromyzon* unter Vagus 2a. aufführen und welche ich mit dem ersten spino-occipitalen Nerven identificirte p. 582, den Myxinoiden abgehen.

2 Auf den Abbildungen von G. RETZIUS 1893 Taf. XXIV Fig. 1, 2, 3 sind nur die dorsalen Wurzeln wiedergegeben; die ventralen, über deren Existenz RETZIUS schon 1891 genaue Mittheilungen machte, waren wahrscheinlich infolge der Maceration abgerissen.

3 Wie die genannten Autoren mit Recht hervorheben, ist auch nicht zu erwarten, dass die bezüglichlichen mit Spinalganglien verbundenen Fasern von medullaren Zellen beginnen. Ueber etwas den Hinterzellen KUTSCHIN'schen Zellen der Petromyzonten Vergleichbares wird nichts berichtet.

Der Abgang von der Medulla erfolgt bei den ventralen Wurzeln mit 2 (RANSOM and THOMPSON 1886 p. 423, an einigen Regionen, wenn nicht überall<sup>1)</sup>; G. RETZIUS 1891 Taf. XVI, oft) oder 3 bis 4 (SANDERS 1894 p. 20) Wurzelbündeln, und zwar von dem lateralen Theile der ventralen Fläche des bandförmig abgeplatteten Rückenmarks<sup>2)</sup>, bei den dorsalen Wurzeln mit einem geschlossenen Bündel (RANSOM and THOMPSON, RETZIUS, SANDERS) von der Mitte oder dem lateralen Theile der dorsalen Fläche desselben. Dorsale und ventrale Wurzeln alterniren mit einander; zugleich findet auch eine alternirende Asymmetrie der rechten und linken Seite statt (RETZIUS 1893 Taf. XXIV Fig. 1, 2, SANDERS 1894 p. 20, der zugleich über weitere Unregelmässigkeiten in dieser Asymmetrie berichtet).

Der Durchtritt der ventralen und dorsalen Wurzeln durch die häutige Umhüllung des Rückenmarks (häutige Wirbelsäule) erfolgt in getrennten (J. MÜLLER 1840 p. 29), alternirenden Oeffnungen. Wenn ich RANSOM and THOMPSON (1886 p. 423) recht verstehe, lassen diese Autoren die beiden Wurzelbündel der ventralen Wurzeln auch während des Durchtritts noch getrennt bleiben. Die Richtung der Wurzeln und ihrer peripherischen Fortsetzungen ist hierbei eine in der Hauptsache transversale, wie die Abbildungen der ersten Spinalnerven von W. K. PARKER (1883 Taf. XVII Fig. 4) und G. RETZIUS (1893 Taf. XXIV Fig. 1, 2) zeigen.

Nach dem Austritt aus der membranösen Rückenmarkshülle schwellen die dorsalen Wurzeln zu Spinalganglien an, die zuerst von SCHNEIDER (1879 p. 74) allgemein nachgewiesen wurden, nachdem J. MÜLLER (1840 p. 29) nur für die dorsale Wurzel des ersten Spinalnerven eine Anschwellung angegeben hatte<sup>3)</sup>. Genauere Mittheilungen über die Spinalganglien machen RANSOM and THOMPSON (1886 p. 423), NANSEN (1887 p. 162), G. RETZIUS (1890 p. 97) und SANDERS (1894 p. 20); RETZIUS findet bei *Myxine* dieselben Verhältnisse wie FREUD bei *Petromyzon* und bildet auch alle Uebergänge von bipolaren zu T-förmig unipolaren Zellen, sowie eine durchtretende Faser ab (Taf. XVIII Fig. 2)<sup>4)</sup>. Die ventralen Wurzeln bestehen nur aus Nervenfasern.

Beide Wurzeln bleiben nicht wie bei *Petromyzon* getrennt, sondern vereinigen sich in einiger Entfernung von dem Austritt zu einem gemeinschaftlichen gemischten Stamme (SCHNEIDER 1879 p. 76, RANSOM and THOMPSON 1886 p. 423, SANDERS 1894 p. 21; SCHNEIDER hebt zugleich hervor, dass *Myxine* darin höher als *Petromyzon* stehe Ueber den weiteren Verlauf, die Verzweigung und Verbreitung der Spinalnerven berichten J. MÜLLER (1840 p. 29), sowie RANSOM and THOMPSON (a. a. O.) und SANDERS (a. a. O.); SANDERS untersuchte nur *Myxine*, die anderen Autoren *Bdellostoma* und *Myxine* und fanden bei beiden Gattungen übereinstimmende Verhältnisse. Nach diesen Untersuchungen giebt sowohl die ventrale (motorische) wie die dorsale (sensible) Wurzel (resp. das Ganglion spinale) dorsale und ventrale Aeste ab<sup>5)</sup>; erstere sind die schwächeren und verlaufen (in ihren motorischen und sensibeln Antheilen) getrennt, letztere verbinden sich zu einem gemischten Stamme (RANSOM and THOMPSON, SANDERS); zugleich geben RANSOM and THOMPSON an, dass die dorsalen motorischen Aeste mit 2 Wurzeln von den doppelten motorischen Wurzeln jedes Nerven entspringen und dass diese Wurzeln erst im weiteren Verlaufe sich mit einander verbinden. Die ventralen Aeste verlaufen ventralwärts und enden in den Mm. recti

1) RANSOM and THOMPSON heben mit Recht die Aehnlichkeit mit *Amphioxus* in dieser Hinsicht hervor.

2) RETZIUS (1891 p. 53) betont zugleich die Asymmetrie im Abgange derselben vom Rückenmark.

3) Auch PRICE (1896 A. p. 71, 72) erwähnt dieselben kurz und benutzt sie zur metamerischen Bestimmung der Kiemenöffnungen bei den von ihm untersuchten Embryonen von *Bdellostoma stouti*. In seinem Stadium A. liegt die 6. oder 7. Kiemenspalte in der Höhe des 1. Spinalganglions, im Stadium C befinden sich die persistirenden 11 Kiemenöffnungen in der Höhe des 19. bis 29. Spinalganglions.

4) In der gleichen Abhandlung giebt RETZIUS auch p. 98, 99 eine genauere Beschreibung der von ihm gefundenen subkutanen Ganglienzellen und sensibeln Zweige und weist zugleich darauf hin, dass dieselben unter den Wirbelthieren bisher nur noch bei *Petromyzon* (LANGERHANS 1873) und *Amphioxus* (QUATREFAGES 1845, LEUCKART und PAGENSTECHER 1858, STIEDA 1873, LANGERHANS 1876 und ROHON 1882) gefunden worden seien.

5) J. MÜLLER (1840 p. 29) leugnet die Existenz eines besonderen Ramus dorsalis.

(abdominis). Der 1. Spinalnerv verläuft über der Gehörkapsel und dem Vagus nach aussen und verzweigt sich in den beiden ersten Myomeren, während die folgenden Spinalnerven immer je ein Myomer versorgen (J. MÜLLER 1840 p. 29).

Von Anastomosen mit Gehirnnerven oder über irgend welche dem Sympathicus entsprechenden Elemente wird nirgends berichtet, RANSOM and THOMPSON (1886 p. 425) stellen beide ausdrücklich in Abrede.

Ueber den dem ersten Spinalnerven vorausgehenden N. vagus machen fast sämtliche Autoren von A. RETZIUS (1822) bis PRICE (1896) kürzere oder ausführlichere Mittheilungen. Fast übereinstimmend wird er als letzter Gehirnnerv angegeben. Er gehe hinter dem N. acusticus aus dem seitlichen Umfange des Lobus medullae oblongatae mit einer Wurzel resp. drei vertikal angeordneten Bündeln (SANDERS 1894 p. 19) oder mehreren Wurzeln (RETZIUS 1893 p. 59) ab und trete durch eine Spalte der Gehörkapsel über den hinteren Theil der Gehörkapsel aus (J. MÜLLER 1840 p. 25, PARKER 1883 p. 401); wahrscheinlich enthalte er auch Fasern des N. glossopharyngeus (PARKER). Nach RANSOM and THOMPSON (1886 p. 425) fehlen ihm bei *Bdellostoma* und *Myxine* die dicken, bei *Petromyzon* von diesen Autoren sub Vagus 2a angegebenen Fasern (nach meiner Deutung der erste spino-occipitale Nerv von *Petromyzon*). RETZIUS (1893 p. 59 Taf. XXIV Fig. 1—3) unterscheidet bei *Myxine* den eigentlichen Vagus, der mit mehreren Wurzeln entspringt und keine Ganglienzellen enthält, und rechnet ihm eine dorsal daneben abgehende dünne Wurzel zu, welche ein Ganglion nach Art der dorsalen Spinalnervenwurzeln besitzt; letztere als ersten Spinalnerven aufzufassen, sei wohl wegen des Ursprungs von der Medulla oblongata nicht annehmbar. SANDERS (1894 p. 19) findet das Gleiche unabhängig von RETZIUS bei *Myxine*: die Hauptwurzel kommt in drei Bündel getheilt aus dem hinteren Ende des latero-ventralen Ganglion der Medulla und tritt über die Ohrkapsel nach aussen, dorsal von ihr befindet sich eine feinere mit Ganglion versehene Wurzel, welche wohl als dorsale Wurzel des Vagus zu betrachten sei<sup>1)</sup>. Desgleichen beschreibt PRICE (1896 B. p. 85, 86) bei Embryonen von *Bdellostoma* eine dünne und lange dorsale Vaguswurzel mit kleinem Ganglion, findet aber anstatt der Hauptwurzel eine Reihe von zarten Wurzeln, welche sich in horizontaler Linie von dem hinteren Niveau der Ohrkapsel bis zum ersten Spinalganglion erstrecken. Bezüglich des weiteren Verlaufes des Vagus ist J. MÜLLER's Beschreibung (1840 p. 25 und 1835 Taf. VII Fig. 1, 2) noch unübertroffen und wird auch von STANNIUS (1854), GEGENBAUR (1870) und HUXLEY (1871, 1873) in den Hauptzügen rekapitulirt. Danach wendet sich der Vagus gleich nach dem Austritt direkt nach hinten und verläuft in longitudinaler Richtung successive über den dorsalen Bereich des Constrictor pharyngis, der Kiemen und des Constrictor cardiae, um am hinteren Ende desselben mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Nerven zusammenzutreten (N. intestinalis impar), welcher an der Insertionsstelle des Mesenterium am Darm caudalwärts zieht und immer dünner werdend bis zum After sich erstreckt. Auf diesem Wege giebt er zuerst einen R. pharyngeus für die Muskulatur und die Schleimhaut des praebanchialen Pharynx ab, danach im Kiemenbereiche gemischte Rr. branchiales, welche der Zahl der Kiemen entsprechen, und fernerhin den Plexus cardiacus, welcher in dem Constrictor cardiae ein complicirtes Nervengeflecht bildet, diesen und die muskulöse Bedeckung des Ductus oesophageo-cutaneus versorgt und, wie es scheint, auch zum Herzen geht; von dem R. intestinalis impar endlich entstehen zahlreiche Rr. intestinales, welche den vollständig fehlenden Sympathicus ersetzend den Darm in seiner ganzen Länge innerviren. Ein R. lateralis vagi wurde von J. MÜLLER nicht gefunden und auch von Keinem der folgenden Untersucher ausser SANDERS (s. unten) angegeben. RANSOM and THOMPSON (1886 p. 425) beobachteten in dem Stamme des Vagus segmental angeordnete Ganglien; PRICE (1896 B. p. 85) führt bei den von ihm untersuchten Embryonen epibanchiale Ganglien an, welche von der zweiten bis letzten Kiementasche sich erstrecken, während die epibanchialen Ganglien des Facialis sich an den drei ersten Kiemen

1) Auch den darauf folgenden ersten aus dorsaler und ventraler Wurzel bestehenden Spinalnerven ist er geneigt, dem Vagus zuzurechnen, enthält sich aber einer definitiven Entscheidung (p. 20).

finden, wonach also die 2. und 3. Kiementasche von beiden Nerven, Facialis und Vagus, versorgt werden<sup>1)</sup>. Sehr im Gegensatze zu J. MÜLLER giebt SANDERS (1894 p. 19) an, dass der dem latero-ventralen Ganglion entstammende Hauptstamm des Vagus in seinem weiteren Verlaufe nach hinten sich zwischen der dorsalen und ventralen Rumpfmuskelmasse einbette und daher einen R. lateralis repräsentire.

Unsere bisherige Kenntniss der Seitenrumpfmuskulatur der Myxinoiden beschränkt sich im Wesentlichen auf die ausführliche Beschreibung J. MÜLLER'S (1835 p. 179 ff.), während P. FÜRBRINGER (1875 p. 12) nur über den Tentacularis posterior, der von dem ersten Spinalnerven versorgt werden soll, berichtet, SCHNEIDER (1879 p. 82) im Anschlusse an GRENACHER (1867 p. 577) die höhere histologische Entwicklung der Muskeln von *Myxine* im Vergleich zu *Petromyzon* hervorhebt, MAURER (1894 p. 509 ff.) in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Elemente der Rumpfmuskulatur der Cyclostomen und höheren Wirbelthiere sich über den gleichen Gegenstand entwicklungsgeschichtlich (Zerfall der Muskelbänder der Petromyzonten in die Muskelfasern der Myxinoiden) verbreitet, WIEDERSHEIM (1883 p. 232, 1888 p. 238) endlich eine kurze Darstellung der betreffenden Muskeln, in der Hauptsache im Anschlusse an J. MÜLLER, giebt<sup>2)</sup>.

Die Beschreibung MÜLLER'S zeigt, wie auch SCHNEIDER und WIEDERSHEIM betonen, eine höhere Entwicklung des Seitenrumpfmuskelsystems der Myxinoiden im Vergleich zu den Petromyzonten. Dasselbe ist in eine dorsale resp. dorso-laterale und eine ventrale Abtheilung gesondert, welche beide in verschiedener Weise differenzirt sind. Die dorso-laterale Abtheilung besteht aus Myomeren, deren Muskelemente longitudinal verlaufen und die von einander durch Septen getrennt werden, welche in ihrem dorsalen Bereiche gezackt, in ihrem lateralen quer verlaufen; J. MÜLLER unterscheidet danach einen Rückenmuskel und Seitenmuskel (p. 180), die aber beide direkt in einander übergehen. Am Kopfe endet der dorso-laterale Muskel von *Bdellostoma* in einer konvexen Grenzlinie (MÜLLER 1835 Taf. VI) derart, dass die dorsale Partie mit der der Gegenseite durch eine breite Membran verbunden zwischen den Augen an der Dorsalfäche des Kraniums inserirt, während die laterale Partie in einen längeren Zipfel (Myomer mit viel längeren Muskelfasern) ausläuft und theils an der Fascie, theils an dem Knorpel des unteren (4.) Tentakels inserirt. P. FÜRBRINGER (1875 p. 12 Taf. I Fig. 7) beschreibt bei *Myxine* als vordersten, vom ersten Spinalnerven innervirten Abschnitt des Seitenrumpfmuskels den M. tentacularis posterior, der von der gemeinsamen Aponeurose der beiden Dorsalpartien des Seitenrumpfmuskels entspringt und als platter, ziemlich breiter Muskel mit parallelen Fasern nach vorn geht, wo er an dem 2. und 3. Tentakel<sup>3)</sup> und einem zwischen beiden ausgespannten Ligament endet<sup>4)</sup>. Die ventrale Abtheilung der Seitenrumpfmuskulatur ist in einen oberflächlichen M. obliquus externus und einen tiefen M. rectus zerfallen. Der M. obliquus externus bildet einen einheitlichen, nicht durch Myosepten gesonderten, von Kopf bis After erstreckten Muskel, welcher von der oberflächlichen Fascie des Lateralmuskels entspringt und mit descendenten Fasern nach der ventralen Mittellinie des Körpers verläuft, wo er sich im Kopf- und Kiemenbereiche mit dem der Gegenseite ausgiebig kreuzt, hinter den Kiemen dagegen durch Raphe mit ihm verbindet. Sein vorderes Ende beginnt bei *Bdellostoma*,

1) Die erste Kiemenspalte vergleicht PRICE der hyomandibularen der Gnathostomen.

2) Die Beschreibungen und Abbildungen von A. RETZIUS (1824 p. 1023 f.) sind mir nicht recht verständlich geworden.

3) Ueber die Tentakeln von *Myxine*, sowie ihre Muskeln und Nerven macht POLLARD in einer ausführlichen Arbeit (1895 A.) neuerdings genauere Mittheilungen, welche auch den Versuch einer Vergleichung mit den Tentakeln resp. den ihnen nach POLLARD'S Anschauungen entsprechenden Gebilden bei den gnathostomen Fischen enthalten. Eine zweite Veröffentlichung (1895 B.) beschäftigt sich in Kürze mit dem gleichen Thema.

4) Bezüglich der zwischen ihm und J. MÜLLER hinsichtlich des Ursprunges bestehenden Kontroverse verweise ich auf seinen Text (1875 p. 12 Ann. 3).

einige Linien hinter dem 4. Tentakel; im Bereiche der Kiemen ist er bei *Bdellostoma* von den einzelnen Oeffnungen derselben und dem Ductus oesophageo-cutaneus metamer durchbohrt, während bei *Myxine* nur 1 Durchbruchöffnung sich findet. Die sogenannten Schleimsäcke liegen bei *Bdellostoma* an seiner Innenfläche, so dass er auch von den Ausmündungen derselben segmental durchsetzt wird, bei *Myxine* dagegen oberflächlich zwischen ihm und der Haut. Der M. rectus bildet einen schmäleren und ziemlich dünnen ventralen Streifen von longitudinal verlaufenden Muskelementen, welcher den der Gegenseite in der ventralen Mittellinie berührt und aussen von dem M. obliquus externus gedeckt wird. Er ist nicht einheitlich wie dieser gebildet, sondern durch Septen in einzelne Myomeren gesondert, welche in ihrer Zahl und Anordnung mit denen des dorso-lateralen Muskels übereinkommen. In ventraler Lage von den Kiemenlöchern erstreckt er sich vom After bis zum Hyoid, wo er mit schmaler Sehne an der Uebergangsstelle des knorpeligen und verkalkten Theiles inserirt. Nach J. MÜLLER sind der rechte und linke Muskel von *Bdellostoma* symmetrisch angeordnet (1835 Taf. VI Fig. 3), während WIEDERSHEIM bei *Myxine* (1853 p. 232 Fig. 190, 1858 p. 238 Fig. 199) ein Alterniren der beiderseitigen Myomeren abbildet.

Augenmuskeln oder etwas ihnen Vergleichbares wurden bei den Myxinoiden bisher vergeblich gesucht.

Zur eigenen Untersuchung hatte ich ein reiches Material zur Verfügung, welches ich der Güte der Herren Prof. A. AGASSIZ in Cambridge, Mass., Dr. H. BRAUS in Jena, Prof. L. DÖDERLEIN in Strassburg, Dr. L. DRÜNER in Kassel, Präsident Prof. D. S. JORDAN in Palo Alto, Ca., Prof. E. L. MARK in Cambridge, Mass., Geh. Rath Prof. K. MÖBIUS in Berlin, Prof. M. NUSSBAUM in Bonn, Dr. L. H. PLATE in Berlin, Prof. G. C. PRICE in Palo Alto, Ca., Prof. G. RUGE in Amsterdam, Prof. R. SEMON in Jena und Prof. M. WEBER in Amsterdam verdanke. Dasselbe bestand aus den Species:

*Bdellostoma bischoffi*, SCHNEIDER; *Bd. bürgeri*; *Bd. cirrhatum*, Bl. Schn.; *Bd. polytrema*, Gthr.<sup>1)</sup>; *Bd. stouti* Lockington;

*Myxine glutinosa* L. (zahlreiche Exemplare),

wurde indessen, theils aus Gründen der Schonung, theils, weil diese Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, nur theilweise benutzt<sup>2)</sup>.

Es erscheint zweckmässig, die folgende Darstellung zuerst mit den typischen spinalen Nerven ( $\gamma'$ ,  $\delta'$  etc.) beginnen zu lassen und erst daran die spino-occipitalen Nerven ( $\alpha'$ ,  $\beta'$ ) anzuschliessen.

Die typischen spinalen Nerven ( $\gamma'$ ,  $\delta'$  etc.) setzen sich, wie schon von den früheren Untersuchern angegeben worden, aus ventralen und dorsalen Wurzeln zusammen. Der erste spinale Nerv ( $\gamma'$ ) hat meistens eine dorsale Wurzel von grösserer Dicke als die Summe der zugehörigen ventralen; bei den folgenden Nerven ( $\delta'$  etc.) ist sie ihnen annähernd gleich oder mitunter selbst etwas schwächer.

Bezüglich des ventralen Ursprunges beider Wurzeln kann ich den Angaben von NANSEN, RETZIUS und SANDERS nichts hinzufügen, da der Erhaltungszustand meines

1) Die bezüglichen mir unter diesem Namen von den Herren AGASSIZ und MARK mitgetheilten Exemplare hatten 10 Kiemenöffnungen und glichen auch sonst *Bdellostoma bischoffi*. Ich führe sie daher, ebenso wie ein entsprechendes Stück aus den hiesigen Vorräthen, unter dieser Bezeichnung in der Folge an.

2) Eine spätere Veröffentlichung soll versuchen, die noch bestehenden Lücken auszufüllen.

Materiales für bezügliche speciell darauf gerichtete Untersuchungen nicht ausreichte. Die centralen Anfänge der ventralen und die letzten centralen Endigungen der dorsalen Wurzeln müssen daher in suspenso bleiben. Etwas an die sogenannten Hinterzellen (KUTSCHIN'sche Zellen) der Petromyzonten Erinnerndes konnte ich ebenfalls zufolge der Beschaffenheit meines Materiales nicht finden; ob die von SANDERS angegebenen kleinen Zellen, welche nach diesem Autor wahrscheinlich die hinteren Wurzeln entstehen lassen sollen, denselben vergleichbar sind, erscheint recht zweifelhaft<sup>1)</sup>.

Der Abgang geschieht bei den ventralen Wurzeln von der Ventralfläche der Medulla spinalis und zwar in der Regel mit zwei getrennten Wurzelbündeln, die ihrerseits wieder aus einigen Wurzelfäden sich zusammensetzen, so dass man auch, wie das SANDERS thut, mehr Wurzelbündel zählen kann; als überwiegende Regel finde ich bei *Bdellostoma* die Zweizahl, stimme somit darin RANSOM and THOMPSON wie RETZIUS vollkommen bei. Doch können ausnahmsweise durch Spaltung auch 3 bis 4 oder auch (namentlich am ersten Spinalnerven) durch ganz nahes Zusammentreten der Fasern der beiden Wurzelbündel nur 1 entstehen. Beide Wurzeln sind meistens ungefähr gleichstark und liegen einander bald näher, bald ferner; die grösste Annäherung zeigte  $\gamma^r$ , danach  $\delta^r$ . Die dorsalen Wurzeln bilden stets ein kompaktes von der Dorsalfläche der Medulla abgehendes Bündel. Wie bereits betont, alterniren ventrale und dorsale Wurzeln mit einander; im Gegensatze zu *Petromyzon* gehen hierbei die ventralen den zugehörigen dorsalen voraus. Die erste auf die spino-occipitalen Nerven folgende Wurzel ist somit eine ventrale ( $\gamma^r$ ) und zwar ist das erste Wurzelbündel derselben an  $\gamma^d$  oft so nahe herangerückt, dass sie selbst direkt ventral davon liegen kann. Desgleichen kann ich die von RETZIUS und SANDERS bei *Myxine* angegebene Asymmetrie im Abgang der rechts- und linksseitigen Nerven bestätigen; dieselbe findet sich — zum Unterschiede von *Petromyzon*, wo sie von FREUD nur im Bereiche des Caudalmarks beobachtet wurde (p. 585) — in der ganzen Länge des Rückenmarkes, und zwar, wie es auf Grund meiner allerdings nicht sehr zahlreichen Untersuchungen den Anschein hat, bei *Bdellostoma* nicht so ausgeprägt wie bei *Myxine*.

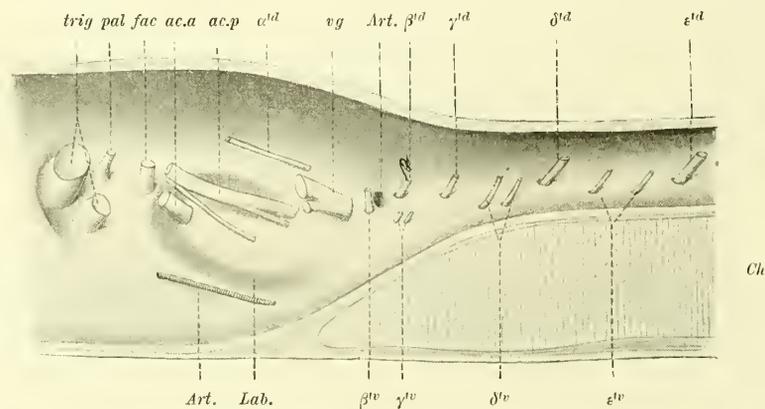
Dorsale und ventrale Wurzeln der spinalen Nerven treten durch besondere Öffnungen in der häutigen Wirbelsäule nach aussen. Auch die beiden ventralen Wurzelbündel durchsetzen dieselbe (s. Textfigur 1 auf p. 616) in der Regel gesondert; meist sind beide Oeffnungen, namentlich bei *Bdellostoma*, so weit von einander entfernt, dass ihre gegenseitige Distanz annähernd ebenso gross ist als die von den dorsalen Wurzeln; doch können sie einander näher liegen, selbst (individuell bei  $\gamma^r$ ) durch eine Oeffnung nach aussen gehen.

Nach dem Austritte zeigen die spinalen Nerven folgende Verhältnisse in der

1) STODNICKA, der am hinteren Ende des Rückenmarks randständige dorsale Ganglienzellen fand, ist geneigt, diese mit den BURCKHARDT'schen Zellen bei den Dipnoern zu homologisiren, spricht sich aber gegen einen Vergleich mit den Hinterzellen aus (1895 A. p. 2. 1895 B. p. 27).

Verbindung und weiteren Vertheilung der dorsalen und ventralen Wurzelemente; *Bdellostoma* wurde hierbei in erster Linie untersucht<sup>1)</sup>.

Die dorsale Wurzel schwillt gleich nach dem Austritte zu einem ovalen Ganglion an, das sich in dorso-ventraler Richtung (mit einer mässigen ventro-rostralen Neigung) in die Länge streckt und von seinen beiden Polen einen dorsalen und ventralen Ast abgehen lässt. Der dorsale, von dem dorso-caudalen Pole entstehende, Ast ist der schwächere und verläuft in der durch die Myomerenordnung bestimmten Richtung dorsalwärts, nachdem er sich bald nach seinem Abgange mit



Textfigur 1. *Bdellostoma bischoffi*. Medianer Sagittalschnitt durch den hinteren Bereich des Schädels und den Anfang des Rückenmarkrohres nach Wegnahme des Gehirns und Rückenmarks, aber unter Erhaltung der von ihnen ausgehenden Nerven. Grösseverhältniss  $\frac{8}{1}$ .

Art. Arterie; Ch. Chorda; Lab. Labyrinthwand; ac.a. N. acusticus anterior; ac.p. N. acusticus posterior; fac. N. facialis; pal. N. palatinus; trig. N. trigeminus; vg. N. vagus;  $\alpha^d$ ,  $\beta^d$ ,  $\gamma^d$ ,  $\delta^d$ ,  $\epsilon^d$  dorsale Wurzeln der 5 ersten Spinalnerven (resp. der 2 spino-occipitalen und der 3 ersten spinalen Nerven);  $\alpha^v$ ,  $\beta^v$ ,  $\gamma^v$ ,  $\delta^v$ ,  $\epsilon^v$  ventrale Wurzeln derselben.

einem dorsalen motorischen Zweig (s. unten) verbunden hat; schliesslich gelangt er bis zur dorsalen Medianlinie aufsteigend auf dem von dieser ausgehenden Bindegewebsseptum zur Haut. Der ventrale, von dem ventro-rostralen Pole des Ganglions abgehende Ast ist der stärkere und verbindet sich früher oder später mit dem ventralen motorischen Aste zu einem gemischten Hauptstamme, der ebenfalls den Myomeren entsprechend ventralwärts resp. ventro-rostralwärts verläuft. Die beiden ventralen Wurzelbündel geben gleich nach ihrem in der Regel gesonderten Austritte zwei dorsale Aeste ab, welche sich bald mit einander verbinden und nach Absendung von ein oder zwei Seitenzweigen an die dorsale Seitenrumpfmuskulatur die oben erwähnte Vereinigung mit dem dorsalen sensibeln Aste eingehen, welcher weitere Muskelzweige für die eben genannte Muskulatur entstammen; die beiden stärkeren ventralen Aeste treten gleichfalls bald zu einem ventralen Aste zusammen, welcher ventralwärts verläuft und, wie schon angegeben, früher oder

1) Diese Darstellung gilt in der Hauptsache auch für *Myxine* und entspricht im Wesentlichen auch der von RANSOM and THOMPSON sowie SANDERS gegebenen Beschreibung von *Myxine*. Auf die besondere Aufzählung der unbedeutenden und untergeordneten Abweichungen kann hier verzichtet werden.

später mit dem ventralen sensibeln Aste den kräftigen gemischten Hauptstamm bildet. Derselbe tritt in das ihm entsprechende Myomer der lateralen Abtheilung des Seitenrumpfmuskels, durchsetzt dasselbe zunächst derart, dass er anfangs von einem nur unbedeutenden Muskelbündelkomplex medial begrenzt wird, und tritt bald ganz an die Innenfläche desselben, von hier aus zahlreiche Zweige zu seiner Versorgung abgebend. Am ventralen Rande des lateralen Muskels angelangt, zerfällt er in 1 stärkeren und 3 bis 4 feinere Zweige; der stärkere durchbohrt den *M. obliquus externus* und geht mit zahlreichen Zweigen an die Haut, von den feineren gelangen 2 bis 3 zu dem *M. obliquus externus*, während 1 und zwar gewöhnlich der am meisten caudale zu dem entsprechenden Myomer des *M. rectus* sich wendet, dasselbe innervierend; dem ersten spinalen Nerven ( $\gamma'$ ) fehlt der Zweig für den *M. rectus*, da dieser sich nur bis zum Bereiche von  $\delta'$  nach vorn erstreckt. Im Kiemenbereiche, wo der ventral von den Kiemenöffnungen befindliche *M. rectus* seiner Lage nach dem ventralen Muskel der Petromyzonten resp. der hypobranchialen spinalen Muskulatur der Gnathostomen entspricht, bilden die zu ihm gelangenden Nervenzweige nichts, was einem Plexus s. Ramus cervicalis entspräche, sondern gehen einzeln und direkt, ohne einen Arcus zu bilden, zwischen den einzelnen Kiemenöffnungen zu den von ihnen versorgten Myomeren. Der gleiche direkte Verlauf gilt für das praebranchiale Gebiet von *Bdellostoma*, sowie bei *Myxine* für die ganze vor dem Stigma externum gelegene Strecke. Ueberall also findet sich eine grosse metamerische Gleichmässigkeit, welche sich durch die Kiemendurchbrüche nicht behindern lässt und damit zu Petromyzon und den Gnathostomen mit ihren die Kiemenregion hinten umkreisenden Plexus (Rami) cervicales in einen wesentlichen Gegensatz tritt.

Die spino-occipitalen Nerven finden sich bei gut erhaltenen Exemplaren von *Bdellostoma bischoffi* in der Zweizahl; ob dies auch bei den anderen Arten von *Bdellostoma* und *Myxine* der Fall ist, kann ich auf Grund meines Materiales nicht mit Sicherheit angeben; die Wahrscheinlichkeit spricht dafür. Der erste spino-occipitale Nerv ( $\alpha'$ ) entspringt mit einer dorsalen Wurzel ( $\alpha'^d$ ) von der dorso-lateralen Fläche des Gehirns zwischen den Ursprüngen des Vagus und Acusticus, weiter ab von ersterem und letzterem mehr genähert. Auch fand ich unweit dieser dorsalen Wurzel, ventral von ihr von dem Gehirn abgehend einen sehr zarten Nerv, der nach seinem Ursprunge einer ventralen Wurzel von  $\alpha'$  entsprechen könnte; doch gelang es mir nicht, denselben bis zum Durchtritte durch die Schädelwand zu verfolgen<sup>1)</sup>. Um die Existenz von  $\alpha'^v$  zu sichern, bedarf es noch weiterer Untersuchungen. Die dorsale Wurzel von  $\alpha'$  verläuft nach hinten und aussen und tritt dorsal von dem Acusticus posterior, somit dorso-rostral von dem Vagus als dorsalster Nerv dieser Gegend durch die häutige Gehirnkapsel. Nach ihrem Austritte bildet sie ein kleines sehr

1) Möglicherweise ist dieser Nerv auch identisch mit dem auf der Textfigur zwischen dem Acusticus anterior und posterior verlaufenden, vielleicht zu den Acustici gehörigen, übrigens nicht weiter bezeichneten Nerven und hat dann wohl nichts mit einem ventralen Spinalnerven zu thun. Auch hier bedarf es noch weiterer Untersuchungen, wofür mein Material nicht genügte.

schlankes Ganglion, das der Dorsalfäche des vorderen Theiles der Labyrinthkapsel aufliegt, und wendet sich danach, mit Zweigen von  $\beta'$  verschiedene, aber leicht lösbare Verbindungen eingehend, nach vorn, um nach Abgabe einiger Zweige zu dem zwischen den beiden ersten Seitenrumpfmuskel-Myomeren<sup>1)</sup> befindlichen Septum schliesslich am vorderen Ende des Seitenrumpfmuskels, zwischen diesem und dem Auge an der Haut des Schädels auszutreten und sich in dieser Gegend ziemlich ausgedehnt zu verzweigen. Soweit mir bekannt, ist dieser erste Nerv bisher nicht beschrieben worden. Der zweite spino-occipitale Nerv besitzt eine ventrale und dorsale Wurzel, welche nahe bei einander und auch in grosser Nähe zum Vagus, im caudalen Bereiche desselben von der Medulla oblongata abgehen und durch gesonderte Foramina, zwischen welchen auch ein Blutgefäss durchtritt, den Schädel verlassen. Die ventrale Wurzel ( $\beta^v$ ) tritt rostral resp. rostro-ventral von der dorsalen durch die Schädelwand und kann dabei dem Vagus so nahe liegen, dass sie eine caudale Wurzel desselben zu bilden scheint. Die dorsale Wurzel ( $\beta^d$ ) bildet nach ihrem Austritte ein Ganglion, welches bald ganz ansehnlich, bald recht schwächig, einmal selbst durch mikroskopisch nachweisbare Ganglienzellen repräsentirt gefunden wurde, und gleich der ventralen Wurzel auf der Dorsalfäche des mittleren Theiles der Labyrinthwand liegt. Die ventrale Wurzel theilt sich hier gleich nach ihrem Austritt in einen vorderen (rostralen) und hinteren (caudalen) Ast. Der vordere, auch mit  $\alpha^d$  anastomosirende Ast ist für das erste Myomer des Seitenrumpfmuskels bestimmt und versorgt dasselbe mit dorsalen und ventralen Zweigen, welche letztere um die Aussenwand der Labyrinthkapsel ventral herabsteigen und das lange faciale Myomer mit zahlreichen nach vorn strebenden Nervenfäden sowie den Anfang des M. obliquus externus innerviren. Der hintere Ast verbindet sich mit der dorsalen Wurzel und theilt sich dann in einen dorsalen und ventralen Zweig, welche sich nach Art eines typischen Spinalnerven in dem dorsalen und ventralen Bereiche des (von dem ersten nur unvollständig getrennten) zweiten Myomers und der ihm entsprechenden Hautstrecke verzweigen; auch hier schlägt sich der ventrale Zweig ventralwärts um die Labyrinthkapsel herum. Die Vertheilung dieses Nerven an 2 Myomeren war J. MÜLLER bereits bekannt (s. oben p. 612); ob aber in den beiden ersten Myomeren der Myxinoiden zwei ursprünglich selbstständige oder nur sekundär aus einem primitiven Myomer hervorgegangene Abtheilungen vorliegen, ist erst noch zu entscheiden. Die dorsale Wurzel von  $\beta$  entspricht wahrscheinlich der von RETZIUS, SANDERS und PRICE beschriebenen dorsalen Wurzel des Vagus (s. p. 612).

Auch ich fand abweichend von den Verhältnissen bei *Petromyzon* keine bedeutsameren Anastomosen mit dem Vagus oder einem anderen Gehirnnerven<sup>2)</sup>. Darin erblicke ich gleichfalls ein primitives Verhalten der Myxinoiden.

1) Ob sich darunter auch von einer eventuellen ventralen Wurzel  $\alpha^v$  abgegebene motorische Zweige finden, kann erst nach Sicherstellung dieser Wurzel entschieden werden.

2) Ueber einige sehr feine, wohl hierher zu rechnende Anastomosen soll noch bei Besprechung des Vagus (p. 626) berichtet werden.

Der N. vagus (resp. der vereinigte Glossopharyngeus und Vagus) entspringt mit einer wechselnden Anzahl von Wurzelbündeln — ich zählte bei verschiedenen Exemplaren von *Bdellostoma* und *Myxine* 1 bis 4<sup>1)</sup>, wobei die Einzahl das häufigste Vorkommniß war — von der Medulla oblongata und geht in schräg longitudinalem Verlaufe nach hinten zur häutigen Schädelwand, die er in der gleichen Richtung, und zwar in der Regel in einer einzigen grösseren Oeffnung durchsetzt. Er kommt dabei direkt hinter der knorpeligen Labyrinthkapsel, also ventral resp. selbst zum Theil ventro-caudal von dem dorso-rostralwärts gewendeten 2. spino-occipitalen Nerven an der Aussenfläche des membranösen Kraniums zum Vorschein; das Ganglion dieses Nerven liegt dabei direkt über dem Vagus und kann, wie schon erwähnt, leicht den Anschein erwecken, als ob es zum Vagus gehöre, dessen kleinere dorsale Wurzel repräsentirend.

Ueber den centralen Ursprung des Vagus konnte ich nichts Näheres eruiren; der weitere Verlauf desselben lässt aber schliessen, dass seine Wurzelbündel von Anfang an gemischte und zwar — zufolge der hohen Ausbildung der Muskulatur des Kopfdarmes und vorderen Rumpfdarmes der Myxinoiden und dem Mangel eines Ram. lateralis — vorwiegend motorische sind.

Zweimal zeigte das vorderste Wurzelbündel des Vagus eine etwas grössere Selbstständigkeit gegenüber den hinteren resp. gegenüber der hinteren Hauptmasse des Vagus, trat auch durch etwas mehr Bindegewebe von dieser gesondert durch das gemeinsame Foramen, um dann in den überwiegenden Haupttheil des Ram. pharyngeus vagi (s. unten p. 625) überzugehen.

Nachdem der Vagus (Glossopharyngeo-Vagus) die Schädelwand durchsetzt hat, verläuft er in der schon von J. MÜLLER genau beschriebenen Weise nach hinten, giebt zuerst und zwar sofort nach dem Austritte oder bereits während desselben einen Ram. pharyngeus für den praebranchialen Darmtractus, danach im Bereiche der Kiemensäcke Rami branchiales für dieselben ab, bildet hierauf im Bereiche des Constrictor cardiae einen Plexus cardiacus und verbindet sich schliesslich, bei *Bdellostoma* wie bei *Myxine*, mit dem der Gegenseite zu dem längs der Dorsalkante des Darmes bis zum Anus verlaufenden N. intestinalis impar. Einen R. lateralis fand ich ebenso wenig wie J. MÜLLER und die Mehrzahl der anderen Untersucher; das stimmt auch mit den negativen Befunden MAURER'S (1895 B. p. 33, 36), der weder bei *Bdellostoma* noch bei *Myxine* etwas an Hautsinnesorgane (Sinnesknospen) Erinnerndes nachweisen konnte. Der Vagus der Myxinoiden ist somit in der Hauptsache ein N. branchio-intestinalis; wie der entsprechende Theil des Vagus der Petromyzonten enthält er auch zahlreiche Ganglienzellen, über deren segmentale Anordnung schon RANSOM and THOMPSON wie PRICE berichteten

1) Noch grösser ist die Anzahl der Wurzeln des Vagus bei Embryonen von *Bdellostoma*, wo PRICE, wie oben angegeben (p. 612), eine ganze horizontale Reihe von solchen beschreibt. Dieser Befund ist sehr bemerkenswerth und zeigt, dass die mehr oder minder einheitliche Gestaltung des Vagusursprungs der erwachsenen Myxinoiden kein primäres, sondern ein erst sekundär ausgebildetes Verhalten repräsentirt.

(s. p. 612). SANDERS' Angabe, dass der Vagusstamm zwischen den dorsalen und ventralen Muskelmassen nach hinten verlaufe und sonach den Lateralnerven repräsentire (1894 p. 19), kann ich weder bestätigen, noch überhaupt verstehen.

Eine Aufgabe von besonderem Interesse bildet die Homologisirung des R. pharyngeus und der Rr. branchiales vagi mit den ihnen eventuell entsprechenden Nerven der Petromyzonten und Gnathostomen, und damit steht zugleich eine andere Frage in Verband, diejenige der metamerischen Identificirung der Kiemen der betreffenden Thiere,

Die erwachsenen Petromyzonten wie Heptanchus haben sieben sich nach aussen öffnende Kiemen, deren vorderste von dem N. glossopharyngeus, deren sechs hintere von den Rr. branchiales vagi versorgt werden; diejenigen von Heptanchus bilden weite und ziemlich nahe zusammengedrückte Spalten, die von *Petromyzon* sind, zufolge den zeitweilig parasitären Gewohnheiten dieses Thieres, mehr caudalwärts ausgezogen und ihre äusseren Ausmündungen zu ziemlich engen Oeffnungen verkleinert. Bei den Myxinoiden sind diese Kiemenöffnungen noch mehr verengert, öffnen sich auch zufolge der tiefer eindringenden parasitären Lebensweise dieser Thiere viel entfernter vom Kopfe als bei den Petromyzonten und finden sich zugleich bei den verschiedenen Species in der sehr wechselnden Anzahl von 1 (*Myxine*<sup>1</sup>), 6—7 (*Bdellostoma cirrhatum* mit den Varietäten hexatrema, heterotrema und heptatrema, *Bd. bürgeri*), 10 (*Bd. bischoffi*), 11—12 (*Bd. stouti*) bis 14 (*Bd. polytrema*<sup>2</sup>). Zählungen der vor der ersten Kiemenöffnung von *Bdellostoma* (resp. vor der ersten Kiementasche von *Myxine*) gelegenen (praebanchialen) und der vor der letzten Kiemenöffnung befindlichen (praebanchialen + branchialen) Myomeren des dorso-lateralen Seitenrumpfmuskels ergeben an dem mir zur Verfügung stehenden Materiale<sup>3</sup>) folgendes:

	Zahl der Kiementaschen.	Zahl der äusseren Kiemenöffnungen.	Praebanchiale Myomeren.	Praebanchiale und branchiale Myomeren.
<i>Bdellostoma stouti</i> .	12	12	17—19	29—31
<i>Bd. bischoffi</i> .	10	10	16—17	28—29
<i>Myxine glutinosa</i> .	6	1	19	27—28
<i>Bd. bürgeri</i> .	6	6	22—23	27—28
<i>Bd. cirrhatum</i> .	6	6	28	33

1) *Myxine* besitzt bekanntlich 6 Kiementaschen, deren äussere Ausmündungen sich sekundär zu einer Oeffnung vereinigt haben, welche der ursprünglichen letzten Kiemenöffnung entspricht.

2) Die systematische Scheidung der einzelnen Species von *Bdellostoma* lässt noch viel zu wünschen übrig. AYERS' *Bdellostoma dombeyi* (mit 6—14 Kiemenöffnungen) umfasst, wie GILL wahrscheinlich macht, mindestens zwei verschiedene Arten (die eine mit 6 bis 7, die andere mit 10 bis 14 Oeffnungen).

3) Ein *Bdellostoma polytrema* mit 14 Kiemenöffnungen stand mir leider nicht zu Gebote; die unter diesem Namen mir von den Herren Prof. AGASSIZ und MARK in Cambridge mitgetheilten Exemplare sind wahrscheinlich *Bd. bischoffi* (vergl. p. 614 Anm. 1).

während *Petromyzon* nur 2 praebranchiale und 13—15 praebranchiale + branchiale dorso-laterale Myomeren aufweist. Es liegt somit die erste Kiementasche der Myxinoiden um 14 bis 26, die letzte um 12 bis 20 Myomeren weiter hinten als die erstere und letzte der Petromyzonten.

Irgend ein durchgreifendes Punctum fixum ist hierbei auch nicht innerhalb der Myxinoiden aufzufinden. Die erste Kiementasche hat bei *Bd. stouti* und *bischoffi* eine annähernd gleiche metamerische Lage und weicht auch bei *Myxine* nicht erheblich von derselben ab; die beiden Arten mit 6 Kiemenöffnungen (*Bd. bürgeri* und *cirrhatum*) unterscheiden sich dagegen beträchtlich von den 3 erstgenannten und von einander. Bei *Bd. cirrhatum* liegt sie um 11—12 Myomeren weiter hinten als bei *Bd. bischoffi*, obwohl die Differenz in der Kiemenzahl nur 4 beträgt. Die Lage der letzten Kiemenöffnung ist minder variabel, indem die Extreme nur um 6 Myomeren differiren; immerhin ist auch hier die Abweichung der beiden hexanchen Arten von *Bdellostoma* (*bürgeri* und *cirrhatum*) eine sehr auffallende. Aus dem metamerischen Verhalten der Rumpfmuskel-Myomeren und der Kiemen an sich ist somit kein ausreichender Anhalt für die Beurtheilung und Vergleichung zu gewinnen.

Zur Erklärung dieser grossen Verschiedenheit der Lage kann an zwei resp. drei Möglichkeiten gedacht werden: entweder die Kiemen der Myxinoiden entsprechen zum grösseren oder geringeren Theile speciell denen der Petromyzonten und sind nur gegenüber den übrigen Theilen des Rumpfes weiter nach hinten verschoben<sup>1)</sup>, oder sie sind den Kiemen der Petromyzonten nur homodynam, d. h. ihnen nicht direkt homologe, sondern mehr caudal gelegene Durchbrüche der respiratorischen Vorkammer, während die speciellen Homologa der Petromyzonten bei den Myxinoiden nicht mehr existiren, oder beide erwähnte Möglichkeiten haben sich kombinirt. Hierbei ist auch nicht minder mit der wechselnden Zahl der Kiementaschen und Kiemenöffnungen der Myxinoiden hinsichtlich ihrer Neubildungen und Rückbildungen zu rechnen und damit steht die Frage nach der ursprünglichen Kiemenzahl bei den Myxinoiden im Zusammenhange.

Direktere Aufschlüsse darüber sind von der Entwicklungsgeschichte des Kiemenapparates der Myxinoiden zu erwarten.

Das lange bestandene Desiderat nach der Ontogenie der Myxinoiden ist durch die oben (p. 609, 612 f.) erwähnten und theilweise rekapitulirten embryologischen Untersuchungen von PRICE an *Bdellostoma stouti* in erfreulichster Weise erfüllt worden. PRICE ist auch hinsichtlich der vorliegenden Fragen zu einem bestimmten Resultate gekommen, indem er sich für die zweite der oben angeführten Alternativen entscheidet. Seine Befunde sind ausserordentlich interessante und zum Theil überraschende, leiden aber an dem materiellen Mangel, dass zwischen seinem ältesten, dem ausgebildeten Zustande nahekommenden Stadium (C) und seinen beiden jüngeren

1) Das scheint auch J. MÜLLER anzunehmen; wenigstens betont er bei Besprechung des Schlundskelettes der Myxinoiden, dass dasselbe nichts mit den Kiemen zu thun habe, dass dieselben weit nach hinten zurückgewichen seien (1834/35 p. 36).

(*A* und *B*) eine zu grosse, durch Beobachtungen nicht überbrückte Kluft existirt. PRICE findet bei dem Stadium *A* 13 noch nicht nach aussen durchgebrochene Kiemenspalten, von denen die drei ersten nicht einmal den Epiblast berühren; mindestens 6 von ihnen liegen vor dem ersten Spinalganglion. Die drei ersten stehen mit drei Epibranchialganglien des Facialis in Verband, weshalb er die erste mit der hyomandibularen Kiemenspalte der Gnathostomen vergleicht; von der zweiten ab ist denselben die Reihe der Epibranchialganglien des Vagus angelagert. Bei dem Stadium *B* existiren 12 Kiementaschen. Wie aus dem Verhalten der zugehörigen Aortenbogen erschlossen werden könne, entspricht die erste derselben der vierten des Stadiums *A*, somit sind diese Taschen als 4. bis 15. zu zählen. Bei dem Stadium *C* endlich sind 11 nach aussen geöffnete Kiemen vorhanden, welche nach Lage und Bau mit denen bei Erwachsenen übereinstimmen. Die erste von ihnen befindet sich in der Höhe des 19., die letzte in der des 29. Spinalganglions; PRICE vergleicht demnach die erste von ihnen (weil bei dem Stadium *A* 6 Kiementaschen vor dem 1. Spinalganglion sich fanden) einer 25. Kiementasche und zählt die elf Kiemen als 25. bis 35., wobei er annimmt, dass alle vorhergehenden sich wieder rückgebildet hätten. Die übersichtliche Zusammenstellung seiner Befunde und Deutungen ergibt folgendes:

	Zahl der beobachteten Kiementaschen.	Lage derselben zu den Spinalganglien.	Nervenversorgung.	Zählung der Kiementaschen nach PRICE.
Stadium <i>A</i>	13	Die 6 ersten vor dem 1. Spinalganglion.	1—3 durch Facialis, 2—13 durch Vagus.	1—13
Stadium <i>B</i>	12	Die 3 ersten vor dem 1. Spinalganglion.	Vagus.	4—15
Stadium <i>C</i>	11	Die erste im Niveau des 19. Spinalganglion.	Vagus.	25—35

In der Beurtheilung der beiden Stadien *A* und *B* stimme ich PRICE in der Hauptsache gern bei. Die Rückbildung der drei ersten schon im Stadium *A* recht abortiven Kiementaschen bei dem Stadium *B* sowie die gleichzeitige Neubildung bei den hinteren (14, 15) scheint mir genügend gestützt; sehr bemerkenswerth ist das metamerische Verhalten der 6 ersten zu dem ersten Spinalganglion, wonach dieselben in ihrer kranialen, praespinalen Lage sehr primitive Beziehungen aufweisen. Bezüglich der Interkurrenz des Facialis und Vagus in der Versorgung der 2. und 3. Kiementasche möchte ich gern noch weitere Untersuchungen abwarten. Stadium *C* leitet sich möglicher Weise nach dem von PRICE angegebenen Modus von Stadium *B* ab; doch wird man auch hier zunächst noch den durch Zwischenstadien zu führenden Nachweis der wirklichen Rückbildung der 4. bis 24. und der wirklichen Neubildung der 25. bis 35. Kiementasche verlangen dürfen. Bis dahin kann auch an die andere Möglichkeit gedacht werden, welche, von einer so weitgehenden Reduktion und Neu-

formation absehend, einen mässigen Grad dieser beiden Prozesse acceptirt, im Uebrigen aber die beträchtliche caudale Lage durch die Annahme einer ausgedehnten Verschiebung des Kiemenapparates nach hinten zu erklären sucht.

Die definitive Entscheidung betreffs der aufgestellten Alternativen und der damit zusammenhängenden Fragen ist erst von der genauen ontogenetischen Untersuchung einer Reihe direkt an einander schliessender Entwicklungsstadien zu erwarten; dieselbe wird aber sehr sorgfältig darauf achten müssen, dass sie sich nicht durch Cänogenien täuschen lässt.

Einige Directiven kann aber auch schon die vergleichende Betrachtung gewisser Verhältnisse bei den erwachsenen Thieren geben. Dieselben betreffen insbesondere den Ductus oesophago-cutaneus, die branchialen Cerebralnerven und die ventralen Aeste der Spinalnerven im branchialen Gebiete.

J. MÜLLER (1834/35. Taf. VII, 1842/45 p. 2) hat bekanntlich gefunden, dass der Ductus oesophago-cutaneus bei *Bdellostoma* in die letzte linke Kiemenöffnung und bei *Myxine* in die derselben topographisch entsprechende gemeinsame Kiemenöffnung einmündet. Dasselbe fand ich bei allen von mir darauf untersuchten recht zahlreichen *Bdellostomen* und *Myxinen*: stets war die Ausmündung dieses merkwürdigen Ganges die gleiche in das letzte Stigma externum des Kiemenapparates. Darauf hin hat man einiges Recht den Gang als eine constante Bildung bei den *Myxinoiden* zu betrachten und die unabänderlich mit ihm zusammenmündende letzte, äussere Kiemenöffnung aller *Bdellostomen* und *Myxinen* mit einander zu homologisiren. Sie würde sonach ein relatives Fixum bilden und an die Hand geben, dass *Bd. polytrema* (mit 14), *Bd. stouti* (mit 11—12) und *Bd. bischoffi* (mit 10 Kiementaschen) sich durch ein Mehr von 8, 5—6 und 4 vorderen Kiemen von *Bd. bürgeri* und *cirrhatum* unterscheiden, dass somit — da auch eine Vermehrung der Kiemen in der Richtung nach vorn ein bisher unbekanntes Ding ist und jeder Begründung entbehren würde — unter den bekannten Arten von *Bdellostoma* die mit 14 Kiemen den Ausgang bildete und dass alle anderen, weniger Kiemen besitzenden Arten phylogenetisch von 14 Kiemen besitzenden Vorfahren ausgegangen und unter successiver Reduktion der vorderen Kiemen zu ihrer bleibenden Kiemenzahl gelangt sind. Dieser Folgerung (die allerdings einen Gang der Kiemenreduktion postulirt, welche mit der bei *Gnathostomen* üblichen nicht ganz übereinstimmt<sup>1)</sup>), und damit den *Myxinoiden* eine besondere Stellung anweist) gewährt auch die oben (p. 621) mitgetheilte grössere Variabilität in der Lage der vordersten Kieme der *Bdellostomen* gegenüber der letzten einigen Untergrund. Dass gerade die Kiemenzahl 14 den Ausgang gebildet habe, liegt mir fern zu behaupten; es ist sehr möglich und selbst recht wahrscheinlich, dass *Bd. polytrema* Vorfahren besass, die noch mehr Kiemen

1) So sehr gross ist die Abweichung von den *Gnathostomen* indessen nicht, denn auch bei diesen sind successive Reduktionen gewisser vorderer Kiemen im Bereiche des mandibularen und hyoidealen Bogens bei Bestehen der hinteren Kiemen nachgewiesen. Aehnliches gilt auch für *Petromyzon* und *Amphioxus*. Uebrigens ist nicht zu vergessen, dass diese Rückbildung vorderer Kiemen bei *Bdellostoma* auch durch die Untersuchungen von PRICE, soweit dieselben die beiden ersten Stadien (A und B) betreffen, direkt ontogenetisch erwiesen ist.

hatten. Hier kann nur das bekannte Minimum (14), nicht aber das Maximum bestimmt werden. *Myxine* fügt sich den hexanchen *Bdellostomen* ein; dass ihre 6 Kiemen eine gemeinsame äussere Ausmündung gewonnen, beruht auf einem sekundären, lediglich die äusseren Kiemengänge betreffenden Prozesse. — Es wird somit eine successive Reduktion vorderer Kiemenspalten auch durch die vergleichend-anatomische Betrachtung gestützt; doch giebt dieselbe nur Kenntniss von einem mässigen Grade dieser Reduktionen. Da aber die letzte Kiemenöffnung mit dem Ductus oesophago-cutaneus ihre Lage zwischen dem 27. bis 33. Rumpfmuskel-Myomer wechselt, ist damit auch eine gewisse Verschiebungs-Amplitude des Kiemenkorbges gegenüber dem Rumpfe wahrscheinlich gemacht.

Von den branchialen Cerebralnerven versorgt bekanntlich der N. facialis die erste embryonale, später geschlossene Kiemenspalte von *Petromyzon* (Spritzloch, hyo-mandibulare Kiemenspalte der Gnathostomen), der N. glossopharyngeus die erste offene Kiemenspalte der Petromyzonten (hyo-branchiale Kiemenspalte der Gnathostomen), der N. vagus die 2. bis 7. offene Kiemenspalte der Petromyzonten (und heptanchen Gnathostomen); meines Wissens und Erachtens ist bisher gegen die GEGENBAUR'sche Theorie, wonach hinter dieser letzten Spalte bei den Vorfahren der erwähnten heptanchen Wirbelthiere noch weitere auch vom N. vagus versorgten Kiemenspalten sich befunden haben mögen, noch kein überzeugender Gegenbeweis erbracht worden. Bei den ausgebildeten Myxinoiden werden sämtliche Kiementaschen von Rr. branchiales des N. vagus versorgt; von N. facialis und glossopharyngeus innervirte existiren nicht mehr. Junge Embryonen von *Bdellostoma stouti* (Stadium A) zeigen nach PRICE eine Innervirung der ersten, später verschwindenden Kiementaschen durch den Facialis, während die Vagus-Versorgung mit der zweiten, später auch reduzierten Tasche beginnt und sich über alle folgenden ausbreitet. Man kann diese Angaben wohl auch so deuten, dass die zweite Tasche von dem Antheile des Vagus (Glossopharyngeus-Vagus) versorgt wird, welcher dem Glossopharyngeus entspricht, die dritte und die folgenden aber erst von dem Vagus s. str.<sup>1)</sup>. Es zeigt aber zugleich die Untersuchung erwachsener Exemplare von *Bdellostoma bischoffi*, dass der hier recht ansehnliche R. pharyngeus vagi meistens den überwiegenden Haupttheil der Muskulatur und Schleimhaut des praebranchialen Pharynx versorgt und dann mit seinen letzten Endverzweigungen sich bis in die Nähe der 1. Kiementasche erstreckt; einmal war er auch kürzer und endete bereits am Anfange des letzten Drittels des praebranchialen Schlundes. Bei *Bdellostoma stouti* fand ich ihn kleiner und zugleich über die vordere Hälfte bis die vorderen zwei Drittel des praebranchialen Darmtraktes sich erstreckend. Somit einigermassen variable Verhältnisse, die Untersuchungen an einem reicheren Materiale — wobei namentlich auch *Bdellostoma polytrema*, das mir leider nicht zur

1) Bezüglich der ferneren Angabe von PRICE, dass der Facialis mit dem Vagus sich in die Versorgung der 2. und 3. Kiementasche theile, warte ich gern noch die ausführlichere Veröffentlichung dieses Autors ab, ehe ich mich darüber definitiv äussere. Wenn sie sich bestätigt, so handelt es sich hier wahrscheinlich um ein eigenthümliches Weitergreifen des Facialis; die von einigen Autoren vertretene Meinung, dass im hyoidealen Bereiche der Gnathostomen einstmals 2 oder mehr Visceralbögen existirten, erfährt dadurch keine Unterstützung.

Verfügung stand, zu berücksichtigen wäre — wünschenswerth machen; aber fast allenthalben die Versorgung des grösseren, theilweise selbst des ganz überwiegenden vorderen Abschnittes des vor den Kiemen liegenden Kopfdarmes durch den R. pharyngeus. Dieser Nerv besitzt aber zugleich gegenüber dem eigentlichen Vagusstamm eine grosse relative Selbstständigkeit, indem er durchgehends sich sofort nach dem Durchtritte durch die Schädelwand oder während dieses Durchtrittes vom Vagus abzweigt, ja selbst von einer vom übrigen Vagus abgesonderten vordersten Wurzel (cf. p. 619) zum überwiegenden Theile<sup>1)</sup> abstammen kann. Danach könnte man daran denken, ihn ganz oder zum grössten Theil mit dem N. glossopharyngeus zu identificiren und zugleich anzunehmen, dass die von ihm einstmals versorgte Kiementasche wohl verkümmert, aber von der ersten persistirenden Kiementasche der mit 10—14 Oeffnungen versehenen Bdellostoma-Arten nicht allzuweit entfernt war. Für die definitive Entscheidung dieser Frage genügt indessen unsere jetzige Kenntniss noch nicht; insbesondere ist die Deutung der betreffenden, einem Glossopharyngeus-Bogen eventuell zu homologisirenden Skelettelemente und der zu ihnen gehörenden Theile des Constrictor pharyngis durchaus noch Desiderat<sup>2)</sup>. Soweit man aber z. Th. aus dem Verlaufe der Nerven Schlüsse ziehen kann, bin ich geneigt, den Ram. pharyngeus vagi als einen Nerven anzusehen, dessen Grundstock dem N. glossopharyngeus der höheren Wirbelthiere entspricht, dem sich aber auch eine mässige Anzahl von Vaguszweigen einstmals branchialer Natur angeschlossen hat. Ich stimme somit der Annahme eines Ausfalles vorderer Kiemen bei, glaube aber, dass die Zahl derselben erheblich kleiner ist als diejenige (23—24), zu welcher PRICE durch die Vergleichung seines Stadiums *C* mit den Stadien *A* und *B* gelangte.

Der Verlauf der ventralen Aeste der Spinalnerven im Kiemenbereiche scheint auf den ersten Blick der PRICE'schen Auffassung eine Stütze zu gewähren: die für den M. rectus bestimmten Zweige derselben gehen ohne irgend welche erheblichere Ablenkungen von der transversalen Richtung innerhalb ihrer Myomeren ventralwärts und gelangen im Kiemenbereiche der Bdellostomen zwischen den einzelnen äusseren Kiemenöffnungen und Kiemengängen zu den von ihnen versorgten einzelnen Myomeren des erwähnten Muskels. Bei den Gnathostomen und Petromyzonten verband sich dagegen mit der nachgewiesenen caudalwärts gehenden Verschiebung des Kiemenapparates ein denselben hinten umkreisender Bogen der zu der ventralen resp. hypobranchialen Muskulatur gehenden Nerven (Plexus s. Ramus cervicalis). Bei den Myxinoiden scheint der beschriebene transversale Verlauf zwischen den

1) Die Detailverhältnisse können hier nicht behandelt werden.

2) Bekanntlich besitzen die Myxinoiden eine hinterste Schlundspange, welche — wenn einmal die hier befindlichen Gebilde durchaus mit Visceralbogen verglichen werden müssen — in ihrer Lage etwas an den 1. Kiemenbogen (Glossopharyngeus-Bogen) erinnert und demselben auch von W. K. PARKER (1883 p. 384) identificirt worden ist. J. MÜLLER (1834/35 p. 36) schliesst jeden Vergleich dieser Spange („hinterer Schlundknorpelriemen“) mit Kiemenbogenbildungen aus; P. FÜRBRINGER (1875 p. 7f.) scheint sie zum Hyoid zu rechnen. Die auf dieser Spange locker aufliegenden Muskelfasern (vordere Abtheilung des Constrictor pharyngis) werden von dem ersten Seitenzweige des Ram. pharyngeus vagi innervirt. Weitere Untersuchungen zur Begründung dieser eventuellen Homologien sind durchaus nöthig.

äusseren Kiemengängen und ihren cutanen Ausmündungen die Annahme einer Verschiebung der Kiemen nach hinten auszuschliessen. Weitere Ueberlegung und Untersuchung der zu beobachtenden Verhältnisse giebt indessen an die Hand, eine ursprüngliche Selbstständigkeit des Kiemenapparates gegenüber der Rumpfwand zu statuieren, welche die Myxinoiden von den bisher behandelten Vertebraten (Gnathostomen und Petromyzonten) entfernt, zugleich aber ein Verhalten offenbart, welches etwas an die bei *Amphioxus* sich findende Beziehung des Kiemenkorbes zu der Rumpfwand erinnert. Nach dieser Anschauung, welche auch das sonst schwer verständliche abweichende Verhalten von *Myxine* (Zusammenmünden aller Kiemengänge in einer hintersten äusseren Oeffnung bei unverändertem metamerischen Verlauf der Spinalnerven) genügend erklärt, würden die Kiemen der Myxinoiden ursprünglich in einen der peribranchialen Höhle des *Amphioxus* homologen Raum eingemündet sein und würden erst später, nachdem die relativen metamerischen Verhältnisse der Rumpfmuskel-Myomeren und der Branchiomeren eine gewisse Fixirung erreicht hatten, den peripherischen Anschluss an die Haut gewonnen haben. Dabei spielte ihr sekundär erworbener Parasitismus auch eine gewisse Rolle, auf die indessen hier nicht weiter eingegangen werden kann.

Mit der nöthigen Vorsicht und Reserve kann somit gesagt werden, dass die vergleichende Betrachtung des Ductus oesophago-cutaneus, der cerebralen Branchialnerven und der ventralen Spinalnerven im Kiemenbereiche erlaubt anzunehmen, 1) dass bei den Myxinoiden die Verkümmerng einer mässigen Anzahl vorderer Kiemen mit dem Hinterrücken des ganzen Kiemenapparates sich verband, um das im ausgebildeten Zustande zu beobachtende Verhalten in der Lage und Zahl der Kiemen herbeizuführen, 2) dass die ursprüngliche Anzahl der Kiemen sehr wahrscheinlich mehr als 14—16<sup>1)</sup>, aber innerhalb einer mässigen Grenze, betrug, 3) dass der Kiemenapparat in seiner primitiven Gestaltung von der Rumpfwand unabhängig war und wohl in einen praebranchialen von der Rumpfwand ungeschlossenen Raum einmündete. Weitere vergleichend-anatomische und ontogenetische Untersuchungen werden zu prüfen haben, was von diesen Schlüssen sich lebensfähig erweisen mag. —

Nach Anastomosen der Spinalnerven mit dem Vagus habe ich wiederholt, in der Hauptsache aber erfolglos gesucht. Doch fand ich zweimal bei *Bdellostoma bischoffi* im Kiemenbereiche einen feinen Nervenfasern, der sich in caudalwärts gehender Richtung dem Vagusstamme anschloss, das eine Mal einfach, das andere Mal mit doppelten Anfängen (Wurzeln) begann; derselbe war aber (zufolge der Konservation des Thieres in MÜLLER'scher Lösung mit nachfolgender Alkohol-Behandlung) bei seiner Feinheit so brüchig, dass es mir nicht gelang, ihn bis zu Spinalnerven zurückzuverfolgen; ich muss sonach erst noch weiteres Material abwarten, um diese Lücke auszufüllen. Jedenfalls sind aber diese Anastomosen, die

1) Die Minimalzahl 14 entspricht den wirklich beobachteten Verhältnissen bei *Bdellostoma stouti*, wo mindestens 12 Kiementaschen vom Vagus versorgt werden, daher noch wenigstens 2 einstmals vor ihnen sich befunden haben, welche vom Glossopharyngeus und Facialis innervirt wurden. Wenn, wie es wahrscheinlich ist, *Bd. polytrema* eine Versorgung seiner 14 Kiemen vom Vagus aufweist, so wächst diese Minimalzahl auf 16.

sich bei weiteren Untersuchungen noch vermehren dürften, so vereinzelt und geringfügig, dass mit ihnen als beständigen und bedeutsamen sympathischen Verstärkungen des Vagus fürs Erste nicht gerechnet werden kann.

Der genauen Beschreibung der Seitenrumpfmuskulatur von J. MÜLLER habe ich nur wenig hinzuzufügen.

Dieselbe besteht aus einer in Myomeren gesonderten Längsmuskulatur, welche sich in eine mächtige dorso-laterale (dorso-lateraler Rumpfmuskel) und eine schwächere ventrale (Rectus) Abtheilung sondert und durch longitudinalen Verlauf ihrer Muskelfasern gekennzeichnet ist, und einen oberflächlichen, aus descendenten Fasern bestehenden und nicht in Myomeren zertheilten Obliquus externus.

Zwischen der dorso-lateralen und der ventralen Abtheilung der Längsmuskulatur treten im Kiemenbereiche die nach aussen mündenden Kiemengänge hindurch; die erstere ist somit zugleich eine epibranchiale, die letztere eine hypobranchiale Muskulatur. Ueber die Zahl der praebranchialen und branchialen dorso-lateralen Myomeren wurde bereits oben (p. 620) berichtet. Im branchialen Bereiche besteht zugleich eine geringgradige, aber nicht allenthalben vorhandene Dysmetamerie zwischen den epibranchialen und hypobranchialen Myomeren, sowie auch eine mässige Dysmetamerie zwischen den Myomeren und Branchiomenen, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

	Kiemen.	Epibranchiale Myomeren.	Hypobranchiale Myomeren.
<i>Bdellostoma stouti</i>	12	12—13	11 1/2
<i>Bd. biscoffi</i>	10	11—12	10—11
<i>Myxine glutinosa</i>	6(1)	8—9	7—8
<i>Bd. bürgevi</i>	6	5	5
<i>Bd. cirrhatum</i>	6	5 1/2	5

Entsprechend der asymmetrischen Beschaffenheit der Spinalnerven zeigt auch die Längsmuskulatur in ihrem dorso-lateralen wie ventralen Bereiche eine gewisse Asymmetrie, welche im ventralen Bereiche und bei *Myxine* mehr ausgeprägt ist als im dorsalen und bei *Bdellostoma*, bei letzterer Gattung sich überhaupt nicht allenthalben findet<sup>1)</sup>.

Das vordere Ende des dorso-lateralen Längsmuskels läuft in einen kürzeren dorsalen (supraorbitalen) und einen längeren lateralen (infraorbitalen) Zipfel aus, von denen der erste über dem Auge, mit dessen vorderem Rande abschliessend und den

1) Der Rectus von *Myxine* zeigt eine ausgebildete Asymmetrie, während dieselbe bei *Bdellostoma* entweder nicht oder nur in ihren Anfängen beobachtet wird.

N. trigeminus deckend, an der Schädeldecke endet, der letztere aber in grosser Länge als dreieckiges, dem facialem Myomer der Petromyzonten (p. 602) vergleichbares Fascikel fast bis zum Rande der Mundöffnung verläuft und hier mit dünner Sehne hinter dem dritten Tentakel endet. Zugleich ist der Muskel in seinem dorsalen Bereiche recht fest mit der hinteren Circumferenz der rudimentären häutigen Orbita verbunden (Retractor orbitae). Man kann an diesem Anfangstheil des Muskels zwei auf einander folgende, aber recht unvollkommen gesonderte Myomeren unterscheiden, welche, wie schon oben (p. 618) angegeben, von zwei Aesten des 2. spino-occipitalen Nerven ( $\beta'$ ) versorgt werden und in der Art des Verlaufes ihrer Nerven zeigen, dass sie sekundär nach vorn sich ausgedehnt haben; auch wurde schon dort die Frage aufgeworfen, ob sie ursprünglich oder erst sekundär gesonderte Myomeren repräsentiren. Das 1. Myomer ist im supraorbitalen Bereiche etwas reducirt (bei den verschiedenen Arten in verschiedenem Grade), fehlt im orbitalen und bildet im infraorbitalen die Hauptausbreitung des facialem Muskelzuges. Das 2. Myomer ist vollständig und vom dorsalen bis zum lateralen Bereiche ungetrennt; im postorbitalen Bereiche gehört ihm der Retractor orbitae, im infraorbitalen der kürzere hintere, vom vorderen nur durch ein defektes Myoseptum gesonderte Theil des facialem Zuges an<sup>1)</sup>. — Der ventrale Längsmuskel (Rectus) endet früher als der dorso-laterale, und zwar, wie bereits J. MÜLLER angegeben, an der Grenze des knorpeligen und verkalkten Theiles des sogenannten Hyoides; sein vorderstes Myomer wird von einem Zweige des zweiten Spinalnerven ( $\delta'$ ) versorgt.

Der Obliquus externus bildet eine oberflächlich auf dem lateralen und ventralen Bereiche des Längsmuskels aufliegende Muskelausbreitung von descendentem Verlaufe, welche in interessanter, schon von J. MÜLLER beschriebener Weise mit der der Gegenseite sich kreuzt und dabei im Kiemenbereiche mit oberflächlichen gekreuzten Fasern weit in das antimere Gebiet übertritt. Im Kiemenbereiche wird der Obliquus externus zugleich von den äusseren Kiemengängen durchbohrt. Vorn beginnt er, wie auch J. MÜLLER bereits angiebt, hinter dem Bereiche des dritten Tentakels und deckt zugleich den unteren Saum des Tentacularis posterior wie die Hauptausdehnung des facialem Muskelzuges.

Von den beschriebenen Muskeln ist der Längsmuskel allein dem Seitenrumpfmuskel der Petromyzonten vergleichbar; er enthält zugleich in seiner lateralen Abtheilung ungesonderte Elemente der epibranchialen, in seiner ventralen solche der hypobranchialen spinalen Muskulatur der Selachier und Gnathostomen überhaupt. Speciellere Homologisirungen verbieten sich wie bei den Petromyzonten durch die nicht allein sehr primitive, sondern auch differente Wege gehende Ausbildung des bezüglichen Muskelsystems der Myxinoïden. Auch die ganz allgemeine Vergleichung des vordersten Theiles des Rectus mit dem Coraco-hyoideus der Selachier ist mit Vorsicht zu geben. Der Obliquus externus bildet eine besondere

1) Dorsal von dem facialem Muskelzuge findet sich der M. tentacularis posterior (P. FÜRBRINGER), welcher nach diesem Autor von dem 1. Spinalnerven innervirt werden soll. Ich finde eine Versorgung desselben durch den Trigeminus.

höhere Differenzirung der Myxinoiden, welche den Petromyzonten durchaus abgeht; diese Differenzirung documentirt sich vornehmlich in dem Mangel der Myosepten, welche ursprünglich wohl seine Myomeren getrennt haben mögen, und in dem eigenthümlichen Uebergreifen der Fasern auf die andere Seite. Wie weit er den Obliquus-Bildungen der Gnathostomen vergleichbar sei, kann erst nach genauerer Kenntniss seiner Entstehung aus der ursprünglichen Längsmuskulatur entschieden werden. — Auch histologisch stehen die aus bereits gesonderten Muskelfasern zusammengesetzten Muskeln der Myxinoiden höher als diejenigen der Petromyzonten, bei denen der Seitenrumpfmuskel noch von zusammenhängenden Muskelplatten (Muskelbändern) aufgebaut ist; bereits GRENACHER, SCHNEIDER und MAURER haben dieses Verhalten hervorgehoben. Doch kann diese Beziehung nicht als ausschlaggebend für die Entscheidung der höheren oder tieferen Stellung der Myxinoiden überhaupt angesehen werden, da man nach MAURER (1894 p. 613) in der Verschiedenheit des Baues der Muskelfasern bei den Wirbelthieren lediglich durch die Intensität der Leistung bedingte Unterschiede zu erblicken hat. Bei den Myxinoiden hängt aber diese Leistungsintensität mit ihrer erst sekundär entwickelten, eigenthümlichen Lebensweise zusammen.

Nach Rudimenten von Augenmuskeln habe ich ebenso vergeblich wie die früheren Autoren gesucht.

Die Vergleichung der spino-occipitalen und spinalen Nerven der Myxinoiden mit denen der Petromyzonten ergibt ein Gemisch von höherer Differenzirung und primitiverem Verhalten bei den ersteren.

Eine höhere Ausbildung bekundet sich, wie schon SCHNEIDER (1879 p. 82) hervorhebt, in der Vereinigung der ventralen und dorsalen Wurzeln zu gemischten Stämmen, während bei den Petromyzonten ventrale und dorsale Nerven noch unverbunden verlaufen (p. 584, 596). In dieser Hinsicht schliessen sich die Myxinoiden den Gnathostomen an, und wahrscheinlich steht dieses Verhalten zu der oben besprochenen höheren Ausbildung der Rumpfmuskulatur in Correlation, ist somit wie diese nicht als entscheidendes Kriterium für eine höhere systematische Stellung überhaupt anzusehen.

Alle anderen Merkmale geben die betreffenden Nerven der Myxinoiden als die primitiver gebildeten zu erkennen. Die ventralen Wurzeln bestehen aus zwei oder mehr, getrennt durch die Rückenmarkshülle durchtretenden Wurzelbündeln und zeigen damit, wie schon RANSOM and THOMPSON mit gutem Recht hervorgehoben haben, eine Tendenz zu *Amphioxus* resp. eine Mittelstellung zwischen *Petromyzon* und *Amphioxus*: bei Ersterem findet sich nicht selten eine Theilung der ventralen Spinalnerven im peripherischen Verlaufe (p. 596), bei Letzterem ist der gesonderte Austritt sehr zahlreicher motorischer Fasern Regel. Die dorsalen Wurzeln sind insbesondere bei den spino-occipitalen Nerven gut und zum Theil selbst etwas besser als die ventralen ausgebildet, während sie bei *Petromyzon* gegen diese sehr zurück-

treten, bei den Selachiern an allen oder wenigstens den meisten occipitalen Nerven gänzlich fehlen.

Ein noch bedeutsameres Kennzeichnen der primitiveren Stellung der Myxinoi- den gewähren aber die metamerischen Beziehungen ihrer ersten (spino- occipitalen) Nerven. Während die ersten spino-occipitalen Nerven bei *Petromyzon* erst nach einem bemerkbaren Zwischenraum auf den Vagus folgen, bei den Haien aber nur in Folge von sekundärer Vorwanderung mit ihren allein noch erhaltenen ventralen Wurzeln sich unter den Vagus eingeschoben haben, aber bei beiden Ab- theilungen stets hinter der Labyrinthregion durch den Schädel durchtreten, zeigt der erste spino-occipitale Nerv von *Bdellostoma* einen weit vor dem Vagus stattfindenden Ursprung vom Gehirn und einen Durchtritt durch das häutige Krania in der Höhe des Acusticus posterior, während der zweite direkt an den Vagus anschliessend vom centralen Nervensystem abgeht und die Schädelwand durchsetzt, um zufolge seiner queren und selbst ein wenig nach vorn gewandten Verlaufsrichtung rostral von dem Niveau des Vagusaustrittes an der Aussenfläche des Schädels zum Vorschein zu kommen und mit dem ersten spino-occipitalen Nerven über die Dorsalfläche der Labyrinthkapsel peripherwärts weiter zu ziehen.

Der Versuch einer Erklärung dieses abweichenden Verhaltens der Myxinoiden hat zwischen zwei Möglichkeiten zu wählen: entweder sind die beiden spino-occipi- talen Nerven der Myxinoiden in noch viel höherem Grade als bei den Haien und den anderen Gnathostomen nach vorn gerückt und den spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten direkt vergleichbar oder sie repräsentiren vordere (rostrale) Nerven von spinalartigem Typus, welche den Petromyzonten aber abgehen. Für die in den beiden vorhergehenden Abschnitten behandelte und im Detail nachgewiesene Vor- wanderung spinaler Nerven bei den Gnathostomen konnte eine kausale Begründung für dieselbe gegeben werden. Hier, bei den Myxinoiden, suche ich vergeblich nach einer solchen; auch dürfte es an sich sehr wenig wahrscheinlich sein, dass die Myxinoiden eine derartige, alle bisher beobachteten in so hohem Grade übertreffende Vorwanderung zeigen sollten, während die Petromyzonten kaum etwas davon erkennen lassen. Es bleibt daher nur die zweite Alternative, welche, von jeder ausgedehnten Vorwanderung absehend, die beiden ersten spino-occipitalen Nerven der Myxinoiden als in ihrer ursprünglichen natürlichen Lage befindlich beurtheilt und damit in ihnen Nerven nach spinalartigem Typus erblickt, welche den Petromyzonten fehlen. Da- gegen würden die beiden ersten spinalen Nerven der Myxinoiden ( $\gamma'$ ,  $\delta'$ ) den beiden ersten spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) zu vergleichen sein, somit, auf Grund der früheren Ausführungen (p. 605), ungefähr  $t$  und  $u$  entsprechen. Die beiden spino-occipitalen Nerven der Myxinoiden ( $\alpha'$ ,  $\beta'$ ) wären aber danach als  $r$  und  $s$  zu deuten, wobei — angesichts der schon bei den Petromyzonten hervorgehobenen metamerischen Veränderlichkeit (p. 605) — eine Variationsbreite von einem bis zu einigen wenigen Nerven anzunehmen ist.

Die spino-occipitalen Nerven der Myxinoiden deute ich sonach als Relikte aus früherer Zeit, wo auch im Bereiche des Gehirns und des Schädels sich Nerven

fanden, welche in allem Wesentlichen den spinalen Nerven des Rückenmarks glichen. Diese Auffassung zeigt manche Verwandtschaft mit den Anschauungen v. KUPFFER's, zu denen dieser Autor durch die embryologische Untersuchung des Nervensystems von *Petromyzon* gelangte; Ontogenie und vergleichende Anatomie ergänzen sich somit hier in willkommener Weise. Des Weiteren wird über diese Frage noch nach genauerer Kenntnissnahme der Verhältnisse bei *Amphioxus* zu handeln sein. Zu diesem wende ich mich jetzt.

### C. Acrania.

*Amphioxus* entbehrt bekanntlich eines gegen die Wirbelsäule abgesetzten Kraniums; dementsprechend kann hier a priori von spino-occipitalen Nerven keine Rede sein. Aber auch die Grenzbestimmung zwischen Gehirn und Rückenmark, zwischen cerebralen und spinalen Nerven unterliegt bei der wenig hervortretenden Differenzirung beider Komponenten grossen Schwierigkeiten und wurde daher auch von den verschiedenen darüber handelnden Autoren in wenig übereinstimmender Weise ausgeführt.

Die bezügliche Litteratur ist eine reiche; seit seiner Entdeckung hat *Amphioxus* wiederholt mehr oder minder genaue Bearbeitungen gefunden, in denen sein Nervensystem, seine Muskulatur und seine sonstigen hier zu besprechenden Verhältnisse besondere Berücksichtigung fanden. Von den darüber handelnden Autoren seien RATHKE (1841), GOODSIR (1841 resp. 1844), J. MÜLLER (1842), KÖLLIKER (1843), DE QUATREFAGES (1845), LEUCKART und PAGENSTECHE (1858), MARCUSEN (1864), BERT (1867), KOWALEVSKY (1867), OWSJANNIKOW (1867 resp. 1868), MOREAU (1870), REICHERT (1870), HUXLEY (1871, 1874 resp. 1875), STIEDA (1873), W. MÜLLER (1873, 1875), R. LANKESTER (1875, 1889), LANGERHANS (1876), ROLPH (1876), HASSE (1876), BALFOUR (1876, 1880), NÜSSLIN (1877), SCHNEIDER (1879, 1880), RICE (1880), ROHON (1881), HATSCHKE (1881—1893), STEINER (1886), VAN WIJHE (1886—1894), NANSEN (1887), GEGENBAUR (1887 A.), ROHDE (1888), W. KRAUSE (1888 A. und B.), FUSARI (1889), AYERS (1890), SPENGLER (1890), BOVERI (1890—1892), WEISS (1890), SEMON (1890, 1891), KOHL (1890), RETZIUS (1891), WILLEY (1891, 1894), v. KUPFFER (1893), KIRKALDY (1895) und HAECKEL (1895) erwähnt<sup>1)</sup>; insbesondere an die Arbeiten von SCHNEIDER, ROHON, ROHDE, HATSCHKE und VAN WIJHE knüpfen sich die grössten Fortschritte in den hier behandelten Gebieten.

Das peripherische Nervensystem des *Amphioxus* besteht in der grössten Ausdehnung des Körpers aus metamerisch angeordneten Nerven, welche in der Regel alternirend von dem dorso-lateralen und ventro-lateralen Bereiche des Centralnervensystems abgehen und den dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven der Kranioten verglichen werden können; wie bei den Petromyzonten treten dieselben aber in keinen Verband mit einander, repräsentiren somit selbstständige dorsale und ventrale Nerven (Spinalnerven). Wenn ich recht verstehe, rechnen die meisten Autoren

1) Die neueste Arbeit über das Nervensystem des *Amphioxus* von S. SIGORSKI (Arb. d. naturf. Gesellsch. zu Kasan XXVIII p. 3—17 1895) war mir, da russisch geschrieben, nicht zugänglich.

incl. HATSCHKE in seiner diesbezüglichen ersten Mittheilung (1892) dieselben derartig zusammen, dass sie je einen ventralen Nerven dem dazu gehörigen dorsalen vorausgehen lassen; ROHDE (1888 B. p. 201) und HATSCHKE (in seiner zweiten Mittheilung 1893) lassen dagegen den ventralen auf den zugehörigen dorsalen folgen. — Die Anzahl dieser zusammengehörigen dorsalen und ventralen Nerven entspricht der Zahl der wohlentwickelten Myomeren des Körpers, beträgt somit (auf Grund der von WILLEY 1894 p. 41, KIRKALDY 1895 p. 303—323 und HAECKEL 1895 p. 214 gegebenen Zusammenstellungen der Myomerenzahlen der verschiedenen Species von *Amphioxus*):

<i>Paramphioxus (Heteropleuron) cultellus</i> :	50—56, meist 52 (K); 52—55 (W); 50—52 (H).
<i>Amphioxus lanceolatus</i> <sup>1)</sup> :	58—62, meist 60 (K); 59—61 (W); 60—62 (H).
<i>Amphioxus caribaeus</i> :	59—61, meist 60 (K); 58 (W); 58—60 (H).
<i>Paramphioxus (Heteropleuron) cingalensis</i> :	61—64 (K); 62—64 (H).
<i>Amphioxus prototypus</i> :	63—65 (H).
<i>Amphioxus belcheri</i> :	63—65 (K); 65 (W); 64—65 (H).
<i>Paramphioxus (Asymmetron) lucayanus</i> :	63—69, meist 65—66 (K); 66 (W) 66—67 (H).
<i>Amphioxus pelagicus</i> :	67 (K. nach GÜNTHER und LANKESTER).
<i>Amphioxus californiensis</i> :	69—73, meist 71 (K); 69 (W); 65—73 (H).
<i>Paramphioxus (Heteropleuron) bassanus</i> :	70—78, meist 75 (K); 75 (W); 75—78 (H).
<i>Amphioxus (?) elongatus (= californiensis?)</i> :	79 (K. und W. nach SUNDEVALL), 65—73 (H).

Abweichend verhält sich das vordere und hintere, der Myomeren entbehrende Körperende (bei *Amphioxus lanceolatus* und wohl auch den anderen Arten): hier fehlen die ventralen Nerven (Wurzeln) und nur die dorsalen sind vorhanden, vorn in der Zahl von 2 paarigen Nerven und mit spezifischen Besonderheiten, hinten, wie ROHDE (p. 201) angiebt, als 1 paariger sensibler (der 64.) Nerv. Zu den vorderen paarigen kommt noch ein unpaarer asymmetrischer Riechnerv hinzu.

Die beiden ersten paarigen Nerven (welche durch Sonderung des zweiten auch in dreifacher Anzahl vorkommen können<sup>2)</sup>), entsprechen dorsalen Nerven; mit dem N. olfactorius sind sie den auf sie folgenden, dorsale und ventrale Elemente enthaltenden „Spinalnerven“ von vielen Autoren als „Gehirnnerven“ gegenüber gestellt worden. Diese Unterscheidung und Bezeichnung hat einen sehr mässigen Werth und verdient nicht beibehalten zu werden, da den Hirnnerven entsprechende Elemente auch in den folgenden „Spinalnerven“ nachgewiesen worden sind. Ich benenne sie mit den neueren Untersuchern als ersten und zweiten paarigen Nerven und verbinde ihre Besprechung gleich mit derjenigen des Olfactorius, um danach erst über die bisherige Kenntniss bezüglich der dorsalen und ventralen Nerven, deren erster sonach in der Reihe als dritter Nerv etc. figurirt, zu berichten.

1. Nervus olfactorius und zwei erste paarige dorsale Nerven (sog. Gehirnnerven). Der von LANGERHANS (1876 p. 297) entdeckte Nervus olfactorius<sup>3)</sup> entspringt zwischen dem ersten und dem zweiten paarigen Nerven von der linken Seite der Dorsalfläche des Gehirns und setzt sich nach kurzem Verlaufe an die hintere Wand der Riechgrube resp. des Neuroporus anterior an<sup>4)</sup>. Ursprünglich liegt dieser Porus in der Mittellinie, rückt aber mit der Entwicklung der dorsalen Kopfflosse nach links (HATSCHKE 1884 p. 517), womit die asymmetrische Ausbildung des N. olfactorius Hand in Hand geht.

1) ROHDE (1888 B. Taf. XVI Fig. 27<sup>a</sup>) giebt bei *Amphioxus lanceolatus* 64 dorsale Nerven in toto, somit 62—61 nach Abzug der 2—3 ersten Nerven („Gehirnnerven“ d. Aut.) an, LANKESTER (1889 p. 365 f.) zählt als Regel 61 Myomeren, seltener 59 oder 62.

2) Dieser verdoppelte zweite Nerv ist jedoch immer einem Nerven morphologisch gleichzusetzen. Man wird sonach immer nur zwei erste paarige Nerven zählen.

3) Bulbus olfactorius von LANGERHANS, Lobus olfactorius von ROHON. VAN WIJHE (1886 B. p. 680) bezweifelt seine Natur als Riechnerv, weil dieser sich erst nach dem Akranier-Stadium entwickelt habe.

4) Die Riechgrube wurde bekanntlich von KÖLLIKER (1843 p. 23) entdeckt und zugleich als solche gedeutet. Später wies KOWALEVSKY (1867 p. 7) die Identität dieser trichterförmigen Grube mit dem bei den Larven offenen

Die beiden ersten paarigen dorsalen Nerven gehen symmetrisch vor und hinter dem Olfactorius vom centralen Nervensystem ab, der erste in mehr ventraler, der zweite in mehr dorsaler Lage. Der schwächere und rein sensible erste Nerv<sup>1)</sup>, der wahrscheinlich schon von GOODSIR (1841) gefunden, danach von J. MÜLLER (1842 resp. 1844) und DE QUATREFAGES (1845) übersehen und erst wieder von OWSJANNIKOW (1867 Fig. 1) sicher bestätigt wurde, entsteht von dem vorderen Ende des Gehirns und geht danach, der Chorda dicht aufliegend und an der Innenwand des ersten rudimentären Myotomes (VAN WIJHE 1891 p. 112) nach vorn, um den Anfang des Rostrums zu versorgen; HATSCHKE (1892 p. 142) deutet ihn als verschmolzenen Ram. lateralis dorsalis + ventralis, wozu wohl auch ein Ram. cutaneus dorsalis hinzukommt; auch VAN WIJHE stimmt der Vereinigung aus dorsalen und ventralen Aesten bei. Ein partielles Uebergreifen des linken Nerven auf die rechte Seite bildet NÜSSLIN (1877 Fig. 2 und 5) ab. Der allen Untersuchern bekannte kräftige und gemischte Fasern enthaltende zweite Nerv<sup>2)</sup> besteht nach HATSCHKE (1892 p. 144) aus zwei oft bis zur Wurzel gesonderten Portionen, einer vorderen, welche einen starken Ram. lateralis dorsalis und ventralis abgibt und den übrigen Theil des Rostrums innervirt, und einer hinteren, welche sich in zwei Ram. cutanei dorsales, einen R. cutaneus ventralis und einen Ram. visceralis theilt, von denen der letztere bereits zur Innervirung der Mundmuskeln beiträgt. Er verläuft nach VAN WIJHE (1893 p. 160, 1894 p. 112) zwischen dem ersten rudimentären und dem darauf folgenden gut entwickelten Myotom, der Aussenfläche des ersteren anliegend, und beschränkt sich nach VAN WIJHE auf die sensible Versorgung des Rostrums. Seine Zweige werden von QUATREFAGES (1845 p. 220 Pl. XI) als 4 gesonderte Nerven (2 bis 5) beschrieben. Die mehr oder minder tiefgreifende Sonderung der vorderen und hinteren Portion, unter Umständen in zwei selbstständig vom Gehirn abgehende Nerven, heben ausser HATSCHKE auch NÜSSLIN (1877 Fig. 12), SCHNEIDER (1879 Taf. XI Fig. 1), ROHON (1881 p. 10 Taf. IV Fig. 34) und VAN WIJHE (1893 p. 160) hervor; ROHON bezeichnet die hintere Portion als dritten Nerven. Derselbe Autor beschreibt auch ein Uebergreifen des linken zweiten Nerven auf die rechte Körperseite. — Ein besonderes Kennzeichen dieser 2 ersten Nerven gegenüber den folgenden ist die Existenz kleiner ovaler, theils an den Theilungsstellen, theils an den peripherischen Enden der Nervenfasern befindlicher Körper, welche von QUATREFAGES (1845 p. 228) entdeckt und von der Mehrzahl der späteren Autoren bestätigt werden konnten. QUATREFAGES benennt sie Organes ovoïdes und denkt an schleimbeireitende Organe (probablement organes mucipares), OWSJANNIKOW (1867 p. 442), REICHERT (1870 p. 756), KRAUSE (1888 B. p. 143) und FUSARI (1889 p. 137) deuten sie als Terminalkörperchen resp. Endkolben, LEUCKART und PAGENSTECHE (1858 p. 562), STIEDA (1873 p. 50), ROLPH (1876 p. 108), LANGERHANS (1876 p. 299), NÜSSLIN (1877 p. 29), ROHON (1881 p. 12) und HATSCHKE (1881 p. 142) als periphere Ganglienzellen, MARCUSEN (1864) als Nervenkerne.

Ein Nervus (Tractus) opticus fehlt *Amphioxus*<sup>3)</sup>.

Neuroporus nach und HATSCHKE (1884 p. 517) glaubte die offene Kommunikation desselben mit dem Gehirnvtrikel auch bei Erwachsenen gefunden zu haben, um aber später (1893 p. 139) im Einklange mit KRAUSE (1888 B. p. 138) und v. KUPFFER (1893 p. 74) den postembryonalen Abschluss derselben gegen den Gehirnhohlraum richtig anzugeben. KOHL (1890 p. 184, 185) unterscheidet zwischen vorderer Riechgrube und dahinter gelegenen Neuroporus und glaubt auch auf der rechten Seite ein Rudiment der Riechgrube gefunden zu haben; er ist mit seinen Befunden und Anschauungen allein geblieben. Die Deutung als Riechgrube wird von SCHNEIDER (1879 p. 14) und KRAUSE (1888 A. p. 48) bezweifelt; beide Autoren erblicken in dem betreffenden Neuroporus ein Homologon der Glandula pinealis resp. des Recessus suprapinealis. Endlich betonen GÖTTE (1875 p. 317f., 1883 p. 344f.) und HATSCHKE (1884 p. 517, 1892 p. 139) die Beziehungen der Riechgrube und des Neuroporus zur Hypophysis und geben für diese die richtigeren Wege wandelnde Homologisirung die nähere Begründung.

1) v. KUPFFER (1893 B. p. 553) fasst ihn als sensibeln ventralen, einer besonderen Kategorie angehörigen Nerven auf.

2) Von RICE (1880) als erster Spinalnerv angeführt.

3) An die Frage der Existenz des Opticus und des Auges bei *Amphioxus* hat sich eine reiche Literatur angeschlossen, auf die indessen hier nicht eingegangen werden kann. Kurz sei angeführt, dass die meisten Autoren

2. Die folgenden dorsalen Nerven (No. 3—64). Die aus gemischten Fasern bestehenden dorsalen „Spinalnerven“ waren schon den frühesten Untersuchern des *Amphioxus* von RATHKE (1841) an bekannt; ihre genauere Kenntniss wurde indessen erst nach und nach gewonnen und ist auch zur Zeit noch nicht eine in jeder Hinsicht gesicherte und allgemein angenommene. Die Stärke dieser Nerven wird von ROHON (1881 p. 9) vom ersten bis zum letzten gleich gross angegeben, während RICE (1880) den ersten und den letzten etwas schwächer als die anderen findet. Auf der von HATSCHKE (1892 p. 143 Fig. 6) gegebenen Abbildung ist der 3. linksseitige (5) erheblich stärker als seine Vorgänger und Nachfolger.

Positivere Angaben über den centralen Ursprung der dorsalen Spinalnerven macht zuerst OWSJANNIKOW [1867 p. 440f.), der ihre Fasern von den über dem Centralkanal und medianwärts gelagerten Ganglienzellen entstehen lässt; das Gleiche finden STIEDA (1873 p. 47f.) und ROHON (1881 p. 53, 60). NANSEN (1887 p. 152) und ROHDE (1888 A. p. 194) vermissen jeden Zusammenhang mit centralen Zellen. RETZIUS (1891 p. 45) lässt den kleineren Theil der Fasern aus den mittelgrossen und kleinen longitudinal angeordneten bipolaren Ganglienzellen entstehen, während der grössere Theil derselben von den Längsbündeln her stammt und ein Verband derselben mit centralen Zellen nicht nachgewiesen werden konnte. Damit würden, wenn ich RETZIUS recht verstehe, die dorsalen Nerven zum kleineren Theile aus centrifugalen (motorischen), zum grösseren aus centripetalen (sensibeln) Fasern sich zusammensetzen, welche letztere auch der Hauptmasse der sensibeln Fasern der Kranioten entsprechen, aber hier auch keinen Ausgang von peripherischen Spinalganglienzellen (die *Amphioxus* nach RETZIUS abgehen) erkennen lassen. Zugleich wirft RETZIUS die Frage auf, ob die angeführten centralen Ganglienzellen nicht möglicherweise centralwärts gerückte Spinalganglienzellen darstellen<sup>1)</sup>.

Der Abgang von der Medulla erfolgt in ziemlich regelmässigen, den Myomeren entsprechenden Abständen, wobei nach den von OWSJANNIKOW (1867 Fig. 1) und ROHON (1881 Taf. IV Fig. 34) gegebenen Abbildungen die vorderen (rostralen) Nerven einander mehr genähert, nach der von SCHNEIDER (1879 Taf. XV Fig. 1) gegebenen Figur aber ebenso weit von einander entfernt sind wie die übrigen. In der Regel entspringen die Nerven einfach; als sehr seltenes Vorkommniss wird ein zweiwurzeliger Ursprung von ROHON angegeben und abgebildet (1881 p. 18 Taf. IV Fig. 34). Der Abgang entspricht der lateralen Circumferenz des Rückenmarks, wobei die verschiedenen Nerven bald mehr dorsal, bald mehr ventral abgehen können (OWSJANNIKOW p. 434, LANGERHANS 1876 p. 295, ROHON p. 20); STIEDA (1873 p. 46f.) giebt ein in regelmässiger Folge stattfindendes Alterniren der auf einander folgenden Nerven an und vergleicht dieselben abwechselnd dorsalen und ventralen Nervenwurzeln, eine Auffassung, die aber von LANGERHANS (1876 p. 295f.) zurück-

---

(J. MÜLLER 1842 p. 95, LEUCKART und PAGENSTECHE 1858 p. 561, MARCUSEN 1864, HUXLEY 1873 p. 104, W. MÜLLER 1875 p. VI, LANGERHANS 1876 p. 342, DOHRN 1886 p. 332, AYERS 1890 p. 229, WILLEY 1894 p. 18) das Rudiment oder den im ersten Beginne der Ausbildung befindlichen Vorgänger eines Auges in dem meist unpaar, seltener paarig angelegten, von RETZIUS (1839 p. 198) entdeckten Pigmentfleck in der Vorderwand der Hirnblase erblicken. DOHRN speciell leitet diesen Fleck von einstmaligen paarigen Augen ab, WILLEY vergleicht ihn einem unpaaren Auge, AYERS deutet ihn als Vorläufer des unpaaren Pinealorgans und der paarigen Augen. ROHON (1881 p. 38) entscheidet sich für ein sehr primitives Empfindungsorgan, KOHL (1890 p. 182, 183) für ein Wärmeempfindungsorgan, KRAUSE (1888 A. p. 48, 1888 B. p. 140) homologisirt ihn der Substantia nigra und dem Locus caeruleus der höheren Vertebraten, OWSJANNIKOW (1867 p. 448), STIEDA (1873 p. 51) und NÜSSLIN (1879 p. 26f.) deuten ihn als blosse Pigmentanhäufung, wobei Letzterer das lichtempfindende Vermögen des *Amphioxus* in den Terminalkörperchen resp. Ganglienzellen der beiden ersten paarigen Nerven findet. HASSE (1876 p. 289f.) verlegt die Lichtempfindung in grubenförmig angeordnete Epithelien am Vorderende des Kopfes, welche zu dem zweiten Nerven wahrscheinlich in Beziehung stehen.

1) Einen ähnlichen, aber weiter entwickelten Gedankengang vertritt v. KUPFFER (1893 p. 76), indem er die im Bereiche des 3.—7. Nerven befindlichen dorsalen centralen Zellen mit der dorsalen Ganglienplatte der Kranioten-Embryonen vergleicht, somit bei *Amphioxus* zeitlebens persistirende Verhältnisse annimmt, welche die Kranioten embryonal durchlaufen. Auch VAN WIJHE (1894 p. 111) giebt theilweise noch im centralen Nervensystem liegende Zellen (Homologa der Spinalganglien) an.

gewiesen wird<sup>1)</sup>. Desgleichen ist von zahlreichen Autoren (OWSJANNIKOW 1867 p. 434 Fig. 1, BALFOUR 1876 p. 691, SCHNEIDER 1879 p. 15 Taf. XV Fig. 1, ROHON 1881 p. 19 Taf. IV Fig. 34, ROHDE 1888 A. p. 192) eine Asymmetrie in den Abgängen der rechten und linken Nerven nachgewiesen worden, welche an den vordersten noch wenig ausgeprägt, bei den übrigen aber so entwickelt ist, dass ein regelmässiges Alterniren der rechten und linken Seite stattfindet; BALFOUR, ROHON und ROHDE lassen hierbei den rechten auf den linken, SCHNEIDER den linken auf den rechten Nerven folgen. Mit gutem Rechte macht ROHON auf die Correlation zu der Asymmetrie der Myomeren aufmerksam, letztere als das die Asymmetrie der Nerven Bedingende hervorhebend<sup>2)</sup>.

Die dorsalen Nerven durchsetzen danach in einfacher Oeffnung die häutige Rückenmarkshülle und treten in die die einzelnen Myomeren des Seitenrumpfmuskels trennenden Septen ein, in welchen sie in dorso-lateraler Richtung peripherwärts verlaufen, um nach dem Austritte aus denselben, also subcutan zwischen Muskulatur und Haut sich in einen kleineren dorsalen und grösseren ventralen Ast zu theilen. Auf diesem Verlaufe sind von zahlreichen Autoren kleine Einlagerungen, Verdickungen oder Zellen beschrieben, aber verschiedenartig aufgefasst worden. MARCUSEN (1864 p. 3), STIEDA (1873 p. 47), SCHNEIDER (1879 p. 15), ROHDE (1888 A. p. 194, 1888 B. p. 199), FUSARI (1889 p. 130), HATSCHKE (1892 p. 140), VAN WIJHE (1894 p. 111) deuten dieselben als Spinalganglienzellen, die bald mehr am Anfange der Nerven (SCHNEIDER), bald mehr peripherisch (FUSARI, HATSCHKE), bald allenthalben zerstreut (ROHDE) beobachtet werden. ROHDE hebt dabei hervor, dass das, was sich bei *Amphioxus* noch zerstreut finde, bei den Kranioten zu kompakten Ganglien gesammelt sei; HATSCHKE macht auf das peripherische, subcutane Vorkommen gegenüber der tieferen Lage der Spinalganglien der Kranioten aufmerksam und leitet letztere von dem Verhalten bei *Amphioxus* ab. OWSJANNIKOW (1867 p. 434), LANGERHANS (1876 p. 295 f.), ROHON (1881 p. 20) und RETZIUS (1891 p. 38) leugnen die gangliöse Natur dieser Gebilde und deuten sie als Bindegewebszellen oder als blosse varicöse Anschwellungen der Nervenfasern.

Von den beiden Aesten wendet sich der schwächere Ram. dorsalis subkutan nach oben und versorgt die Haut; HATSCHKE (1892 p. 141) unterscheidet an ihm einen dünne Verzweigungen bildenden R. cutaneus dorsalis und einen mit kurzen dicken Verzweigungen endenden R. lateralis dorsalis, ist aber hinsichtlich der Existenz des letzteren an dem 3. bis 5. Nerven zweifelhaft. Der stärkere Ram. ventralis geht, gleichfalls zwischen Haut und Seitenrumpfmuskel, nach unten, hierbei nach HATSCHKE einen Ram. cutaneus ventralis und Ram. lateralis ventralis abgebend, und tritt dann, wie SCHNEIDER (1879 p. 15 Taf. XIV Fig. 1) zuerst nachgewiesen<sup>3)</sup>, zwischen dem ventralen Rande des Seitenrumpfmuskels und Quermuskels medialwärts, um als Ram. visceralis mit gemischten Fasern theils an der visceralen Muskulatur (s. unten p. 640) sich zu verzweigen, theils an der Innenfläche der Rumpfwand nach oben zu steigen und durch das Ligamentum denticulatum zu den Kiemen zu gelangen, wo er sich unter Bildung eines längslaufenden Plexus s. Collector (FUSARI 1889 p. 133, VAN WIJHE 1893 p. 167, 1894 p. 114) ausbreitet. Die Verzweigung dieses R. visceralis zu den visceralen Muskeln wurde bereits von ROLPH (1876 p. 107), ROHDE (1888 B. p. 204) und RETZIUS (1891 p. 46) als wahrscheinlich bezeichnet, jedoch erst, nachdem FUSARI (p. 130) sie abgeleugnet, von HATSCHKE (1892) und VAN WIJHE (1893) sicher nachgewiesen. Ueber die zu den Kiemen gelangenden Zweige berichteten schon in allgemeineren Angaben LEUCKART und PAGENSTECHEK, SCHNEIDER, ROHON u. A.; die genauere Kenntniss derselben verdanken wir

1) SCHNEIDER (1879 p. 13) hielt deshalb STIEDA für den ersten Entdecker der wirklichen ventralen (motorischen) Nerven. ROHON (1881 p. 53, 54) hat indessen den Nachweis geliefert, dass STIEDA nur dorsale Nerven sah.

2) Diese Asymmetrie ist nur eine Theilerscheinung der sich in den verschiedensten Organsystemen ausserordnend allgemeinen Asymmetrie des *Amphioxus*, die sich von symmetrischen Anfängen ausgehend, bereits in früher embryonaler Zeit ausbildete und in verschiedenem Grade zeitlebens erhalten bleibt.

3) SCHNEIDER fand diese Rami viscerales in der Kiemenregion, also bis zum Porus abdominalis (Athemporus); HATSCHKE konnte sie bis zur Analöffnung nachweisen.

FUSARI und namentlich VAN WIJHE. SCHNEIDER vergleicht die Rami viscerales funktionell dem Vagus, VAN WIJHE homologisirt sie theils dem Vagus, theils dem Grenzstrang des Sympathicus<sup>1)</sup>. FUSARI unterscheidet ausser dem Kiemenplexus noch einen besonderen dünnmaschigen sympathischen Plexus. — Der subcutane Verlauf der beiden Hauptäste der dorsalen Nerven und das spätere tiefe Eindringen der Rr. viscerales ist verschiedenen Autoren aufgefallen, auch als wesentliche Abweichung von den Verhältnissen bei den Kranioten hervorgehoben worden (GEGENBAUR, VON KUPFFER 1893 B. p. 555); der Letztere erkennt keine Homologie mit den dorsalen Spinalnerven der Kranioten an, sondern hält die letzteren für neue Erwerbungen. VAN WIJHE (1889 B. p. 502) findet diesen Unterschied nicht so fundamental und sucht ihn durch das wahrscheinlich bei den Kranioten stattgefundene rostralwärts gehende Vorwachsen der Myotome zu erklären.

3. Ventrale Nerven (No. 3—63 resp. 1—61)<sup>2)</sup>. Die somato-motorischen ventralen Nerven wurden zuerst von SCHNEIDER (1879 p. B. 13, 15, 1880 p. 331) nachgewiesen<sup>3)</sup>, danach auch noch von einigen Autoren (z. B. BALFOUR 1880 p. 90 f.) abgeleugnet, aber nach und nach allgemein anerkannt und von zahlreichen Untersuchern (ROHON 1881 p. 15 f., NANSEN 1887 p. 152, ROHDE 1888 A. p. 196, 1888 B. p. 202 f., FUSARI 1889 p. 12, RETZIUS 1891 p. 45, HATSCHKE 1892 p. 141, VAN WIJHE 1893 B. p. XLI und WILLEY 1894 p. 80) bestätigt.

Ihr centraler Ursprung ist noch nicht sicher gestellt und scheint ziemlich complicirt zu sein; ROHON (1881 p. 54) beschreibt einen Beginn von lateral und ventral vom Centralkanal gelegenen Zellen, allein NANSEN, ROHDE und RETZIUS haben sich vergeblich bemüht, Zusammenhänge mit motorischen Zellen zu finden.

Der Abgang geschieht von der ventro-lateralen Circumferenz der Medulla mit einer grossen Anzahl feiner Fascikel (ROHON zählte ca. 40 solcher, die Abbildungen von ROHDE und RETZIUS lassen auf noch mehr schliessen), welche mit den dorsalen Nerven alterniren und dementsprechend auch eine antimere Asymmetrie zeigen, unter allseitig divergentem Verlaufe mit lauter einzelnen feinen Oeffnungen die Rückenmarkshülle durchbohren und danach sofort an die Innenfläche der von ihnen versorgten Seitenrumpfmuskulatur treten, wobei eine vordere Gruppe für die dorsale Abtheilung und eine hintere für die ventrale Abtheilung dieser Muskulatur unterschieden wurde. Während die Mehrzahl der Fasern direkt nach dem Durchtritt durch die medullare Umhüllung sich mit den einzelnen Muskelbändern der Seitenrumpfmuskulatur verbindet, verläuft der am meisten ventrale Theil der hinteren Gruppe zwischen der lateralen und medialen Lage dieses Muskels nach unten und tritt erst während dieses Verlaufes mit den Muskelbändern desselben in Verbindung (vergl. insbesondere ROHDE 1888 B. p. 202 f. Taf. XVI). SCHNEIDER, ROHDE und FUSARI fanden eine Querstreifung der Fasern, welche RETZIUS als körnige Varikosität deutet; die beiden erstgenannten Autoren wurden zugleich durch ihre Beobachtung veranlasst, alle ausserhalb der Rückenmarksscheide liegenden Theile bereits für Muskeln zu halten, welcher Anschauung FUSARI und RETZIUS gegenüberreten, indem sie die wahre Nervennatur der Fasern betonen. In den varikösen Anschwellungen erblickt RETZIUS (1891 p. 46) zum Theil motorische den Muskelbändern direkt aufliegende Endapparate; VAN WIJHE (1893 B. p. XLI) fasst dieselben als blosser Kunstprodukte auf und findet die wahren Endapparate in dreieckigen Verbreiterungen der Nervenenden, welche er den Cônes d'accroissement von RAMON y CAJAL vergleicht. Zugleich betont der genannte Autor die Existenz sensibler Muskelfasern mit Endorganen (a. a. O. p. XLII). Für das vorderste rudimentäre Myotom wurde kein ventraler Nerv gefunden; das erste innervirt das zweite gut ausgebildete Myotom (HATSCHKE 1892 p. 141). —

Die Deutung der beiden ersten und der auf die folgenden dorsalen Nerven ist von

1) Genauere Angaben darüber finden sich weiter unten (p. 638).

2) Nr. 3—63 bezieht sich auf die morphologische Reihenfolge mit Rücksicht auf die zugehörigen dorsalen Nerven, Nr. 1—61 auf die Existenz der wirklich vorhandenen ventralen Nerven.

3) Hinsichtlich der von SCHNEIDER angegebenen vermeintlichen Entdeckung dieser ventralen Nerven durch STIEDA vergl. p. 635 Anm. 1.

den verschiedenen Autoren sehr verschiedenartig angegeben worden und zugleich in einer Weise, dass man zumeist in den ersten die vorderen Hirnnerven der Kranioten wiederfand, die letzteren in sehr wenig übereinstimmender Weise mit den hinteren Gehirnnerven der höheren Wirbelthiere verglich. Zu einem sehr wesentlichen Theile hängt die Frage der Homologisirung von der Grenzbestimmung zwischen Gehirn und Rückenmark und der specielleren Identificirung des *Amphioxus*-Hirnes mit den Hauptabschnitten des Kranioten-Gehirnes ab.

Diese Grenzbestimmung zwischen Gehirn und Rückenmark und Identificirung der einzelnen Hirnthteile unterliegt erheblichen Schwierigkeiten, da eine Abgrenzung des *Amphioxus*-Gehirnes gegen das Rückenmark durch kein äusseres Merkmal gegeben ist und das vordere Ende des centralen Nervensystems selbst schmaler ist als der darauf folgende Theil<sup>1)</sup>. Dieses vordere Ende enthält indessen eine kleine Erweiterung des Centralkanales, den von LEUCKART und PAGENSTECHER (1858 p. 561) entdeckten Gehirnventrikel, welcher von den folgenden Autoren zur Bestimmung der hinteren Grenze benutzt wurde<sup>2)</sup>; hinter diesem fand HATSCHKE (1893 p. 187 f.) bei der Larve von *Amphioxus*, welche eine — später von dem Dickenwachsthum des Rückenmarkes überholte — vordere Gehirnanschwellung darbot, noch zwei weitere Ventrikelbildungen, die sich danach wieder verengerten, und v. KUPFFER (1893 p. 74 Taf. XI Fig. 31) konnte zeigen, dass der vordere Ventrikel sich wie bei Kranioten-Embryonen in bestimmter Weise scharf gegen das hintere intracerebrale Hohlraumssystem absetzt. Weiterhin wurde an dem auf den ersten Ventrikel folgenden Abschnitt des Centralnervensystems eine besonders ganglienzellenreiche Strecke gefunden (OWSJANNIKOW 1867 p. 448, STIEDA 1873 p. 42, ROHON 1881 p. 46, ROHDE 1888 B. p. 195 f., AYERS 1890 p. 223, v. KUPFFER 1893 p. 76), welche nach ROHDE hinten mit der ersten kolossalen Ganglienzelle resp. dem Abgange des 6. dorsalen Nerven abschliesst und von den genannten Autoren als Medulla oblongata resp. primitives Hinterhirn angesprochen und zur Bestimmung der hinteren Hirngrenze benutzt wurde. Auf Grund der peripherischen Nervenverbreitung verlegt HUXLEY (1874 p. 129 f.), dem zugleich die Lage des Velum als Ausgang dabei dient, das hintere Ende des Gehirnes vor den Abgang des 16., VAN WIJHE (1893 p. 168, 1894 p. 115) dagegen an den des 10. dorsalen Nerven, letzteren noch in den Gehirnbereich einschliessend, GEGENBAUR (1872 p. 300, 1874 p. 453, 1878 p. 489, 1887 A. p. 98) vergleicht den ganzen der Kiemenregion entsprechenden Körperabschnitt des *Amphioxus* dem Kopfe der Kranioten.

Dementsprechend bestehen auch über die Homologien der einzelnen Hirnnerven des *Amphioxus* ungemeine Discrepanzen bei den Autoren.

Der erste paarige Nerv (Gehirnnerv) ist als Olfactorius (OWEN 1866 p. 269), wohl als Opticus (SCHNEIDER 1879 p. 14), als Nervus apicis (VAN WIJHE 1894 p. 112)<sup>3)</sup>, als Ophthalmicus profundus trigemini (HATSCHKE 1892 p. 143 Fig. 6), als Orbito-nasalis s. Ram. I n. trigemini (HUXLEY 1874 p. 130), als Theil des Trigemini (ROHON 1881 p. 13, KRAUSE 1888 B. p. 138), als Trigemini (OWSJANNIKOW 1867 p. 449, RABL 1889 p. 237), der zweite<sup>4)</sup> als Opticus (HASSE 1876

1) Die Experimente von STEINER (1886 p. 498) haben zugleich gezeigt, dass das Gehirn auch physiologisch keine besondere Rolle spielt, dass *Amphioxus* ein „wahres Rückenmarkswesen“ ist.

2) Der den vorderen Ventrikel enthaltende Gehirnabschnitt ist übrigens in der mannigfaltigsten Weise gedeutet worden. LEUCKART und PAGENSTECHER (1858 p. 562), OWSJANNIKOW (1867 p. 432) und, wenn ich recht verstehe, HIS (1887 B. p. 428) deuten ihn als Hinterhirn resp. Hinterhirn und Nachhirn, WIEDERSHEIM (1883—86) als Hinterhirn und Mittelhirn, WIEDERSHEIM (1888 p. 149) und KRAUSE (1888 B. p. 138) als Mittelhirn, HUXLEY (1875 p. 131), AYERS (1890 p. 223) als Zwischenhirn, W. MÜLLER (1875 p. VI) und HATSCHKE (1892 p. 138) als Vorderhirn, WIEDERSHEIM (1893 p. 245) als Vorder- und vielleicht auch als Mittelhirn, ROHON (1881 p. 46) und v. KUPFFER (1893 p. 74 f.) als vereinigt Mittelhirn, Zwischenhirn und Vorderhirn (v. KUPFFER's Vorhirn), J. MÜLLER (1842 p. 94), MOREAU (1870 p. 1185), STIEDA (1873 p. 39) und LANGERHANS (1876 p. 296) überhaupt als (das ganze) Gehirn.

3) VAN WIJHE bezeichnet so (als N. apicis) den von PINCUS (1895 p. 279) bei *Protopterus* gefundenen, von dem Recessus praeropticus ausgehenden Nerven.

4) HUXLEY vergleicht diesen und die 5 folgenden dorsalen Nerven (3—7) nebst ihren Myotomen mit dem 2. und 3. Ast des Trigemini und den Augenmuskelnerven. Die ventralen Nerven waren damals noch nicht entdeckt.

p. 298), als N. ophthalmicus profundus s. Ram. nasociliaris n. trigemini (VAN WIJHE 1894 p. 112), als Trigemini nach Abzug des Ophthalmicus profundus (HATSCHEK 1892 p. 143 Fig. 6), als Theil des Trigemini (J. MÜLLER 1842 p. 90, W. MÜLLER 1875 p. VI, KRAUSE 1888 B. p. 138), als Trigemini (GOODSIR 1841), als Theil des Trigemini und als Facialis (ROHON 1881 p. 23)<sup>1)</sup>, als Facialis (OWSJANNIKOW 1867 p. 449), als Acustico-facialis (RABL 1889 p. 234), als Trigemini + Vagus (QUATREFAGES 1845 p. 222, OWEN 1866 p. 270) gedeutet worden. Zu diesen beiden ersten Nerven kommen noch die auf sie folgenden dorsalen (gemischte Fasern besitzenden) und z. Th. auch ventralen (motorischen) Nerven (Spinalnerven) als Homologa der weiteren Gehirnnerven der Kranioten hinzu<sup>2)</sup>. ROHON (1888 B. p. 197) rechnet die drei ersten derselben (3—5) noch zum Gehirn, ohne sich auf nähere Deutungen einzulassen, J. MÜLLER (1842 p. 90) verbindet diese fünf mit den beiden ersten Nerven (also 1—7) zu dem Trigemini, SCHNEIDER (1879 p. 15) schreibt den von ihm entdeckten Rami viscerales in dem ganzen bis zum Athemporus sich erstreckenden Bereiche die Funktion des Vagus zu. Speciellere Homologisirungen werden von HUXLEY (1874 p. 129 f.), ROHON (1881 p. 23 f.) und VAN WIJHE (1893 p. 160 f., 1894 p. 113 f.) gegeben; HATSCHEK (1892 p. 144 f.), dem wir nebst VAN WIJHE die genaueste Kenntniss im specielleren Verlaufe dieser Nerven verdanken<sup>3)</sup>, enthält sich der Deutung. HUXLEY findet in den dorsalen Nerven 3—7 im Verbande mit dem 2. das Material für die Rami II et III trigemini und die Nn. oculomotorius, trochlearis und abducens, den 8. vergleicht er mit dem Facialis, den 9. mit dem Glossopharyngeus, den 10. bis 15. mit dem Vagus. ROHON homologisirt dagegen den 3.—7. Nerven mit dem Glossopharyngeus und Hypoglossus, den 8.—20. (speciell die zu den Kiemen gehenden Antheile derselben) mit dem Vagus. VAN WIJHE endlich findet in seiner ersten diesbezüglichen Mittheilung (1893 p. 168 f.) einen der Hauptausdehnung des Kiemenkorbes (excl. die ersten 7 Kiemen) aufliegenden Längsnerven, welchen er dem Ram. branchio-intestinalis vagi vergleicht und der wahrscheinlich von dem R. visceralis des 8., vielleicht auch von denen des 9. und 10. Nerven gebildet werde; hinsichtlich der Erkenntniss des genaueren Ursprunges und der Innervation der 7 ersten Kiemen versagte die technische Methode. In der weiteren Fortsetzung seiner Untersuchungen (1894 p. 115 f.) beobachtete er, dass auch die visceralen Aeste des 11. bis 30. Nerven in die Bildung eines langen dem sympathischen Grenzstrang vergleichbaren Collector eingehen, welcher von dem 7. primären Kiemenbogen bis zum Ende des Kiemenkorbes verfolgt werden konnte, wobei etwa 5 Kiemenbogen je einem Nerven entsprechen; hinsichtlich der Rr. viscerales des 7. bis 10. Spinalnerven gelang es nicht, auf Grund der Untersuchung weitere Aufklärung zu erlangen, so dass er hier nur theoretisch schliessen konnte, dass es sich bezüglich dieser Nerven um den Vagus oder besser um den Vagus (7. und 8. Nerv) und die „dorsalen Wurzeln“ des Hypoglossus (9. und 10. Nerv) handele. In dieser zweiten Mittheilung wird überhaupt die Homologie der Nerven des *Amphioxus* mit denen der Kranioten in folgender Weise durchgeführt: 1. N. apicis; 2. N. ophthalmicus profundus s. nasociliaris n. trigemini; dorsaler Ast von 3.: Ram. I n. trigemini (excl. nasociliaris), ventraler Ast von 3.: Ram. II et III. n. trigemini; 4. und 5.: N. facialis<sup>4)</sup>; 6.: N. glossopharyngeus<sup>4)</sup>; 7. und 8.: N. vagus; 9. und 10.: dorsale Wurzeln des N. hypoglossus; viscerales Aeste von 11—30: Sympathicus. Die Zahl der Kopfmyotome wird von ihm zu 9 angegeben.

1) Wie oben (p. 633) mitgetheilt, unterscheidet ROHON die beiden, oft selbstständig abgehenden Aeste dieses Nerven als 2. und 3. und homologisirt den ersteren als Theil des Trigemini, den letzteren als Facialis.

2) RABL identificirt sie mit echten Spinalnerven (1889 p. 237).

3) Hinsichtlich des Näheren, insbesondere auch hinsichtlich der interessanten asymmetrischen Betheiligung an der Versorgung des Mundes verweise ich auf die in hohem Grade verdienstvollen Abhandlungen HATSCHEK's und VAN WIJHE's. Die Innervation der Mundhöhlenschleimhaut und des Velum geschieht lediglich durch linksseitige Nerven (VAN WIJHE 1893 p. 153 f.).

4) Für die Bestimmung der Homologie dieser beiden Nerven war ihm die Ableitung des bleibenden Mundes (Premostoma) des *Amphioxus* aus der ersten Kiemenspalte und das (von LANGERHANS 1876 p. 310) zuerst nachgewiesene Vorkommen von Schmeckbechern in jener Gegend entscheidend.

Die Muskeln des *Amphioxus* sind unter den älteren Autoren insbesondere von RATHKE (1841 p. 13), J. MÜLLER (1842 p. 91) und QUATREFAGES (1845 p. 212 f.), danach in genauerer Weise von STIEDA (1873 p. 15), ROLPH (1876 p. 103), LANGERHANS (1876 p. 291 f.) und SCHNEIDER (1879 p. 10) beschrieben worden. Der letztgenannte Autor theilt sie in quergestreifte Stammuskeln mit den beiden Abtheilungen der Längs- und Quermuskeln und in glatte oder quergestreifte Visceralmuskeln um Mund und After ein; den Velummuskel ist er geneigt, zum Darmkanal zu rechnen; an Kiemenkorb, Darm und Gefäßen finden sich glatte Muskeln. Diese Eintheilung ist durch die neueren Untersuchungen von HATSCHKE (1892 p. 136 f.) und VAN WIJHE (1893 p. 159, 171, 1894 p. 108 f.) modificirt und vervollkommnet worden; WILLEY (1894 p. 35 f.) übernimmt in seinem zusammenfassenden Buche über *Amphioxus* die Befunde beider Autoren. Danach besteht die Muskulatur des *Amphioxus* aus dem quergestreiften Seitenrumpfmuskel, den quergestreiften visceralen Muskeln und der glatten splanchnischen Muskulatur am Tractus intestinalis und den Gefäßen. Von der Besprechung der letzteren kann hier abgesehen werden<sup>1)</sup>.

Der Seitenrumpfmuskel bildet eine zu beiden Seiten des *Amphioxus*-Körpers erstreckte Muskelmasse, welche durch Myosepten in eine bei den verschiedenen Arten von *Amphioxus* wechselnde Anzahl<sup>2)</sup> von Myomeren gesondert ist, welche die gleiche Asymmetrie wie die Nerven zeigen (p. 635); jedes Myomer besteht aus längslaufenden Muskelplatten oder Muskelbändern. Die einzelnen Myosepten bilden winkelige Linien, derart, dass die nach vorn gerichtete Spitze des Winkels in der der Chordalage entsprechenden mittleren Höhe des Körpers sich befindet und dass von da aus die Winkelschenkel in einer Ausdehnung von mehreren Myomeren nach hinten und oben (dorso-caudal) und nach hinten und unten (ventro-caudal) sich wenden. Nach HATSCHKE (1881 p. 58 Taf. IV—VI) resultirt, dass diese Winkelstellung aus einer ursprünglichen transversalen Richtung der Myosepten hervorgeht und dass zuerst im ventralen, und dann im dorsalen Bereiche die Myomeren sich caudalwärts verschieben. Desgleichen wissen wir durch KOWALEVSKY, ROLPH und HATSCHKE, dass der Seitenrumpfmuskel zuerst in Chordahöhe sich ausbildet und dann erst ventral- und dorsalwärts sich ausdehnt. Auch die Asymmetrie bildet sich nach HATSCHKE's Nachweisen (1881 p. 58) erst im Laufe der Ontogenese aus.

Vor dem ersten gut ausgebildeten Myomer findet sich noch ein rudimentäres („rostraler Fortsatz“), über welches HATSCHKE und VAN WIJHE des Näheren berichten. Dasselbe entwickelt sich später als das ihm folgende gut ausgebildete, bleibt embryonal und besteht aus primordially glatten Muskelfasern; auch konnte eine gesonderte Innervation desselben nicht beobachtet werden. HATSCHKE bezeichnet es als 1., das folgende gut ausgebildete Myomer als 2. Myomer.

Wie schon angegeben, wird der Seitenrumpfmuskel von den ventralen Nerven innervirt, wobei jedem Myomer je ein Nerv zukommt; die meisten Nervenfasern treten direkt an die Medialränder der einzelnen Muskelplatten, eine Anzahl ventraler erstreckt sich auch zwischen dieselben (ROHDE 1888 B. p. 202 f. Taf. XVII) und scheidet damit eine mediale (Rectus von SCHNEIDER) und laterale Abtheilung (Obliquus von SCHNEIDER); VAN WIJHE (1893 B. p. XLI) betrachtet die erstere als den nach innen und oben umgeschlagenen ventralen Theil des Seitenrumpfmuskels. Die ventralen Aeste der dorsalen Nerven verlaufen, wie schon angegeben, oberflächlich von der Seitenrumpfmuskulatur nach unten und senden ihren visceralen Ast erst am ventralen Rande derselben, zwischen ihr und der Quermuskulatur nach innen.

1) An dem Kiemenkorb werden glatte Muskeln von W. MÜLLER (1873 p. 329), LANGERHANS (1876 p. 314, 318), SCHNEIDER (1879 p. 24 f.) und ROHON (1881 p. 6 f.) beschrieben.

2) Bezüglich der Zahl dieser Myomeren bei den verschiedenen Arten von *Amphioxus* verweise ich auf die obigen (WILLEY, KIRKALDY und HAECKEL) entnommenen Angaben (p. 632). GOODSIR (1841 p. 241) zählt bei *Amphioxus lanceolatus* 60, BERT (1867 p. 302) 61, STIEDA (1873 p. 16) gegen 60, ROHON (1881 p. 21) 60—63 (60 auf der einen, 62—63 auf der anderen Seite), LANKESTER (1889 p. 365 f.) 61, seltener 59 oder 62 Myomeren.

Eine Unterbrechung des Seitenrumpfmuskels von *Amphioxus*, welche den Kiemenspalten oder Kiemenoöffnungen der Kranioten verglichen werden könnte, findet sich nirgends; allenthalben umschliesst der Muskel ohne jede Durchbohrung die peribranchiale Höhle, in welche die Kiemenspalten frei ausmünden.

In den ersten Myomeren erblickte HUXLEY (1874 p. 129) das Material, aus welchem die Augen- und Kiefermuskeln der Kranioten hervorgingen; auch GEGENBAUR (1887 A. p. 99) fand in drei vorderen Myomeren, die er nicht näher bestimmt, die Ursprungsstätten für die Augenmuskulatur. VAN WIJHE (1894 p. 110) homologisirte die Oculomotorius-Gruppe der Augenmuskeln mit dem 1. wohlausgebildeten, den Obliquus superior mit dem 2., den Rectus externus mit dem 3. Myomer<sup>1)</sup>.

Die visceralen Muskeln bestehen nach VAN WIJHE aus dem sogenannten Quermuskel (M. transversus) des Bauches und dem äusseren Lippenmuskel, dem inneren Lippenmuskel, dem Sphincter des Velum und dem Analmuskel<sup>2)</sup>. HATSCHKE und VAN WIJHE verdanken wir die genauere, auch ontogenetisch begründete Erkenntniss des Zusammenhangs des queren Bauchmuskels mit der Lippenmuskulatur und den übrigen visceralen Muskeln, während SCHNEIDER und andere Autoren diesen Quermuskel (nach SCHNEIDER Homologon des Mylohyoideus oder Obliquus) mit dem Seitenrumpfmuskel zur Stammesmuskulatur vereinigt und den visceralen Muskeln gegenübergestellt hatten; doch verdient Erwähnung, dass ROLPH (1876 p. 106) denselben als eine nur *Amphioxus* zukommende spezifische Bildung, welche mit den Bauchmuskeln der übrigen Wirbelthiere nicht homologisirt werden dürfe, auffasste.

Die Innervation der visceralen Muskulatur geschieht durch die dorsalen Nerven (mit Ausnahme des ersten rein sensibeln Nerven), und zwar betheiligen sich dieselben sämmtlich bis zur Analgegend mit ihren Rr. viscerales an ihrer Versorgung (cf. p. 635).

Wie der Seitenrumpfmuskel bestehen auch die visceralen Muskeln aus Muskelplatten resp. Muskelbändern, eine Erkenntniss, welche wir insbesondere GRENACHER (1867 p. 577), LANGERHANS (1876 p. 291 f.) und SCHNEIDER (1879 p. 11 f.) verdanken; entwicklungsgeschichtliche Mittheilungen darüber machte HATSCHKE (1881 p. 65 f.). Die drei erstgenannten Autoren haben diese Platten denen von *Petromyzon* direkt verglichen; MAURER (1894 p. 484) hebt dagegen auf Grund der ontogenetischen Angaben von HATSCHKE hervor, dass ein Vergleich zwischen den Muskelbändern des *Amphioxus* und der Petromyzonten im Speciellen sehr schwierig erscheine; die Muskulatur des Ersteren stehe viel tiefer als die der Letzteren. —

Die Zahl der Kiemen des *Amphioxus lanceolatus* ist bekanntlich eine sehr beträchtliche und während des ganzen Lebens durch Vermehrung am hinteren Ende zunehmende<sup>3)</sup>. Sie beträgt bei ausgewachsenen Thieren etwa 90—125, wobei jede Kieme mit Ausnahme der ersten und der jedesmaligen noch in Bildung begriffenen letzten eine Längsspaltung in zwei erlitten hat. Die Ausdehnung dieser Kiemenregion beginnt ungefähr an dem 6.—7. Myomer und erstreckt sich von da annähernd über die vordere Hälfte des Körpers, etwa 10—12 Myomeren vor dem sogenannten

1) Nach HATSCHKE's Zählung (incl. das vorderste rudimentäre Myotom) sind es das 2., 3. und 4. Myomer.

2) Ich enthalte mich einer Beschreibung dieser Nerven und verweise hinsichtlich aller Details auf die auch in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht sehr bedeutsamen Mittheilungen von HATSCHKE und VAN WIJHE. Letzterer fand, dass der ganze beiderseitige äussere Lippenmuskel nur die Fortsetzung des linken queren Bauchmuskels sei.

3) J. MÜLLER (1842 p. 90) findet bei 13 mm (6'''') langen Exemplaren 25, bei 26 mm (1'') langen Thieren 40—50 Spalten. ROLPH (76 p. 120) giebt bei Erwachsenen über 100, ROHON (1881 p. 59) bei seinem Material 40—110, LANKESTER (1889 p. 365 f.) bis 124, WILLEY (1894 p. 17) 90 Spalten an. VAN WIJHE (1889 B. p. 559) findet bei Exemplaren von 12,5 mm Länge 50 Spalten, die bis zur Region des 24. Myotoms reichen, bei 15 mm langen Thieren 60, bis zum 26. Myotom sich erstreckende, bei geschlechtsreifen 40—50 mm langen Exemplaren zahlreiche bis zum 27. Myomer und wohl noch etwas weiter nach hinten reichende Spalten. — Ueber die Ausbildung der neuen Kiemenstäbe am hinteren Ende des Kiemenkorbs berichtet SPENGLER (1890 p. 290 Fig. 2) unter Bezugnahme auf eine instructive Abbildung.

Athemporus<sup>1)</sup>; auf je ein Myomer kommen sonach etwa 4—6 schräg descendent gerichtete Kiemenpalten, von denen die vordersten und hintersten niedriger als die übrige Mehrzahl sind. Nach den Angaben ROLPH's besteht zugleich eine mässige Asymmetrie des Kiemenkorbes, indem Grenzstäbe der einen Seite und Theilungsstäbe der anderen sich entsprechen.

Bei Embryonen finden sich viele geringere Anzahlen und einfachere Verhältnisse, über die wir namentlich HATSCHKE (1881, 1884, 1892), VAN WIJHE (1889, 1893, 1894) und WILLEY (1891, 1894) genauere Angaben verdanken. Danach beginnt der Durchbruch des Mundes und der ersten Kiemenpalte nach der Bildung von 14 Myotomen (Ursegmenten HATSCHKE 1881 p. 18, p. 78); hinter dieser ersten brechen bei der frei pelagisch lebenden Larve ziemlich schnell weitere hindurch (WILLEY 1891 p. 187ff., 1894 p. 150ff.), welche in ihrer Lage den Myotomen gut entsprechen, indem auf jedes Myotom je eine Kiemenpalte kommt. Die Entstehung dieser Kiemenpalten ist nach WILLEY's Funden — in sekundärer Anpassung an das Larvenleben — eine durchaus asymmetrische, derart, dass die durch ein ventrales Längsgefäss bestimmte Scheidungslinie zwischen den später rechtsseitigen und linksseitigen Kiemenpalten sich anfangs nicht in der ventralen Mittellinie, sondern ziemlich hoch im Bereiche der rechten Körperhälfte befindet, wonach sowohl die rechtsseitigen wie die linksseitigen Kiemenpalten zuerst auf der rechten Seite durchbrechen und die letzteren erst nach und nach unter successiver Herstellung der Symmetrie sich um die ventrale Mittellinie herum auf die linke Körperseite hinüberziehen. Der Durchbruch der linksseitigen erfolgt etwas früher als der der rechtsseitigen, weshalb WILLEY erstere als Primary Gill-Slits, letztere als Secondary Gill-Slits bezeichnet. Auf diese Weise entstehen sehr bald (in WILLEY's Stadium I und II) 14 primäre und 6 sekundäre Kiemenpalten; erstere bilden sich wieder partiell zurück, so dass schliesslich am Ende vom Stadium VIII nur 8 (2—9) zurückbleiben, letztere vermehren sich langsam durch Ausbildung zweier hinteren auch zu 8, welche aber 1—8 entsprechen<sup>2)</sup>. Entsprechend den verschiedenen Zahlen (links 2—9, rechts 1—8) sind diese Kiemenpalten anfänglich asymmetrisch gelegen; durch gegenseitige Verschiebung kommt die Symmetrie derselben<sup>3)</sup> zu Stande. Damit ist das Critical Stage oder der Beginn der Adolescent Period WILLEY's erreicht; die Larve giebt ihr pelagisches Leben auf und sinkt auf den Sandboden des Meeres. Bis dahin besteht Eumetamerie zwischen Myomeren und Branchiomeren, worauf schon GEGENBAUR (1887 p. 100f.) aufmerksam gemacht hat. Danach vollzieht sich die Bildung der auf diese folgenden Kiemenpalten (Tertiary Gill-Slits WILLEY), um in einer während des ganzen Lebens fortschreitenden Reihe schliesslich die erhebliche Zahl von 90—125 zu erreichen; insofern aber für diese neugebildeten Kiemen nur der beschränkte Raum von etwa 20 bis 24 Myomeren gegeben ist, müssen sich sämtliche Kiemen, sowohl die primären und sekundären, wie die tertiären Kiemen so zusammendrängen, dass mindestens 3 auf je 1 Myomer kommen<sup>4)</sup>; es entwickelt sich damit sekundär eine erhebliche Dysmetamerie zwischen Branchiomeren und Myomeren oder, wie es HATSCHKE (1892 p. 145) gut bezeichnet, eine Hypermetamerie der Kiemenpalten.

Abweichend von WILLEY und VAN WIJHE bezeichnet HATSCHKE (1892 p. 144f.) auch die beiden von ihm schon früher (1881 p. 61, p. 72f., 1884 p. 518) genauer in ihrer Entwicklung

1) KIRKALDY (1895 p. 311ff.) giebt auch genauere Zusammenstellungen über die Zahl der Myomeren bis zum Athemporus (Praetriporale Myotome). Dieselbe beträgt bei *Paramphioxus cultellus* 32—33, bei *Amphioxus lanceolatus* 35—36, bei *A. pelagicus* 36, bei *A. belcheri* 37, bei *A. caribacus* 37—38, bei *P. cingalensis* 38—39, bei *P. bassanus* 43—45, bei *P. lucayanus* 43—46, bei *A. californiensis* 44—45, bei *A. (?) elongatus* 49. Ferner theilt er mit, dass der Sphincter oris direkt unter der vorderen Spitze des 4. Myotomes bei *A. californiensis* und *P. cingalensis*, des 5. bei *A. caribacus*, des 6. bei *P. cultellus*, des 7. bei *A. lanceolatus* und *P. bassanus*, des 8. bei *P. lucayanus* sich befindet.

2) Ausnahmsweise kann es auch zur Ausbildung von 9 oder nur 7 Kiemenpalten kommen.

3) Wie auf dieser Seite oben mitgetheilt, ist dieselbe nach ROLPH keine vollkommene.

4) Diese Zahl kann noch grösser werden: VAN WIJHE (1894 p. 114) giebt an, dass je ein in den sympathischen Kollektor (s. p. 638) eingehender Spinalnerv 5 und mehr Kiemenpalten versorgen könne.

untersuchten „vorderen Entodermsäckchen“ als erste Kiementaschen, welche an der hinteren Grenze des ersten rudimentären Myomers (intersegmental) vor und über der Schlundpforte entstehen und später zum Wimperorgan resp. Räderorgan werden. Aber auch die beiden erstgenannten Autoren sind zum Theil recht abweichender Ansicht. VAN WIJHE (1893 p. 155 f.) lässt dieselben durch den Zerfall des ursprünglich vor dem Cerebrum und der Chorda gelegenen Darmtheiles entstehen; das linke sei erst infolge des Chordawachsthums nach links verdrängt, und seine nun auf der linken Seite nach aussen durchbrechende Oeffnung repräsentire den ursprünglich unpaaren, primordialen Mund des *Amphioxus* (Autostoma VAN WIJHE, Homologon des Mundes der Tunicaten und kranioten Vertebraten); zugleich bilde es sich (dies in Uebereinstimmung mit HATSCHEK's Angaben) in das Wimperorgan und die HATSCHEK'sche Grube um; das rechte sei vielleicht dem praemandibularen Somiten<sup>1)</sup> der Kranioten gleichzusetzen. WILLEY (1894 p. 126 f.) deutet beide vorderen Entodermsäckchen (Praeoral Head-Cavities WILLEY's) als wahrscheinliche Homologa der praemandibularen Kopfhöhlen der höheren Vertebraten, lässt aber übrigens, in Uebereinstimmung mit HATSCHEK und VAN WIJHE das linke zu dem Wimperorgan (Praeoral pit), das rechte zu dem praeoralen Kopfcoelom sich umbilden.

VAN WIJHE's und WILLEY's erste Kiemenspalte wird von HATSCHEK als zweite bezeichnet; sie liegt nach ihm an der hinteren Grenze des zweiten Myomers (des ersten gut entwickelten) und hinter der Mundöffnung und schliesst sich im Laufe der Ontogenese zu der Pseudobranchialrinne (vorderer Wimperbogen), welche dem gleichnamigen Organ der Petromyzonten und dem Spritzloch der Fische entspricht. Nach WILLEY verschwindet, wie schon oben vermerkt, blos die primäre (linke), während die sekundäre (rechte) persistirt; und zwar erfolgt dieser Schwund, nachdem sie vorher mitten im Ueberwanderungsstadium von der rechten nach der linken Seite sich in die kolbenförmige Drüse (mit rechter innerer und linker äusserer Oeffnung) umgewandelt hat (WILLEY 1894 p. 138, 141), total. VAN WIJHE (1893 p. 154) dagegen lässt aus der rechten ersten Kiemenspalte die kolbenförmige Drüse, aus der linken den bleibenden Mund des *Amphioxus* hervorgehen, den er sonach dem zwischen Mandibular- und Hyoid-Bogen gelegenen Spiraculum der Selachier vergleicht und Tremostoma nennt; und zwar begründet er diese Deutung mit der Abstammung des äusseren Lippenmuskels von dem linksseitigen M. transversus und mit der ausschliesslichen Versorgung jener Gegend mit linksseitigen Nerven, wogegen WILLEY (1894 p. 178) bemerkt, dass er in den angegebenen Faktoren nur eine theilweise Persistenz der hochgradigen larvalen Asymmetrie erblicken, aber der VAN WIJHE gegebenen Ableitung des *Amphioxus*-Mundes nicht zustimmen könne.

Es herrschen also sehr weitgehende Differenzen in der Auffassung und Zählung der drei genannten Autoren, die sich besonders auch in ihren Angaben über die Bildung des Mundes von *Amphioxus* aussprechen, welcher nach WILLEY und HATSCHEK gleich dem Munde der Tunicaten und kranioten Vertebraten als unpaares, Kiementaschen nicht vergleichbares Gebilde entsteht und persistirt, während VAN WIJHE die Aufeinanderfolge zweier Mundbildungen statuirt, von denen die primäre (Autostoma) aus dem linken resp. nach links verschobenen Entodermsäckchen (das von HATSCHEK der ersten linken Kiementasche verglichen, von VAN WIJHE aber mit einer davon heterogenen, ursprünglich unpaaren Anlage verglichen wird) sich entwickelt und dem Munde der Tunicaten und Kranioten homolog ist, die sekundäre (Tremostoma) aber ein Abkömmling der linken ersten (zweiten HATSCHEK'schen) Kiemenspalte ist und dem Spritzloch der Fische entspricht.

Die übersichtliche Zusammenstellung dieser verschiedenen und unvereinbaren Deutungen ergibt folgendes<sup>2)</sup>:

1) Dieser praemandibulare Somit resp. Kopfhöhle liefert nach VAN WIJHE und WILLEY bei den Kranioten das Material für die von dem N. oculomotorius versorgten Augenmuskeln; WILLEY kann aber v. KUPFFER nicht in der Auffassung folgen, dass dieselben rudimentäre oder ungebildete Kiementaschen seien.

2) Ich übernehme keine Garantie, ob ich die Autoren auch überall recht verstanden habe.

		HATSCHEK.	VAN WIJHE.	WILLEY.
1. Kiementasche nach HATSCHEK (vorderes Entodermsäckchen).	rechts.		Vielleicht Homologon des 1. Kopfsomiten der Selachier.	Wahrscheinliches Homologon der rechten 1. (praemandibularen) Kopfhöhle der Kranioten.
	links.	Räderorgan (Wimperorgan und Sinnesorgan).	Räderorgan (Wimperorgan und HATSCHEK'sche Grube), zugleich primärer Mund (Autostoma).	Räderorgan (praoral pit; wahrscheinlich Homologon der linken 1. (praemandib.) Kopfhöhle der Kranioten.
2. Kiementasche nach HATSCHEK (1. Kiemenspalte nach VAN WIJHE und WILLEY).	rechts.	rechte Pseudobranchialrinne <sup>1)</sup> .	Kolbenförmige Drüse.	1. bleibende rechte Kiemenspalte.
	links.	linke Pseudobranchialrinne.	Sekundärer, bleibender Mund (Tremostoma).	Obliterirt, vielleicht z. Th. kolbenförmige Drüse.
3. Kiementasche nach HATSCHEK (2. Kiemenspalte nach VAN WIJHE und WILLEY).	rechts.	1. bleibende rechte Kiemenspalte.	Obliterirt.	2. bleibende rechte Kiemenspalte.
	links.	1. bleibende linke Kiemenspalte.	Obliterirt.	1. bleibende linke Kiemenspalte.
4. Kiemenspalte nach HATSCHEK (3. Kiemenspalte nach VAN WIJHE und WILLEY).	rechts.	2. bleibende rechte Kiemenspalte.	1. bleibende rechte Kiemenspalte.	3. bleibende rechte Kiemenspalte.
	links.	2. bleibende linke Kiemenspalte.	1. bleibende linke Kiemenspalte.	2. bleibende linke Kiemenspalte.
Unpaare Mundöffnung.		Einzig, persistirender Mund.	Primärer Mund (Autostoma), nach links gedrängt und in die Oeffnung des Räderorgans umgewandelt.	Einzig, persistirender Mund.

Die definitive Zahl der primordialen Kiemenspalten (WILLEY's Primary and Secondary Gill-Slits) wurde, wie schon erwähnt, von WILLEY zu 8 (resp. 7—9) angegeben, wobei die linke Seite ursprünglich eine grössere Anzahl (14) aufwies; die gleichen Zahlen finden sich aber auch bei Kranioten (8 incl. Spritzloch resp. Pseudobranchialrinne bei *Heptanchus* und *Petromyzon*, 14 bei *Bdellostoma polytrema*), weshalb der gemeinschaftliche Ancestor der Akranier und Kranioten 9—14 Kiemen besessen haben mag (WILLEY 1894 p. 174). HATSCHEK (1892 p. 145) bestimmt die primitive Zahl auf 14 (incl. vorderes Entodermsäckchen und Pseudobranchialrinne), also im Vergleich mit WILLEY auf 13. VAN WIJHE (1889 B. p. 560, 1893 A. p. 169) giebt die Zahl der Kopfsegmente des *Amphioxus* (welche der primordiale Kiemenzahl entsprechen) auf »vielleicht 9, jedenfalls nicht viel grösser“ an<sup>2)</sup>.

Dass der Kiemenkorb des *Amphioxus*, abgesehen von seinen mehr dorsalen und durch das Ligamentum denticulatum vermittelten Verbindungen mit der Rumpfwand, mit der Seitenrumpf-

1) HATSCHEK scheint die kolbenförmige Drüse nicht hierher zu rechnen, sondern als besondere Falte der Darmwand in der Region des 1. Myotomes aufzufassen (1881 p. 74).

2) In der zweiten Mittheilung äussert sich VAN WIJHE mit grosser Vorsicht, indem er sagt: Der Einfachheit wegen gebrauche ich die Ausdrücke Kopf für die Region der 9 vordersten Myotome und die ursprünglich dazu gehörigen Gebilde) und Rumpf, ohne damit behaupten zu wollen, dass die Grenze schon sichergestellt wäre. Das vom Tremostoma bis zur letzten Kiemenspalte bei erwachsenen Thieren eingenommene viscerele Gebiet erstreckt sich nach seinen Angaben etwa über 26 Körpersegmente.

muskulatur nirgends im Verband steht, sondern von ihr durch den freien peribranchialen Raum geschieden wird, wurde schon oben bemerkt. Wie bekanntlich zuerst in ausführlicher Weise durch ROLPH (1876 p. 144f.) begründet worden, ist dieser Raum ein mit der sekundären Entwicklung der Seitenfalten in Connex stehender ektodermaler Hohlraum, der in dieser Form den Kranioten abgeht, aber nach BOVERI (1890 p. 11, 1892 p. 487, 494) bei ihnen noch als verengter Rest (Vornierengang) persistirt; mit der Coelomhöhle, mit der er gemeinhin vor ROLPH verglichen wurde<sup>1)</sup>, hat er nichts zu thun. ROLPH's Anschauungen sind von GEGENBAUR und der Mehrzahl der Morphologen angenommen worden und dürften die beste Interpretation des phylogenetischen Entwicklungsganges geben<sup>2)</sup>.

Zur eigenen Beobachtung dienten mir zahlreiche Exemplare von *Amphioxus lanceolatus* Yarell von 16—45 mm Länge, für die ich zum Theil der Freundlichkeit des Herrn Prof. H. KLAATSCH verpflichtet bin, sowie einige, allerdings nicht durchweg tadellose Schnittserien von *Amphioxus californiensis* Cooper, *Paramphioxus cultellus* Peters und *P. bassanus* Günther, welche ich zum Theil der Güte der Herren Prof. E. HAECKEL und Prof. R. SEMON verdanke. Zahlreiche Versuche einer Behandlung mit der GOLGI'schen Methode, um die noch bestehende Lücke bezüglich des *N. vagus* (cf. p. 638) auszufüllen, scheiterten trotz der grossen Mühe, die sich Herr Privatdocent Dr. H. BRAUS, Assistent der anatomischen Anstalt, darum gegeben, an der Ungunst des Materials. Meine Untersuchungen sind somit in keinem bemerkenswerthen Stücke weiter gekommen als die bisher vorliegenden Ergebnisse. Die folgende Darstellung beschränkt sich sonach in der Hauptsache auf eine Besprechung der vorstehend mitgetheilten Befunde anderer Autoren und eine kurze Vergleichung mit den bei den Petromyzonten und Myxinoiden beobachteten Verhältnissen.

Aus den bisherigen Untersuchungen ist ersichtlich, dass — abgesehen von dem hier nicht weiter in Frage kommenden Nervus olfactorius — das peripherische Nervensystem des *Amphioxus* sich aus paarigen dorsalen und ventralen Nerven zusammensetzt, welche wie bei *Petromyzon* von einander getrennt bleiben und selbst gänzlich verschiedene Wege gehen. Dieselben zeigen mit Ausnahme der beiden ersten Nerven eine sehr ausgesprochene Asymmetrie der Lage (Alterniren der Nerven der rechten und linken Seite) und zum Theil auch der Grösse und Verbreitung, indem namentlich in der Gegend des Mundes die linksseitigen beträchtlich über-

1) Diese unhaltbare Vergleichung wurde übrigens ausführlich und mit viel Scharfsinn von HUXLEY (1874 p. 199f.) verfochten.

2) Von ROLPH's Deutung weicht die von RAY LANKESTER (1875 p. 257f.) gegebene etwas ab; nach derselben wird das peribranchiale Atrium als besonderer epipleuraler, bei Selachiern noch ontogenetisch erkennbarer Raum aufgefasst. Genauere Mittheilungen über die ontogenetische Entwicklung desselben machen LANKESTER and WILLEY (1890 p. 445ff.), wonach durch ventrale Verwachsung der Seitenfalten zuerst ein verhältnissmässig schmaler ventraler peribranchialer Kanal entsteht, der sich danach durch dorsalwärts gehende Ausbreitung zwischen Kiemen- und Körperwand zu dem umfangreichen Peribranchialraum ausbreitet (vergl. auch KORSCHULT und HEIDER 1893 p. 1447f.). Bekannt ist, dass durch BOVERI's Darstellung des primordialen Nierensystems des *Amphioxus* auch der Peribranchialraum neue vergleichende Bedeutung gewonnen, dass sich aber an seine Veröffentlichung manche Kontroverse in der Auffassung dieses Raumes und seiner Homologa bei Kranioten angeschlossen hat; ich verweise diesbezüglich auf die einschlägliche Litteratur, insbesondere auf die Veröffentlichungen von BOVERI (1890, 1892), WEISS (1890), SEMON (1890, 1891), VAN WILHE (1893), PLATT (1894) und GOETTE (1895).

wiegen; alle diese Asymmetrien leiten sich aus einer ursprünglich symmetrischen Anlage ab und haben sich im Verbande mit der asymmetrischen Ausbildung der Muskulatur und der Eingeweide während des larvalen Lebens zu einer Höhe entwickelt, welche die bei den anderen Wirbelthieren (Myxinoiden, Petromyzonten, Selachiern) beobachteten erheblich übertrifft. Dorsale und ventrale Nerven alterniren auf jeder Seite mit einander, indem die ersten in den Septen zwischen den Myomeren, die letzten innerhalb der Myomeren verlaufen; dem ersten oder den beiden ersten dorsalen Nerven fehlen die zugehörigen ventralen<sup>1)</sup>, ebenso dem letzten. Es ist wahrscheinlich, aber noch nicht nachgewiesen, dass hier die ventralen Nerven nur sekundär verkümmert sind.

Die beiden ersten dorsalen Nerven<sup>2)</sup> heben sich durch ihre Lage vor den ersten ventralen, durch ihre Symmetrie und durch die Existenz von peripherischen Sinneskörperchen (Ganglienzellen der meisten Autoren)<sup>3)</sup> von den folgenden dorsalen Nerven etwas ab und sind denselben auch als paarige „Gehirnnerven“ gegenübergestellt worden. Die angegebenen Differenzen sind so unwesentliche, dass sie diese Scheidung — ganz abgesehen davon, dass viele der folgenden Nerven auch den Gehirnnerven der Kranioten zu vergleichen sind — in keiner Weise rechtfertigen.

Dass bei *Amphioxus* die räumliche Grenze zwischen cerebralen und spinalen Nerven nicht ohne Weiteres zu ziehen ist, scheint denselben den Kranioten, bei deren überwiegender Mehrzahl erst auf die spezifisch ausgebildeten Cerebralnerven die von ihnen wohl unterschiedenen spinalen (resp. spino-occipitalen) Nerven folgen, durchaus gegenüberzustellen. Doch wurde schon bei den Myxinoiden in der Existenz des prävagalen Spinalnerven  $\alpha'$  (p. 617) ein Verhalten beobachtet, welches in gewissem Sinne hierbei eine vermittelnde Rolle spielt.

Auf Grund des centralen Ursprunges der dorsalen Nerven kann man an ihnen mit RETZIUS zweierlei Fasern unterscheiden: centrifugale, welche von medullaren Ganglienzellen ausgehen, und centripetale, welche im Rückenmarke enden; die Ganglienzellen der letzteren finden sich im peripherischen Gebiete verstreut und sind den Spinalganglienzellen der Kranioten gleichzusetzen<sup>4)</sup>. Die centrifugalen, minder zahlreichen Fasern gehen wahrscheinlich in jene Nerven über, welche die visceralen Muskeln innerviren (HATSCHKE, VAN WIJHE), die centripetalen vertreten wohl die sensibeln Elemente. Die dorsalen Nerven des *Amphioxus* sind somit gemischter Natur und erinnern in dieser Hinsicht auffallend an die entsprechenden Nerven von

1) Rechnet man die ventralen Nerven zu den ihnen septal vorausgehenden dorsalen, so entbehrt nur der erste dorsale Nerv eines solchen; rechnet man sie dagegen zu den ihnen folgenden, so sind die zwei ersten dorsalen Nerven ohne zugehörige ventrale.

2) Bezüglich des ersten lasse ich offen, ob es ein dorsaler oder ein besonderer ventraler Nerv sei.

3) Es hat den Anschein, als ob Beides hier in Frage käme.

4) Ich stehe nicht an, diese peripherischen an den Nerven befindlichen Zellen als Ganglienzellen anzusprechen, weiche somit in diesem Punkte von RETZIUS ab, der keine peripherischen Ganglienzellen der spinalen Nerven anerkennt, und stimme mit ROHDE, FUSARI und HATSCHKE überein. Nervenfasern ohne centrale und ohne peripherische Ganglienzellen kann ich mit unseren bisherigen Anschauungen über das Nervengewebe nicht vereinigen; irgendwo müssen sie von Ganglienzellen ausgehen. Das Gleiche gilt für die von FREUD bei *Ammonoetes* beschriebenen betreffenden Fasern (cf. p. 584/585 Anm. 3).

*Petromyzon* (p. 584, 595 Anm. 1) <sup>1)</sup>, zugleich aber auch an die Gehirnnerven der Kranioten und jene Spinalnerven derselben, welche ausser den gewöhnlichen sensiblen Fasern noch die von LENHOSSÉK und RAMON Y CAJAL entdeckten, von medullaren Zellen beginnenden und durch die Spinalganglien hindurchtretenden Fasern enthalten <sup>2)</sup>).

In ihrem Abgange von der Medulla, ihrem Durchtritte durch die Rückenmarkshülle und ihrem daran anschliessenden intermyomeren Verlaufe zeigen die dorsalen Nerven das Verhalten sowohl der dorsalen Spinalnervenwurzeln wie der meisten Gehirnnerven der Kranioten. Besondere Verhältnisse sind aber darin gegeben, dass ihre Theilung in Rami dorsales und ventrales erst nach Durchsetzung des Seitenrumpfmuskels, auf der Oberfläche desselben und subcutan stattfindet. GEGENBAUR hat den in dieser Hinsicht gegenüber den Kranioten (bei denen die Vertheilung gleich nach dem Austritte aus der Rückenmarkshülle und bedeckt von dem Seitenrumpfmuskel geschieht) bestehenden Unterschied als einen bedeutenden, VAN WIJHE als keinen fundamentalen erklärt; v. KUPFFER (1893 B. p. 555, 1894 p. 73, 74) vergleicht diesen Verlauf bei *Amphioxus* mit demjenigen der Branchialnerven der Kranioten und erblickt in den auch bei Amnioten-Embryonen vorkommenden rudimentären postvagalen Branchialnerven Homologa der *Amphioxus*-Nerven, wobei ihm zugleich der Ursprung der bezüglichen Fasern von Homologen der ROHON'schen Zellen als weiterer Beweis dient. Eine Identität mit den dorsalen Spinalnerven der Kranioten erkennt er nicht an. Ich kann diese zu den Kranioten bestehende Differenz nicht so gering anschlagen wie VAN WIJHE, stimme aber den v. KUPFFER'schen Auffassungen auch nur zum Theile bei. Eine komplette Neubildung der dorsalen Spinalnerven der Kranioten vermag ich nicht anzunehmen, sondern erkläre die Differenz in der Lage derselben derart, dass ich den Seitenrumpfmuskel des *Amphioxus* mit dem der Kranioten nur zum kleinsten Theile identificire. Der Muskel der Letzteren hat in der Hauptsache eine viel beträchtlicher in die Peripherie ausgedehnte Entfaltung als der des Ersteren, welcher nur jenen tiefsten, innersten Theilen des Kranioten-Muskels direkt vergleichbar ist, welche, wie z. B. die bei den Myxinoiden beschriebenen Züge (p. 617) und die epibranchialen Muskeln der Selachier, medial von den Nerven (ventrale Spinalnerven und Vagus) liegen. Was oberflächlich, lateral von diesen Nerven sich befindet, ist neue Erwerbung der Kranioten. Mit dieser Auffassung des Seitenrumpfmuskels der Akranier und Kranioten harmonirt auch die Angabe HATSCHKE's, dass die den Spinalganglien der Kranioten entsprechenden peripherischen Ganglienzellen des *Amphioxus* gerade an der Theilungsstelle der Nerven in die dorsalen und ventralen Aeste am meisten gehäuft sind <sup>3)</sup>. Somit liegen bei *Amphioxus* die Ganglienzellen relativ da am

1) Ein ähnlicher Gedankengang ist in den 1894 p. 73, 74 von v. KUPFFER gegebenen Ausführungen enthalten. An anderer Stelle (1893 p. 76) vergleicht derselbe Autor die dorsalen Ganglienhäufungen in der Medulla oblongata des *Amphioxus* der embryonalen dorsalen Hirnplatte der Kranioten, welche die noch nicht peripher gerückten Spinalzellenanlagen enthält.

2) Das Gleiche wurde namentlich von VAN WIJHE (1893 p. 172) ausgesprochen und von ihm zur Bestätigung seiner Korrektur des BELL'schen Gesetzes (1882) verworther.

3) Ich stimme HATSCHKE auch in der Deutung des durch den Seitenrumpfmuskel aufsteigenden Theiles als ausgezogene dorsale Wurzel bei.

dichtesten beisammen, wo der Seitenrumpfmuskel seine peripherische Grenze findet, während bei den Kranioten die zur Bildung kompakter Spinalganglien fortgeschrittene Anhäufung der peripherischen Nervenzellen von dem Seitenrumpfmuskel bedeckt wird.

Die visceralen Fasern der dorsalen Nerven sind zufolge des subcutanen, oberflächlich von dem Seitenrumpfmuskel stattfindenden Verlaufes der ventralen Aeste mit den für die Haut bestimmten Fasern direkt verbunden. Dieser oberflächliche Verlauf kommt mit demjenigen der ventralen Aeste der grösseren Cerebralnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus, Vagus) der Kranioten-Embryonen überein, soweit in diesem vorderen Gebiete die Seitenrumpfmuskulatur nach Art derjenigen des *Amphioxus* nur in Gestalt von kleinen medial gelegenen „Kopfsomiten“ auftritt und noch nicht von grösseren Ausbreitungen der ursprünglich mehr hinten gelegenen Rumpfmuskelemente überwachsen ist; er unterscheidet sich aber von dem tieferen Verlaufe der Rami viscerales der Spinalnerven der Kranioten, weil eben bei diesen die ganz überwiegende, wenn nicht gesammte Masse des Seitenrumpfmuskels zwischen den Verlauf der Rr. viscerales und Rr. cutanei eingelagert ist. Die Rr. viscerales sind allenthalben dieselben; nur der Muskel variirt (inkomplete Homologie desselben).

Die visceralen Fasern des *Amphioxus* verlaufen aber zugleich, zufolge der Art ihres Durchtrittes durch den dorsalwärts gewachsenen Seitenrumpfmuskel in einem anfangs dorso-lateralwärts und erst nach erfolgtem Durchtritte ventralwärts gerichteten Bogen; das Gleiche ist der Fall bei den motorischen Fasern der vier typischen Cerebralnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus), den LENHOSSÉK-CAJALSchen durchtretenden Fasern und wahrscheinlich<sup>1)</sup> auch bei den von den dorsalen Wurzeln abgehenden sympathico-motorischen Fasern der Kranioten, und man kann daran denken, ob nicht der eigenthümliche, schon innerhalb des centralen Nervensystems dorso-lateral aufsteigende Verlauf dieser, den visceromotorischen Nerven des *Amphioxus* homologen Fasern durch die Wachstumsrichtung des primordialen, damals noch mit dem des *Amphioxus* übereinstimmenden Seitenrumpfmuskels bestimmt wurde. Nach Art der motorischen und sensibeln Endverbreitung der visceralen Aeste des *Amphioxus* steht einer allgemeinen Vergleichung derselben mit den motorischen und viscerosensibeln Antheilen der typischen vier Cerebralnerven wie mit den den dorsalen Spinalnervenzellen entstammenden sympathischen Fasern nichts im Wege.

Die ventralen Nerven des *Amphioxus* sind rein motorische und zwar somatomotorische Nerven, indem sie sich ausschliesslich im Seitenrumpfmuskel verästeln. Dieser Muskel ist in seiner Hauptmasse der Umhüllungsmembran des centralen Nervensystemes so dicht angeschmiegt, dass die betreffenden Wurzelfäden sich gar

1) Der medullare Ursprung dieser sympathico-motorischen Fasern ist noch nicht ganz sicher gestellt; selbst ihre Existenz wird von vielen Autoren bezweifelt, welche die visceromotorischen Nerven nur von den ventralen Spinalnervenzellen abgehen lassen. Ich glaube, das ist zu rigoros. Auf Grund mancher Befunde hat man ein Recht anzunehmen, dass die dorsalen Spinalnervenzellen nicht bloss sensible, sondern auch motorische Fasern für den Sympathicus abgeben (vergl. u. A. RAMON y CAJAL, LENHOSSÉK, GEHUCHTEN, RETZIUS, STEINACH und WIENER, sowie KÖLLIKER 1893—96 p. 79 f. und p. 864).

2) Dass die Rr. viscerales des *Amphioxus* schliesslich von dem ventralen Rande des Seitenrumpfmuskels wieder dorsalwärts bis zum Lig. denticulatum aufsteigen, ist eine Folgeerscheinung von dem sekundären Herunterwachsen dieses Muskels in die Seitenfalten und von der sekundären Ausdehnung der Peribranchialhöhle nach oben.

nicht zu kompakten Nerven vereinigen, sondern gleich mit getrennten Nervenfasern an die Muskelbänder herantreten; nur im ventralen, am spätesten gebildeten und vom Centralnervensystem relativ am weitesten entfernten Bereiche des Muskels kommt es zu einer längeren Wegstrecke und einer annähernden Vereinigung der einzelnen Nervenfasern zu einem mehr kompakten Nerven. Dieser in der Hauptsache gesonderte Verlauf der einzelnen Fasern ist ein Kennzeichen des sehr primitiven Verhaltens von *Amphioxus* gegenüber den Kranioten; doch vermitteln unter diesen die am tiefsten stehenden Abtheilungen der Petromyzonten und namentlich der Myxinoïden mit ihren getrennt durch die Rückenmarkshülle durchtretenden doppelten bis mehrfachen motorischen Wurzelbündeln den Anschluss, wie bereits oben (p. 596 und p. 615) hervorgehoben wurde.

In der Auffassung und Deutung der ventralen Nervenfasern als wirklich nervöse und nicht muskulöse Gebilde gehe ich einig mit FUSARI, RETZIUS und wohl den meisten Autoren; die von RETZIUS beschriebenen varicösen Anschwellungen im Verlaufe der Nervenfasern vermag ich aber ebensowenig wie VAN WIJHE als die eigentlichen motorischen Endapparate aufzufassen; nach allen Erfahrungen müssen diese an den Enden der Nerven existiren und dürften wohl in den von VAN WIJHE angegebenen dreieckigen Verbreiterungen der Enden gefunden sein.

Viscerale Aeste der ventralen Nerven sind bisher bei *Amphioxus* nicht gefunden worden; derselbe zeigt somit in dieser Hinsicht gegenüber den Kranioten ein Deficit, für dessen Erklärung mir zur Zeit die nöthigen Materialien abgehen. Man wird gut thun, noch weitere Untersuchungen abzuwarten.

Im Uebrigen besteht hinsichtlich der wirklichen Homologie der ventralen Nerven des *Amphioxus* mit den ventralen Wurzeln der Kranioten kein Zweifel. Die im vorderen Bereiche des *Amphioxus*-Körpers liegenden enthalten somit auch das Material für die Augenmuskelnerven, über deren anatomische Vergleichung noch weiter unten (sub *D*) zu sprechen sein wird.

Dass ein vor dem jetzigen ersten ventralen Nerven liegender motorischer Nerv einstmals existirte, wird, wie schon erwähnt, durch das Vorhandensein eines rudimentären resp. abortiven Myomers vor dem gut entwickelten zweiten wahrscheinlich gemacht; es kann wohl sein, dass von diesem Nerven noch Rudimente gefunden werden. Ob auch diesem noch ein weiterer vorderer ventraler Nerv (resp. Nerven) vorausging, ist a priori auch möglich, aber angesichts des Mangels jeder thatsächlichen Grundlage nicht zu diskutieren. Ich erwähne diese Frage auch nur, um zu betonen, dass jede definitive Grenzbestimmung am vorderen (wie am hinteren) Körperende des *Amphioxus* hinsichtlich der vordersten (und hintersten) Myomeren und Nerven — und dies bezieht sich sowohl auf die ventralen wie dorsalen Nerven — mir verfrüht erscheint. Wir sind noch nicht genügend orientirt, in welcher Weise und in welchem Grade sich primordiale Verhältnisse und Rückbildungen hier mischen, und können darum noch nicht sagen: Hier liegt wirklich der erste oder zweite etc. primordiale Nerv der Wirbelthiere vor. —

In der Beurtheilung und Eintheilung der Muskulatur des *Amphioxus* stehe

ich auf dem durch die Untersuchungen HATSCHEK's und VAN WIJHE's gewonnenen Boden und folge diesen Autoren in der Unterscheidung des Seitenrumpfmuskels und der visceralen Muskeln. Ersterer wird von longitudinal gerichteten Muskelbändern gebildet und von ventralen Nerven innervirt; letztere haben vorwiegend querverlaufende Muskelbänder und erhalten ihre Versorgung durch die Rami viscerales der dorsalen Nerven.

Der Seitenrumpfmuskel repräsentirt bekanntlich beiderseits eine compacte, nirgends durch Oeffnungen unterbrochene Muskelmasse, welche sich aus einer bei den verschiedenen Species des *Amphioxus* verschieden grossen Anzahl von Myomeren (ca. 50—80) zusammensetzt (cf. p. 632); jedes Myomer besteht aus sehr primitiv gebildeten längsverlaufenden Muskelbändern. Ich bin gern geneigt, die Arten mit der grösseren Anzahl der Myomeren als die in dieser Hinsicht primitiveren anzusehen und die Verminderung der Myomerenzahl auf Rückbildungen derselben, vielleicht zum Theil am vorderen, namentlich oben und hauptsächlich am hinteren Körperende zurückzuführen. Dass das vorderste, durch HATSCHEK und VAN WIJHE uns genauer bekannt gewordene, Myomer bei *Amphioxus lanceolatus* rudimentäre resp. abortive Merkmale aufweist, wurde schon bemerkt; dieselben sprechen sich geweblich und auch in seinem sonstigen Verhalten aus.

Von allen Kranioten zeigen die Petromyzonten hinsichtlich ihres Seitenrumpfmuskels die relativ primitivsten Verhältnisse (p. 607); derselbe steht aber bereits weit über dem viel einfacher gebauten Muskel des *Amphioxus*. Auch differiren Beide erheblich in dem Verlaufe ihrer Myosepten, welche aus einem ursprünglich rein transversalen Verlaufe bei *Petromyzon* dorsal und ventral nach vorn, bei *Amphioxus* dagegen nach hinten geschoben sind<sup>1)</sup>, sowie in dem bereits oben (p. 646) ausführlich besprochenen topographischen Verhalten zu den dorsalen Nerven. Der Seitenrumpfmuskel des *Amphioxus* besitzt eine viel centralere, medialere Lage als derjenige der Kranioten; er repräsentirt in der Hauptsache einen inneren, der der Kranioten einen äusseren Schichtenkomplex. Beide bezeichnen sonach verschiedene Stadien in dem Wachsthum und der Ausbreitung des Muskels von innen nach aussen<sup>2)</sup>. Wie schon erwähnt, zeigen nur die epibranchialen Muskeln der Selachier, die medial von den Spinalnerven liegenden Partien der Myxinoiden und endlich die medialen Abschnitte der dorsalen Abtheilung des Muskels bei den Kranioten eine ähnliche Lage zu den Nerven wie der gesammte Seitenrumpfmuskel der Akranier und vermitteln damit die Vergleichung Beider<sup>3)</sup>. — Ferner weist der *Amphioxus*-

1) Die Art und Weise, wie die vorhergehenden Myomeren die folgenden überlagern, geschieht in derselben Richtung wie bei den Petromyzonten, zeigt aber embryonale Verhältnisse, indem die Myosepten des *Amphioxus* nur wenig schräg nach hinten gerichtet sind, die von *Petromyzon* aber im ausgebildeten Zustande viele hintere Myomeren überdecken. Bemerkte sei, dass auch im Grade dieser Deckung bei *Amphioxus* eine geringe antimere Asymmetrie beobachtet wurde.

2) Dieses Wachsthum nach aussen geht selbstverständlich mit einer partiellen Reduktion der innersten, ältesten Schichten des Muskels Hand in Hand.

3) Bekanntlich finden sich auch bei den höheren Vertebraten hypaxonische und ventrale Theile der Seitenrumpfmuskulatur, welche medial von den Nerven liegen. Ihre Entstehungsgeschichte ist noch nicht genau untersucht.

Muskel insbesondere in der, auch ontogenetisch sich ziemlich spät vollziehenden, Entfaltung seines ventralsten Abschnittes eine besondere Differenzirung auf, welche ihn weit von dem Kranioten-Muskel entfernt; die von SCHNEIDER gegebene Unterscheidung und Bezeichnung desselben als *M. obliquus* und *M. rectus* darf nicht im Sinne einer specielleren Homologie mit den gleichnamigen Bildungen bei den Kranioten aufgefasst werden, sondern bringt höchstens gewisse Analogien bei übrigens nicht homologen Theilen zum Ausdruck.

Dass der Seitenrumpfmuskel des *Amphioxus* in seinen mehr vorderen Myomeren das Material für die Augenmuskeln der Kranioten enthält, wurde schon von HUXLEY<sup>1)</sup>, GEGENBAUR und VAN WIJHE hervorgehoben; über die speciellere metamerische Homologisirung derselben wird sub *D* gehandelt werden.

Die Zusammengehörigkeit des sogenannten *M. transversus abdominis* mit den übrigen Visceralmuskeln ist durch HATSCHEK und VAN WIJHE sicher begründet worden; derselbe stellt sich demgemäss auch dem Seitenrumpfmuskel durchaus gegenüber und darf weder mit einem *M. obliquus abdominis* noch mit einem *M. transversus abdominis* der Kranioten verglichen werden<sup>2)</sup>; ich würde vorziehen, ihn *M. sphincter atrii* zu benennen. Die Homologa der Visceralmuskeln finden sich bei den Kranioten in dem Konstriktoren-System des Visceralskelettes; doch ist auch hier — entsprechend der entfernten Stellung der Akranier zu den Kranioten — nur mit ganz allgemeinen, im Speciellen nicht durchführbaren Vergleichen zu rechnen. — Ob und in wie weit sich die von verschiedenen Autoren beschriebenen glatten Muskeln des Kiemenkorbes (p. 639) dem visceralen Muskelsysteme einfügen oder nicht, wage ich nicht zu beurtheilen.

Die hochgradigen, mit der ungleichen antimeren Entwicklung des Kiemensystems zusammenhängenden Asymmetrien der visceralen Muskulatur, namentlich das Ueberwiegen der linken Seite im vorderen Bereiche derselben, sind uns durch WILLEY's und VAN WIJHE's Untersuchungen bekannt geworden; man hat in ihnen nur ganz sekundäre Erscheinungen zu erblicken, die, wie sehr sie auch zu Zeiten in den Vordergrund treten und die typischen Verhältnisse theilweise decken, dieselben

---

Bis ich nicht besser belehrt werde, halte ich dieselben für sekundäre Differenzirungen und innere Abspaltungen des Seitenrumpfmuskels der Kranioten, möchte sie somit nicht mit jenen primitiven an die Verhältnisse bei *Amphioxus* erinnernden Bildungen vergleichen.

1) HUXLEY irrte in dem Punkte, dass er auch die Kiefernuskeln mit den vorderen Myomeren der Seitenrumpfmuskulatur in Verband brachte; dieselben sind selbstverständlich visceraler Abstammung. Doch war der Irrthum HUXLEY's bei der damaligen Unkenntniss hinsichtlich der wahren ventralen Nerven des *Amphioxus* ein sehr verzeihlicher.

2) SCHNEIDER homologisirte den Quermuskel mit dem *Obliquus abdominis* oder *Mylohyoideus*. Der erste Vergleich ist irrig, der letztere, soweit damit nur eine ganz allgemeine Homodynamie mit dem zum Konstriktoren-system gehörigen *Mylohyoideus* behauptet wird, kann angenommen werden. — Auch der *M. transversus abdominis* der Kranioten ist durch SCHNEIDER (1879 p. 109) von den Seitenrumpfmuskeln entfernt und zu den Visceralmuskeln gebracht werden. Ich kann nicht beistimmen, sondern betrachte diesen Muskel als eine besondere Differenzirung der inneren ventralen Lage des Seitenrumpfmuskels, dessen sekundär erworbene Querfaserung (die sich übrigens auch bei zahlreichen unbestrittenen Abkömmlingen der Seitenrumpfmuskulatur wie z. B. den *Mm. serrati*, *rhomboides*, *latissimus dorsi*, *pectoralis*, *obliquus internus* etc. findet) in keiner Weise gegen die Zusammengehörigkeit mit dem Seitenrumpfmuskel spricht.

doch nicht unterdrücken können. Der von VAN WIJHE gegebenen Deutung des persistirenden *Amphioxus*-Mundes (Tremostoma, Homologon des linken Spritzloches) kann ich darum auch nicht beistimmen, wenn ich auch keineswegs verkenne, dass die bestehenden Verhältnisse leicht dazu führen konnten; mit HATSCHKE, WILLEY u. A. vergleiche ich den bleibenden *Amphioxus*-Mund demjenigen der anderen Vertebraten und Tunicaten und fasse ihn als ein unpaares Gebilde auf, welches mit den paarigen Kiemenbildungen nichts zu thun hat<sup>1)</sup>. —

Die Kiemen des *Amphioxus* treten namentlich in zwei Punkten zu denen der Kranioten in auffallenden Gegensatz. Dieselben betreffen einmal ihre Hypermetamerie (HATSCHKE) gegenüber den Myomeren des Seitenrumpfmuskels, dann ihre fast vollkommene Sonderung von der Rumpfwand durch die Peribranchialhöhle<sup>2)</sup>. Die Besprechung des ersten Punktes führt zugleich zu der weiteren Frage nach der Bestimmung der primitiven Kiemenzahl der Vertebraten.

Die Entwicklung der Hypermetamerie der Kiemen ist bekanntlich auch eine sekundäre Differenzirung des *Amphioxus*, welche erst ziemlich spät, nach Abschluss der larvalen Periode beginnt und, wie es scheint, ohne Unterbrechung während des ganzen Lebens andauert. Die bisherigen Ergebnisse (cf. p. 641) über die successive an der hinteren Grenze des Kiemenkorbes sich vermehrende Kiemenzahl und die successive sich vergrößernde Ausbreitung desselben nach hinten, sowie die, in Anpassung an die beschränkten Raumverhältnisse, successive zunehmende Zusammendrängung der einzelnen Kiemen kann ich im Wesentlichen bestätigen und durch einige weitere Beobachtungen<sup>3)</sup> vermehren. Dieselben zeigen auch, zusammengehalten mit den embryonalen Verhältnissen ein caudales Zurückweichen des Anfanges des Kiemenkorbes um einige Myomeren, so dass auch von vorn her eine Zusammendrängung der Kiemen geschieht. In dieser letzteren Hinsicht weist *Amphioxus* ein Verhalten auf, welches auch bei Kranioten beobachtet wurde. Im Uebrigen aber geht er mit seiner sekundär sich entwickelnden Hyperbranchiomerie (welche bis zum Verhältniss von  $4\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$  Kiemen auf je 1 Myomer ansteigen kann)

1) Noch weniger kann ich natürlich der von DOHRN oft wiederholten Ansicht von der Entstehung des Vertebratenmundes überhaupt aus Kiemenspalten beistimmen, verweise aber hinsichtlich dieser den vorliegenden Untersuchungen ferner stehenden Frage insbesondere auf GEGENBAUR's bezügliche Ausführungen (1887 A. p. 21f.).

2) Ueber ihre asymmetrische Ausbildung brauche ich hier nicht mehr zu handeln. Auch die zahlreichen sonstigen Besonderheiten kommen für diese Untersuchungen nicht in Betracht.

3) Exemplare von *Amphioxus lanceolatus* von 16, 20, 22, 39 und 44 mm Körperlänge und 61—63 Myomeren zeigten ein Endigen der Kiemenregion im Bereiche des 24., 25., 26. und  $25\frac{1}{2}$  Myomers; bei einem *Amphioxus cultellus* von 20 mm Länge und 52 Myomeren endete die Kiemenregion in der Mitte des 25. Myomers, bei *Paramphioxus bassanus* von 41 mm Länge und 74 Myomeren im Bereiche des 40. Myomers (also etwas hinter der Mitte). Die relative Zahl der auf je ein Myomer kommenden Kiemen betrug  $3$ — $5\frac{1}{2}$ , wobei die jüngeren Exemplare von *A. lanceolatus*, sowie *A. cultellus* durch die geringeren, die älteren Exemplare von *A. lanceolatus* sowie *A. californiensis* und *P. bassanus* durch die grösseren Relativzahlen sich kennzeichneten. — Die Kiemen schlossen bei den meisten Thieren direkt an das Velum an, begannen somit je nach dem Alter und der Grösse mit dem 5. bis 7. Myomer (bei Markirung der Myomergrenzen in der Chordahöhe). Bei *P. bassanus* gingen der vorderen Kiemengrenze selbst 7—8 Myomeren voraus; zwischen derselben und dem Velum lag ein etwa  $1\frac{1}{2}$  Myomeren breiter kiemenloser Zwischenraum.

den Kranioten gegenüber durchaus eigene, sich von ihrer Entwicklungsbahn entfernende Wege.

Bei den Kranioten findet sich gegenüber den Myomeren nirgends Hypermetamerie oder Pleometamerie<sup>1)</sup> der Kiemen, sondern vielmehr Eumetamerie oder Elassometamerie<sup>1)</sup>; letztere allerdings auch als sekundäre Erscheinung infolge der hier eingetretenen Kiemenreduktion und Kiemenverschiebung. Den Beginn bei Beiden, Akraniern wie Kranioten, bildet der primäre eumetamere Zustand, wo die Zahl und Lage der Kiemen derjenigen der Myomeren (Somiten) entspricht<sup>2)</sup>; hier muss die Vergleichung einsetzen.

Die Bestimmung dieser primären Eumetamerie zwischen Kiemen und namentlich die Grenzbestimmung zwischen dem eumetameren und dem dysmetameren Verhalten ist aber weit schwieriger, als es auf den ersten Anblick den Anschein hat.

Bei *Amphioxus* werden von den hierüber specieller handelnden Autoren 9—14 primäre Kiemenspalten resp. Kopfsegmente angegeben: VAN WIJHE entscheidet sich für die Minderzahl, HATSCHKE für die Mehrzahl, WILLEY rechnet mit allen Zahlen innerhalb dieser beiden Extreme. Das Ende der Metamorphose bildet hierbei für WILLEY und HATSCHKE die Grenze zwischen dem primitiven Verhalten und der sekundären, pleobranchiomere Zustände anbahnenden Vermehrung der Kiemen. Aber schon in der larvalen (eumetameren) Periode beobachtete WILLEY sehr eigenenthümliche Verhältnisse, indem sich hier für die linke Seite 14 Kiemenspalten anlegen, von denen sich wieder 6 resp. (5—7) zurückbilden, während die rechte Seite nur 8 (resp. 7—9) derselben entwickelt. Bei einer derartigen antimeren Diskrepanz und Variabilität, die offenbar von verschiedenen Cänogenien beeinflusst ist, kann die Ontogenie des *Amphioxus*, bis nicht eine sichere Erklärung und Abwägung dieser Verhältnisse gefunden ist, nicht als entscheidend für die Bestimmung der Zahl der primären Kiemen angesehen werden. Aber auch die zeitliche Grenze scheint mir nicht genügend begründet. Warum soll gerade das Ende der larvalen Metamorphose die eumetamere und pleometamere Periode des *Amphioxus* scheiden? Kann man nicht auch annehmen, dass die Vorfahren des *Amphioxus lanceolatus* ursprünglich etwa bis zum 24. bis 26. Myomer (s. u. A. p. 651, Anm. 3) in eumetamerer Weise ihre Kiemen

1) Die beiden Termini Pleometamerie und Elassometamerie der Kiemen sind bestimmt, das Verhältniss in der Zahl derselben — ob mehr, ob weniger — zu den Rumpfmotameren auszudrücken. Sie bilden somit die beiden Unterabtheilungen der Dysmetamerie und stehen zugleich der Eumetamerie gegenüber. Der Begriff Pleometamerie deckt sich im Wesentlichen mit der HATSCHKE'schen Hypermetamerie, begrifflich jedoch nicht ganz, insofern die Hypermetamerie der Kiemen eine übermässige Vermehrung derselben an sich, die Pleometamerie jedoch das relative Plus gegenüber den Myomeren ausdrückt.

2) Auf die ausgedehnte Frage der Metamerie der Kiemen und Somiten bei den Kranioten, welche eine ausserordentlich umfassende Literatur gefördert hat, ist hier nicht einzugehen. Kurz sei nur bemerkt, dass jetzt die überwiegende Mehrzahl der Autoren GEGENBAUR, der bereits 1870 diese Frage in ihren Grundzügen beantwortet hat, in der Annahme einer primären Eumetamerie, aber einer sekundären, allenthalben zu beobachtenden Dysmetamerie zustimmt, nachdem AHLBORN (1884 B. p. 309 f.) mit seiner Behauptung einer fundamentalen Differenz und Unabhängigkeit zwischen Branchiomere und Mesomerie nur vorübergehende Zustimmung bei einzelnen Morphologen gefunden hatte. Uebrigens sei insbesondere auf die weiteren Ausführungen von GEGENBAUR (1887 A. p. 28 f.), DOHRN (1890 B. p. 337 f.) und v. KUPFFER (1895 p. 65 f.) verwiesen.

anlegten<sup>1)</sup>, dass erst danach infolge der Ueberproduktion derselben in dem gegebenen beschränkten Raume die Pleobranchiomerie begann und dass diese phylogenetischen Entwicklungsgänge nun in der Ontogenie sich zeitlich verkürzten und in verschobener Weise sich rekapitulirten? Endlich soll man auch mit denjenigen Arten von *Amphioxus* rechnen, welche *A. lanceolatus* an Myomeren und wohl auch meistens an Kiemenzahl (cf. p. 632, 651, Anm. 3) übertreffen (*A. caribaeus*, *prototypus*, *belcheri* und *californiensis*, um von dem mehr veränderten Subgenus *Paramphioxus* [*Heteropleuron* und *Asymmetron*] abzusehen) und vielleicht eine grössere Anzahl primärer Kiemen zur Entwicklung brachten als die europäische am meisten untersuchte Species<sup>2)</sup>. — Aus allem diesen schliesse ich, dass wir, abgesehen von der Minimalgrenze, zur Zeit noch gar nichts einigermaassen Sicheres und Bestimmtes über die primäre Kiemenzahl der Akranier aussagen können. Sicher ist sie nicht geringer als 9 gewesen; sie kann aber auch 14 oder 26 oder noch mehr betragen haben. Jeder bisherige Versuch, die maximale Grenze zu bestimmen, ging von einseitigen und unzureichenden Grundlagen aus.

Der gleichen Unsicherheit begegnen wir bei dem Versuche, die primäre Kiemenzahl der Kranioten zu bestimmen. Bei den am tiefsten stehenden derselben, den Myxinoiden, konnte unter specieller Berücksichtigung des *Bdellostoma polytrema* nur von einer Minimalzahl von 16 eumetameren Kiemen gesprochen werden (p. 626); dieselbe ist aber wohl grösser, da zwischen dem persistirenden Facialis und Vagus wahrscheinlich einige, übrigens numerisch nicht näher zu bestimmende, Kiemen ausgefallen sind. Von anderer Seite (PRICE) wird auf Grund ontogenetischer Untersuchungen an *Bdellostoma stouti* sogar auf 35 Kiemen geschlossen (p. 622). Wir wissen aber auch nicht einmal sicher, ob die kiemenreichste unter den bisher bekannten *Bdellostoma*-Arten (*Bd. polytrema*) den primordialen Verhältnissen am nächsten steht, denn man kann auch daran denken, obwohl das nicht viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass hier eine sekundäre Vermehrung der Kiemenspalten eingetreten ist. Bei Petromyzonten und Gnathostomen erscheint auf Grund der bisherigen Beobachtungen die Zahl erheblich geringer, indem hier nur eine Maximalzahl von 8 (*Ammocoetes*, *Heptanchus*) gesehen resp. erschlossen wurde. Die Existenz von Skelettgebilden, welche vor der ersten beobachteten Kiemenöffnung (Spritzloch) sich befinden und mehreren visceralen Bogen entsprechen (GEGENBAUR), sowie gewisse ontogenetische Befunde (VAN WIJHE, DOHRN, v. KUPFFER, KASTSCHENKO, PLATT, HOFFMANN u. A.)<sup>3)</sup> machen

1) Die Seitenfalten und der peribranchiale Raum legen sich bekanntlich nach den Untersuchungen von LANKESTER and WILLEY (1890 p. 445 ff.) in der ganzen Länge des Raumes an, wo später die Kiemen und Gonaden liegen, somit noch eine lange Strecke hinter den 14 primären Kiemenspalten an, ehe überhaupt eine tertiäre (WILLEY) durchgebrochen ist.

2) Die Zahl der vor dem Athemporus gelegenen Myomeren beträgt, wie schon mitgeteilt, nach KIRKALDY bei *Amphioxus lanceolatus* 35—36, bei *A. caribaeus* 37—38, bei *A. belcheri* 37 und bei *A. californiensis* 44—45; ich fand das Ende des Kiemenkorbes beim ausgewachsenen *A. lanceolatus* am 27.—28. Myomer. Die Differenz in unseren beiden Angaben erklärt sich durch den Umstand, dass der Athemporus bei *A. lanceolatus* um 8—12 Myomere weiter hinten liegt als das Ende des Kiemenkorbes.

3) Ich habe hier den praeroralen Darm und seine seitlichen Aussackungen im Auge und verweise diesbezüglich namentlich auf die genaueren, auch die betreffende Literatur eingehend würdigenden Untersuchungen

es aber wahrscheinlich, dass bei den Vorfahren derselben noch vordere, jetzt geschlossene und rückgebildete Kiemenöffnungen dazu kamen. Desgleichen führt die innerhalb der Gnathostomenreihe zu konstatirende Verminderung der Kiemenzahl durch successive Reduktion der hinteren Kiemen zu der insbesondere von GEGENBAUR ausgesprochenen und näher begründeten Anschauung, dass den erwähnten 8 Kiemen einstmals noch eine Anzahl hinter ihnen liegender folgte. Sonach repräsentirt die Achtzahl eine wohl zu klein gegriffene Minimalzahl<sup>1)</sup> bei Petromyzonten und Gnathostomen; die wirkliche primordiale Zahl entzieht sich aber unserer bisherigen Kenntniss. Auch müssen wir damit rechnen, dass Akranier und Myxinoïden bei ihrem von den Vorfahren der Petromyzonten und Gnathostomen seitwärts führenden Entwicklungsgänge die grosse Anzahl ihrer eumetameren Kiemen eventuell erst sekundär erwarben.

Mit diesen Darlegungen wollte ich nur angesichts so mancher, namentlich von ontogenetischer Seite gemachter Versuche, die primordiale Kiemenzahl der Vertebraten zu bestimmen, zur Vorsicht mahnen. Es liegt in der Schwäche der menschlichen Natur, dass man gern glaubt, das engbegrenzte Gebiet, welches man gerade mit Treue und Fleiss bearbeitet, eigne sich ganz besonders zum Ausgangspunkte für weitgehende Folgerungen, und man vergisst dabei gar zu leicht, dass hinter den Bergen noch ganze, der Untersuchung bisher entzogene Welten liegen. GEGENBAUR hat bei seiner umfassenden Kenntniss und seinem hohen Standpunkte auch hier den weitesten Blick und zugleich die weiseste Maasshaltung bewiesen, indem er wohl grosse Perspektiven eröffnete, aber im Uebrigen sich mit der Bestimmung von Minimalzahlen (zunächst für die Gnathostomen) begnügte. Wer dagegen geglaubt hat, mit den bisher vorliegenden Materialien nicht nur Minimalzahlen, sondern überhaupt bestimmte, auch die eventuelle maximale Grenze umschreibende Zahlen geben zu können, hat sich m. E. ohne genügende Deckung zu weit vorgewagt. Ich neige bei Beachtung der Verhältnisse des *Amphioxus* und der Myxinoïden dazu, eine grössere Minimalzahl anzunehmen, als die Mehrzahl der bisher darüber handelnden Autoren, möchte aber selbst in dieser Hinsicht nichts Bestimmtes aussprechen. Wir stehen erst am Anfange der Kenntniss dieser Verhältnisse.

---

v. KUPFFER's (1894 p. 22 f.). — Die Existenz von mehrfachen Kiemenbögen und Kiemenspalten (bis 5) im mandibularen und hyoidealen Gebiete, in der Art, wie VAN WIJHE, DOHRN, BEARD u. A. dieselbe behaupten, ist erst noch zu erweisen.

1) VAN WIJHE ist auf Grund seiner ontogenetischen Untersuchungen zur Annahme einer noch kleineren Zahl gekommen (1889 p. 561 f.), indem er von den von ihm früher (1882) angenommenen 4 Vaguswurzeln die zwei hinteren streicht und angiebt, dass das Gebiet, welches von den Kiemenzweigen des Vagus versorgt wird, ursprünglich viel kleiner war (dem 6. und 7. Kopfsomit angehörte) und sich erst danach um 2—4 Segmente (4 bei *Heptanchus*, *Chlamydoselache* und Cyclostomen) weiter nach hinten ausdehnte, ehe die später darin vorhandenen Kiemenspalten auftraten. Damit vermindert sich also, wenn ich den Autor richtig verstehe, die ursprüngliche Kiemenzahl um 2—4, und die Petromyzonten und Notidaniden zeigen nicht ein ursprüngliches, sondern ein mehr sekundäres Verhalten. Das Alles steht meiner an GEGENBAUR anknüpfenden Auffassung diametral gegenüber. — Auch DOHRN kommt, allerdings auf ganz anderem Wege (bei Besprechung des Kiefer- und Zungenbeinapparates der Selachier), zu der Anschauung, dass hier nicht die Notidaniden, sondern vielmehr die Rochen die ursprünglicheren Verhältnisse gewähren und dass die der Notidaniden erst von denen der Rochen abzuleiten seien. Ueber die Frage der Kiemenspalten äussert er sich dabei nicht. Auch diesem Autor gegenüber kann ich nur betonen, dass diese Anschauungen für mich gänzlich unannehmbar sind.

Ueber das Verhalten des Kiemenkorbes zur Rumpfwand kann ich mich kürzer fassen. Wie schon erwähnt, liegt derselbe bei *Amphioxus*, abgesehen von seinem nothwendigen dorsalen Verbinde mit dem Rumpfe, frei innerhalb der Rumpfwand, durch die ektodermale mit der Aussenwelt kommunikirende Peribranchialhöhle von ihr gesondert. In diese öffnen sich die Kiemenspalten, während sie bei den Kranioten an der Oberfläche des Körpers ausmünden.

BOVERI hat bei der Vergleichung des Nierensystems des *Amphioxus* den fruchtbaren Gedanken ausgesprochen, dass die Kranioten einstmals auch eine Peribranchialhöhle nach Art des *Amphioxus* besaßen, dass dieselbe sich aber weiterhin mehr und mehr verengerte und schliesslich nur noch in ihrem Vornierengange persistirt.

In eine speciellere Besprechung dieser von BOVERI vorgetragenen und des Genaueren ausgeführten Anschauung einzutreten, ist hier nicht der Ort; von gewissen Differenzen abgesehen<sup>1)</sup>, stehe ich in der Hauptsache auf einem ähnlichen Standpunkte wie er<sup>2)</sup>. Ich bin danach geneigt anzunehmen, dass die Vorfahren der Vertebraten<sup>3)</sup> zuerst frei nach aussen sich öffnende Kiemenspalten besaßen, dass dieselben danach durch ventrales Hinunterwachsen der Leibeswand in Gestalt der (eine innere viscerele und eine äussere somatische Muskulatur besitzenden) Bauchfalten Schutz erhielten und nun in den damit entstandenen Peribranchialraum einmündeten. Derselbe gelangte bei den Akraniern ebenso wie der Kiemenapparat derselben zu einer besonderen, einseitigen höheren Ausbildung, während er bei den Kranioten durch eine successive Verwachsung der Leibeswand (Bauchfalten) mit den Kiemen sich allmählich verengerte und schliesslich — unter gewissen Umbildungen — wohl nur noch in dem Vornierengange als seinem letzten Reste erhalten blieb<sup>4)</sup>. Mit dieser Vereinigung der Leibeswand mit dem Kiemenkorbe<sup>5)</sup> und dem dadurch bedingten Verschlusse des Peribranchialraumes mussten sich neue äussere Oeffnungen der Kiemenspalten bilden, falls die Kiemen in ihren Funktionen nicht behindert werden sollten; dies geschah bei den Myxinoiden durch Ausbildung der äusseren Kiemengänge, welche die Kommunikation mit der äusseren Leibeswand und die Ausmündung der Kiemen nach aussen vermittelten. Wie schon bei den Myxinoiden ausgeführt (p. 626), geben

1) Uebrigens verweise ich auch auf die von SEMON (1892 p. 102 f.), VAN WILHE (1893 p. 165, 170), PLATT (1894) und GÖTTE (1895 p. 18 f.) gegen BOVERI's Anschauungen geltend gemachten Bemerkungen und Einwände.

2) GEGENBAUR (1887 A. p. 101 Anm. 1) hat hervorgehoben, dass die Kranioten von Formen abstammen, bei denen eine Peribranchialhöhle noch nicht besteht, wie in Larvenstadien des *Amphioxus*. Das war vor den Untersuchungen von WILLEY und BOVERI. Wie er sich jetzt in dieser Frage verhält, ist mir unbekannt.

3) Nach den Untersuchungen von WILLEY (1893, 1894) und SEELIGER (1893) dürfte die Peribranchialhöhle der Tunicaten wohl derjenigen des *Amphioxus* homolog sein. Immerhin sind die sehr bestimmten ontogenetischen Angaben von VAN BENEDEN et JULIN (1885, 1886), wonach auch das Endoderm an ihrer Ausbildung sich betheilige, nicht ausser Acht zu lassen.

4) Auf die eventuelle Homologie der Peribranchialhöhle mit dem Vornierengange lege ich hierbei minderes Gewicht. Meine sonstigen Darlegungen können ganz gut ohne dieselbe bestehen.

5) Hierbei traten die inneren visceralen Muskeln der Bauchfalten in direkten Verband mit dem Visceralskelette, während sich die durch die Seitenfaltenhöhlen von ihnen getrennten somatischen Muskeln (ventraler Theil des Seitenrumpfmuskels) wahrscheinlich in dem Maasse zurückbildeten, als die inzwischen weiter lateralwärts ausgedehnte Seitenrumpfmuskulatur (cf. p. 646) mit ihren ventralwärts vorwachsenden mehr lateralen Elementen die ventrale Bauchwand verstärken half (Bauchplatten der Embryonen).

verschiedene Instanzen, insbesondere der Verlauf der ventralen Spinalnervenäste, an die Hand, eine derartige phylogenetische Entwicklungsbahn zu vermuthen und anzunehmen, wenn auch die Ontogenese dieser Bildungsvorgänge noch nicht bekannt ist<sup>1)</sup>. Die Myxinoiden stehen sonach in dieser Hinsicht nicht allzufern von *Amphioxus*. Auch die Vorfahren der Petromyzonten und Gnathostomen mögen in früher phylogenetischer Zeit ähnliche Wege gegangen sein. Die Ontogenese offenbart davon nichts mehr, zeigt aber auch keine Bildung, welche diesen Annahmen ungünstig ist. Der bogenförmige Verlauf des Plexus cervicalis resp. des N. hypoglossus ist ein Zeichen höherer Differenzirungsvorgänge und von sekundären Verschiebungen im kranialen und branchialen Bereiche abhängig, über die bereits oben (p. 559 ff., 625) des Genaueren gehandelt wurde.

#### D. Ueber die Stellung der Petromyzonten, Myxinoiden und Akranier zu einander und zu den Gnathostomen. — Versuch einer metamerischen Vergleichung der Gehirn- und Spinalnerven.

Die Vergleichung der spino-occipitalen Nerven resp. der ihnen entsprechenden Gebilde innerhalb der Petromyzonten, Myxinoiden und Akranier, sowie mit den Gnathostomen wurde bereits in den vorhergehenden Kapiteln so weit gegeben, als dies meines Erachtens mit den bisherigen Materialien möglich erschien, ohne den Boden der gegebenen Thatsachen zu verlassen.

Allenthalben konnte die Existenz von Gebilden erwiesen werden, welche, nach dem Typus der Spinalnerven gebaut und ihnen in allen wesentlichen Eigenschaften gleichend, sich mit den occipitalen und occipito-spinalen Nerven der Selachier und ihrer Descendenten homologisiren liessen, ihre niedrigere Stellung aber damit bekundeten, dass sie entweder dem Cranium noch nicht assimilirt waren oder selbst nicht einmal gegen die ersten Cerebralnerven sich deutlich abgrenzten. Ein eigentliches Neocranium geht allen drei in diesem Abschnitte besprochenen Abtheilungen ab; das Cranium derselben, soweit es zum grösseren (Petromyzonten) oder kleineren Theile (Myxinoiden) knorpelig ausgebildet ist, repräsentirt ein reines Palaeocranium, das hinten mit der Labyrinthregion abschliesst. Der N. vagus tritt hier sonach an der hinteren Knorpelgrenze aus, und was bei den Selachiern als den Occipitalnerven Durchtritt gewährendes Neocranium anzusprechen war, existirt hier noch im bindegewebigen Zustande resp. in der Gestalt freier, getrennter Wirbelelemente. Bei den Akraniern fehlt jede gewebliche Differenzirung des Cranium gegenüber der Umhüllung des Rückenmarks. Man kann somit bei den Petromyzonten, Myxinoiden und Akraniern nicht von Occipitalnerven sprechen, sondern nur von Spinalnerven, welche den Occipitalnerven der Gnathostomen homolog sind. Und wenn für die ersten Spinalnerven der

1) Es ist auch sehr gut möglich, dass die Ontogenese diese phylogenetischen Entwicklungsgänge nur ganz unvollkommen rekapitulirt.

Petromyzonten und Myxinoiden wegen einiger Besonderheiten doch der Terminus „spino-occipitale Nerven“ gebraucht wurde, so geschah das mit der Reserve, dass es sich hier um Nerven handele, welche dahin tendierten, Occipitalnerven zu werden, welche partiell selbst gewisse Eigenschaften derselben erreicht hatten, aber doch noch nicht als ausgebildete Occipitalnerven angesprochen werden durften. Ich wählte darum auch möglichst indifferente Bezeichnungen (die Anfangsbuchstaben des griechischen Alphabetes) für sie, während zur Bezeichnung der Occipitalnerven der Selachier die Endbuchstaben des lateinischen Alphabetes gebraucht worden waren.

Bei den Selachiern, speciell den Notidaniden, wurden in Maximo 5 Occipitalnerven (*v, w, x, y, z*) gefunden, zugleich wurde aus gewissen, dort (p. 440) näher ausgeführten Gründen wahrscheinlich gemacht, dass die Vorfahren der Selachier vor *v* einige Occipitalnerven besessen haben dürften. Die wirklich beobachteten Occipitalnerven entbehren im ausgebildeten Zustande mit Ausnahme des letzten (*z*) der dorsalen Wurzeln und waren zugleich infolge einer sekundären Wanderung (p. 440 f.) so weit nach vorn geschoben, dass die ersten 2 bis 3 im Niveau des Vagus-Abganges und -Durchtrittes, der erste selbst davor sich fanden.

Bei den Petromyzonten folgten sämtliche Spinalnerven (*α, β, γ, δ, ε* etc.) vom ersten ab auf den Vagus und besaßen ebenfalls vom Anfang ab dorsale Wurzeln (Nerven), die zwei bis drei ersten allerdings in sehr schwacher Ausbildung. Zugleich bildeten die 2 (resp. 3) ersten, welche von den folgenden als „spino-occipitale Nerven“ hervorgehoben wurden<sup>1)</sup>, einen kleinen Plexus, der wohl eine Folge besonderer Differenzirungen und Verschiebungen im Gebiete der ersten Rumpfmuskelmyomeren war. Wichtiger als dieser erwies sich ein anderer von mehr hinteren (mit *ζ, η* oder *θ* beginnenden) Spinalnerven gebildeter Plexus, welcher auf Grund seines bogenförmigen die Kiemenregion hinten umkreisenden Verlaufes und seiner Endverbreitung in den ventralen branchialen Myomeren des Seitenrumpfmuskels (hypo-branchiale spinale Muskulatur) dem Plexus cervicalis<sup>2)</sup> der Selachier und anderen Gnathostomen verglichen werden konnte und damit zugleich den Schluss erlaubte, dass die Spinalnerven der Petromyzonten, mit Ausnahme des ersten oder der 2 bis 3 ersten den Occipitalnerven *v, w, x* etc. der Notidaniden homolog seien, dass somit das bei der Besprechung der Selachier als sehr wahrscheinlich erschlossene Vorhandensein von *u, t* etc. bei den Vorfahren derselben in der wirklichen Existenz von *α, β* resp. *α, β, γ*<sup>3)</sup> bei den Petromyzonten eine thatsächliche Parallele fand. Die Petromyzonten nähern sich somit in der Bildung des Plexus cervicalis, in der heptanchen Beschaffenheit ihres Visceralapparates und in der Dysmetamerie zwischen ihren Branchiomeran, sowie dorso-lateralen und ventralen branchialen Myomeren des Seitenrumpfmuskels (p. 606 f.) den Selachiern, stehen aber in dem Vorkommen von Homologen

1) Mit dieser Benennung wurde aber in keiner Weise behauptet, dass diese den Occipitalnerven der Selachier homolog seien.

2) Plexus cervicalis nach meiner Nomenklatur bei den niederen Gnathostomen, aus welcher sich bei den höheren der Plexus hypoglosso-cervicalis s. str. entwickelte.

3) Hinsichtlich dieser variablen Verhältnisse verweise ich auf die Besprechung bei den Petromyzonten (p. 605 f.).

mehr vorderer Occipitalnerven, als bei den primitivsten Haien wirklich zur Beobachtung kamen, sowie darin, dass diese dorsale Wurzeln, wenn auch in sehr reducirtem Zustande, noch besitzen und dass sie erst kaudal auf den Vagus folgen, erheblich tiefer als diese Vertreter der Gnathostomen; dazu kommt noch der getrennte Verlauf der dorsalen und ventralen Spinalnerven, die sich nicht zu Stämmen vereinigen, und die sehr einfache Anordnung des Seitenrumpfmuskels und seiner histologischen Elemente.

Noch tiefer stehen die Myxinoiden. Hier konnte durch speciellere Vergleichung mit grosser Wahrscheinlichkeit erschlossen werden, dass von den Spinalnerven ( $\alpha'$ ,  $\beta'$ ,  $\gamma'$ ,  $\delta'$ ,  $\epsilon'$  etc.) derselben erst der dritte und die auf ihn folgenden denen der Petromyzonten homolog sind ( $\gamma' = \alpha$ ,  $\delta' = \beta$  etc.), dass somit für den Fall, wo  $\beta$  und  $\alpha$  der Petromyzonten den Occipitalnerven  $u$  und  $t$  entsprachen<sup>1)</sup>,  $\beta'$  und  $\alpha'$  der Myxinoiden die Reihe um zwei ( $s$  und  $r$ ) weiter nach vorn fortsetzen. Zugleich zeigte sich hier eine weit bessere Ausbildung der dorsalen Wurzeln als bei den Petromyzonten<sup>2)</sup>, sowie — ein hier als primitiv zu beurtheilender und nicht erst durch Vorwanderung erzielter Ursprung des ersten Spinalnerven ( $\alpha'$ ) zwischen Vagus und Acustico-Facialis. Damit verwischt sich die topographische Grenze zwischen Spinal- und Cerebralnerven und ein Verhalten kommt zur Beobachtung, welches bereits an *Amphioxus*-artige Zustände erinnert. Weitere Kennzeichen einer tieferen Stellung wurden gefunden in dem gesonderten Durchtritte der Wurzelbündel (meist 2, ausnahmsweise auch mehr) der ventralen Nervenwurzeln, in dem Mangel eines die Kiemenregion hinten umkreisenden Plexus cervicalis, indem die Spinalnerven im branchialen Bereiche unbeirrt von den Kiemen in transversaler Richtung zwischen den äusseren Kiemenöffnungen (*Bdellostoma*) oder vor der gemeinsamen Ausmündung der Kiemen (*Myxine*) verlaufen, in dem späten Verbanne der sensibeln und motorischen Antheile der Gehirnnerven, in der Existenz von motorischen Elementen im R. ophthalmicus profundus, in dem Fehlen eines Ram. lateralis vagi, in der minimalen Ausbildung von Anastomosen der Spinalnerven mit dem Ram. branchio-intestinalis vagi, bei gewissen *Bdellostoma*-Arten in der erheblichen Anzahl ihrer Kiemen, in der reinen oder nur geringgradig gestörten Eumetamerie zwischen Branchiomeran und den dorso-lateralen und ventralen Myomeren des Seitenrumpfmuskels.

In allen diesen Merkmalen gaben die Myxinoiden eine Mittelstellung zwischen den Petromyzonten und Akraniern zu erkennen und liessen zugleich daran denken, dass ihre Vorfahren noch mehr Berührungspunkte mit *Amphioxus* (z. B. einen Peribranchialraum) besaßen. Mit diesen Kennzeichen einer primitiven Stellung verbinden sich auch einzelne Merkmale, worin die Myxinoiden höher stehen als die Petromyzonten (Zusammentritt der Spinalnervenwurzeln zu einem Stamme, makroskopischer und mikroskopischer Bau der Seitenrumpfmuskeln) oder womit sie einen ganz einseitigen Entwicklungsweg bekunden (z. B. die kaudale Lage der Kiemen, Entfaltung und

1) Bei der geringgradigen Variirung der bezüglichen Verhältnisse bei den Petromyzonten erweist sich auch die Zählung bei den Myxinoiden als eine etwas schwankende.

2) Von  $\alpha'$  konnte ich bisher nur die dorsale Wurzel sicher nachweisen, während bezüglich der ventralen noch weitere Untersuchungen an besser konservirtem Material nöthig sind.

Ausdehnung des N. intestinalis). Solche Zeichen höherer und einseitiger Differenzierung verbinden sich auch in anderen Abtheilungen mit den durchgreifenden Charakteren eines einfacheren Baues; hierbei besteht meines Erachtens kein Zweifel, dass die primitiven Kennzeichen bei den Myxinoiden die weitaus überwiegenden sind und deren Stellung bestimmen.

Die Akranier zeigen noch viel primitivere Verhältnisse. Spinalnerven und Cerebralnerven sind bei ihnen in der Hauptsache so ähnlich gebildet, dass eine direkte Scheidung derselben von einander nicht möglich ist; nur durch den Vergleich mit den Nerven der Kranioten kann versucht werden zu bestimmen, was von ihnen bei diesen zu Spinalnerven, was zu Cerebralnerven sich entwickelt hat. Die ventralen Wurzeln treten mit sehr zahlreichen feinen Wurzelfäden getrennt aus und gehen in der Hauptsache sofort an die von ihnen innervirte Muskulatur, welche sich nach ihrer Lage zu den dorsalen Nerven (deren Spinalganglienzellen sich noch nicht zu kompakten Spinalganglien konsolidirt haben) als eine mehr innere (mediale) und nach ihrer sonstigen makroskopischen und histologischen Bildung als eine noch erheblich tiefer stehende als diejenige der Petromyzonten zu erkennen giebt. Desgleichen zeigt der Kiemenapparat mit seinen zahlreichen Kiemen und seiner Freiheit gegenüber der von ihm gänzlich getrennten Rumpfwand (die darum auch nicht von den äusseren Ausmündungen der Kiemen unterbrochen wird) bei aller Besonderheit seiner Ausbildung doch ein ungemein primitives Gepräge.

Diese gedrängte Rekapitulation möge vorerst genügen<sup>1)</sup>. Einen wie kleinen Theil der Organisation der Petromyzonten, Myxinoiden und Akranier diese Merkmale auch umfassen, so reichen sie vollständig aus, um diesen drei Abtheilungen eine systematische, genealogische Stellung tief unter den Gnathostomen anzuweisen, um die Myxinoiden erheblich tiefer als die Petromyzonten und die Akranier wieder weit unter die Myxinoiden zu stellen. Es ist das grosse und bleibende Verdienst HÄECKEL's, diesen Beziehungen Ausdruck gegeben zu haben, indem er *Amphioxus* als Vertreter der Akrania (*Leptocardia*) allen anderen Vertebraten (*Craniota*, *Pachycardia*) gegenüber setzte und die Kranioten wieder in die tiefere Abtheilung der *Cyclostoma* s. *Monorhina* s. *Marsipobranchia* (mit den Ordnungen der Myxinoides und Petromyzontes) und die höhere der *Gnathostoma* s. *Amphirhina* (mit allen übrigen Wirbelthieren) sonderte. Es dürfte z. Z. wohl kaum noch einen Zoologen von Bedeutung geben, der ihm darin nicht im Wesentlichen folgte<sup>2)</sup>.

Dass unter den Cyclostomen die Petromyzonten (*Hyperoartia* J. MÜLLER's) die höhere und jüngere, die Myxinoiden (*Hyperotreta* J. MÜLLER's) die primitivere und

1) Bezüglich aller weiteren Vergleichungspunkte verweise ich auf den speciellen Inhalt der vorausgehenden Kapitel A, B und C, sowie auf die weiter unten folgenden Auseinandersetzungen.

2) HOWES (1892) hat diesen älteren Terminus neuerdings noch zwei weitere zugefügt, indem er nach der äusseren Ausmündung des Hypophysenganges und dem Mangel oder der Existenz der paarigen Extremitäten die Cyclostomen als *Epicraniata* oder *Apterygia*, die Gnathostomen als *Hypocraniata* oder *Pterygiophora* bezeichnete.

ältere Abtheilung repräsentiren, wird auch fast allgemein anerkannt; meines Wissens ist es nur SCHNEIDER (1879 p. 82), der auf Grund des histologischen Verhaltens der Leibesmuskeln, der Verbindung der Spinalnervenzwurzeln zu Stämmen und der Bildung des Zungenbeins den Myxinoiden ausdrücklich eine höhere Entwicklungsstufe zuweist<sup>1)</sup>. Den angeführten Zeichen einer höheren und einseitigen Specialisirung kann man noch die Beschaffenheit der Nasenkapsel und gewisse vereinzelte Züge im Visceralapparat zufügen; ihnen stellt sich aber eine Reihe primitiver Organisationsverhältnisse (mangelhafte Verknorpelung des Schädels und der Wirbelsäule, fehlende oder nur ganz unbedeutend entwickelte Kiemenknorpel, gracile Beschaffenheit des ganzen Skelettsystemes, Verhalten von Ohr und Auge, Kommunikation des hinteren Endes des Hypophysenganges mit der Mundhöhle, Nierensystem etc.) gegenüber, welche bei der Beurtheilung den Ausschlag geben und bereits von J. MÜLLER hinreichend gewürdigt wurden; auch PRICE's neuere Untersuchungen sind der tiefen Stellung der Myxinoiden nur günstig. Mag hierbei auch Vereinzelt sein einfaches Gesicht der weiter vorgeschrittenen parasitären Lebensweise der Myxinoiden verdanken, so erweist sich die überwältigende Summe der Merkmale als eine wirklich primitive, welche jede Descendenz von *Petromyzon*-artigen Verhältnissen ausschliesst<sup>2)</sup>. Zugleich lehrt aber auch die genauere Vergleichung, dass bei beiden Abtheilungen Organisationsverhältnisse vorliegen, welche jede nähere Verwandtschaft gänzlich abweisen. In ihrem Skelettsystem, dem Verlaufe ihrer Spinalnerven im branchialen Gebiete, dem Verhalten ihres N. vagus, der hinteren Kommunikation ihres Hypophysenganges, in gewissen Besonderheiten ihres Kiemenapparates und ihres Urogenitalsystemes, um nur einige Grundzüge hervorzuheben, unterscheiden sich die Myxinoiden mehr und principieller von den Petromyzonten<sup>3)</sup> als z. B. die Selachier von den Säugethieren; in einzelnen Merkmalen stellen sie sich selbst weiter ab von den Petromyzonten als diese von den Gnathostomen und zeigen zugleich (s. oben) mancherlei Hinneigungen nach den Akraniern. Ich habe mich daher auch niemals mit der althergebrachten Vereinigung dieser beiden so heterogenen Abtheilungen zu den Cyclostomen befreunden können und habe dem auch seit 15 Jahren in meinen vergleichend-anatomischen Vorlesungen Ausdruck gegeben. Meine neueren Befunde zusammen mit denen von PRICE befestigen mich nur in dieser Ueberzeugung und lassen mich die Myxinoiden

1) Auch WIEDERSHEIM scheint in mancher Beziehung die Myxinoiden höher zu stellen als die Petromyzonten resp. in gewissen Organisationsverhältnissen (so auch in der Kiemenorganisation, die „direkt aus der der Petromyzonten abzuleiten“ sei, 1886 p. 605) als ihre Descendenten zu betrachten.

2) Unter den Myxinoiden steht *Bdellostoma* mit seinen gesondert ausmündenden Kiemen, die noch gar keinen knorpeligen Schutz besitzen, seiner schlankeren Gehirnbildung und seinem minder reducirten Auge, wie allgemein anerkannt wird, tiefer als *Myxine*. Beide sind übrigens sehr nahe verwandte Thiere.

3) Dabei kommen selbstverständlich auch gewisse Aehnlichkeiten — denn Beide sind tiefstehende Kranioten und haben eine analoge Lebensweise — zur Beobachtung. Dieselben dürfen aber nicht überschätzt werden. Wenn z. B. RETZIUS (1891 p. 53) sagt, dass die prinzipiellen Bauverhältnisse des Rückenmarks von *Petromyzon* denen von *Myxine* so ähnlich sind, dass es sich kaum lohnen würde, ihm eingehendere Studien mittelst der Methylenblau-Methode zu widmen, oder STUDNICKA (1894 p. 312), dass das Gehirn von *Myxine* demjenigen von *Petromyzon* sehr ähnele, so kann ich dem nicht zustimmen und dazu auch auf die weitere Angabe von RETZIUS (1893 p. 63) verweisen, wonach das Gehirn von *Myxine* sich in auffallender Weise von dem der Petromyzonten unterscheidet und sich bedeutend von ihm und den embryonalen Gehirnen der Wirbelthiere entfernt hat.

als *Distoma*<sup>1)</sup> von den Petromyzonten ablösen und erst auf sie die Petromyzonten als einzige Vertreter der *Cyclostoma* folgen<sup>2)</sup>.

Das bisherige System der Wirbelthiere würde danach die folgende Modifikation erhalten:

- I. *Acrania* (*Amphioxina*).
- II. *Craniota*.
  1. *Distoma* (*Myxinoidea*).
  2. *Cyclostoma* (*Petromyzontes*).
  3. *Gnathostoma*.
    - a. *Anamnia* (*Pisces; Dipneusta; Amphibia*).
    - b. *Amniota* (*Reptilia et Aves; Mammalia*).

Anknüpfungen der „Cyclostomen“ (*Distomen* und *Cyclostomen*) an die *Gnathostomen* sind nach verschiedenen Seiten hin gesucht worden; einmal sei die namentlich von HUXLEY (1876), W. K. PARKER (1882, 1883) und GÜTTE (1890) vertretene Anschauung von der Verwandtschaft der Petromyzonten (*Ammocoetes*) mit

1) Ich entnehme diese Bezeichnung derjenigen Besonderheit der Myxinoiden-Organisation, welche schon J. MÜLLER (1836 p. 32) als die eigenthümlichste bezeichnete, nämlich der Einmündung des Nasengaumenganges in die Mundhöhle (*Hyperotreta*). Es handelt sich hier wohl um eine offene Kommunikation des Hypophysenganges mit dem Digestionsrohr und ich bin recht geneigt, dieselbe mit BEARD (1888 p. 23) und v. KUPFFER (1894 B. p. 60) als ein sehr primitives Merkmal, als die noch in Funktion befindliche Persistenz eines älteren Vertebratenmundes (*Palaeostoma* v. KUPFFER's) aufzufassen. Den gleichen Gedankengang hat wohl auch DOHRN schon 6 Jahre früher (1882 p. 185) gehabt, indem er in seiner verdienstvollen Abhandlung über die Ontogenese und Phylogense der Hypophysis von *Petromyzon* die Wichtigkeit der Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der Myxinoiden für diese Frage hervorhebt. PRICE (1896 B. p. 82) hat dieses Desiderat zum Theil erfüllt und, wenn ich ihn recht verstehe, gefunden, dass bei *Bdellostoma* der ältere Mund (*Palaeostoma*) sich früher als der neue (*Neostoma* v. KUPFFER's) ausbildet. Dass bei den *Gnathostomen* die Hypophyse sich in der Regel später als der bleibende Mund entwickelt, dürfte als sekundäre Heterochronie zu deuten sein, indem, wie das so oft geschieht, auch hier die Ontogenese eines rudimentären Organes sich verzögerte und verspätete. Wenn ich auch gern zugebe, dass in dem Verhalten der Hypophysis der Myxinoiden noch nicht alles klar liegt (ich erinnere u. A. an die Kontroverse v. KUPFFER 1894 B. p. 60 f. und RETZIUS 1895 p. 19 f.), so wird dadurch doch die allgemeine Auffassung des *Palaeostoma* und *Neostoma* m. E. nicht tiefer getroffen. Dagegen ist die von HATSCHKE (1892 p. 139 f.) ausgeführte Vergleichung der Hypophysis von *Amphioxus* und *Ammocoetes* unvereinbar mit der v. KUPFFER'schen Theorie. Bis zur definitiven Entscheidung sind jedenfalls weitere Untersuchungen abzuwarten. — Dass das *Palaeostoma* auch nur einen sekundären Durchbruch des Nahrungsrohres repräsentirt, dass die älteste Ingestionsöffnung der Vertebratenvorfahren aber durch den Gastrulamund (*Prostoma*) gebildet wird, ist allgemein bekannt. Es dürfte sich vielleicht empfehlen, die drei auseinander folgenden Mundbildungen als *Prostoma*, *Deuterostoma* (*Mesostoma*) und *Tritostoma* (*Metastoma*) zu bezeichnen.

2) Herr Professor H. KLAATSCH, der mich auf dem Wege nach dem Anatomenkongresse in Berlin im April d. J. hier besuchte und dem ich von der fundamentalen Bedeutung der PRICE'schen Untersuchungen, sowie von meinen Untersuchungen an *Myxine* und *Bdellostoma* und meinen Anschauungen über die systematische Stellung dieser Thiere Mittheilung machte, war (wenn auch nicht von mir dazu autorisirt) so liebenswürdig, dieselben in der Diskussion zu dem PRICE'schen Vortrage zum öffentlichen Ausdrucke zu bringen. In dem Berichte darüber (*Verh. der Anat. Ges.* 1886 p. 86) ist, wohl durch die Schuld des Setzers, mein Name nicht erwähnt. Das ist natürlich durchaus gleichgültig. Ich möchte aber daran anknüpfend jetzt Gelegenheit nehmen zu erwähnen, dass ich der Ueberzeugung bin, dass lange vor PRICE's und meinen Untersuchungen zahlreiche Morphologen und gewiss auch J. MÜLLER angesichts der in die Augen springenden fundamentalen Differenzen im Bau der Myxinoiden und Petromyzonten zu der klaren Anschauung von der weiten Kluft, welche beide Abtheilungen trennt, gekommen sind, derselben aber, weil sie sich auf die rein-morphologische Behandlung beschränkten, keinen systematischen Ausdruck gaben. Uebrigens sei auch erwähnt, dass SCHNEIDER (1879 p. 82) die grosse Verschiedenheit im Baue beider ausdrücklich hervorhebt, dass er anrath, dieselben als Vertreter zweier weit auseinandergelassenen Typen anzuerkennen, dass er sie (p. 112, 113) als zwei gesonderte, den Leptocardiern, allerdings auch den Ganoiden + Teleostiern, sowie den Selachiern etc. gleichwerthige Abtheilungen aufführt und, gerade so wie ich in den vorliegenden Untersuchungen, den Terminus „Cyclostomen“ vermeidet.

den Amphibienlarven hervorgehoben<sup>1)</sup>, dann die genealogische Gruppierung BEARD'S (1890), welcher die Marsipobranchier und Ganoiden (mit den von ihnen abstammenden Teleostiern) von den Protoganoiden ableitet und damit den Protoselachiern (welche den Selachiern, Dipnoern und Amphibien Ursprung geben) gegenüberstellte. Meine eigenen Untersuchungen sind allen diesen Anschauungen nicht günstig. Doch will ich nicht ableugnen, dass in den Entwicklungsverhältnissen und in der definitiven Organisation der Amphibien manche Aehnlichkeiten existiren, welche nicht bloss auf heterogenetische Larvenanalogien (cyclostome Anpassungen der Mundbildung) zurückzuführen sind, sondern wirklich gewisse, allerdings ausserordentlich entfernte Verwandtschaften zum Ausdruck bringen; zwischen den Amphibien und den primordialen Vorfahren der Ammocoeten existirte eine lange Reihe von Ahnen, deren Organisation aber auf Grund der bisherigen Untersuchungen noch sehr wenig aufgeheilt ist.

Unverkennbar weisen die Petromyzonten und Myxinoiden mannigfache Züge von Degeneration infolge ihrer veränderten dem Parasitismus sich nähernden Lebensweise auf. Ihre freilebenden Vorfahren haben gewiss dieses oder jenes Organ in etwas besserer Ausbildung besessen als die jetzt lebenden Nachkommen. Diese an sich durchaus gesunde Anschauung hat bekanntlich DOHRN dazu geführt, fast allenthalben nach Merkmalen der Verkümmerng zu suchen, dieselben auch wirklich bei den Cyclostomen zu finden und danach deren Organisation von derjenigen der Gnathostomen unter Annahme fortgesetzter Degenerationen abzuleiten. Unter konsequenter Durchführung dieser Degenerationsidee ist er schliesslich auch dazu gelangt, den wie *Ammocoetes* im Sande lebenden *Amphioxus* und die Ascidien als weiter degenerirte Cyclostomen, somit als ursprüngliche Descendenten der Gnathostomen aufzufassen. Die betreffende Abhandlung DOHRN'S (1875) enthält neben manchen guten und fruchtbaren Anschauungen und richtigen Beobachtungen eine ungewöhnliche Fülle von Behauptungen, welche sich schlechterdings nicht mit den zu Recht bestehenden Thatsachen vereinigen lassen und von denen wohl DOHRN selbst jetzt nach gewonnener besserer Kenntniss einen recht guten Theil nicht mehr festhält<sup>2)</sup>. Wie für die Petromyzonten und Myxinoiden gilt auch für *Amphioxus*, dass derselbe allerdings manchen degenerativen Zug aufweist, dass aber für den, welcher den Thatsachen nicht gänzlich den Rücken kehrt, gar nicht daran zu denken ist, ihn von den höheren Cyclostomen undultima razione gar von den Gnathostomen abzuleiten. Fast alle neueren genauen Untersucher haben denn auch die Degenerationshypothese verurtheilt, und manches, was selbst eine vorsichtige Beurtheilung bei *Amphioxus* als degenerativ ansah, wird neuerdings für primordial und ancestral erklärt (vergl. u. A. AYERS 1890 und WILLEY 1894). Diesem anderen Extrem der Anschauungen kann ich nicht allenthalben zustimmen.

1) PARKER ist selbst so weit gegangen, die Myxinoiden und Petromyzonten mit den Anuren (die er hierbei von den übrigen Amphibien abtrennt) zu einer Abtheilung zu vereinigen.

2) Zehn Jahre später (1885 C. p. 428 f.) ist DOHRN nochmals auf die Organisation des *Amphioxus* eingegangen und hat eine Anzahl (8) Charaktere desselben auf das Palingenetische und Caenogenetische in ihnen besprochen. Ich stimme ihm hier zum kleineren Theile bei, zum grösseren aber weiche ich von ihm ab.

Dass *Amphioxus* neben seiner überwiegend sehr primordialen Organisation auch einzelne Verhältnisse aufweist, welche Kennzeichen einer besonderen, einseitig weiter gegangenen Entwicklung sind (u. A. hebe ich die Chorda, die Pleometamerie der Kiemen, die extreme Entwicklung der Seitenfalten und des Peribranchialraumes, die namentlich bei *Paramphioxus* zahlreichen hochgradigen Asymmetrien hervor), ist anerkannt; man wird sonach die jetzt lebenden Vertreter nicht zum Ausgangspunkte für die Kranioten machen können, sondern hierbei an einen Vorfahren denken, welcher nach Abzug der verschiedenen Kennzeichen von Degeneration und einseitiger Differenzirung nur primordiale Züge aufwies. Ein solcher kann an der Hand der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie mit den Kranioten als wirkliches Urwirbelthier konstruirt werden, ist auch schon wiederholt — allerdings zum Theil in recht wunderlicher Gestalt — konstruirt worden. Ich finde meine Aufgabe jetzt nicht darin, auf diese primordiale Idealgestalt weiter einzugehen, verweise aber auf die von genialem Blicke und grosser Auffassung zeugenden Ausführungen HAECKEL'S in der neuen Auflage der systematischen Phylogenie (1895 p. 201 ff.)<sup>1)</sup>.

Ich wende mich jetzt zu der Frage der Vergleichung der Gehirn- und Spinalnerven. Ueber dieselbe ist schon seit sehr langer Zeit nachgedacht worden; zahlreiche Probleme wurden gestellt und viele Antworten gegeben. Es würde gänzlich ausserhalb des Rahmes dieser Arbeit fallen, wenn ich auf die überreiche diesbezügliche Literatur ausführlich einginge. Die folgenden anspruchslosen Bemerkungen sollen diese nur streifen<sup>2)</sup> und sehen überhaupt von einer gründlichen Behandlung der Frage ab.

Das Schlusskapitel G. des II. Abschnittes kam zu der Entscheidung, dass man innerhalb der Gnathostomen noch genau zwischen cerebralen oder palaeokranialen Nerven und spinalen Nerven scheiden könne und müsse, mochten nun letztere bereits in das Kranium aufgenommen sein (spino-occipitale oder neokraniale Nerven) oder noch im Bereiche der gegliederten Wirbelsäule (freie spinale Nerven) sich befinden. Der N. hypoglossus der höheren Gnathostomen konnte als Abkömmling der spino-occipitalen Nerven (speciell sogar der occipito-spinalen Nerven) dem palaeokranialen N. vago-accessorius scharf gegenüber gestellt werden.

Aber an dieses Ergebniss schloss sofort die weitere Frage an, ob bei den tiefer stehenden Vertebraten diese Grenze schon bestehe, ob nicht hier topographische und morphologische Uebergänge zwischen cerebralen und spinalen Nerven existirten, ob nicht die bei diesen zu beobachtenden Verhältnisse Aussicht auf die Beantwortung der Frage von der metamerischen Vergleichung beider Kategorien, die innerhalb der Gnathostomen nicht direkt lösbar erschien (p. 571), geben könnten. Auf p. 569—571 stellte ich zwei diesbezügliche Fragen, von denen die eine von der specielleren

1) Ausserdem hebe ich aus der neuesten Literatur über die genealogischen Beziehungen des *Amphioxus* zu den Wirbellosen KORSCHULT und HEIDER (1893), WILLEY (1894) und GOETTE (1895) hervor.

2) Ich enthalte mich daher hier auch aller ausführlicheren und specielleren Literaturnachweise.

Zusammensetzung der cerebralen und spinalen Nerven ausging, die andere die metamerische Aufeinanderfolge beider Kategorien in Betracht nahm, und wandte mich danach in diesem III. Abschnitte zur Besprechung der Verhältnisse bei den Petromyzonten, Myxinoiden und Akraniern. Die Behandlung derselben zeigte zugleich die Verdienste, welche sich namentlich VAN WIJHE<sup>1)</sup>, v. KUPFFER und HATSCHKE um die Lösung dieser Fragen erworben haben; nächst den fundamentalen und bahnbrechenden Arbeiten GEGENBAUR's werden ihre Untersuchungen immer einen Ehrenplatz beanspruchen dürfen.

### 1. Zusammensetzung der Spinal- und Cerebralnerven.

Der Vergleichung beider Kategorien nach ihrer Zusammensetzung lasse ich eine kurze Beschreibung beider vorausgehen.

#### a. Spinalnerven.

Bekanntlich setzen sich die typischen Spinalnerven der Gnathostomen aus dorsalen und ventralen Wurzeln zusammen. Die dorsalen Wurzeln bestehen in der Hauptsache aus sensibeln Fasern (für die ektodermale Körperoberfläche, die entodermale Schleimhaut [sympathico-sensible Fasern] und das mesodermale Stützgewebe mit seinen Abkömmlingen), welche, wie es scheint, durchweg von peripherischen, hauptsächlich in den Spinalganglien befindlichen Ganglienzellen beginnen. Diese Spinalganglien enthalten daneben die sogenannten durchtretenden Fasern<sup>2)</sup>, deren Existenz und Verlauf noch nicht allenthalben festgestellt ist; zum Theil mögen dieselben mit weiter peripher gelegenen Ganglienzellen (des Sympathicus?) zusammenhängen und dann wohl auch sensibler Natur sein; zum Theil aber gehen sie von centralen Ganglienzellen des Rückenmarks (namentlich in dessen ventro-lateralem Bereiche)<sup>3)</sup> nach Art motorischer Nerven aus, steigen in der Medulla in schräg dorso-lateralwärts gerichtetem Verlaufe zu den Spinalganglien auf, durchsetzen dieselben, ohne mit ihren oder mehr peripherischen Ganglienzellen in Verband zu stehen, und gehen, wie es scheint, zu der den Seitenplatten entstammenden Muskulatur der Gefäße und Eingeweide. Die letzteren Fasern wurden daher auch von vielen Autoren als centri-

1) Ich stehe nicht an, die von VAN WIJHE 1882 gegebene Verbesserung des BELL'schen Gesetzes als eine der glücklichsten morphologischen Thaten der letzten Decennien zu bezeichnen. Uebrigens hat auch SCHNEIDER, wie VAN WIJHE selbst hervorhebt, das grosse Verdienst, die allgemeine Scheidung der hierbei in Frage kommenden Muskulatur mit Rücksicht auf ihre Genese klar erkannt zu haben; die Seitenrumpfmuskeln (Parietalmuskeln SCHNEIDER's) lässt er aus den Somiten (Rückenplatten SCHNEIDER's), die Visceralmuskeln aus den beiden Seitenplatten (Aussenfläche des Darmblattes und Aussenfläche des Peritonealsackes SCHNEIDER) entstehen (1879 p. 109). Dass er in der speciellen Vertheilung beider Kategorien nicht immer glücklich ist, beeinträchtigt das allgemeine Verdienst in keiner Weise.

2) Hinsichtlich derselben verweise ich auf BIDDER (1847), KÖLLIKER (1859—1896), SCHWALBE (1868), FREUD (1878), v. LENHOSSÉK (1884, 1892), GAD (1887), JOSEPH (1887), EDINGER (1889—1896), RAMON Y CAJAL (1890), SINGER und MÜNZER (1890), GEHUCHTEN (1893) u. A.

3) Dazu kommen bei den Anamniern, namentlich bei Embryonen, doch auch im postembryonalen Leben, die sog. Hinterzellen (ROHON'sche Zellen etc.), deren Fasern rein lateral auftreten (cf. p. 584 Anm. 1). Wie weit diese Fasern mit den LENHOSSÉK-CAJAL'schen Nerven identisch sind, wie weit sie überhaupt bleibende Gebilde darstellen, ist noch zu bestimmen.

fugale oder sympathico-motorische aufgefasst; ich will sie zum Unterschiede von den sensibeln, den dorsalen Fasern s. str., als laterale Fasern bezeichnen. Die ventralen Wurzeln entstammen centralen, im ventralen Bereiche der grauen Substanz des Rückenmarks gelegenen Ganglienzellen, verlaufen in ventraler Richtung durch die Medulla und begeben sich in der Hauptsache zu der somitogenen Seitenrumpfmuskulatur mit allen von ihr sekundär abstammenden Muskeln; zum kleineren Theile senden sie aber auch sympathische (viscero-motorische und vasomotorische) Fasern an die viscerele und vasomotorische Muskulatur ab<sup>1)</sup>. Die dorsalen Wurzeln der Spinalnerven enthalten somit zum grösseren Theile dorsale sensible, zum kleineren Theile wohl laterale sympathico-motorische Fasern; die ventralen Wurzeln sind rein motorisch (somato-motorisch und sympathico-motorisch). Nach dem Austritte aus der Wirbelsäule verbinden sie sich später (niederste Gnathostomen) oder früher (meiste Gnathostomen) zu einem gemischten Stamme, welcher sich in seine drei gemischten Hauptäste, Rami dorsales, ventrales und viscerales, theilt; bei vielen niederen Wirbelthieren können die letzten auch vor der Vereinigung der Wurzeln separat abgehen. Der erste Verlauf der Spinalnerven geschieht in der Tiefe der Seitenrumpfmuskulatur, von ihr grösstentheils bedeckt. An den vorderen, in das Neokranium aufgenommenen Nerven, den occipitalen Nerven der Anamnier, treten die dorsalen Wurzeln meist in Rückbildung und verkümmern grösstentheils vollkommen; dann bleiben nur die ventralen Wurzeln mit ihren somato-motorischen Fasern für die epibranchialen Muskeln und die Anfänge der Seitenrumpfmuskulatur und der hypobranchialen Muskeln (hintere Kopfsomiten, metaotische Somiten der Embryonen)<sup>2)</sup> und die sympathico-motorischen Fasern übrig. Das Gleiche gilt in der Hauptsache für die occipito-spinalen Nerven der höheren Wirbelthiere, welche sich schliesslich zum N. hypoglossus specialisiren. — Die Petromyzonten und Myxinoiden zeigen in der Hauptsache dieselben Verhältnisse; bei ersteren scheinen die Hinterzellenfasern einen recht wesentlichen Antheil an den dorsalen Wurzeln zu bilden und mit den viscero-motorischen Fasern der ventralen Wurzeln an der Innervation der visceralen Muskeln sich zu betheiligen. Dorsale und ventrale Wurzeln vereinigen sich bei den Myxinoiden ähnlich wie bei den niederen Gnathostomen zu einem Nervenstamm; bei den Petromyzonten kommt es nicht zu dieser Vereinigung und Stammbildung. — Bei den Akraniern bleiben nicht nur die dorsalen und ventralen Wurzeln (Nerven) durchaus getrennt, sondern die Wurzelfasern der letzteren bilden nicht einmal eine zusammenhängende Wurzel und treten sofort einzeln an die von ihnen versorgten Platten (Bänder) des Seitenrumpfmuskels. Viscero-motorische Fasern wurden im Gebiete der ventralen Nerven bisher nicht gefunden; sie werden allein von den dorsalen Nerven abgegeben und entstammen wahrscheinlich centralen Zellen (z. Th.

1) Bei den somato-motorischen Fasern geschieht die Endigung direkt, bei den sympathico-motorischen indirekt, indem hier die cerebro-spinalen motorischen Fasern (praeganglionic fibres, praecelluläre Fasern) erst durch Vermittelung sympathischer Ganglienzellen und Ganglienfasern (postganglionic fibres, postcelluläre Fasern) auf ihre Endorgane einwirken (vergl. auch KÖLLIKER 1893—96).

2) GEGENBAUR (1887 A.) bezeichnet sie direkt als Rumpfsomiten, RABL (1889) fasst sie als erste Urwirbel auf.

Homologen der Hinterzellen). Wesentlich abweichend von den Verhältnissen bei den Kranioten ist der subkutane, oberflächlich von der Seitenrumpfmuskulatur stattfindende Verlauf der dorsalen Nerven; ich versuchte denselben durch Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Seitenrumpfmuskulatur der Akranier und Kranioten zu erklären und fand in gewissen Verhältnissen bei den Myxinoiden, wie in dem Verhalten der epibranchialen Muskeln der Haie die vermittelnden Instanzen (p. 646, 649).

Unsere Kenntniss der ontogenetischen Entwicklung der Spinalnerven der Kranioten ist Dank den vereinten Bemühungen zahlreicher Embryologen als eine in den wesentlichen Grundzügen gesicherte zu bezeichnen; bezüglich der specielleren Histogenese bestehen dagegen noch zahlreiche Differenzen, wobei namentlich die Kontroverse, ob die Nervenfasern durch Auswachsen von den Ganglienzellen oder durch Vereinigung von nervösen Zellenketten zu Stande kommen, noch nicht befriedigend gelöst ist. Auf diese Frage soll hier nicht eingegangen werden. Für den Haupttheil der dorsalen Wurzeln (dorsale sensible Fasern) bilden die Spinalganglienzellen die Centren und Ausgangspunkte, für die ventralen Wurzeln dagegen die ventralen medullaren Zellen, welchen wahrscheinlich auch die extramedullaren Ganglienzellen dieser Wurzeln (Neuroblasten und Myeloblasten, sympathische Nervenzellen)<sup>1)</sup> entstammen. Die Genese der durchtretenden Fasern der dorsalen Wurzeln (laterale Fasern, Hinterzellenfasern) ist noch nicht klargestellt; vermuthlich entstammen auch diese medullaren Zellen, über deren Homologien bei den verschiedenen Vertebraten aber wenig bekannt und gesichert ist. VON KUPFFER beschreibt auch im cerebralen Gebiete medial von den Somiten verlaufende Nerven (vergl. p. 590 f.).

#### b. Cerebralnerven.

Die Cerebralnerven der Kranioten bilden, wie allgemein anerkannt, eine recht heterogene Versammlung verschiedener Elemente; einer von ihnen, der Nervus s. Tractus opticus, repräsentirt einen zwei centrale Theile (Gehirn und Retina) verbindenden Zug und gehört nicht zu dem peripherischen Nervensystem. Die peripherischen Nerven kann man, wie verschiedene Autoren thun, in die drei Abtheilungen des N. olfactorius, der typischen (spinalartigen) Cerebralnerven (Trigeminus, Acustico-facialis, Glossopharyngeus und Vagus) und der Augenmuskelnerven (Oculomotorius, Trochlearis und Abducens) sondern.

##### a. N. olfactorius.

Der N. olfactorius (Fila olfactoria der menschlichen Anatomie) beginnt bei allen Kranioten als paariger Nerv von dem Vorderhirn, besteht aus marklosen Fasern, welche bald zu einem einheitlichen Nerven, bald zu einer wechselnden Zahl von getrennten Bündeln sich zusammenschliessen (von denen mitunter, z. B. bei Amphibien, ein hinteres vom Zwischenhirn beginnendes eine gewisse Selbstständigkeit zeigen

<sup>1)</sup> Die ektodermalen Markscheidenbildner (Myeloblasten) gehören streng genommen nicht zu den Ganglienzellen. — Die Genese aller dieser Zellen der ventralen Wurzeln ist noch nicht völlig aufgeklärt; die genauere histogenetische Vergleichung mit *Amphioxus*, dessen ventrale Nerven marklos sind und keine sympathico-motorischen Fasern besitzen, dürfte sich recht lehrreich erweisen.

kann), und verläuft zur Riechschleimhaut. Ob der von PINCUS (1894) bei *Protopterus* entdeckte und von VAN WIJHE als N. apicis bezeichnete paarige Nerv hierher oder in die Kategorie der spinalartigen Cerebralnerven gehört, ist erst noch zu entscheiden<sup>1)</sup>. — Bei den Akraniern repräsentirt der N. olfactorius wohl einen unpaaren, sekundär nach links gerückten Nerven, der von dem dorsalen Bereiche des Vorhirns ausgeht und nach kurzem Verlaufe an der hinteren Wand der Riechgrube endet. Die Ansichten sind noch getheilt, ob derselbe ursprünglich unpaar gewesen oder einem Nervenpaar entstammte, von dem der rechte Nerv gänzlich verkümmerte.

### β. Typische (spinalartige) Cerebralnerven.

Die typischen Cerebralnerven der Gnathostomen setzen sich bekanntlich nach Abzug der Augenmuskelnerven aus den 4 Nerven resp. Nervenkomplexen des Trigemini, Acustico-facialis, Glossopharyngeus und Vagus zusammen; die beiden ersteren liegen vor dem Labyrinth (prootische Nerven) und werden von GEGENBAUR zur Trigemini-Gruppe s. l. zusammengefasst, die beiden letzteren treten hinter dem Gehörorgan aus (metaotische Nerven) und repräsentiren die Vagusgruppe GEGENBAUR's. Einige Autoren (insbesondere RABL 1889) bringen beide Gruppen als primäre Nerven des Vorderkopfes und Hinterkopfes in scharfen Gegensatz zu einander, während die Mehrzahl die Scheidung durch das Gehörorgan als eine sekundäre beurtheilt und beide Gruppen als in der Hauptsache komplette Homodynamie auffasst. FRORIEP (1885) andererseits stellt (auf Grund des vermeintlichen Fehlens epibranchialer Sinnesorgane in seinem Bereiche) den Trigemini den drei anderen Nerven gegenüber, wogegen DOHRN begründeten Einspruch erhebt.

Jeder dieser vier Nerven resp. Nervenkomplexe besitzt wie die Spinalnerven sensible, mehr dorsal, und motorische, mehr ventral verlaufende Wurzeln, welche indessen von denen der Spinalnerven in mehrfacher Beziehung (vor Allem in dem mehr lateralen Ursprunge und dorso-lateral gerichteten Verlaufe ihrer motorischen Fasern) abweichen, sich auch stets viel früher mit einander verbinden, so dass sie selbst bei den niedersten Gnathostomen (deren Spinalnervenzwurzeln erst ganz peripher zur Verbindung kommen) meist schon innerhalb des Gehirns oder wenigstens sehr bald nach dem Austritte aus demselben, jedenfalls intrakraniell, zu einem gemeinsamen, dorso-lateral austretenden Stamme sich vereinigen. Die dorsalen sensibeln Wurzeln sind für die äussere Haut und die Schleimhaut bestimmt; sie stehen durch ihre centralen Endausläufer mit im Cerebrum gelegenen Kernen (den sogenannten sensibeln Kernen dieser Nerven) in Verband oder Kontakt, ihre eigentlichen Centren bilden aber die peripherischen Ganglien, welche — ganz allgemein — den Spinalganglien verglichen werden können, denselben gegenüber aber eine grössere Komplikation (die

1) Der N. apicis beginnt, in nächster Nachbarschaft von dem der Gegenseite, vom Recessus praeopticus, also viel weiter hinten als der N. olfactorius von *Protopterus*, legt sich demselben weiterhin dicht an, liegt schliesslich der Riechschleimhaut selbst auf und endet an der dorsalen Wand des vorderen Nasenloches. PINCUS hebt die Aehnlichkeiten und Abweichungen von dem N. olfactorius (speciell der hinteren Riechwurzel der Anuren) selbst hervor und macht auch auf den Fund CHIARUGI's bei *Cavia*-Embryonen aufmerksam.

beiden Reihen der Hauptganglien und epibranchialen Ganglien) und intimere genetische Beziehungen zur ektodermalen Oberhaut besitzen. Die ventro-lateralen oder lateralen motorischen Wurzeln führen für die Versorgung der palaeobranchialen Muskulatur des Visceralskelettes (Konstriktoren-System nebst allen davon abhängigen Muskeln, insbesondere auch Trapezius, sowie Interscapularis der Anuren, vielleicht auch einen Theil der Muskulatur des Digestionstraktus) bestimmte Fasern; sie beginnen von den centralen Kernen der ventro-lateralen resp. lateralen Zellen säule des Gehirns und steigen in geradlinigem oder bogenförmigem Verlaufe innerhalb desselben dorso-lateralwärts nach oben, um meist dicht neben den sensibeln Fasern von der Hirnoberfläche abzugehen. Nach dem Austritte aus dem Primordialkranium theilen sich die Stämme in dorsale und ventrale Aeste. Erstere gelangen mit sensibeln Aesten (sensible Rr. cutanei und sensorische Rr. laterales) zur Haut des dorsalen Kopfbereiches und — in Folge von sekundärer Ausbreitung — des Rumpfes; letztere begeben sich mit gemischten ganglienzellenreichen Fasern (Epibranchialganglien) zu den einzelnen Visceralbögen, welche sie, soweit die primitiven Verhältnisse nicht gestört sind, mit sensibeln praetrematischen und gemischten posttrematischen Fasern versorgen; auf diesem Wege geben sie auch noch besondere viscerale Zweige ab, welche einen Kopf-Sympathicus konstituieren. Wo noch dem Kopfbereich direkt angeschlossene occipitale Myomeren des Seitenrumpfmuskels existieren (epibranchiale Muskeln der Haie und Holocephalen), verlaufen die ventralen Aeste lateral, oberflächlich von diesen Muskeln, werden aber von der spinalen Seitenrumpfmuskulatur, soweit diese sekundär in ihr Gebiet eingewuchert ist, bedeckt; im ventralen Kiemenbereiche liegen sie oberflächlich.

Der gemeinsame dorso-laterale Austritt aller Wurzelfasern dieser typischen Cerebralnerven hat die meisten älteren Autoren veranlasst, hier nur von dorsalen, den dorsalen sensibeln Spinalnervenzurzeln vergleichbaren Nerven zu sprechen, über die motorischen Eigenschaften derselben aber mehr oder minder hinweg zu sehen. Der speciellere Ursprung und Verlauf dieser motorischen Fasern war aber schon seit langer Zeit bekannt: namentlich verdanken wir BELL (1830),<sup>1)</sup> STANNIUS (1849) und DEITERS (1865) die Grundlagen unserer bezüglichen Kenntnisse. STANNIUS bezeichnete auch die 4 Nerven (excl. den Acusticus) als spinalartige, mit motorischen und sensibeln Elementen versehene Nerven und GEGENBAUR (1870—1872) gelangte an ihn anknüpfend und auf der Basis eigener specieller Untersuchungen zu seinem System der Kopfnerven, welches der Ausgang und Wegweiser für alle folgenden Arbeiten wurde, von denen insbesondere diejenigen von BALFOUR (1875, 1880), VAN WILHE (1882 bis 1894), HIS (1885—1893), GASKELL (1886, 1889), VON KUPFFER (1890—1895) und

1 BELL unterschied an dem Centralnervensystem mit aller Deutlichkeit: 1 eine vordere Kernreihe für die willkürlichen Bewegungen, 2 eine hintere für die Sensibilität und 3 eine laterale oder respiratorische vornehmlich für die auf die Athmung bezüglichen Nerven; der letzteren rechnet er den 4., 7., 9., 10. und 11. Cerebralnerven, sowie die mit der Respiration zusammenhängenden spinalen Nerven, speciell den Phrenicus und Respiratorius externus, zu (vergl. auch GASKELL 1886 p. 63 f.). Streicht man sub 3 die Nn. trochlearis, phrenicus und respiratorius externus und fügt man den N. trigeminus noch ein, so entspricht die BELL'sche laterale Reihe genau der jetzt gültigen.

HATSCHKE (1892, 1893) hervorgehoben seien<sup>1)</sup>. In diesen Arbeiten liegt zugleich der Schwerpunkt grösstentheils in der ontogenetischen Untersuchung<sup>2)</sup>. Bei dem Versuche einer Vergleichung der spinalartigen Gehirnnerven mit den Spinalnerven gab BALFOUR der Anschauung Ausdruck, dass am Kopfe noch einheitliche gemischte Wurzeln beständen, während am Rumpfe eine nachträgliche Theilung derselben in getrennte dorsale (sensible) und ventrale (motorische) stattgefunden habe. VAN WIJHE dagegen stellte unter Aufführung verschiedener begründeter Einwände gegen die BALFOUR'sche Hypothese das Gesetz auf, dass es sich bei diesen Gehirnnerven um dorsale Wurzeln handle, welche gemischt seien und die aus den Seitenplatten stammenden Muskeln innerviren, während die aus den Urwirbeln (Somiten) hervorgegangene Muskulatur von den ventralen Wurzeln der Gehirnnerven (Augenmuskelnerven, metaotische Somitenerven) versorgt werde. Damit war eine (allerdings nicht allenthalben anerkannte) Basis für die Vergleichung mit den Spinalnerven gewonnen, welche weiter zu fundiren und specieller durchzuführen VAN WIJHE namentlich unter Bezugnahme auf die LENHOSSÉK-CAJAL'schen Fasern der Spinalnerven und die Nerven des *Amphioxus* mit Glück sich angelegen sein liess. Andere Autoren, so namentlich PHISALIX (1887) und GORONOWITSCH (1888) führten den Vergleich in anderer Weise durch, indem sie die vollkommene Homologie der dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven und der spinalartigen Gehirnnerven betonten und beide im Hirnbereiche infolge differenter (nach PHISALIX sekundärer) Entwicklungsvorgänge sich früher als im Rückenmarksgebiete zusammenschliessen liessen. — Eine weitere Etappe in unserer Kenntniss der Entwicklungsvorgänge und in der Vergleichung der spinalen und spinalartigen cerebralen Gehirnnerven verdanken wir den zahlreichen Veröffentlichungen von KUPFFER's, welche sich in der Hauptsache auf das Nervensystem der Petromyzonten beziehen und von mir schon bei diesen (p. 590 f.) kurz rekapitulirt wurden. Denselben zufolge unterscheiden sich die dorsalen Gehirnnerven (Branchialnerven) durch ihren oberflächlichen lateralen Verlauf (zwischen Haut und Myomeren) und ihre doppelten Beziehungen zur Haut (laterale und epibranchiale Plakoden, mit denen sie die Hauptganglien und epibranchialen Ganglien bilden) wesentlich von den dorsalen Spinalnerven, welche medial in der Tiefe (zwischen centalem Nervensystem und Myomeren) sich centralwärts begeben; beiden dient die dorsale Nervenleiste mit den von ihr herausprossenden dorsalen Nerven und dorsalen Primärganglien (welche in früher embryonaler Zeit zugleich die Myomeren versorgen) als Ausgangspunkt. Auch im cerebralen Bereiche findet von KUPFFER bei Embryonen medial verlaufende Spinalnervenanlagen.

1) Ausser den Arbeiten dieser Autoren existirt noch eine sehr erhebliche Anzahl verdienstvoller ontogenetischer Untersuchungen, welche auch z. Th. die Vergleichung der spinalen und cerebralen Nerven behandeln. Der kursorische Charakter meiner Darlegungen verbietet ein näheres Eingehen auf dieselben und erwähne ich nur einige bezügliche Autoren, so namentlich MARSHALL 1881—1886, BÉRANECK 1884, 1887, BEARD 1885, 1887, DOHRN 1885—1891, FRORIEP 1885—1892, OSBORN 1888, VAN BEMMELEN 1889, HOUSSAY 1889, 1890, RABL 1889, 1892, STRONG 1889—1895, HOFFMANN 1889—1896, EWART 1890, SHIPLEY 1890, OPPEL 1890, MARTIN 1890, 1891, ZIMMERMANN 1891, PLATT 1891, 1894, MITROPHANOW 1892, 1893, SEDGWICK 1892—1896, GORONOWITSCH 1893, CHIARTGI 1894, SEWERTZOFF 1895) u. A.

2) Hier spielt die Frage nach der Entstehung und Gliederung der Ganglienleiste eine Hauptrolle und wurde von den verschiedenen Autoren recht wechselnd beantwortet. Jetzt ist nicht darauf einzugehen.

welche sich indessen grösstentheils rückbilden resp. mit den cerebralen Hauptganglien verschmelzen und nur noch in Gestalt einiger (3) sympathischer Ganglien nebst Nervenfasern ausdauern: und anderentheils beobachtet er auch im vorderen Rumpfgelände hinter dem Vagus bei *Ammocoetes* und Embryonen von Gnathostomen, selbst Amnioten, rudimentäre Branchialnerven, welche er zugleich den dorsalen Spinalnerven des *Amphioxus* vergleicht. Dass die typischen Gehirnnerven der Petromyzonten wie die der Gnathostomen gemischter Natur sind, ist auf Grund ihres Verlaufes und ihrer Endverbreitung nicht zu bezweifeln; die (ventro-lateralen oder lateralen) motorischen Wurzeln sind aber bisher nur zum Theil sicher nachgewiesen. — Bei den Myxinoïden findet PRICE (1896) im embryonalen Zustande dorsale und laterale Wurzeln, welche von ihren ersten Anfängen an gänzlich von einander getrennt sind. — Bei den Akraniern gleichen die als Gehirnnerven angesprochenen Nerven vollkommen den dorsalen Wurzeln derjenigen Nerven, welche nach ihrer mehr caudalen Lage im Körper als Spinalnerven zu bezeichnen sind.

#### γ. Augenmuskelnerven.

Die Augenmuskelnerven der Gnathostomen repräsentiren die drei im Bereiche der Trigemini-Gruppe liegenden motorischen Nerven Oculomotorius, Trochlearis und Abducens, deren medullare Ursprungskerne der ventro-medialen oder ventralen Reihe angehören, sonach in ihrer Lage an die Kerne der spino-occipitalen Nerven (incl. Hypoglossus) und damit auch an die motorischen Spinalnervkerne erinnern. Der Abgang vom Gehirn erfolgt bei dem Oculomotorius und Abducens nach Art der spino-occipitalen und spinalen ventralen Nervenwurzeln an der ventralen Circumferenz desselben; von da aus verlaufen beide Nerven direkt zu den von ihnen versorgten Muskeln der gleichen Körperhälfte. Der Trochlearis dagegen verlässt in gänzlich davon abweichender Lage das Gehirn im dorsalen Bereiche und wendet sich danach unter Kreuzung mit dem der Gegenseite (Chiasma n. trochlearis der Autoren) auf die andere Körperhälfte (ultradorsal HIS) zu dem dort befindlichen von ihm innervirten Muskel. — Bei den Petromyzonten verhalten sich die Augenmuskelnerven in der Hauptsache<sup>1)</sup> wie bei den Gnathostomen. — Bei den Myxinoïden und Akraniern wurden sie bisher vermisst; bei ersteren sind sie wohl total verkümmert, bei den letzteren aber noch nicht zur Ausbildung gekommen, indem die in jener Körpergegend befindlichen ventralen Nerven noch indifferente Myomeren des Seitenrumpfmuskels versorgen.

Die Ontogenese der Augenmuskelnerven und Augenmuskeln hat zahlreiche Forscher beschäftigt; die Ergebnisse entsprechen aber noch nicht der bisher aufgewendeten grossen Mühe. Wenige Gebiete der Morphologie weisen mehr abweichende Untersuchungsbefunde und Deutungen auf, und derjenige Autor, der wohl am meisten auf

1 Auf die specielleren Abweichungen in der Lage des M. obliquus superior s. posterior und die Innervation des M. rectus inferior soll erst weiter unten eingegangen werden.

diesem Gebiete gearbeitet, DOHRN, hat darin auch das Grösste an wiederholten Widerrufen der eigenen früheren Resultate und an fortwährenden Aenderungen seiner Auffassungen geleistet<sup>1)</sup>. — Bald werden die betreffenden Nerven oder der eine oder andere

1) Um dem eventuellen Vorwurfe zu begegnen, dass damit zu viel gesagt sei, sowie in der ferneren Absicht, die zuversichtlichen und mit ihrer Sicherheit auch auf die minder Orientirten suggestiv einwirkenden Behauptungen DOHRN's über GEGENBAUR, seine Methode und seine Leistungen an dem vorliegenden Beispiele zu beleuchten, mache ich hinsichtlich dieses Punktes eine Ausnahme und belege mein Urtheil ausführlicher damit, dass ich DOHRN selbst reden lasse (die Hervorhebungen durch gesperrten Druck rühren zum grösseren Theile von mir her).

DOHRN hat von 1885—1892 in 7 Schriften über die Augenmuskeln gehandelt.

In der ersten (X. 1885 C.) beginnt er unter Abdruck eines längeren das Auge von *Myxine* betreffenden Passus aus W. MÜLLER's Abhandlung, um darüber zu sagen (p. 440, dass „in dieser Darstellung fast gar keine Rede von der phylogenetischen Bedeutung der sog. Nebenapparate des Auges, wie der Augenmuskeln, der sie innervirenden Nn. oculomotorius, trochlearis und abducens“ — die bekanntlich bei den Myxinoiden gar nicht vorhanden sind, wenigstens bisher stets vergeblich gesucht wurden — und anderen hierher gehörigen Theilen sei, dass seines Erachtens hier „nahezu Alles fehle, was zur Aufklärung der Phylogenese des Wirbelthierauges gehört“. Daran knüpfen die eigenen Mittheilungen über die Augenmuskeln an, in denen er gegen VAN WIJHE's Befunde Widerspruch erhebt, dagegen „nach umfassender Prüfung des Thatbestandes keinen Zweifel darüber hege, dass STANNIUS und LANGERHANS Recht behalten, und dass die sämmtlichen Augenmuskeln von *Petromyzon* in die Kategorie der Kiemenmuskeln gehören“ (p. 447). „Lässt es sich feststellen“, fährt er fort, „dass die Augenmuskeln nicht Körpermuskeln sind, also nicht Urwirbeln entsprechen, so fällt zunächst die von MARSHALL versuchte, von VAN WIJHE anscheinend bewiesene Scheidung eines ventralen und dorsalen Abschnittes in den Mesodermtheilen des Kopfes als illusorisch weg; wir behalten nur ventrale Mesodermbildungen übrig. Die Tragweite dieser Feststellung ist von geradezu überwältigender Bedeutung für alle Versuche, den Kopf und den Schädel der Wirbelthiere auf mehr oder weniger umgewandelte Wirbel zurückzuführen“ (p. 447). „Wenn nun also alle Kopfhöhlen in unmittelbaren Beziehungen zu Kiemenmuskeln stehen, wenn fernerhin nachgewiesen werden kann, dass auch die scheinbar dorsalen Stücke, ihrer Struktur nach, Visceralmuskeln sind, so wird wohl der Schluss berechtigt erscheinen, dass auch sie einstens mit Kiemenbildungen in Connex standen und, ehe sie Augenmuskeln wurden, Kiemenmuskeln waren“ (p. 449). Die Frage nach der specielleren Ableitung der einzelnen Augenmuskeln und ihrer Nerven könne er auf Grund eigener Untersuchungen schon jetzt nicht beantworten. „Das ganze Problem der Augenphylogenese ist von einer so grossen Complicirtheit, dass es Jahre angestrengter und scharfsinnigster Forschungen erfordern wird, ihm im Detail beizukommen. Es scheint mir nicht zu viel gesagt, wenn ich behaupte, dass trotz der ausgedehnten Litteratur, über welche die Ophthalmologie verfügt, doch noch so gut wie gar nichts geleistet ist, um die jetzt zu Tage tretenden Probleme sach- und fachgemäss zu behandeln“ (p. 449). — dieses trotz STANNIUS und LANGERHANS, denen er jetzt rückhaltlos beistimmt, trotz SCHNEIDER, BALFOUR, MARSHALL und VAN WIJHE, die sich wahrlich z. Th. redlich um das Problem bemüht haben und von denen auch SCHNEIDER und VAN WIJHE später seine Gewährsmänner werden. Weiterhin wird zugegeben, dass Oculomotorius und Abducens den Eindruck ventraler Wurzeln machen, der Trochlearis aber habe den allerdorsalsten Ursprung von allen Nerven; wie könne eine ventrale Wurzel einen solchen erlangen? Auch gegenüber der von VAN WIJHE behaupteten Ganglienlosigkeit des Trochlearis könne er nach Untersuchung des Torpedo-Embryos den Beweis liefern, dass dieser Nerv im allerfrühesten Beginn eine kleine Ganglienschwellung besitze, somit höchst wahrscheinlich eine dorsale Wurzel sei (p. 477, 478). — In der zweiten Mittheilung (XII. 1887) wird gesagt: Aus der vordersten Kopfhöhle der Selachier gehen ausschliesslich Augenmuskeln hervor: nur das vorher besprochene mittlere Verbindungsstück, welches oberhalb und hinter der Hypophysis liegt, bildet eine Ausnahme; auch meine frühere Angabe, dass der M. levator labii superior aus der ersten Kopfhöhle abzuleiten sei, muss ich nach neuerer Untersuchung zurücknehmen. Aus dem vordersten Stück jener *Ammocoetes*-Kopfhöhle geht aber diejenige Muskulatur des Velum hervor, welche seiner Anheftungsstelle näher liegt und sich allmählich mit ihren ausserordentlich langen Cylindern ventral bis an die Mündung des Thyreoidalsackes erstreckt — ein Umstand, der jedwede Homologisirung mit dem M. obliquus inferior der vordersten Kopfhöhle der Selachier von vornherein ausschliesst. Ob das dorsalste Stück dieser Velummuskulatur sich etwa allmählich zum M. obliquus superior umwandelt, vermag ich vor der Hand nicht zu sagen“ (p. 329). — Die dritte Abhandlung XIII. 1888 theilt kurz mit (p. 291 Anm. 1, dass sich bei verschiedenen Selachierembryonen aus dem Medullarrohr Zellen in die ventralen Nervenwurzeln begeben, und dass es nicht undenkbar sei, dass aus ihnen die Neuroglia-scheide sich aufbaut. „Dass aber auch unzweifelhaft Ganglienzellen sich im motorischen Nerven vorfinden, beweisen die Befunde am Oculomotorius, der, wie ich den neuerdings noch von HIS geltend gemachten Zweifeln gegenüber festhalten muss, eigene Ganglien bildet“ (p. 291). „Es ist sehr charakteristisch, dass sie an dem Nerven entlang zu wandern scheinen.“ „Diese Ganglien für „sympathische“ zu erklären, hat keinen Sinn, denn die sympathischen Ganglien der Selachier sind zweifellos

Theilstücke der Spinalganglien“. „Ebenso wenig darf man diese Ganglien des Oculomotorius mit dem Ganglion ciliare verwechseln, welches unzweifelhaft als vorderstes Hirnganglion entsteht.“ Auch auf dem Verlaufe des Trochlearis habe ich eine vorübergehende Ganglienbildung konstatiren können. Diese Ganglienbildungen des Oculomotorius und Trochlearis ohne Weiteres mit den supponirten Ganglien der motorischen Spinalnervenwurzeln auf eine Stufe zu stellen, wie es VAN WIJHE versucht, scheint mir indessen nicht gerechtfertigt — die Sonderstellung der Augenmuskelnerven wird im Gegentheil dadurch eher noch stärker betont“ (p. 292 Anm.). — In der vierten Mittheilung (Anat. Anz. 1890 A.) wird, z. Th. in Polemik gegen RABL, die morphologische Bedeutung des Oculomotorius von Neuem behandelt und die 1888 gemachte Angabe von der Existenz eines wirklichen Ganglions desselben widerrufen. „Anhaltende Forschungen über Entstehung und Entwicklung des Oculomotorius, die seiner Zeit in extenso publicirt werden sollen, haben mich überzeugt, dass dies Ganglion eine Anleihe vom Ganglion ciliare ist“ (was 1888 bestimmt in Abrede gestellt wurde), „an das der Oculomotorius frühzeitig herantritt, von ihm Zellen ablöst und auf seinem weiteren Wege mit sich führt, wie es schon von HOFFMANN für die Reptilien beschrieben worden ist.“ Keine einzige Medullarzelle tritt mit den Fasern des entstehenden Oculomotorius aus, „weitere Forschungen haben mich belehrt, dass diese, Ganglien frappant ähnlich sehenden Bildungen nur Anhäufungen von Mesodermzellen sind.“ Diese Forschungen hätten ihn von Neuem zweifelhaft gemacht, ob überhaupt Medullarzellen in die ventralen Spinalnervenwurzeln austreten, ob nicht HIS mit seiner Meinung, dass keinerlei Medullarzellen in diese Wurzeln eintreten, Recht habe (p. 60). Weitere genauere Forschungen an *Torpedo* hätten ihn auch belehrt, das früher (1885 p. 478) von ihm dem Trochlearis zugeschriebene Ganglion von der Trigeminiplatte abzuleiten, von der es sich später isolire und weiterhin unter Nervenfaserbildung an den Trochlearis anlagere (p. 61, 62). Der Abducens wachse aus derjenigen Partie des Nachhirns heraus, welche zwischen den Facialis- und Glossopharyngeus-Ursprüngen gelegen ist, und seine einzelnen Wurzelstränge träten genau so aus wie die motorischen Wurzeln der Spinalnerven. „Ihre Bedeutung für die Metamerie des Kopfes ist noch nirgends hinreichend aufgedeckt worden; um so mehr behalte ich mir vor, an anderer Stelle davon zu sprechen“ (p. 63, 64). „Die Augenmuskelnerven sind da, sie entwickeln sich ohne jede Betheiligung der Trigeminiplatte oder ihrer Derivate und haben ihre Kerne in der Fortsetzung der Vorderhörner des Rückenmarks“ (p. 78). — Die fünfte Abhandlung (XV. 1890 B.) macht Mittheilung von einem Funde, dessen „Tragweite schwerlich überschätzt werden kann, wenn es auch noch tiefgehender kritischer Erwägung bedürfen wird, dieselben vollständig zu ermessen und auszubeuten“, nämlich von der grossen Zahl der Myotome, 12—15 von der Glossopharyngeus-Region angefangen, welche sich bei dem Embryo von *Torpedo* für den Vorderkopf nachweisen lassen (p. 336). Damit tritt DOHRN in den denkbar schärfsten Gegensatz zu seinen früheren Anschauungen (1885 C.), welche im vorderen Kopfgebiete überhaupt die Existenz von dorsalen Mesodermbildungen in Abrede stellten. „Die Aussichten und Einsichten, welche diese Thatsache eröffnet“, fährt er fort, „sind so weitgreifend, dass kaum eine der bisher als gültig angesehenen Auffassungen des morphologischen Werthes der den Kopf zusammensetzenden Organe davon unberührt bleiben wird. Versuchen wir langsam und allmählich das Bild zu entrollen, welches aus dem neu aufgefundenen Kommentar für die Urgeschichte des Wirbelthierkörpers sich ergeben muss“ (p. 336, 337). Diese Aufrollung besteht zunächst darin, dass MARSHALL und VAN WIJHE jetzt zugegeben wird, dass sie auf der richtigen Spur waren, als sie das Kopfmesoderm auf die in ihm enthaltenen Myotome prüften (p. 337); daran reiht sich eine in der bekannten DOHRN'schen Weise geführte Polemik gegen GEGENBAUR (p. 337—341). DOHRN steht es jetzt „wohl fest, dass diese Myotome durchaus gleichwerthig den Myotomen des Rumpfes gedacht werden müssen; es ist deshalb die Folgerung auch nicht abzuweisen, dass den Myotomen des Kopfes ebenso wie den Myotomen des Rumpfes dieselben nervösen Apparate zugesprochen werden müssen, zunächst also: ein Paar motorischer Nerven und ein Paar Ganglien und sensibler Nerven“ (p. 341). Sie zu finden, wendet er sich zunächst zu den motorischen Kopfnerven, und zuerst zu den motorischen Vorderhornnerven, den Augenmuskelnerven, resp. dem Oculomotorius und Abducens (p. 342). „Sie entstehen beträchtlich später als die Spinalnerven, und während diese als mehr oder weniger breite plasmatische Platten aus dem Medullarrohre hervorquellen, um erst allmählich zu Nervenfasern sich umzubilden, entspringen Abducens und Oculomotorius mit einer Reihe diskreter Wurzelfasern, welche nicht als plasmatische Ausflüsse in die Erscheinung treten, sondern offenbar bereits höhere Differenzirung erlangt haben und in mehr definitiver Gestalt den Verband des Medullarrohres verlassen“ (p. 343). Beide sind als Multipla von Nerven anzusehen, welche mit den motorischen Spinalnerven durchaus homodynam sind. Abducens mag 3—4, Oculomotorius ebenso viel, wenn nicht mehr Spinalnerven entsprechen (p. 343, 344). Die von ihnen versorgten Muskeln erhalten ihr Material aus den zahlreichen, neu entdeckten Myotomen des Vorderkopfes, deren Zahl bei der Verschiebung der verschiedenen Organsysteme indessen schwierig festzustellen ist; „es wird sich also auch kaum mit voller Sicherheit ermitteln lassen, ob die zur Bildung des M. rectus externus verwendeten Myotome nicht auch Material aus den hinter der Ohrblase befindlichen Metameren an sich gezogen haben“ (p. 355). Der intracerebrale Faserverlauf und Austritt des Trochlearis „macht es schwierig, in ihm einen oder mehrere vordere Spinalnerven erkennen zu wollen, und verweist eher darauf, in ihm einen den motorischen Theilen des Trigemini, Facialis oder Vagus homodynamen Nerven“ — also einen Seitenhornnerven — „zu erblicken“ (p. 346). Daran schliesst sich eine Erörterung an, welche auf den eigenthümlichen Verlauf des Trochlearis hinweist und zugleich die Instanzen erörtert, welche für

die Natur dieses Nerven als Vorderhorn- oder als Seitenhornnerv sprechen, aber zu keiner definitiven Entscheidung kommt. „Im Ganzen ist also VAN WIJHE's Auffassung, abgesehen von der Zahl der Urmyotome, die richtigste gewesen, mein früherer Widerspruch gegen dieselbe war unberechtigt. Nicht ventrale oder dorsale Abschnitte stecken in den Augenmuskeln, sondern beide zugleich“ (p. 365). — Die sechste Mittheilung (XVI. 1891 A.) widerspricht der vorausgehenden wieder in fundamentalen Dingen. DOHRN wirft sich selbst vor, „dass er halbe und unfertige Beobachtungen gelegentlich zu Papier gebracht hat, die sich contradictorisch widersprechen — ja er ist jetzt sogar gezwungen, seine erst vor einem Jahre gemachten Angaben über die Ursprungsart des Oculomotorius und dessen Beziehungen zu den in seinem Laufe vorkommenden Ganglien völlig zu widerrufen“ (p. 2). Die Ursache davon dürfe wohl in der grossen Schwierigkeit der Untersuchung, in der ausserordentlichen Complication der Verhältnisse und schliesslich in den überraschenden und die Tradition durchbrechenden Resultaten gesucht werden, die sich dabei ergeben haben. Jetzt unternehme er es „diese Schwierigkeiten zu lösen oder wenigstens einen sicheren Boden für weiterbauende Forschung zu gewinnen“ (p. 2), wobei er wohl kaum darum zu bitten brauche, an das Nachstehende den Maassstab legen zu wollen, der so schwierigen Untersuchungen gebührt; er glaube aber immerhin „einige Schritte vorwärts gekommen zu sein und einige der fundamentalen Fragen, die mit der Entwicklung des Oculomotorius in Zusammenhang stehen, gelöst zu haben“ (p. 3). Die neu gewonnenen Resultate beruhen darauf, dass der Oculomotorius doch auch aus Plasmaausflüssen, welche zu einem unregelmässigen Netz zusammentreten, entstehe, dass in ihm Ganglienzellen und Ganglienzellenklümpchen vorkommen, welche nicht aus der Trigeminiplatte herkommen, sondern von Anfang an als austretende Medullarelemente dem auswachsenden Oculomotorius angehören (p. 4). Darüber wird auf den folgenden Seiten wiederholt als „Thatsache“, als „unzweifelhafte Thatsache“, als „Feststellung dieser Thatsache“ etc. gesprochen. So werden drei, der Region des Vorderhorns im Mittelhirn entstammende Ganglien beschrieben (p. 6, 7), deren Austritt auch von ihm beobachtet worden sei, jetzt habe er die „definitive Ueberzeugung“ und jeder Zweifel sei ihm geschwunden, dass es sich wirklich um Ganglienzellen und nicht um Mesodermelemente handelt (p. 8). Die dem Trochlearis angelagerten Ganglien dagegen seien nachweisbare Produkte der Trigeminiplatte (p. 11), dieser Nerv selbst aber kein Seitenhornnerv (wie er zuvor angegeben), sondern ein Vorderhornnerv und der von ihm versorgte M. obliquus superior gehe ausschliesslich aus zweifellosen Myotomen und zwar vielleicht aus zweien hervor (p. 28). Damit ist die endliche Uebereinstimmung mit VAN WIJHE erreicht. Bei dem Abducens, der bei *Scyllium* mit 2, bei *Mustelus* mit 6, bei *Pristiurus* mit 4—7 Wurzelfasern (Wurzelsträngen) beginne, bestehen die gleichen Entwicklungsverhältnisse wie bei dem Oculomotorius (p. 12f.); „am auffälligsten ist es, dass das Auswandern (der Medullarzellen) am stärksten auf bereits vorgerückteren Embryonalstadien einzutreten scheint“ (p. 14). Aehnliche Verhältnisse werden bei den motorischen Spinalnerven beschrieben und damit auch die Uebereinstimmung zwischen ihnen und den Nn. oculomotorius und abducens erwiesen. Die betreffenden Ganglienzellen sind also weder den sensibeln noch den sympathischen Zellen beizurechnen, wie verschiedene Autoren angeben, sondern eine neue Kategorie von peripherischen Ganglienzellen (p. 34). Ferner wird der N. abducens von *Scyllium* mit allen seinen Wurzelsträngen in der Breite von 1, höchstens 2 Myomeren abgebildet (Taf. IV Fig. 1) und angegeben, dass der M. rectus externus nur aus dem vorderen Abschnitte der bisher sog. dritten Kopfhöhle hervorgehe, während der hintere Abschnitt derselben an dieser Muskelbildung nicht participire (p. 13). — Noch in demselben Jahre (XVII. 1891 B.) erscheint eine weitere Studie über die Histogenese der Nervenfasern, die sich nicht direkt mit den Augenmuskelnerven, aber wohl u. A. auch mit der Entstehung eines motorischen Nerven, d. h. des motorischen Antheiles des Ramus hyoideus n. facialis beschäftigt. Wiederum in wesentlicher Abweichung von den zuvor gegebenen Darstellungen wird das neue Ergebniss gewonnen, dass die Elemente dieses motorischen Nerven nicht als auswachsende Fasern (in die erst danach Ganglienzellen einwandern) entstehen, sondern als Produkte kettenartig verbundener Nervenzellen, die erst aus sich Nervenfasern hervorgehen lassen (p. 293). — Und wieder kurze Zeit darauf, im März 1892 geschrieben, erscheint die siebente Mittheilung über motorische Nerven und den N. oculomotorius (Anat. Anz. 1892), worin die wesentlichsten Ergebnisse der vorhergehenden Untersuchungen widerrufen werden. Was dort wiederholt als zweifellos feststehende Thatsache mitgeteilt worden, ist ihm jetzt „mehr als zweifelhaft geworden“ (p. 350). Die Nervenfasern entstehen als Ausläufer der Ganglienzellen; neben unzweifelhaften Vorderhornzellen in der Wurzel des Oculomotorius sei auch „hier eine frühzeitige Einwanderung“ (d. h. von der Peripherie nach dem Centrum) „von Mesodermzellen in die Austrittsstellen der motorischen Fasern anzunehmen“. „Vielleicht erweisen sich die Mitosen, welche zahlreich genug im Verbinde des Medullarrohres an diesen Stellen vorkommen als eingewanderte Mesodermelemente, welche sich den noch nicht hervorgewachsenen Nervenfasern schon im Innern des Medullarrohres, „d. h. innerhalb des von HIS sog. Randschleiers, zur Verfügung stellen“ (p. 350, 351). — Dies ist die letzte mir bekannt gewordene Veröffentlichung DOHRN's.

Diese Zusammenstellung gewährt ein so buntes Bild, wie es wohl zuvor noch nie gesehen worden ist.

Die Augenmuskeln werden zuerst gegen VAN WIJHE sämmtlich für Visceralmuskeln erklärt, dann wird für die von den Nn. oculomotorius und abducens versorgte Muskulatur, nicht aber für den M. obliquus superior, die Somitenatur zugegeben, endlich auch dieser letzte, wie von VAN WIJHE angegeben, als Somitenmuskel erkannt. — Der N. trochlearis ist zuerst eine dorsale Wurzel, dann ein Lateralhornnerv, endlich ein Vorderhornnerv. — Das in seinem Bereiche befindliche Ganglion wird in der 1. Mittheilung als ein dorsales sensibles angesehen. In der 3. Mittheilung

besitzt der ventrale Oculomotorius unzweifelhafte aus dem Gehirne stammende Ganglienzellen, die nichts mit dem Sympathicus zu thun hätten, der zweifellos dorsaler Abstammung sei. In der 4. Mittheilung wird dies widerrufen: keine einzige Medullarzelle trete in die Augenmuskelnerven, es handle sich nur um Mesodermzellen, die echten Ganglien aber stammten vom Trigemini ab. Dem wird wieder in der 6. Mittheilung contradictorisch widersprochen: die Ganglien stammen nicht aus dem Trigemini, es handelt sich auch nicht um blosse Mesodermzellen, sondern (abgesehen vom Trochlearis, dessen Ganglien zu dem Trigemini gehören) zweifellos um echte aus dem Vorderhirn abkömmlische medullare Ganglienzellen. Dies aber wird ihm in der 7. Mittheilung wieder zum Theil mehr als zweifelhaft, zum Theil müsse eine frühzeitige Einwanderung mesodermaler Zellen in das Mark und eine sekundäre Auswanderung aus demselben angenommen werden. So geht der Wechsel zwischen den zweifellos festgestellten und danach immer von Neuem widerrufenen Thatsachen in wenigen Jahren fünfmal hin und wider. — Nicht anders steht es um die Histogenese der Nerven. 1888 sind dieselben medullare Ausflüsse mit unzweifelhaften medullaren Ganglienzellen, 1890 A. führen sie nur Mesodermzellen, 1890 B. entsteht der Oculomotorius, im Unterschiede von den als plasmatische Platten aus dem Medullarrohr hervorquellenden motorischen Vorderhornnerven, mit einer Reihe bereits höher differenzirter Nervenfasern aus dem Marke, 1891 A. aber bildet er sich aus plasmatischen Ausflüssen, 1891 B. entstehen die Nervenfasern aus kettenartig verbundenen Nervenzellen, und 1892 werden dieselben wieder als von den Zellen ausgehende Fasern, die ihnen anliegenden Zellen aber zu einem gewissen Theile als Mesodermzellen angesprochen. Also in 4 Jahren eine sechsmalige Variirung der Funde und Anschauungen, und es erscheint nur folgerichtig, wenn man bei einer Fortdauer derartigen Arbeitens, falls die Veröffentlichungen in entsprechendem Maasse fließen, noch recht viel neue Variationen erwartet. — Prüft man aber die nach allen diesen Umwegen und Irrwegen gewonnenen Ergebnisse auf ihren wirklichen Gehalt, so bleibt nicht sehr viel Neues übrig. Das Beste und einige Dauer Versprechende wurde zumeist schon vor DOHRN von Anderen gefunden, von ihm zuerst angegriffen, geringschätzend beurtheilt und abgeleugnet, und schliesslich nach gewonnener besserer Kenntniss zugegeben. Bevor DOHRN an diese Fragen der Ophthalmologie herantrat, war seines Erachtens hier so gut wie gar nichts geleistet worden, nirgends hatte man die Bedeutung der Augenmuskeln hinreichend aufgedeckt, — es ist, als ob VAN WIJHE (dem DOHRN schliesslich in der 6. Mittheilung völlig zustimmen muss, und dem er schon in der 5. das Lob ertheilt, dass er auf der richtigen Spur war) zuerst für ihn von gar keiner Bedeutung gewesen, um ganz zu schweigen von anderen Autoren, die doch auf diesem Gebiete auch nicht müßig waren. W. MÜLLER wird selbst der Vorwurf gemacht, dass er die Augenmuskeln von *Myxine*, also etwas, was gar nicht vorhanden ist und über dessen Nichtexistenz das erste beste Handbuch, um von J. MÜLLER's Myxinoidenwerk ganz abzusehen, DOHRN hätte belehren können, nicht untersucht habe. Aber nun kam DOHRN, fand, dass die bisher für gesichert geltenden dorsalen Mesodermtheile des Kopfes (VAN WIJHE's Somiten) gar nicht existiren, und eröffnete mit dieser Feststellung eine Tragweite von geradezu überwältigender Bedeutung für die gesammte Wirbeltheorie des Schädels. Später überzeugt er sich, dass er mit der Ablehnung dieser Somiten einen bösen Irrthum begangen, dass es mit der überwältigenden Bedeutung seiner Feststellungen nichts ist, dass die Somiten existiren und zwar bei *Torpedo* in einer recht grossen Anzahl, und wieder eröffnen sich mit diesem seinem neuen Funde Aussichten und Einsichten so weitgreifend, dass kaum eine der bisher als gültig angesehenen Auffassungen des morphologischen Werthes der den Kopf zusammensetzenden Organe davon unberührt bleiben wird, und — langsam und allmählich versucht er das Bild zu entrollen, welches sich nun für die Urgeschichte des Wirbelthierkörpers ergeben muss, — das blendende Licht dieser neuen Wahrheiten könnte ja, wenn plötzlich enthüllt, von den anderen gewöhnlichen Sterblichen nicht ertragen werden.

Schier von unglaublicher Lebenskraft ist der Glaube unseres Autors an sich. Wohl Niemand hat bisher innerhalb so weniger Jahre so oft und so fundamental geirrt; wieder und immer wieder muss er sehen, wie kurzlebig seine unzweifelhaften Feststellungen der Thatsachen sind, wieder und immer wieder muss er widerrufen, und in diesen Momenten wird er auch angesichts der grossen Probleme und der schwierigen Untersuchungen kleinlaut und bescheiden, aber nur für kurze Zeit, — immer wieder gewinnt er die definitive Ueberzeugung, dass das jetzt von ihm Gefundene das zweifellos Richtige sei, dass er jetzt einige der fundamentalen Fragen, die mit der Entwicklung des Oculomotorius in Zusammenhang stehen, gelöst zu haben glaube u. s. f. —

Diese Arbeiten über die Augenmuskelnerven bilden nur ein kleines Kapitel in den zahlreiche und tiefe Probleme angreifenden Untersuchungen DOHRN's. Die Manier in Allen ist aber im Wesentlichen die gleiche; überall zeigt sich dasselbe Gesicht, dasselbe Spiel. Von wenigen Ausnahmen durchbrochen, wiederholt sich die gleiche Ueberschätzung des eigenen Verstehens und Könnens und die Unterschätzung fremder Leistungen, welche da, wo die Leidenschaft dazu kommt und seinen Blick trübt, wie in der bekannten Kontroverse mit GEGENBAUR, ihn zu seinem früheren Lehrer wie zu einem Schulbuben reden lässt und ihn dazu führt, auch gegen solches zu polemischen, was er wohl bei GEGENBAUR gelesen, was dieser aber gar nicht geschrieben.

Wie wenig Andere hat gerade DOHRN mit seinen Arbeiten Schiffbruch auf Schiffbruch gelitten, wie Wenige hat er erlebt, wie diese und jene so zuversichtlich aufgestellte Theorie nach kurzer Dauer sich verflüchtigte, wie dieser oder jener von ihm angegebene Weg in eine Sackgasse führte, wie Wenige hat er an sich erfahren müssen, dass Praetension und Position zwei recht verschiedene Dinge sind. Aber trotz alledem bietet ihm die bisherige vergleichende Anatomie (d. h. die vergleichende Anatomie GEGENBAUR's) „das Bild eines auf stürmischer See steuerlos herumgeschleuderten Schiffes“ dar (1885 D. p. 468), ihr Anschauungsboden ist der „prachistorische“ (1890 B. p. 365).

von ihnen als ventrale Nervenwurzeln (Vorderhornnerven) aufgefasst und die von ihnen versorgten Muskeln als Abkömmlinge der Somiten gedeutet (Oculomotorius, Trochlearis und Abducens: SCHNEIDER 1879, VAN WIJHE 1882, BEARD 1885, HIS 1888, GASKELL 1889, STRONG 1890, DOHRN 1891, PLATT 1891 [welche auch die Kaumuskeln aus einem Somiten hervorgehen lässt], ZIMMERMANN 1891 [Trochlearis mit ?], HOFFMANN 1894 [Trochlearis mit ?]; — Oculomotorius und Abducens: DOHRN 1888, 1890, OPPEL 1890 [Trochlearis bleibt hinsichtlich seiner Abstammung zweifelhaft], MARTIN 1891; — Oculomotorius: VON KUPFFER 1895; — Abducens: HATSCHKE 1892, VON KUPFFER 1894, welcher letztere es offen lässt, ob der *M. rectus externus* aus der Seitenrumpfmuskulatur oder aus dem Velummuskel von *Ammocoetes* sich entwickelt habe), bald als dorsale

„Vielleicht wird nun endlich die Einsicht gewonnen, dass die Vergleichung der anatomischen Thatsachen zwar Probleme stellen, aber sie nicht lösen kann, zumal wenn sie in ihrer Verblendung und Selbstüberschätzung sich zu Ansprüchen versteigt wie der, mit welchem GEGENBAUR sein Manifest schliesst“ (1890 B. p. 358). Und von GEGENBAUR sagt er u. A.: „Es lohnt nicht der Mühe, die zahllosen Trugschlüsse aufzudecken, deren sich GEGENBAUR bedient hat, um die Gegner seiner Doktrinen scheinbar ad absurdum zu führen“ (p. 358), nur gegen die Ueberhebung GEGENBAUR's dürfe er nicht unterlassen zu protestiren (p. 359), er „denke den Beweis nicht schuldig bleiben zu brauchen, dass er Recht hatte und dass GEGENBAUR in mehr als einer Beziehung besser gethan hätte, jenen Aufsatz“ (die Veröffentlichung von 1887 A. ist gemeint) „ungeschrieben zu lassen“ (p. 34) etc. etc. Dagegen kann er von sich und seinen Leistungen rühmen: „Welcher Weg da allein zum Ziele führt, das habe ich bereits in dem „Ursprung der Wirbelthiere“ und an vielen Stellen der Studien zur Urgeschichte“ ausgesprochen (p. 339). „Und somit will ich die Theorie der Entstehung der Extremitäten aus Kiemen, der ich selbst früher anhing, sogar schon ehe ich GEGENBAUR's Meinung kannte“ — — „wie ich hoffe, für immer beseitigen“ (1884 C. p. 66). „Dies sind Folgerungen von grosser Tragweite, denn sie stürzen einen beträchtlichen Theil des bisherigen Fundamentes der Wirbelthiermorphologie über den Haufen“ (p. 67) etc. etc.

Diesen Citaten könnten noch recht viele, die alle von dem gleichen Geiste beseelt sind, angereicht werden. Diese genügen, um zu zeigen, wie DOHRN über GEGENBAUR und seine Methode, wie er überhaupt über sich im Vergleich zu GEGENBAUR denkt. Wahrlich, redlich und mit ganzer Kraft ist er bemüht gewesen, GEGENBAUR den Kranz von der Stirne zu reissen, und es gab eine Zeit, wo es die Spatzen von den Dächern pfffen, dass er ihn nun bald gänzlich vernichten werde. Das ist nun freilich nicht gelungen. Die Ueberzeugung von der fundamentalen Bedeutung der GEGENBAUR'schen Arbeiten ergreift von Jahr zu Jahr immer weitere Kreise, während DOHRN gar Vieles von seinem Werke selbst eliminiren musste und durch Andere fallen sah, und schliesslich auch gezwungen ward, in manchem Stücke dem zuvor herabgesetzten Gegner zu folgen. War somit sein Bemühen auch ein vergebliches, so kann er doch guten und ruhigen Gewissens von sich sagen: *Ut desint vires, tamen est laudanda voluntas.*

DOHRN's Ausführungen zeigen, welch grosser Meister in der Dialektik er ist. Ein Solcher gewinnt leicht Erfolge, namentlich bei Unwissenden und Kritiklosen; aber ein langes Leben haben solche Erfolge nicht. Die Thatsachen und die Wahrheit sind unerbittlich und schliesslich doch beredter, als alle Worte und alles Lärmen; und so will mir scheinen, dass das, was GEGENBAUR's überlegener Geist, sein reiches Wissen und sein unvergleichliches Können uns geschenkt, dass aber auch gerade seine vergleichende Methode, der man sehr unrecht nachgesagt, als unterschätzte sie die Physiologie und Ontogenie — nur gegen die kritiklose Vermengung von Morphologie und Physiologie und gegen das praetensiöse Ausspielen ungesicherter und ungesichteter ontogenetischer Einzelfunde erhebt sie Einspruch —, recht gegründeten Anspruch auf ein langes Leben hat, dass seine Gaben nach Menschenaltern noch den Arbeiten dankbarer und verständnisvoller Nachkommen zum Segen gereichen werden, wenn auch das Meiste von dem, was wir Kleinen inzwischen arbeiteten, längst überholt, verklungen und vergessen sein wird. Und wenn ich auch DOHRN zu diesen Kleinen rechne, so weiss ich wohl, dass er nach seiner Schätzung riesengross über GEGENBAUR dasteht und diesen Glauben auch ins Grab mitnehmen wird.

Selbstverständlich erkenne ich gern und willig an, dass uns DOHRN's Arbeiten neben vieler Spreu auch gute und fruchtbare Körner gegeben haben. Gerade in dieser Abhandlung habe ich wiederholt Gelegenheit genommen, das zu erwähnen und hervorzuheben. Auch schätze ich voll und ganz seine schöpferischen Verdienste um die Gründung und Weiterbildung zoologischer und biologischer Stationen. Frei von jeder Leidenschaftlichkeit und nur nach Billigkeit und Gerechtigkeit wollte ich meine Meinung in dieser Sache aussprechen. Und wenn ich dabei GEGENBAUR, dessen Schüler gerade so wie DOHRN gewesen zu sein ich als ein besonderes Glück preise, den ersten Platz unter den lebenden Morphologen gab, so leitete mich dabei nicht meine grosse Dankbarkeit, sondern selbstverständlich nur die reinste Bewunderung der wissenschaftlichen Thaten dieses wahrhaft grossen Forschers und Menschen.

oder laterale Wurzeln der Hirnnerven beurtheilt und ihre Muskeln von den primordialen Visceralmuskeln abgeleitet (Oculomotorius, Trochlearis und Abducens: BALFOUR 1878, MARSHALL 1881, DOHRN 1885 [wobei der Trochlearis höchstwahrscheinlich eine dorsale Wurzel repräsentire], HOUSSAY 1890, VON KUPFFER 1894 [wobei hinsichtlich des M. rectus externus nicht definitiv entschieden wird, ob er somitischer oder visceraler Abstammung sei]; — Oculomotorius und Trochlearis: HATSCHKE 1892; — Trochlearis und Abducens: VON KUPFFER 1891, 1895; — Trochlearis: DOHRN 1887, 1890 [jetzt als laterale Wurzel gedeutet], HOFFMANN 1889 [dorsaler Nerv], MARTIN 1891 [vielleicht], FRORIEP 1891), wobei auch einige Autoren eine successive Umwandlung der Fasern und Funktionen annehmen, resp. zwischen primären und sekundären Augenmuskelnerven unterscheiden, ferner eine ganz eigenartige Entstehung in loco oder eine centralwärts gehende Entwicklung des einen oder anderen Nerven beschreiben (PLATT 1891, FRORIEP 1891, MITROPHANOW 1892, 1893, SEDGWICK 1894, 1896 etc.). Bald fasst man die Augenmuskelnerven als Abkömmlinge des Trigemini resp. Trigemini und Facialis auf (wobei in der Regel der Oculomotorius dem 1. Segmente des Trigemini und der Trochlearis dem 2. Segmente dieses Nerven zugerechnet wird, während man den Abducens dem Trigemini (GASKELL, RABL, HATSCHKE 1893, VON KUPFFER) oder dem Facialis (MARSHALL, VAN WIJHE, BEARD, ZIMMERMANN, HATSCHKE 1892, HOFFMANN) zutheilt), bald als selbstständige komplett angelegte Nerven, die sekundär ihre dorsalen Wurzeln und Ganglien<sup>1)</sup> verloren oder nur noch in umgewandelten Rudimenten beibehielten (so z. B., wenn ich recht verstehe, HOFFMANN 1889 [Trochlearis vielleicht vorderster segmentaler Kopfnerv]; GASKELL 1889 [zum Theil auf Grund von THOMSEN's Befunden 1887, Oculomotorius und Trochlearis die beiden ersten Kopfnerven repräsentirend]; PLATT 1891 [mit dem N. thalamicus einen vorderen, zwischen Olfactorius und Trochlearis befindlichen kompletten Nerven bildend]), bald als den übrigen Nerven und Muskeln nicht vergleichbare Bildungen sui generis (zum Theil HOFFMANN 1894, vielleicht ursprüngliche praechordale, nicht auf Segmente zurückführbare Nerven repräsentirend).

Der eigenthümliche dorsale Austritt des N. trochlearis hat namentlich seit J. MÜLLER zahlreiche Autoren beschäftigt. Von den neueren Embryologen hat VAN WIJHE (1886 B) versucht, diese dorsale Ablenkung durch das mächtige Anwachsen der Vorderstränge des Rückenmarks zur Olive und zu der in das Corpus quadrigeminum ziehenden Schleife im Hinterhirngebiete zu erklären<sup>2)</sup>; HIS (1888) erwähnte, dass die Eigenthümlichkeit des Verlaufes seiner Wurzel vielleicht auf die starke Abplattung des Gehirnrohres im Isthmusbereiche zurückzuführen sei,

1) Das dem Oculomotorius angeschlossene Ganglion (Ganglion oculomotorii resp. ciliare s. mesocephalicum) wurde bekanntlich sehr verschiedenartig beurtheilt und benannt, bald als echtes Oculomotorius-Ganglion dorsaler oder ventraler Natur, bald als Trigemini-Ganglion, bald als sympathisches Ganglion aufgefasst. Desgleichen wurden bei dem Trochlearis und Abducens ihnen von Anfang an angehörige oder ihnen ursprünglich fremde (sympathische, trigeminale) Ganglien beschrieben.

2) Umgekehrt lässt RABL (1889) den Oculomotorius aus seiner nach diesem Autor ursprünglich dorsalen Lage durch die Entwicklung der Pedunculus-Bahn ventralwärts gedrängt werden.

welche einer sagittalen Richtung der faserbildenden Zellen und der von ihnen ausgehenden Achsencylinder günstig sein müsse; HOFFMANN (1889) fragt, ob der N. trochlearis den alten Nerven für die Schutzorgane des Parietalauges repräsentire, der sich mit der Rückbildung desselben sekundär in den Augenmuskelnerven umgebildet habe, welcher das Auge schräg nach oben zieht. Auch ist daran gedacht worden, denselben auf Grund der Existenz eines transitorischen sogenannten Trochlearis-Ganglions als einen ursprünglichen sensibeln Nerven aufzufassen, der erst später motorische Eigenschaften gewonnen habe. Dass er von allen Kopfnerven sich am spätesten ausbilde, wird von mehreren Autoren (MARSHALL 1881, MARSHALL and SPENCER 1881, VAN WIJHE 1882, VAN BEMMELEN 1889, OPPEL 1890, DOHRN 1891, PLATT 1891) ausdrücklich angegeben; MARSHALL and SPENCER, VAN WIJHE, OPPEL, DOHRN (1890, 1891) und HOFFMANN (1894) erwähnen zugleich, dass ihnen seine erste Entstehung und die Ausbildung seines Verbandes mit dem M. obliquus superior trotz vieler aufgewandter Mühe unbekannt geblieben sei. OPPEL sieht das zweite Myotom vor der Bildung dieses Muskels verschwinden; PLATT lässt zuerst einen primitiven N. trochlearis sich entwickeln, welcher auch gewisse Rückbildungen und Umbildungen des N. ophthalmicus superficialis entstehen lasse, während der definitive N. trochlearis sich erst sekundär aus Ganglienzellen bilde, welche nach dem Gehirn zu streben. Endlich sei erwähnt, dass GOLGI (1893) nach dem Vorgange von DEITERS am centralen Trochlearis-Kern gewisse Eigenthümlichkeiten seiner Ganglienzellen beschrieb, welche denselben einen recht primitiven, embryonalen Charakter verleihen.

### c. Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven auf Grund ihrer Zusammensetzung.

#### aa. Akranier.

Bei der Vergleichung der die spinalen und cerebralen Nerven zusammensetzenden Komponenten bildet *Amphioxus* den Ausgangspunkt; bei diesem tiefsten Vertebraten sind die Nerven des cerebralen Gebietes im Wesentlichen denen des spinalen Gebietes gleichgebildet und bestehen aus alternirenden ventralen und dorsalen Nerven.

Die ventralen Nervenfasern beginnen vermuthlich — der sichere Nachweis dafür ist noch zu führen — von medullaren Zellen und treten nach dem Austritte aus der Hülle des centralen Nervensystems, ohne sich mit einander zu verbinden, sofort oder nach kurzem Verlaufe an die von ihnen versorgten Seitenrumpfmuskeln. Darin spricht sich ein durchaus primitives, an die frühesten ontogenetischen Stadien der Kranioten erinnerndes Verhalten aus.

Die dorsalen Nerven verlaufen zunächst in den intermyomeren Septen, dann oberflächlich von der Seitenrumpfmuskulatur und führen sensible und motorische Fasern, von denen die ersteren die äussere (ektodermale) Haut und die innere (entodermale) Schleimhaut, die letzteren die viscerale Muskulatur (Constrictor-System) innerviren; wahrscheinlich entstammen die sensibeln Fasern den peripherischen

Ganglienzellen (Repräsentanten der Spinalganglien) und besitzen im centralen Nervensystem nur ihre centralen Enden, die visceromotorischen dagegen scheinen von medullaren Zellen, deren specielleres Verhalten (ob Hinterzellen oder Lateralzellen vergleichbar) noch unbekannt ist, ihren Ausgang zu nehmen. Hier hat die Untersuchung noch manche Lücken auszufüllen. Der zu den Eingeweiden und zur visceralen Muskulatur gehende Ram. visceralis zeigt in seinem bogenförmigen, den ventralen Rand des Seitenrumpfmuskels umkreisenden und dann zu dem Lig. denticulatum und den Eingeweiden aufsteigenden Verlaufe eine Eigenthümlichkeit, die nicht als primäre beurtheilt werden kann, sondern wahrscheinlich in Folge des ventralen Herunterwachsens der Seitenrumpfmuskulatur und der dorsalwärts gehenden Ausdehnung des Peribranchialraumes — beides sekundäre Prozesse — diesen Weg zugewiesen erhielt (p. 647 Anm. 2). Einige von den vorderen dorsalen Nerven (im Kopfgebiete) erheben sich durch den Besitz von specifischen peripherischen Terminalkörperchen und den Verband mit Geschmacksknospen über die Mehrzahl ihrer homodynamen Genossen<sup>1)</sup>.

Dazu kommt der N. olfactorius als ein den anderen Nerven nicht vergleichbares Gebilde. Mit von KUPFFER und der Mehrzahl der Autoren neige ich dazu, ihn als unpaaren Nerven und *Amphioxus* als echten Monorhinen aufzufassen.

#### bb. Kranioten.

Bei den Kranioten sind die beiden Abschnitte des Gehirns und Rückenmarks zu höherer und differenterer Ausbildung gekommen. Hier ist zwischen Cerebral- und Spinalnerven ein deutlicher Unterschied gegeben; die Myxinoiden mit ihrem ersten spino-occipitalen Nerven zeigen eine gewisse Interferenz. Zugleich bietet aber der Seitenrumpfmuskel der Kranioten den erheblichen, schon oben (p. 646) des Näheren nachgewiesenen Unterschied dar, dass er von *Amphioxus*-artigen ontogenetischen Anfängen beginnend eine mächtige oberflächliche, laterale Lage neu entfaltet hat, während die alte mediale Lage des *Amphioxus* bis auf geringe Reste (p. 649) oder gänzlich zurückgebildet ist. Die Folge dieser Veränderung ist einmal die Verlängerung der ventralen motorischen Nerven, welche sich zu längeren Stämmen zusammenschliessen, ehe sie ihre Muskeln erreichen, dann der abweichende Verlauf der dorsalen Nerven, welche nun von der sie lateral überwachsenden Seitenrumpfmuskulatur bedeckt verlaufen, auch mit ihren visceralen Aesten nicht mehr den Bogen um den ventralen Saum des Seitenrumpfmuskels zu machen brauchen, sondern mehr oder minder direkt zu ihrem Endgebiete gelangen. Im Rumpfbereiche mit seiner hoch entwickelten Seitenrumpfmuskulatur ist diese Differenz gegenüber den Akraniern eine durchgreifende; im Kopfbereiche und dem Anfange des Rumpfes, wo der Seitenrumpfmuskel noch zum Theil ein primitiveres Verhalten und die ursprüngliche mediale

---

1) Eine eigenthümliche Stellung nimmt der erste paarige Nerv ein, indem er eine ventrale Lage mit dorsalen Eigenschaften verbindet. v. KUPFFER (1893 B.) ist darauf hin geneigt, ihn als ventralen sensibeln einer besonderen Kategorie zugehörenden Nerven aufzufassen.

Lage gewahrt hat (sog. Kopfsomiten, spino-occipitale Somiten), finden sich noch gewisse Anklänge an die Zustände bei *Amphioxus*<sup>1)</sup>.

#### a. Spinale (und neokraniale) Nerven.

Die spinalen Nerven der Kranioten sind wie bei *Amphioxus* ventrale und dorsale, welche bei den Myxinoiden, Petromyzonten und den tiefer stehenden Gnathostomen deutlich alterniren, wobei die ersteren in den Myomeren (myal), die letzteren zwischen denselben (septal) verlaufen, bei der Mehrzahl der Gnathostomen aber durch innigeren Zusammenschluss diese alternirende Aufeinanderfolge und den selbstständigen Verlauf mehr aufgegeben haben. Bei den Petromyzonten laufen sie noch getrennt, bei den Myxinoiden und Gnathostomen verbinden sie sich, als ventrale und dorsale Wurzeln, zu Nervenstämmen, wobei dieser Verband, je höher wir in dem Thierreiche aufsteigen, ein immer früherer, d. h. dem Centrum mehr genäherter wird und zu einer immer längeren Stammbildung führt.

Die ventralen Wurzeln (Nerven) beginnen von centralen Ganglienzellen in der Medulla, treten im ventro-medialen Bereiche des Rückenmarkes aus und begeben sich nach verschieden langem Verlaufe und unter mehr oder minder complicirtem Verhalten zu der den Urwirbeln entstammenden Seitenrumpfmuskulatur und ihren Abkömmlingen. Im vorderen Rumpfbereiche haben sie sekundär näheren Anschluss an den Kopf gewonnen und repräsentiren die neokranialen spino-occipitalen Nerven (incl. N. hypoglossus), welche die neokranialen metaotischen Somiten (ursprüngliche Rumpfsomiten) und ihre Abkömmlinge versorgen, die zugleich in Folge ihrer durch sekundäre Reduktionsvorgänge bedingten einfacheren und auf das ventro-mediale Gebiet beschränkten Ausbildung sich von ihren complicirteren Nachfolgern unterscheiden. Ausser diesen somato-motorischen Nerven führen die ventralen Wurzeln noch sympathico-motorische Fasern für die Eingeweide und Gefäße, welche als ventrale Rr. viscerales (ventrale sympathische Wurzeln) von ihnen abtreten und auch Ganglien führen<sup>2)</sup>. Bei *Amphioxus* wurden diese Fasern bisher noch nicht nachgewiesen; möglicherweise sind sie auch dort schon vorhanden und bisher nur übersehen, möglicherweise sind sie aber auch erst bei den Kranioten in Folge sekundärer Aberrationen der Somiten in das viscerales Gebiet entwickelt. Hier bleibt noch viel zu untersuchen.

1) Mit dieser Auffassung trete ich zu v. KUPFFER in einen gewissen Gegensatz, insofern ich die Ausbildung des Seitenrumpfmuskels nicht als einen konstanten Faktor ansehe, welcher eine unveränderliche Scheidewand zwischen „spinalen“ und „branchialen“ Nerven bildet. Lediglich der Grad der Ausbildung desselben, je nachdem er sich auf das primordiale mediale Gebiet beschränkt oder eine mächtige lateralwärts gehende Ausbildung unter partieller oder totaler Reduktion der primordialen medialen Elemente gewonnen hat, bestimmt m. E. die relative Lage der Nerven. Ich kann somit v. KUPFFER auch nicht folgen, wenn er annimmt, dass die einwärts von den Somiten verlaufenden dorsalen Spinalnerven der Kranioten nebst dem Ganglion spinale und G. sympathicum neue Erwerbungen darstellen, während der ausserhalb verlaufende Ram. ventralis des *Amphioxus* am Rumpfe verloren ging (1893 B.). Dass im Uebrigen die v. KUPFFER'sche Scheidung der cerebralen und spinalen Nerven eine sehr werthvolle und fruchtbringende ist, erkenne ich voll und gern an; die künftigen Untersuchungen werden unter Bezugnahme auf dieselbe nur gewinnen.

2) Gerade durch die neueren Beobachtungen ist die Existenz dieser ventralen, schon FREUD und VAN WIJHE z. Th. bekannten und vielfach (namentlich von DOHRN und v. KUPFFER) erwähnten Ganglien aufgeklärt worden.

Die dorsalen Wurzeln (Nerven) beginnen wie bei *Amphioxus* von der dorsalen Cirkumferenz des Rückenmarkes und bestehen zum grösseren Theile aus (cutanen und mucösen) sensibeln Fasern, welche den Spinalganglienzellen entstammen und im Rückenmarke central enden, zum kleineren Theile aus motorischen Fasern, welche von centralen, übrigens bei den verschiedenen Thieren in verschiedenen Zonen des Rückenmarkes gelegenen Ganglienzellen (Hinterzellen, Lateralzellen etc.) ausgehen und die Spinalganglien durchsetzen, ohne mit deren Zellen in Verband zu stehen. Diese motorischen Fasern, welche man von den dorsalen sensibeln Elementen als Lateralfasern unterscheiden kann<sup>1)</sup>, gehen vermuthlich auch zu der visceralen Muskulatur, und zwar in den Bahnen der dorsalen Rr. viscerales (dorsalen sympathischen Wurzeln), welche somit dorsale sensible und laterale motorische Elemente führen. Diese Rr. viscerales sind vergleichbar mit den gleichnamigen Nerven der Akranier, aber fast einfacher als dort gebaut, da ein grosser Theil der visceralen Muskeln des *Amphioxus* im Rumpfbiete der Kranioten zurückgebildet ist.

Danach scheint das sympathische System des Rumpfes seine sensibeln Fasern von den dorsalen, seine motorischen von den dorsalen und ventralen Wurzeln zu erhalten.

### β. Cerebrale palaeokraniale Nerven.

Die cerebralen palaeokraniolen Nerven der Kranioten treten wie bei den Akraniern als ventrale und dorsale auf; beide sind aber wie die ventralen und dorsalen Spinalnerven von *Amphioxus* und den Petromyzonten in der Hauptsache selbstständig, somit in dieser Hinsicht auf einer primitiveren Stufe geblieben als die Spinalnerven der meisten Kranioten. Auch ist es hier zu mancherlei metamerischen Veränderungen, Rückbildungen etc. gekommen, über die noch sub 2 gesprochen werden soll.

Die noch persistirenden ventralen Nerven werden durch die Augenmuskelnerven vertreten, die centralen ventro-medialen Kernen entspringen und eine Muskulatur versorgen, die höchst wahrscheinlich aus echten Kopfsomiten, also Homologen gewisser vorderer Myomeren des *Amphioxus* sich entwickelte, aber mit der visceralen Muskulatur nichts zu thun hat. Ich stehe sonach in dieser Frage auf dem insbesondere von VAN WIJHE begründeten Standpunkte. Zugleich ist es hierbei in Folge des mächtigen Eingreifens und des umbildenden Einflusses des Auges zu Veränderungen innerhalb dieser Somiten gekommen, welche von der Gleichmässigkeit des Verhaltens der Rumpfsomiten ganz erheblich abweichen und Heterotypien in der Ausbildung der myogenen Bezirke herbeiführten, welche wohl den Gedanken aufkommen lassen konnten, als seien diese vorderen Myotome den hinteren Rumpfmymomeren nicht vergleichbar. — Oculomotorius und Abducens folgen in ihrem Verlaufe und Austritte aus dem Gehirn dem Typus der ventralen Spinalnervenwurzeln, können somit als rein ventrale oder ventro-mediale Nerven bezeichnet werden. Wie weit sie sympathische Fasern

1) Der Terminus „Lateralfasern“ bezeichnet nur eine bestimmte, dem Lateralhorn entstammende Kategorie (Fasern von LENHOSSÉK und CAJAL, laterale sympathische Fasern). Ausser ihnen kommt noch der mannigfaltige Komplex der Hinterzellenfasern in Frage (cf. p. 584 Anm. 1), deren genauere Erkenntniss aber noch manche Untersuchung erfordern wird.

mit sich führen, wie weit ihre mannigfachen Verbände mit transitorischen oder bleibenden Ganglien und Nerven im orbitalen Gebiete primäre oder sekundäre Bedeutung haben, ist grösstentheils noch zu entscheiden. Desgleichen ist die Phylogeneese der von dem vordersten Theil des Oculomotorius versorgten intrabulbären Muskeln sowie des von dem Abducens innervirten Retractor bulbi und seiner Abkömmlinge kaum in Angriff genommen. — Ganz abweichend, nicht allein von den anderen ventralen, sondern überhaupt von allen Nerven des Körpers<sup>1)</sup>, verhält sich der Trochlearis, der unter kompletter Kreuzung mit seinem antimeren Partner in ultradorsalem Verlaufe auf die andere Seite übertritt und erst dort zu seinem Muskel (Obliquus superior) geht. Von den oben (p. 676f.) mitgetheilten Erklärungsversuchen für diesen abweichenden Verlauf scheint mir der von HIS gegebene das eigentliche Problem in seiner tieferen kausalen Bedeutung gar nicht zu treffen; desgleichen halte ich den von VAN WIJHE mitgetheilten, ganz abgesehen davon, dass er auf falschen, HYRTL und HEITZMANN entlehnten Grundlagen ruht, sowie den eine successive Umbildung aus einem sensibeln in einen motorischen Nerven postulirenden, weder für die Erklärung ausreichend, noch überhaupt annehmbar. Dagegen erblicke ich in dem von HOFFMANN ausgesprochenen Gedanken, wenn ich ihm auch in der specielleren Durchführung nicht folgen kann, doch den Ausblick in die rechte Gegend. Ich bin geneigt, den M. obliquus superior von einem alten dorsalen Muskel<sup>2)</sup> abzuleiten, der ursprünglich mit dem ihm benachbarten Muskel der Gegenseite für die Bewegung des Parietalauges (dessen langer Nerv die frühere Beweglichkeit noch jetzt andeutet) bestimmt war<sup>3)</sup> und mit der sekundären Rückbildung desselben und der höheren Ausbildung der paarigen Augen neue aberrative Muskelemente (bei gleichzeitigem successiven Schwund der alten dem parietalen Auge zugehörigen) hervorgehen liess, welche unter Kreuzung und dorsaler antimerer Ueberwanderung sich ganz in den Dienst der bleibenden Augen der Gegenseite stellten, somit eine Muskelwanderung zu statuiren, welche noch jetzt aus der als peripher zu beurtheilenden Kreuzung der beiden Nn. trochleares<sup>4)</sup> abgelesen werden kann, auch für die auffallend späte ontogenetische Ausbildung des M. obliquus superior und N. trochlearis, dessen primitives Verhalten (DEITERS, GOLGI) und die grossen Schwierigkeiten, mit denen gerade

1) Einige Anklänge an das Verhalten der sog. Hinterzellen und der von ihnen ausgehenden Fasern, die von gewissen Untersuchern auch als motorische angesehen werden, existiren, doch sind die Differenzen weit erheblicher und verbieten jeden Vergleich des N. trochlearis mit denselben.

2) Dass diese dorsale Lage keinen Gegengrund gegen die Ableitung aus einem Somiten bildet, braucht nicht besonders betont zu werden.

3) Ich bin also der Ansicht, dass auch der Stammvater des M. obliquus superior ein an den Bulbus des Parietalauges gehenden Muskel war, und unterscheide mich darin von HOFFMANN, der den N. trochlearis die Schutzorgane (welche, ist nicht ausgeführt) des Parietalauges versorgen liess.

4) Dass es sich bei der Trochlearis-Kreuzung nicht um eine centrale, durch antimere Verschiebung der Ursprungskerne zu Stande gekommene, sondern um eine peripherische, durch peripherische Einflüsse bedingte, Kreuzung handelt, geht aus der ganzen Anordnung derselben deutlich hervor. HOFFMANN thut dieser Kreuzung keine Erwähnung. MARTIN (dessen Abhandlung über die Entwicklung der Kopfnerven der Katze 1890 mir nur aus KRAUSE's Referat bekannt ist) lässt den N. trochlearis zuerst in der Hauptsache ungekreuzt entspringen; nur ein kleiner Theil seiner Fasern komme aus der entgegengesetzten Seite, später würden die ungekreuzten Fasern verdeckt. Danach scheint es, als ob MARTIN eine centrale Kreuzung (die ich nicht acceptiren kann) annimmt.

hier die embryologische Untersuchung zu kämpfen hat, eine gewisse Illustration abgiebt. Selbstverständlich will dieser Versuch der Erklärung nur eine Idee, ein Programm für künftige Untersuchungen sein; doch glaube ich, dass diese mit der Thatsache der peripherischen Ueberkreuzung der beiden Nn. trochleares und der Ausbildung der Mm. obliqui superiores aus dem somitischen Material der Gegenseite zu rechnen haben werden.

Die dorsalen Nerven werden durch die typischen spinalartigen Nerven (Trigeminus, Acustico-facialis, Glossopharyngeus, Vago-accessorius) repräsentirt, welche wie die entsprechenden Nerven des *Amphioxus* und wie die dorsalen Spinalnerven aus sensibeln und motorischen Fasern bestehen. Die sensibeln Fasern entstammen peripherischen Ganglien (Hauptganglien und epibranchiale Ganglien), welche eine allgemeine Homologie mit den Spinalganglien verbindet<sup>1)</sup>, enden innerhalb des Gehirns an den sogenannten dorsalen Kernen und verlaufen peripherwärts zur äusseren Haut (die sie in höherer Ausbildung ihrer Funktionen mit sensibeln Rr. cutanei und sensorischen Rr. laterales versorgen) und zur Schleimhaut (viscero-sensible oder sensible sympathische Fasern). Die motorischen Fasern sind für die viscerele Muskulatur bestimmt und haben in Folge der höheren Ausbildung derselben eine ansehnlichere Entwicklung gewonnen; sie entspringen von ventralen Ganglienzellen, welche in bekannter Weise hier in Gestalt einer lateralen oder ventro-lateralen Kernreihe zu besonderer Entfaltung gelangt sind, übrigens aber auch jenen lateralen Ganglienzellen, von denen z. B. die von LENHOSSÉK und CAJAL entdeckten Fasern ausgehen, verglichen werden können, verlaufen in dorso-lateraler Richtung (zum Theil auch unter mehr oder minder beträchtlicher Bogenbildung) nach aussen, um sich den dorsalen sensibeln Wurzelantheilen anzuschmiegen, und begeben sich schliesslich innerhalb der posttrematischen (resp. der denselben homologen) Nervenäste zu der von ihnen versorgten palaeokranialen Muskulatur. Von den speciell sensibeln dorsalen Wurzeln (Hinterhornfasern) sind sie daher auch als laterale motorische Wurzeln (Seitenhornfasern) von vielen Autoren hervorgehoben worden, womit ich übereinstimme. Besondere von ihnen abgegebene Zweige gehen zu der internen Pharynxmuskulatur und wohl auch zu den hier befindlichen Gefässen; sie wurden als speciell viscero-motorische und vaso-motorische Nervenfasern angesprochen; im weiteren Sinne des Wortes kann man aber auch alle diese motorischen Fasern dem viscero-motorischen System zurechnen, wie dies z. B. GASKELL u. A. thun. Die von v. KUPFFER beschriebenen „Spinalnerven“ des Kopfes bin ich geneigt, in der Hauptsache als sensible sympathische Nerven anzusprechen, finde auch, dass dieselben bei erwachsenen Thieren zum Theil durch die epibranchiale spinale Muskulatur hindurchtreten, um zu ihrer Endverbreitung zu gelangen, was mit dem von v. KUPFFER angegebenen Verlaufe dieser Nerven einigermaassen harmonirt. — Mit meiner Auffassung der typischen spinalartigen Nerven folge ich somit in der Hauptsache der von VAN WIJHE vertretenen

1) Auf die besonderen Eigenthümlichkeiten Beider, welche eine speciellere Homologie ausschliessen, ist hier nicht einzugehen.

Auffassung, kann aber den Autoren, welche die lateralen motorischen Fasern dieser Nerven mit den ventralen motorischen Fasern der Spinalnerven vergleichen, somit eine komplette Homologie zwischen den dorsalen (resp. dorsalen und lateralen) palaeokraniellen Nerven und den Spinalnerven annehmen (PHISALIX, GORONOWITSCH), nicht folgen.

Ueber die von v. KUPFFER beschriebenen transitorischen dorsalen Primäranglien, welche dem dorsalen Bereiche des Centralnervensystems entstammen und in früher Embryonalzeit die Kopf- und Rumpfmusculen versorgen, besitze ich keine eigenen Erfahrungen und enthalte mich daher ihrer Beurtheilung.

Der Sympathicus des Kopfes setzt sich nach den obigen Mittheilungen aus den dorsalen sensibeln Nerven entstammenden sensibeln Elementen und aus motorischen Fasern zusammen, welche wohl grösstentheils von den lateralen motorischen Fasern abgegeben werden; ob auch die ventralen motorischen Nerven (Augenmuskelnerven) an dieser Abgabe sympathiko-motorischer Elemente noch participiren, ist noch nicht vollkommen sicher gestellt, aber nicht unwahrscheinlich.

Wiederholt wurde in den vorhergehenden Darlegungen (p. 595, 615, 645, 679) die altbekannte Thatsache des Alternirens der dorsalen und ventralen Wurzeln bei den niederen Vertebraten hervorgehoben; HATSCHKE und VAN WIJHE haben insbesondere darauf hin Schemata aufgestellt, in welchen die ersteren als septale, die letzteren als myale Nerven wechselweise auf einander folgen. Ich bin mit dieser Aufstellung einverstanden. Auf ähnlicher Grundlage bewegt sich die Beobachtung DOHRN's (1890 B), dass die Vorderhorn- und Seitenhornnerven mit einander zu alterniren scheinen; sie führt ihn zugleich zu der Hypothese resp. Frage, ob nicht beide motorischen Kategorieen ein und dasselbe sind. Auch diese Frage ist diskutabel: ihre Lösung wird aber erst dann angebahnt sein, wenn ontogenetisch und phylogenetisch die Instanzen genau dargelegt sind, welche zu dem so überaus differenten Verlaufe der ventralen oder medialen Somitenerven und der lateralen Seitenplattenerven geführt haben. Einen Versuch in diesem Sinne habe ich gemacht (cf. p. 647), bin mir aber wohl bewusst, dass mit dieser Andeutung noch sehr wenig gethan ist, dass die wirkliche Beantwortung der Frage nur nach gründlicher und ausgiebiger Arbeit gegeben werden kann.

Von dem N. olfactorius der Kranioten gilt in der Hauptsache das bei *Amphioxus* Gesagte (p. 678). Dass derselbe hier eine paarige Ausbildung gewonnen hat, hängt mit der besonderen Entfaltung der kranioten Regio olfactoria zusammen, die bei den Myxinoiden und Petromyzonten noch eine Mittelstellung aufweist, bei den Gnathostomen aber zur ausgesprochenen Amphirhinie gelangt ist (VON KUPFFER).

Beifolgende Tabelle möge einen Theil des Besprochenen übersichtlich zur Anschauung bringen<sup>1)</sup>:

1) Die Hauptmängel unserer Kenntniss (ungenügende Kenntniss des relativen Verhaltens der Hinterzellen und Lateralzellen, ungenügende Aufklärung der Ursprungsverhältnisse des Sympathicus) sind im vorhergehenden Texte hervorgehoben.

	Nerven der Akranier.	Spinale Nerven der Kranioten.	Cerebrale Nerven der Kranioten.	
Centripetale Nerven. (Dorsale sensible Fasern.)	Rr. cutanei, Rr. laterales und sensible Antheile der Rr. viscerales der dorsalen Nerven.	Rr. cutanei und sensible sympathische Fasern der dorsalen Nerven oder Wurzeln.	Rr. cutanei, Rr. laterales u. sensible sympathische Fasern der Nn. trigeminus, acustico-facialis, glossopharyngeus u. vago-accessorius.	
Centrifugale Nerven. Hinterzellenfasern (KUTSCHIN'sche, ROHON'sche Fasern etc. etc.). Lateralzellenfasern (Seitenhornfasern, motorische Seitenplattennerven).	Motorische Antheile der Rr. viscerales (Ursprung, ob von Hinterzellen oder von Lateralzellen, noch nicht aufgeklärt).	Hinterzellenfasern der niederen Kranioten.  Laterale motorische sympathische Fasern (incl. die Fasern von LENHOSSÉK u. CAJAL).	?  Motorische Fasern der Nn. trigeminus, facialis, glossopharyngeus u. vago-accessorius nebst motorischen sympathischen Fasern derselben.	Dorsale gemischte Nerven resp. Wurzeln (dorsale + laterale Nerven).
Ventralzellenfasern (Vorderhornfasern, motorische Urwirbelplattennerven).	Somato-motorische Fasern (Nerven des Seitenrumpfmuskels).	Somato-motorische Fasern (Nerven des Seitenrumpfmuskels); medio-ventrale mot. sympath. Fasern.	Motorische Fasern für die Augenmuskeln; möglicherweise auch motor. sympath. Fasern derselben (?)	Ventrale motorische Nerven resp. Wurzeln.

## 2. Speciellere metamerische Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven.

In den vorstehenden Auseinandersetzungen wurde eine vorläufige, in verschiedenen Punkten allerdings noch der Fundirung bedürftige Grundlage für die metamerische Vergleichung der spinalen und cerebralen Nerven gegeben. Zu dieser wende ich mich jetzt.

### a. Kurzer historischer Ueberblick.

GEGENBAUR (1870, 1872, 1887) verdanken wir bekanntlich die erste umfassendere metamerische Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven, wobei seine Untersuchungen an den niederen Selachiern den Ausgang bildeten. Olfactorius und Opticus gehören dem praevertebralen Abschnitte des Schädels an, die anderen Nerven dem vertebralem. Ihre Vertheilung wird durch die Visceralbogen bestimmt, innerhalb deren ihre ventralen Aeste sich verzweigen. Der Trigeminus verbreitet sich im Gebiete des Labialknorpels und des Kieferbogens und entspricht 2 (1870, 1872) oder 1 (1874, 1878, 1887A.<sup>1</sup>) metamerischen Nerven; der Facialis ist der Nerv der

<sup>1</sup>) In der Veröffentlichung von 1887 wird die Frage offen gelassen, ob der Ophthalmicus profundus selbstständig, ob somit der Trigeminus ein zweitheiliger Nerv sei oder nicht.

zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen liegenden Visceralspalte und monomer; das Gleiche gilt für den Glossopharyngeus, der sich im Bereiche der zwischen Zungenbeinbogen und erstem Kiemenbogen gelegenen Kiemenspalte ausbreitet; der Vagus vertheilt sich im Gebiete aller folgenden Kiemenspalten und dem daran anschliessenden intestinalen Bereiche und entspricht einem Multiplum von metamerischen Nerven, deren Zahl wahrscheinlich früher grösser war, jetzt aber in Folge der Reduktion hinterer Kiemenspalten und Kiemenbogen sich auf 6 (bei *Heptanchus*) und weniger (bei den übrigen Haien und Gnathostomen) Segmente vermindert hat. Von den dorsalen Aesten, welche von jedem Nerven ausgehen, sind namentlich der R. ophthalmicus des Trigemini, der R. acusticus des Acustico-Facialis und der R. lateralis des Vagus zu höherer Ausbildung gelangt. Die Augenmuskelnerven sind wahrscheinlich motorische diskret austretende Wurzeln eines Theiles des Trigemini; der Abducens gehört vielleicht auch dem Facialis an.

An GEGENBAUR knüpfen alle folgenden Forschungen über die Metamerie der Cerebralnerven an; in den meisten derselben tritt aber mehr und mehr die ontogenetische Untersuchung in den Vordergrund und führt zu Ergebnissen, welche in vielen Stücken wesentlich von den Befunden GEGENBAUR's abweichen. Wie bekannt, sind es namentlich GÖTTE, BALFOUR, MARSHALL, VAN WIJHE, AHLBORN, FRORIEP, BEARD, DOHRN, HIS, WIEDERSHEIM, GASKELL, KASTSCHENKO, BÉRANECK, GORONOWITSCH, RABL, HOFFMANN, HOUSSAY, OPEL, v. KUPFFER, STRONG, POLLARD, PLATT, KILLIAN, ZIMMERMANN, HATSCHEK, MITROPHANOW, PINKUS, PRICE, welchen wir theils umfassende Bearbeitungen des vorliegenden Problems, theils diesen oder jenen wichtigen Fund, theils die Aufstellung von diesbezüglichen Schematas verdanken<sup>1)</sup>.

In den ontogenetischen Arbeiten gewinnen insbesondere nach dem Vorgange von VAN WIJHE (1882) die Somiten (Myotome, Myomeren, Mesomeren) des Kopfes neben den Visceralbogen (Branchiomeren) eine hervorragende Bedeutung für die Bestimmung der Metameren der Kopfnerven; wegen ihrer früheren ontogenetischen Ausbildung werden sie den erst später durchbrechenden Kiemen von Vielen vorangestellt und als die eigentlich ausschlaggebenden Faktoren angesehen, während Andere ihnen wieder ein minderes Gewicht zuertheilen.

Die ontogenetischen Befunde ergeben zugleich eine in manchen Fällen sehr hochgradige numerische Differenz zwischen Myomeren und Branchiomeren. Diese Dysmetamerie, welche GEGENBAUR als sekundär entstanden beurtheilt hatte, wird von AHLBORN (1884 B.), dem zahlreiche Autoren darin folgten, zu einem Faktor von principieller Bedeutung erhoben; bessere Ueberlegung und namentlich die Stimme GEGENBAUR's, der an der Hand von überzeugenden Thatsachen nachwies, dass eine ursprüngliche Eumetamerie bestanden habe, dass aber die Vertheidiger der primitiven

1) Auf den specielleren Inhalt dieser Arbeiten ist hier nicht einzugehen. Ich verweise zur schnellen Orientirung über den Inhalt derselben namentlich auf die zusammenfassenden und kritischen Darstellungen von GEGENBAUR (1887 A.), FRORIEP (1891), RABL (1892) und v. KUPFFER (1893 B.) — Die Frage der Neuromerie oder Encephalomerie lasse ich hier bei Seite; hinsichtlich derselben sind insbesondere DURSUY, v. KUPFFER, RYDER, ORR, BÉRANECK, HOFFMANN, MC CLURE, ZIMMERMANN, WATERS, FRORIEP, HERRICK, STRONG und LOCY zu vergleichen.

Dysmetamerie durch Cänogenesen getäuscht worden seien, hat diese Irrlehre bald zu Fall gebracht und die unerlässliche, entscheidende Bedeutung der vergleichenden Anatomie bei Beurtheilung der ontogenetischen Funde dem, der sehen will und kann, klar vor Augen gestellt (vergl. auch p. 651 f.). Doch ist in einzelnen Fällen von Dysmetamerie die Entscheidung, was sekundär vermehrt oder vermindert sei, die Myomeren oder Branchiomeren, schwierig und noch lange nicht in eindeutiger Weise durchgeführt. Meist erweisen sich die Myomeren als der mehr veränderliche Faktor, mitunter sind es auch die Branchiomeren. Wie schon erwähnt, gelten der Mehrzahl der Untersucher die ersteren auf Grund ihrer früheren ontogenetischen Entstehung als das Maassgebende in der Bestimmung der Metamerien, Anderen die Kiemenanlagen (GEGENBAUR) resp. die epibranchialen Ganglien (v. KUPFFER 1895). Manches, namentlich im palaeokranialen Kopfbereiche, was die Einen als vollwerthige konstante Myotome beschreiben (VAN WILHE, HOFFMANN), wird von den Anderen als unregelmässige und variable Gebilde (DOHRN 1885) oder nicht einmal als Homologe der Rumpfsomiten (RABL 1889, 1892) angegeben. Das Gleiche ist der Fall mit den branchialen Bogen, Spalten und Höhlen. Dazu kommen die — in der vorliegenden Abhandlung im Detail besprochenen — Ausfallserscheinungen und Verschiebungen im neokranialen und im vorderen Rumpfbereiche, welche hier die Vergleichung zwischen den zusammengehörigen Myomeren und Branchiomeren besonders erschweren und bei rein ontogenetischer Behandlung wegen der cänogenetischen Zusammenziehungen zu Täuschungen Veranlassung geben können (vergl. z. B. p. 439, 567, 573). Im palaeokranialen Gebiete, wo die Verschiebungen noch eine geringere Excursion zeigen, scheint eine minder hochgradige Abweichung von der primordialen Eumetamerie zwischen beiden Segmentkategorien zu bestehen (GEGENBAUR). Doch haben die neueren Befunde am Vorderkopf des *Torpedo*-Embryo (DOHRN 1890, KILLIAN 1891) einen Ueberschuss von, allerdings nicht regelmässig ausgebildeten und von gewissen Autoren (RABL 1892) nicht einmal anerkannten, Myotomen zu Tage gefördert, der nun gerade diesem eine Dysmetamerie zuweist, welche diejenige des Hinterkopfes bei Weitem übertrifft; auch ist die grosse Discrepanz, welche in dieser Beziehung die Embryonen von *Torpedo* gegenüber denen der Haie zeigen, bisher noch nicht aufgeklärt worden. Desgleichen werden zahlreiche Rückbildungen und Umwandlungen im Gebiete der Branchiomeren behauptet; die extremsten Vertreter dieser Richtung, so namentlich MARSHALL, DOHRN, HOUSSAY, lassen selbst Nase, Hypophysis, Mund, Auge (Linse), Gehörorgan, Thyreoidea, Leber, Anus aus Kiemenspalten hervorgehen, ohne freilich im Stande zu sein, diese Behauptungen im Einzelnen zu beweisen.

Hinsichtlich aller dieser Fragen stehen wir mitten in den lebhaftesten Kontroversen, deren Lösung und Versöhnung bei den zur Zeit noch in mancher Hinsicht ungenügenden Materialien, namentlich aber bei der einseitigen Beurtheilung und der verschiedenen Werthschätzung der zur Erkenntniss führenden Methoden, fürs Erste noch nicht abzusehen ist.

Aus dem Gewirr der ontogenetischen Angaben über das metamerische Verhalten der einzelnen Gehirnnerven sei einiges kurz zusammengestellt.

α. Typische (spinalartige) dorsale Gehirnnerven.

Von den typischen dorsalen Gehirnnerven wird der Trigemini als monomerer (BALFOUR 1878, MARSHALL 1881, MITROPHANOW 1892, 1893), dimerer (VAN WIJHE 1882, 1894, BEARD 1886, BÉRANECK 1887, WIEDERSHEIM 1888, 1893, HOUSSAY 1890, PLATT 1891<sup>1)</sup>), ZIMMERMANN 1891, POLLARD 1891, HATSCHKE 1892, 1893, HOFFMANN 1894, LOCY 1895), trimerer (GASKELL 1889, PLATT 1891<sup>1)</sup>), PRICE 1895), penta- resp. hexamerer (v. KUPFFER 1895) Nerv erkannt. DOHRN spricht bei Selachiern von einem maxillaren und mandibularen Bogen (1885) und findet später (1890) bei *Torpedo* in dem entsprechenden oralen und mandibularen Bereiche 7 Somiten, während KILLIAN (1891) hier bei dem gleichen Thiere 5 beobachtete. Von der Mehrzahl der die Dimerie vertretenden Autoren wird nach dem Vorgange von VAN WIJHE der Ophthalmicus profundus (Ciliaris) als der Nerv des 1. Metamers, der übrige Trigemini als der Vertreter des 2. Metamers angenommen, während HATSCHKE, im theilweisen Anschlusse an die erste Auffassung GEGENBAUR's, dem Trigemini A. von *Ammocoetes* die Nn. frontalis I, ophthalmicus profundus und maxillaris, dem Trigemini B. die Nn. frontalis II, ophthalmicus superficialis trigemini und mandibularis zuteilt. VON KUPFFER lässt sich bei Bestimmung der Polymerie des Trigemini von *Ammocoetes* in erster Linie von der Zahl der epibranchialen Ganglien leiten<sup>2)</sup> und rechnet dem Trigemini auch die Nn. trochlearis und abducens als branchiale motorische Zweige zu.

Betreffs des Acustico-facialis wird bald Monomerie (BALFOUR, MARSHALL, GASKELL, HATSCHKE, MITROPHANOW, v. KUPFFER, PRICE), bald Dimerie (VAN WIJHE, DOHRN, WIEDERSHEIM, ZIMMERMANN, HOFFMANN, LOCY), bald Trimerie (DOHRN 1885, BEARD), bald Tetramerie (HOUSSAY) behauptet. DOHRN spricht 1885 von wenigstens zwei Metameren und unterscheidet auch einen Spiracular-, Hyomandibular- und Hyoidbogen, 1890 schreibt er ihm ein Multiplum von Visceralbogen zu. BEARD nimmt einen dimeren Facialis an, dem als drittes Segment der Acusticus folgt. HOUSSAY zählt die vier Visceralspalten des Spritzloches, Hyomandibulare, Hyoids und Ohres. PRICE beschreibt bei dem Embryo von *Bdellostoma* drei Epibranchialganglien. Miss PLATT findet bei *Acanthias* im betreffenden Gebiete 3, DOHRN und KILLIAN bei *Torpedo* 6—7 Somiten.

Ueber den Glossopharyngeus herrscht Einigkeit, indem derselbe von allen darüber handelnden Autoren als monomerer Nerv beurtheilt wird. KILLIAN beschreibt in der Glossopharyngeus-Zone 2 Somiten.

Hinsichtlich des Vagus (Vago-Accessorius) gehen wieder die Angaben sehr auseinander. Eine primordiale Monomerie desselben wird gefunden oder angenommen

1) Miss PLATT habe ich hier als Befürworterin der Dimerie und Trimerie des Trigemini angeführt, je nachdem der von ihr vor dem eigentlichen Trigemini gefundene N. thalamicus als besonderer Nerv aufgefasst oder dem Trigemini zugerechnet wird.

2) Diese epibranchialen Ganglien sind nach v. KUPFFER mit den beiden Hauptganglien (Gangl. ophthalmicum und G. maxillo-mandibulare) des Trigemini verbunden. Vor dem Mandibular-Bogen finden sich von hinten nach vorn gezählt der Palatin-, Trabecular- und Praecerebral-Bogen, der letzte bei *Acipenser*, nicht aber bei *Ammocoetes* nachweisbar.

von GÖTTE (1875 bei *Bombinator*), ZIMMERMANN (bei *Mammalia*), HATSCHKE, v. KUPFFER (bei *Ammocoetes*), eine Dimerie von VAN WIJHE (1886, 1889, 1894<sup>1</sup>), WIEDERSHEIM, HOFFMANN, zwei oder vielleicht mehr als zwei Metameren von VAN WIJHE (1894 bei Kranioten), eine Trimerie von HOUSSAY (bei *Siredon*), LOCY (bei *Acanthias*), eine Tetramerie von BALFOUR (bei pentanchen Selachiern), VAN WIJHE (1882 bei Haien, 1894 bei *Amphioxus*<sup>2</sup>), BEARD, SHORE, GASKELL, MITROPHANOW, eine Hexamerie von MARSHALL (bei *Heptanchus*), eine Zusammensetzung aus 33—34 Metameren von PRICE (bei *Bdellostoma*). Einige Autoren, so insbesondere ZIMMERMANN (*Mammalia*) und HATSCHKE (*Petromyzon*), ertheilen bei Annahme einer ursprünglichen Monomerie des Vagus (Urvagus) demselben einen Zuwachs neuer Segmente aus dem spinalen Gebiete (spinalartige Vagusanhänge) zu; v. KUPFFER hält bei der Beurtheilung der Metamerie des Vagus nicht die 6 epibranchialen Ganglien, sondern das einfache Hauptganglion desselben für ausschlaggebend und entscheidet sich danach für die Monomerie.

Vor dem Trigemini liegende und in diese Kategorie gehörende, also praetrigeminale Nerven, werden gefunden in den Nn. olfactorius, apicis und thalamicus. Während die Mehrzahl der Autoren den N. olfactorius als einen sensorischen Nerven sui generis auffasst, wird derselbe von einigen (BEARD, HOUSSAY, PLATT, v. KUPFFER u. A.) als vorderes Homodynamon der typischen spinalartigen Nerven beurtheilt<sup>2</sup>). VAN WIJHE (1894) hält den von PINKUS bei *Protopterus* beschriebenen neuen Nerven (N. apicis VAN WIJHE) für den ersten segmentalen Nerven der Kranioten. PLATT findet, auf den Olfactorius folgend, zwischen ihm und dem eigentlichen Trigemini den embryonalen N. thalamicus als den Nerven der praemandibularen Kopfhöhle<sup>3</sup>), MITROPHANOW und v. KUPFFER berichten desgleichen über mehr oder minder abortive Nervenanlagen vor dem Trigemini, welche zum Theil dem Thalamicus von PLATT verglichen werden können. — Dass der vorderste Kopfbereich Rückbildungen zeigt, wird von mehreren Autoren hervorgehoben.

### β. Ventrale Gehirnnerven (Augenmuskelnerven).

Von den Augenmuskelnerven wird der Oculomotorius von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren einem Segment (Somit oder Visceralsegment) zugerechnet, und zwar ist das in der Regel, falls nicht der Olfactorius als erster resp. Olfactorius und Opticus als erster und zweiter metamerischer Nerv ihm vorausgeschickt werden, das erste Segment des Kopfes. ZIMMERMANN (1891) lässt ihn dem 4. Encephalomer entstammen. Nach DOHRN's späteren Mittheilungen (1890, 1891) geht er (auf Grund des Befundes am *Torpedo*-Embryo) aus 3 bis 4, vielleicht selbst mehr segmentalen

1) Der 7. bis 10. Nerv oder nur der 7. und 8. Nerv von *Amphioxus* (in welchem letzteren Falle der 9. und 10. dorsalen Hypoglossus-Wurzeln verglichen werden), während die folgenden 20 Nerven, welche den Kiemenkorb, wie es scheint, in der gleichen Weise versorgen, dem Sympathicus zugerechnet werden.

2) Hierbei wird insbesondere nach dem Vausgange von MARSHALL, BEARD und HOUSSAY die Riechschleimhaut als eine umgewandelte Kiemenspalte aufgefasst. v. KUPFFER bezeichnet den Olfactorius als den Nerven der paarigen Riechplakode, PLATT bringt ihn mit der „anterior head cavity“ in Verband.

3) Betreffs der Antheile und Verdienste, welche VAN WIJHE und PLATT an der Kenntniss der der mandibularen Kopfhöhle vorausgehenden Höhlen haben, verweise ich auf die historischen Bemerkungen HOFFMANN's (1894).

Somitennerven hervor; zugleich findet er 4 bis 7 Wurzeln. Dass er bald als dem Trigeminus vorausgehender Nerv aufgefasst wird, bald (von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren) dem Trigeminus, namentlich dessen erstem Theile (Ophthalmicus profundus resp. Trigeminus A. HATSCHEK's) zugerechnet wird, wurde schon oben (p. 676) mitgetheilt.

Der Trochlearis gilt meist als der zum zweiten (somitischen oder visceralen) Segmente gehörige Nerv. BEARD (welcher den Olfactorius als ersten segmentalen Nerven auffasst) rechnet ihn dem dritten, BÉRANECK (der Olfactorius und Opticus ihm als segmentale Nerven vorausgehen lässt) dem vierten Segmente zu. ZIMMERMANN lässt ihn dem 7. sekundären Encephalomer entsprossen. DOHRN findet (1891), dass er aus zwei Metameren zusammengesetzt ist. Auch er wird, wie schon oben mitgetheilt, meist dem Trigeminus, und zwar in der Regel dem zweiten Segmente desselben (VAN WIJHE, HATSCHEK u. A.) oder dem Ophthalmicus superficialis trigemini (MITROPHANOW) oder mit dem Oculomotorius und Buccalis dem Gangl. ophthalmicum trigemini (v. KUPFFER) bei *Petromyzon* zugetheilt.

Der Abducens wird von der Mehrzahl der Autoren zu dem folgenden (dritten resp. vierten) Segment (Myotom- oder Visceralsegment) gerechnet. BÉRANECK rechnet ihn zum achten Segmente; nach ZIMMERMANN entsteht er aus dem 11. sekundären Encephalomer. DOHRN lässt ihn bei *Torpedo* aus 3—4 Metameren sich zusammensetzen und giebt für *Scyllium* 2, für *Mustelus* 6 und für *Pristiurus* 4—7 Wurzelfasern an. KILLIAN beschreibt ihn als trimeren, dem Gebiete des 6., 7. und 8. Myotomes entsprechenden Nerven. Dass er bald zu dem Trigeminus, zu dessen letztem Segmente oder auch mitten hinein in den Trigeminus, bald zu dem Facialis gebracht wird, wurde schon oben (p. 676) mitgetheilt. DOHRN (1890 A.) lässt ihn aus der zwischen dem Facialis und Glossopharyngeus gelegenen Parthie des Nachhirns hervowachsen.

Dass die Augenmuskelnerven sich ontogenetisch später als die ventralen Spinalnervenzurzeln, und unter ihnen der Trochlearis am spätesten, ausbilden, wird von mehreren Autoren (RABL, VAN BEMMELEN, DOHRN, PLATT, HOFFMANN) angegeben. Auch sprechen sich DOHRN (vor 1890) und RABL gegen die Homodynamie der den Augenmuskeln Ursprung gebenden Mesodermtheile mit Urwirbeln aus. RABL (1889 p. 234) braucht zugleich die Thatsache ihrer späteren Entstehung im Vergleiche mit den hinteren Kopfsomiten resp. Rumpfsomiten zum Einwande gegen die GEGENBAUR'sche Auffassung derselben als primäre oder palingenetische Somiten gegenüber den hinteren sekundären oder cänogenetischen; HOFFMANN (1894) stimmt GEGENBAUR bei.

#### b. Versuch einer Vergleichung.

Wo liegen nun unter diesen zahlreichen, sich immer und immer widersprechenden und aufhebenden Resultaten der embryologischen Untersuchung die wahren? Wo sind sie zu finden?

Auch hier erweist sich die vergleichende Anatomie als die Führerin im Labyrinth der ontogenetischen Angaben, als der Prüfstein für den Werth ihrer Befunde.

Und wieder ist Ausgang zu nehmen von den Verhältnissen bei den niederen Vertebraten. An den fertigen und bleibenden Bildungen der Akranier, Myxinoiden, Petro-myzonten und Selachier sind die vorübergehenden ontogenetischen Entwicklungsstufen auf ihre Cänogenie und Palingenie zu prüfen und zu sichten, und damit diese Prüfung und Sichtung möglichst wenig Fehlerquellen involvire, ist auch bei den ausgebildeten Zuständen der genannten Wirbelthiere wohl zu unterscheiden zwischen dem, was ein echt primordiales Gepräge zeigt und was sekundäre und einseitige Entwicklungswege eingeschlagen hat. Auch für diese Unterscheidung ist die Methode dieselbe, d. h. die vergleichende, und wie die sich höhere Probleme stellende ontogenetische Untersuchung erst durch die vergleichende Anatomie Licht und Rückhalt empfängt, so findet auch die letztere in der kritischen Benutzung der von der Ontogenese dargebotenen Stadien des Werdens eine nicht zu vernachlässigende Unterstützung.

Das sind bekannte und geläufige Vorstellungen. Selbstverständlich ist aber das Erreichbare in allererster Linie von der gesicherten empirischen Grundlage abhängig. Hier versagen zur Zeit die thatsächlichen Materialien noch in vielen Stücken und gestatten oft nicht, über ein geringeres oder grösseres Maass von Wahrscheinlichkeit hinauszugehen.

#### γ. Typische (spinalartige) dorsale Gehirnnerven.

Die bisherigen Untersuchungen über die Metamerie der dorsal austretenden, d. h. aus dorsalen sensibeln und lateralen motorischen Fasern zusammengesetzten typischen (spinalartigen) Cerebralnerven lassen den Trigeminus aus 1 bis 6, den Acustico-Facialis aus 1 bis 4, den Glossopharyngeus aus 1 (oder 2?), den Vagus aus 1 bis mindestens 6 Metameren (bei *Bdellostoma* selbst aus 33 bis 34 Metameren) zusammensetzen. Ausserdem werden noch vor dem Trigeminus gewisse Nerven beschrieben, welche vielleicht inkomplette resp. vergängliche Homodynamie des Trigeminus und seiner Hintermänner bilden; auch vom Olfactorius wird das behauptet, aber wohl mit recht zweifelhaftem Rechte.

Für die Bestimmung der Metamerie dieser Nerven bilden die visceralen Bogen mit ihren Coelomhöhlen und die zwischen ihnen befindlichen visceralen Spalten (Taschen) die entscheidenden Instanzen; auch die embryonalen epibranchialen Ganglien kann man hier noch anreihen. Wenn alle diese Faktoren numerisch übereinstimmen, so darf man relativ primitive, dem ursprünglichen metamerischen Verhalten nachkommende Beziehungen annehmen.

#### aa. Selachier.

Wie GEGENBAUR gezeigt hat, finden sich bei den entwickelten Selachiern — von den sehr veränderten Extremitätenbogen sei hierbei fürs Erste abgesehen — im Maximum 11 viscerele Bogen: 1) ein rudimentärer und inkompletter erster Lippenknorpel (Prämaxillarknorpel), 2) ein rudimentärer, aber kompletter Lippenknorpelbogen (Maxillar-Knorpel und Prämandibular-Knorpel), 3) ein gut abgebildeter Kiefer-

bogen (Palatoquadratum und Mandibulare), 4) ein gut ausgebildeter Hyoidbogen (Hyomandibulare und Hyoid), 5) bis 11) sieben gut ausgebildete Kiemenbogen (mit ursprünglich vier Theilstücken); diese bei *Heptanchus* entwickelte Siebenzahl der Kiemenbogen sinkt durch eine hinten beginnende Reduktion bei den hexanchen Haien auf 6 und bei den pentanchen Haien und den Rochen auf 5. Viscerale Spalten finden sich beim ausgebildeten Thiere erst hinter dem Kieferbogen in Gestalt einer verengerten hyo-mandibularen Spalte (Spritzloch, Spiraculare) zwischen dem 3. und 4., einer gut entfalteteten hyo-branchialen Spalte zwischen dem 4. und 5. Bogen und gut ausgebildeten interbranchialen Kiemenspalten zwischen den Kiemenbogen. Von diesen Visceralbogen fehlt den beiden ersten eine ihnen speciell eigenthümliche Muskulatur; die übrigen besitzen sie, und zwar wird die des 3. Bogens vom Ram. mandibularis n. trigemini, die des 4. vom (posttrematischen) Ram. hyoideus n. facialis, die des 5. vom Ram. branchialis posttrematicus n. glossopharyngei, die des 6. bis 11. von den Rami branchiales posttrematici n. vagi versorgt; kleinere Abweichungen und Aberrationen in andere Gebiete erklären sich leicht als sekundäre. Die genannten Nerven bilden nebst ihren sensibeln Antheilen die Hauptstämme des Trigemini, Acustico-facialis, Glossopharyngeus und Vagus; sie sind die typischen Nerven für die betreffenden Visceralbogen; ausser ihnen senden sie noch zahlreiche ventrale und dorsale sensible (und sympathische) Zweige ab, welche zum Theil praetrematisch an den vorhergehenden Kiemenbogen sich verzweigen, zum Theil aber die branchiömeren Grenzen nicht mehr inne halten und sich weit in andere Gebiete (Rostrum, orbitale Region, Lippenknorpel, Rumpf etc. etc.) verirren. Die Labialknorpel besitzen auch keine ihnen eigenthümlichen Nerven mehr; ihr sensibles Gebiet wird von abirrenden Trigeminiäzweigen aus dem Ram. supramaxillaris versorgt; wo Muskeln mit ihnen in Verband stehen, entstammen dieselben der von dem Ram. mandibularis trigemini innervirten Muskulatur<sup>1)</sup>. Diese Verhältnisse geben an die Hand, dass vor dem Trigemini einstmals mindestens zwei segmentale Nerven für den ersten und zweiten visceralen Bogen (Lippenknorpel) existirten; ob bei den Vorfahren der Selachier auch vor diesem ersten noch weitere Bogen sich fanden, entzieht sich jeder Beurtheilung.

Auf Grund der Verhältnisse beim ausgebildeten Thiere kann zweifelhaft sein, ob der Trigemini als monomerer oder dimerer Nerv zu beurtheilen sei; Acustico-facialis und Glossopharyngeus sind monomere Nerven, Vagus ein polymerer Nerv. Am Ursprunge und im Durchtritte durch das Cranium ist die Polymerie des Letzteren

1) Es handelt sich hier um Aberrationen der ursprünglich zu anderen Visceralbogen gehörenden Muskulatur in das Gebiet der benachbarten Organe. Solche Aberrationen kommen im visceralen Bereiche, wie auch anderwärts, wiederholt zur Beobachtung und haben die Angaben mancher Autoren, wie z. B. MARSHALL (1886), RABL (1887) u. A., dass die visceralen Nerven genau und gewissenhaft die Grenzen ihrer Bogen festhalten, nur für die primordialen Anfänge ihrer Bildung Gültigkeit. Dass die sensibeln Zweige derselben eine noch viel erheblichere Aberrationsbreite als die motorischen besitzen und mit ihren Endorganen bis an das Ende des Rumpfes gelangen können, war schon den alten Anatomen bekannt. Selbstverständlich ist aber, gegenüber HIS. daran festzuhalten, dass in der Phylogese das sensible oder muskulöse Endorgan wandert und seinen Nerv mit sich nimmt, nicht aber, dass der Nerv entfernte Organe aufsucht und sich erst sekundär mit ihnen verbindet.

nicht mehr zu erkennen; doch ist hervorzuheben, dass gerade bei den am tiefsten stehenden Selachiern, den Notidaniden, die Länge der centralen motorischen Säule und die Anzahl der Wurzelstränge des Vagus eine beträchtlich grössere ist als bei den pentanchen Selachiern<sup>1)</sup> und dass das speciellere Verhalten derselben über ihre primordiale Bedeutung kaum Zweifel entstehen lässt (vergl. auch meine früheren Darlegungen im ersten und zweiten Abschnitte).

Die embryologische Untersuchung der Selachier hat die zu diesen Visceralbögen gehörenden Visceralhöhlen kennen gelehrt. Nach den Beobachtungen von Miss PLATT an *Acanthias*, die in dieser Hinsicht am weitesten gekommen zu sein scheint, übrigens im Wesentlichen die Untersuchungen VAN WILHE's bestätigt und bei HOFFMANN wieder Bestätigung findet, existirt für jeden Bogen vom mandibularen an eine viscerale Höhle, eine mandibulare (die vielleicht zwei Segmenten entspricht) für den Kieferbogen, eine hyoidale für den Zungenbeinbogen, je eine branchiale für die einzelnen Kiemenbögen; vor der mandibularen Höhle findet sich noch eine praemandibulare und eine antepreaemandibulare (anterior head cavity PLATT's), welche vielleicht den beiden Lippenknorpelbögen entsprechen. An dem *Torpedo*-Embryo fehlen über die Visceralhöhlen noch abschliessende Untersuchungen; was KILLIAN darüber mittheilt, ergibt weniger als die eben erwähnten Befunde von *Acanthias*; im praemandibularen Gebiete wurde nichts gefunden, im mandibularen auf Grund von noch unabgeschlossenen Beobachtungen die Anlage von zwei Visceralhöhlen behauptet (ein Befund, der auch anders gedeutet werden kann), im hyoidealen und den folgenden Branchiomerer nur je eine viscerale Höhle gesehen; zugleich geht aber aus der auch für die Occipitalzone beschriebenen Kommunikation der Branchialhöhlen mit den Somitenhöhlen (welche zu ursprünglich ganz verschiedenen Metameren gehören, die ersteren zum palaeokranialen, die letzteren zum spinalen Gebiete) die völlig cänogenetische, nur zu Täuschungen Veranlassung gebende Natur dieser Beobachtungen hervor (vergl. auch p. 439, 573). Angesichts der auch sonst bestehenden Kontroversen über die vorderen Visceralhöhlen, die der eine Autor als coelomatöse Hohlräume auffasst, der andere direkt von den Visceraltaschen ableitet, bedarf es weiterer Untersuchungen, ehe man in diesen Höhlen sichere Fundamente für die Vergleichung finden kann.

Desgleichen ist es bisher nicht gelungen, die Existenz von zahlreicheren Kiemenpalten, als sie die Untersuchung der erwachsenen Thiere ergab, bei den Selachiern ontogenetisch zu erweisen. Wie oft auch diese oder jene Autoren behaupteten, bald hier, bald dort innerhalb der Reihe der bestehenden Kiemenpalten noch weitere gefunden zu haben, so sind sie doch den Beweis dafür schuldig geblieben; was so oft als Kiemenpalten ausgegeben wurde, erwies sich der Kritik nicht stichhaltig.

Das Gleiche gilt bezüglich der epibranchialen Ganglien resp. der sogenannten epibranchialen Sinnesorgane. Hier hat die Ontogenie der Selachier

1) Ich hebe namentlich den *N. accessorius* von *Hexanchus* hervor.

wohl manches gefördert, aber sichere Beweise für zahlreichere Metameren nicht gegeben.

Aus der Zahl der in den betreffenden Gebieten befindlichen Somiten oder dorsalen Nerven ohne Weiteres Schlüsse auf die primäre Zahl der Branchiomerer machen zu wollen, wofür die Litteratur manche Andeutungen giebt, scheint mir bedenklich zu sein.

Eine Feststellung, die ich als glücklich bezeichnen möchte, haben VAN WIJHE'S Untersuchungen ergeben: die Sonderung des Trigemini in das vordere rudimentäre Segment des Ophthalmicus profundus und das hintere komplette des Haupttheiles des Trigemini. Die Verhältnisse bei den ausgebildeten Myxinoiden werden eine Bestätigung dieses Fundes geben.

#### bb. Petromyzonten.

Bei den Petromyzonten liegen die Verhältnisse in mancher Hinsicht weniger günstig als bei den Selachiern. Das Versorgungsgebiet des Vagus und Glossopharyngeus verhält sich bei älteren Entwicklungsstadien und ausgewachsenen Thieren metamorphisch in der Hauptsache wie bei den heptanchen Selachiern, die hyo-branchiale Kiemenöffnung ist aber die erste offene, während das Homologon der hyo-mandibularen (Spritzloch) sich wohl anlegt, aber schon während des embryonalen Lebens schliesst. Somit fehlt die Trigemini und Facialis scheidende Kiemenspalte; immerhin kann man beide Nerven auch bei Erwachsenen nach ihrem Verlaufe gut sondern und trotz mancher Umbildungen in ihren Grundzügen das gleiche Verhalten wie bei den Selachiern wiederfinden. Im trigeminalen und praetrigeminalen Gebiete dagegen sind wohl infolge der parasitären Lebensweise derartige Umwandlungen des visceralen Apparates zu Stande gekommen, dass es bisher noch nicht gelang, die Homologien der bezüglichen vordersten Skelettelemente sicher zu bestimmen.

Durch von KUPFFER'S Untersuchungen sind aber bei Embryonen vor dem Hyoidbogen und der hyo-mandibularen Kiemenspalte drei viscerale Bogen nachgewiesen, welche zwar nicht durch offene Kiemenspalten, aber durch Aussackungen des sogenannten praeoralen Darmes (Kiementaschen) von einander gesondert werden; dieselben sind von hinten nach vorn gezählt der Mandibularbogen, Palatinbogen und Trabekularbogen, somit die gleiche Zahl, welche bei den erwachsenen Haien durch den Mandibularbogen, die hinteren und den vorderen Labialknorpel vertreten war<sup>1)</sup>. Indessen bestehen in dieser Gegend, welche v. KUPFFER als die praeorale bezeichnet, derartige Verschiebungen, dass zur Zeit eine speciellere Vergleichung zwischen den Bogen der Selachier und Petromyzonten noch nicht gegeben werden kann. Auch ist unsere Kenntniss des Mundes der Petromyzonten in keiner Weise als eine abgeschlossene zu bezeichnen; die Labialknorpel der Selachier haben eine postorale Lage, während jedenfalls die beiden ersten Bogen der Embryonen von *Petromyzon* dem praeoralen Gebiete zugerechnet werden. Man muss somit diesen

1) Vor dem Trabekularbogen wird bekanntlich auch bei *Acipenser* ein Praecerebralbogen von v. KUPFFER angegeben, der aber *Ammocoetes* fehlt.

Punkt zunächst noch in suspenso lassen. Das aber kann man auf Grund der bisherigen Kenntniss annehmen, dass die Petromyzonten nicht mehr viscerele Bogen etc. als die Selachier besitzen und dass sie selbst eine grössere Tendenz zur Rückbildung der vorderen und mittleren visceralen Elemente zeigen als diese und die Ganoiden<sup>1)</sup>.

Eine Zweitheilung des Trigemini wird auch von HATSCHKE beschrieben, aber in anderer Weise durchgeführt als bei den Selachiern durch VAN WIJHE und seine Nachfolger. VON KUPFFER giebt diesem Nerven auf Grund der ziemlich grossen Anzahl der hier liegenden Epibranchialganglien 5—6 Metameren; mir will scheinen, dass die Zahl dieser wenig regelmässig angeordneten Ganglien sich sehr wenig mit der Zahl der in jener Gegend befindlichen Bogen und Taschen deckt. Man kann somit auch daran denken, dass hier sekundäre Umbildungsvorgänge, die infolge der cänogenetischen Verkürzung nicht mehr rekapitulirt werden, erst zu der vorliegenden Anordnung der epibranchialen Ganglien im Gebiete des Trigemini geführt haben. Jedenfalls bedarf es hier meiner Ansicht nach noch weiterer Untersuchungen. Auf Grund meiner eigenen Beobachtungen bin ich einer Zweitheilung des Trigemini, aber in dem Sinne VAN WIJHE's, zugeneigt.

Facialis und Glossopharyngeus werden von HATSCHKE und v. KUPFFER als monomere Nerven beschrieben; nirgends findet sich die Spur einer Theilung des Facialis-Segmentes in zwei oder mehr Metameren.

Der Vagus entspringt mit einer mittleren Zahl von Wurzelbündeln, im Uebrigen aber wie ein einfacher Nerv, geht jedoch mit 6 Rami branchiales zu den Kiemenbögen und besitzt auch nach v. KUPFFER bei dem Embryo 6 regelmässig angeordnete, den einzelnen Kiemenbögen entsprechende epibranchiale Ganglien. Hier scheinen somit die Bedingungen für die Hexamerie weit besser erfüllt zu sein als bei dem Trigemini; es ist mir nicht recht ersichtlich, warum v. KUPFFER gerade hier das Verhalten der Epibranchialganglien als nebensächlich für die Bestimmung der Nervenmetamerie betrachtet und den Vagus als monomeren Nerven auffasst.

#### cc. Myxinoiden.

Die Myxinoiden zeigen bei einer übrigens sehr primitiven Anlage eine in mancher Hinsicht noch weiter gehende Umbildung und besondere Wege gehende Specialisirung ihres visceralen Apparates als die Petromyzonten. Nicht allein die hyomandibulare Kiemenspalte, sondern auch die hyobranchiale und wohl auch einige darauf folgende interbranchiale Kiemenspalten sind geschlossen; wie viele lässt sich auf Grund unserer jetzigen Kenntniss nicht sicher bestimmen. Dazu kommt eine ziemlich weitgehende Verlagerung der noch funktionirenden und nach aussen mündenden Kiemen nach hinten<sup>2)</sup> und, abgesehen vom letzten Ende der Kiemenregion, der Mangel an skeletogenen Kiemenbogenelementen (p. 621 f.).

1) Vergl. Anm. 1 auf der vorhergehenden Seite.

2) Sehr bemerkenswerth ist die Beobachtung von PRICE, der bei dem jüngsten von ihm untersuchten Embryo von *Bdellostoma* die 6 ersten Kiementaschen noch vor dem ersten Spinalganglion, also noch völlig im Bereiche des Palaeokraniums fand (cf. p. 622).

Der Vagus besitzt bei *Myxine* und einigen Arten von *Bdellostoma* 6, bei anderen Species des letztgenannten Genus mehr (bis zu 14) Rami branchiales; ausser diesen hat früher eine mit den zur Zeit vorliegenden Materialien nicht mehr genau bestimmbare Anzahl vor diesen befindlicher Kiemenäste existirt. Seine Polymerie übertrifft somit die Hexamerie der Petromyzonten und Notidaniden noch um eine nicht unerhebliche Anzahl von Segmenten<sup>1)</sup>. Der Ursprung des Vagus geschieht einfach oder mit weniger Wurzeln; doch wird bei Embryonen von *Bdellostoma* bekanntlich eine längere Reihe solcher angegeben (p. 612).

Zufolge der angegebenen Umbildung ist das Rudiment des Glossopharyngeus nicht sicher vom Vagus abzugrenzen.

Der Facialis ist monomer; seine Rr. acustici zeigen gewisse Besonderheiten, auf welche indessen hier nicht einzugehen ist. Zwischen Facialis und Trigemini befindet sich der sensible N. palatinus (p. 616 Textfigur 1. pal), scheinbar auch embryonal als eigener Nerv auftretend; weitere Untersuchungen müssen entscheiden, ob damit ein primitives Verhalten oder eine sekundäre Ablösung vom Facialis gegeben ist. Bis auf Weiteres bin ich geneigt, ihn letzterem Nerven zuzurechnen.

Bei dem Trigemini beobachte ich ebenso wie PRICE Dimerie. Das vordere Metamer desselben, welches wahrscheinlich in der Hauptsache dem Ophthalmicus profundus entspricht, gewährt dadurch ein besonderes Interesse, dass es auch motorische Zweige enthält<sup>2)</sup>, somit kompletter angelegt ist als der Ophthalmicus profundus aller höheren Vertebraten. In diesem Verhalten erblicke ich ein wichtiges Beweisstück für die vollwichtige metamerische Natur des Ophthalmicus profundus. Ob die von diesem versorgten Muskeltheile auf einen ursprünglichen Bogen, welcher dem hinteren Labialknorpelbogen der Selachier homolog ist, bezogen werden können, ist wahrscheinlich, aber bei der weitgehenden sekundären Umbildung aller dieser Theile bei den Myxinoiden zur Zeit nicht zu beweisen. Gerade bezüglich dieser Verhältnisse ist fast noch alles zu thun.

#### dd. Akranier und Vergleichung mit den Kranioten.

Die verschiedenen Versuche einer Vergleichung des Nervensystems von *Amphioxus* mit demjenigen der Kranioten habe ich oben (p. 637, 638) kurz zusammengestellt; sie weichen sowohl hinsichtlich der Grenzbestimmung zwischen Gehirn und Rückenmark, als hinsichtlich der Deutung der einzelnen Nerven ganz ausserordentlich von einander ab.

Die hintere Hirngrenze verlegen die meisten älteren Autoren hinter den

1) Es kann daran gedacht werden, die 14-Zahl der Kiemen von *Bdellostoma polytrema* als das sekundäre, die 6-Zahl von *Bd. hexatrema* etc. dagegen als das primäre Verhalten aufzufassen, somit anzunehmen, dass eine sekundäre Neubildung 8 hinterer Kiemen bei der erstgenannten Art stattgefunden habe. Das hat aber namentlich unter Berücksichtigung der auf p. 621 f. mitgetheilten Verhältnisse wenig Wahrscheinlichkeit. Ich bin durchaus geneigt, auch bei den Myxinoiden die geringere Kiemenzahl von der grösseren abzuleiten.

2) Dieselben sind von J. MÜLLER (1838) und namentlich P. FÜRBRINGER (1875), die hier vor Decennien ohne jedes Vorurtheil und ohne jede Kenntniss der inzwischen eröffneten Fragpunkte arbeiteten, genau nachgewiesen worden und leicht zu bestätigen.

Abgang des 2. Nerven, ROHDE und v. KUPFFER hinter den des 5., VAN WIJHE hinter den des 10., HUXLEY hinter den des 14. und GEGENBAUR an das hintere Ende der Kiemenregion, also bei *Amphioxus lanceolatus* etwa an den Abgang des 28. bis 30. Nerven.

Der Trigemini wird als Monomeron in dem 1. dorsalen Nerven (OWSJANNIKOW, RABL) oder dem 2. Nerven (GOODSIR) oder einem Theile des 2. Nerven (DE QUATREFAGES, OWEN), als Dimeron in dem 1. und 2. (ROHON, KRAUSE, HATSCHKE) oder 2. und 3. Nerven (VAN WIJHE), als Hexameron in dem 2. bis 7. (J. MÜLLER), als Heptameron in den 7 ersten Nerven (HUXLEY, der auch das Material für die Augenmuskelnerven darin erblickt) gefunden. Den Facialis beurtheilen die Autoren bald als einen monomeren (2. Nerv nach OWSJANNIKOW und RABL; selbstständig gewordener hinterer Theil des 2. Nerven nach ROHON; 8. Nerv nach HUXLEY), bald als einen dimeren Nerven (4. und 5. Nerv nach VAN WIJHE). Den Glossopharyngeus findet VAN WIJHE in dem 6., HUXLEY in dem 9. Nerven wieder; ROHON fasst ihn als pentameres, aus dem 3. bis 7. Nerven zusammengesetztes Multiplum auf und sieht in demselben zugleich die Elemente des Hypoglossus. Der Vagus ist für DE QUATREFAGES und OWEN nur Theil des 2. Nerven, für VAN WIJHE ein dimerer (aus dem 7. und 8. Nerven bestehender) oder tetramerer (aus dem 7. bis 10. Nerven zusammengesetzter)<sup>1)</sup>, für HUXLEY ein hexamerer (durch den 10. bis 15. Nerven repräsentirter), für ROHON ein von 13 Segmenten (8. bis 20. Nerv) gebildeter Nerv, während aus GEGENBAUR'S Anschauungen eine Zusammensetzung aus noch mehr Neuromeren hervorgeht. Die Rami viscerales des 11. bis 30. Nerven, welche sich zu einem den Kiemenkorb vom 7. primären Kiemenbogen ab versorgenden Kollektor verbinden, vergleicht VAN WIJHE mit dem Grenzstrang des Sympathicus (1894) und nimmt dabei zugleich seine frühere Ansicht (1893), dass es sich hier um den R. branchio-intestinalis vagi handle, als auf früherer unvollständiger Kenntniss beruhend, zurück. Von praetrigeminalen Nerven wird der N. apicis von VAN WIJHE in dem 1. Nerven des *Amphioxus* wiedergefunden<sup>2)</sup>.

Von diesen Deutungen sind diejenigen, welche an einen Vergleich mit den Augenmuskelnerven oder mit dem Hypoglossus (soweit es sich um dessen ventrale Wurzeln handelt) denken, von vornherein auszuschliessen; die Homologe dieser Nerven können nur in den ventralen Nerven des *Amphioxus* wiedergefunden werden. Auch die Homologisirung von HUXLEY, weil von einer metamerisch nicht sicher fixirbaren und bei den verschiedenen Arten von *Amphioxus* veränderlichen (p. 641 Anm. 1) Grundlage ausgehend und den specielleren Verhältnissen bei den Kranioten mehr Rechnung tragend als dem Verhalten der Akranier, verdient nicht die Berücksichtigung.

1) Die Bestimmung des Vagus giebt VAN WIJHE nicht auf Grund direkter Beobachtung, sondern per exclusionem. Die Deutung desselben als Dimeron (7. und 8. Nerv) zieht er derjenigen als Tetrameron vor und homologisirt danach den 9. und 10. Nerven des *Amphioxus* im Einklange mit seinen auch bei den Kranioten vertretenen Anschauungen mit dorsalen Wurzeln des Hypoglossus.

2) Die den Olfactorius und Opticus betreffenden Homologisirungsversuche sind für die vorliegende Frage von keiner Bedeutung und brauchen daher hier nicht wiedergegeben zu werden. Ich verweise diesbezüglich auf die frühere Rekapitulation (p. 637 f.).

sichtigung, wie diejenigen von ROHON, HATSCHKE und VAN WIJHE, welche die bestimmenden Faktoren durch direkte Untersuchung des Nervensystems von *Amphioxus* gewannen. Die von ROHDE angegebene und von v. KUPFFER acceptirte hintere Gehirngrenze verdient gewiss den Vorzug vor der alten mit dem bleibenden (ersten) Ventrikel abschliessenden; ich kann aber in dem betreffenden ganglienzellenreichen Stücke nicht das ganze primitive Nachhirn, sondern nur eine vordere höher differenzirte Parthie desselben erblicken, wobei ich allerdings voraussetze, dass die Angaben von ROHON und VAN WIJHE über den Abgang der hinteren Cerebralnerven in der Hauptsache richtig sind. Wie die sehr weitgehenden Diskrepanzen in den Deutungen zeigen — der gleiche Nerv des *Amphioxus* wird beispielsweise von den verschiedenen Autoren mit Trigemini, Facialis und Glossopharyngeus oder mit Trigemini, Glossopharyngeus und Vagus verglichen, und auch die neuesten und genauesten Untersuchungen von HATSCHKE und VAN WIJHE gehen nicht einmal über die Fundamente der Mundbildung einig (cf. p. 642, 643) —, unterliegt die speciellere Homologisirung ganz erheblichen Schwierigkeiten, und auch ich kann den Untersuchungen meiner Vorgänger weder eigene, die weiter gekommen wären, hinzufügen, noch mit Bestimmtheit entscheiden, welche metamerische Vergleichung den Vorzug verdient. An der noch bestehenden Kontroverse bezüglich der Mundbildung des *Amphioxus* (wobei ich allerdings mehr geneigt bin HATSCHKE und WILLEY zu folgen) und an der Unsicherheit, ob und wie weit gehende Reduktionen das vordere Körperende des *Amphioxus* aufweist, scheidet zunächst jeder Versuch, mit den bisher vorhandenen Materialien die Frage zu lösen, und gebe ich daher das Folgende auch nur in bedingter Form.

In den 2 bis 3 ersten Nerven finde ich die Elemente des Trigemini resp. des Trigemini und der praetrigeminalen Nerven wieder. Ist die von HATSCHKE gegebene Bestimmung der hyo-mandibularen Spalte gesichert, so wird auch HATSCHKE'S Deutung, dass das Homologon des Trigemini von dem 1. und 2. Nerven gebildet werde, zuzustimmen sein; im gegentheiligen Falle würde die Homologisirung VAN WIJHE'S, der in dem 1. Nerven von *Amphioxus* einen praetrigeminalen Nerven<sup>1)</sup> und in dem 2. und 3. den Trigemini wiederfand, besondere Berücksichtigung verdienen und auch durch die Befunde bei den Myxinoiden (motorische Elemente in beiden Trigemini-Segmenten) eine gewisse Bestätigung erhalten.

Der nächste Nerv, also der 3. oder der 4., würde der Facialis sein, von dessen Dimerie ich mich auch hier nicht überzeugen konnte<sup>2)</sup>; der darauf kommende (der 4. oder der 5.) würde den Glossopharyngeus repräsentiren.

Auf diesen folgt der Vagus, welchem ich auch den sympathischen Collector

1) Die von VAN WIJHE gegebene Vergleichung dieses Nerven mit dem N. apicis von *Protopterus* hat Lage und Abgang, nicht aber die spezifische Ausbildung beider Nerven für sich. Auch hier stehen wir erst am Anfange unserer Kenntniss. Hinsichtlich der Vergleiche kann auch an den N. thalamicus von PLATT gedacht werden, womit ich aber nicht sagen will, dass ich diese Homologisirung vertrete.

2) Die von VAN WIJHE zu Gunsten der Dimerie des Facialis verwerthete Beobachtung WILLEY'S (cf. p. 642) erscheint mir nicht in dem Grade beweisend wie VAN WIJHE.

VAN WIJHE's zurechne, somit in Summa eine Polymerie von etwa 22 Segmenten gebe<sup>1)</sup>. In dieser Auffassung unterscheide ich mich durchaus von VAN WIJHE, welcher dem Vagus 2 oder höchstens 4 Metameren zuertheilte und die übrigen zum Kiemenkorb gelangenden Zweige als Sympathicus auffasste. Diese, von ihm auch bei den Kranioten in den Veröffentlichungen seit 1886 vertretene Anschauung, legt den Schwerpunkt auf die relativ kurze Ursprungsstrecke des Vagus und fasst die über den Bereich von 2 Visceralbogen hinausgehende peripherische Verbreitung desselben mit den hinteren (kaudalen) Kiemenbogen als neu erworben auf, steht also der GEGENBAUR'schen Auffassung diametral gegenüber. Auf Grund der Beobachtungen bis 1893 konnte allerdings die Möglichkeit nicht von der Hand gewiesen werden, dass man die thatsächlich bestehenden Verhältnisse auch auf diese Weise deuten könne, ob schon einem solchen Deutungsversuche keine grosse überzeugende Kraft innewohnte. Mit den Untersuchungen von 1894 scheint mir aber VAN WIJHE selbst die Materialien für die GEGENBAUR'sche Anschauung und gegen seine eigene bisherige Deutung geliefert zu haben. Ich vermisse in seiner Abhandlung den Nachweis, wodurch sich die 7 vorderen Kiemenbogen so sehr von der Mehrzahl aller auf sie folgenden unterscheiden, dass man die ersteren dem Glossopharyngeus und Vagus, die letzteren aber dem sympathischen Grenzstrang zuweisen müsse, und kann ihm auch nicht zustimmen, wenn er seine der ontogenetischen Untersuchung der Selachier entlehnten Anschauungen (wonach 2 Nerven 6 Kiemenbogen versorgen sollen) als Fundament für die Deutung der primordialen eumetameren Verhältnisse des *Amphioxus* benutzt. Weiter kommen für mich auch die Myxinoiden mit ihrem polymeren, bei *Bdellostoma polytrema* mindestens aus 14, wahrscheinlich aber mehr branchialen Segmenten bestehenden Vagus in Frage; sie sind in dieser Hinsicht die Vermittler zwischen *Amphioxus* und den anderen Kranioten. Nach meiner Auffassung gewähren somit die in hohem Grade dankenswerthen Untersuchungen VAN WIJHE's gerade den Nachweis der hochgradigen Polymerie des Vagus der Akranier und die Bestätigung der Richtigkeit der GEGENBAUR'schen Anschauungen, nach denen das Homologon des Gehirns der Kranioten sich bei *Amphioxus* über den ganzen Kiemenbereich erstreckt.

Bei den Akraniern besteht der Vagus aus einer grossen Anzahl selbstständiger segmentaler Nerven, von denen jeder aus dorsalen und ventralen Rami cutanei et laterales und einem gemischtem Ram. visceralis sich zusammensetzt; die Rr. viscerales aller dieser Nerven mögen ursprünglich einen rein segmentalen Verlauf gehabt haben, sind aber mit der Ausbildung der Hypermetamerie des *Amphioxus* zu sekundären Plexusbildungen (Kollektor) zusammengetreten. Ob die akranen Vorfahren der Kranioten auch eine Polymerie der Kiemen und der Komponenten des Vagus besessen haben, welche derjenigen der eumetameren *Amphioxus*-Larve gleich kam, oder ob sie niemals

1) Unter Zugrundelegung der Zahlen von VAN WIJHE würde eine Polymerie von 24 Nerven resultiren. Ich gehe anstatt bis zum 30. nur zum 28. Nerven, zähle somit 22 Nerven, eine unerhebliche, vielleicht nur individuelle Differenz.

eine derartige Zahl erreichten, wissen wir nicht<sup>1)</sup>. Mögen sie nun ein in sehr hohem Grade oder nur in mässiger Weise polymeres Verhalten gezeigt haben, so hat sich, müssen wir schliessen, beim successiven Uebergange in das kraniole Stadium eine Konzentration und Zusammenziehung des ursprünglich lang ausgezogenen Hirnthheiles des Centralnervensystems vollzogen, und damit wurden zugleich die bisher getrennten segmentalen Ursprünge der Vagus-Metameren einander so genähert, dass der Vagus mehr und mehr in die Gestalt eines annähernd oder scheinbar einheitlich beginnenden Nerven übergieng<sup>2)</sup>. Die ausgedehntere Verknorpelung des Paläokraniums traf ihn bereits in diesem zusammengedrängten Zustande seiner Ursprünge und umschloss ihn daher mit einem einfachen Foramen pro vago. Seine Rami cutanei und laterales hatten dabei verschiedene Schicksale; die meisten derselben gingen an der Invasion der spinalen Elemente zu Grunde<sup>3)</sup>, die persistirenden gewannen zum Theil neue einseitige Ausbildungen<sup>4)</sup>. Konservativer, wenn auch mit der Rückbildung der hinteren

1) Dass überhaupt die Polymerie der Kiemen eine relativ späte Erwerbung der Vertebraten-Vorfahren ist, wird durch die Ontogenese derselben und durch die Vergleichung mit den Tunikaten zur Genüge illustriert. Wir dürfen annehmen, dass die frühesten Vertebraten mit den geringsten Kiemenzahlen begannen und dieselben erst sekundär durch successive nach hinten fortschreitende segmentale Durchbrüche im Seitenplattenbereiche des Körpers (Kopfdarmes) vermehrten. *Amphioxus* gelangte auf diese Weise zu einer beträchtlichen Anzahl solcher segmental angeordneter, eumetamerer Kiemen, er vermehrte dieselben selbst sekundär bis zu hypermetameren Erwerbungen, welche, wie es scheint, während des ganzen Lebens fortschreiten. Auch die Myxinoiden erreichten ansehnliche Zahlen, beschränkten sich aber auf das — wenigstens der Zahl nach — eumetamere Stadium, das durch eine sekundäre von vorn beginnende Rückbildung zur Verminderung der Kiemenzahl führte. Bei den Vorfahren der Petromyzonten und Gnathostomen endlich wurde eine Anzahl eumetamerer Kiemen erworben, welche diejenige der Myxinoiden vielleicht erreichte, vielleicht auch etwas hinter ihr zurückblieb, jedenfalls aber nicht unbeträchtlich war; bald aber folgte die von vorn und von hinten beginnende Rückbildung, die dem entsprechend zu einer noch lebhafteren Verminderung der Kiemenzahl als bei den Myxinoiden führte. *Amphioxus* ist sonach gegenüber den Kranioten eigene Wege gegangen. Wie weit diejenigen der Myxinoiden mit denen der übrigen Kranioten zusammengelaufen sind, wage ich mit den bisherigen Materialien nicht zu entscheiden. Dass die jetzt lebenden Gnathostomen von Vorfahren abstammen, welche mindestens 11 Visceralbogen (incl. Lippenknorpel), wahrscheinlich auch mehr bereits besaßen, dass sie aber nicht von gnathostomen Eltern sich ableiten, welche im Vagusbereiche nur 1—2 Kiemen hatten, und von diesem kiemenarmen Stadium aus erst sekundär ihre vom Vagus versorgten Kiemen successive bis zu 4, 5 und 6 vermehrten, möchte ich VAN WIJHE und seinen Nachfolgern gegenüber festhalten. Principiell unterlasse ich es, genauere Mittheilungen über die Zahl dieser Metameren zu machen (vergl. auch p. 654). v. KUPFFER gelangt auf Grund von Zählungen, mit denen ich nicht übereinstimme, bei dem *Ammocoetes*-Embryo zur Zahl 14 und vergleicht dieselbe mit den diesbezüglichen Angaben von WILLEY und HATSCHKE, welche bei dem *Amphioxus*-Embryo 13 resp. 12 solcher primitiven Kiemenspalten zählen.

2) Von einem einheitlichen Beginne des Vagus kann man streng genommen bei keinem Kranioten sprechen; allenthalben nimmt derselbe ein mehr oder minder ausgedehntes, bei vielen Thieren über zahlreiche Metameren erstrecktes Ursprungsgebiet im centralen Nervensystem ein und geht mit einer oft recht grossen Zahl diskreter Wurzelstränge ab, deren metamerische Abgrenzung bei Berücksichtigung der peripherischen Vertheilung an den Visceralbogen (wenn dieselben nicht verkümmert sind) gelingt und nur deshalb Schwierigkeiten macht, weil das Vagusloch einheitlich ist. — Solche sekundäre Zusammendrängungen der Nervenwurzeln begegnen uns übrigens auch an anderen Stellen des Centralnervensystems, so z. B. im Bereiche des Plexus lumbo-sacralis, wo die einzelnen Nerven erst durch ihre gesonderten intervertebralen Austritte sich scheiden lassen, und im Gebiete des Hypoglossus, dessen metamerische Wurzeln bei den niederen Amnioten und bei den Embryonen noch gesondert austreten, bei vielen Säugethieren aber durch eine einzige Oeffnung in der Dura mater und dem Schädel nach aussen gelangen (vergl. p. 533, somit in dieser Hinsicht sich ganz wie der Vagus verhalten.

3) Möglicherweise stellen die von v. KUPFFER (1894 p. 73) selbst noch bei Amnioten-Embryonen hinter dem Vagus im vorderen Rumpfe gefundenen rudimentären Branchialnerven letzte Ueberbleibsel dieser Rr. cutanei et laterales dar.

4) Von den Rami laterales der Petromyzonten und amnionlosen Gnathostomen zeigen die den vordersten Vaguswurzeln entstammenden die höchste, zum Theil die einzige Ausbildung. Das ist eine sekundäre Blüte. Die

Kiemen von ihrem Besitze verlierend, erwiesen sich die Rami viscerales und wurden damit die noch überbleibenden Repräsentanten des wichtigsten und hauptsächlichsten Abschnittes des Vagus (R. branchio-intestinalis nebst Accessorius)<sup>1)</sup>.

Dass ich nach dem Dargelegten für eine wirkliche Homodynamie der Nn. trigeminus, facialis, glossopharyngeus und vagus eintrete, somit RABL (89), der die beiden ersten den beiden letzten als heterogene Gebilde gegenüberstellt, oder FRORIEP (85), welcher dem Trigeminus eine besondere Position gegenüber den drei anderen Nerven zuertheilt, nicht zustimmen kann, bedarf keiner weiteren Ausführung.

#### δ. Ventrale Gehirnnerven (Augenmuskelnerven) und palaeokraniale Somiten.

Die vergleichende Untersuchung des *Amphioxus* und die Ontogenie der kranioten Wirbelthiere zeigen, dass im Bereiche des Palaeokraniums sich eine Anzahl von Myomeren (Somiten) befindet, die zum Theil mit gut entwickelten ventralen Nerven versehen der Augenmuskulatur Ursprung geben, zum Theil aber bei den Kranioten-Embryonen rudimentär oder wahrscheinlich gar nicht in Anlage treten; in letzterem Falle ist ihre einstmalige Existenz nur durch den Vergleich mit *Amphioxus* zu erschliessen. Erstere mögen orbitale, letztere postorbitale palaeokraniale Somiten heissen.

#### aa. Augenmuskelnerven und orbitale palaeokraniale Somiten (Augenmuskeln).

Die drei Augenmuskelnerven werden von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren als monomere Nerven resp. als Abkömmlinge je eines Metamers beurtheilt; DOHRN und, soweit er sich darüber äussert, KILLIAN gründen dagegen auf den Befund an dem *Torpedo*-Embryo die Zusammensetzung derselben aus 2 (Trochlearis) oder mindestens 3 bis 4 (Oculomotorius, Abducens) Metameren. So wird die grosse Zahl der bei diesem Selachier aufgefundenen Vorderkopfsomiten verwerthet. Andere Autoren, vor Allen RABL (1892 p. 133), sprechen sich gegen die Vergleichbarkeit dieser Gebilde mit den hinteren Kopfsomiten und Rumpfsomiten, überhaupt gegen eine Segmentirung des Vorderkopfes aus.

Wie oben (p. 680 f.) dargelegt, stimme ich den Autoren bei, welche die Augenmuskelnerven als ventrale Vorderhornnerven auffassen, also mit den ventralen Spinalnervenzwurzeln homologisiren; die von ihnen versorgten Muskeln entstammen danach

---

Myxinoiden haben nichts damit Vergleichbares; ob bei ihnen in dieser Hinsicht Reduktionszustände vorliegen oder ob diese Aeste noch gar nicht zur Entwicklung gelangten, ist, eventuell an der Hand der ontogenetischen Untersuchung, erst noch zu entscheiden.

1) Eigenthümliche, bisher aber nur ganz unvollkommen erkannte Verhältnisse zeigen hierbei die Myxinoiden. Bei dieser interessanten Abtheilung, deren genauere Untersuchung uns noch manche Aufhellung in bisher dunkel gebliebenen Gebieten der Wirbelthier-Anatomie gewähren wird, zeigt der Glossopharyngeo-Vagus einerseits eine kaudalwärts gehende Ausbreitung seines R. intestinalis wie kein anderes Wirbelthier, andererseits aber eine Zusammenziehung seines Ursprunges, welche denselben selbst hinter den ersten spino-occipitalen Nerven (α') treten lässt und den Gedanken an einen nicht unerheblichen Ausfall im Gebiete seiner rostralen Metameren nahelegt. Doch erscheint es mir zur Zeit unmöglich, eine auf nur einigermaassen sicherer Grundlage ruhende Erklärung dieser Verhältnisse zu geben; ich verzichte daher auch auf die weitere Besprechung derselben und auf den Versuch einer specielleren Vergleichung mit den anderen Gnathostomen. — Auf der anderen Seite sei besonders der sehr lange metamerische Ursprung des N. vago-accessorius von *Hexanchus* hervorgehoben.

Homodynamen der Myomeren des Seitenrumpfmuskels, und diese fand ich auch in den sogenannten Somiten des Vorderkopfes gegeben, ohne dabei zu verkennen, dass die sichere Beweisführung dafür noch aussteht und dass diese Somiten resp. Theile derselben sehr erhebliche Umwandlungen und Aberrationen durchmachen mussten, bis sie als Augenmuskeln in Erscheinung traten. Der Umstand, dass es sich hier nur um sekundär veränderte Theile der ursprünglichen Somiten handelt, mag auch die Ursache der, von RABL (1889) mit gutem Rechte hervorgehobenen, cänogenetischen Heterotypien und Heterochronien sein, welche diese Muskeln einmal nicht an den für die Rumpfsomiten typischen Stellen, dann aber auch relativ später als diese zur Ausbildung gelangen liessen. Wenn ich somit einer kompletten Homodynamie der vorliegenden Gebilde mit den Rumpfmyomeren auch nicht das Wort rede, so vertrete ich doch eine Homodynamie allgemeineren Grades. *Amphioxus* mit der wundervoll gleichmässigen Ausbildung seiner Myomeren bietet uns gewissermaassen das Urschema dar, welchem die mannigfach veränderten und ungleichmässig differenzirten Abkömmlinge dieser Myomeren entstammen. Die relativ späte ontogenetische Entstehung der Augenmuskeln als beweisenden Faktor gegen die GEGENBAUR'sche Aufstellung der vorderen palingenetischen und der hinteren cänogenetischen Metameren zu verwerthen, wie RABL thut, dürfte meines Erachtens die Kompetenz der Ontogenese allzu sehr überschätzen und der Cänogenese nicht genug Rechnung tragen<sup>1)</sup>.

Das Maassgebende für die metamerische Beurtheilung der Augenmuskeln erblicke ich somit auch in der Zahl der Somiten und gebe DOHRN darin principiell durchaus Recht, wenn er auf diesen Umstand und auf seinen Fund bei *Torpedo* grossen Werth legt. Aber wie jede ontogenetische Einzelbeobachtung, so wird auch diese erst dann volles Bürgerrecht beanspruchen können, wenn 1) die Prüfung auf das Palingenetische und Cänogenetische in ihr auf dem Wege der Vergleichung geschehen ist und wenn 2) die Ausbildung dieser zahlreichen Somiten zu den fertigen Augenmuskeln ganz und im Einzelnen verfolgt worden ist.

Beides ist noch zu thun.

Ich gehe nicht so weit wie RABL, der überhaupt hier jede Somitennatur leugnet; aber ich vermisse den Nachweis, dass es sich bei diesen, nach DOHRN's eigener Angabe unregelmässig angeordneten und auch, wie die Vergleichung seiner und KILLIAN's Befunde lehrt<sup>2)</sup>, numerisch variabel angelegten Somiten um primäre, den Myotomen bei anderen Thieren und an anderen Körperstellen gleichwerthige Gebilde handelt. *Torpedo* zeigt nach DOHRN und KILLIAN in der prootischen Region 12 bis 14 Somiten, bei den Haiembryonen sind in dem gleichen Gebiete bisher nicht mehr als 4

1) Bei *Amphioxus* entwickelt sich bekanntlich das erste rudimentäre Myomer auch später und unvollkommener als die folgenden (cf. p. 639), bei dem Selachier-Embryo nach RABL's Angaben (1889) die erste etwas zurückgebildete Visceralspalte später als die zweite gut ausgebildete, und diesen Befunden liessen sich leicht noch andere anreihen. Es ist eine genugsam erprobte, aber nicht genug zu wiederholende Erfahrung, dass rudimentäre oder sekundär umgewandelte Theilgebilde in ihrer Ontogenese eine Retardation zeigen können, welche als cänogenetische Erscheinung nicht zu Folgerungen bezüglich der Palingenese verwandt werden darf.

2) LOCY (1895), der auch *Torpedo*-Embryonen untersuchte, fand hier weniger Somiten, als DOHRN und KILLIAN angeben.

(VAN WIJHE, HOFFMANN) oder höchstens 7 (PLATT) gefunden worden, wobei mir die zuletzt angegebene Maximalzahl auch nicht sicher erwiesen scheint<sup>1)</sup>. Wir finden also die erheblich geringere Somitenzahl bei den primitiveren Formen der Selachier, die beträchtlich grössere bei den höher stehenden und mehr specialisirten Vertretern derselben. Diese grosse Diskrepanz bei so nahe verwandten Thieren spricht an sich nicht für eine fundamentale Bedeutung dieser Somitenzahlen; ebenso wenig aber ist das systematische Vorkommen und die taxonomische Vertheilung derselben der an sich ja recht naheliegenden Anschauung günstig, dass die grössere Somitenzahl in diesem Falle ein Kennzeichen primordialen Verhaltens sei.

Aber vielleicht liegen die Verhältnisse bei den am tiefsten stehenden Vertebraten mit Augenmuskeln, den Petromyzonten, günstiger für die DOHRN'sche Anschauung. Hier findet sich gegenüber den Gnathostomen die bekannte Variante in der Innervation des M. rectus inferior, aber die Zahl der Muskeln ist bei *Petromyzon* und *Ammocoetes* die gleiche wie bei den Gnathostomen und auch bei den jüngsten Embryonen von *Ammocoetes* ist bisher nichts beobachtet worden, was für eine Polymerie der Augenmuskelnerven und Augenmuskeln spräche. Andererseits aber zeigt das bei *Ammocoetes* noch einheitliche faciale Myomer bei *Petromyzon* eine Sonderung in eine beträchtliche Anzahl (10—18) von Muskelsegmenten (p. 602). Selbstverständlich hat dieses Myomer keine Beziehung zu den Augenmuskeln; es bildet aber an sich eine instructive Illustration dafür, dass auch sekundär aus einem ursprünglichen Myomer sich zahlreiche Muskelsegmente (die natürlich primären Myomeren nicht gleichwerthig sind) ausbilden können.

*Amphioxus*, dessen Ontogenese hinreichend bekannt ist, leistet gleichfalls der Auffassung der Somiten von *Torpedo* als primären, vollwerthigen keinen Vorschub; die betreffende Körperregion desselben hat gar keinen Platz für dieselben.

Wenn ich auf Grund dieser Mittheilungen auch nicht behaupten will, dass die Somiten von *Torpedo* sekundäre Gebilde darstellen, so möchte ich doch erst noch weitere Untersuchungen, die den erwähnten Desideraten Rechnung tragen, abwarten, ehe ich ihre Natur als vollwerthige Myomeren anerkennen kann<sup>2)</sup>. In einem gewissen, allerdings von DOHRN's Auffassung ganz abweichenden Sinne möchte ich sogar wünschen, dass hier wirkliche palingenetische Myotome vorliegen; darüber weiter unten (p. 707 Anm. 3).

Ueber die specielle Innervation dieser *Torpedo*-Somiten ist bisher wenig mitgetheilt worden. Wenn sie echte primäre Myomeren vorstellen, so wird man er-

1) Die Befunde von PLATT und HOFFMANN beziehen sich auf dasselbe Thier (*Acanthias*). Was Miss PLATT als die ersten 7 Somiten abbildet (1891 B. p. 263 Fig. 13), nimmt höchstens einen Raum von  $4\frac{1}{2}$  Somiten ein und erweist sich so wenig und undeutlich von einander abgetrennt, dass ich nicht im Stande bin, hier 7 Somiten herauszufinden. — Nicht unerwähnt bleibe, dass DOHRN in gewissen Stadien bei *Mustelus*-Embryonen an der Basis des Hinterhirns, wo es in das Mittelhirn hinüberreicht, eine auffallend regelmässige, segmentartige Einschnittsbildung konstatiren konnte, die vielleicht nicht zufällig sei (1890 B. p. 345 Anm. 1).

2) Auch die Angabe von KILLIAN, dass die hyomandibulare Visceralspalte (Spritzloch) in der Breite von 5 Vorderkopfsomiten, die anderen Visceralspalten aber höchstens in der Breite von 1 Hinterkopfsomit durchbrechen, ist der Annahme, dass jeder Vorderkopfsomit einem Hinterkopfsomit gleichwerthig sei, nicht günstig.

warten dürfen, dass jedes derselben durch je einen selbstständigen ventralen Nerven versorgt werde und dass diese Nerven eine mehr oder minder regelmässige segmentale Reihe bilden. Mögen diese Nerven auch in den Anfangsstadien der Entwicklung recht schwer zu sehen sein, im weiteren Verlaufe derselben, wenn die Somiten sich in muskulöse Metameren, aus welchen die Augenmuskeln hervorgehen, umwandeln, müssen sie klar, deutlich und selbstständig heraustreten. Dieses Desiderat ist aber bei *Torpedo* noch zu erfüllen. DOHRN beschreibt und illustriert die Entwicklung der Augenmuskelnerven hier (1890) und bei einigen Haien (*Scyllium*, *Pristiurus* und *Mustelus*), sowie bei *Raja* (1891), aber in diesen Mittheilungen suche ich vergeblich die Beweise für die polymere Zusammensetzung der Augenmuskeln und ihrer Nerven<sup>1)</sup>. Dass hierfür die einfache Beobachtung von dem Ursprunge des Oculomotorius oder Abducens mit einer mehr oder minder grossen Anzahl von zwar am Ursprunge diskreten, aber peripher zusammenfliessenden Wurzelbündeln nicht genügt, leuchtet ein, denn zahlreiche zweifellos monomere Nerven gehen gerade so oder mit einer selbst noch grösseren Zahl von Wurzelbündeln von dem ventralen Nervensystem ab. Auch decken sich die Angaben von 1890 und 1891 hinsichtlich der metamerischen Länge des Ursprunges dieser zusammenfliessenden Wurzelstränge nicht vollständig<sup>1)</sup>. Der Beweis, dass es sich hier wirklich um diskrete metamerische Nerven handelt, wird erst dann angetreten sein, wenn Stadien aufgedeckt werden, wo diese Nerven von Anfang bis zu Ende von einander selbstständig und getrennt verlaufen und wenn von da aus die Entwicklung bis zum peripherischen Verschmelzen dieser Nerven genau verfolgt ist. Nicht minder wird man aber auch den überzeugenden Nachweis aller Umbildungen der einzelnen Somiten und ihrer Nerven bis zur definitiven Ausbildung der Augenmuskeln und Augenmuskelnerven verlangen dürfen; bis das nicht geschehen ist, können wir nur sagen, dass wir über die polymere Natur der betreffenden Gebilde noch recht wenig wissen<sup>2)</sup>.

1) Danach lässt DOHRN die Augenmuskelnerven, speciell den Oculomotorius und Abducens, als plasmatische, mit 2—7 Wurzelsträngen beginnende Ausflüsse, welche peripher zu einem Netz zusammenfliessen, entstehen, und zwar nach der ersten Mittheilung (1890) in der Breite von je 3—4 oder noch mehr Myomeren, nach der zweiten Veröffentlichung (1891) aber, wenn ich recht verstehe, in geringerer Ausdehnung. So wird z. B. 1890 A. und B. vom N. abducens von *Torpedo* angegeben, dass der Bezirk des Medullarrohres, aus welchem seine Wurzelfasern hervorsprossen, ausreichen würde, um 3—4 Spinalnerven aus sich hervorgehen zu lassen (1890 B. p. 343), dass er mit 4—6 wohlgeschiedenen Wurzelsträngen aus derjenigen Partie des Nachhirns herauswachse, welche zwischen den Facialis- und Glossopharyngeus-Ursprüngen, also auf der Höhe der Ohrblase gelegen ist, dass seine einzelnen Wurzelstränge genau so austreten wie die motorischen Wurzeln der Spinalnerven, von denen sie sich aber dadurch unterscheiden, dass sie bald nach ihrem Austritt in schräger Richtung nach vorn wachsen und zu einem gemeinsamen Stamme sich vereinigen (1890 A. p. 63, 64), ja es wird selbst an die Möglichkeit gedacht, ob die zur Bildung des M. rectus externus verwendeten Myotome nicht auch Material aus den hinter der Ohrblase befindlichen Metameren an sich gezogen haben (1890 B. p. 355), — und 1891 A. wird der N. abducens von *Scyllium* mit allen seinen Wurzelsträngen nur in der Breite eines oder höchstens zweier Myomeren abgebildet (Taf. IV Fig. 1) und zugleich von dem M. rectus externus von *Pristiurus* gesagt, dass er nur aus dem vorderen Abschnitte der sogenannten 3. Kopfhöhle entstehe, während die hinteren Abschnitte derselben an dieser Muskelbildung nicht participiren (p. 13).

2) Neuerdings wird von LOCY (1894, 1895) auf Grund von embryologischen Untersuchungen an *Acanthias* behauptet, dass hinter den bleibenden Augen noch accessorische Augen, und zwar mindestens 2, angelegt werden, welche sich aber bald zurückbilden. Ich kann diese Deutung der sonst guten Beobachtungen LOCY's nicht theilen, finde somit auch keinen Grund, dieses Moment für die Augenmuskeln zu verwerthen.

Ich bezweifle a priori keineswegs, dass DOHRN, der hierüber gewiss in der Zwischenzeit noch viel gearbeitet hat, dieser Nachweis noch gelingen mag<sup>1)</sup>. Bis er aber nicht erbracht ist, halte ich mich an das besser fundirte Schema, welches wir VAN WIJHE verdanken, und nehme eine metamerische Zusammensetzung der Augenmuskelnerven aus etwa 3 Somitennerven an<sup>2)</sup>. Das vereinigt sich auch am besten mit den räumlichen Verhältnissen bei *Petromyzon* und *Amphioxus*. Dort liegt vor dem Facialis auch nur die beschränkte Zahl von 2 bis 4 Myomeren; wollte man hier 8—10 unterbringen<sup>3)</sup>, so wäre das nur möglich, wenn man die dorsalen Kopfnerven des *Amphioxus* in Gedanken um 4—8 Metameren nach hinten schöbe und die branchialen Aeste des Vagus als Theile des Trigeminus, Facialis etc. anspräche oder wenn man annähme, dass die Homologe der ersten 5—7 Somiten von *Torpedo* bei *Amphioxus* verkümmert seien. Die erstere Konsequenz ist unannehmbar, die letztere in hohem Grade gekünstelt und durch nichts gestützt.

Zugleich bin ich geneigt, mit der Mehrzahl der Autoren diese 3 Somitennerven in das Gebiet des Trigeminus resp. des Trigeminus und Facialis zu legen, derart, dass ich den Oculomotorius in das vordere, den Trochlearis in das mittlere, den Abducens in das hintere Gebiet des Trigeminus resp. zwischen diesen und den Facialis bringe. Ob man danach den Oculomotorius dem Trigeminus oder einem praetrigeminalen Nerven, den Abducens dem Trigeminus oder Facialis zurechnen will, ist mehr Sache der speciellen Auffassung, je nachdem man die Begriffe des Trigeminus weiter oder enger zieht und die ventralen Nerven zu den vorhergehenden oder folgenden dorsalen Nerven rechnet. Einen primordialen Zusammenhang der Augenmuskelnerven mit Trigeminus und Facialis nehme ich nicht an; ventrale und dorsale Nerven waren, wie namentlich *Amphioxus* überzeugend lehrt, von früher Zeit ab von einander getrennt. Dass die motorischen Antheile beider einstmals zusammengehörten, ist wahrscheinlich, konnte aber bisher durch keine direkte Beobachtung erhärtet werden.

Der Oculomotorius gilt allgemein als der erste, der Trochlearis als der zweite, der Abducens als der dritte Augenmuskelnerv. Auf Grund der Beobachtungen VAN WIJHE's und seiner Nachfolger werden ihre Muskeln von drei auf einander folgenden Somiten derselben Körperseite abgeleitet. Ueberhaupt besteht, soweit ich sehe, bei keinem Embryologen Zweifel, dass alle diese Muskeln der gleichen Körperhälfte entstammen. Wie ich oben (p. 681) ausgeführt, kann ich hier nicht folgen, indem der Verlauf des N. trochlearis mir zeigt, dass sein Muskel der entgegengesetzten Körperhälfte entstammt und von dem dorsalen Bereiche derselben successive in das antimere laterale Gebiet eingewandert ist. Wenn der rechtsseitige M. obliquus

1) Wohl aber bezweifle ich von vornherein die Erweislichkeit der Anschauung, dass eventuell metaotische Somiten in den Aufbau des M. rectus externus eingegangen seien.

2) Ich füge ausdrücklich die Bezeichnung „etwa“ hinzu, da ich nicht behaupten möchte, dass gerade 3 Somiten den Augenmuskeln Entstehung gaben. Es können auch 2 (oder 4) gewesen sein.

3) Nach DOHRN soll sich der Oculomotorius aus 3—4, vielleicht noch mehr, der Trochlearis aus 2, der Abducens aus 3—4 Metameren zusammensetzen. Die Summe ergibt 8—10.

superior mit den rechtsseitigen *Mm. recti et obliquus inferior* aus dem Materiale der rechten Seite sich ontogenetisch aufbaut, so ist das eine Cänogenie; die palingenetische Rekonstruktion hat ihn auf die linke Seite zu verweisen, dagegen den linken *M. obliquus superior* aus dem rechtsseitigen Somiten-Material abzuleiten. Zugleich stellt er sich als dorsal vom Bulbus befindlicher (suprabulbärer) Muskel den übrigen, ursprünglich ventral davon liegenden (infrabulbären) Muskeln des Auges gegenüber; wahrscheinlich ist er, wie bereits erwähnt, Abkömmling einer alten dorsalen Aberration an das parietale Auge, während die anderen Muskeln nur an den paarigen Augen aberriren, zunächst an der Ventralfläche derselben, danach aber um den ganzen Bulbus herum greifen. Ob der *M. obliquus superior* dabei aus einem kompletten, ursprünglich zwischen den Myotomen des Oculomotorius und Abducens gelegenen Myomer hervorgegangen ist oder ob er nur dem dorsalen Theile eines solchen entstammt, kann ich nicht sagen. Wohl aber möchte ich behaupten, dass die Myotome der beiden letztgenannten Nerven, wenn sie nicht schon von Anfang direkten Anschluss an einander hatten, denselben im ventralen Gebiete bald gewannen<sup>1)</sup>, und finde dafür eine Unterlage in dem Verhalten des *M. rectus inferior*, der bei den Petromyzonten von dem N. abducens, bei den Gnathostomen von dem N. oculomotorius versorgt wird, somit eine metamerische Verschiebung nach vorn durchmacht, welche nach allen bisher über die imitatorische Homodynamie gemachten Erfahrungen sich stets zwischen ganz benachbarten Myomeren vollzieht.

Die specielleren Verhältnisse der Augenmuskelnerven und ihrer Endorgane sind erst noch klarzulegen. Man weiss noch ganz wenig darüber, wie sich die einzelnen Muskeln des Oculomotorius entwickeln; insbesondere ist kaum noch die Frage aufgeworfen, aus welchem Gebiete die intrabulbären (nur bei den Sauropsiden quer-gestreiften, bei den Anamniern und Säugethieren aber glatten) Muskeln stammen. Man könnte hierbei an das erste ebenfalls aus glatten Muskelfasern bestehende Myomer des *Amphioxus*, man könnte auch an sympathico-motorische Fasern des Oculomotorius denken, aber zur Zeit verfügen wir über kein Material, welches diese Gedanken über das Niveau blosser Einfälle erhöhe. Aehnliches gilt hinsichtlich des vom Abducens innervirten Retractor bulbi und seiner Derivate (Nickhautmuskeln der Amnioten).

Dass sämtliche Augenmuskeln mit dem Bulbus eine in verschiedenem Grade entwickelte sekundäre (rostralwärts gehende) Vorwanderung durchgemacht haben, wird an dem Verlauf ihrer Nerven und an der Richtung ihres Tractus opticus ohne Weiteres erkannt. Auch DOHRN (1890. 1891) berichtet über die Verschiebung der betreffenden Somiten der Embryonen nach vorn. Am meisten ausgesprochen ist dieselbe bei dem *M. obliquus superior*, der bei den Petromyzonten noch im hinteren Bereiche des Bulbus, hinter den Oculomotorius-Muskeln, sich befindet (*M. obliquus*

<sup>1)</sup> Selbstverständlich schliesst das nicht aus, dass sich die von der anderen Seite übergewanderte Anlage des *M. obliquus superior* von oben her sekundär zwischen diese beiden Myotome einschleibt und so cänogenetisch eine Aufeinanderfolge der Myomeren des Oculomotorius, Trochlearis und Abducens zur Anschauung bringt.

posterior), bei den Gnathostomen sich aber rostralwärts vor das Gebiet der meisten von diesen Muskeln vorgeschoben hat.

Dass die Augenmuskel-Somiten der Petromyzonten und Gnathostomen wohl einigen vorderen Myomeren des *Amphioxus* entsprechen, wurde schon bei der Besprechung desselben (p. 640 und 650) angegeben. Dass dies gerade die drei ersten wohl ausgebildeten Myotome dieses Akraniers sind, wie VAN WIJHE angiebt, wage ich nicht zu behaupten, da wir über den Grad der Reduktionen am vorderen Körperende des *Amphioxus* nicht genügend aufgeklärt sind; mit GEGENBAUR'S vorsichtigerer Ausdrucksweise (p. 640) bin ich mehr einverstanden.

bb. Postorbitale palaeokraniale ventrale Nerven und postorbitale palaeokraniale Somiten; neokraniale ventrale Nerven und Somiten.

Auf diese ersten vor dem Facialis gelegenen ventralen Nerven und Myomeren folgt dann bei *Amphioxus* eine Reihe von Myomeren, welche von ventralen (myalen) Nerven zwischen dem Facialis, Glossopharyngeus und den einzelnen segmentalen Komponenten des Vagus versorgt werden. Auch diese sind dem Kopfe (Palaeocranium) zuzurechnen. Dann erst, hinter dem letzten Vagussegment, folgen die Rumpfmyomeren mit ihren spinalen Nerven. Bei *Amphioxus* ist die Zahl dieser palaeokraniellen ventralen Nerven und Myomeren entsprechend der hochgradigen Polymerie des Vagus (p. 698) eine beträchtliche, gegen 24—25 betragende.

Bei den Kranioten wurde diese Zahl wohl nie erreicht. Unter diesen weisen die Myxinoiden relativ noch die reichste Polymerie des Vagus auf, welche bis auf ein Minimum von etwa 15 sicher palaeokraniellen Myomeren und ventralen Nerven schliessen lässt; gleich den Augenmuskeln und den Augenmuskelnerven scheinen alle diese Elemente, mit Ausnahme des Nerven  $\alpha''^1$ ), bei den ausgewachsenen Thieren spurlos verschwunden zu sein. Ueber die Ontogenese dieser Verhältnisse ist bisher nichts bekannt geworden<sup>2)</sup>.

Die Petromyzonten und Gnathostomen mit ihrem bei den niedersten Formen noch hexameren Vagus lassen auf ein einstmaliges Minimum von 7 hinter der Orbitalgegend gelegenen (postorbitalen) palaeokraniellen Myomeren und ventralen Nerven im Gebiete des Hinterkopfes schliessen; wahrscheinlich war die Zahl

1) In der Beurtheilung dieses für die vorliegende Frage besonders wichtigen Nerven  $\alpha'' = r''$  (p. 630) macht sich die durch die Mangelhaftigkeit meines Materiales bedingte Lücke meiner Untersuchungen (p. 617) sehr unangenehm geltend. Wenn weitere Untersuchungen die sichere Bestätigung für die Existenz dieses Nerven und seine motorische Verbreitung an dem ersten Myomer von *Bdellostoma* ergeben (cf. p. 618 Anm. 1), so darf man ihn nach seiner Lage vor dem Vagus und das von ihm versorgte Myomer vielleicht als letzte palaeokraniale bezeichnen.

2) Bei der jetzt noch bestehenden Mangelhaftigkeit unserer bezüglichlichen Kenntnisse erscheint es auch verfrüht, in das Detail der kausalen Bedingungen dieser weitgehenden Verkümmern einzutreten. Im Allgemeinen wird man hierbei in erster Linie an die mit der höheren Gehirnausbildung Hand in Hand gehende Konzentration und Zusammenschiebung und die für den Bestand des höher organisirten Gehirnes nothwendige partielle Reduktion der hier befindlichen Metameren (speciell Myomeren) — denn ein segmental beweglicher Schädel verträgt sich nicht mit einem höher organisirten Gehirn — zu denken haben. Dazu kommen als besondere Faktoren bei den Myxinoiden (in niederem Grade auch bei den Petromyzonten) die mit der Erwerbung des Parasitismus zusammenhängenden Verlagerungen, Umbildungen und Rückbildungen hinzu.

dieser Segmente bei ihren früheren Vorfahren eine grössere. Auch diese Muskeln und Nerven sind nicht mehr vorhanden, wobei wohl auch, wie bei den Myxinoiden (vergl. Anm. 2 auf p. 706), einmal die höhere Differenzirung des Gehirns, dann wohl auch die des Gehörorgans den wesentlichsten kausalen Faktor für die Rückbildung dieser Myomeren und Nerven bildete. In den hinteren Bereich ihres Gebietes sind die von den ersten ventralen Spinalnerven versorgten Rumpfmymomeren nachgerückt, bei den Petromyzonten im dorsalen, lateralen und ventralen Kopfbereiche und in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung nach vorn (cf. p. 601, 602), während die Selachier bereits erheblichere Reduktionen und in der Hauptsache eine Beschränkung auf das laterale und ventrale Gebiet (vordere Myomeren des Seitenrumpfmuskels, epibranchiale Muskulatur) erkennen lassen. Hand in Hand mit diesen Rückbildungen hat sich successive eine Assimilation der ersten Rumpfwirbel an das Palaeokranium vollzogen; so entstand das Neokranium, so wurden die bisher freien Spinalnerven zu neokranialen spino-occipitalen Nerven, worüber die früheren Ausführungen dieser Abhandlung (vergl. insbesondere p. 544—551) bereits eingehend berichteten.

Die ontogenetische Untersuchung der pentanchen Selachier (VAN WIJHE, RABL, HOFFMANN)<sup>1)</sup> hat zwischen dem Abducens-Somit (3) und demjenigen rudimentären Somite (6), auf welchen die ersten Anfänge der Rumpfmuskulatur (inkl. die epibranchialen Muskeln) zu beziehen sind<sup>2)</sup>, die Anlage von 2 Somiten (4 und 5) erwiesen, welche, ohne ventrale Nerven zu besitzen<sup>2)</sup> und ohne Muskelfasern zur Entwicklung zu bringen<sup>2)</sup>, sich wieder rückbildeten. Diese zum Theil ganz rudimentären und nervenlosen Somiten gewinnen, wie ich oben (p. 572 f.) ausgeführt, vom 5. ab durch die vergleichende Anatomie Realität und Bürgerrecht, indem dieser Somite mit 3 bis 4 auf ihn folgenden bei den Notidaniden in voller Ausbildung und mit allen seinen Nerven (*v*, *w*, *x*, *y* und zum Theil auch *z*) als *M. subspinalis* und Anfang der dorso-lateralen Rumpfmuskulatur zeitlebens persistirt. So liegt zwischen der Anlage des *M. rectus externus* und der Rumpfmuskulatur der Notidaniden bei den Embryonen der pentanchen Haie nur noch der 4. Somite, — ein wohl Jeden überzeugender Beweis für die rostralwärts gehende Vorwärtswanderung und Zusammenschiebung der Rumpfsomiten und für die cänogenetische Verkürzung der ontogenetischen Rekapitulationen. Hinsichtlich der Deutung dieses Somiten kann man a priori schwanken, ob er den letzten Rest der durch die Kenntniss der Akranier erschlossenen hinteren palaeokranialen Myomeren oder das Rudiment eines vor *v*

1) Hinsichtlich der neuesten diesbezüglichen Untersuchungen von SEDGWICK verweise ich auf meine früheren Angaben (p. 545 Anm. 1 und p. 572).

2) Auch der 6. Somite hat nach VAN WIJHE und HOFFMANN keinen Nerven und entwickelt nur embryonale, später wieder verkümmerte Muskelfasern, während RABL ihn und, wie es scheint, auch den 5. Somiten zur Rumpfmuskulatur in Beziehung bringt. SEDGWICK's Angaben (1896) lassen selbst die Deutung zu, dass er von dem 5. Somiten ab embryonale Nerven gefunden habe (vergl. hierüber meine betreffenden Bemerkungen auf p. 545). — DOHRN (1890 B.) hält dafür, dass die zwischen den Myotomen des Abducens und Hypoglossus (d. h. der ventralen Vaguswurzeln) bestehende Lücke grösser sei, als VAN WIJHE angenommen hatte; sie enthielte 1 entwickeltes Myotom und davor eine Strecke, in welcher Myotome und ihre Nerven in unbekannter Zahl nicht zur Ausbildung gekommen sind, auch werde es sich kaum mit voller Sicherheit ermitteln lassen, wie viel von diesen Myotomen in die Bildung des *M. rectus externus*, wie viel in diejenige des *M. subspinalis* eingegangen sei (p. 355).

gelegenen neokranielen, also einstmals von *u* innervirten neokranielen Somiten repräsentire<sup>1)</sup>. Ich habe mich oben (p. 573) für die letztere Alternative entschieden und finde für diese Entscheidung zugleich in der bei den Petromyzonten und Myxinoiden erkannten Existenz von Rumpfmymeren, welche von Homologen von *u*, *t*, *s* versorgt werden, die nöthige reelle Unterlage<sup>2)</sup>. Auch hier enthüllt die vergleichende Anatomie eine Vorgeschichte, von welcher die ontogenetische Untersuchung der Gnathostomen allein nichts ahnen lässt<sup>3)</sup>.

Der übersichtlichen Darstellung des metamerischen Verhaltens der cerebralen (palaeokranielen) und spinalen (nebst neokranielen) Nerven und der von ihnen versorgten Theile mögen die beiden folgenden Tabellen dienen, über deren Mängel ich mich nach den vorausgehenden Darlegungen nicht weiter auszulassen brauche<sup>4)</sup>:

1) Es nimmt fast Wunder, dass die Ontogenie der Haie zwischen dem Myotom des Rectus externus und dem 1. (postvagalen) Myotom des Subspinalis an Stelle der einstmals in Mehrzahl vorhandenen postorbitalen palaeokranielen Somiten nur 1 Somitenrudiment zur Anlage bringt, und fast möchte man wünschen, dass der Nachweis gelänge, dass ein Theil der bei *Torpedo* gefundenen Myotome wirklich palingenetische Bedeutung besitze, nicht in der von DOHRN gegebenen Deutung als Augenmuskelsomiten, aber als postorbitale palaeokraniel Myomeren.

2) Bei den Petromyzonten tritt das erste Rumpfmymomer sekundär in die nächste Nachbarschaft zu den Augenmuskeln (vergl. meine bezüglichen Ausführungen auf p. 608 f.).

3) Auch DOHRN, dessen Blick in dieser Hinsicht in der rechten Richtung sich bewegte, giebt zugleich hier die Insufficienz der Ontogenese zu (vergl. die vorhergehende Seite Anm. 2).

4) Gross ist namentlich die Unsicherheit bezüglich des metamerischen Verhaltens der Augenmuskelsomiten zu den Myomeren des *Amphioxus* und zu den visceralen Bogen und ihren Muskeln. Die auf Tabelle A. zum Ausdruck gebrachte Stellung derselben kann ich nicht als eine gesicherte bezeichnen. Auch die Deutung des 1. Nerven von *Amphioxus* (ob dorsal, ob einer besonderen ventralen Kategorie angehörig) ist noch dunkel; nicht minder die genauere vergleichende Anatomie der Lateralfasern. Unbekannt ist ferner die speciellere Metamerie der Kiemenspalten der Myxinoiden. — Von den Abkürzungen bedeutet: *A*: *Amphioxus*; *Gn*: Gnathostomen; *hypbr. M*: hypobranchiale Muskulatur; *Ib*: Interbasalis; *M*: Myxinoiden (oder Muskel); *mot.*: motorisch; *N*: Nerv; *P*: Petromyzonten; *part. red.*: partiell reducirt; *Sbsp*: Subspinalis; *sens*: sensibel; *SRM*: Seitenrumpfmuskulatur; *Th*: Theil; *visc. mot.*: visceromotorisch (sympathico-motorisch). ? in der ersten Zeile der Tabelle A. soll ausdrücken, dass unbekannt ist, ob und wie viel metamerische Nerven, Bogen und Muskeln einst den jetzt noch vorhandenen vorausgingen. Die anderen Abkürzungen sind leicht verständlich.

## A. Metamerie der cerebralen (palaeokranialen) Nerven.

Myomeren.	Ventrale Nerven.	Visceralbogen.	Viscerale Muskeln.	Dorsale Nerven.	
	Ventrale (myale) Wurzeln.			Laterale (septale) Wurzeln.	Dorsale (septale) Wurzeln.
?	?	?	?	?	?
1. Myom. part. red. (A). Geschwunden (M). Obl. inf., Rect. sup. u. int. (P). Obl. inf., Rect. sup., int. u. inf., intrabulbäre M. (Gn).	1. ventr. Nerv, geschwunden (A). Geschwunden (M). Oculomotorius (P, Gn).	Trabecularbogen? (P). 1. Erster Labialknorpelbogen, part. red. (Gn).	Geschwunden (A, M, P, Gn).	Geschwunden (A, M, P, Gn).	1. dors. (?) N. (A). N. thalamicus? N. apicis? (Gn).
2. Myomer (A). Geschwunden (M). Obl. sup. der anderen Körperseite (P, Gn).	2.(1.) ventr. Nerv (A). Geschwunden (M). Trochlearis (P, Gn).	Palatinbogen? (P). 2. Zweiter Labialknorpelbogen (Gn).	Sphinct. oris? (A). M. d. Tentakelkranzes u. Nasenrohres (M). Geschwunden (P, Gn).	Mot. Th. d. 2. dors. Nerven? (A). Mot. Th. d. R. ophth. prof. trig. (M). Geschwunden (P, Gn).	Sens. Th. d. 2. dors. Nerven (A). R. ophth. prof. trig. (M, P, Gn).
3. Myomer (A). Geschwunden (M). Rect. inf. u. ext. (P). Rect. ext. u. Retr. bulbi etc. (Gn).	3.(2.) ventr. Nerv (A). Geschwunden (M). Abducens (P, Gn).	3. Mandibularbogen (M, P, Gn).	Sphinct. oris (A). Meiste M. d. Kieferbg., Zungenbeins u. Schlundsegels (M). M. d. Vorknorpel, d. Zungbbg., d. Zunge u. d. Schlundsegels (P). Constr. d. Kieferbogens (Gn).	Mot. Th. d. 3. dors. Nerven (A). Mot. Th. d. R. mandibul. trig. (M, P, Gn).	Sens. Th. d. 3. dors. Nerven (A). Sens. Th. d. übrigen Trigem. (M, P, Gn).
4. Myomer (A). Geschwunden (M, P, Gn).	4.(3.) ventr. Nerv (A). Geschwunden (M, P, Gn).	4. Hyoidbogen (M, P, Gn).	Sph. oris et veli (A). Einzelne M. d. Zungenbeinbg., Th. des Constr. pharyng. (M). Pharynxmusk. im Ber. d. Hyoidb. (P). Constr. d. Hyoidb. (Gn).	Mot. Th. d. 4. dors. Nerven (A). Mot. Th. d. R. hyoidfacial. (M, P, Gn).	Sens. Th. d. 4. dors. Nerven (A). Sens. Th. (incl. Acusticus) des Facialis (M, P, Gn).
5.—10. Myomer (A). Geschwunden (M, P, Gn).	5.—10. (4.—9.) ventr. N. (A). Geschwunden (M, P, Gn).	5. Erster Kiemenbogen (M, P, Gn).	Sph. oris et veli (A). Th. d. Constr. phar. (M). Constr. branch. d. 1. Kb. (P). M. d. 1. Kiemenb. (Gn).	Mot. Th. d. 5. dors. Nerven (A). Mot. Th. d. Anf. d. R. phar. vagi (M). Mot. Th. d. R. posttrem. glossophar. (P, Gn).	Sens. Th. d. 5. dors. Nerven (A). Sens. Th. d. Anfangs d. R. phar. vagi (M). Sens. Th. d. Glosso-phar. (P, Gn).
11. bis ca. 27. Myomer (A). Unbekannt, wie viele davon bei M, P und Gn ursprünglich angelegt werden; bei M vielleicht eines (zu <i>a''</i> gehörig) davon erhalten, bei P, Gn alle geschwunden.	11. bis ca. 27. (10. bis ca. 26.) ventr. N. (A). Unbekannt, wie viele davon bei den Vorfahren von M, P und Gn angelegt wurden; ausser vielleicht bei M ( <i>a''</i> ) durchweg geschwunden.	6.—11. Zahlreiche hypermetam. Kiemenbogen (A). Enthalten vielleicht Kiemensegmente (M). Zweiter bis siebenter Kiemenbogen (P, Gn).	Sph. veli f. 6, Sph. atrii f. 7—11 (A). Constr. phar., viell. auch Constr. branch. einiger Kiemen (M). Constr. branch. d. 2. bis 7. Kiemenbog., vord. Th. d. Trapezius (P, Gn).	Mot. Th. d. 6.—11. dors. Nerven (A). Mot. Th. d. R. phar. u. einiger Rr. branch. vagi (M). Mot. Th. d. Rr. branch. posttrem. 1—6 vagi (P, Gn).	Sens. Th. d. 6.—11. dors. Nerven (A). Sens. Th. d. R. phar. u. einiger Rr. branch. vagi (M). Sens. Th. d. Vagus, insbes. d. Rr. branch. (P, Gn).
		12. bis ca. 28. Zahlr. hyperm. Kb. (A). Unbekannt, welche u. wie viel Kb. bei den Vorf. von M, P und Gn angelegt wurden; bei M noch in ansehnlicher Zahl erhalten, bei P geschwunden, bei Gn nur noch in d. Extremitätenbogen erhalten.	Sph. atrii (A). Constr. branch. einer noch unbekannt Anzahl von Kiemenbg., Constr. card., M. d. Darms (M). Intestin. M. (P). Intest. M., Trap., Interscap. (Gn).	Mot. Th. d. 12. bis ca. 28. dors. Nerven (A). Mot. Th. einer unbek. mittl. Anzahl von Rr. branch. (M). R. intest. vagi (P). R. intest., trap. u. interscap. vagi (Gn).	Sens. Th. d. 12. bis ca. 28. dors. Nerven (A). Sens. Th. einer unbek. mittl. Anz. von Segmenten d. Vagus, vielleicht auch <i>a''</i> (M). Sens. Th. d. R. intest. d. Vagus (P, Gn).

**B. Metamerie des spinalen und neokranielen Nerven (1. Hälfte).**

	Von den ventralen Wurzeln versorgte Muskeln (Myomeren).	Ventrale Nerven.	Von den lateralen Wurzeln versorgte (viscerale) Muskeln.	Dorsale Nerven.		
		Ventrale (myale) Wurzeln.		Laterale (septale) Wurzeln.	Dorsale (septale) Wurzeln.	
			Visc. Muskeln (A).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. (A). Geschwunden (M, P, Gn).	Sens. Th. d. dors. spin. N. (A). Dors. sp. occ. N. s (M). Geschwunden (M, P, Gn).	1. (s).
1. (s).	Myomer (A). 2 erste Myomeren? (M). Geschwunden (P, Gn).	Ventr. spin. Nerv (A). Ventr. sp. occ. N. s (M). Geschwunden (P, Gn).	Visc. Muskeln (A, M? P?)	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. (A). Visc.-mot. Th. d. dors. sp. occ. N. t? (M, P). Geschwunden (Gn).	Sens. Th. d. dors. spin. N. (A). Sens. Th. d. dors. sp. occ. N. t (M, P). Geschwunden (Gn).	2. (t).
2. (t).	Myomer (A). 3. Myomer (M). 1. praebanch. Myomer (P). Geschwunden (P, Gn).	Ventr. spin. Nerv (A). Ventr. sp. occ. N. t (M, P). Geschwunden (Gn).	Visc. Muskeln (A, M, P?).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. (A). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. u? (M). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. occ. N. u? (P). Geschwunden (Gn).	Sens. Th. d. dors. spin. N. (A). Sens. Th. d. dors. spin. N. u (M). Sens. Th. d. dors. sp. occ. N. u (P). Geschwunden (Gn).	3. (u).
3. (u).	Myomer (A). 4. Myomer (M). 2. praebanch. Myomer (P). Geschwunden (Gn).	Ventr. spin. Nerv (A). Ventr. spin. N. u (M). Ventr. sp. occ. N. u (P). Geschwunden (Gn).	Visc. Muskeln (A, M, P).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. v (A, M, P). Geschwunden (Gn).	Sens. Th. d. dors. sp. N. v (A, M, P). Geschwunden (Gn).	4. (v).
4. (v).	Myomer (A). 5. Myomer (M). 3. Myomer (P). Subsp., Anf. d. Seitenrumpfmuskels (Notid.). Geschwunden (übrige Gn).	Ventr. spin. Nerv (A, M). Ventr. spin. N. v (P). Ventr. occ. N. v (Notid.). Geschwunden (übrige Gn).	Visc. Muskeln (A, M, P).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. w (A, M, P). Geschwunden (Gn).	Sens. Th. d. dors. sp. N. w (A, M, P). Geschwunden (Gn).	5. (w).
5. (w).	Myomer (A). 6. Myomer (M). 4. Myomer (P). Subsp., Anf. d. SRM. (Notid., einzelne pent. Haie). Geschwunden (übrige Gn).	Ventr. spin. Nerv (A, M, P). Ventr. occ. N. w (Notid., einz. pent. Haie). Geschwunden (übrige Gn).	Visc. Muskeln (A, M, P).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. x (A, M, P). Geschwunden (Gn).	Sens. Th. d. dors. sp. N. x (A, M, P). Geschwunden (Gn).	6. (x).
6. (x).	Myomer (A). 7. Myomer (M). 5. Myomer (P). Subsp., Ib. 1, hypbr. M?, SRM. (viele Haie, Acip. ind., Dipn. ind.). Geschwunden (übrige Gn).	Ventr. spin. Nerv (A, M, P). Ventr. occ. N. x (viele Haie, Acip. ind., Dipn. ind.). Geschwunden (übrige Gn).	Visc. Muskeln (A, M, P).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. y (A, M, P). Geschwunden (Gn).	Sens. Th. d. dors. sp. N. y (A, M, P). Geschwunden (Gn).	7. (y).

**B. Metamerie des spinalen und neokranielen Nerven (2. Hälfte).**

	Von den ventralen Wurzeln versorgte Muskeln (Myomeren).	Ventrale Nerven.	Von den lateralen Wurzeln versorgte (viscerale) Muskeln.	Dorsale Nerven.		
		Ventrale (myale) Wurzeln.		Laterale (septale) Wurzeln.	Dorsale (septale) Wurzeln.	
7. (y.)	Myomer (A). 8. Myomer (M). 6. Myomer (P). Subsp., Ib., hypbr. M., SRM. (meiste Haie, Holoc., viele Gan., Dipn.). Geschwunden (übrige Gn).	Ventr. spin. Nerv (A, M, P). Ventr. occ. N. y (meiste Haie, Holoceph., viele Ganoid., Dipn.). Geschwunden (übrige Gn).	Visc. Muskeln (A, M, P, Notid.?).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. z (A, M, P). Visc.-mot. Th. d. dors. occ. N. z? (Notid., Cerat. ind.). Geschwunden (übrige Gn).	Sens. Th. d. dors. sp. N. z (A, M, P). Sens. Th. d. dors. occ. N. z (Notid., Cerat. ind.). Geschwunden (übr. Gn).	8. (z).
8. (z).	Myomer (A). 9. Myomer (M). 7. Myomer (P). Subsp., Ib., hypbr. M., SRM. (meiste Sel., Holoc., Gan., Dipn., Cryptobr. ind., Echidna?). Geschwunden (übrige Gn).	Ventr. spin. Nerv (A, M, P). Ventr. occ. N. z (meiste Sel., Holoceph., Ganoid., Dipn., Cryptobr. ind., Echidna?). Geschwunden (übrige Gn).	Visc. Muskeln (A, M, P, einz. Haie, meiste Gan., Dipn.).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. 1 (A, M, P, einz. Haie). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. occ. N. a (meist. Gan., Dipn.). Geschwunden (übrige Gn).	Sens. Th. d. dors. spin. N. 1 (A, M, P, einz. Haie). Sens. Th. d. dors. sp. occ. N. a (meiste Gan., Dipn.). Geschwunden (übr. Gn).	9. (1, a).
9. 1. a.	Myomer (A). 10. Myomer (M). 8. Myomer (P). Ib.?, hypbr. M., SRM. (meiste Anamn., viele Amnioten). Geschwunden (meiste Amnioten, hier Zungenm.).	Ventr. spin. Nerv (A, M, P). Ventr. spin. N. 1 (meiste Sel., meiste Amph.). Ventr. occ. sp. N. a (einz. Haie, Holoc., Gan., Dipn., viele Amnioten (Hypogl.)).	Visc. Muskeln (A, M, P, meiste Anamnia, einz. Mamm.).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. 2 (A, M, P, meiste Haie, Polypt., viele Amph.). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. occ. N. b (meiste Gan., einz. Teleost., Dipn., einz. Mamm.). Geschw. (übr. Gn).	Sens. Th. d. dors. spin. N. 2 (A, M, P, meiste Haie, Polypt., viele Amph.). Sens. Th. d. dors. spin. occ. N. b (meiste Gan., einz. Tel., Dipn., einz. Mamm.). Geschwunden (übr. Gn).	10. (2, b).
10. (2, b).	Myomer (A). 11. Myomer (M). 9. Myomer (P). Hypbr. M., SRM. (Anamnia, meiste Amnioten, hier Zungenm.).	Ventr. spin. Nerv (A, M, P). Ventr. spin. N. 2 (Sel., Polypt., Amphib.). Ventr. occ. sp. N. b (Holoc., meiste Gan., Teleost., Dipn., meiste Amnioten (Hypogl.)).	Visc. Muskeln (A, M, P, Anamnia, mehrere Mamm.).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. 3 (A, M, P, Sel., Polypt., Dipn., Amph.). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. occ. N. c (meiste Gan., meist. Tel., mehr. Mamm.). Geschw. Holoceph., meiste Amniot.).	Sens. Th. d. dors. spin. N. 3 (A, M, P, Sel., Polypt., Dipn., Amph.). Sens. Th. d. dors. sp. occ. N. c (meiste Gan., meiste Tel., mehrere Mamm.). Geschwunden (Holoceph., meist. Amn.).	11. (3, c).
11. (3, c).	Myomer (A). 12. Myomer (M). 10. Myomer (P). Hypbr. M., SRM. (Gn; bei Amnioten Zungenm.).	Ventr. spin. Nerv (A, M, P). Ventr. spin. N. 3 (Sel., Polypt., Dipn., Amph.). Ventr. occ. sp. N. c (Holoc., meiste Gan., Tel., Cerat. ind., Amnioten (Hypogl.)).	Visc. Muskeln (A, M, P, Anamnia, einz. Saurops., meiste Mamm.).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. 4 (A, M, P, meiste Gn). Geschwunden (meiste Sauropsid., einz. Mamm.).	Sens. Th. d. dors. spin. N. 4 (A, M, P, meiste Gn). Geschwunden (meiste Saurops., einz. Mamm.).	12. (4).
12. (4).	Myomer (A). 13. Myomer (M). 11. Myomer (P). Hypbr. M., SRM. (Gn).	Ventr. spin. Nerv (A). Ventr. spin. N. 4 (Sel., Polypt., Dipn., Amph.). Ventr. spin. N. 4 = 1 (Holoc., meiste Gan., Tel., Dipn., Amniot.).	Folgende visc. Muskulatur.	Folgende laterale Nerven.	Folgende dorsale Nerven.	
Folgende.	Folgende Myomeren.	Folgende ventr. Nerven.				

### 3. Phylogenetischer Ausblick.

Der Versuch einer metamerischen Vergleichung des Nervensystems der Wirbeltiere legt die Frage nahe: Wie hat sich das Alles phylogenetisch entwickelt, wie können wir von den jetzt bestehenden Zuständen bei den einzelnen Vertretern derselben, die wir wirklich beobachten, diesen Entwicklungsgang bis zu seinen ersten, unseren Augen für immer entzogenen Anfängen zurückverfolgen?

Unsere Arbeit kann hierbei immer nur eine kombinatorische sein, ihre Resultate werden sich nicht über ein mittleres oder grösseres Maass von Wahrscheinlichkeit erheben können. Vorsichtige Gemüther werden am liebsten darauf verzichten, diese zwar verlockende, aber leicht auf Abwege führende Bahn zu betreten.

Aengstlich zu Hause bleiben ist aber nicht die Lebensaufgabe des Arbeiters; damit leistet er sich und der Sache nur scheinbar einen guten Dienst. Er muss hinaus, wenn er auch voraussieht, dass ihn sein Fuss in ungenügend bekannte und nicht in kurzer Zeit zu erobernde Welten führen wird, er muss wagen und sich preisgeben, wenn er auch weiss, dass sein Streben nach Wahrheit sich nie vom Irrthum ganz befreien kann.

Die Gefahren können indessen überschätzt werden. Der vernünftige Forscher wird nicht zügellos und führerlos in die Ferne irren, sondern wird sich hierbei den beiden Führerinnen, der vergleichenden Morphologie und der Ontogenie, anvertrauen. Und wenn auch das, was letztere, die jüngere Schwester bisher auf diesem Gebiete dargeboten, selbst hinsichtlich der reinen thatsächlichen Grundlagen noch ein Wirrwarr von widersprechenden und sich theilweise aufhebenden Angaben bildet, wenn auch die am meisten gesicherten Untersuchungsbefunde der besten embryologischen Arbeiter an sich für die Lösung höherer und weiter greifender phylogenetischer Probleme nicht ausreichen, so findet er bei der älteren, auf mehr gesicherter Basis stehenden, tiefer und weiter blickenden Schwester den rechten Gradmesser für den Werth der einzelnen ontogenetischen Ergebnisse, die sichtende Hand zwischen dem, was als cänogenetisch auszuscheiden, und dem, was als palingenetisch für die Phylogenese zu verwerthen ist. So wird die vergleichende Morphologie sowohl durch die von ihr zu Tage gebrachten Funde, wie durch ihre kritische Thätigkeit zum wahren Lichtträger, so gewinnt auch die Ontogenie durch sie nur Förderung und Bereicherung, und es erscheint mir gar nicht zweifelhaft, dass kein weiter blickender Embryologe sich der Einsicht von der Unentbehrlichkeit der vergleichenden Morphologie für die ontogenetische und phylogenetische Forschung verschliessen kann.

So, von beiden Führerinnen geleitet, mag der Arbeiter den Ausflug wagen, getrost, aber selbstverständlich mit jener Bescheidenheit, welche der Einzelne stets den grossen, die Arbeit ganzer Generationen erfordernden Aufgaben entgegenbringen muss. So will auch die folgende kurze und wenig in die Tiefe gehende Skizze angesehen sein. Sie hat versucht, ohne jedes Vorurtheil von beiden Schwesterdisciplinen Nutzen zu ziehen, sie konnte manches gesicherte Ergebniss verwerthen, sie fand

freilich noch zahlreiche Lücken, die auszufüllen erst der Zukunft beschieden sein wird. So will sie auch in der Hauptsache nicht mehr vorstellen als ein bescheidenes hypothetisches Programm, in dem ein Jeder lesen mag, wie viel zu thun noch übrig bleibt. Als besonders dringliche Aufgaben möchte ich hervorheben die genaue Kenntniss des sympathischen Nervensystems von seinen ersten Anfängen bis zu seiner höchsten Entwicklung bei den Wirbelthieren, die Durcharbeitung der sog. Hinterzellenfasern und der ihnen verwandten Gebilde sowie die eingehende anatomische Untersuchung des Nervensystems der Akranier, Myxinoiden, Petromyzonten und Selachier; die Beantwortung derselben dürfte die vorliegenden Probleme ihrer Lösung näher führen als alle bisher an Gnathostomen darüber angestellten ontogenetischen Untersuchungen.

Derjenige primitive Chordat, welcher sowohl für *Amphioxus* wie für die kranioten Vertebraten den Ausgang bildete, besass vermuthlich: 1) ein in der ganzen Körperlänge gleichmässig ausgebildetes centrales Nervensystem<sup>1)</sup>, welches in Gestalt einer dorso-medianen Platte sich aus der ektodermalen Körperumhüllung herausgebildet hatte und an seinem lateralen Rande in den übrigen minder hoch differenzirten Ektodermbereich überging, mit demselben auch durch sensible Nervenfasern verbunden war, 2) aus der darunter liegenden medianen unpaaren Chorda<sup>1)</sup> und zwei paarigen, zu beiden Seiten derselben gelegenen mesodermalen Platten, welche die primordialen Anlagen des Stütz-, Muskel-, Urogenital- und Gefässsystems darstellten und gleichfalls mit dem centralen Nervensystem im ursprünglichen Verband standen, und 3) aus der darunter befindlichen Darmanlage, die gleichfalls mit dem centralen Nervensystem in nervösem Konnexen sich befand<sup>2)</sup>. Im Bereiche des Mesoderms kam es zugleich zu coelomatösen Höhlenbildungen<sup>1)</sup>, welche indessen die Verbände des centralen Nervensystems mit den erwähnten Organanlagen nicht beeinträchtigten, indem diese Nerven (peripherisches Nervensystem) in den Wandungen und Septen dieser Hohlräume zu den von ihnen versorgten Theilen sich begaben.

Das centrale Nervensystem, das sich bei seiner weiteren Ausbildung zur Rinne vertiefte und danach zu einem vom ektodermalen Integument geschützten Nerven-

1) Wie das Centralnervensystem sich durch dorso-mediane Konzentration aus den ursprünglich mehr nach Art eines peripherischen Nervensystems verstreuten nervösen Elementen sich herausgebildet hat, ist hier nicht weiter zu untersuchen. Desgleichen verzichte ich auf eine Besprechung der ersten phylogenetischen Entstehung der Chorda- und Coelombildungen.

2) Die Annahme eines primordialen nervösen Verbandes zwischen Ektoderm und Entoderm hat verschiedenen Autoren Schwierigkeit gemacht, da beide Keimblätter in der Archiblastula bekanntlich durch das Blastocoel geschieden sind, dieses aber nirgends von Nervenfasern oder ihren Anlagen durchsetzt wird. Bereits vor längerer Zeit (1887 p. 939) habe ich darauf hingewiesen, dass der direkte nervöse Verband sich keineswegs auf das ganze Entoderm, sondern zunächst nur auf den der dorsalen Ektodermplatte direkt anliegenden und wahrscheinlich im Verbande mit ihr gebildeten Rückentheile des Entoderms bezieht und dass das gleiche auch für die mesodermalen, überwiegend dem primitiven Entoderm entstammenden Platten gilt. Mit dieser Voraussetzung, für welche die bisherigen ontogenetischen Untersuchungen noch nicht das thatsächliche Material geliefert haben, mit welcher aber das thatsächliche definitive Verhalten der betreffenden Theile im besten Einklange steht, dürften die oben angedeuteten Bedenken hinfällig werden. Selbstverständlich aber bleibt ihre Fundirung durch die direkte Beobachtung und Untersuchung Desiderat.

rohr schloss, liess eine mediale motorische und eine laterale sensible Zone unterscheiden, welche mit der rinnenförmigen Einsenkung und mit der Umbildung zum Nervenrohr eine mehr ventrale und dorsale Lage gewinnen. Das peripherische, aus zerstreuten Nervenzellen und Nervenfasern bestehende Nervensystem konzentrierte sich nach und nach zur Ausbildung einer lateral resp. latero-dorsal an das Centralnervensystem angrenzenden und mit ihm verbundenen Spinalganglienzone, welche als Ausgangsstelle für die peripherischen sensiblen (somato-sensiblen und splanchno-sensiblen) Nerven anzusehen ist. In der unter dem centralen Nervensystem gelegenen mesodermalen Platte gewann die Anlage des Muskelsystemes<sup>1)</sup> zunächst in der der Chorda benachbarten Zone (Urwirbelzone, epimere Zone VAN WIJHE's) ihre hauptsächlichste Entfaltung in Gestalt eines medialen, aus längsverlaufenden Muskelementen (Muskelbändern) bestehenden Streifens, während die lateral daran angrenzende Zone (Seitenplattenzone, hypomere Zone)<sup>2)</sup> auch Muskelfasern, aber in geringerer Menge producirte, welche mehr die transversale Richtung bevorzugten. Beide gingen eine quere Gliederung in zahlreiche auf einander folgende Metameren ein, wobei die der ersteren (Urwirbelmetameren, Myomeren, Myotome, Somiten) weit ausdrucksvoller sich erwies als die der letzteren (Seitenplattenmetameren, viscerele Myomeren) und auch die metamerische Anordnung der bisher indifferent vertheilten motorischen Nerven bestimmte. Hierbei gruppirt sich zugleich die von den motorischen Centren ausgehenden motorischen Nerven in eine mediale oder ventrale Reihe, welche den Verband mit den Urwirbelmyomeren vermittelten (Vorderhornnerven), und eine laterale oder dorsale Reihe<sup>3)</sup>, welche zu den Seitenplattensegmenten gelangten (Seitenhornnerven). An sie schloss, wie es scheint, noch mehr dorso-lateral diejenige Kernreihe an, welche bestimmt ist, die von den Spinalganglien aus centralwärts strebenden Fasern aufzunehmen; ihnen entsprechen die von dem Ektoderm und wohl auch dem Entoderm kommenden sensiblen Nervenfasern.

Die weitere Stufe in der phylogenetischen Entwicklung zeigt sich beherrscht von der ansehnlichen Ausbildung und Vergrösserung der medialen Urwirbelbänder, welche sich von ihrem ursprünglichen parachordalen Bezirke aus in dorsaler und ventraler Richtung verbreitern und somit zu einer breiten, beide Seiten des Körpers einnehmenden Masse (Seitenrumpfmuskulatur) umgestalten, welche sich dorsal zwischen das centrale Nervensystem und die Haut, ventral zwischen die Seitenplatten und die Haut einlagert und die schon im vorhergehenden Stadium begonnene metamerische Gliederung des peripherischen Nervensystems weiter führt. Mit dieser grösseren dorso-ventralen Entfaltung der Urwirbelmyomeren erfährt auch der Verlauf der für die Seitenplatten bestimmten Seitenhornnerven eine Komplikation, indem dieselben infolge der dorsal gerichteten Verbreiterung der Myomeren zuerst nach oben und in die

1) Von der Entwicklung der übrigen mesodermalen Gebilde sehe ich hier, als für die vorliegende Darstellung nicht unbedingt erforderlich, ab.

2) Die mesomere Zone VAN WIJHE's kommt für den vorliegenden Zweck auch weniger in Frage.

3) Wahrscheinlich spielt die ganze Gruppe der sog. Hinterzellen s. l. (KUTSCHIN'sche Zellen, ROHON'sche Zellen etc. etc.) hier auch eine bedeutsame Rolle, über die aber z. Z. wegen Mangels ausreichender Beobachtungen nichts Bestimmtes zu sagen ist. Hier hat die Untersuchung noch ein reiches Feld vor sich.

nächste Nachbarschaft der sensibeln Dorsalfasern, dann aber infolge des ventral gerichteten Auswachsens der Muskulatur nach unten geführt werden; so bildet sich an Stelle des ursprünglichen direkten Verlaufes derselben eine complicirte Bogenbildung aus, die zuerst — und dies spricht sich schon innerhalb des centralen Nervensystemes aus — mit einem dorso-lateralwärts gerichteten Anfangsschenkel beginnt, dann an der Aussenfläche der Seitenrumpfmuskulatur ventralwärts bis zu dem ventralen Rande derselben verläuft und endlich mit dem Endschenkel an der Innenfläche dieser Muskulatur wieder dorsalwärts ihrem Endgebiete zustrebt. Die an die Medialfläche des Seitenrumpfmuskels herantretenden Ventralfasern zeigen zufolge der beträchtlichen Vermehrung der Muskelemente eine weitgehende Divergenz ihrer Fasern, im Uebrigen aber keine Abweichung vom direkten Verlaufe.

In diesem ursprünglich mässig laugen und in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig angelegten Organismus vollzog sich zugleich mit den angegebenen Entwicklungsvorgängen eine weitere höhere Differenzirung, die zur Ausbildung eines Kopf- und Rumpfabschnittes führte. Entsprechend den höheren Aufgaben, welche im Kampfe um das Dasein an den vorderen Körpertheil gestellt wurden, begann hier die Ausbildung spezifischer sensibler Apparate, der Sinnesorgane, und zwar, wie es scheint, zunächst der mehr primitiven für spezifisches Gefühl, Gleichgewichtsempfindung, Geruch und Geschmack bestimmten, danach erst diejenige der höheren für das Sehen und Hören eingerichteten; die sensibeln Nerven, denen die Aufgabe obliegt, die bezüglichen Reize dem centralen Nervensystem mitzuthemen, erheben sich damit zu der höheren Kategorie der sensorischen Nerven (incl. Nn. laterales). Aber auch der vordere Darmbereich entfaltete mit der successiven Ausbildung von Athemspalten eine complicirtere Thätigkeit und trat damit als respiratorischer Kopfdarm in Gegensatz zu dem nur der Verdauung dienenden Rumpfdarm. Endlich kam es, zunächst mit ganz bescheidenen Anfängen beginnend, zu einer besonderen Armatur der vorderen Digestivöffnung (Mund). Durch alle diese Differenzirungen hob sich der vordere Körpertheil als »Kopf« hervor, und das unter dem Einflusse der damit bedingten höheren Ausbildung der peripheren Nerven (die man bereits als palaeokraniale den hinteren gegenüberstellen kann) stehende centrale Nervenrohr entfaltete sich zum Gehirn. Mit diesen progressiven Veränderungen auf der einen Seite verband sich zugleich, wie bei jeder höheren Differenzirung, eine retrograde Tendenz, und zwar in der Ausbildung der Seitenrumpfmuskulatur. Der auf den Kopf folgende Körperbereich, der Rumpf, verblieb vermöge seiner einfacheren Bestimmung im Ganzen auf primitiverer Stufe und gewann in der Hauptsache nur bezüglich der vegetativen und lokomotorischen Funktionen eine höhere Entwicklung; um der letzteren Aufgabe in besserem Maasse zu genügen, wuchs er an seinem hinteren Ende zugleich mehr in die Länge, wobei die neugebildeten Bereiche den Bau der ihnen vorausgehenden älteren Metameren repetirten. Der Rumpfbildung entspricht diejenige des Rückenmarkes. Eine markantere Grenze zwischen Kopf und Rumpf, zwischen Gehirn und Rückenmark existirte selbstverständlich in den Anfangsstadien dieser Differenzirungen nicht; erst mit dem weiteren Fortgange derselben prägte sie sich mehr aus.

Das so erreichte Stadium entspricht im Grossen und Ganzen der von *Amphioxus* erreichten Entwicklungsstufe. Doch finden sich in diesem Organismus neben der überwiegenden Mehrzahl primordialer Züge zugleich mancherlei einseitige Weiterbildungen (insbesondere die Pleobranchiomerie, die hohe Entfaltung des peribranchialen Apparates u. s. w), sowie mancherlei Reduktionen (namentlich am vorderen Ende des Kopfes und Gehirnes). Ob die Vorfahren des *Amphioxus* ein später wieder verkümmertes Seh- und Gehörorgan besaßen oder ob dieses hier noch nicht zur Ausbildung gebracht wurde, ist mit den gegebenen Materialien nicht zu entscheiden; ich neige hinsichtlich des Gehörorgans zur letzteren Alternative, enthalte mich aber betreffs des Auges jeder Bestimmung.

Die weitere phylogenetische Entwicklung führt zur höheren Differenzierung und schärferen Abgrenzung von Kopf und Rumpf, von Gehirn und Rückenmark. Zugleich wird ein höheres Stadium in der Ausbildung des Stützgewebes erreicht, es beginnt die Entfaltung des Knorpelgewebes.

Im Rumpfbereiche vollziehen sich diese Differenzierungen in geringerem Grade. Im Wesentlichen ist es hier die Seitenrumpfmuskulatur, welche unter Ausbildung neuer, mehr oder minder mächtiger oberflächlicher Lagen beträchtlich an Dicke und Volumen wächst und die knorpeligen Skelettbildungen in höherer Weise heranzüchtet, während die ältere innere Lage in eine successive Rückbildung tritt; diese Rückbildung ist bei den Myxinoiden, Petromyzonten und Selachiern noch eine partielle, bei den übrigen Kranioten wird sie zur totalen. Dadurch wird auch der Verlauf der ventralen Aeste der Seitenhornfasern und der sensiblen Dorsalfasern der Spinalnerven bestimmt, indem dieselben jetzt nicht mehr oberflächlich von der Seitenrumpfmuskulatur wie bei *Amphioxus* verlaufen, sondern zwischen den alten und neuen Muskeln hindurchtreten oder lediglich von der letzteren bedeckt direkt zu ihren Endgebieten hinziehen, ohne den bei *Amphioxus* beschriebenen complicirten peripherischen Bogen zu machen. Zugleich kommt, wie es scheint, bei den Kranioten eine durch Vorderfasern (ventrale splanchno-motorische Nerven) versorgte Muskularisierung des Digestivtractus zur Ausbildung, die vielleicht auf mediale, auf einem niedrigeren histogenetischen Niveau stehen gebliebene Antheile des alten Seitenrumpfmuskels zurückzuführen ist. Wie sie sich zu der von den Seitenhornfasern (laterale splanchno-motorische Nerven) versorgten Darmmuskulatur verhält resp. gegen sie abgrenzt, muss noch untersucht werden. Die sensiblen Nerven entfalten kein höheres Quale; es scheint sogar, dass die primordialen Rami laterales des Rumpfes, falls dieselben überhaupt bei den akranen Vorfahren der Kranioten in erste Entwicklung treten, sich wieder rückbilden. Was am Rumpfe der Kranioten von Seitennerven für die daselbst befindlichen Seitenorgane existirt, hat sich vom Kopfe aus erst sekundär dahin ausgebreitet.

Umgekehrt tritt im Kopfbereiche die höhere Sinnesthätigkeit weiter ins Uebergewicht, führt zu einer höheren Ausbildung der bereits vorhandenen Sinnesorgane und zugleich — von den Petromyzonten ab (bei den Myxinoiden liegen die Verhältnisse noch nicht ganz klar) — zu einer mehr in die Breite gehenden Entfaltung der Seitenorgane. Ob das zuerst bei den Myxinoiden auftretende Gehörorgan eine

alte Bildung sui generis ist, ob es nach der Hypothese von DERCUM und MARSHALL sich aus einem primordialen Seitenorgane entwickelt hat, ist noch zu entscheiden; eine Ableitung von Kiemensinnesorganen halte ich für ausgeschlossen. Myxinoiden, Petromyzonten und Gnathostomen bieten in seiner phylogenetischen Entwicklung drei auf einander folgende Stufen dar. Das Sehorgan zeigt bereits bei den Myxinoiden, wenngleich in beträchtlich reducirtem Zustande, eine relativ hohe Ausbildung, die zu dem äusserst primitiven Verhalten von *Amphioxus* unvermittelt dasteht; Petromyzonten und Gnathostomen kennzeichnet eine noch höhere Differenzirung des Bulbus und seiner accessorischen Organe. Die ontogenetischen Befunde lassen auf eine phylogenetische Entstehung und Umbildung aus einem Hirnthheil schliessen, wobei ein älteres unpaares, vergängliches, und jüngere paarige, bleibende Augen sich einander ablösen; aberrative Bildungen der in jener Gegend befindlichen Urwirbel-myomeren lieferten die Augenmuskeln. Mit der Entfaltung dieser complicirten Sinnesfunktionen gewinnt das Gehirn und damit zugleich der ganze Kopf eine höhere Dignität; er wird Beherrscher des Rumpfes, und damit vermehren sich die centralen, Gehirn und Rückenmark verbindenden Nervenbahnen.

Ein so herangewachsener Organismus tritt im Kampfe ums Dasein in höheren Wettbewerb; er entwickelt sich mehr und mehr zu einem zunehmenden Eingreifen in demselben, und dem entspricht die Entfaltung von Waffen, deren vornehmste, auf die Erfassung der Beute gerichtete, in erster Linie im Mundbereiche sich entwickeln, wobei die successive zu diesem Zwecke sich umbildenden ersten (ursprünglich branchialen) Visceralbogen ihnen als Grundlage dienen. Gewisse rudimentäre Gebilde am vorderen Ende lassen hierbei auf einen metamerisch nach hinten fortschreitenden Umbildungsprocess schliessen. Die darauf folgenden Visceralbogen werden die Hauptträger der Athemfunktion, die sich allmählich auf eine geringere Anzahl von Branchiomeren concentrirt, aber dabei zugleich durch ein höheres Quale, auch in geweblicher Beziehung, das verminderte Quantum mehr als reichlich ersetzt. Alle diese Leistungen erfordern sowohl nach der sensibeln (cutanen und mucösen) wie nach der motorischen Seite einen höher ausgebildeten nervösen Apparat, und so gewinnt im Kopfbereiche das System der Visceralnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus) eine Entwicklung, welche diejenige ihrer dem Rumpfe angehörenden Homodynamie bei Weitem übertrifft, und damit gelangt auch wiederum das Gehirn zu einer höheren Differenzirungsstufe.

Zugleich begreift sich leicht, dass ein solches Gehirn um so geschützter und leistungsfähiger wird, je mehr es seine verschiedenen Centren einander nähert, sich also concentrirt. Darum vollzieht sich beim Uebergange vom akranen in das kraniale Stadium auch eine Verkürzung und Zusammenziehung des Gehirnes und seiner Nervencentren, und damit geht zugleich eine höhere gewebliche Differenzirung und einheitliche Gestaltung seiner Hülle, der Schädelkapsel, Hand in Hand, die auch zugleich den Sinnesorganen Schutz, den visceralen Muskeln kräftigere Ursprungsstellen gewährt. So entwickelt sich aus dem häutigen Cranium allmählich das ungegliederte Knorpelcranium, wobei wiederum die Myxinoiden, Petromyzonten und

Gnathostomen successive Etappen darstellen. Bereits GEGENBAUR hat diesen phylogenetischen Werdeprocess bei den Selachiern in unübertrefflicher Weise geschildert. Dieses Cranium ist zunächst ein Palaeocranium, das hinten und seitlich mit der knorpeligen Labyrinthkapsel abschliesst. Mit seiner Konzentration und Gestaltung zum Continuum korrespondirt die Reduktion der in seinem Bereiche befindlichen Urwirbelmyomeren (Kopfsomiten, prootische Somiten), von denen nur die für die Bewegung des Sehorgans verwendeten Theile erhalten bleiben; die sie versorgenden Nerven (Vorderhornnerven) gehen hierbei gewisse Umbildungen und Verlagerungen ein, welche insbesondere bei dem *N. trochlearis* zu einem Uebergreifen auf die andere Körperseite führen (cf. p. 681).

Andere Entwicklungswege schlägt der viscerele Apparat ein. Hier hätte eine von vorn herein erfolgende Zusammenziehung seiner Komponenten eine Verminderung seiner Leistungsfähigkeit bedingt; derselbe entfaltet sich daher in längerer Strecke und kommt daher bei der rostralwärts erfolgten Konzentration des Palaeocranium mit seinem hinteren Abschnitte mehr oder minder weit in das Rumpfbereich zu liegen. Aus der ursprünglichen Eumetamerie zwischen Kopfmymomeren und Kopfbranchiomeren bildet sich eine bei den verschiedenen Vertretern der Kranioten ungleich entwickelte Dysmetamerie aus; parasitäre Lebensweise bei den Einen, hohe Entfaltung des Kieferapparates bei den Anderen erweisen sich hierbei als weitere bedingende Faktoren, wobei wir verschiedene, nicht ohne Weiteres auf einander beziehbare Entwicklungsbahnen unterscheiden müssen. Insbesondere repräsentiren die Myxinoiden eine besondere Gruppe von extrem einseitiger Differenzirung, die aber vermöge ihrer überwiegend sehr primitiven Stellung ein hohes Interesse darbietet.

Zu der Rückbildung der Kopfmymomeren steht die gute Entwicklung der Rumpfmymomeren in scharfem Kontraste. Die letzteren bilden den ersteren gegenüber das jugendkräftigere Element und bemächtigen sich successive der früher von diesen eingenommenen palaeokraniellen und palaeobranchialen Gebiete; so erhält das Palaeocranium eine mehr oder minder weit vorwandernde spinale Muskulatur, so entfaltet sich eine epibranchiale und hypobranchiale Muskulatur, die bis zum Kieferbogen sich erstreckt und noch weiter nach vorn vorgreifen kann; namentlich die Myxinoiden und Petromyzonten zeigen diese sekundäre Ueberkreuzung cerebraler und spinaler Gebiete sehr hochgradig ausgebildet. Aber mit dieser Invasion der Rumpfmuskulatur koincidirt zugleich ein zweiter Reduktionsprocess, *loci minoris resistentiae* für sie vorbereitend: die successive von hinten her Platz greifende Verkümmern der respiratorischen Leistungen der hinteren Kiemenbogen und ihres denselben dienstbaren cerebralen Muskelapparates, und ein Funktionswechsel. So wird das, was früher lediglich von cerebralen Muskeln beherrscht war, allmählich mehr und mehr von spinalen Muskeln erobert. Auf diese Weise wurden bei den Vorfahren der Gnathostomen zwei hintere Visceralbogen durch diese spinale Muskulatur kaudalwärts in das Rumpfbereich entführt und zu Extremitätengürteln umgebildet, auf die gleiche Weise kamen bei den höheren Gnathostomen auch mehr

vordere Bogen unter Verlust ihrer Funktionen für die Athmung in den mehr oder minder ausschliesslichen Dienst der ursprünglichen Rumpfmuskulatur.

Handelte es sich in den bisher erwähnten phylogenetischen Entwicklungsprocessen um die Eroberung palaeocranialer und palaeobranchialer Skeletttheile durch Abkömmlinge der spinalen Muskulatur, also um die Bildung eines sekundären Verbandes heterogener Skelett- und Muskelelemente, so vollzieht sich bei den Vorfahren der Gnathostomen am Ende des Palaeocranium noch ein anderer Process, der zur Assimilation ursprünglich spinaler Muskel- und Skelettgebilde an dieses Cranium führt. Die Vorbedingung für diese Verbindung ist die Schwächung der ersten Rumpfmymyomeren, während die darauf folgenden in aktiver Kraftfülle bleiben. Diese ersten Myomeren verfallen einer successiven Verkümmernng, welche zu Restbeständen führt, die sehr den ersten Anfängen in der Bildung der Myomeren gleichen und nicht mehr die Leistungsfähigkeit besitzen, die ihnen entsprechenden ersten Wirbel in Bewegung, Freiheit und Unabhängigkeit zu erhalten. Dieselben verschmelzen demnach mit dem Ende des Palaeocranium (Autocranium) und bilden eine neue Zuthat zu demselben, das Neocranium (Spondylocranium), wobei die bisher freien Spinalnerven der betreffenden Rumpfmymyomeren (hintere Kopfmyomeren, metaotische Myomeren) als spino-occipitale Nerven in diesen neuen Abschnitt des Cranium aufgenommen werden. Von den Selachiern bis zu den Amnioten wiederholt sich dieser Process unter successiver Rückbildung der mehr vorderen und unter Neueinverleibung der mehr hinteren Theile mehrmals und führt zu den verschiedenen phylogenetischen Etappen, welche als protometameres und auximetameres Neocranium, als occipitale und occipito-spinale Nerven unterschieden werden konnten und in den vorliegenden Untersuchungen schon ausführlich besprochen worden sind.

---

#### IV. Anhang.

Die im Vorliegenden mitgetheilten Untersuchungen geben Anleitung zu einer Anzahl einschlägiger oder nahe verwandter Fragen, aus denen ich für jetzt nur zwei auswählen und auch nur in der Form ganz kurzer, auf jede Wiedergabe der Litteratur verzichtender Bemerkungen berühren will. Bei anderer Gelegenheit gedenke ich des Weiteren darüber zu handeln.

Diese Fragen betreffen einmal die Extremitätentheorie, dann das Verhältniss von motorischem Nerv und durch ihn versorgtem Muskel.

##### 1. Extremitäten-Theorie.

Wie allgemein bekannt, stehen sich zur Zeit zwei Theorien über die erste Entstehung der paarigen Extremitäten der Gnathostomen gegenüber: die eine, von GEGENBAUR 1869 begründete und in den folgenden Jahren weiter ausgebildete, welche

das Skelett der Extremitätengürtel und der freien Gliedmaassen von Visceralbogen und ihren Radien ableitet und aus der ursprünglichen Kiemenregion sekundär in die Rumpffregion gelangen lässt<sup>1)</sup>; die andere, 1877 und 1878 von THACHER und MIVART aufgestellte und danach insbesondere durch BALFOUR, DOHRN, RABL, WIEDERSHEIM, MOLLIER, EMERY, DEAN u. v. A. unter mannigfachen Modifikationen vertretene und auf Grund ontogenetischer Beobachtungen gestützte, wonach die paarigen Extremitäten wie die unpaaren von Anfang an dem Rumpfe angehören und daselbst analog den unpaaren aus ursprünglichen paarigen Längsfalten sich sondern und herausdifferenzieren. Auch wird (namentlich von WIEDERSHEIM) behauptet, dass die Gürtel aus der basalen Verschmelzung mehrerer Strahlen der freien Extremität sich abgliedert haben. Die meisten Autoren fassen hierbei die vorderen und hinteren Extremitäten als wirkliche Homodynamie auf; einige beurtheilen ihre übereinstimmende Bildung nur als Konvergenz-Analogie auf differenter Grundlage. Eine vermittelnde Richtung endlich acceptirt eine Descendenz des Schultergürtels (und Beckengürtels?) von Kiemenbogen, erblickt aber in den freien Extremitäten Abkömmlinge des Rumpfes, vertritt somit eine sekundäre Zusammenfügung heterogener Elemente zur Bildung des paarigen Extremitätenskelettes.

Zur Zeit verfügt die GEGENBAUR'sche Theorie ausser ihrem Begründer über eine nur beschränkte Anzahl von Anhängern; unvergleichlich grösser ist die Zahl derjenigen, welche sich zu der THACHER-MIVART'schen Hypothese oder dieser oder jener Variante derselben bekennen, und unter diesen giebt es wieder recht Viele, welche die GEGENBAUR'schen Anschauungen durch die Ergebnisse der ontogenetischen Untersuchung für völlig widerlegt und für alle Zeit für abgethan halten. — Wenn die Zahl der Anhänger entscheidet, dann freilich steht es schlimm um diese Theorie. Uebrigens hat ihr Autor noch neuerdings (1894) seinen Standpunkt sehr wirksam vertreten.

Ich gehöre zur Minorität, welche von Anfang an bis auf den heutigen Tag der GEGENBAUR'schen Theorie angehangen hat, und jede neue Phase des gegen sie entbrannten Kampfes, jeder neue Angriff auf sie hat mich von Neuem mit der höchsten Bewunderung der tief durchdachten, genialen Konceptionen ihres Autors erfüllt, hat meine Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit immer mehr gesteigert und gefestigt. Ich habe dabei auch den Eindruck gewonnen, dass gar Mancher von denen, die dagegen gekämpft haben, gar nicht in das eigentliche Wesen der GEGENBAUR'schen Ideen eingedrungen ist und zum Theil einen wenig besagenden Kampf um nebensächliche und oberflächliche Dinge geführt hat.

Wiederholt habe ich, zum Theil auch auf Grund eigener Beobachtungen, zu diesen Theorien Stellung genommen (1873, 1874, 1879, 1887 resp. 1888) und auch die vorliegenden Untersuchungen gaben mir Gelegenheit, an verschiedenen Stellen

---

<sup>1)</sup> Diese Definition umfasst nur einen kleinen Theil der nach verschiedenen Richtungen hin ausgebauten GEGENBAUR'schen Theorie. Da sich aber meine bezüglichen Bemerkungen für heute auch nur auf diesen beschränken, verzichte ich auf eine Reproduktion der übrigen Theile.

(p. 386, 390 f., 405, 442, 491, 507, 551, 553, 559 f., 563, 718) meine bezüglichen Anschauungen zum Ausdruck zu bringen.

Jetzt möchte ich aus der Extremitäten-Theorie nur den fundamentalen Punkt herausgreifen, welcher die Abstammung der Extremitäten aus dem Visceralskelett und ihre Wanderung in das Rumpfgebiet betrifft.

Der wesentlichste von gegnerischer Seite gegen die GEGENBAUR'sche Theorie erhobene Einwand basirt darauf, dass die Ontogenie der bisher untersuchten Wirbelthiere immer eine Entstehung des Skelettes der paarigen Extremitäten im Rumpfbereiche und einen Verband derselben mit Abkömmlingen der Rumpfmuskulatur zeigt. Weil die mit ihnen sich verbindenden Muskeln spinaler Abkunft sind, soll auch ihr Skelett spinaler Natur sein; weil ihre ontogenischen Untersuchungen nichts erkennen lassen, was auf branchiale Skelettbildungen oder cerebrale Muskulaturen direkt beziehbar ist, kann die Extremität auch nicht von dem Kopfbereiche abstammen. Dann giebt es Thiere (Rochen), deren ungemein ausgedehnte Extremitäten sich bis zur Berührung nähern, wieder andere (Ganoiden), deren Bauchflosse in besonders einfacher Weise aus parallelen Radien aufgebaut ist und deren, übrigens recht verschiedenartig gedeuteter, Beckengürtel eine recht geringe Entfaltung besitzt. Obwohl, ich möchte sagen, der erste Blick lehrt, dass die paarigen Flossen der Rochen ihre nahe Nachbarschaft einer durchaus sekundären Vergrößerung von hoher Einseitigkeit verdanken, obwohl nicht minder leicht erkannt wird, dass bei den Ganoiden die Vereinfachung die Folge von sekundärer Rückbildung (die selbst bis zum völligen Schwunde führen kann) ist, so gelten doch den Anhängern der THACHER-MIVART'schen Hypothese diese beiden Typen auch in vergleichend-anatomischer Verwerthbarkeit als die primordialen Beweisstücke für die Richtigkeit ihrer Theorie. Ontogenetische Angaben über die Entwicklung der Haifisch-Flosse, deren reeller Werth mit Rücksicht auf ihre Zuverlässigkeit bereits von GEGENBAUR beleuchtet worden ist, schliessen die Beweis-erhebung zu Gunsten der Theorie.

Ich wende mich zu den oben erwähnten Folgerungen von embryologischer Seite.

„Weil die Extremitäten-Muskeln von spinalen Nerven versorgt werden, so gehört auch das Extremitätenskelett zum Rumpfe!“

Auch ich vertrete die Anschauung, dass ursprünglich die innerhalb derselben Körpersegmente liegenden Skleromeren und Myomeren auch den gleichen Segmenten entstammten, homogenetisch waren und eine morphologische Einheit mit einander bildeten. Die Skleromeren des Kopfes wurden dereinst nur von cerebralen, die des Rumpfes nur von spinalen Muskeln versorgt. Aber dieses primordiale Verhalten hat sich mit den gerade in dieser Abhandlung eingehend beschriebenen metamerischen Verschiebungen und Wanderungen im Laufe der Phylogenese ganz erheblich geändert: unzweifelhaft spinale Muskeln haben in zunehmendem Maasse sich unzweifelhaft kranialer und branchialer Skeletttheile bemächtigt und zu einem sekundären Verbände heterogenetischer, heterodynamer Muskel- und Skelettelemente geführt. Basalia, Copulae, Copularia und angrenzende Theile der ventralen Branchialia stehen bereits bei den niedrigsten Selachiern unter dem

Einflüsse epibranchialer und hypobranchialer spinaler Muskeln; diese Muskulatur greift weiter und bemächtigt sich am letzten Kiemenbogen schon von den Selachiern ab immer grösserer Strecken desselben (der ganzen ventralen, bei den Dipnoern auch der dorsalen Branchialia resp. der ihnen entsprechenden Strecken); bei den Kiemenbogenrudimenten der Amnioten endlich (speciell am Zungenbein derselben) tritt die spinale Muskulatur gegenüber der alten cerebralen durchaus in den Vordergrund (cf. p. 424 f., 479, 577). Es vollzieht sich somit zusehends eine Besitznahme palaeobranhialer Skelettelemente durch die spinale Muskulatur in dem Maasse, als die respiratorische Funktion der Kiemenbogen mehr und mehr verloren geht. Zugleich aber vermag diese Muskulatur auch die alten durch Reduktion von dem Schädel und ihren rostralen Homodynamen abgelösten oder in nur lockeren Zusammenhang gebrachten Skelettelemente mehr und mehr aus dem Kopfbereiche zu entführen, wie gleichfalls das Hyoid und das Larynxskelett gewisser Amnioten zeigt.

Die Nutzenanwendung auf die Extremitätengürtel liegt nahe. Wenn die letzten Kiemenbogen der Selachier nachweisbar mit der Rückbildung ihrer Athemfunktion mehr und mehr ihrer cerebralen Muskeln verlustig gingen und von spinalen erobert wurden, wenn selbst die ursprünglich mitten im respiratorischen Gebiete gelegenen beiden Bogen, welche das Zungenbein der höchsten Amnioten bilden, bei diesen schliesslich dem gleichen Rückbildungs- und Umbildungsprocesse verfielen und unter dem Einflusse der spinalen Muskeln vom Kopfe sich entfernten, — so ist unschwer zu denken, dass bei den Vorfahren der Gnathostomen zwei noch hinter dem 7. Kiemenbogen gelegene Visceralbogen<sup>1)</sup> gleichfalls unter Verlust ihrer Kiemen, cerebraler Muskeln und sonstiger palaeobranhialer Weichtheile bereits in frühester Zeit dem Kopfbereiche entfremdet und durch die spinale Muskulatur mehr oder minder weit in den Rumpfbereich entführt wurden. Ohne Schwierigkeit lassen sich hierbei die dorsalen und ventralen mit dem Extremitätenbogen in Verband stehenden Muskeln mit der epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskulatur der Kiemenbogen homologisiren, die mit den freien Extremitäten verbundenen Muskeln aber als Aberrationen der Rumpfmuskeln auffassen, ein Vorgang, der selbst noch durch die zusammengedrängte Rekapitulation der Ontogenese (Bildung der Muskelknospen) illustriert wird. Dass hierbei die spinalen Muskulaturen und die geänderte Funktion als lokomotorische Apparate auf die dem branchialen Gebiete entfremdeten Skelettgebilde einen mannigfach modellirenden und tiefgreifend umbildenden Einfluss ausübten, bedarf keiner weiteren Ausführung.

Aus der Verbindung des Extremitätenskelettes mit der spinalen Muskulatur ist somit in keiner Weise der Beweis für die spinale Natur dieses Skelettes zu entnehmen. Aber selbstverständlich verlange ich vom Gegner der GEGENBAUR'schen Extremitätentheorie ebenso wenig, dass er auf Grund

1) Ob diese zwei Visceralbogen direkt auf den 7. Kiemenbogen der Notidaniden folgten, ob zwischen ihnen und diesem noch andere inzwischen gänzlich rückgebildete sich befanden, ist mit den vorliegenden Materialien zur Zeit nicht zu bestimmen. Wahrscheinlichkeitsgründe sprechen für einen Ausfall zwischen beiden Kategorien.

meiner bisherigen Ausführungen an die Umbildung der Visceralbogen zu Extremitätenbogen und an die behauptete Wanderung in das spinale Gebiet glaube. Was ich bisher gab, sollte nur zeigen, dass die vorliegenden Thatsachen sich mindestens mit dem gleichen Rechte wie für die THACHER-MIVART'sche Hypothese für die von GEGENBAUR vertretene verwerthen lassen.

Wären jedoch keine weiteren der GEGENBAUR'schen Theorie günstigen Momente ausfindig zu machen, so könnte sie nur Anspruch auf Gleichwerthigkeit mit der gegnerischen Theorie erheben, könnte nur wie diese als möglich bezeichnet werden, ohne das Epitheton „wahrscheinlich“ zu verdienen.

Es giebt aber Thatsachen, welche meines Erachtens der GEGENBAUR'schen Theorie das entscheidende Uebergewicht sichern, längst bekannte Thatsachen<sup>1)</sup>, die nur den ontogenetischen Gegnern unbekannt zu sein scheinen, wenigstens von ihnen völlig übersehen und ausser Acht gelassen worden sind, die ich aber jetzt, zum Theil auf Grund inzwischen fortgesetzter Untersuchungen, noch weiter illustriren möchte.

Wenn der Ontogenetiker an den paarigen Extremitäten nichts auf den Kopf Beziehbares mehr findet, so hat er einiges Recht, die Abstammung derselben von Visceralbogen zu bezweifeln, — ich sage „einiges“ Recht, denn es ist immer sehr bedenklich, aus dem Mangel und der Unvollkommenheit der ontogenetischen Materialien einen Schluss auf die einstmalige phylogenetische Nichtexistenz zu machen. Wie Vieles hat die vergleichende Anatomie und die Palaeontologie aufgedeckt, wovon die bisherige ontogenetische Untersuchung nichts ahnen liess!

Die paarigen Extremitäten besitzen jedoch noch Bildungen, welche sich auf ihre einstmalige Natur als Visceralbogen beziehen lassen und damit den Beweis für die betreffende Abstammung liefern. Dieselben sind in erster Linie gegeben in den ihnen verbundenen Muskeln und Nerven von unzweifelhaft visceraler, palaeobranchialer Abstammung und werden durch die *Mm. trapezius* und *interscapularis* mit den sie versorgenden *Rami m. trapezii et m. interscapularis* des *Vago-Accessorius*, sowie die für das Perichondrium des Schultergürtels bestimmten *Vagus-Zweige* repräsentirt.

Der *M. trapezius* bildet bei den Haien den letzten Abschnitt einer besonderen, namentlich bei den Notidaniden ausgezeichnet entwickelten dorsalen Zone des *M. constrictor superficialis dorsalis* des Visceralskelettes und inserirt mit seiner Hauptmasse am dorsalen Bereiche des Schultergürtels resp. dessen Perichondrium, mit einem schwächeren vorderen Zipfel an der entsprechenden Stelle des letzten Kiemenbogens.

1) Bereits in den Veröffentlichungen von 1873 und 1874 habe ich über dieselben gehandelt und verweise gleichzeitig auch auf VETTER's Abhandlung aus dem Jahre 1874. — Auf dieses Ignoriren der *Mm. trapezius* und *interscapularis* und manches Anderen von Seite der Ontogenetiker hat auch schon GEGENBAUR (1894) hingewiesen. Der *M. trapezius* wird entweder gar nicht oder (GÖTTE) als Abkömmling der Rumpfmuskulatur angeführt, obwohl er bekanntlich bei den Anamniern ganz oder fast ganz vom *Vagus* innervirt wird; über den *M. interscapularis* schweigen selbst die Arbeiten, welche sich die ontogenetische Entwicklung der vorderen Extremität s. l. und ihrer Muskeln bei den Anuren als specielle Aufgabe setzten. Mag nun hier Unkenntniss der elementarsten anatomischen Verhältnisse der ontogenetisch untersuchten Gegend vorliegen, mag es sich um ein geflissentliches Todtschweigen der beiden für die Theorie unbequemen oder auch den Untersuchern irrelevant erscheinenden Muskeln handeln, in keinem Falle haben die betreffenden Autoren der Sache oder sich und ihren Arbeiten damit einen guten Dienst erwiesen.

Die ihn versorgenden Nervenzweige entstammen der hintersten (am meisten kaudalen) Abtheilung des Vago-Accessorius, die namentlich bei *Hexanchus* ein besonders tief herabsteigender Ursprung (N. accessorius Willisii, cf. p. 374) auszeichnet, und geben sich und den von ihnen versorgten Muskel als das eigentliche Ende der cerebralen motorischen Nerven und Muskeln zu erkennen. Beide Insertionen, die vordere am letzten Kiemenbogen, die hintere an der Scapula, entsprechen sich vollkommen und bilden gleichwerthige Homodynamen<sup>1)</sup>, von denen das hintere entsprechend der kräftigeren Ausbildung des Insertion gewährenden Skeletttheiles das ansehnlichere ist. Mit der weiteren Rückbildung des Kiemenskelettes schwindet der Kiemenbogenzipfel und nur die Insertion am Schultergürtel persistirt, im Detail unter den mannigfaltigsten qualitativen und quantitativen Umbildungen, aber in ihrem Verhalten zum Endtheil des N. vagus, d. h. dem Ramus posterior n. accessorii Willisii bis hinauf zu den Säugethieren unverändert.

Auf Grund des Verhaltens des M. trapezius der am tiefsten stehenden Pterygiophoren zu Kiemenbogen und Schulterbogen erscheint es mir nicht zweifelhaft, dass die Insertion dieses Muskels an dem Schultergürtel eine wirklich primordiale, die ursprüngliche Kiemenbogen-Natur desselben darthuende ist. Eigensinnige Gegner der GEGENBAUR'schen Hypothese können aber sagen, dass der hinterste Theil der Trapezius-Zone mit dem Schwunde der letzten Kiemenbogen an dem inzwischen aus dem Rumpfbereiche rostralwärts an das Ende der Visceralregion vorgerückten Schultergürtel sekundär Anheftung gewonnen habe, dass somit der Verband beider Theile erst ein sekundär erworbener sei. Wie sehr wenig innere Wahrscheinlichkeit auch eine solche Deutung des vorliegenden Befundes hat, ihre absolute Unmöglichkeit ist z. Z. nicht sicher zu erweisen.

In dem M. interscapularis der Anuren<sup>2)</sup> existirt jedoch ein anderer Muskel, welcher in toto, mit Ursprung und Insertion dem Schultergürtel angehört und gleichfalls vom Ende des motorischen Antheiles des Vago-Accessorius versorgt wird. Hier ist in vernünftiger Weise nicht daran zu denken, dass derselbe vom Kiemenbereiche auf einen dem Rumpfe entstammenden Schultergürtel übergewandert sei, sondern es bleibt nur die Deutung, dass hier ein branchiogener Schulterbogen vorliegt, der den M. interscapularis als das Homodynamon eines M. adductor arcuum branchialium gewahrt hat. Dass dieser Muskel gerade bei den Anuren, nicht aber bei den tiefer stehenden Fischen und Dipnoern erhalten geblieben ist, erklärt sich aus der abweichenden Funktion des Schultergürtels, welche bei den Ichthyopterygiern und Crossopterygiern eine besonders kräftige und einheitliche Stütze der Flosse nöthig machte, bei den primitiven Cheiropterygiern aber einen in sich beweglichen Schultergürtel erlaubte<sup>3)</sup>.

1) Sie sind Homodyname, aber nicht direkt auf einander folgende Homodyname. Bei *Heptanchus* endet der vordere Zipfel an dem 7., bei *Hexanchus* an dem 6., bei pentanchen Haien an dem 5. Kiemenbogen, so dass wenigstens bei den beiden zuletzt erwähnten Abtheilungen der Ausfall von mindestens 1—2 Kiemenbogen sicher ist. Aber auch bei *Heptanchus* möchte ich einen, der Zahl nach allerdings ganz unbestimmten Ausfall befürworten.

2) Vergl. meine früheren Ausführungen 1873 p. 297 f.

3) Der Mangel bei den Urodelen ist Theilerscheinung der gerade in diesem Gebiete erheblich reducirten Weichgebilde.

Weiterhin aber finde ich — besonders deutlich bei einem gut konservirten Exemplar von *Heptanchus* — einige sehr feine Zweige von dem letzten Trapezium-Ast und einen minimalen vom Anfange der Rr. intestinales abgehen, welche sich zu einem äusserst feinen weitmaschigen Geflecht für das Perichondrium des Schultergürtels verbinden<sup>1)</sup>. Auch diese perichondrale Versorgung des Schultergürtels durch Vaguszweige, welche der perichondralen Versorgung der Kiemenbogen durch den Vagus entspricht, kann ich nur als eine primordiale, somit als einen Beweis für die ursprüngliche Kiemennatur des Schulterbogens auffassen.

Endlich möchte ich noch eine Kategorie von Skelettgebilden anführen, welche zwar nicht mit Sicherheit, aber doch mit Wahrscheinlichkeit für die ursprüngliche viscerale Natur des Schultergürtels sprechen. Bekanntlich finden sich am Visceralskelette ventrale unpaare Verbindungsstücke der paarigen Visceralbogen, die sogenannten Copulae, welche bei *Heptanchus* in einer gewissen Regelmässigkeit angeordnet, bei den meisten Gnathostomen in der mannigfachsten Weise umgebildet und theilweise verkümmert sind. Es ist daran gedacht worden (DOHRN), dieselben dem Kiemenskelett als nach vorn gerückte Rumpfelemente gegenüber zu stellen; die Beweise dafür wurden nicht gegeben, dürften wohl auch nicht zu erbringen sein. Sie gehören von Anfang an dem Kiemenskelette an. Auch die Schultergürtel verschiedener Anammier (Notidaniden, Dipnoer, Anuren) zeigen unpaare, den Coracoiden resp. Procoracoiden vorn aufsitzende Knorpelstücke, welche, unter verschiedenen Bezeichnungen (Episternum, Omosternum, Archisternum etc. etc.) geführt, eine grosse Aehnlichkeit mit diesen visceralen Copulae besitzen und vielleicht ihnen homodynamie Gebilde darstellen<sup>2)</sup>.

Die angeführten Materialien (von denen ich auf das zuletzt erwähnte, weil noch nicht genug durchgearbeitete, nicht den gleichen Werth wie auf die drei ersten lege) dürften genügen, um den Beweis zu erbringen, dass der Schultergürtel ein Homodynamon der echten Visceralbogen darstellt, dass er ursprünglich ein hinterer Kiemenbogen war, der schliesslich in den überwiegenden, aber nicht ausschliesslichen Bannkreis der spinalen Muskeln kam, die ihn zum Extremitätengürtel umbildeten.

Direkte Beweise für die Entstehung der freien Brustflosse aus ursprünglichen Kiemenradien sind durch die Weichtheile nicht mehr zu erbringen, sind aber auch nicht zu erwarten. Die Zeit, wo diese Radien noch als Träger respiratorischer Schleimhäute fungirten, liegt zu weit zurück, als dass davon noch etwas übrig geblieben wäre oder noch ontogenetisch rekapitulirt würde; diese Kiemenradien wurden

1) Vergl. Taf. II Fig. 1 Rr. pch. sc. der vorliegenden Abhandlung. Die bezüglichen Zweige sind indessen zufolge der zu geringen Vergrösserung nur ganz unvollständig und mangelhaft wiedergegeben.

2) Vergl. auch meine früheren Ausführungen 1874 p. 213. Diese Gebilde sind übrigens noch zu wenig studirt, um schon jetzt Sicheres über sie auszusagen. Bei den Selachiern ist jedenfalls auch mit der Möglichkeit einer sekundären Abgliederung vom Schultergürtel zu rechnen. Auch ist bei Dipnoern und Amphibien aus einem anderen, weiter unten (p. 729 Anm. 1) zu erwähnenden Grunde daran zu denken, dass der Verband mit dem Schultergürtel kein primordiales, sondern ein erst sekundär hergestelltes ist, womit natürlich die Beweiskraft nicht vermehrt wird. Nur fortgesetzte Untersuchungen können entscheiden.

überhaupt erst unter dem umbildenden Einflusse der Rumpfmuskulatur zu Flossenstrahlen herangezüchtet. Nachdem aber der Beweis für die Kiemenbogennatur des Schultergürtels erbracht worden, bleibt nur die Alternative, entweder eine Homogenität und primitive Zusammengehörigkeit des Skelettes der freien Flosse und des Schultergürtels anzunehmen oder die Flosse als heterogene Rumpfbildung erst sekundär zu dem Schultergürtel in Verband zu bringen. Für die letztere, an sich durchaus gezwungene Annahme spricht nicht ein einziges Moment in den thatsächlich vorliegenden morphologischen und ontogenetischen Verhältnissen der betreffenden Skelett- und Muskelgebilde; der ersteren, natürlich sich ergebenden sind dagegen alle Instanzen günstig, wie auch die bekannte von GEGENBAUR aufgestellte vergleichende Reihe alle billiger Weise an sie zu stellenden Anforderungen erfüllt.

Weit ungünstiger für den direkten Beweis durch die Weichtheile liegen die Verhältnisse bei der hinteren Extremität; weder Beckengürtel noch Bauchflosse zeigen in ihrer Muskularisierung oder Innervation irgend ein Moment, welches noch an primordiale Beziehungen zu dem Visceralskelett, zur visceralen Muskulatur und zu den palaeokranialen Nerven erinnerte. Wie sehr ich auch danach gesucht, ich fand nichts in dieser Hinsicht Verwerthbares. Wohl erstrecken sich bei verschiedenen Fischen, Dipnoern und Amphibien dorsale und ventrale Rami laterales nervi vagi bis in ihren Bereich und selbst noch weiter nach hinten, wohl reicht der Ram. intestinalis n. vagi bei gewissen Vertebraten über einen mehr oder minder grossen Abschnitt des Digestivapparates, aber in der Verlängerung des N. accessorius Willisii und Ram. trapezius — und gerade auf diese kommt es an — sich nach hinten erstreckende Vaguszweige wurden immer vermisst. Wunder kann dieser negative Befund nicht nehmen. Vergewärtigt man sich, welchen weiten Weg die zuerst der Kiemenregion entrissene hintere Extremität zu durchlaufen und wie mannigfache und tiefgreifende Schicksale sie auf ihrer langen Wanderung unter dem umbildenden Einflusse der Rumpfmuskulatur zu bestehen hatte, so begreift es sich, dass das, was ihr anfangs noch von ihrer ursprünglichen Natur anhing, sich im Laufe der Zeiten allmählich fast ganz oder ganz abstreifte. Ein wirklicher, ernsthaft zu nehmender Gegengrund gegen die Homologisierung der hinteren Extremität mit der vorderen, und damit auch mit einem ursprünglichen Kiemenbogen, ist sonach aus diesen negativen Instanzen nicht abzuleiten. — Insofern die hintere Extremität von ihrem ursprünglichen palaeobranchialen Ausgangspunkte sich am weitesten entfernt und im Rumpfgebiete am meisten eingebürgert hat, ist sie den Anhängern der THACHER-MIVART'schen Richtung die auserwählte von den beiden Extremitäten geworden, welche ihre primordialen spinalen Beziehungen besser als die vordere gewahrt habe. Diese Auffassung ist begreiflich; aber der Weg, der zu dem Verhalten führte, welches derselben als Untergrund dient, ist ein sehr anderer, als jene Anhänger annehmen.

Nicht unerwähnt bleibe aber, dass bekanntlich auch am Beckengürtel verschiedener Fische, Dipnoer, Amphibien und selbst Amnioten unpaare, verschieden bezeichnete (Epipubis, Interpubis, Pelvisternum, Hypoischium etc. etc.) und z. Th. wohl auch heterogene Skelettelemente existiren, welche den oben erwähnten praecoracoidalen

Bildungen am Schultergürtel verglichen wurden und ihnen vielleicht auch zum Theil homodynam sind. Ob und wie weit ihnen einstmalige viscerele Copulae zum Ausgange dienten, ist für jetzt nicht zu sagen. Dass sie beträchtlich umgewandelte Gebilde repräsentiren, dürfte nicht zweifelhaft sein; sie dagegen als völlige Neubildungen (z. B. als Verknorpelungen der Linea alba) aufzufassen, ist immer noch Zeit, wenn jede andere Art einer Ableitung von bereits vorhandenen Bildungen — man kann zum Theil auch an Abgliederungen vom Beckengürtel denken — erschöpft worden ist.

Ueber die Wanderungen und Verschiebungen der paarigen Extremitäten habe ich mich sowohl früher<sup>1)</sup>, wie auch in der vorliegenden Abhandlung (p. 390, 442, 458, 490, 507, 559 f., 563 f.) genugsam ausgesprochen und brauche das dort Gesagte nicht zu wiederholen. Nur Diejenigen, welche immer und immer wieder die zum Theil sehr hochgradigen Wanderungen bezweifeln resp. nicht fassen können, möchte ich darauf verweisen und zugleich betonen, dass selbst bei recht specialisirten Vertretern, wie beispielsweise den Teleostiern oder den Vögeln, die sicheren vergleichend-morphologischen Feststellungen für nach vorn und nach hinten gerichtete Wanderungen der hinteren und vorderen Extremität von sehr beträchtlicher Ausdehnung existiren, dass aber auch für kürzere Strecken der ontogenetische Nachweis dieser Wanderungen gegeben werden konnte. Die zahlreichen Dysmetamerien innerhalb der Rumpfmymyomeren sind zugleich eine partielle Folgeerscheinung dieser metamerischen Verschiebungen; auch vergesellen sich ihnen mannigfache Wanderungen der Eingeweide, auf die indessen hier nicht weiter einzugehen ist. Dass überhaupt in der gegenseitigen Ausdehnung und Abgrenzung der Bezirke des Kopfes und Rumpfes, der Machtsphären des Gehirns und Rückenmarkes die mannigfachsten Variirungen existiren, beweist die ungleich weite und wechselnde Ausdehnung der Rami laterales der Kopfnerven und des Ramus intestinalis vagi nach hinten, die Vorwanderung der Rumpfmuskeln und Rumpfnerven nach vorn, die gegenseitigen Appositionen, Verschmelzungen und Ablösungen cerebraler und spinaler Antheile an denselben Organen, worüber gleichfalls in dieser und den früheren Abhandlungen berichtet wurde.

Noch eines Einwandes sei gedacht, der gegen die Vergleichung der Kiemenbogen und Extremitätenbogen erhoben worden ist und erhoben werden kann. Es ist die Verschiedenheit in der tieferen oder oberflächlicheren Lage beider Theile: die Kiemenbogen werden von den Rumpfmuskeln und von dem N. vagus bedeckt, die Extremitätenbogen liegen dagegen innerhalb der Rumpfwandung in die ganze Masse der Rumpfmuskulatur eingesenkt, theilweise selbst oberflächlich von ihr und decken die am Rumpfe kaudalwärts verlaufenden Theile des N. vagus; auch gehören die Visceralbogen mit ihren cerebralen Muskeln dem hypomeren Seitenplattenbereiche, die Rumpfwandung mit ihren spinalen Muskeln dem epimeren Urwirbelbereiche an.

1) Vergl. die Abhandlungen von 1875 p. 683 ff., 1879 p. 344 ff. und 1887 resp. 1888 p. 972—991.

Ich erkenne die principielle Differenz zwischen der tiefen und hypomeren Lage der Kiemenbogen und der oberflächlichen und epimeren der Rumpfwand durchaus an, kann aber darin keine Instanz gegen die behauptete Homologie erblicken. Insofern, wie schon oben (p. 722) ausgeführt worden, die Rumpfmuskulatur der unzweifelhaften und unbestrittenen Visceralbogen sich bemächtigt, gewinnen diese von selbst veränderte Lagebeziehungen; Verstärkungen derselben, wie sie z. B. an den Kieferbogen beobachtet werden, lassen diese Bogen immer mehr an die Oberfläche und selbst direkt unter die Haut treten, während die an ihnen sich ansetzende hypo-branchiale spinale Muskulatur (*M. coraco-mandibularis*) zum Theil selbst an ihrer Innenfläche inserirt. Also auch hier die entsprechenden topographischen Lagebeziehungen wie bei den Extremitätenbogen. Damit verwischt sich auch von selbst die ursprüngliche Grenze zwischen hypomeren und epimeren, zwischen visceralen und trunkalen Gebilden. Dazu kommt, dass bereits von den Selachiern ab die cerebrale Muskulatur des Visceralskelettes unter complicirten sekundären Differenzirungen an die Oberfläche strebt und oberflächliche Lagen bildet, welche die Rumpfmuskel-derivate überdecken und bis hinauf zu den höchsten Vertebraten wenigstens zum Theil erhalten bleiben. Wir begegnen somit in der weiteren phylogenetischen Entwicklungsgeschichte dieses, in so hohem Grade anpassungs- und umbildungsfähigen, Systemes auch völligen Umkehrungen der ursprünglichen Lagebeziehungen.

Dass aber bei den Extremitätenbogen, den mächtigen Stützen der an das Wasser angepassten Flossen, eine besonders ausgedehnte Umschliessung durch die Rumpfmuskulatur und in Korrelation dazu eine besonders kräftige, die ganze oder fast die ganze Dicke der Rumpfwand einnehmende Heranbildung derselben ein wichtiges und nöthiges Erforderniss zum glücklichen Kampfe ums Dasein war, bedarf keiner specielleren Auseinandersetzung<sup>1)</sup>, sehen wir selbst, wie der Schultergürtel der grössten und wohl auch in ihrer Weise leistungsfähigsten Flossen, z. B. der Cestra-cionten, Holocephalen und Rochen successive aus dem ventralen Rumpfmuskelgebiete in das dorsale hinein bis zum Wirbelbereiche sich ausdehnt und da festen Verband mit der dorsalen Rumpfmuskelzone und selbst mit der Wirbelsäule gewinnt<sup>2)</sup>, wie aber auch der Beckengürtel bei den erhöhten an ihn gestellten Anforderungen mit dem Uebergange zum Landleben (Amphibien, Amnioten) die entsprechende höhere Ausbildung, Volumensentwicklung und Verbindung mit dem Rumpfskelett eingeht. Des Weiteren gewinnt auch der Schultergürtel der Cheiropterygier infolge der weiteren Ausbildung der pneumo-respiratorischen Funktionen und der damit zusammenhängenden höheren Entfaltung der thorakalen Skelett- und Muskeltheile zum Zwecke der Inspiration und Expiration, zum Theil auch, infolge der partiellen Rückbildung seiner

1) Dass auch bei sekundären Rückbildungen der freien Flossen dieser kräftige Zusammenhang zwischen Schultergürtel und Rumpfmuskulatur gewahrt bleiben kann, bildet selbstverständlich keinen Gegengrund gegen diese Anschauungen. Die Reduktion greift in diesen Fällen nur in beschränktem Maasse auf den Gürtel und seine Muskulatur über.

2) Dieser Verband mit der Wirbelsäule wiederholt sich bekanntlich auch bei den Patagosauriern, speciell bei *Pteranodon* und *Ornithocheirus*.

Muskulatur, eine relativ oberflächliche, die eigentliche Thoraxwand deckende Lage. Das sind topographische Umwandlungsprozesse, ebenso natürlich, wie auf vergleichend-morphologischem Wege durch alle Etappen leicht zu verfolgen.

Aber die Lage des N. vagus kann vielleicht einen ernstlicheren Einwand gegen die behauptete Homologie bilden. Der Vagusstamm und seine Aeste ziehen über die Kiemenbogen hinweg, die weiter kaudalwärts verlaufenden Theile desselben (Rr. laterales superiores und inferiores, R. intestinalis) werden vom Schultergürtel gedeckt. Ergiebt sich diese Differenz als eine primordiale und durchgreifende, gelingt es nicht, ihre sekundäre Ausbildung nachzuweisen, so gebe ich selbst zu, dass die Homologie zwischen Kiemenbogen und Schultergürtel keine komplette ist.

Die Rami laterales machen nur geringe Schwierigkeit. Bekanntlich entstammen die Rr. laterales superiores mehr vorderen (rostralen) Abtheilungen des Vagus, sind somit vordere dorsale Seitenäste dieses Nerven, welche in durchaus sekundärer Weise ihre Verbreitung an der Haut des Rumpfes gewannen; vergleichende Anatomie und Ontogenie haben gezeigt, dass ihre Tieflagerung in die Seitenrumpfmuskulatur ein weiterer sekundärer Bildungsvorgang ist; dass sie auch durch den inzwischen dorsalwärts ausgedehnten Schultergürtel gedeckt werden müssen, bedarf keiner besonderen Ausführung. In ähnlicher Weise stellt der R. lateralis inferior der Dipnoer und Amphibien die sekundäre Verlängerung eines Kiemenastes des Vagus dar; seine Entwicklung ist meines Wissens bisher noch nicht genauer verfolgt worden; ich bezweifle aber nicht, dass sie analog derjenigen der Rr. laterales superiores erfolgt sein wird, dass hier die Deckung durch den Schultergürtel durch ventro-medialwärts erfolgtes Wachsthum der ursprünglich kleineren ventro-lateral gelegenen Schultergürtelhälften der Vorfahren der Dipnoer und Amphibien vor sich gegangen ist<sup>1)</sup>.

Schwerer wiegt das Verhalten des R. intestinalis, der wohl allgemein als die eigentliche Fortsetzung des Vagus, als Endstamm desselben angesehen wird. Ich kann indessen mit dieser Auffassung nicht übereinstimmen. Die Nervenfasern des R. intestinalis entstammen nicht dem letzten Theile des centralen Vagusernes und bilden gleichfalls nur einen mit der kaudalwärts gehenden Wanderung des Kopfdarmes weit nach hinten ausgedehnten Seitenast resp. Seitenastkomplex, welcher den zwischen den Kiemenbogen in die Tiefe dringenden und dann an ihrer Innenfläche verlaufenden Rr. viscerales der Kiemenäste des Vagus homodynam ist. Er muss somit, gerade auf Grund der Homodynamie zwischen Kiemenbogen und Schulterbogen, innerhalb des letzteren liegen. Der eigentliche Endtheil des Vagus ist, wie bereits oben ausgeführt, der dem letzten Ende des centralen Vago-Accessorius-Kernes

1) Bei den Urodelen bleiben bekanntlich der rechte und linke Schultergürtel getrennt, bei den Dipnoern dagegen kommt es zu einer medianen Synchronrose beider, die gerade so wie diejenige bei den Selachiern als eine sekundäre Verbindung zu beurtheilen ist (dies wird auch durchaus gestützt durch das Quale dieses Verbandes bei den Selachiern, der hier von den Notidaniden, wo er noch syndesmotisch oder nur durch eine schmale Knorpelvereinigung repräsentirt ist, bis zu der Mehrzahl der Haie, wo weicherer Knorpel ihn vermittelt, und endlich bis zu den höchsten Haien, Holocephalen und Rochen, wo er eine zunehmende Festigkeit und Massigkeit gewinnt). — Diese Verhältnisse werfen auch Licht auf die oben (p. 725) besprochenen eventuellen Homodynamie der visceralen Copulae am Schultergürtel und mahnen zugleich in der Beurtheilung eines Theiles derselben zur Vorsicht.

entstammende Ramus trapezius; dieser aber liegt gerade so wie der Stamm des Vagus zu den Kiemenbogen oberflächlich zum Schultergürtel. Nach diesen Darlegungen erwächst somit meines Erachtens auch aus diesem Verhalten der Homodynamisierung der Extremitätenbogen mit den Kiemenbogen keine Schwierigkeit.

Mit diesen wenigen Bemerkungen, die, wie schon gesagt, nur einen kleinen Theil der GEGENBAUR'schen Extremitätentheorie betreffen, wollte ich zeigen, dass die von GEGENBAUR gegebene Ableitung der paarigen Extremitäten aus ursprünglichen visceralen Bildungen noch nicht abgethan ist, wie ihre Gegner glauben. Gewiss liegt das einstmalige Kiemenstadium derselben weit zurück, gewiss hat die Extremität im Laufe der Phylogenese unter dem Einflusse der neuen Lebensbedingungen und der Rumpfmuskulatur Zuthaten erhalten und Umwandlungen erlitten, welche kaum eine Zelle unverändert bestehen liessen, — aber das ändert nichts an der Thatsache, dass ihr Ausgang der viscerele Bogen mit seinen Radien war. An diesen knüpft sie an, nicht aber an ganz neu gebildete, im Rumpfbereiche in Korrelation zu den Rumpfmuskeln entstandene Chondrifkationen, mögen diese nun in besonderen oberflächlichen Längsfalten erst durch die Extremitätenmuskelknospen herangezüchtet worden sein oder schon seit ältester Zeit — auch dies wurde behauptet — in dem Seitenfaltensystem der Akranier sich vorgebildet finden. Mag sich die betreffende ontogenetische Richtung<sup>1)</sup> noch so sehr auf die negativen Befunde ihrer Untersuchungen berufen, mit den bisher vorliegenden hat sie nur die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit dargegethan, nicht aber die GEGENBAUR'sche Hypothese „für immer beseitigt“. Warten wir schlagendere Resultate und überzeugendere Beweise gegen dieselbe ab!

## 2. Nerv und Muskel.

Meinen bisherigen Untersuchungen über die Morphologie des Muskel- und Nervensystemes (1873—1895) lag allenthalben die Auffassung von der ursprünglichen und unveränderlichen Zusammengehörigkeit von motorischer Nervenfasern und Muskelfaser zu Grunde; dieselbe beherrschte meine physiologischen Anschauungen und meine sämtlichen morphologischen Deutungen in diesem Gebiete. Ich glaube, dass dieser Auffassung durch zahlreiche von mir und Anderen ausgeführte Arbeiten eine gewisse morphologische Begründung zu Theil wurde, habe auch wiederholt, am ausführlichsten in meiner Veröffentlichung vom Jahre 1887 (1887 resp. 1888 p. 894—947) über diese Frage im Allgemeinen und Speciellen gehandelt. Ich gelangte dabei, auf Grund eigener Untersuchungen und unter kritischer Abwägung der bisher über den Zusammenhang von Nerv und Muskel aufgestellten Theorien, zu dem in der speciellen Auseinandersetzung genauer dargelegten Resultate, dass eine endgültige absolute

1) Selbstverständlich spreche ich nur von den betreffenden ontogenetischen Arbeiten, welche dem, was sie mit ihren Mitteln nicht zu sehen vermochten und zum Theil — unbewusst oder bewusst — nicht einmal in den Bereich ihrer Untersuchungen zogen, kurzer Hand die Existenzberechtigung absprachen. Der ontogenetischen Wissenschaft als solcher habe ich stets meine ganze Werthschätzung entgegengebracht und werde ihre Leistungsfähigkeit innerhalb der ihr gezogenen Grenzen immer voll und gern anerkennen.

Entscheidung auf Grund der bisherigen Materialien noch nicht gegeben werden könne, dass die Schwierigkeiten der Frage mit der wirklichen Vertiefung in sie nur wachsen, dass man aber wohl im Stande sei, die geringeren oder grösseren relativen Wahrscheinlichkeiten einigermassen zu bestimmen, und schloss den betreffenden Passus mit Folgendem (1887 p. 941 f.):

„Es war meine Absicht, in der vorhergehenden Besprechung an der Hand einer möglichst ruhigen und sachgemässen Kritik zu zeigen: dass von den Theorien und Untersuchungsbefunden, welche bisher über den Zusammenhang von Muskel und Nerv mitgetheilt worden sind, meiner Meinung nach diejenigen, welche einen sekundären und späten Verband beider Gewebe und ein Zusammenwachsen aus der Ferne statuiren, die geringste Wahrscheinlichkeit besitzen; dass ferner diejenigen, welche eine frühe Verbindung benachbarter und noch gleichartiger Zellen und eine erst danach stattfindende Differenzirung derselben annehmen oder überhaupt von in Kontakt stehenden Zellen ausgehen (gleichviel ob sie dieselben allezeit separirt bleiben oder später mit einander verschmelzen lassen), mir minder unwahrscheinlich, aber doch nicht ohne Weiteres acceptabel erscheinen; dass endlich diejenigen, welche eine von Anfang an bestehende Einheit von Nerv und Muskel und einen in der Hauptsache auch später gewährten und unverrückten Verband derselben behaupten, für mich den grössten Grad der Wahrscheinlichkeit besitzen.“

„Wenn ich in den Büchern blättere und da beispielsweise lese, dass der eine Autor »sich nicht bemüssigt findet, diese Darstellungen (HENSEN's), welche an die Stelle leicht anzustellender Beobachtungen zum Theil rein willkürliche Vorstellungen setzen, anders als durch einen Hinweis auf seine Beobachtungen zu widerlegen«, zugleich aber seinen eigenen Beobachtungen wiederholt den Stempel »unzweifelhaft« aufdrückt, oder dass der andere Autor anführt, »dass die Biologen schon seit einem halben Decennium wissen, dass von dem viel bewunderten Gebäude der sogenannten Neuro-muskeltheorie auch nicht zwei Steine auf einander geblieben sind« und »dass die Meinung GEGENBAUR's von einer unabänderlichen Verknüpfung von Nerv und Muskel als unzeitgemäss zu verwerfen sei«, so sind das natürlich auch meine jetzigen Ausführungen vernichtende Urtheile; aber ich glaube in aller Bescheidenheit, dass wir noch nicht so weit sind, wie beide Autoren betonen, dass noch nicht einmal die erwähnten unzweifelhaften Untersuchungsbefunde in den sicheren Besitz der Wissenschaft übergegangen sind. Und es sei mir erlaubt, hinzuzufügen, dass Anschauungen, die unter Anderen von einem VON BAER, GEGENBAUR und HENSEN vertreten werden, doch wohl etwas tiefer fundirt sein mögen, als hier angenommen zu werden scheint“.

„Eine endgültige Entscheidung dieser Frage vermochte ich somit nicht zu geben, und es ist mir auch sehr zweifelhaft, ob Einer der Zeitgenossen sie erleben wird. Je tiefer man sich in die Sache eindenkt, desto zahlreicher werden die Schwierigkeiten und die an die alten sich anknüpfenden neuen Fragen. Meines Erachtens stehen wir noch in den Anfangsphasen der Behandlung und es wird noch eines grossen Aufwandes von technischer und geistiger Arbeit und einer noch viel höheren Ausbildung unserer Methoden bedürfen, ehe die endgültige Lösung zu

erwarten ist. Darum konnte ich nur von grösseren und geringeren Wahrscheinlichkeiten sprechen, aber auf Grund derselben habe ich das Recht zu behaupten, dass die Annahme einer ganz bestimmten und in gewissem Sinne unabänderlichen Verknüpfung von Nerv und Muskelfaser noch nicht widerlegt ist, dass sie selbst über die relativ günstigsten Argumente zu verfügen vermag. Und darum habe ich auch nicht den mindesten Grund, meine Ansicht über die Bedeutung der Muskelinnervation zu ändern. Nach wie vor erblicke ich in derselben das gewichtigste und unentbehrlichste Mittel zur Bestimmung der Muskelhomologien.“

Etwa um die gleiche Zeit resp. bald darauf (1887, 1888) fasste His in einigen Abhandlungen (deren auch in den folgenden Jahren noch mehrere das gleiche Thema behandelnde erschienen) seine diesbezüglichen Untersuchungen und Anschauungen zusammen und veröffentlichte damit eine stattliche Reihe von specielleren Resultaten, in welchen ich zu einem grossen Theile eine werthvolle Bereicherung unserer betreffenden Kenntnisse erblicke, zugleich aber auch allgemeinere Auffassungen, welche den meinigen fast in jeder Hinsicht diametral entgegenstehen.

Während für mich und die Mehrzahl der Morphologen die niederen Vertebraten den Schlüssel für die Erkenntniss der bezüglichen Verhältnisse geben, hält His sich dabei in erster Linie an „den menschlichen Embryo, der auch in mancher Hinsicht sehr viel einfachere und typischere Verhältnisse darbietet, als die Embryonen niederer Wirbelthierklassen“<sup>1)</sup>. Und während ich ferner wie viele Morphologen der Ansicht war, dass dieses feinste System des thierischen Körpers mit unseren bisherigen stumpfen Mitteln namentlich auf Seite seiner Entwicklung noch sehr unzureichend erkannt sei, findet gerade His, dass HENSEN'S geistvolle Hypothese zu einer Zeit ausgesprochen werden konnte, „da unsere embryologische Untersuchungsmethodik noch sehr primitiv war, und da man in Rücksicht hierauf die Möglichkeit zugeben konnte, dass feine Faseranlagen vorhanden sein möchten, die wir nicht zu sehen vermögen. Jetzt ist eine derartige Annahme nicht mehr gestattet. Mit unseren gegenwärtigen Färbungs- und Schneidmethoden sind wir sicher, auch die feinsten Elementartheile zur Anschauung bringen zu können, und überdies sind die Nervenfasern, wenn sie einmal da sind, gar nicht übertrieben fein, sondern sie stellen Fäden dar von einer bestimmten Stärke und von sehr charakteristischem Aussehen“<sup>2)</sup>. — Endlich aber hält er unverändert seine bisherigen Anschauungen über das Auswachsen der Nervenfasern nach der Muskelfaser hin und die sekundäre Verwachsung beider fest und schärft noch den Gegensatz zwischen seiner Auffassung und den einen primordialen Konnex beider Elemente betonenden Hypothesen. „Man ist im Allgemeinen geneigt“, sagt er<sup>3)</sup>, „die Innervation dieser Theile“ (Herz, Oesophagus, Magen) „durch den Vagus dadurch zu erklären, dass dieselben ursprünglich dem Kopfe angehört oder doch demselben nahe gelegen haben. Sie sollen dann bei ihrer Dislocation den

1) Archiv f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1887 p. 445.

2) Verhandl. d. Anatomischen Gesellsch. in Würzburg 1888 p. 11.

3) Abhandl. der math. phys. Klasse der K. S. Gesellsch. d. Wissenschaften zu Leipzig 1888 p. 386.

Nerven mit sich genommen haben. Diese Auffassung, die ich selber lange Zeit vertreten habe, ist bei genauerer Ueberlegung nicht stichhaltig. Der Nerv geht mit der Hauptmasse seiner Fasern direkt in den Rumpf hinein und er versieht solche Theile, die diesem von Anbeginn ab angehört haben. Die Trachea, das Speiserohr, der Magen und ebenso der Vorhof des Herzens haben niemals zum Kopfe gehört. Die Grenze des embryonalen Kopfgebietes ist im visceralen System durch den Rand des vierten Bogens bezeichnet und, auf die bleibenden Organe bezogen, schneidet dieselbe zwischen dem Schild- und dem Ringknorpel des Kehlkopfes durch.“ Auf dem Wege nach ihren Endorganen können die Nerven — und es handelt sich hierbei nach His nicht nur um den Vagus, sondern um alle Nerven — durch ihnen im Wege gelegene Widerstände, z. B. Blutgefässe, Knorpel oder überhaupt verdichtete Stellen, abgelenkt werden, sie können durch diese Widerstände auch zur Theilung veranlasst werden<sup>1)</sup>. Andererseits bedingt die Krümmung des embryonalen Leibes ein strahliges Zusammenlaufen der nach den Gliedmaassen hin auswachsenden Nervenbahnen<sup>1)</sup>. Wie ausserordentlich gross auch die schliessliche Komplikation im Aufbau des Nervensystems ist, wie dessen Leistungen auch auf das Allerfeinste abgemessen und in einander gepasst erscheinen, so geht doch hervor, dass bei seinem Aufbau „Principien allereinfachster Art in Betracht kommen. Wir können uns in der That kaum einen einfacheren Vorgang denken, als dass von einer Zelle aus ein Faden so lange weiter wächst, bis er schliesslich auf ein Endorgan stösst, oder bis sein Weiterwachsen überhaupt aufhört. Wir können uns nichts anscheinend Gröberes denken, als dass bei diesem Auswachsen der Fasern äussere im Wege liegende Hemmnisse, Gefässe, Knorpel und die im Gehirn vorhandenen Gerüstfasern, die Richtung beeinflussen und damit das endgiltige Auslaufen der Fasern bestimmen. Nichts Einfacheres giebt es ferner, als die Thatsache, dass, wenn verschiedene Bahnen unter einem Winkel zusammenstossen, sie theils ineinanderfliessen, theils sich durchkreuzen“<sup>2)</sup>.

Seitdem sind mehrere weitere Arbeiten über die Histogenese des Nervensystems erschienen, welche aber fern von Uebereinstimmung sind. Die einen Autoren bekennen sich zu ähnlichen Anschauungen wie His, die anderen treten für einen Aufbau der Nervenfasern aus an einander gereihten Zellen ein, noch andere reden der weiteren Ausbildung von Anfang an präformirter protoplasmatischer oder nervöser Zusammenhänge das Wort. VON KUPFFER, der die von His vertretene Lehre vom Auswachsen der Nervenfasern aus embryonalen Nervenzellen bereits 1857 begründete und seitdem den Anhängern derselben als feste Stütze galt, sagt 1894<sup>3)</sup>: „Meiner Ansicht nach befinden wir uns am ersten Anfange einer Entwicklungsgeschichte des peripheren Nervensystems. Von den vielseitigen Schwierigkeiten der Aufgabe bin ich durchdrungen und wünsche daher, dass die nachfolgenden Untersuchungen auch nur als ein Beitrag zur Förderung eines sehr verwickelten Problems angesehen werden möchten. zu dessen Lösung ja die vergleichende Embryologie vorwiegend berufen ist, sofern

1) A. a. O. 1888 p. 385, 386, 387.

2) A. a. O. 1888 p. 389.

3) Die Entwicklung des Kopfes von *Ammocoetes Planeri*. München und Leipzig 1894 p. 65.

sie dabei phylogenetische Gesichtspunkte nicht aus dem Auge lässt“, und modificirt seine früheren Ausführungen dahin, dass er die peripherischen Nervenanlagen im Anfange aus Ketten von Zellen bestehen lässt, welche Ausstülpungen des Centralorgans darstellen und mindestens dreierlei Zellen verschiedener Dignität, Neurocyten, Spongiocyten und Gliazellen, aufweisen; diese primitiven Ketten geben für ihn gleichsam nur die Leitbahnen ab, längs welchen die Fibrillen in der einen oder anderen Richtung vorwachsen.<sup>1)</sup>

Inzwischen war der Untersuchungstechnik des feineren Baues des Nervensystems durch die GOLGI'sche Chrom-Silber- und Chrom-Osmium-Silber-Methode (1873 und 1886) und die EHRLICH'sche Methylenblau-Methode (1886) eine Förderung allerersten Ranges zu Theil geworden. Ein Jeder weiss, welche hochbedeutenden Aufschlüsse wir der konsequenten Anwendung dieser technischen Methoden verdanken, welche Bereicherung unserer neurologischen Kenntniss durch die mit denselben ausgeführten zahlreichen Arbeiten von GOLGI und seinen Schülern, von RAMON Y CAJAL, KÖLLIKER, v. LENHOSSÉK, BIEDERMANN, VAN GEHUCHTEN u. A. und durch die bewunderungswürdige Reihe der Veröffentlichungen von G. RETZIUS zu Theil wurde.

Auch auf histogenetischem Gebiete wurde mit diesen Methoden gearbeitet und die bisher namentlich von R. Y CAJAL, v. LENHOSSÉK und RETZIUS gewonnenen Resultate erscheinen als eine Bestätigung der HIS'schen Lehre vom freien Auswachsen der Nerven; insbesondere wird die CAJAL'sche Wachstumskeule (Cône d'accroissement) als das sichere Zeichen eines gut abgegrenzten peripherischen Endes der herauswachsenden Nervenfasern und damit auch als das Beweisstück für die sekundäre Vereinigung des Nervenendes mit der Muskelfaser aufgefasst. HIS, wenn ich ihn recht verstehe, erblickt in der peripherischen Verdickung schon die Anlage des Endgewebes, das seine Muskelfaser aufsucht, um dann mit ihr in Kontakt zu treten.

Eine solche Art der Herstellung des Verbandes von Nerv und Muskel hat natürlich auch diejenigen Autoren, welche dieselbe durch die ontogenetische Untersuchung als erwiesen ansehen, nach der physiologischen Seite hin beschäftigt. Wie ist das zielbewusste Auftreten des sich entwickelnden Nerven zu erklären? Welcher Spiritus rector führt die Tausende und Millionen von Nervenfasern immer richtig zu ihren speciellen Endorganen?

Bekanntlich ist die Erklärung auf mehrfache Weise versucht worden<sup>2)</sup>. Für W. HIS sen. bilden die nach einer bereits praestabilirten Harmonie der Entwicklung bestimmten Loci minoris resistentiae die Bahnen, in welchen der Nerv peripherwärts wächst. W. HIS jun. fügt dem noch hinzu, dass die wandernden Nervenzellen auch nach den Stellen besserer Ernährungsbedingungen hinwachsen. RAMON Y CAJAL acceptirt gleichfalls die Theorie von HIS sen., lässt aber zugleich von den einzelnen Muskelfaseranlagen gewisse Stoffe absondern, welche für die einzelnen Nervenfasern spezifische Lockmittel darstellen und sie in chemotaktischer Weise veranlassen, gerade

1) A. a. O. p. 75.

2) M. v. LENHOSSÉK stellt diese Hypothesen in seinem Feineren Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. Berlin 1895, auf p. 95–97 zusammen und fügt kritische Bemerkungen bei.

die ihnen specifisch zugehörigen Muskelfasern aufzusuchen. STRASSER endlich nimmt an, dass während der Entwicklung in den Neuroblasten positive, in den Muskelfaseranlagen negative elektrische Spannung entstehe, wodurch beide Theile sich direkt anziehen und die sich dadurch verlängernden Nervenfasern zu den Muskelfasern hinführen; v. LENHOSSÉK bemerkt zu dieser letzten Theorie mit Recht, dass man aber hierbei jeder einzelnen Faser eine specifisch angepasste elektrische Spannung zuertheilen müsse, damit der Verband in der bestimmt normirten Weise stattfinde.

Ueber die speciellere Ausbildung des peripherischen Verbandes von Nervenfasern und Muskelfaser ist seit meiner Zusammenstellung von 1887 eine Anzahl von Arbeiten (namentlich von LAWADOWSKI, MITROPHANOW, TRINCHESE, MAYS, v. THANHOFFER, WEISS et DUTIL) erschienen, welche aber zu keinen einheitlichen Resultaten kommen: bald wird die Herstellung eines Verbandes der nervösen Endplatte mit der Muskelfaser, bald die des Nerven mit der Endplatte (welche danach eine Produktion der Muskelfaser darstelle), bald endlich die Verbindung von Nervenfasern und Muskelfaser unter Interpolation einer sog. Endzelle beschrieben.

Es leuchtet nach alledem ein, dass wir auch nach den Arbeiten der 9 letzten Jahre von einer definitiven Lösung des Problems noch weit entfernt sind. Alle die von mir schon 1887 erwähnten Möglichkeiten der Ausbildung des Verbandes zwischen Nerv und Muskelfaser werden vertreten und bald diese, bald jene mit grösserer oder geringerer Bestimmtheit als die einzig richtige hervorgehoben. Der eine Autor (z. B. v. KUPFFER) äussert sich mit der grössten Vorsicht und betont, dass wir uns angesichts der Schwierigkeit der Aufgabe, zu deren dereinstiger Lösung die mit phylogenetischen Gesichtspunkten arbeitende vergleichende Embryologie vorwiegend berufen sei, noch am ersten Anfange einer Entwicklungsgeschichte des peripherischen Nervensystems befinden, der andere (z. B. HIS) findet unsere technischen Methoden so vollendet, dass wir sicher sind, in der Entwicklung des Nervensystems auch die feinsten Elementartheile zur Anschauung zu bringen, erblickt in dem menschlichen Embryo das geeignete Objekt, welches in mancher Hinsicht sehr viel einfachere und typischere Verhältnisse als die Embryonen niederer Wirbelthiere darbietet, kann sich kaum einen einfacheren Vorgang als das Wachsthum des Nerven denken und trägt seine Anschauungen von den Entwicklungsbahnen der Nerven und ihren Verbindungen mit den Muskeln mit einer alles Andere ausschliessenden Zuversicht und Gewissheit vor.

Da HIS gerade diejenige Anschauung vertritt, welcher ich von allen die geringste Wahrscheinlichkeit zuschrieb, so ist jetzt meine Aufgabe, seine Argumente und die sonstigen Verhältnisse, welche sie stützen könnten, des Genaueren anzusehen und auf ihren wirklichen Werth zu prüfen.

Wie bei jeder wissenschaftlichen Frage, handelt es sich auch in der vorliegenden um Beobachtung und Reflexion; bei letzterer spielen gerade hier physiologische Erwägungen eine sehr wesentliche Rolle.

Mit gewissen Fragestellungen tritt der Untersucher an die Aufgabe heran und sucht dieselben auf dem Wege der Beobachtung und, wo dies angezeigt ist, des Versuches zu beantworten. Diese empirische Thätigkeit bildet die Basis für die

Antwort; je gewissenhafter, nüchterner und umsichtiger sie ausgeübt wurde, um so sicherer ist das Fundament. Leicht kann auch ein ganz anderes Gebäude emporwachsen, als der Untersucher bei seinen ersten Konceptionen sich träumen liess; dann darf er nicht schwerfällig sein. Aber dieser erste Theil der Arbeit, an dem Auge und Hand den sichtbarsten und hauptsächlichsten Antheil haben, darf keinen Augenblick auf die höhere Thätigkeit jenes Organes verzichten, das hinter den Augen sitzt, seine Impulse empfängt, weiter verarbeitet und zugleich den manuellen Theil der Aufgabe beherrscht. Dieses, wenn hinreichend geschult, ist dem Irrthum weit weniger unterworfen als unsere Sinne und unsere Technik. Wahre Exactität in der Wissenschaft ist ohne unausgesetzte Grosshirnthätigkeit nicht zu denken.

Es giebt durch viele Decennien erprobte und so durch und durch erkannte technische Methoden, dass der Untersucher sich ihnen nahezu unbedingt anvertrauen darf; die meisten feineren und namentlich die bei der vorliegenden Aufgabe in Frage kommenden verlangen aber noch die stete Kritik und die Prüfung auf den Umfang ihrer momentanen Leistungsfähigkeit, auf die Grenzen ihres jeweiligen Könnens. Es ist eine Ueberschätzung unserer Technik, wenn His behauptet, dass die gegenwärtigen Färbungs- und Schneidemethoden uns Sicherheit geben, auch die feinsten Elementartheile zur Anschauung zu bringen, es ist ferner ein nicht berechtigter Ausspruch, wenn er sagt, dass die Nervenfasern, wenn sie einmal da sind, gar nicht übertrieben fein sind, sondern Fäden von einer bestimmten Stärke darstellen, und endlich eine theilweise Umkehrung des Sachverhaltes, wenn er dem menschlichen Embryo in mancher Hinsicht sehr viel einfachere und typischere Verhältnisse zuschreibt als den Embryonen niederer Wirbelthierklassen. Selbst ausgebildete Nerven besitzen neben gröberen Fasern solche von einer fast unmessbaren Feinheit, und was beim Menschen einfach aussieht, ist erst durch sekundäre Veränderung scheinbar einfach geworden, jedenfalls aber nicht als primär einfach und typisch aufzufassen.

Die von His geübte Technik ist, wenn ich nicht irre, die gewöhnliche, bei embryonalen Untersuchungen gebräuchliche. Seine Präparate sind wiederholt gesehen worden; aber die Beobachter scheinen nicht darüber einig zu sein, dass sie das in einer jeden Zweifel ausschliessenden Weise erhärten, was His behauptet.

In den Methoden von GOLGI und EHRLICH besitzen wir aber zwei Verfahren, welche unsere Kenntniss vom Baue des Nervensystems mit einem Schlage zu einer höheren Stufe erhoben, welche eine neue Epoche in diesem Gebiete begründeten. Wenn so Grosses errungen wurde, dann glaubt der Mensch leicht, nun sei Alles gewonnen. Das liegt in der menschlichen Natur, und wie in allen Gebieten des Wissens, so hat es sich auch auf morphologischem Gebiete sehr viele Male ereignet, dass man bald da, bald dort meinte, man hätte das Ziel bereits erreicht, bis dann die kommende Zeit zeigte, dass noch ein gutes Stück Weges zwischen der eben gewonnenen Etappe und dem Endpunkte sich befindet. Auch der von mancher Seite geübten Ueberschätzung der jetzigen grossen Errungenschaften auf dem nervösen Untersuchungsgebiete wird die Korrektur durch die Zeit nicht fehlen; aber schon jetzt giebt es manche Stimme und manche Anzeichen dafür, dass diese Methoden

ganz Ausserordentliches, aber nicht Alles leisten, und gerade der Begründer der einen, GOLGI, hat in diesem Stücke trotz seiner glänzenden Resultate ein sehr weises Maasshalten und den wahrhaft grossen Sinn des Forschers gezeigt. Von der eigentlichen Histochemie der GOLGI'schen Methode und dem innersten Wesen ihrer Einwirkung auf das Nervensystem wissen wir nicht viel; wir wissen nicht, warum sie an der einen Stelle so viel leistet, an der anderen versagt, aber wir wissen aus dem Munde der geübtesten und erprobtesten Techniker, dass sie bei jüngeren Embryonen besonders kapriciös ist und wahrscheinlich vieles, was zum Nervensystem gehört, nicht markirt.

Oben (p. 734) gab ich an, dass mehrere Autoren die CAJAL'sche Wachstumskeule als das wirkliche, freie, stumpfe Ende der wachsenden Nerven auffassen. Vergleiche ich die betreffenden Angaben und Abbildungen bei R. Y CAJAL, V. LENOSSÉK und RETZIUS, so finde ich diese Wachstumskeulen in der Regel nicht glatt, sondern mit feinen Zacken endend, und RETZIUS bildet sogar solche ab, von denen äusserst feine und ziemlich lange, verzweigte Fasern ausgehen. Das gewährt nicht das Bild eines motorischen, nach der Muskelfaser hin auswachsenden Nervenendes, sondern macht vielmehr den Eindruck, dass das GOLGI'sche Verfahren in dem einen Falle eine kürzere, in dem anderen eine längere Strecke der von der keulenförmigen Verdickung ausgehenden feinen Nervenfasern (Theilfasern) schwärzte. Durch diese Präparate ist eine sichere Grenzbestimmung, der Beweis für ein freies Ende des sich entwickelnden Nerven meines Erachtens nicht gegeben. Rechne ich dazu, dass die zuverlässigsten Untersucher über die Entwicklung der motorischen Nervenendigung dieselbe zuerst als einfachen rundlichen oder ovalen Fleck auftreten und erst nach der unzweifelhaften Ausbildung des festen Verbandes zwischen Nerven- und Muskelfaser sich geweihartig verästeln sehen, so wird auch in dieser Hinsicht der Vergleichung der verzackten Wachstumskeule mit einem Nervenendgeweih der Boden entzogen. Was diese Anschwellung bedeute, vermag ich mit einiger Bestimmtheit nicht zu sagen; ich neige aber dazu, sie vielleicht als die jedesmalige Stelle zu deuten, an welcher sich der nach der Peripherie fortschreitende Wachstumsstrom staut, ehe er die peripher daran anschliessende primordiale und äusserst feine Nervenstrecke (resp. die Strecken der Nervenverzweigungen) in seinen Wachstums- und Verdickungsprocess einschliesst. Nach dieser Deutung würde die Wachstumskeule keine fixe Bildung vorstellen, sondern successive sich in dem Maasse peripherwärts verschieben, als der Nerv aus seinem feinsten, auf die GOLGI'sche Methode noch nicht oder kaum reagirenden Vorstadium, in seinen mehr definitiven Zustand übergeht.

Um die ontogenetische Ausbildung der motorischen Nervenendigung habe ich mich vor Jahren lange bemüht, aber vergeblich. Ich kam nicht so weit, um zu entscheiden: sie entsteht durch sekundären Kontakt von Nerv und Muskel oder der Verband (gleichviel ob per contiguitatem oder per continuitatem) ist bereits da und bildet sich nur weiter aus. Arbeiten anderer Art haben mich danach von der Fortsetzung dieser Untersuchungen abgezogen. Wie die oben gemachten Mittheilungen (p. 735) zeigen, herrschen aber auch bei denen, die sich inzwischen diese Frage specieller angelegen sein liessen, grosse Differenzen. Die neuesten Untersucher

(WEISS et DUTIL) sagen zwar<sup>1)</sup>: Les fibres nerveuses prennent contact, par des pointes fines, avec les fibres musculaires adjacentes, aber das „prennent contact“ ist eine Aeußerung, die sowohl im Sinne einer sekundären Verbindung als eines bereits bestehenden Verbandes aufgefasst werden kann, und die Verbindung „par des pointes fines“ widerspricht direkt der von den oben erwähnten Autoren gegebenen Deutung der Wachstumskeule. Derjenige Untersucher aber, der auf diesem Gebiete die grösste Erfahrung besitzt und seine eigenen Untersuchungen am gewissenhaftesten kontrollirt hat, MAYS<sup>2)</sup>, konnte, wie sehr er es auch wünschte, unter zahlreichen Präparaten nicht eines herstellen, welches die wirkliche Vereinigung ursprünglich getrennter Nerven und Muskelfasern bewiesen hätte.

Die bisher vorliegenden Untersuchungen berechtigen uns somit gegenüber HIS nur zu dem Ausspruche, dass unsere bisherigen technischen Methoden in keiner Weise ausgereicht haben, um die vorliegende Frage zu entscheiden, dass wir somit nach wie vor nur theoretisch die Wahrscheinlichkeiten erwägen können, welche für eine sekundäre Verbindung ursprünglich getrennter und von einander entfernter Muskelfasern oder für eine bereits präformirte Kontiguität oder Kontinuität beider sprechen. Ich befinde mich somit ganz im Einklange mit der vorsichtigen Auffassungs- und Ausdrucksweise v. KUPFFER'S.

Von den angeführten Hypothesen dürfte diejenige, welche eine sekundäre Verbindung ursprünglich getrennter und von einander entfernter Nerven- und Muskelemente annimmt, zur Zeit die meisten Anhänger zählen. Zum Theil mag das an den fortgesetzt und immer mit der gleichen Ueberzeugungstreue wiederholten Behauptungen von HIS liegen, zum Theil auch in gewissen Befunden der GOLGI'schen und EHRLICH'schen Methode, welche, namentlich im centralen Nervensystem, die von ihr imprägnirten oder gefärbten Nervenfasern in einiger Entfernung von den benachbarten, mit ihnen im physiologischen Konnexen stehenden Ganglienzellen frei endigen lassen. Man meinte, dass das, was sich mit den angegebenen Methoden nicht imprägnire oder färbe, auch in Wirklichkeit nicht existire, baute auf den negativen Befund die Hypothese, dass zwischen diesen Theilen weder ein Kontakt noch ein direkter Verband existire, und kam zu dem Schlusse, eine physiologische Wirkung des Nervenstromes in distans, etwa nach Art eines frei überspringenden elektrischen Funkens anzunehmen<sup>3)</sup>. Dass damit für eine geregelte und die vorhandenen Kräfte nach Möglichkeit ausnützende Wirkung die geringsten Kautelen gegeben seien, machte weiter keine Beschwerde.

1) WEISS, G. et A. DUTIL, Sur le développement des terminaisons nerveuses dans les muscles à fibres striées. Comp. rend. Acad. Sc. Tome 121 p. 613—615. Paris 1895.

2) MAYS, K., Ueber die Entwicklung der motorischen Nervenendigung. Zeitschr. f. Biologie. XXIX. p. 41—85. München 1892.

3) Aber gerade hier ist nicht ausser Acht zu lassen, dass GOLGI mit seinen immer mehr vervollkommeneten Methoden gerade in diesem Jahrzehnt die Endvertheilungen der Nerven im centralen Nervensystem bis zur Bildung eines bisher nicht oder nur ganz ungenügend gekannten diffusen nervösen Netzes von höchster Feinheit und Komplikation bis zum Kontakte mit anderen Nervenzellen und ihren Ausläufern verfolgte, und zugleich die Möglichkeit hervorhebt, dass durch noch zartere Behandlungsweisen Verbindungen durch Verschmelzung der direkten Beobachtung in noch grösserem Maassstabe zugänglich gemacht werden können (1891).

HIS hat sich aber auch von jeher ganz besonders als denjenigen unter den Anatomen und Embryologen zu erkennen gegeben, welcher mit der physiologischen Betrachtungsweise arbeitet, hat es beklagt, dass seine Vorschläge zu einer friedlichen Auseinandersetzung physiologischer und phylogenetischer Forschungsweise vom gegenüberstehenden Lager kurzer Hand abgewiesen worden seien, und die Ueberzeugung ausgesprochen, dass die ernsthaften Forscher auf dem Gebiete der Phylogense mehr und mehr dahin gelangen werden, die Vortheile zu erkennen, welche die physiologische Betrachtungsweise auch ihnen gewähren kann, und dass sie die Einsicht gewinnen werden, wie erst das Zurückgreifen auf die physiologischen Bedingungen der Formbildung den vollen Ueberblick über die möglichen Varianten giebt und wie dasselbe zum Einblick führt in die gesetzmässige Abhängigkeit der verschiedenen Formeigenthümlichkeiten von einander<sup>1)</sup>.

Jeder Phylogenetiker wird ihm hinsichtlich des letzten, die Vortheile der physiologischen Betrachtungsweise hervorhebenden Passus gern zustimmen; durch rationelle physiologische und mechanische Principien und von ihnen geleitete Untersuchungen kann die Entwicklungsgeschichte, überhaupt die Morphologie des lebenden Organismus nur gewinnen. Es ist aber ein einfacher Akt der historischen Gerechtigkeit, wenn ich betone, dass die Phylogenetiker diese Einsicht nicht erst erlangen werden, sondern schon längst besessen haben, und dass sie sich nicht gegen ein friedliches Zusammenarbeiten der phylogenetischen und physiologischen Methode, sondern nur gegen diejenige physiologische Betrachtungsweise ausgesprochen haben, deren sich HIS bediente.

Man lese die Untersuchungen GEGENBAUR'S von den Arbeiten aus den 60er Jahren an bis auf den heutigen Tag, und man wird finden, in welcher bewunderungswürdigen Weise dieser grosse Morpholog und Phylogenetiker — der sich natürlich dabei klar und bestimmt gegen die kritiklose Vermengung morphologischer und physiologischer Gesichtspunkte zum Zwecke der Homologie-Bestimmungen ausspricht — immer und immer wieder auf das aktive Zusammenwirken der verschiedenen funktionirenden Organsysteme, auf das lebendige Werden der verschiedenen Differenzirungsvorgänge und auf die physiologische Begründung der Korrelationen Bedacht genommen<sup>2)</sup>. Und nicht minder hat der Begründer der Phylogenie, HAECKEL, unausgesetzt auf die mechanische, physiologische Erforschung des Problems hingewiesen; schon durch die Einführung phylogenetischer Fragestellung, durch die Unterscheidung zwischen Cänogenie und Palingenie wurde die ontogenetische Forschung gerade nach der physiologischen Seite hin ungemein vertieft, befruchtet und belebt.

Allerdings hat die phylogenetische Richtung gegen die von HIS in die Embryologie eingeführte „physiologische“ Forschungsweise scharf Stellung genommen. Und warum? Weil sich das morphologische, namentlich aber das physiologische

1) A. a. O. 1887 p. 437.

2) Ich verweise auch auf die neuere Veröffentlichung GEGENBAUR'S über das Archipterygium der Fische (Morph. Jahrb. XXII 1894 p. 157), wo GEGENBAUR bei der Beurtheilung der verschiedenen ontogenetischen Auffassungen das physiologische Moment über das morphologische stellt und letzteres von ersterem beherrschen lässt.

Gewissen der Phylogenetiker dagegen sträubte, diese Art von physiologischem Import in die Wissenschaft anzunehmen<sup>1)</sup>.

Und ähnlich ergeht es mir leider auch mit der von HIS gegebenen „physiologischen“ Erklärung der Wachstumsvorgänge des Nervensystems, mit seinen Anschauungen über die Vereinigung von Nerv und Muskel. Einfach allerdings verlaufen diese Vorgänge, so wie HIS sie darstellt, verblüffend einfach. Es giebt in der That kaum einen einfacheren Vorgang, „als dass von einer Zelle aus ein Faden so lange weiter wächst, bis er schliesslich auf ein Endorgan stösst oder bis sein Weiterwachsen überhaupt aufhört“; alle die grossen Komplikationen und Schwierigkeiten, welche der Lehre von dem primordialen Zusammenhang von Muskel und Nerv erwachsen, sind durch die HIS'sche Theorie des freien Auswachsens in den Bahnen der loci minoris resistentiae, so lange kein Widerstand kommt, und des Treffens und Findens ursprünglich ganz auseinander liegender Theile mit einem Schlage gelöst. Simplex sigillum veritatis. Wenn die grösstmögliche Simplicität der Vorgänge allein die Wahrheit bestimmt, so ist sie allerdings hier gefunden.

Aber so einfach liegt die Sache nicht, als es auf den ersten flüchtigen Blick den Anschein hat. Alle die Milliarden Nervenzellen und Endorgane aller der thierischen Individuen, die in den ungezählten Jahren der Vergangenheit lebten, an welche die Einheit einer der wichtigsten Funktionen des Körpers und, wenn wir die Frage auf das Zusammenwirken aller nervösen Elemente ausdehnen, überhaupt die einheitliche Regelung des Lebens sich knüpft, können sich nicht erst finden, weite Wege durchlaufend, keine den rechten Weg verfehlend und dabei in ihren millionenfachen specifischen Bahnen lediglich durch das Princip der geringeren oder grösseren mechanischen Widerstände, welche indifferente Gewebe ihnen darbieten, in ihrem Wachstum beherrscht<sup>2)</sup>. Das wäre kein natürlicher Vorgang, sondern, um mit einem v. LENHOSSÉK'schen Worte zu reden, ein „Wunder“! Das haben auch die denkenden Naturforscher gefühlt. Und darum hat so Mancher die HIS'sche Theorie von vornherein abgewiesen<sup>3)</sup>. Andere, die sich dem Einflusse seiner immer wiederholten bestimmten

1) Ich will nicht auf den alten, an unerquicklichen Seiten reichen Streit zwischen HAECKEL und HIS eingehen; HIS' Archiblast- und Parablast-Theorie und seine verschiedenen mechanischen, dem feineren Wesen der organisirten Materie gänzlich fremden Umschreibungen der embryonalen Bildungsvorgänge sind nicht als Sieger aus diesem Kampfe hervorgegangen. Wie kann auch Derjenige, welcher u. A. den an einen Physiologen gerichteten Satz: (Unsere Körperform, Leipzig 1874 p. 43): „Während Du nicht im Stande sein wirst, Dir einen lebenden Thierkörper zu denken ohne Nervensystem, ohne Muskeln und ohne Drüsen, kannst Du Dir gar wohl einen solchen vorstellen, in welchem Bindegewebe, Knochen und Knorpel durch anderes Material von gleichen physikalischen Eigenschaften (durch Leder, Holz, Leinwand u. s. w.) ersetzt sind und in dem selbst an Stelle des Blutes eine Lösung bestimmter chemischer Stoffe kreist“, welcher einen solchen Satz, in welchem zahlreiche lebende Thiere von niederer Organisation als undenkbar, dagegen an einem lebenden Thierkörper physiologisch gänzlich undenkbare Verhältnisse als gar wohl vorstellbar hervorgehoben werden, im vollen Ernste ausspricht und drucken lässt, wie kann der erwarten, dass ihm auf solcher Grundlage der Phylogenetiker zustimmt! Das kann kein Morphologe, aber auch kein rechter Physiologe! — Ich verweise übrigens hinsichtlich der Beleuchtung aller dieser Fragen auf die ausführliche Beurtheilung von Seiten HAECKEL's in dessen Zielen und Wegen der heutigen Entwicklungsgeschichte. Jena 1875 p. 20—35.

2) Gleich unannehmbar ist die Ableitung der peripherischen Konvergenz der Gliedmaassennerven von der embryonalen Rückenkrümmung.

3) Vergl. u. A. VAN WIJHE 1889 B. p. 468 Anm. 2.

Angaben nicht entziehen konnten, haben wenigstens Erklärungsversuche ersonnen, trophotaktischer (His jun.), chemotaktischer (R. Y CAJAL) und elektrotaktischer Art (STRASSER), die freilich alle einseitig, gekünstelt und in jeder Beziehung unzureichend sind, und His sen. selbst hat, wenn ich ihn recht verstehe, die Empfindung gehabt, dass mit der blossen Annahme besserer Wachsthumsbahnen und Widerstände darbietender Stellen eigentlich nichts den Kern der Sache Treffendes gesagt sei, und hat darum zugefügt, dass diese Bahnen nach einer prästabilirten Harmonie geregelt seien. Mit diesem LEIBNITZ entlehnten Begriffe ist aber an die Stelle wissenschaftlich physiologischer Anschauung die teleologische, um nicht zu sagen die theosophische, getreten.

Man kann indessen versuchen, die mit diesem Worte wenig glücklich bezeichnete Sache — der *consentement préétabli* zwischen Leib und Seele wurde nach LEIBNITZ bekanntlich von Gott vorausbestimmt — verdaulicher zu machen, indem man sagt: die prästabilirte Harmonie dieser Bildungsvorgänge bedeutet die ontogenetische Rekapitulation von Geschehnissen, die sich vermöge der inneren Verwandtschaft von Nerv und Muskel palingenetisch bei den freilebenden Vorfahren von einfachsten Anfängen an zu immer höherer Vollkommenheit und Harmonie entwickelt und fixirt haben und nun als gesichertes Erbtheil den Nachkommen bereits in frühester embryonaler Zeit übermacht wurden.

Aber auch damit ist die Sache nicht zu retten. Wir müssen dann doch wieder ausgehen von zwar einfacher gebauten Thieren, deren betreffende Zellen aber, ursprünglich ohne jeden gegenseitigen Konnex im Körper liegend, sich erst sekundär aus der Ferne aufsuchten, in Verband setzten und nun erst als motorische Nervenzellen und von ihnen beherrschte Muskelzellen in Aktion traten. Was war vorher ihre Funktion? Waren sie schon vor der Vereinigung motorische Nervenzellen, d. h. Herren ohne Land, und Muskelzellen, d. h. bewegungsfähige Gebilde, denen aber die nervösen Impulse zur Bewegung fehlten<sup>1)</sup>? Oder waren sie ursprünglich indifferente, von einander unabhängige Zellen, hundert, tausend getrennte Seelen in einer Brust, die erst sekundär nach Art einer Koloniebildung in funktionellen Verband zu einander traten? Und doch liegt das Vermögen zu empfinden und sich zu bewegen schon in dem einzelligen Organismus innerhalb derselben Zelle! Je mehr man sich in die Frage hineindenkt, je mehr man versucht, die sekundäre Verbindung ursprünglich getrennter und entfernter Zellen sich phylogenetisch zurecht zu legen, um so mehr wachsen die Schwierigkeiten, um nicht zu sagen, die Unmöglichkeiten. Und diese Schwierigkeiten erneuern sich mit jedem neuen Stadium, mit jeder neuen Vermehrung dieser Zellen, die sich dann immer wieder von Neuem in ungemessener Anzahl

1) Dass im vegetativen Systeme die Muskelzellen auch ohne direkte nervöse Impulse sich kontrahiren können, bildet selbstverständlich kein Moment, welches für die Annahme der sekundären Verbindung ursprünglich entfernter Nerven und Muskeln zu verwerthen ist. Ausserdem aber hat man auch hier mit dem überraschend grossen Reichthum an Nerven zu rechnen, welchen die neuere technischen Methoden dargethan haben, und wird daraufhin eine recht ausgedehnte Abhängigkeit der betreffenden Muskulaturen von dem cerebro-spinalen Nervensystem, die im Detail noch genauer zu untersuchen ist, annehmen dürfen. Bei den animalen willkürlichen Muskelfasern wird die natürliche Bewegung derselben immer erst durch von dem centralen Nervensystem ausgehende und in den motorischen Nervenfasern ihnen direkt übergeleitete Impulse ausgelöst, geregelt und bestimmt.

aufsuchen und finden müssen und dann erst einen einheitlichen Organismus bilden können!

Wie gerne ich es auch wünschen möchte, mit dem verdienten Leipziger Anatomen, mit dem ich in so mancher speciellen Frage mich eins weiss, auch auf diesem Gebiete mich zu finden, wie sehr ich principiell jeder Art von freundlichem Einvernehmen der verschiedenen Arbeitsmethoden zugeneigt bin — denn jede kann von der andern lernen, und viribus unitis gelingt die Bewältigung der grossen Aufgaben natürlich besser als unter fortwährenden Reibungen und Widerständen —, auf der vorliegenden Basis geht es nicht. Unsere principiellen Anschauungen, unsere sonstigen Auffassungen sind zu verschieden und die zwischen ihnen liegenden Widerstände können nur durch gesicherte, unzweifelhafte, eindeutige Untersuchungsergebnisse überwunden werden. Arbeite denn Jeder nach seiner Weise, so gut er eben kann, unbeirrt durch die Art des Anderen, mit dem steten Ausblick auf das grosse Ziel!

Ich vermag sonach jetzt ebenso wenig wie früher bei dem Zusammenwirken von Nerv und Muskel zu irgend einer Zeit eine Actio in distans anzunehmen; mindestens die direkte Nachbarschaft, die Berührung der Zellen und ihrer Derivate ist für mich Erforderniss. In ihr erblicke ich das morphologische Substrat ihrer physiologischen Zusammengehörigkeit. Ob hierbei die motorische Nervenfasernur einen infolge der Muskelwanderung und Muskelvermehrung ausgezogenen und verästelten Fortsatz der Nervenzelle bildet, oder ob sie aus einer Kette direkt aneinander gereihter Zellen durch Verschmelzung derselben hervorgeht, kann ich bei dem jetzigen Stande unserer Untersuchungen nicht entscheiden. Aus theoretischen und der vergleichenden Anatomie entnommenen Gründen, denen ich aber keinen absoluten, ausschlaggebenden Werth beimesse, gebe ich der ersteren Annahme den Vorzug, werde mich aber gern durch jeden gesicherten Untersuchungsbefund auch vom Gegentheil überzeugen lassen. Von allen für diese Entscheidung in Frage kommenden Untersuchungen verspricht die Ontogenese der ventralen motorischen Nerven des *Amphioxus* die sichersten Aufschlüsse; hier sind diese Nerven zufolge der primordialen direkten Nachbarschaft der Seitenrumpfmuskulatur ganz kurz und entbehren auch der Markscheiden, lassen somit eine in doppelter Hinsicht einfache Entwicklung und Ausbildung ihres motorischen Endverbandes erwarten.

Ob die Verbindung zwischen motorischer Nervenfasern und Muskelfasern, überhaupt zwischen den verschiedenen nervösen Elementartheilen durch blossen Kontakt oder durch wirklichen Konnex geschieht, ist gerade jetzt mehr Streitfrage als je. Die Mehrzahl der Autoren scheint der Annahme eines blossen Kontaktes, somit dem minder innigen Verbande per contiguitatem zugeneigt zu sein; gegen sie, aber für die Kontinuität entscheidet die hohe Autorität GOLGI's. Aus physiologischen resp. physikalischen Gründen ist beides möglich. Der nervöse Strom braucht keine kontinuierliche Bahn; er kann auch, wie der analoge Fall der VOLTA'schen Säule zeigt, von Glied zu Glied überspringen. Doch verdient dabei ein Punkt Erwägung, den nament-

lich auch GOLGI (1893) hervorhebt: die feine, wahrscheinlich durch Neurokeratin gebildete Bekleidung der Nervenzellen und Nervenfasern. „Das Vorhandensein jener Bekleidung, welche, wenn sie wirklich aus Neurokeratin besteht, eine isolirende Wirkung ausüben müsste, bildet für mich ein anderes, sehr bedeutendes Hinderniss gegen die Annahme der angeblichen Nervenströme durch Kontiguität“ (GOLGI). Das ist auch für mich ein wesentlicher Grund gegen den blossen Kontakt, denn ich könnte nicht begreifen, warum von den beiden Möglichkeiten der Verbindung (Kontakt oder Konnex) gerade diejenige gewählt und ausgebildet sein sollte, welche einen grösseren Materialverbrauch und eine geringere physiologische Leistungsfähigkeit in sich vereint. Es giebt aber noch andere Gründe.

Dass die Mehrzahl der Autoren für einen Verband per contiguitatem eintritt, hat den sehr triftigen Grund, dass die neuere und bessere mikroskopische Technik an zahlreichen Stellen, wo man früher eine Kontinuität gefunden zu haben glaubte, nur eine Kontiguität wahrnehmen kann. Vor Allem haben die auf der Höhe der jetzigen Leistungsfähigkeit stehenden Untersuchungen von RETZIUS überzeugend dargethan, dass jene breiten Konnexen, die man früher z. B. an verschiedenen Sinneszellen etc. beschrieb, nicht existiren, dass man allenthalben die Zellen- und Nervenfasergrenzen deutlich nachweisen kann. Es fragt sich nur, ob mit jenen verfeinerten Befunden auch wirklich das Endziel erreicht ist. Jeder weiss, wie ausgebreitete Zellverbände (verbindende Protoplasmabrücken, Protoplasmastränge) z. B. im Epithelgewebe oder im Knorpelgewebe existiren, wie lange es aber gedauert hat, bis über diese, jetzt auch dem jüngsten Anfänger sichtbaren Verbindungen Einigkeit erzielt war. Seitdem hat man auch bei anderen Geweben solche Zellverbände konstatiert und die Frage liegt nahe, ob nicht überhaupt alle Zellen, zwischen welchen physiologischer Konnex (nutritischer oder regulatorischer oder irgend welcher anderen Art) besteht, auch morphologisch in entsprechender Weise verbunden sind. Und gerade das Nerven- und Muskelsystem, dessen einzelne Elemente in ihrem Zusammenwirken mehr als bei jedem anderen Organsystem auf einander angewiesen sind, sollte dieser Verbände entbehren? Das ist nicht wahrscheinlich. Man wird viel lieber annehmen, dass gerade hier solche Verbindungsfäden in höchster Ausbildung bestehen, wirklich vorhanden, aber so fein differenzirt und wegen der dünnen Zell- und Fasermembranen so kurz, dass es bisher noch nicht gelang, sie zur Anschauung zu bringen.

Es soll mich nicht wundern, wenn es dem systematischen Suchen danach, speciell der Zerlegung der ausgebreiteten Kontaktstellen — ich denke hierbei nicht bloss an die motorischen, sondern auch an die sensibeln und sensorischen Nervenendigungen und die verschiedenen centralen und peripherischen Verbände zwischen den einzelnen Neuronen oder Neurodendren — in feinste Querschnitte und unter Anwendung der geeigneten Tinktionsmittel und der besten Systeme gelingen wird, auch diese Verbände zur Anschauung zu bringen<sup>1)</sup>. Mit diesen Verbindungen ist

1) Ich möchte, speciell die motorische Nervenendigung betreffend, zugleich daran erinnern, dass von verschiedenen Autoren feinste, von ihr aus in die Muskelsubstanz ziehende Fäden beschrieben worden sind, ohne freilich bei anderen Untersuchern Zustimmung und Unterstützung zu finden.

aber nicht bloss das Mittel für das beste, prompteste und am meisten ungestörte Zusammenwirken der beiden Komponenten, sondern auch die beste Schutzvorrichtung für den geregelten und unveränderten funktionellen Zusammenhang beider gegeben, denn es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, dass ein solcher Verband durch lebende, aktive Gewebssubstanz auch in dieser Hinsicht unvergleichlich mehr leistet als die festesten zwischen beide Theile eingeschobenen Kittmassen, welche überdies nur wieder neue Hemmnisse für das physiologische Zusammenarbeiten geben würden.

Aus diesen Gründen bin ich, ohne mich gegen die Annahme eines blossen Kontaktes absolut ablehnend zu verhalten, sehr geneigt, der Hypothese von dem Verbande der Nerven- und Muskelfaser per continuitatem den Vorzug zu geben, wenn ich mir auch klar bin, dass die thatsächlichen Beobachtungen für die Existenz desselben noch erbracht werden müssen. Und diese Verbände der einzelnen Elemente fasse ich nicht als etwas erst sekundär erworbenes, sondern mit HENSEN als bereits primordiale, mit den Anfängen der Eifurchung präformirte und danach nur weiter ausgebildete und specialisirte Zusammenhänge auf. Damit ist die Einheit in den Entwicklungsvorgängen gewahrt, während die Annahme einer vorausgehenden totalen Scheidung der Theilprodukte der Eizelle und einer nachfolgenden partiellen Verbindung derselben eine schwer verständliche Diskontinuität in diese Entwicklungsbahnen bringen würde.

Dass hinsichtlich der faktischen Nachweise dieser primordial präformirten Verbände (unvollständigen Zelltheilungen) noch manche Desiderate bestehen, habe ich früher und jetzt zur Genüge hervorgehoben; angesichts der theoretischen Nothwendigkeit dafür dürfte aber der programmatische Verweis auf das, was noch zu thun ist, mehr am Platze sein als die zuversichtliche und bei unserem jetzigen Wissen zugleich von allzu grosser Genügsamkeit zeugende Aeusserung, dass hier schon Alles gethan sei.

Dass diese Persistenz des primordialen Zusammenhanges so vieler Zellen und Zellabkömmlinge ein Netz von unbegreiflicher Komplikation und damit ein Hinderniss für jeden weiteren Entwicklungsvorgang ergeben würde, halte ich für eine übertriebene Vorstellung. Für die eminente, in diesem Umfange wohl von den Meisten nicht geahnte, aber ohne Behinderung der sonstigen Funktionen ausgebildete Komplikation dieses Netzes haben die durch GOLGI gewonnenen Aufschlüsse die glänzende Bestätigung gegeben; es ist klar, dass alle diese Verbände sich nach dem Kausalnexus, nach dem Bedürfnisse regeln und ordnen und dass damit Vieles fällt, was nicht nöthig ist oder was für die sonstige Entwicklung des Organismus hinderlich wird. Dafür sorgt schon der Kampf der Theile im Organismus, dafür sorgt der Kampf des gesammten Organismus um seine Existenz.

Auf ein weiteres Eingehen auf diese Frage verzichte ich jetzt und verweise zugleich auf das Detail meiner früheren Ausführungen aus dem Jahre 1887. Vielleicht bietet sich mir auch an anderer Stelle Gelegenheit, an das dort und hier Gesagte anzuknüpfen.

## Litteratur-Verzeichniss.

## A.

- ADOLPHI, A., Ueber Variationen der Spinalnerven und der Wirbelsäule anurer Amphibien. I. *Bufo variabilis*. *Morph. Jahrb.* XIX. p. 313—375. Leipzig 1892/93. II. *Pelobates fuscus* und *Rana esculenta*. *Ibidem* XXII. p. 449—490. Leipzig 1895.
- AHLBORN, Fr., Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* XXXIX. p. 191—294. Leipzig 1883.
- Ueber den Ursprung und Austritt der Hirnnerven von Petromyzon. *Ibidem* XL. p. 286—308. Leipzig 1884. A.
- Ueber die Segmentation des Wirbelthierkörpers. *Ibidem* XL. p. 309—330. Leipzig 1884. B.
- ALBRECHT, P., Beitrag zur Morphologie der *M. omo-hyoides* und der ventralen Interbranchialmuskulatur in der Reihe der Wirbelthiere. *Inaug.-Diss.* Kiel 1876.
- Ueber den Proatlas, einen zwischen dem Occipitale und dem Atlas der amnioten Wirbelthiere gelegenen Wirbel. *Zool. Anz.* III. p. 450—454, 472—478. Leipzig 1880.
- Note sur le Basioccipital des Batraciens anoures. *Bullet. Mus. Royal d'Hist. nat. d. Belgique.* II. p. 195—198. Bruxelles 1883.
- ALLIS, E. Ph., The Cranial Muscles and Cranial and first Spinal Nerves in *Amia calva*. *Journ. of Morph.* XI. p. 485—491. Boston 1895.
- ANDERSON, R. J., The Morphology of the Omohyoid Muscle. *Trans. Ulster Med. Soc. The Dublin Journal of Medical Science.* Vol. 72. p. 171—184. Dublin 1881.
- ARNOLD, Fr., Der Kopffheil des vegetativen Nervensystems beim Menschen. Heidelberg und Leipzig 1831.
- AYERS, H., Concerning Vertebrate Cephalogenesis. *Journ. of Morphol.* IV. p. 221—245. Boston 1890.

## B.

- BACH, C. E., *Annotationes anatomicae de nervis hypoglosso et laryngeis.* *Inaug.-Diss.* Zürich 1834.
- BALFOUR, F. M., On the Spinal Nerves of *Amphioxus*. *Journ. Anat. and Phys.* X. p. 689—692. Cambridge and London 1876.
- On the Development of Elasmobranch Fishes. Continuation. *Journ. Anat. and Phys.* XI. p. 406—490. London and Cambridge 1878. Reprinted in the Memorial-Edition of the Works of Francis Maitland Balfour. Vol. I. p. 378 f. London 1885.
- On the Spinal Nerves of *Amphioxus*. *Quart. Journ. Micr. Sc. (N. S.)* XX. p. 90, 91. London 1880.
- A Treatise on Comparative Embryology. I. II. London 1880. 1881. — Deutsch von B. VETTER unter dem Titel: *Handbuch der vergleichenden Embryologie.* I. II. Jena 1880. 1881.
- BAMBERG, C. T., *De avium nervis rostri atque linguae.* *Diss. inaug.* Haliz 1842.
- BAUR, G., Ueber den Proatlas einer Schildkröte (*Platypeltis spinifer*). *Anat. Anz.* X. p. 349—354. Jena 1895.
- BEARD, J., On the cranial ganglia and segmental sense organs of fishes. *Zool. Anz.* VIII. p. 220—223. Leipzig 1885.
- The System of branchial sense organs and their associated ganglia in Ichthyopsida. *Quart. Journ. Micr. Sc. (2. ser.)* XXVI. p. 95—156. London 1885 (1886).
- The Ciliary or Motoroculi ganglion and the ganglion of the Ophthalmicus profundus in Sharks. *Anat. Anz.* II. p. 565—575. Jena 1887.

- BEARD, J., The old Mouth and the new. *Ibidem* III. p. 15—24. Jena 1888.
- On the Early Development of *Lepidosteus osseus*. *Proc. Royal Soc.* XLVI. p. 108—118. London 1889.
- The Inter-relationship of the Ichthyopsida. *Anat. Anz.* V. p. 146—159, 179—188. Jena 1890.
- The Transient Ganglion Cells and their Nerves in *Raja batis*. *Ibidem* VII. p. 191—206. Jena 1892.
- The History of a Transient Nervous Apparatus in certain Ichthyopsida. I. *Raja batis*. *Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog.* IX. p. 319—426. Jena 1896. A.
- On the Disappearance of the transient Nervous Apparatus in the Series: *Scyllium*, *Acanthias*, *Mustelus* and *Torpedo*. *Anat. Anz.* XII. p. 371—374. Jena 1896. B.
- BEAUREGARD, H., Encéphale et nerfs craniens du *Ceratodus Forsteri*. *Journ. de l'Anat. et d. la Phys.* XVII. p. 230—242. Paris 1881.
- BECHTEREW, W. VON, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. Uebers. von J. WEINBERG. Leipzig 1894.
- BECK, W., Ueber den Austritt des N. hypoglossus und N. cervicalis primus. *Anat. Hefte.* XVIII. p. 249—355. Wiesbaden 1895/96.
- BELL, Ch., The Nervous system of the Human body. London 1830.
- BEMMELLEN, J. F. VAN, Beiträge zur Kenntniss der Halsgegend bei Reptilien. I. *Bijdrage tot de Dierkunde.* Leiden 1888.
- Ueber die Herkunft der Extremitäten- und Zungenmuskulatur bei Eidechsen. *Anat. Anz.* IV. p. 240—255. Jena 1889.
- BENDZ, H., Bidrag til den sammenlignende Anatomie af Nervus glossopharyngeus, vagus, accessorius Willisii og hypoglossus hos Reptilierne. *K. Danske Vid. Selsk. Naturv. og Math. Afl.* X. p. 1—40. Kjöbenhavn 1843.
- BENEDEN, E. VAN et Ch. JULIN, Recherches sur le développement postembryonnaire d'une Phallusie (*Phallusia scabroides*). *Arch. d. Biolog.* V. p. 611—638. Gand et Leipzig 1885.
- Recherches sur la morphologie des Tuniciers. *Ibidem* VI. p. 237—476. Gand et Leipzig 1886.
- BÉRANECK, Ed., Recherches sur le développement des nerfs craniens chez les lézards. *Diss.* Genève 1884.
- Histogénèse des nerfs cephaliques. *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève* (3. sér.) XVII. p. 240—242. Genève 1887.
- Étude sur les replis médullaires du poulet. *Recueil Zool. Suisse.* IV. p. 305—364. Genève 1887.
- BERNARD, Claude, Recherches expérimentales sur les fonctions du nerf spinal ou accessoire de Willis. *Mém. prés. par divers savants à l'Acad. des Sciences.* XI. Extrait. 84 pag. Paris 1851.
- BERT, P., On the Anatomy and Physiology of *Amphioxus*. *Annals and Mag. Nat. Hist.* (3. ser.) XX. p. 302—304. London 1867.
- BISCHOFF, E. Ph. E., Mikroskopische Analyse der Anastomosen der Kopfnerven. *Gekr. Preisschr.* München 1865.
- BISCHOFF, L. W. Th., *Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia.* Darmstadtii 1832.
- BOJANUS, L., *Anatome testudinis europaeae.* Vilnae 1819.
- BONSDORFF, C. J., *Symbolae ad anatomiam comparatam nervorum animalium vertebratorum.* I. *Nervi cerebrales Corvi cornicis.* *Acta soc. scient. Fennicae.* III. p. 505—569. II. *Nervi cerebrales Gruis cinereae.* *Ibidem* p. 591—624. Helsingforsiae 1852.
- Jemförande anatomisk beskrifning af Cerebralnerverna hos *Raja clavata*. *Act. soc. sc. Fenn.* T. V. p. 185—227. Helsingfors 1854.
- BORN, G., Ueber den inneren Bau der Lamprete. *HEUSINGER'S Zeitschrift für organische Physik.* I. p. 170—181. Eisenach 1827.
- BOVERI, Th., Ueber die Niere des *Amphioxus*. *Separatabdr. a. d. Münchener Med. Wochenschr.* 1890. No. 26 p. 1—13.

- BOVERI, Th., Ueber die Bildungsstätte der Geschlechtsdrüsen und die Entstehung der Genitalkammern beim Amphioxus. *Anat. Anz.* VII. p. 170—181. Jena 1892.
- Die Nierenkanälchen des Amphioxus. *Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. d. Thiere.* V. p. 429—510. Jena 1892.
- BRANDIS, F., Untersuchungen über das Gehirn der Vögel. II. Ursprung der Nerven der Medulla oblongata. *Arch. f. mikr. Anat.* XLI. p. 623—649. Bonn 1893.
- BRAUS, H., Ueber die Rami ventrales der vorderen Spinalnerven einiger Selachier. *Inaug.-Diss.* Jena 1892.
- BRIDGE, I. W., The Cranial Osteology of *Amia calva*. *Journ. of Anat. and Physiol.* XI. p. 605—622. Cambridge and London 1877.
- On the Osteology of *Polyodon folium*. *Phil. Trans. Vol. 169. Part. II.* 1878. p. 683—733. London 1879.
- BROOKS, T., The Brachial Plexus of the Macaque Monkey and its Analogy with that of Man. *Journ. Anat. Phys.* XVII. p. 329—332. Cambridge and London 1883.
- BRÜCKE, E., Ueber die Zunge der Chamaeleonen. *Sitz. d. Ak. d. Wiss. zu Wien.* VIII. p. 65—70. Wien 1852.
- BRUTZER, G. G., De Scaphirhyncho Rafinescii disquisitiones anatomicae. *Diss. inaug. Dorpati Livonorum* 1859.
- BÜCHNER, G., Mémoire sur le système nerveux du barbeau. *Mém. Soc. d'hist. nat. de Strasbourg.* II. 1835. 58 pgg.
- BUJOR, P., Contribution à l'étude de la métamorphose de l'*Ammocoetes branchialis* en *Petromyzon Planeri*. Thèse. *Extr. de la Revue Biolog. du Nord de la France.* III. p. 1—99. Lille 1891.
- BURKHARDT, R., Histologische Untersuchungen am Rückenmark der Tritonen. *Arch. f. mikr. Anat.* XXXIV. p. 131—156. Bonn 1889.
- Ueber das Centralnervensystem der Dipnoer. *Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. auf der 2. Vers. zu Berlin.* p. 92—95. Leipzig 1892. A.
- The Central Nervous System of *Protopterus annectens*. *Journ. Comp. Neurology.* II. p. 89—91. Granville 1892. B.
- Das Centralnervensystem von *Protopterus annectens*. Berlin 1892. C.
- BURMEISTER, H., Beitrag zur näheren Kenntniss der Gattung *Tarsius*. Berlin 1846.

## C.

- CAJAL, Ramon y, Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés. *Édit. française.* Paris 1894.
- CARLSSON, Albertina, Untersuchungen über Gliedmaassenreste bei Schlangen. *Bihang till K. Svensk. Vet.-Akad. Handl.* XI. No. 11. p. 1—38. Stockholm 1886.
- CHAMPNEYS, Fr., On the Muscles and Nerves of a Chimpanzee (*Troglodytes niger*) and a *Cynocephalus anubis*. *Journ. Anat. Phys.* VI. p. 176—211. Cambridge and London 1872.
- CHIARUGI, G., Sulla esistenza di una radice dorsale rudimentale con ganglio per il nervo ipoglosso nell' uomo. *Boll. Accad. di Siena.* VI. p. 57—60. Siena 1888.
- Lo sviluppo dei nervi vago, accessorio, ipoglosso e primi cervicali nei Sauropsidi e nei Mammiferi. *Atti Soc. Toscana d. sc. nat.* X. p. 149—245. Pisa 1889.
- Sullo sviluppo di alcuni nervi cerebrali e spinali. *Nota preventiva.* *Anat. Anz.* IV. p. 31, 32. Jena 1889.
- Sur les myotomes et sur les nerfs de la tête postérieure et de la région proximale du tronc dans les embryons des Amphibiens anoures. *Arch. Ital. de Biol.* XV. p. 229—239. Turin 1891.
- Ulteriori osservazioni sullo sviluppo del 11<sup>o</sup> e del 12<sup>o</sup> paio dei nervi cranici nei mammiferi. *Monit. Zool. Ital.* III. p. 57—60. Firenze 1892.

- CHIARUGI, G., Contribuzioni allo studio dello sviluppo dei nervi encefalici nei Mammiferi in confronto con altri Vertebrati. Pubbl. Ist. Stud. Sup. Firenze. Sez. Med. Chir. p. 1—71. Firenze 1894.
- Lo sviluppo dei nervi oculomotore e trigemello. Mon. Zool. Ital. V. p. 275—280. Firenze 1894.
- CLARKE, J. L., Researches on the intimate structure of the brain; human and comparative. I. On the structure of the medulla oblongata. Phil. Trans. 1858. p. 231—259. London 1858.
- COLLINGE, W. E., The Sensory Canal System of Fishes. I. Ganoidei. Quart. Journ. Micr. Sc. (2. ser.) XXXVI. p. 499—537. London 1894.
- COOPMANN, G., Neurologia. Franquerae 1789.
- COPE, E., The Batrachia of North-America. Bull. U. S. Nat. Mus. No. 34. 515 pgg. Washington 1889.
- CORNING, H. K., Ueber die Entwicklung der Zungenmuskulatur bei Reptilien. Verhandl. d. Anat. Gesellsch. zu Basel. p. 165—175. Jena 1895.
- CRAMER, A., Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata und der Brücke. Jena 1894.
- CUNNINGHAM, D. J., The Spinal Nervous System of the Porpoise and Dolphin [*Lagenorhynchus albirostris*]. Journ. Anat. Phys. XI. p. 209—228. Cambridge and London 1877.
- The Nerves of the Fore Limb of the Thylacine (*Thylacinus cynocephalus*) and Cuscus (*Phalangista maculata*). Journ. Anat. Phys. XII. p. 427—433. London and Cambridge 1878.
- CUVIER, G. -DUMÉRIL, Leçons d'Anatomie comparée. 3. édition. Tome I. 1836; Tome II. 1838; Tome III. 1840. Bruxelles 1836—40.
- CUVIER, G. et A. VALENCIENNES, Histoire naturelle des poissons. I. Paris 1828.

## D.

- DARKSCHEWITSCH, L., Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus accessorius Willisii. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. 1885. p. 361—378. Leipzig 1885.
- DAVISON, A., A Contribution to the Anatomy and Phylogeny of Amphiuma means. Journ. of Morphol. XI. p. 375—410. Boston 1895.
- DEBIERRE, Ch., Développement du segment occipital du crâne. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. XXXI. p. 385—426. Paris 1895.
- DEES, O., Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus accessorius Willisii. Allg. Zeitschr. f. Psychiatrie u. psych.-ger. Med. XLIII. p. 453—470. Berlin 1887.
- DEITERS, O., Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Nach dem Tode des Verf. herausgeg. von M. SCHULTZE. Braunschweig 1865.
- DOBSON, G. E., A Monograph of the Insectivora, systematic and anatomical. I. II. London 1882. 1883.
- DOHRN, A., Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Funktionswechsels. Leipzig 1875.
- Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. III. Die Entstehung und Bedeutung der Hypophysis bei *Petromyzon Planeri*. Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. IV. p. 172—189. Leipzig 1882.
- Studien etc. IV. Die Entwicklung und Differenzirung der Kiemenbogen der Selachier. Ibidem V. p. 1—51. Leipzig 1884. A.
- Studien etc. V. Zur Entstehung und Differenzirung der Visceralbogen bei *Petromyzon Planeri*. Ibidem V. p. 52—61. Leipzig 1884. B.
- Studien etc. VI. Die paarigen und unpaaren Flossen der Selachier. Ibidem V. p. 61—89. Leipzig 1884. C.
- Studien etc. VII. Entstehung und Differenzirung des Zungenbeins und Kieferapparates der Selachier. Ibidem VI. p. 1—48. Berlin 1885. A.
- Studien etc. VIII. Die Thyreoiden bei *Petromyzon*, *Amphioxus* und den Tunicaten. Ibidem VI. p. 49—92. Berlin 1885. B.
- Studien etc. IX. Die Bedeutung der unpaaren Flosse für die Beurtheilung der genealogischen Stellung der Tunicaten und des *Amphioxus*, und die Reste der Beckenflosse bei *Petromyzon*. Ibidem VI. p. 399—432. Berlin 1885. C.

- DOHRN, A., Studien etc. X. Zur Phylogenese des Wirbelthierauges. Ibidem VI. p. 432—480. Berlin 1885. D.
- Studien etc. XII. Thyreoidea und Hypobranchialrinne, Spritzlochsack und Pseudobranchialrinne bei Fischen, Ammonoetes und Tunicaten. Ibidem VII. p. 301—337. Berlin 1887.
- Studien etc. XIII. Ueber Nerven und Gefässe bei Ammonoetes und Petromyzon Planeri. Ibidem VIII. p. 233—306. Berlin 1888. A.
- Studien etc. XIV. Ueber die erste Anlage und Entwicklung der motorischen Rückenmarksnerven bei den Selachiern. Ibidem VIII. p. 441—461. Berlin 1888. B.
- Bemerkungen über den neuesten Versuch einer Lösung des Wirbelthierkopf-Problems. Anat. Anz. V. p. 53—64, 78—85. Jena 1890. A.
- Studien etc. XV. Neue Grundlagen zur Beurtheilung der Metamerie des Kopfes. Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. IX. p. 330—434. Berlin 1890. B.
- Studien etc. XVI. Ueber die erste Anlage und Entwicklung der Augenmuskelnerven bei Selachiern und das Einwandern von Medullarzellen in die motorischen Nerven. Ibidem X. p. 1—40. Berlin 1891. A.
- Studien etc. XVII. Nervenfasern und Ganglienzellen. Histogenetische Untersuchungen. Ibidem X. p. 255—341. Berlin 1891. B.
- Die Schwann'schen Kerne der Selachierembryonen. Anat. Anz. VII. p. 348—351. Jena 1892.
- DUBOIS, E., Zur Morphologie des Larynx. Anat. Anz. I. p. 178—186, 225—231. Jena 1886.
- DUGÈS, A., Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différents âges. Mém. prés. à l'Acad. Roy. d. sc. VI. p. 1—200. Paris 1835.
- DUVAL, M., Recherches sur l'origine réelle des nerfs crâniens. Journ. de l'Anat. de la Physiol. No. 5 p. 496 f. Paris 1876.

## E.

- ECKER, A., Anatomie des Frosches. I. Knochen und Muskeln. Braunschweig 1864.
- ECKHARD, C., Geschichte der Experimental-Physiologie des Nervus accessorius Willisii. ECKHARD'S Beiträge zur Anat. u. Physiol. X. p. 171—196. Giessen 1882.
- EDINGER, L., Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. 3. Aufl. Leipzig 1892. — 5. Aufl. Leipzig 1896.
- ELLENBERGER, W. u. H. BAUM, Systematische und topographische Anatomie des Hundes. Berlin 1891.
- EWART, J. C., On the Cranial Nerves of Elasmobranch Fishes. Preliminary Communication. Proc. Royal Soc. London. XLV. p. 524—537. London 1889. (Laemargus borealis und Raja batis.)
- On the Development of the Ciliary or Motor oculi ganglion. Ibidem XLVII. p. 287—290. London 1890.
- The Cranial Nerves of the Torpedo. Prel. Note. Ibidem XLVII. p. 290—291. London 1890.
- On the Dorsal Branches of the Cranial and Spinal Nerves of Elasmobranchs. Proc. Roy. Soc. of Edinburgh. XX. p. 475—480. Edinburgh 1895.

## F.

- FISCHER, J. G., Amphibiorum nudorum neurologiae specimen primum. Berolini 1843.
- Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen. Hamburg 1864.
- FISH, P. A., The Central Nervous System of Desmognathus fusca. Journ. of Morph. p. 231—286. Boston 1895.
- FOREL, A., P. MAYSER u. S. GANSER, Ueber das Verhältniss der experimentellen Atrophie und Degenerationsmethode zur Anatomie und Histologie des Centralnervensystems. Ursprung des 9., 10. und 12. Hirnnerven. Festschr. f. NÄGELE u. KOELLIKER. p. 37—50. Zürich 1891.
- FRANCK, L., Handbuch der Anatomie der Hausthiere. Stuttgart 1871. 3. Aufl. 1891—1893.
- FREUD, S., Ueber den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark von Ammonoetes (Petromyzon Planeri). Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Math. nat. Cl. LXXV. Abth. 3. p. 15—27.

- FREUD, S., Ueber Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon. Ibidem LXXVIII. Abth. 3. p. 1—87. Wien 1878.
- FRITSCH, G., Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns. Berlin 1878.
- Ueber den Angelapparat des *Lophius piscatorius*. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Berlin 1884. II. p. 1145—1151.
- Ueber einige bemerkenswerthe Elemente des centralen Nervensystems von *Lophius piscatorius*. Arch. f. mikr. Anat. XXVII. p. 13—31. Bonn 1886.
- FRORIEP, A., Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1882. p. 279—302. Leipzig.
- Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. I. Beobachtung an Hühnerembryonen. Ibidem 1883. p. 177—234. Leipzig.
- Ueber Anlagen von Sinnesorganen am Facialis, Glossopharyngeus und Vagus, über die genetische Stellung des Vagus zum Hypoglossus und über die Herkunft der Zungenmuskulatur. Ibidem 1885. p. 1—55. Leipzig.
- Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. II. Beobachtungen an Säugethierembryonen. Ibidem 1886. p. 69—150. Leipzig.
- Bemerkungen zur Frage nach der Wirbeltheorie des Kopfskelettes. Anat. Anz. II. p. 815—835. Jena 1887.
- Zur Entwicklungsgeschichte der Kopfnerven. 1. Ueber die Entwicklung des Trochlearis bei *Torpedo*. 2. Ueber die Kiemenspaltenorgane der Selachierembryonen. Verh. d. Anat. Ges. 5. Vers. München. p. 55—65. Jena 1891.
- Entwicklungsgeschichte des Kopfes. Anat. Hefte. 2. Abth. I. 1891. p. 561—605. Wiesbaden 1892.
- FRORIEP, A. und W. BECK, Ueber das Vorkommen dorsaler Hypoglossuswurzeln mit Ganglion, in der Reihe der Säugethiere. Anat. Anz. X. p. 688—696. Jena 1895.
- FULLIQUET, G., Recherches sur le Cerveau du *Protopterus annectens*. Dissertation. Genève 1886.
- FÜRBRINGER, M., Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern. Leipzig 1870.
- Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. I. Jenaische Zeitschr. VII. p. 237—320. Leipzig 1873.
- Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. II. Ibidem VIII. p. 175—280. Jena 1874.
- Beitrag zur Kenntniss der Kehlkopfmuskulatur. Jena 1875.
- Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. III. Morph. Jahrb. I. p. 636—816. Leipzig 1876.
- Zur Lehre von den Umbildungen des Nervenplexus. Ibidem V. p. 324—394. Leipzig 1879.
- Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. I. II. Amsterdam und Jena 1888. Der Morphologische Abschnitt schon 1887 separat erschienen (Amsterdam 1887).
- Ueber die mit dem Visceralskelet verbundenen spinalen Muskeln bei Selachiern. Jenaische Zeitschr. XXX. p. 127—135. Jena 1895.
- FÜRBRINGER, P., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Kopfskeletes der Cyclostomen. Jenaische Zeitschr. IX. p. 1—93. Jena 1875.
- FUSARI, R., Beitrag zum Studium des peripherischen Nervensystems von *Amphioxus lanceolatus*. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. VI. p. 120—140. Paris, Leipzig, London 1889.

## G.

- GADOW, H., Notice of a communication on the arrangement and disposition of the Muscles of the Avian Syrinx. Proc. Zool. Soc. London 1883. p. 74 f.
- Vögel. I. Anat. Theil. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. VI. 4. Leipzig 1891.
- GAGE, Susanna P., The Brain of *Diemyctylus viridescens* from larval to adult life, and comparisons with the Brain of *Amia* and *Petromyzon*. The Wilder Quarter-Century Book. 1893. p. 259—313. Ithaca 1893.

- GANSER, S., Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. *Morph. Jahrb.* VII. p. 591—725. Leipzig 1882.
- GARMAN, S., *Chlamydoselachus anguineus* Garm. A Living Species of Cladodont Shark. *Bull. Mus. Comp. Zool. at Harvard College.* XII. p. 1—35. Cambridge Mass. 1885.
- GASKELL, W. H., The Structure, Distribution and Function of the Nerves which innervate the Visceral and Vascular System. *Journ. of Phys.* VII. p. 1—80. Cambridge 1886.
- On the Comparison of the Cranial with the Spinal nerves. *Nature.* XXXVIII. p. 19, 20. London and New York 1888.
- On the Relation between the Structure, Function, Distribution and Origin of the Cranial Nerves; together with a Theory of the Origin of the Nervous System of Vertebrate. *Journ. of Phys.* X. p. 153—211. Cambridge 1889.
- GAUPP, E., Beiträge zur Morphologie des Schädels. I. Primordial-Cranium und Kieferbogen von *Rana fusca*. *Morph. Arbeiten.* II. p. 275—481. Jena 1893.
- Beiträge etc. II. Das Hyo-Branchial-Skelet der Anuren und seine Umwandlung. *Ibidem.* III. p. 399—438. Jena 1894.
- Anatomie des Frosches (Neue, 3. Aufl. von ECKER's und WIEDERHEIM's Anatomie des Frosches). I. Braunschweig 1896.
- GEGENBAUR, C., Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1870.
- Ueber die Kopfnerven von *Hexanchus* und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels. *Jenaische Zeitschr.* VI. p. 497—559. Leipzig 1871.
- Das Kopfskelet der Selachier, ein Beitrag zur Erkenntniss der Genese des Kopfskeletes der Wirbelthiere. Leipzig 1872.
- Grundriss der vergleichenden Anatomie. 1. Aufl. Leipzig 1874.
- Ueber den M. omohyoideus und seine Schlüsselbeinverbindung. *Morph. Jahrb.* I. p. 243—265. Leipzig 1875.
- Grundriss der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1878.
- Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskeletes. *Morph. Jahrb.* XIII. p. 1—114. Leipzig 1887. A.
- Ueber die Occipitalregion und ihre benachbarten Wirbel der Fische. Sonder-Abdruck a. d. Festschrift f. Albert v. KOELLIKER. Leipzig 1887. B.
- Ueber Caenogenese. *Verhandl. d. Anat. Gesellsch. in Würzburg* 1888. p. 3—9. Jena 1888.
- Zur Phylogenese der Zunge. *Morph. Jahrb.* XXI. p. 1—18. Leipzig 1894.
- Das Flossenskelett der Crossopterygier und das Archipterygium der Fische. *Ibidem* XXII. p. 119—160. Leipzig 1895.
- Clavicula und Cleithrum. *Ibidem* XXIII. p. 1—20. Leipzig 1895.
- Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 6. Aufl. II. Leipzig 1896.
- GIEBEL, C., Säugethiere. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs. VI. 5. Lief. 1—26. Leipzig 1874—1883.
- GOLGI, C., Nervensystem (Referat). *Anat. Hefte.* 2. Abth. II. für 1892. p. 288—402. Wiesbaden 1893.
- Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripherischen Nervensystems. Uebers. v. R. TEUSCHER. Jena 1894.
- *Intorno all' origine del quarto nervo cerebrale (patetico o trocleare) e di una questione isto-fisiologia generale che a questo argomento si collega.* *Atti Accad. Lincei Rend.* (5) II. 1. p. 379—389, 443—450. (Deutsch in Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripherischen Nervensystems. p. 261—272. Jena 1894.)
- GOODSIR, J., On the Anatomy of *Amphioxus lanceolatus*. *Trans. Roy. Soc. of Edinburgh.* 1841. XV. p. 247—263. Edinburgh 1844.
- GÖPPERT, E., Die Kehlkopfmuskulatur der Amphibien. *Morph. Jahrb.* XXII. p. 1—78. Leipzig 1895.

- GORONOWITSCH, N., Das Gehirn und die Cranialnerven von *Acipenser ruthenus*. Morph. Jahrb. XIII. p. 427—574. Leipzig 1888.
- Untersuchungen über die Entwicklung der sog. „Ganglienleisten“ im Kopfe der Vogel-embryonen. Ibidem XX. p. 187—259. Leipzig 1893.
- GÖTTE, A., Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875.
- Ueber die Spinalnerven der Neunaugen. Zool. Anz. I. p. 11. Leipzig 1878.
- Ueber die Entstehung und die Homologien des Hirnanhangs. Ibidem VI. p. 344—347. Leipzig 1883.
- Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Thiere. V. Entwicklungsgeschichte der Fluss-neunaugen (*Petromyzon fluviatilis*). Hamburg und Leipzig. I. 1890.
- Ueber den Ursprung der Wirbelthiere. Verh. d. Deutschen Zool. Gesellsch. 5. Vers. in Strassburg. p. 12—29. Leipzig 1895.
- GRABOWER, Ueber die Kerne und Wurzeln des Nervus accessorius und vagus und deren gegenseitige Beziehungen. Arch. f. Laryng. u. Rhinol. II. p. 143—152. Berlin 1894.
- GRENACHER, H., Beiträge zur näheren Kenntniss der Muskulatur der Cyclostomen und Leptocardier. Diss. inaug. (Abdruck a. d. Zeitschr. f. wiss. Zool. XVII.) Leipzig 1867.
- GRÖNBERG, G. und A. VON KLINKOWSTRÖM, Zur Anatomie der *Pipa americana*. 2. Verdauungs-, Respirations- und Urogenitalorgane sammt Nervensystem von G. GRÖNBERG. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. VII. p. 629—646. Jena 1893.
- GUMOËNS, A. F. DE, De systemate nervorum sciuri vulgaris. Diss. inaug. Bernae 1852.
- GÜNTHER, A., Description of *Ceratodus*. Phil. Trans. Part II. 1871. p. 511—572. London 1871.

## H.

- HAECKEL, E., Systematische Phylogenie der Wirbelthiere (Vertebrata). Berlin 1895.
- HALLER, B., Ueber das Centralnervensystem, insbesondere über das Rückenmark von *Orthogoriscus mola*. Morph. Jahrb. XVII. p. 198—270. Leipzig 1891.
- Untersuchungen über das Rückenmark der Teleostier. Ibidem XXIII. (1895) p. 21—122. Leipzig 1896.
- HARRISON, R. G., The Development of the Fins of Teleosts (Prelim. Commun.) J. Hopkins Univ. Circular. XIII. p. 59—61. Baltimore 1894.
- HARTING, P., Leerboek van de grondbeginselen der dierkunde in haren geheelen omvang. Tiel 1862—74. II. Kruipende dieren 1867.
- HASSE, C., Zur Anatomie des *Amphioxus lanceolatus*. Morph. Jahrb. I. p. 282—298. Leipzig 1876.
- HATSCHKE, B., Studien über Entwicklung des *Amphioxus*. Separat-Abdr. a. d. Arbeiten d. Zool. Inst. zu Wien. IV. 1. p. 1—88. Wien 1881.
- Mittheilungen über *Amphioxus*. Zool. Anz. VII. p. 517—520. Leipzig 1884.
- Die Metamerie des *Amphioxus* und des *Anmocoetes*. Verh. d. Anat. Gesellsch. in Wien. 1892. p. 136—162. Jena 1892.
- Zur Metamerie der Wirbelthiere. Nachtrag u. Berichtigung. Anat. Anz. VIII. p. 89—91. Jena 1893.
- HENLE, J., Vergleichend-anatomische Beschreibung des Kehlkopfes. Leipzig 1839.
- Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. III. 2. Nervenlehre. 2. Aufl. Braunschweig 1879.
- HERRICK, C. J., The Cranial Nerves of *Amblystoma punctatum*. Journ. of Comp. Neurol. IV. p. 193—207. Granville 1894.
- HERRICK, L. C., Topography and Histology of the Brain of certain Ganoid Fishes (*Lepidosteus* and *Polyodon*). Ibidem I. p. 149—182. Granville 1891.
- HERRICK, L. C. and C. J. HERRICK, Contributions to the Morphology of the Brain of Bony Fishes. I. Siluridae. Ibidem I. p. 211—228. Granville 1891.
- HIRSCHFELD, L. et J. B. LEVEILLÉ, Neurologie ou description et iconographie du système nerveux et des organes des sens de l'homme avec leur mode de préparation. Paris 1853.

- HIS, W., Anatomie menschlicher Embryonen. III. Zur Geschichte der Organe. Leipzig 1885.
- Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. Abh. d. math. phys. Cl. d. K. S. Gesellsch. d. Wiss. XIII. p. 479—514. Leipzig 1886.
- Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. Eine kritische Studie. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1887. p. 379—453. Leipzig.
- Zur Geschichte des Gehirns sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Abth. d. math. phys. Cl. der K. S. Ges. d. Wiss. XIV. p. 339—392. Leipzig 1888.
- Ueber den Aufbau unseres Nervensystems. Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte. 65. Vers. in Nürnberg 1893. I. p. 39—67. Leipzig 1894.
- HOFFMANN, C. K., Die Amphibien. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. Leipzig und Heidelberg 1873—78.
- Ueber die Metamerie des Nachhirns und Hinterhirns, und ihre Beziehung zu den segmentalen Kopfnerven bei Reptilienembryonen. Zool. Anz. XII. p. 337—339. Leipzig 1889.
- Reptilien. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. VI. 3. Leipzig 1890.
- Zur Entwicklungsgeschichte des Selachierkopfes. Anat. Anz. IX. p. 638—653. Jena 1894.
- Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Selachii. Morph. Jahrbuch. XXIV. p. 209—286. Leipzig 1896.
- HOLL, M., Beobachtungen über die Anastomosen des Nervus hypoglossus. Zeitsch. f. Anat. u. Entwickel. II. p. 82—97. Leipzig 1877.
- Ueber den Nervus accessorius Willisii. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1878. p. 491—518. Leipzig 1878.
- HOUSSAY, F., Sur la métamérie de la tête chez l'Axolotl. Compt. Rend. Soc. Biol. (9. sér.) I. p. 691—694. Paris 1889.
- Études d'embryologie sur les Vertébrés. L'Axolotl. Arch. Zool. exp. (2. sér.) VIII. p. 143—244. Paris 1890.
- HOWES, G. B., On the Affinities, Interrelationships, and Systematic Position of the Marsipobranchii. Trans. Biol. Soc. Liverpool. VI. p. 122—147. Liverpool 1892.
- Notes on Variation and Development of the Vertebrata and Limb Skeleton of the Amphibia. Proc. Zool. Soc. London 1893. p. 268—278.
- HUBRECHT, A. A. W., Fische. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. Leipzig und Heidelberg 1876—1885.
- Beitrag zur Kenntniss des Kopfskelettes der Holocephalen. Nederl. Archiv f. Zoologie. III. p. 255—276. Leiden und Leipzig 1877. A.
- Notiz über einige Untersuchungen am Kopfskelett der Holocephalen. Morph. Jahrb. III. p. 280—282. Leipzig 1877. B.
- HUMPHREY, O. D., On the Brain of the Snapping Turtle (*Chelydra serpentina*). Journ. of Comp. Neurol. IV. p. 73—116. Granville 1894.
- HUMPHRY, G. M., The Muscles and Nerves of the Cryptobranchus japonicus. Journ. of Anat. and Physiol. VI. p. 1—62. Cambridge and London 1872.
- The Muscles of *Lepidosiren annectens*, with the Cranial Nerves. Ibidem. VI. p. 253—271. Cambridge and London 1872.
- The Muscles of the Smooth Dog-Fish (*Mustelus laevis*). Ibidem. VI. p. 271—278. Cambridge and London 1872.
- The Muscles of *Ceratodus*. Ibidem. VI. p. 279—287. Cambridge and London 1872.
- HUXLEY, Th. H., Elements of Comparative Anatomy. London 1864.
- A Manual of the Anatomy of Vertebrated Animals. London 1871.
- Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. Deutsche vom Verf. autorisirte und durch Original-zusätze desselben bereicherte Ausgabe von Fr. RATZEL. Berlin 1873.

- HUXLEY, Th. H., Preliminary Note upon the Brain and Skull of *Amphioxus lanceolatus*. Proc. Roy. Soc. XXIII. p. 127—132. London 1874/75.
- On the Classification of the Animal Kingdom. Journ. Linn. Soc. XII. Read 3. Dec. 1874. p. 199—226. London 1876.
- Preliminary Note upon the Brain and Skull of *Amphioxus lanceolatus*. Proc. Roy. Soc. XXIII. p. 127—132. London 1875.
- On the Nature of the Cranio-facial Apparatus of *Petromyzon*. Journ. Anat. and Phys. X. p. 412—429. Cambridge and London 1876.
- HYRTL, J., Neueste Beobachtungen aus dem Gebiete der menschlichen und vergleichenden Anatomie. Ueber einige bisher nicht bekannte Ganglien der sensitiven Nerven. Med. Jahrb. d. K. K. Oesterr. Staates. Wien 1836.
- *Lepidosiren paradoxa*. Prag 1845.
- *Chlamydophori truncati cum Dasypode gymnuro comparatum examen anatomicum*. Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. math. nat. Cl. IX. p. 1—66. Wien 1855.
- On Nervs without ends. Quart. Review Nat. Hist. Jan. 1863. p. 95. London.
- Ueber endlose Nerven. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. LI. p. 5 f. Wien 1865.
- Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 9. Aufl. Wien 1866.

## I.

- JACKSON, Wm. H., and CLARKE, Wm. Br., The Brain and Cranial Nerves of *Echinorhinus spinosus* with Notes on the other viscera. Journ. of Anat. and Physiol. X. p. 75—107. Cambridge and London 1876.
- JHERING, H. von, Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere als Grundlage für die Regionenbildung der Wirbelsäule. Leipzig 1878.
- Ueber die Wirbelsäule von *Pipa*. Morph. Jahrb. VI. p. 297—314. Leipzig 1880.
- JULIN, Ch., Le Système nerveux grand sympathique de l'*Ammocoetes* (*Petromyzon Planeri*). Anat. Anz. II. p. 192—201. Jena 1887. A.
- Recherches sur l'appareil vasculaire et le système nerveux périphérique de l'*Ammocoetes* (*Petromyzon Planeri*). Arch. de Biologie. VII. p. 759—902. Gand, Leipzig, Paris 1887. B.
- IVERSEN, M., Bemerkung über die dorsalen Wurzeln des Nervus hypoglossus. Ber. d. Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i/B. II. p. 1—4. Freiburg 1886.

## K.

- KÄSTNER, S., Die Entwicklung der Extremitäten- und Bauchmuskulatur bei den anuren Amphibien. Arch. f. Anat. u. Entwickl. 1893. p. 257—292. Leipzig.
- KASTSCHENKO, N., Zur Entwicklungsgeschichte des Selachierembryos. Vorl. Mitth. Anat. Anz. III. p. 445—467. Jena 1888.
- KATHARINER, L., Anatomie und Mechanismus der Zunge der Vermilinguier. Jenaische Zeitschr. XXIX. p. 247—270. Jena 1895.
- KAZZANDER, J., Ueber den Nervus accessorius Willisii und seine Beziehungen zu den oberen Cervicalnerven beim Menschen und einigen Haussäugethieren. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1891. p. 212—243. Leipzig 1891. A.
- Sulla radice dorsale del nervo ipoglossa nell' uomo e nei mamiferi domestici. Anat. Anz. 1891. p. 444—450. B.
- KILLIAN, G., Zur Metamerie des Selachierkopfes. Verh. d. Anat. Gesellsch. 5. Vers. in München 1891. p. 85—107. Jena 1891.
- KINGSBURY, B. F., On the Brain of *Necturus maculatus*. Journ. of Comp. Neurology. V. p. 139—205. Granville 1895.
- KINGSLEY, J. S., The Head of an embryo *Amphiuma*. Amer. Nat. XXVI. p. 671—680. 1892.

- KIRKALDY, J. W., A Revision of the Genera and Species of the Branchiostomidae. Quart. Journ. Micr. Sc. (N. S.) XXXVII. p. 303—323. London 1895.
- KOCH, P. D., Untersuchungen über den Ursprung und die Verbindungen des Nervus hypoglossus in der Medulla oblongata. Arch. f. mikr. Anat. XXXI. p. 54—70. Bonn 1888.
- KOELLIKER, A., Ueber das Geruchsorgan des Amphioxus. MÜLLER'S Arch. f. Anat. etc. 1843. p. 32—35.  
 — Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. Leipzig 1867.  
 — Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. II. Nervensystem des Menschen und der Thiere. Leipzig 1893—96.
- KOHL, C., Einige Bemerkungen über Sinneorgane des Amphioxus lanceolatus. Zool. Anz. XIII. p. 182—185. Leipzig 1890.
- KORSCHULT, E. und K. HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Jena 1893.
- KOWALEVSKY, A., Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus. Mém. Acad. Imp. Sc. d. St. Pétersbourg (7. sér.). XI. No. 4. p. 1—17. St. Pétersbourg 1867.
- KRAUSE, W., Handbuch der menschlichen Anatomie. III. Hannover 1880.  
 — Die Anatomie des Kaninchens. 2. Aufl. Leipzig 1884.  
 — Vorläufige Mittheilung (Amphioxus betreffend). Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. V. p. 48. Paris, Leipzig, London 1888. A.  
 — Die Retina. II. Die Retina der Fische. Ibidem V. p. 132—148. Paris, Leipzig und London 1888. B.
- KÜKENTHAL, W. und Th. ZIEHEN, Das Centralnervensystem der Cetaceen. Vergl. anat. und entwick. Untersuch. an Walthieren. III. p. 79—200. Jena 1889.
- KUPFFER, C. VON, Die Entwicklung von Petromyzon Planeri. Archiv f. mikr. Anatomie. XXXV. p. 469—558. Bonn 1890.  
 — Die Entwicklung der Kopfnerven der Vertebraten. Verh. d. Anat. Gesellsch. zu München 1891. p. 22—54. Jena 1891.  
 — Studien zur vergl. Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Kranioten. I. Die Entwicklung des Kopfes von Acipenser sturio. München und Leipzig 1893. A.  
 — Entwicklungsgeschichte des Kopfes. Anat. Hefte. 2. Abth. II. 1892. p. 501—564. Wiesbaden 1893. B.  
 — Studien etc. II. Die Entwicklung des Kopfes von Ammocoetes Planeri. München und Leipzig 1894. A.  
 — Die Deutung des Hirnanhanges. Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Morph. u. Phys. in München f. 1894. p. 59—87. München 1894. B.  
 — Ueber die Entwicklung des Kiemenskelets von Ammocoetes und die organogene Bestimmung des Exoderms. Verh. d. Anat. Gesellsch. zu Basel 1895. p. 105—122. Jena 1895. A.  
 — Studien etc. III. Die Entwicklung der Kopfnerven von Ammocoetes Planeri. München und Leipzig 1895. B.
- KUTSCHIN, O., Ueber das Rückenmark des Neunauges (Petromyzon fluviatilis). Russisch geschriebene Inaug.-Diss. in Gelehrte Denkschr. d. Univ. Kasan 1863. I. p. 31—54. Kasan 1865. Mir aus der Abhandlung von P. OWSJANNIKOW, Ueber die Inaugural-Dissertation des Herrn Dr. Kutschin, das Rückenmark der Neunaugen betreffend. Mém. Biolog. du Bull. d. l'Acad. Imp. Sc. St. Pétersbourg. IV. p. 527—538 (11./23. XI. 1863). St. Pétersbourg 1865 und aus dem Referate über russische Litteratur von L. STIEDA. Arch. f. mikr. Anat. II. p. 527. Bonn 1866 bekannt.

## L.

- LANGERHANS, P., Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Ber. über die Verh. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. B. VI. p. 1—115. Freiburg 1876 (separat schon 1873 erschienen).  
 — Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. Arch. f. mikr. Anat. XII. p. 292—348. Bonn 1876.

- LANKESTER, E. Ray, On some new Points in the Structure of Amphioxus and their Bearing on the Morphology of Vertebrata. *Quart. Journ. Micr. Sc.* (2. Ser.). XV. p. 257—267. London 1875.
- Contributions to the Knowledge of *Amphioxus lanceolatus*. *Ibidem* (2. Ser.) XXIX. p. 365 bis 408. London 1889.
- LANKESTER, E. Ray and A. WILLEY, The Development of the Atrial Chamber of Amphioxus. *Quart. Journ. Micr. Sc.* (2. Ser.). XXXI. p. 445—466. London 1890.
- LECHE, W., Die Säugethiergeattung *Galeopithecus*. *Kongl. Svensk. Vet. Ak. Handl.* XXI. No. 11. Stockholm 1886.
- BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Säugethiere. 30.—34. Lieferung. Leipzig und Heidelberg 1888—1889.
- LEISERING, A. G. T. und C. MUELLER, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haus-Säugethiere. 6. Aufl. Berlin 1885.
- LENHOSSÉK, M. VON, Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. 1. Aufl. Berlin 1893. 2. Aufl. Berlin 1895.
- LE ROUX s. ROUX.
- LEUCKART, R. u. A. PAGENSTECHEK, Untersuchungen über niedere Seethiere. *MÜLLER's Arch. f. Anat.* 1858. p. 558—613. Berlin.
- LEURET, Fr. et P. GRATIOLET, Anatomie comparée du système nerveux. T. I. II avec Atlas. Paris 1839—57.
- LEYDIG, Fr., Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.
- LOCY, W. A., Metameric Segmentation in the Medullary Folds and Embryonic Rim. *Anat. Anz.* IX. p. 393—415. Jena 1894.
- The Mid-Brain and its Accessory Optic Vesicles. A Correction. *Ibidem* IX. p. 486—488. Jena 1894.
- The Optic Vesicles of Elasmobranchs and their Serial Relation to other Structures on the Cephalic Plate. *Journ. of Morph.* IX. p. 115—122. Boston 1894.
- Contribution to the Structure and Development of the Vertebrate Head. *Ibidem* XI (1895). p. 498—586. Boston 1896.
- LONGET, F. A., Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Uebers. von A. HEIN. Leipzig 1849.
- LUSCHKA, H., Die sensitiven Zweige des Zungenfleischnerven d. Menschen. *MÜLLER's Archiv.* 1856. p. 62.

## M.

- MACALISTER, A., Additional Observations on Muscular Anomalies in Human Anatomy (3. Ser.), with a Catalogue of the Principal Muscular Variations hitherto published. *Trans. Royal Irish Acad.* XXV. p. 1—130. Dublin 1871.
- A Monograph of the Anatomy of *Chlamydomorphus truncatus*. *Ibidem* XXV. p. 219—278. Dublin 1875.
- Report on the Anatomy of Insectivorous Edentates. *Ibidem* XXV. p. 491—518. Dublin 1875.
- MANNERS-SMITH, T. B. A., On some Points in the Anatomy of *Ornithorhynchus paradoxus*. *Proc. Zool. Soc.* London 1894. p. 694—715.
- MARCUSEN, M. J., Note sur l'anatomie et l'histologie du *Branchiostoma lubricum*. *Compt. rend. Acad. Soc. Paris.* T. 58. p. 479. T. 59. p. 89. Paris 1864.
- MARSHALL, A. M., On the Head Cavities and associated Nerves of Elasmobranchs. *Quart. Journ. Micr. Sc.* XXI. p. 72—97. London 1881.
- The Segmental Value of the Cranial Nerves. *Journ. of Anat. and Phys.* XVI. p. 305—354. Cambridge and London 1882.
- and W. B. SPENCER, Observations on the Cranial Nerves of *Scyllium*. *Quart. Journ. Micr. Sc.* XXI. p. 469—499. London 1881.

- MARTIN, P., Die erste Entwicklung der Kopfnerven bei der Katze. Oesterr. Monatsschr. f. Thierheilkunde. XV. Sept. p. 1—39. Wien 1890.
- Die Entwicklung des neunten bis zwölften Kopfnerven bei der Katze. Anat. Anz. VI. p. 228—232. Jena 1891.
- MAURER, F., Der Aufbau und die Entwicklung der ventralen Rumpfmuskulatur bei den urodelen Amphibien und deren Beziehung zu den gleichen Muskeln der Selachier und Teleostier. Morph. Jahrb. XVIII. p. 76—179. Leipzig 1892. A.
- Haut-Sinnesorgane, Feder- und Haaranlagen und deren gegenseitige Beziehungen, ein Beitrag zur Phylogenie der Säugethierhaare. Ibidem XVIII. p. 717—804. Leipzig 1892. B.
- Die Elemente der Rumpfmuskulatur bei Cyclostomen und höheren Wirbelthieren. Ibidem XXI. p. 473—619. Leipzig 1894.
- Die ventrale Rumpfmuskulatur der anuren Amphibien. Ibidem XXII. p. 225—262. Jena 1895. A.
- Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895. B.
- MAYER, C., Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das Gehirn, das Rückenmark und die Nerven. Nov. Act. phys. med. nat. cur. Acad. Leop. Carol. XVI. p. 743 ff. Bonnae 1832.
- Ganglion des Nervus hypoglossus. Briefl. Mitth. FROEYER's Notizen. XLVII. p. 330. Weimar 1836.
- Beiträge zur Anatomie des Elephanten und der übrigen Pachydermen. Verh. d. K. Leop. Carol. Ak. d. Naturf. XIV. p. 1—88. Breslau und Bonn 1847.
- MAYSER, P., Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische, mit besonderer Berücksichtigung der Cyprinoiden. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXVI. p. 259—364. Leipzig 1881.
- MC GREGOR, J. H., Preliminary Notes on the Cranial Nerves of *Cryptobranchus alleghaniensis*. Journ. of Comp. Neurology. VI. p. 45—53. Granville 1896.
- MC KAY, W. J. St., The Morphology of the Muscles of the Shoulder Girdle in Monotremes. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales. IX for 1894. p. 263—360. Sydney 1895.
- MC MURRICH, J. Pl., The Cranial Muscles of *Amia calva*, with a Consideration of the Relations of the Postoccipital and Hypoglossal Nerves in the Various Vertebrate Groups. Stud. from the Biol. Lab. of the J. Hopkins Univ. Vol. III. p. 121—153. Baltimore 1885.
- MECKEL, A., Anatomie des Gehirns der Vögel. MECKEL's Deutsches Arch. f. Physiol. II. p. 25—78. Halle und Berlin 1816.
- MECKEL, J. Fr., *Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica*. Lipsiae 1826.
- System der vergleichenden Anatomie. IV. Halle 1829.
- MIKLUCHO-MACLAY, N. VON, Beiträge zur vergleichenden Neurologie der Wirbelthiere. Leipzig 1870.
- MINGAZZINI, G., Intorno alle origini del N. ipoglosso. Annal. di Freniatr. II. p. 3—10. Torino 1891.
- MINOT, Ch. S., Human Embryology. New York 1892.
- MITROPHANOW, P., Note sur la signification métamérique des nerfs crâniens. Congr. Internat. Zool. 2. sess. I. p. 104—111. Moscou 1892.
- Étude embryogénique sur les Sélaciens. Arch. Zool. Exp. (3. sér.) I. p. 161—220. Paris 1893.
- MOLLIER, S., Die paarigen Extremitäten der Wirbelthiere. 1. Das Ichthyopterygium. Anat. Hefte. 1. Abth. III. p. 1—60. Wiesbaden 1893.
- MOREAU, C., Note sur la région crânienne de l'Amphioxus. Compt. rend. Ac. Sc. Paris. T. 70. p. 1189—1191. Paris 1870.
- MÜLLER, Joh., Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. I. Osteologie und Myologie, Vorgetr. in d. K. Akad. d. Wissensch. zu Berlin im Jahre 1834. Abhandl. d. Berliner Akad. d. Wissensch. p. 1—276. Berlin 1835.
- Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den Cyclostomen, mit Bemerkungen über die ungleiche Ausbildung der Sinnesorgane bei den Myxinoiden (Fortsetzung der Vergl. Anat. der Myxinoiden). Ibidem. 25. April 1836. p. 15—48. Berlin 1837.
- Handbuch der Physiologie des Menschen. 3. Aufl. I. Coblenz 1837.

- MÜLLER, Joh., Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. Abhandl. d. K. Akad. d. Wissensch. vom 15. Febr. 1838. p. 1—83. Berlin 1840.
- Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. 3. Fortsetzung. Ueber das Gefäßsystem. Ibidem a. d. J. 1839 und 1841. p. 1—131. Berlin 1841.
- Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum. Ibidem a. d. J. 1842. p. 79—116. Berlin 1844.
- Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Schluss der vergl. Anatomie der Myxinoiden. Ibidem. Gelesen am 16. und 23. Juni 1842. p. 1—62. Berlin 1845.
- Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. Ibidem vom Jahre 1844. p. 117—216. Berlin 1846.
- MÜLLER, W., Ueber die Hypobranchialrinne der Tunicaten und deren Vorhandensein bei Amphioxus und den Cyclostomen. Jenaische Zeitschr. VII. p. 327 f. Leipzig 1873.
- Ueber die Stammesentwicklung des Sehorgans der Wirbelthiere. Beitr. zur Anat. u. Phys. als Festschr. f. Carl Ludwig. II. p. I—LXXVI. Leipzig 1875.

## N.

- NANSEN, Fr., The Structure and Combination of the Histological Elements of the Central Nervous System. Bergens Mus. Aarsber. f. 1886. p. 27—215. Bergen 1887.
- NÜSSLIN, O., Zur Kritik des Amphioxusauges. Inaug.-Diss. Tübingen 1877.

## O.

- OBERSTEINER, H., Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1892.
- ONODI, A. D., Neurologische Untersuchungen an Selachiern. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Histol. III. p. 325—329. Paris, Leipzig und London 1886.
- Neurologische Untersuchungen an Selachiern. Math. u. naturw. Berichte aus Ungarn. V. 1886/87. p. 179—188. Budapest und Berlin.
- Neurologische Mittheilungen. Arch. f. Anat. u. Phys. Phys. Abth. 1887. p. 357—366.
- OPPEL, A., Die Vorderkopfsomiten und die Kopfhöhle von Anguis fragilis. Arch. f. mikr. Anat. XXXVI. p. 603—627. Bonn 1890.
- OSBORN, H. F., A Contribution to the internal Structure of the Amphibian Brain. Journ. of Morph. II. p. 51—96. Boston 1888.
- OSTROUMOFF, A., Ueber die FRORIEP'schen Ganglien bei Selachiern. Zool. Anz. 1889. p. 363—364.
- OWEN, R., Description of the Lepidosiren adnectens. Trans. Zool. Soc. II. London 1840.
- On the Anatomy of the Great Ant-eater (*Myrmecophaga jubata*). Trans. Zool. Soc. IV. p. 117—130. London 1857.
- On the Anatomy of Vertebrates. I—III. London 1866—1868.
- OWSJANNIKOW, Ph., Disquisitiones microscopicae de medullae spinalis structura. Dorpati 1854.
- Ueber das Centralnervensystem des Amphioxus lanceolatus. Mém. Biol. Acad. Imp. St. Pétersbourg. XII. p. 427—450. St. Pétersbourg 1868.

## P.

- PARKER, T. J., Notes on *Carcharodon rondeletti*. Proc. Zool. Soc. London 1887. p. 27—40.
- PARKER, W. K., On the Structure and Development of the Skull in Urodelous Amphibia. I. Phil. Trans. Vol. 167. Part II. 1877. p. 529—597. London 1878.
- On the Structure and Development of the Skull in Sturgeons (*Acipenser ruthenus* und *A. sturio*). Ibidem. Vol. 174. Part I. 1882. p. 139—155. London 1882.
- On the Skeleton of the Marsipobranch Fishes. I. The Myxinoids. II. Petromyzon. Ibidem. Vol. 174. p. 373—457. London 1883.
- and G. T. BETTANY, The Morphology of the Skull. London 1877.

- PARKER, W. N., Zur Anatomie und Physiologie des *Protopterus annectens*. Ber. d. Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. IV. p. 83—108. Freiburg 1888.
- On the Anatomy and Physiology of *Protopterus annectens* (Abstract). Proc. Royal Soc. XLIX. p. 549 f. London 1891.
- On the Anatomy and Physiology of *Protopterus annectens*. Trans. Royal Irish Acad. XXX. p. 109—230. Dublin 1892. p. 109—230.
- PARSONS, F. G., On the Anatomy of *Atherura africanus* compared with that of other Porcupines. Proc. Zool. Soc. London 1894. p. 675—692.
- PATERSON, A. M., The Limb Plexuses of Mammals. Journ. Anat. Phys. XXI. p. 611—634. London 1887.
- PETER, K., Ueber die Bedeutung des Atlas der Amphibien. Anat. Anz. X. p. 565—574. Jena 1895.
- PHILIPPEAUX et VULPIAN, Mémoire sur la structure de l'encéphale des Poissons cartilagineux et sur l'origine des nerfs crâniens chez les Poissons (Extrait par les auteurs). Compt. rend. Acad. Sc. Paris XXXVII. p. 341—344. Paris 1853.
- Rapport du M. Duvernoy sur un Mémoire de Mm. Philippeaux et Vulpian, qui a pour sujet la structure de l'encéphale des Raies et des Squales, et l'origine des nerfs crâniens chez les Poissons. Ibidem XXXVIII. p. 336—344, 366—370, 421—424. Paris 1854.
- PHISALIX, C., Sur les nerfs crâniens d'un embryon humain de trente-deux jours. Compt. rend. Acad. Sc. Tome CIV. p. 242—244. Paris 1887.
- PINKUS, F., Ueber einen noch nicht beschriebenen Hirnnerven des *Protopterus annectens*. Anat. Anz. IX. p. 562—566. Jena 1894. A.
- Die Hirnnerven von *Protopterus annectens*. Morph. Arbeiten von G. SCHWALBE. IV. p. 275—346. Jena 1894. B.
- PLATT, Julia B., A Contribution to the Morphology of the Vertebrate Head, based on a Study of *Acanthias vulgaris*. Journ. of Morph. V. p. 79—112. Boston 1891. A.
- Further Contribution to the Morphology of the Vertebrate Head. Anat. Anz. VI. p. 251—265. Jena 1891. B.
- Ontogenetische Differenzirung des Ectoderms in *Necturus*. 1. Studie. Arch. f. mikr. Anat. XLIII. p. 911—966. Bonn 1894.
- PLESSEN, Jos. von und J. RABINOVICZ, Die Kopfnerven von *Salamandra maculata*. München 1891.
- POLLARD, H. B., On the Anatomy and Phylogenetic Position of *Polypterus*. Anat. Anz. VI. p. 338—344. Jena 1891.
- On the Anatomy and Phylogenetic Position of *Polypterus*. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. V. p. 387—428. Jena 1892.
- The Oral Cirri of Siluroids and the Origin of the Head in Vertebrates. Ibidem VIII. p. 379—424. Jena 1895. A.
- Ueber Labialknorpel. Verh. d. Anat. Gesellsch. zu Basel 1895. p. 232—235. Jena 1895. B.
- POUCHET, G., Mémoires sur le Grand Fourmilier (*Myrmecophaga jubata*). Paris 1874.
- PRENANT, A., Elements d'Embryologie de l'homme et des vertébrés. II. Organogénie. Paris 1896.
- PRICE, G. C., Zur Ontogenie eines Myxinoiden (*Bdellostoma Stouti*). Sitzungsber. d. math. phys. Cl. d. K. Bayer. Akad. d. Wiss. XXVI. p. 69—71. München 1896. A.
- Some Points in the Development of a Myxinoid (*Bdellostoma Stouti*). Verh. d. Anat. Ges. zu Berlin 1896. p. 81—86. Jena 1896. B.

## Q.

- QUATREFAGES, A. de, Mémoire sur le Système nerveux et sur l'histologie du Branchiostome ou Amphioxus. Ann. Scienc. Nat. (3. sér.) Zool. IV. p. 197—248. Paris 1845.

## R.

- RABL, C., Ueber das Gebiet des Nervus facialis. Anat. Anz. II. p. 219—227. Jena 1887.
- Theorie des Mesoderms. I. Morph. Jahrb. XV. p. 113—252. Leipzig 1889.

- RABL, C., Ueber die Metamerie des Wirbelthierkopfes. Verh. d. Anat. Ges. 6. Vers. in Wien. p. 104—135. Jena 1892.
- RAMON Y CAJAL s. CAJAL.
- RANSOM, W. B. and D'Arcy W. THOMPSON, On the Spinal and Visceral Nerves of Cyclostomata. Zool. Anz. IX. p. 421—426. Leipzig 1886.
- RATHKE, H., Bemerkungen über den inneren Bau der Pricke oder des Petromyzon fluviatilis des Linnaeus. Danzig 1825.
- Bemerkungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Königsberg 1841.
- RAUBER, A., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. II. 2. Nervensystem und Sinnesorgane. 3. Aufl. Erlangen 1886. 4. Aufl. Leipzig 1894.
- REICHENHEIM, M., Beiträge zur Kenntniss des elektrischen Centralorgans von Torpedo. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1873. p. 751—759. Taf. XV u. XVI.
- Sopra il midollo spinale ed il lobo elettrico della torpedine. Accad. R. dei Lincei (3. ser.) I. p. 1142—1162. Roma 1877.
- REICHERT, C. B., Zur Anatomie des Branchiostoma lubricum. REICH. u. DU BOIS R.'s Arch. f. Anat. 1870. p. 755—758.
- REISSNER, E., Beiträge zur Kenntniss vom Bau des Rückenmarkes von Petromyzon fluviatilis. REICH. u. DU BOIS R.'s Arch. f. Anat. 1860. p. 545—588.
- REMAK, R., Vermischte anatomische Beobachtungen. FRORIEP's Neue Notizen. III. p. 150, 151. Weimar 1837.
- RETZIUS, A., Beitrag zur Anatomie des Gefäß- und Nervensystems der Myxine glutinosa. Uebers. a. d. Vetensk. Handl. 1822. II. Isis 1825. p. 1003—1013, auch in MECKEL's Archiv 1826. p. 386—404.
- Fernerer Beitrag zur Anatomie der Myxine glutinosa. Uebers. a. d. Vetensk. Handl. 1824. II. Isis 1825. p. 1013—1027.
- RETZIUS, G., Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebrospinalen Ganglien und der übrigen peripherischen Kopfganglien. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1880. p. 369—398. Leipzig.
- Ueber die Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien und über subcutane Ganglienzellen bei Myxine glutinosa. Biol. Unters. (N. F.) I. p. 97—99. Stockholm 1890.
- Zur Kenntniss des centralen Nervensystems von Amphioxus lanceolatus. Ibidem (N. F.) II. p. 29—46. Stockholm 1891.
- Zur Kenntniss des centralen Nervensystems von Myxine glutinosa. Ibidem (N. F.) II. p. 47—53. Stockholm 1891.
- Das Gehirn und Auge von Myxine. Ibidem (N. F.) V. p. 55—68. Stockholm 1893.
- Ueber das Ganglion ciliare. Anat. Anz. IX. p. 633—637. Jena 1894.
- Ganglion ciliare. Biolog. Unt. (N. F.) VI. p. 37—40. Jena 1894.
- Ueber die Hypophysis von Myxine. Ibidem (N. F.) VII. p. 19—21. Jena 1895.
- (Zahlreiche Abhandlungen über den feineren Bau des Nervensystems.) Ibidem (N. F.) I—VII. 1890—1895.
- RICE, H. J., Observations upon the habits, structure and development of Amphioxus lanceolatus. Americ. Naturalist. XIV. p. 1—19, 73—95. Salem 1880.
- ROHDE, E., Histologische Untersuchungen über das Nervensystem von Amphioxus. Zool. Anz. XI. p. 190—196. Leipzig 1888. A.
- Histologische Untersuchungen über das Nervensystem von Amphioxus lanceolatus. SCHNEIDER's Zool. Beiträge. II. 2. p. 169—218. Breslau 1888. B.
- ROHON, J. V., Das Centralorgan des Nervensystems der Selachier. Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien. Math. nat. Classe. XXXVIII. p. 43—104. Wien 1878. A.
- Ueber den Ursprung des N. vagus bei Selachiern. Arb. d. Zool. Inst. d. Univ. Wien. I. p. 151—172. Wien 1878. B.

- ROHON, J. V., Untersuchungen über *Amphioxus lanceolatus*. Denkschr. der math. nat. Cl. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien. XLV. Abh. v. Nichtmitgliedern. p. 1—64. Wien 1881.
- Zur Histiogenese des Rückenmarks der Forelle. Sitzungsber. d. math. phys. Cl. d. K. Bayr. Akad. XIV. p. 39—57. München 1884.
- ROLANDO, L., Saggio sopra la vera struttura del Cervello. Torino 1828.
- ROLLER, C. F. W., Der centrale Verlauf des Nervus accessorius Willisii. Zeitschr. f. Psychiatrie. XXXVII. Berlin 1881.
- Ein kleinzelliger Hypoglossuskern. Arch. f. mikr. Anat. XIX. p. 383—394. Bonn 1881.
- ROLPH, W., Untersuchungen über den Bau des *Amphioxus lanceolatus*. Morph. Jahrb. II. p. 87—164. Leipzig 1876.
- ROSENBERG, E., Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule und des Centrale carpi des Menschen. Morph. Jahrb. I. p. 83—198. Leipzig 1876.
- Untersuchungen über die Occipitalregion des Cranium und den proximalen Theil der Wirbelsäule einiger Selachier. Festschrift. Dorpat 1884. 26 pgg.
- Ueber das Kopfskelett einiger Selachier. Sitzungsber. d. Dorpater Naturf. Gesellsch. VIII. p. 31—34. Dorpat 1886.
- ROTGANS, J., Bijdrage tot de Kennis van het halsgedeelte der laatste vier hersenzenuwen. Acad. Proefschr. Meppel 1886.
- ROUX, LE, Recherches sur le Système nerveux des Poissons. Caen 1887.

## S.

- SAGEMEHL, M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. I. Das Cranium von *Amia calva*. Morph. Jahrb. IX. 1883. p. 177—228. Leipzig 1884.
- Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. III. Das Cranium der Characiniden nebst allgemeinen Bemerkungen über die mit einem WEBER'schen Apparat versehenen Physostomenfamilien. Ibidem X. 1884. p. 1—119. Leipzig 1885.
- Bearbeitung der Fische. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs. Lief. 4. Leipzig und Heidelberg 1885.
- Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. IV. Das Cranium der Cyprinoiden. Aus dem Nachlass des 1885 verstorbenen Verf. herausgegeben von C. GEGENBAUR u. H. KLAATSCH. Morph. Jahrb. XVII. p. 489—595. Leipzig 1891.
- SANDERS, A., Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System in Vertebrate Animals. I. Ichthyopsida. 1. Pisces. 1. Teleostei. Phil. Trans. Vol. 169. Part II. Read 1878. p. 735—776. London 1879.
- Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System of the Plagiostomata. Abstract. Nature. XXXIII. p. 333. London 1886.
- Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System in Vert. Animals. I. Pisces. 2. Plagiostomata. Phil. Trans. Vol. 177. Part. II. Read 7. 1. 1886. p. 733—766. London 1887.
- Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System in Vertebrate Animals. On the Brain of the *Ceratodus Forsteri*. Proc. Royal Society. London XLIII. p. 420 f. London 1887/88.
- Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System in *Ceratodus Forsteri*. Ann. and Mag. Nat. Hist. (6. Ser.) III. p. 157—188. London 1889.
- Researches in the Nervous System of *Myxine glutinosa*. London 1894.
- SANTORINI, J. D., Septemdecim tabulae anatomicae. Parmae 1775.
- SCHÄFFER, O., Ueber die Ursprungsverhältnisse des Nervus hypoglossus. Inaug.-Diss. Erlangen 1889.
- SCHIESS, H., Versuch einer speciellen Neurologie der *Rana esculenta*. Inaug.-Diss. St. Gallen und Bern 1857.

- SCHLEMM, Fr. und E. D'ALTON, Ueber das Nervensystem des Petromyzon. MÜLLER's Archiv 1838 p. 263—273. 1840. p. 5. Taf. I. Berlin 1838, 1840.
- SCHMIDT, F. I. J., Q. J. GODDARD et J. VAN DER HOEVEN. Aanteekeningen over de Anatomie van den Cryptobranchus japonicus. Haarlem 1862.
- SCHEIDER, A., Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin 1879.
- Ueber die Nerven von Amphioxus, Ammocoetes und Petromyzon. Zool. Anz. III. p. 330—334. Leipzig 1880.
- Ueber den Rectus von Petromyzon. Zool. Anz. V. p. 164. Leipzig 1882.
- Zur frühesten Entwicklung besonders der Muskeln der Elasmobranchier. (Nach seinem Tode von ROHDE herausgegeben). SCHNEIDER's Zoolog. Beiträge. II. p. 251—267. Breslau 1890.
- Studien zur Systematik und zur vergleichenden Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Histologie der Wirbelthiere. (Nach seinem Tode von ROHDE herausgegebenes Fragment, blos Tafel und Tafelerklärungen enthaltend.) Ibidem. II. p. 268—270. Breslau 1890.
- SCHNEIDER, P., Topographische Anatomie des Vorderhalses beim Kaninchen. Inaug.-Diss. Berlin 1867.
- SCHULZE, F. E., Ueber die inneren Kiemen der Batrachierlarven. II. Abh. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1892. Phys. math. Cl. Abh. III. p. 1—66. Berlin 1892.
- SCHWALBE, G., Das Ganglion oculomotorii. Jenaische Zeitschr. f. Nat. XIII. p. 173—268. Jena 1879.
- Lehrbuch der Neurologie. 2. Aufl. von QUAIN-HOFFMANN's Anatomie. II. 2. Erlangen 1881.
- SCOTT, W. B., Vorläufige Mittheilung über die Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten. Zool. Anz. III. p. 422—426, 443—446. Leipzig 1880.
- Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten. Morph. Jahrb. VII. p. 101—172. Leipzig 1881.
- The Embryology of Petromyzon. Journ. of Morphol. I. 2. p. 253—310. December 1887. Boston.
- SEDGWICK, A., Notes on Elasmobranch Development. Quart. Journ. Micr. Sc. (2). XXXIII. p. 559—586. London 1892.
- On the Inadequacy of the Cell Theory, and on the Early Development of Nerves, particularly of the Third Nerve and of the Sympathetic in Elasmobranchii. Stud. Morph. Labor. in Cambridge. VI. p. 93—107. London 1896.
- SEELIGER, O., Ueber die Entstehung des Peribranchialraums in den Embryonen der Ascidien. Zeitschr. f. wiss. Zool. LVI. p. 365—401. Leipzig 1893.
- SEMON, R., Ueber die morphologische Bedeutung der Urniere in ihrem Verhältniss zur Vorniere und Nebenniere und über die Verbindung mit dem Genitalsystem. Anat. Anz. V. p. 455—482. Jena 1890.
- Studien über den Bauplan des Urogenitalsystems der Wirbelthiere. Jenaische Zeitschr. N. F. XIX. p. 89—203. Jena 1891.
- Die äussere Entwicklung des Ceratodus Forsteri. SEMON's Forschungsreisen. I. p. 29—50. Jena 1893.
- SEWERTZOFF, A., Die Entwicklung der Occipitalregion der niederen Vertebraten im Zusammenhang mit der Frage über die Metamerie des Kopfes. Extr. du Bullet. d. l. Soc. Impér. des Naturalistes de Moscou. 1895. No. 2.
- SHATTOCK, S. G., A „kerato-thyro-hyoid“ Muscle as a Variation in Human Anatomy. Journ. Anat. Phys. XVII. p. 124, 125. London and Cambridge 1883.
- SHIPLEY, A. E., On some Points in the Development of Petromyzon fluviatilis. Stud. Morph. Lab. Cambridge. III. p. 173—218. London 1888. (1887 in Quart. Journ. Micr. Sc. erschienen.)
- SHORE, Th. W., The Morphology of the Vagus Nerve. Journ. Anat. Phys. XXII. p. 372—390. London and Cambridge 1888.
- On the Minute Anatomy of the Vagus Nerve in Selachians with Remarks on the Segmental Value of the Cranial Nerves. Ibidem. XXIII. p. 428—451. 1889.

- SHUFELDT, R. W., The Osteology of *Amia calva*; including certain special references to the Skeleton of Teleosteans. U. S. Fish. Comm. P. XI. Rep. for 1883. p. 747—879.
- The Myology of the Raven (*Corvus corax sinuatus*). London 1890.
- SÖRENSEN, W., Om Forbeninger i Svømmebloeren, Pleura og Aortas Vaeg og Sammensmeltning deraf med Hvirvelsøjlen saerlig hos Siluroiderne, samt de saakaldte Weberske Knoglers Morfologi. Vid. Selsk. Skr. Kjöbenhavn. Nat. Math. Afd. (6.) VI. p. 65—152. Kjöbenhavn 1890.
- SOLGER, B., Ueber zwei im Bereiche des Visceralskelettes von *Chimaera monstrosa* vorkommende noch unbeschriebene Knorpelstückchen. Morph. Jahrb. I. p. 219—221. Leipzig 1876.
- SPENGLER, J. W., Beitrag zur Kenntniss der Kiemen des *Amphioxus*. Zoolog. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. IV. p. 257—296. Jena 1890.
- STADERINI, R., Sopra la distribuzione dei nervi glosso-faringeo, vago e ipoglosso in alcuni Rettili ed Uccelli. Atti Accad. Fisiocrit. Siena. (4). I. p. 585—599. Siena 1889.
- Sopra un nucleo di cellule nervose intercalato tra i nuclei di origine del Vago e dell' Ipo-glosso. Monit. Zoolog. Ital. V. p. 178—183. Firenze 1894.
- Ricerche sperimentali sopra la origine reale del nervo ipoglosso. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. XII. p. 220—246. Leipzig, Paris und London 1895.
- STANNIUS, H., Symbolae ad anatomiam piscium. Rostochii 1839.
- Ueber das peripherische Nervensystem des Dorsch (*Gadus callarias*). MÜLLER's Archiv 1842. p. 338—366.
- Ueber den Bau des Gehirnes des Störs. Ibidem 1843. p. 36—45.
- Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846.
- Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849.
- Ueber den Bau der Muskeln bei *Petromyzon fluviatilis*. Göttinger Nachrichten 1851. p. 225—235.
- Zootomie der Fische. (2. Aufl.). Berlin 1854.
- Zootomie der Amphibien. (2. Aufl.). Berlin 1856.
- STEINER, J., Ueber das Centralnervensystem des Haifisches und des *Amphioxus*, und über die halb-cirkelförmigen Canäle des Haifisches. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1886. p. 495—499.
- STIEDA, L., Studien über das centrale Nervensystem der Vögel und Säugethiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. XIX. p. 1—94. Leipzig 1868. Sep.-Abdr. 94 pgg. und 3 Taf.
- Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Ibidem. XX. p. 273—456. Leipzig 1870. Sep.-Abdr. III, 184 pgg. und 4 Taf.
- Studien über den *Amphioxus lanceolatus*. Mém. de l'Acad. Imp. St. Pétersbourg. (7. sér.) XIX. No. 7. p. 1—71. St. Pétersbourg 1873.
- STILLING, B., Ueber die Textur und Funktion der Medulla oblongata. Erlangen 1843.
- Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel 1859.
- STÖHR, Ph., Zur Entwicklungsgeschichte des Urodelenschädels. Zeitschr. für wiss. Zool. XXXIII. p. 477—526. Leipzig 1879.
- Zur Entwicklungsgeschichte des Anureschädels. Ibidem. XXXVI. p. 68—103. Leipzig 1881.
- STRASSER, H., Alte und neue Probleme der entwicklungsgeschichtlichen Forschung auf dem Gebiete des Nervensystems. Anat. Hefte. II. 1. 1891. p. 721—769. Wiesbaden 1892.
- STRONG, O. S., The Structure and Homologies of the Cranial Nerves of the Amphibia as determined by their Peripheral Distribution and Internal Origin. Zool. Anz. XIII. p. 598—607. Leipzig 1890.
- The Structure and Homologies of the Cranial Nerves of the Amphibia. Anat. Anz. VII. p. 467—471. Jena 1892.
- The Cranial Nerves of Amphibia. Journ. of Morph. X. p. 101—230. Boston 1895.
- SUTTON, J. B., On some Points in the Anatomy of the Chimpanzee (*Anthropopithecus troglodytes*). Journ. Anat. Phys. XVII. p. 66—85. London and Cambridge 1884.

- SWAN, J., *Illustrations of the Comparative Anatomy of the Nervous System*. London 1837.
- STUDNIČKA, F. K., *Zur Lösung einiger Fragen aus der Morphologie des Vorderhirns der Cranioten*. Anat. Anz. IX. p. 307—320. Jena 1894.
- Ueber die terminale Partie des Rückenmarkes. Sitzungsber. d. K. Böhm. Ges. d. Wiss. Math. nat. Cl. 1895. L. p. 1—8. Prag 1895. A.
- Ein Beitrag zur vergleichenden Histologie und Histogenese des Rückenmarkes. (Ueber die sog. „Hinterzellen“ des Rückenmarkes.) Ibidem 1895. LI. p. 1—32. Prag 1895. B.

## T.

- TESTUT, L., *Les anomalies musculaires chez l'homme expliquées par l'anatomie comparée*. Paris 1884.
- THOMSEN, R., Ueber eigenthümliche aus veränderten Ganglienzellen hervorgegangene Gebilde in den Stämmen der Hirnnerven des Menschen. VIRCHOW'S ARCHIV. CIX. p. 459—464. Berlin 1887.
- TIEDEMANN, Fr., *Anatomie und Naturgeschichte der Vögel*. I. Heidelberg 1810.
- *Icones cerebri simiarum et quorundam mammalium rariorum*. Heidelbergae 1821.
- TIESING, B., Ein Beitrag zur Kenntniss der Augen-, Kiefer- und Kiemenmuskulatur der Haie und Rochen. Jenaische Zeitschr. XXX. p. 75—126. Jena 1895.
- TURNER, C. H., *Morphology of the Avian Brain*. Journ. Comp. Neurol. I. p. 39—92, p. 107—132, p. 265—285. Granville 1891.
- TURNER, Wm., A Contribution to the Visceral Anatomy of the Greenland Shark (*Laemargus borealis*). Proc. Roy. Soc. of Edinburgh. Vol. VIII. 1872/75. p. 81—84. Edinburgh 1875.
- TURNER, W. A., The Central Connections and Relations of the Trigeminal, Vago-Glossopharyngeal, Vago-Accessory, and Hypoglossal Nerves. Journ. of Anat. and Phys. XXIX. p. 1—15. London and Cambridge 1894.

## V.

- VALENTIN, G., *Hirn- und Nervenlehre*. Leipzig 1841.
- VAN BEMMELEN s. BEMMELEN, VAN.
- VAN BENEDEN s. BENEDEN, VAN.
- VAN WIJHE s. WIJHE, VAN.
- VETTER, B., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische. I. II. Jenaische Zeitschr. VIII. p. 405—458. XII. p. 431—550. Jena 1874, 1878.
- VIAULT, Fr., *Recherches histologiques sur la structure des centres nerveux des Plagiostomes*. Arch. d. Zoologie expériment. et générale. V. p. 441 f. Paris 1876.
- VINCENZI, L., *Sull' origine reale del nervo ipoglosso*. Atti R. Accad. Sc. Torino. XX. p. 798—806. Torino 1885.
- VOGT, C., *Zur Neurologie von Python tigris*. MÜLLER'S ARCHIV 1839. p. 39—58.
- Beiträge zur Neurologie der Reptilien. Neue Denkschr. d. allg. Schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturw. IV. Neuchâtel 1840. Separatabdr. 60 pgg.
- VOLKMANN, A. W., *Von dem Baue und den Verrichtungen der Kopfnerven des Frosches*. MÜLLER'S ARCHIV 1838. p. 70—89.
- Ueber die motorischen Wirkungen der Kopf- und Halsnerven. MÜLLER'S ARCHIV 1840. p. 475—509. Berlin 1840.
- Beobachtungen und Reflexionen über Nerven Anastomosen. MÜLLER'S ARCHIV 1840. p. 510—532. Berlin.
- VROLIK, W., *Recherches d'anatomie comparée sur le Chimpanzé*. Amsterdam 1841.
- VULPIAN, A., *Sur la racine postérieure ou ganglionnaire du nerf hypoglosse*. Journ. d. l. Physiol. No. XVII. Janv. 1862. p. 5 f. Paris 1862.

## W.

- WALDEYER, W., Das Gorilla-Rückenmark. Abh. d. K. Akad. d. Wissensch. Berlin 1889. Separatabdr. p. 1—147.
- WALDSCHMIDT, J., Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen. Jenaische Zeitschr. XX. p. 461—476. Jena 1887.
- WALTER, F., Das Visceralskelett und seine Muskulatur. Jenaische Zeitschr. XXI. p. 1—45. Jena 1887.
- WATTEVILLE, Baron A. DE, A Description of the Cerebral and Spinal Nerves of *Rana esculenta*. Journ. Anat. Phys. IX. p. 145—162. Cambridge and London 1875.
- WEBER, E. H., De aure et auditu hominis et animalium. I. De aure animalium aquatiliium. Lipsiae 1820.
- Ueber vier Längennerven bei einigen Fischen, von denen zwei von dem Trigemini und zwei vom Vagus entspringen, die die ganze Länge des Rumpfes durchlaufen. Meckels Archiv 1827. p. 303 f.
- WEISS, F. E., Excretory Tubules in *Amphioxus lanceolatus*. Quart. Journ. Micr. Sc. XXXI. p. 489—497. London 1890.
- WESTLING, Charlotte, Beiträge zur Kenntniss des peripherischen Nervensystems. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. IX. No. 8. 48 pgg. Stockholm 1884.
- Anatomische Untersuchungen über *Echidna*. Ibidem. Bd. XV. Afd. 4. No. 3. 71 pgg. Stockholm 1889.
- WIEDERSHEIM, R., Das Kopfskelett der Urodelen. Morph. Jahrb. III. p. 352—448, p. 459—548. Leipzig 1877. Sep.-Abdr. VIII, 187 pgg. mit 9 Taf. und 6 Holzschn.
- Zur Anatomie der Gymnophionen. Jena 1879. A.
- Ueber das Gehirn und die spinalartigen Hirnnerven von *Ammocoetes*. Zool. Anz. II. p. 589—592. Leipzig 1879. B.
- Zur Gegenbaur'schen Hypothese über die Entstehung des Extremitätengürtels. Vortrag, gehalten im medic. Referat-Club zu Freiburg i/B. am 11. Nov. 1879. p. 1—3. 1879. C.
- Das Gehirn von *Ammocoetes* und *Petromyzon Planeri* mit besonderer Berücksichtigung der spinalartigen Hirnnerven. Jenaische Zeitschr. XIV. p. 1—24. Jena 1880. A.
- Die spinalartigen Hirnnerven von *Ammocoetes* und *Petromyzon Planeri*. Zool. Anz. III. p. 446—449. Leipzig 1880. B.
- Das Skelett und Nervensystem von *Lepidosiren annectens*. Jenaisch. Zeitsch. f. Naturw. XIV. p. 155—192. Jena 1880. C.
- Das centrale Nervensystem des Frosches. ECKER'S Anatomie des Frosches. II. Nerven- und Gefäßlehre. Braunschweig 1881.
- Ecker's Anatomie des Frosches. III. Eingeweide, Integument und Sinnesorgane. Braunschweig 1882.
- Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 1. Aufl. Jena 1883.
- Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 1. Aufl. Jena 1884.
- Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. Jena 1886.
- Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. Jena 1888.
- Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 3. Aufl. Jena 1893.
- WIJHE, J. W. VAN, Over het Visceralskelet en de Zenuwen van den Kop der Ganoiden. Acad. Proefschr. Leiden 1880.
- Ueber das Visceralskelett und die Nerven des Kopfes der Ganoiden und von *Ceratodus*. Separatabdruck a. d. Niederl. Arch. f. Zool. V. 3. Leiden 1882.
- Ueber die Mesodermsegmente und die Entwicklung der Nerven des Selachierkopfes. Natuurk. Verh. d. Kon. Akad. v. Wetensch. XXII. p. 1—50. Amsterdam 1882.

- WIJHE, J. W. VAN, Over de somieten en de ontwikkeling der zenuwen van den Kop der Vogels en Reptilien. Verh. K. Akad. Wet. Amsterdam 1883. Zitting van 24. Febr. 1883. p. 2—4. Später deutsch edirt unter dem Titel: Ueber Somiten und Nerven im Kopfe von Vögel- und Reptilien-Embryonen. Zool. Anz. IX. p. 657—660. Leipzig 1886. A.
- Ueber die Kopfsegmente und die Phylogenie des Geruchsorgans der Wirbelthiere. Zool. Anz. IX. p. 678—682. Leipzig 1886. B.
- Ueber die Entwicklung des Excretionssystemes und anderer Organe bei Selachiern. Anat. Anz. III. p. 74—76. Jena 1888.
- Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entwicklung des Excretionssystemes bei Selachiern. Arch. f. mikr. Anat. XXXIII. p. 461—516. Bonn 1889. A.
- Die Kopfregion der Kranioten beim Amphioxus, nebst Bemerkungen über die Wirbeltheorie des Schädels. Anat. Anz. IV. p. 558—566. Jena 1889. B.
- Ueber Amphioxus. Ibidem. VIII. p. 152—172. Jena 1893. A.
- Over de ventrale zenuwen (ventrale wortels) bij Amphioxus. Tijdsch. d. Nederl. Dierk. Ver. (2. Ser.) IV. Verslagen 1893. p. XLI, XLII. Leiden 1893/94. B.
- Over de herzenzenuwen der Cranioten bij Amphioxus. Kon. Akad. v. Wetensch. Versl. d. Afd. Natuurkunde A°. 1894. p. 108—115. Amsterdam 1894/95.
- WIJMAN, J., Anatomy of the Nervous System of *Rana pipiens*. Smithson. Contrib. V. Washington 1853.
- A Description of some Instances of the Passage of Nerves across the middle line of the body. Amer. Jour. Med. Science. XLVII. April 1864. p. 343 f.
- WILDER, H. H., A Contribution to the Anatomy of *Siren lacertina*. Zoolog. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. IV. p. 653—696. Jena 1891.
- WILLEY, A., The Later Larval Development of Amphioxus. Quart. Journ. Micr. Sc. (2. ser.) XXXI. p. 183—234. London 1891.
- Studies on the Protochordata. I. Ibidem. (2. Ser.) XXXIV. p. 317—360. London 1893.
- Amphioxus and the Ancestry of the Vertebrates. Columb. Univ. Biol. Ser. II. p. 1—316. New York 1894.
- WILLIS, Th. W., *Cerebri anatome, cui accessit nervorum descriptio et usus*. Londini 1664.
- WRIGHT, R. Ramsay, On the Nervous System and Sense Organs of *Amiurus*. Contribution to the Anatomy of *Amiurus*. Reprinted from the Proc. Canad. Institute. (N. S.) II. p. 352—386. Toronto 1884.

## Z.

- ZIMMERMANN, W., Ueber die Metamerie des Wirbelthierkopfes. Verh. der Anat. Gesellsch. zu München 1891. p. 107—114. Jena 1891.
- Diskussion zu dem Vortrage von B. HATSCHKEK, die Metamerie des Amphioxus und *Ammo-coetes*. Verh. der Anat. Gesellsch. zu Wien 1892. p. 161. Jena 1892.
- Demonstration einer Rekonstruktionszeichnung des Abducens, der ventralen Wurzeln des Glossopharyngeus und Vagus und des Hypoglossus eines menschlichen Embryo Anfangs des zweiten Monats. Abh. der Anat. Ges. zu Göttingen 1893. p. 216. Jena 1893.

## Tafel-Erklärung.

Für alle Figuren der Tafeln gültige Bezeichnungen.

<i>a</i>	Erster occipito-spinaler Nerv. <i>a<sup>d</sup></i> dorsaler, <i>a<sup>v</sup></i> ventrale Wurzel desselben.
<i>A.br. 1—5</i>	Arteria branchialis 1—5.
<i>A.cr.vb, Art.cr.vb</i>	Articulatio cranio-vertebralis.
<i>A.epbr. 1—6</i>	Arteria epibranchialis 1—6.
<i>A.kr.vb.</i>	Articulatio cranio-vertebralis (besser intervertebralis) von Chimaera.
<i>Abd.</i>	Nervus abducens.
<i>Ac, ac.</i>	Nervus acusticus resp. Foramen für denselben.
<i>acc.</i>	Nervus accessorius Willisii. <i>acc.a</i> Ramus anterior, <i>acc.p.</i> R. posterior desselben.
<i>am</i>	Musc. adductor mandibulae.
<i>Ao</i>	Aorta.
<i>Ao.d</i>	Aorta dorsalis.
<i>Arc. 1</i>	Erster freier Wirbelbogen (Taf. VII Fig. 8).
<i>arc.d. 1—5</i>	Musc. arcualis dorsalis 1—5.
<i>Art.</i>	Arterie (Taf. VII, VIII).
<i>Art.sp.</i>	Arteria spinalis (Taf. VII Fig. 22).
<i>b</i>	Zweiter occipito-spinaler Nerv. <i>b<sup>d</sup></i> dorsale, <i>b<sup>v</sup></i> ventrale Wurzel desselben.
<i>(b + c)</i>	Vereinigter zweiter und dritter occipito-spinaler Nerv. <i>(b + c)<sup>v</sup></i> Ventrale Wurzel desselben.
<i>B.cr.</i>	Basis cranii.
<i>Br. 1—6</i>	Erster bis sechster Kiemenbogen (auf Taf. II, Taf. IV. 2 und Taf. V die Basalia, auf Taf. IV. 1 die durchschnittenen Mittelstücke, auf Taf. VI die ventralen Glieder derselben bezeichnend).
<i>c</i>	Dritter occipito-spinaler Nerv. <i>c<sup>d</sup></i> dorsale, <i>c<sup>v</sup></i> ventrale Wurzel desselben.
<i>c (3)</i>	Uebergangsnerv zwischen dem dritten occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).
<i>Car.</i>	Canalis caroticus (Taf. I).
<i>car.p.</i>	Hinterer Hauptstock des Musc. coraco-arcualis (Taf. IV, Taf. VI).
<i>CB</i>	Querer Basalkanal (Taf. I).
<i>cbr</i>	Musc. coraco-branchiales.
<i>cbr 1—7</i>	Musc. coraco-branchiales 1—7.
<i>Ch</i>	Chorda dorsalis.
<i>chy</i>	Musc. coraco-hyoideus.
<i>cm</i>	Musc. coraco-mandibularis.
<i>Co</i>	Costa, Rippe.
<i>Cor</i>	Coracoid.
<i>Cp.hy</i>	Copula hyoidea.
<i>cpm</i>	Musc. coraco-praemandibularis (Taf. IV. 3).
<i>Cpr 1—3</i>	Copularia (Hypobranchialia) des ersten bis dritten Kiemenbogens.
<i>Cr. 1. 2.</i>	Erster, zweiter Wirbelbogen (Crurale).
<i>Cra</i>	Cranium.
<i>Cru 1—12</i>	Erster bis zwölfter Wirbelbogen (Crurale).
<i>csd 1—5</i>	Musc. constrictor superficialis dorsalis 1—5.
<i>csv 1—5</i>	Musc. constrictor superficialis ventralis 1—5.
<i>d</i>	Dorsale Zone des dorsalen Abschnittes des Seitenrumpfmuskels (Taf. II).
<i>d</i>	Vierter occipito-spinaler Nerv (Taf. VII, VIII). <i>d<sup>d</sup></i> dorsale, <i>d<sup>v</sup></i> ventrale Wurzel desselben.

- d* (4) Uebergangsnerv zwischen dem 4. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).  
*dhm* Musc. depressor hyo-mandibularis.  
*dl* Dorso-laterale Zone des dorsalen Abschnittes des Seitenrumpfmuskels (Taf. II).  
*dm* Musc. depressor mandibulae.  
*dr* Musc. depressor rostri.
- e* Fünfter occipito-spinaler Nerv.  
*e<sup>d</sup>* dorsale, *e<sup>v</sup>* ventrale Wurzel desselben.
- e* (5) Uebergangsnerv zwischen dem 5. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII).  
*Ebr* Aeussere Kiemenbogen (Ectobranchialia) (Taf. VI).  
*El* Elektrisches Organ (Taf. II).
- f* (6) Uebergangsnerv zwischen dem 6. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).  
*fac* Nervus facialis resp. Foramen für denselben.
- g* (7) Uebergangsnerv zwischen dem 7. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).  
*gph* Nervus glossopharyngeus resp. Foramen für denselben.
- h* (8) Uebergangsnerv zwischen dem 8. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).  
*HM* Hyomandibulare (Taf. II, Taf. IV).  
*HM\** Gelenkfläche am Kranium für das Hyomandibulare (Taf. I).  
*Hy* Hyoid (Taf. IV).  
*hy, hy (a + b + c)* Nervus hypoglossus (Taf. VIII).
- ib* Musc. interbasalis.  
*ib. 1—5* Musc. interbasales 1—5.  
*ICr* Intercurale (Intercalare) der Wirbel.  
*ICr 1—13* Intercuralia 1—13.
- Kra* Kranium.
- Lab* Labyrinth (angeschnitten) (Taf. II).  
*Lg, Lig* Ligamentum.  
*Lg. bv* Lig. basi-vertebrale (Taf. V).  
*Lg. sp* Lig. suspensorium atlantis (Taf. VII).  
*Lg. vb. c* Lig. vertebrale commune ventrale (Taf. V).  
*lhm* Musc. levator hyomandibularis (Taf. II).  
*lls* Musc. levator labii supe ioris (Taf. II).  
*ls* Musc. levator scapulae (ventraler Theil der Rumpfmuskulatur).
- M.* Musculus.  
*M. d.* Dorsale Zone des dorsalen Abschnittes des Seitenrumpfmuskels.  
*M. dl.* Dorso-laterale Zone des dorsalen Abschnittes des Seitenrumpfmuskels.  
*M. ph* Pharynxmuskulatur.  
*M. rect. ext.* Musc. rectus externus oculi (Taf. VII).  
*Md, Mdb.* Mandibula.  
*Med.* Medulla spinalis.
- Oc* Auge (Oculus).  
*om* Nervus oculomotorius resp. Foramen für denselben.
- Pe* Procoracoid (Taf. VIII).  
*Pg* Parietalgrube (Taf. I).  
*Pl. br.* Plexus brachialis s. pterygialis.  
*Pl. cv.* Plexus cervicalis.  
*PM* Praemandibularknorpel (hinterer ventraler Lippenknorpel) (Taf. IV, VI).  
*Po* Processus postorbitalis (Taf. I).  
*PQ* Palatoquadratum (Taf. IV).

<i>PQ*</i>	Hintere Gelenkfläche am Kranium für das Palatoquadratum (Taf. I).
<i>Prca</i>	Pericardium.
<i>Psph</i>	Parasphenoid (Taf. VII).
<i>Pter.ant.</i>	Vordere Flosse.
<i>R. a</i>	Ramus anterior nervi hypoglossi (Taf. VIII).
<i>R. a. vg</i>	Ram. anastomoticus n. vagi (Taf. VIII).
<i>R. abd</i>	Ram. musc. transversi abdominis (Taf. VIII. 10).
<i>R. arc. d. 1—5</i>	Nervenzweige für die Musc. arcuales dorsales 1—5.
<i>R. br. vg</i>	Rami branchiales nervi vagi.
<i>R. carc. p.</i>	Nervenzweige für den hinteren Hauptstock des Musc. coraco-arcualis.
<i>R. cbr</i>	Nervenzweige für die Musc. coraco-branchiales.
<i>R. cbr 1—7</i>	Zweige für die Musc. coraco-branchiales 1—7.
<i>R. chy</i>	Nervenzweige für den Musc. coraco-hyoideus.
<i>R. em</i>	Nervenzweige für den Musc. coraco-mandibularis.
<i>R. cut., Rr. cut.</i>	Ramus cutaneus, Rami cutanei, Hautnerven.
<i>R. cut. pl. cr.</i>	Ramus cutaneus des Plexus cervicalis.
<i>R. d.</i>	Dorsaler Ast der Spinalnerven.
<i>R. d. 1—6</i>	Dorsale Aeste des ersten bis sechsten Spinalnerven.
<i>R. dl., Rr. dl</i>	Nervenzweig (Nervenzweige) für die dorso-laterale Abtheilung des Seitenrumpfmuskels.
<i>R. ib., Rr. ib</i>	Nervenzweig (Nervenzweige) für die Musc. interbasales.
<i>R. ib. 1—3</i>	Nervenzweig für den ersten bis dritten Musc. interbasalis.
<i>R. int. vg.</i>	Ramus intestinalis nervi vagi.
<i>R. lat. vg., R. lt. vg.</i>	Ramus lateralis nervi vagi (superior).
<i>R. ls</i>	Nervenzweig für den Musc. levator scapulae.
<i>R. lt. vg. inf.</i>	Ramus lateralis nervi vagi inferior (Taf. VIII. 8).
<i>R. lt. vg. sup.</i>	Ramus lateralis nervi vagi superior (Taf. VIII. 8).
<i>Rr. m. dl.</i>	Nervenzweige für die dorso-laterale Abtheilung des Seitenrumpfmuskels.
<i>R. ohy</i>	Nervenzweige für den Musc. omo-hyoideus (Taf. VIII).
<i>R. ohy', R. ohy''</i>	Nervenzweige für den vorderen und hinteren Bauch des Musc. omo-hyoideus (Taf. VIII).
<i>R. p.</i>	Ramus posterior nervi hypoglossi (Taf. VIII).
<i>R. pect.</i>	Ramus musc. pectoralis (Taf. VIII. 10).
<i>R. pch. sc</i>	Nervenzweige für das Perichondrium der Scapula (Taf. II).
<i>Rr. ph. vg.</i>	Rami pharyngei nervi vagi.
<i>Rr. prt. br. 1—3 vg.</i>	Rami praetrematici branchiales 1—3 nervi vagi.
<i>R. prt. gph.</i>	Ramus praetrematicus nervi glossopharyngei.
<i>Rr. pst. br. 1—3 vg.</i>	Rami posttrematici branchiales 1—3 nervi vagi.
<i>R. pst. gph.</i>	Ramus posttrematicus nervi glossopharyngei.
<i>R. sbsp., Rr. sbsp.</i>	Nervenzweig (Nervenzweige) für den Musc. subspinalis.
<i>R. spc.</i>	Ramus musc. supracoracoidei (Taf. VIII. 10).
<i>Rr. sthy</i>	Nervenzweige für den Musc. sterno-hyoideus resp. episterno-hyoideus (Taf. VIII).
<i>R. stth</i>	Nervenzweig für den Musc. sterno-thyreoides.
<i>Rr. tr.</i>	Nervenzweige für den Musc. trapezius.
<i>R. visc. vg.</i>	Ramus visceralis nervi vagi.
<i>Ro</i>	Rostrum (Taf. IV. 3).
<i>sbsp</i>	Musc. subspinalis.
<i>sbsp. a, sbsp. b</i>	Die beiden Abtheilungen des Musc. subspinalis der Notidaniden (Taf. II, V).
<i>Sc</i>	Scapula, dorsaler Theil des Schultergürtels.
<i>Sc*</i>	Durchschnitt der Scapula (Taf. IV. 2).
<i>Spir</i>	Spiraculare.
<i>sy</i>	Nervus sympathicus.
<i>Td</i>	Sehne (Tendo) (Taf. VIII. 7).
<i>tr</i>	Nervus trigeminus resp. Foramen für denselben (Taf. I).
<i>tr</i>	Musc. trapezius (Taf. II).
<i>Tr. br. 1—5</i>	Erste bis fünfte Kiemenspalte (Trema branchiale).
<i>Trig</i>	Nervus trigeminus (Taf. VII).

<i>v</i>	Fünftletzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben (Taf. I).
<i>V.br.</i>	Vena branchialis (Taf. III. 4).
<i>Vb</i>	Wirbel, Wirbelsäule, Wirbelkomplex der Rochen und Holocephalen.
<i>Vb. 1—12</i>	Erster bis zwölfter Wirbel.
<i>Vb'</i>	Lateraler Fortsatz des Wirbelkomplexes der Rochen (Taf. II).
<i>Vb''</i>	Processus scapularis des Wirbelkomplexes der Rochen (Taf. II).
<i>vg</i>	Nervus vagus.
<i>w</i>	Viertletzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben.
<i>x</i>	Drittletzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben.
<i>y</i>	Vorletzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben. <i>y''</i> Ventrale Wurzel desselben.
<i>z</i>	Letzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben. <i>z<sup>d</sup></i> dorsale, <i>z<sup>v</sup></i> ventrale Wurzel desselben.
<i>α, β</i>	Erster und zweiter spino-occipitaler Nerv von Petromyzon (Taf. VII. 22).
<i>γ, δ . . .</i>	Erster, zweiter und folgende spinale Nerven von Petromyzon (Taf. VII. 22).
<i>α, β, γ, δ, ε</i>	Wurzelbündel des Nervus hypoglossus von Ornithorhynchus (Taf. VIII. 17).
<i>1—22</i>	Erster bis zweiundzwanzigster freier Spinalnerv. <i>1<sup>d</sup>—22<sup>d</sup></i> , dorsale, <i>1<sup>v</sup>—22<sup>v</sup></i> ventrale Wurzeln derselben.
<i>1 (1)</i>	Erster freier Spinalnerv der Amnioten (Taf. VII).
<i>5 (2)</i>	Zweiter freier Spinalnerv der Amnioten (Taf. VII).
<i>6 (3)</i>	Dritter freier Spinalnerv der Amnioten (Taf. VII).
+	Ein Pluszeichen drückt die Verbindung verschiedener auf einander folgender Nerven aus, z. B. bedeutet <i>z + 1 + 2</i> die Verbindung des letzten occipitalen und der beiden ersten spinalen Nerven (Taf. III) oder <i>a + b + c</i> die Vereinigung der drei occipito-spinalen Nerven (Taf. VII, VIII) etc.
<i>x—6</i>	bedeutet (Taf. III. 11) die Vereinigung der drei letzten Occipitalnerven ( <i>x, y, z</i> ) und der sechs ersten Spinalnerven (1, 2, 3, 4, 5, 6).

---

### Tafel I.

Mediane Sagittalschnitte durch den Schädel und den Anfang der Wirbelsäule von Selachiern und Holocephalen, nach Wegnahme des Gehirns und Rückenmarks, um die inneren Eintritte der cerebralen und spino-occipitalen Nerven in die Schädelwand zu zeigen. Bei Fig. 8, 9 und 13 sind durch weitere Präparation die Durchtrittskanäle der occipitalen Nerven freigelegt. Die natürliche Richtung der eintretenden Nerven ist, wenn möglich, annähernd wiedergegeben; zum Theil mussten dieselben aber auch etwas nach oben oder unten geschlagen werden, um die Eintritte recht deutlich zu zeigen. Fig. 2 giebt eine äussere Ansicht des Kanium wieder.

Fig. 1. *Hexanchus griseus*. Linke Seite des Exemplares A. Maassstab  $\frac{1}{1}$ . Ansicht von innen.  
\* Alte Grenze zwischen Kanium und Wirbelsäule, durch etwas weicheren faserigen Knorpel gekennzeichnet.

Fig. 2. Dasselbe.  $\frac{1}{1}$ . Ansicht von aussen.

Fig. 3. *Hexanchus griseus*. Rechte Seite des Exemplares A.  $\frac{1}{1}$ .  
\* Alte Grenze zwischen Kanium und Wirbelsäule.

- Fig. 4. *Hexanchus griseus*. Linke Seite des Exemplares C.  $\frac{1}{1}$ .  
 \* Alte Grenze zwischen Kranium und Wirbelsäule.  
 + Neue Grenze zwischen Kranium und Intercrurale 1, durch Abgliederung desselben vom Kranium erfolgt.
- Fig. 5. *Heptanchus cinereus*. Rechte Seite des Exemplares A.  $\frac{3}{1}$ .
- Fig. 6. *Heptanchus cinereus*. Linke Seite des Exemplares C.  $\frac{3}{1}$ .
- Fig. 7. *Centrophorus calceus*. Linke Seite.  $\frac{2}{1}$ .
- Fig. 8. *Scyllium canicula*. Rechte Seite des Exemplares A.  $\frac{3}{1}$ . Durchtrittsstellen der occipitalen Nerven freigelegt; Rami musculares für die dorso-laterale Rumpfmuskulatur nur zum Theil angedeutet.
- Fig. 9. *Scyllium canicula*. Rechte Seite des Exemplares B.  $\frac{3}{1}$ . Im Uebrigen cf. Fig. 8.
- Fig. 10. *Cestracion Philippi*. Linke Seite des Exemplares A.  $\frac{3}{1}$ .
- Fig. 11. *Prionodon glaucus*. Rechte Seite eines jungen Thieres.  $\frac{3}{1}$ .
- Fig. 12. *Spinax niger*. Linke Seite.  $\frac{4}{1}$ .
- Fig. 13. *Acanthias vulgaris*. Rechte Seite.  $\frac{3}{1}$ . Im Uebrigen cf. Fig. 8.
- Fig. 14. *Rhynchobatus djeddensis*. Rechte Seite.  $\frac{2}{1}$ .
- Fig. 15. *Chimaera monstrosa*. Rechte Seite.  $\frac{2}{1}$ . Medianschnitt durch das Kranium und den daran anschliessenden Wirbelcomplex.

## Tafel II.

Ansichten der dorsalen Bereiche der Plexus cervico-brachiales von Haien und Rochen, bei den ersteren insbesondere auch der epibranchialen Geflechte mit den von ihnen versorgten Theilen. Knorpel blau, Muskeln zinnberroth, Gefässe carminroth wiedergegeben.

- Fig. 1. *Heptanchus cinereus*. Linke Hälfte; Ansicht von der Seite und zugleich ein wenig von oben.  $\frac{5}{2}$ . Die Seitenrumpfmuskulatur ist bis auf einen geringen vorderen Rest (*dl*) weggenommen, um die Austritte der occipitalen und spinalen Nerven zu zeigen; die dorsalen Aeste derselben, die meisten Zweige für die Rumpfmuskulatur und die Rippen sind ebenfalls weggelassen. Desgleichen ist vom Kranium ein Theil der Labyrinthregion bis zur Freilegung der Canales semicirculares entfernt, um die Occipitalnerven besser sichtbar zu machen. Die Nervi glossopharyngeus und vagus sind von ihrem Ursprunge abgetrennt und nach unten geschlagen, wodurch die genannten palaeokraniellen Nerven und die occipitalen und spinalen Nerven mit ihren Ursprungsgebieten übersichtlicher und besser gesondert hervortreten. Desgleichen sind die dorsalen Theile des Musc. constrictor superficialis, M. trapezius und Scapula dorsal abgetrennt und nach unten geschlagen, von der Scapula zugleich der dorsale Theil entfernt.
- Fig. 2. *Laemargus borealis*. Linke Hälfte; Ansicht von der Seite und zugleich ein wenig von oben.  $\frac{2}{3}$ . Die Seitenrumpfmuskulatur ist gleichfalls (mit Ausnahme des hinteren Abschnittes) weggenommen, desgleichen von den Spinalnerven grösstentheils die dorsalen Aeste und die Zweige für die Rumpfmuskulatur. Ferner sind der Musc. constrictor superficialis dorsalis sowie der M. trapezius nach unten geschlagen und die Kiemenregion etwas nach unten gezogen, um die dorsalen Theile derselben besser sichtbar zu machen. N. glossopharyngeus und N. vagus blieben in ihrer natürlichen Lage; der Ram. lateralis nervi vagi wurde weggenommen.
- Fig. 3. *Torpedo narce*. Linke Seite. Ansicht von oben und ein wenig von der Seite. Junges Thier.  $\frac{4}{3}$ . Die Seitenrumpfmuskulatur, der ganze vordere Theil der Brustflosse und des elektrischen Organs, sowie die dorsalen Aeste und die Rumpfmuskelzweige der Spinalnerven sind weggenommen. Von den Nn. glossopharyngeus und vagus wurden nur einige Theile erhalten.

- Fig. 4. *Torpedo narce*. Linker Plexus cervicalis des in Fig. 3 abgebildeten Thieres in etwas stärkerer Vergrößerung ( $\frac{2}{1}$ ). Die dem Plexus brachialis s. pterygialis zugehörigen Nerven sind sämmtlich entfernt, um eine reine Ansicht des Plexus cervicalis zu gewähren.
- Fig. 5. *Raja clavata*. Linke Seite. Ansicht von oben und zugleich ein wenig von der Seite. Junges Thier.  $\frac{1}{1}$ . Die Seitenrumpfmuskulatur und der vordere Theil der Brustflosse ist grösstentheils entfernt, desgleichen der *Musc. constrictor superficialis* 5. Im Uebrigen cf. Fig. 3.
- Fig. 6. *Raja clavata*. Linker Plexus cervicalis des in Fig. 5 abgebildeten Thieres in stärkerer Vergrößerung ( $\frac{3}{2}$ ). Im Uebrigen cf. Fig. 4.

## Tafel III.

Ansichten von Plexus cervicales resp. cervico-brachiales von Haien. Die ventralen Wurzeln sind in der Regel vom Austritt aus dem Foramen an abgebildet; von den dorsalen sind zumeist die Anfänge nebst den Spinalganglien entfernt. Desgleichen wurden fast allenthalben die dorsalen Aeste (*Rr. d.*) nicht wiedergegeben und meist auch die für die dorso-laterale Rumpfmuskulatur bestimmten Zweige (*Rr. dl*) weggelassen.

- Fig. 1. *Hexanchus griseus*. Linke Seite des Exemplares *D.*  $\frac{2}{1}$ . Anfang des Plexus cervicalis, von dem *w* ausgelöst ist. Im Ganzen ziemlich normal gebildetes Geflecht.
- Fig. 2. *Hexanchus griseus*. Rechte Seite des Exemplares *D.*  $\frac{2}{1}$ . Abnormer Anfang des Plexus; *w* erst im Beginne der Auslösung, doppelte Verbindung von *x* und *y*, *y* stärker als *z*.
- Fig. 3. *Laemargus borealis*. Linke Seite eines ganz alten Exemplares.  $\frac{2}{1}$ . Anfang des Plexus. Verbreitung der Rami subspinales (*Rr. sbsp.*) in dem *Musc. subspinalis* (*sbsp.*). Ansa der beiden Rami interbasales (*Rr. ib.* 1 und 2).
- Fig. 4. *Laemargus borealis*. Rechte Seite eines mittelalten Exemplares.  $\frac{3}{2}$ . Entwirrung der ziemlich complicirten peripherischen Anastomose zwischen dem Plexus cervicalis und dem *N. vagus*.
- Fig. 5. *Scymnus lichia*. Linke Seite.  $\frac{1}{1}$ . Plexus mit Ausnahme der ventralen Endverzweigung in die hypobranchiale spinale Muskulatur.
- Fig. 6. *Centrophorus granulosus*. Rechte Seite.  $\frac{4}{3}$ . Wie Fig. 5.
- Fig. 7. *Spinax niger*. Linke Seite.  $\frac{3}{1}$ . Wie Fig. 5.
- Fig. 8. *Scyllium canicula*. Rechte Seite.  $\frac{3}{2}$ . Plexus cervicalis mit seinen ventralen Endverzweigungen.
- Fig. 9. *Odontaspis americanus*. Linke Seite.  $\frac{1}{1}$ . Plexus ohne die ventralen Endzweige.
- Fig. 10. *Mustelus vulgaris*. Linke Seite.  $\frac{3}{2}$ . Anfang des Plexus, der mit 3 occipitalen Nerven (*x, y, z*) beginnt, deren erster (*x*) in Wirklichkeit etwas feiner ist als dies die Abbildung wiedergiebt.
- Fig. 11. *Prionodon glaucus*. Linke Seite eines jungen Thieres.  $\frac{4}{3}$ . Plexus ohne die hypobranchialen Endzweige.
- Fig. 12. *Rhina squatina*. Linke Seite eines jungen Thieres.  $\frac{3}{2}$ . Die gewiss äusserst feinen Rami interbasales sind nicht abgebildet. Der *Ram. cutaneus* (*R. cut.*) des Plexus cervicalis setzt sich aus Zweigen des 4. und 5. Spinalnerven ( $4 + 5$ ) zusammen, von denen der von 5 kommende Antheil sehr fein ist.

## Tafel IV.

Fig. 1 und 2 geben Ansichten der gesammten Plexus cervicales nebst den von ihnen versorgten Theilen, Fig. 3 eine Ventralansicht der hypobranchialen spinalen Muskulatur, Fig. 4—9 Plexus cervicales von Holocephalen und Rochen. — Knorpel blau, Muskeln zinnberroth, Gefässe carminroth.

- Fig. 1. *Mustelus vulgaris*. Linke Seite.  $\frac{4}{3}$ . Der laterale Theil der Visceralregion ist bis zu den Ansätzen der Mm. coraco-arcuales entfernt, so dass man die durchschnittenen Mittelstücke der Kiemenbogen und zwischen ihnen die Tiefe der Pharynxhöhle sieht. Desgleichen ist das gesammte Konstriktoren-System, mit Ausnahme geringer sich zwischen die Mm. coraco-branchiales einschiebender Reste, sowie die dorsale Seitenrumpfmuskulatur nebst dem M. levator scapulae weggenommen, so dass die occipitalen und spinalen Nerven freiliegen. Die Nn. glossopharyngeus und vagus sind gleichfalls entfernt.
- Fig. 2. *Chimaera monstrosa*. Linke Seite.  $\frac{4}{3}$ . Die oberflächlichen Theile des Konstriktoren-Systems nebst Trapezius, sowie die dorsale Seitenrumpfmuskulatur und der obere Theil der Scapula sind entfernt und damit die Verzweigungen der Nn. glossopharyngeus und vagus, sowie der occipitalen, occipito-spinalen und spinalen Nerven freigelegt.
- Fig. 3. *Callorhynchus antarcticus*. Ventrale Ansicht.  $\frac{2}{3}$ . Die oberflächlichen ventralen Konstriktoren sind zum Theil weggenommen, zum Theil zur Seite geschlagen, um die hypobranchiale spinale Muskulatur freizulegen.  
*car. p'* oberflächliches accessorisches Ursprungsbündel des hinteren Hauptstockes des M. coraco-arcualis.  
*car. p''* lateralwärts abirrendes Fascikel des gleichen Muskels.
- Fig. 4. *Chimaera monstrosa*. Linke Seite.  $\frac{7}{2}$ . Ansicht des Plexus cervico-brachialis mit Ausnahme der hypobranchialen Endverzweigungen. Nervus vagus nur mit seinem ersten Anfange und dieser durchsichtig gedacht wiedergegeben, damit die von ihm bedeckten Anfänge der occipitalen Nerven (*y, z*) sichtbar werden. Scapula nur angedeutet.
- Fig. 5. *Chimaera monstrosa*. Linke Seite.  $\frac{7}{2}$ . Abgang des 2. und 3. occipito-spinalen Nerven (*b, c*) von der Medulla und Durchtritt derselben durch den dem Schädel assimilirten Wirbelkomplex.
- Fig. 6. *Callorhynchus antarcticus*. Linke Seite.  $\frac{5}{2}$ . Plexus cervico-brachialis mit Ausnahme der hypobranchialen Endäste. Die Behandlung übrigens wie in Fig. 4.
- Fig. 7. *Rhynchobatus djeddensis*. Linke Seite, Dorsalansicht.  $\frac{5}{1}$ . Anfang des Plexus. Die Nerven von dem Austritte aus dem Cranium und der Wirbelsäule an wiedergegeben.
- Fig. 8. *Torpedo narce*. Linke Seite eines jungen Thieres. Dorsalansicht.  $\frac{8}{1}$ . Anfang des Plexus.
- Fig. 9. *Torpedo narce*. Linke Seite eines mittelalten Thieres. Ventralansicht.  $\frac{3}{1}$ . Hypobranchiale Verzweigungen des Plexus cervicalis. Der schwarze horizontale Strich bedeutet die ventrale Mittellinie, der rothe die laterale Grenze des M. coraco-mandibularis.

## Tafel V.

Fig. 1—9 geben ventrale Ansichten des Systemes der epibranchialen spinalen Muskulatur (Mm. subspinalis und interbasales). Die Präparate und Abbildungen gewähren Einblick in das Innere des Kiemendarmes nach Entfernung der ventralen Hälfte desselben. Fig. 10 zeigt den vom Schädelursprunge abgelösten und nur noch mit dem Kiemenskelett in Verband befindlichen M. subspinalis von *Callorhynchus* von der Dorsalfläche.

- Fig. 1. *Heptanchus cinereus*.  $\frac{1}{1}$ .
- Fig. 2. *Hexanchus griseus*.  $\frac{1}{3}$ .
- Fig. 3. *Acanthias vulgaris*.  $\frac{3}{4}$ . Auf der linken Seite des Thieres (rechte Seite vom Beschauer aus) ist der M. interbasalis 1 und der grösste Theil des Basale 1 (*Br. 1*) weggenommen, um das insertive Ende des M. subspinalis (*sbsp \**) zu zeigen.
- Fig. 4. *Laemargus borealis*.  $\frac{1}{3}$ . Die Ligg. vertebrale commune und basi-vertebralia sind grösstentheils entfernt.
- Fig. 5. *Scyllium canicula*.  $\frac{1}{1}$ .

- Fig. 6. *Odontaspis americanus*.  $\frac{2}{3}$ .  
 Fig. 7. *Rhina squatina*.  $\frac{4}{5}$ .  
 Fig. 8. *Scymnus lichia*.  $\frac{2}{3}$ .  
 Fig. 9. *Raja clavata*.  $\frac{4}{5}$ .  
 Fig. 10. *Callorhynchus antarcticus*.  $\frac{2}{3}$ . Das Basale 1 ist vom Musc. subspinalis vollkommen bedeckt, das Basale 2 (*Br. 2*) ragt ein wenig über.  
*sbsp* \* Ursprungsfläche des M. subspinalis.

## Tafel VI.

Ansichten der hypobranchialen spinalen Muskulatur, nach Wegnahme der sie deckenden ventralen Konstriktoren. Die Präparate sind zumeist in schräger Lage von der ventralen und lateralen Fläche gezeichnet, damit die Mm. coraco-branchiales auch zur Ansicht kamen. Die Nerven sind bei *Laemargus borealis* (Fig. 4) wiedergegeben, übrigens weggelassen.

- Fig. 1. *Heptanchus cinereus*. Von rechts und unten.  $\frac{5}{6}$ .  
 Fig. 2. *Centrophorus granulosus*. Reine Ventralansicht.  $\frac{5}{6}$ . Die Hauptmasse der hypobranchialen spinalen Muskulatur ist quer durchschnitten und nach vorn und hinten umgeschlagen, um die Insertionsstellen der einzelnen Mm. coraco-branchiales zu zeigen; zugleich ist der Herzbeutel (*Prdc*; aus Versehen mit *Prdc 5* bezeichnet) eröffnet, um das hintere Ende der Aorta sichtbar zu machen. Die Kiemenregion der linken Seite des Thieres ist stark lateralwärts abgezogen.  
 Fig. 3. *Scymnus lichia*. Von rechts und unten.  $\frac{5}{6}$ .  
*cbr. 3'* und *cbr. 3''* die beiden Insertionszipfel des M. coraco-branchialis 3.  
 Fig. 4. *Laemargus borealis*. Von rechts und unten.  $\frac{1}{2}$ . Die Nerven für die hypobranchiale spinale Muskulatur sind in der Tiefe derselben verlaufend und durch diese mit matten Konturen durchscheinend dargestellt, während die oberflächlichen Hautnerven (*Rr. cut.*) mit scharfen Konturen hervortreten.  
 Fig. 5. *Cestracion Philippi*. Von rechts und unten.  $\frac{2}{3}$ .  
 Fig. 6. *Scyllium canicula*. Von rechts und unten.  $\frac{5}{6}$ .  
 Fig. 7. *Prionodon glaucus*. Junges Thier. Von links und unten.  $\frac{1}{4}$ .  
 Fig. 8. *Rhina squatina*. Junges Thier. Von links und unten.  $\frac{1}{4}$ .  
*chy'* und *chy''* der unpaare und die paarigen Insertionszipfel des M. coraco-hyoideus.  
 Fig. 9. *Raja clavata*. Von links und unten.  $\frac{3}{4}$ . Rechterseits ist nur die Haut entfernt, linkerseits auch das ventrale Konstriktoren-System (irrhümlich mit *csd* anstatt *csv* bezeichnet) in der Mitte weggenommen. Auf dieser Seite zeigt sich auch die Kiemenregion lateralwärts abgezogen, um den M. coraco-branchialis gut zur Anschauung zu bringen.

## Tafel VII.

Mediane Sagittalschnitte durch Schädel und Wirbelsäule von Kranioten, die nicht Selachier und Holocephalen sind; im Uebrigen nach Präparaten, die in der gleichen Weise wie diejenigen der auf Taf. I abgebildeten Selachier behandelt wurden. Allenthalben ist die rechte Seite von innen dargestellt. Fig. 1—21 Gnathostomen, Fig. 22 *Petromyzon* (Fig. 23 *Bdellostoma*, nach einem defekten Präparate gezeichnet, ist ungültig und wird durch die Textfigur 1 auf p. 616 ersetzt). — Der Knorpel ist zumeist durch Kreuzschraffirung, die Chorda auf einigen Figuren durch senkrechte Schraffirung gekennzeichnet.

- Fig. 1. *Acipenser sturio*.  $\frac{1}{1}$ .  
 Fig. 2. *Polyodon folium*.  $\frac{2}{1}$ .  
 \* alte, zum Theil noch bindegewebige Grenze zwischen Palaeocranium und Neocranium.  
 Fig. 3. *Polypterus bichir*.  $\frac{2}{1}$ .  
 Fig. 4. *Lepidosteus osseus*.  $\frac{2}{1}$ .  
 Fig. 5. *Amia calva*.  $\frac{2}{1}$ .  
 Fig. 6. *Esox lucius*.  $\frac{3}{2}$ .  
 Fig. 7. *Mullus surmuletus*.  $\frac{3}{1}$ .  
 $a^v$ (?) sehr zweifelhaftes, rein bindegewebiges Rudiment des ersten occipito-spinalen Nerven (cf. p. 465 Anm. 1).  
 Fig. 8. *Ceratodus Forsteri*.  $\frac{1}{1}$ .  
 Fig. 9. *Ceratodus Forsteri*. Etwas kleineres Exemplar.  $\frac{1}{1}$ . Die beiden occipitalen Nerven  $y^v$  und  $z^v$  sind durch die Schädelbasis hindurch verfolgt, wobei ein Theil der letzteren weggenommen wurde.  
 Fig. 10. *Protopterus annectens*.  $\frac{3}{1}$ .  
 \* zum Theil noch bindegewebige Grenze zwischen dem 1. und 2., dem Cranium assimilirten (neokranialen) Wirbel.  
 Fig. 11. *Necturus maculatus*.  $\frac{3}{1}$ .  
 Art. durch die Lig. cranio-vertebrale hindurchtretendes Gefäss.  
 Fig. 12. *Cryptobranchus japonicus*.  $\frac{1}{1}$ .  
 Art. durch den Schädel durchtretende Arterie, welcher der äusserst feine Nerv  $z^v$  dorsal anliegt.  
 Fig. 13. *Pipa americana*.  $\frac{3}{1}$ .  
 Fig. 14. *Bufo vulgaris*.  $\frac{3}{1}$ .  
 Fig. 15. *Platydictylus guttatus*.  $\frac{4}{1}$ .  
 $a^v$ ,  $b^v$ ,  $c^v$  occipito-spinale Nerven, welche den N. hypoglossus zusammensetzen, 4(1), 5(2), 6(3) drei erste freie spinale Nerven; ebenso auf den folgenden Figuren.  
 Fig. 16. *Python reticulatus*.  $\frac{2}{1}$ .  
 Fig. 17. *Chelydra serpentina*.  $\frac{3}{4}$ .  
 Fig. 18. *Jacare sclerops*. Junges Thier.  $\frac{3}{2}$ .  
 Fig. 19. *Anser cinereus*.  $\frac{2}{1}$ .  
 Fig. 20. *Ornithorhynchus paradoxus*.  $\frac{2}{1}$ .  
 Fig. 21. *Halmaturus benetti*.  $\frac{1}{1}$ .  
 Fig. 22. *Petromyzon marinus*.  $\frac{4}{1}$ . Der Schnitt trifft nicht genau die Mitte, weshalb das vordere verschmälerte Ende der Chorda nicht wiedergegeben ist.  
 (Fig. 23. *Bdellostoma bischoffi*. Ungültige, weil nach einem defekten Präparate gezeichnete Figur, welche durch die Textfigur 1 auf p. 616 ersetzt ist).

## Tafel VIII.

Ansichten von Plexus cervicales resp. cervico-brachiales von höheren Gnathostomen als die Selachier und Holocephalen. Allenthalben sind linksseitige Plexus wiedergegeben. Die Behandlung und Darstellung derselben ist im Wesentlichen die gleiche wie auf Tafel III.

- Fig. 1. *Acipenser sturio*.  $\frac{1}{1}$ .  
 Fig. 2. *Polypterus bichir*.  $\frac{2}{1}$ .  
 $cbr$  letzter M. coraco-brachialis. Neben Art (Arteria) verläuft  $y^v$ , der aber wegen seiner grossen Feinheit bei der vorliegenden Vergrösserung nicht wiedergegeben werden konnte.  
 Fig. 3. *Lepidosteus osseus*.  $\frac{3}{2}$ .  
 Fig. 4. *Amia calva*.  $\frac{3}{2}$ .  
 $z^v$  letzter Occipitalnerv, nur in seinem Anfangstheile abgebildet.  
*R. pcv* Ramus postcervicalis (cf. p. 457 Anm. 1).  
 ++ feine Gefässnerven.

- Fig. 5. *Esox lucius*.  $1/1$ .  
 $vg^x$  Vaguszweige, welche dem Plexus cervicalis durch den Ramus anastomoticus vagi (*R. a. vg*) zugefügt wurden und an der angegebenen Stelle sich wieder von ihm abzweigen.
- Fig. 6. *Mullus surmuletus*.  $2/1$ .  
 $vg^x$  cf. Fig. 5. —  $ls$  Ursprungszipfel des Musc. levator scapulae.
- Fig. 7. *Caranx trachurus*.  $4/3$ .
- Fig. 8. *Protopterus annectens*.  $2/1$ .
- Fig. 9. *Necturus maculatus*.  $2/1$ .
- Fig. 10. *Pipa americana*.  $5/3$ . Das ventrale Ende des Plexus cervico-brachialis ist weit lateralwärts abgezogen und mit dem dorsalen Anfangstheile in die gleiche Ebene gebracht.
- Fig. 11. *Dactylethra capensis*.  $5/2$ .
- Fig. 12. *Rana esculenta*.  $2/1$ .
- Fig. 13. *Hatteria punctata*.  $2/1$ .
- Fig. 14. *Jacare sclerops*. Junges Thier.  $2/1$ .  
 $(a + b + c)$  durch Vereinigung der drei occipito-spinalen Nerven gebildeter Stamm des N. hypoglossus.  
Ebenso bei den folgenden Figuren.
- Fig. 15. *Anser cinereus*.  $3/2$ .
- Fig. 16. *Ornithorhynchus paradoxus*.  $3/2$ .
- Fig. 17. *Ornithorhynchus paradoxus*.  $5/2$ . Austritt des N. vagus und N. hypoglossus aus der gemeinsamen Oeffnung des Schädels.

## Berichtigungen und Ergänzungen.

- Seite 389 Zeile 4 von oben statt 19. *Prionodon* lies „29. *Prionodon*“.
- 439 - 20 - - - ontogenetisch lies „ontogenetisch“.
  - 444 - 17 - - - der Spinalnerv lies „der 1. Spinalnerv“.
  - 451 - 17 - - - eben lies „aber“.
  - 464 - 12 - - unten vor SÖRENSEN füge ein „GUITEL (Recherches sur les Lepadogasters. Arch. Zool. expér. (2) VI. Paris 1888 p. 535) giebt an, dass der grand hypoglosse ou la première paire spinale von Lepadogaster (wahrscheinlich identisch mit *b*) sich theils zur Brustflosse, theils zum M. sternohyoideus biegt“.
  - 4 - 4 von oben auf WILDER (1890 p. 682f.) folgt noch „GAUPP (1896)“.
  - 484 - 7 von oben auf den Schluss des Kleingedruckten „Amphibien“ folgt noch „DUGÉS (1835), GÖTTE (1875), GAUPP (1894) und namentlich F. E. SCHULZE (1892) von verschiedenen Anurenlarven“.
  - 495 - 1 von unten. Auf den Schluss des bezüglichen Passus folgt noch „Ueber die hypobranchialen Muskeln der Anurenlarven handle ich hier nicht“.
  - 523 - 3 von unten nach Fig. 20 u. 22 füge ein „*Rodentia* (*Atherura*, cf. PATERSON 1887 p. 612), *Carnivora* (*Felis* ind., *Vulpes* ind. cf. SWAN 1835 und PATERSON 1887)“.
  - 523 - 1 von unten. Nach MANNERS-SMITH (1894 p. 710) füge ein „MC KAY (1894 resp. 1895 p. 349)“.
  - 546 - 2 und 1 von unten und Seite 547 Zeile 3 von oben statt 4<sup>rd</sup> lies für erwachsene Reptilien und Vögel „4<sup>v</sup>“, statt 5<sup>rd</sup> lies für erwachsene Vögel „5<sup>v</sup>“.
  - 554 - 8 der Anmerkung von oben statt Zungenmuskulatur lies „Zungenmuskulatur“.
  - 592 - 8 von oben nach SCHNEIDER (1879 p. 72f. füge noch ein „1882 p. 164“).
  - 592 - 9 von unten vor HATSCHKE füge noch ein „1882 deutet er dasselbe als Rectus“.
  - 602 - 12 des Textes von unten nach das faciale Myomer füge noch ein „(SCHNEIDER's Rectus 1882)“.
  - 614 - 2 - - - - - statt ventral lies „central“.
  - 664 - 2 der Anmerkung 3 von oben anstatt Fasern nie lateral austreten lies „Fasern rein lateral austreten“.
  - 668 - 1 des Textes von unten nach GASKELL (1886, 1889) füge ein „GORONOWITSCH (1888, 1892)“.
  - 669 - 4 - - - - - statt centralwärts lies „ventralwärts“.
  - 675 - 8 der Anmerkung von oben statt p. 34 lies „p. 341“.
  - 679 - 13 des Textes von oben statt längeren lies „früheren“.
  - 680 - 3 - - - - nach Spinalganglienzellen füge noch ein „und ihren sympathischen Abkömmlingen“.
  - 684 - 2 des Textes von unten statt des Labialknorpels lies „der Labialknorpel“.
  - 686 - 11 von oben statt 1875 lies „1895“.
  - 687 - 5 von oben statt PRICE 1895 lies „PRICE 1896“.
  - 689 - 10 des Textes von unten statt braucht lies „gebraucht“.
  - 690 - 7 - - - - - nachkommende lies „nahekommende“.
  - 690 - 1 - - - - - abgebildeter lies „ausgebildeter“.
  - 701 - 8 - - - - - oben statt Heterotypien lies „Heterotopien“.

Ausserdem mache ich hinsichtlich der Myomerie und Branchiomerie, der Augenmuskelnerven und der Somiten nochmals aufmerksam auf GORONOWITSCH (1888), dessen vortreffliche Arbeit im bezüglichen Texte nicht genugsam hervorgehoben wurde.

## Inhalts-Uebersicht.

Einleitung . . . . .	351
<b>I. Abschnitt. Die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und die von ihnen versorgten Gebiete . . . . .</b>	
<b>1. Einleitendes, Litteratur, untersuchtes Material . . . . .</b>	352
Begriffe spino-occipital, occipital, occipito-spinal (352, 353). — STANNIUS (353), GEGENBAUR (354—356), sonstige Litteratur (356, 357). — Untersuchtes Material (357, 358).	
<b>2. Zahl und Stärke der occipitalen resp. spino-occipitalen Nerven . . . . .</b>	358
Bezeichnungsweise (358, 359), Stärke und Zahl bei den von mir (359) und anderen Autoren (360) untersuchten Gattungen; Abweichungen, Beurtheilung der fremden Funde (360, 361). — Vergleichendes Verhalten der Notidaniden, pentanchen Haie, Rochen und Holocephalen (361), ontogenetische Verhältnisse (361, 362), individuelle und antimere Variirungen (362), Abnahme der Zahl mit dem zunehmenden Alter (363), speciellere Betrachtung von Hexanchus (Abgliederung) (364), Heptanchus (365), Prionodon, Chimaera und Callorhynchus (Angliederung, occipito-spinale Nerven) (365—368), Dreizahl der occipito-spinalen Nerven (368).	
<b>3. Ventrale und dorsale Wurzeln, Ursprung und Abgang von der Medulla, Beziehung zum N. vagus, intrakranieller Verlauf . . . . .</b>	368
Ventrale motorische Wurzeln, Rückbildung der dorsalen sensiblen Wurzeln (368), ontogenetische Existenz der dorsalen Wurzeln (368, 369). — Homodynamie mit den Spinalnerven (370), Heterogenität vom N. vagus (370, 371), Abgang von der Medulla im Vergleich zum Vagus und successives Vorrücken nach vorn (371, 372). — Vagusursprung (372, 373), N. accessorius Willisii (374). — Intrakranieller Verlauf der occipitalen Nerven (374, 375).	
<b>4. Durchtritt durch die Schädelwand . . . . .</b>	375
Eintritt der ventralen Wurzeln in die Schädelwand, gegenseitige Entfernung und relative Lage dieser Eintrittsöffnungen zum Vagusloch, Vorwanderung (375—378), sensible Wurzel (378), Eintritt der occipitalen und occipito-spinalen Nerven bei den Holocephalen (379). — Durchtritt durch die Schädelwand, Richtung der Durchtrittskanäle, Austrittsöffnungen, Konvergenz (379, 380).	
<b>5. Peripherisches Verhalten der occipitalen und occipito-spinalen Nerven, Plexusbildung mit den Spinalnerven (Plexus cervicalis), Verhalten zur Rumpfmuskulatur, Plexus cervicalis und brachialis, peripherische Anastomose mit dem N. vagus . . . . .</b>	381
Litteratur (381, 382). — Plexusbildung bei Selachiern und Holocephalen (382, 383), Zusammensetzung des Plexus cervicalis aus occipitalen, occipito-spinalen und spinalen Nerven (383, 384), numerisches Verhalten der einzelnen Komponenten (385), systematische Bedeutung (385). — Entfernung vom Schultergürtel, dorsale und ventrale Myomeren der Seitenrumpfmuskulatur (386—388), Diskrepanz	

zwischen den Myomeren des Seitenrumpfmuskels und den Plexuswurzeln (388). — Verhalten der Wurzeln des Plexus cervicalis zu denen des Pl. brachialis (388, 389), Aufeinanderfolge und Deckung beider Plexus bei Haien, Holocephalen und Rochen (389, 390), Koincidenz mit der Ausbildung der vorderen Extremität (390), Anmerkung über die Gliedmaassentheorie (390, 391). — Stärke der Plexuswurzeln (391), motorische und sensible Wurzeln (391, 392), Verbindung der Wurzeln (392), Art der Plexusbildung (Länge und Verlaufsrichtung der Wurzeln) (393), Verhalten zu den Myomeren (393). — Abnorme Plexusbildung und Auslösung vorderer Plexuswurzeln (394). — Peripherische Kreuzung und Anastomose mit N. vagus (394, 395).

**6. Aeste des Plexus cervicalis** . . . . . 395

Vertheilung der motorischen Aeste in der Seitenrumpfmuskulatur (395—397, Verhalten zu den Myomerengrenzen), in der epibranchialen spinalen Muskulatur (397—400, Inkongruenzen und Dysmetamerien der Kiemenbogen und epibranchialen Muskeln) und in der hypobranchialen spinalen Muskulatur (400—405, entsprechende Dysmetamerien, Verschiebungen, Auflösungen und Neubildungen von Myosepten). — Sensible Zweige, Zurücktreten derselben (405, 406).

**7. Epibranchiale spinale Muskulatur (M. subspinalis und Mm. interbasales)** . . . . . 406

Frühere Untersuchungen . . . . . 406

**I. M. subspinalis** . . . . . 407

1. Bei den Notidaniden . . . . . 407

2. Bei den pentanchen Haien . . . . . 409

3. Bei den Rochen . . . . . 410

4. Bei den Holocephalen . . . . . 411

**II. Mm. interbasales** . . . . . 412

Bei Heptanchus (412), Hexanchus (413), den pentanchen Haien mit 3 Mm. interbasales (413), mit 2 Mm. interbasales (414) und mit keinem M. interbasalis (415), den Rochen (415) und den Holocephalen (415).

**III. Allgemeinere Bemerkungen über die epibranchiale spinale Muskulatur** . 416

M. subspinalis, hypaxonisches, primordiales Verhalten des M. subspinalis *a* der Notidaniden (416), Mm. interbasales (416, 417), Lage der Nn. epibranchiales zum N. vagus (417), dysmetamere Gliederung (417).

**8. Hypobranchiale spinale Muskulatur (Mm. coraco-arcuales mit den Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis)** . . . . . 418

Frühere Untersuchungen . . . . . 418

**I. Specielle Beschreibung der hypobranchialen spinalen Muskulatur** . . . . 419

Hauptstock, Insertionstheile, Mm. coraco-branchiales, M. coraco-hyoideus und M. coraco-mandibularis.

**1. Haie** . . . . . 421

Hauptstock, Zahl und Anordnung seiner Septen (421, 422), Ursprung (422), Mm. coraco-branchiales (422—424), M. coraco-hyoideus (424, 425), M. coraco-mandibularis (425, 426), Innervation (427).

**2. Rochen** . . . . . 427

Hauptstock (428), Mm. coraco-branchiales (428, 429), M. coraco-hyoideus (429, 430), M. coraco-mandibularis (430), Innervation (430).

3. Holocephalen . . . . .	430
Hauptstock (431), M. coraco-mandibularis incl. Hauptstock und M. coraco-prae-mandibularis (431, 432), M. coraco-hyoideus (432), M. coraco-branchialis (432, 433), Innervation (433).	
II. Allgemeine Bemerkungen über die hypobranchiale spinale Muskulatur . .	433
Gegenseitiges Verhalten bei Haien, Rochen und Holocephalen (433), Ursprungsverhältnisse (433), M. coraco-prae-mandibularis der Holocephalen (434), imitative Homodynamie des letzten M. coraco-branchialis (435, 436), Wanderungen und Umbildungen im hypobranchialen spinalen Gebiete (436, 437).	
<b>9. Zusammenfassung der wesentlicheren Ergebnisse . . . . .</b>	<b>437</b>
Zahl der occipitalen Nerven und von vorn beginnende Reduktion derselben (437), sekundäre Abgliederung und Angliederung (438), occipito-spinale Nerven (438), sensible Wurzel des letzten Occipitalnerven (439), cänogenetisches Verhalten zu dem N. vagus (439). — Palaeokraniale Natur des N. vagus und neokraniale der spino-occipitalen Nerven (440), N. vago-accessorius der Selachier, Vorwanderung der spino-occipitalen Nerven, Wahrscheinlichkeit der früheren Existenz noch mehr vorderer Occipitalnerven (440). — Durchtritt durch die Schädelwand, Konvergenz infolge der peripherischen Plexusbildung (440, 441). — Austritt der spino-occipitalen Nerven und Verbindung mit den spinalen Nerven zu dem Plexus cervico-brachialis (441), Wurzelzahlen des Plexus brachialis bei Haien, Rochen und Holocephalen, Zurücktreten der sensibeln Antheile gegen die motorischen (442), Scheidung der Wurzeln des Plexus cervicalis und brachialis (442), specielleres Verhalten der Wurzeln, sekundäre Auslösung des ersten Occipitalnerven aus dem Plexus (443), Aeste des Plexus für die Seitenrumpfmuskulatur (443, 444), für die epibranchiale (444) und die hypobranchiale spinale Muskulatur (444, 445), dysmetamerer Verhalten und Warnung vor unvorsichtigen Schlüssen (445). — Epibranchiale und hypobranchiale spinale Muskulatur (446). — Folgerungen, betreffend die gegenseitige systematische Stellung der Haie, Rochen und Holocephalen (446, 447).	
<b>II. Abschnitt. Vergleichung mit den spino-occipitalen Nerven der höheren Wirbelthiere</b>	<b>447</b>
Einleitende Worte . . . . .	447
<b>A. Ganoiden . . . . .</b>	<b>448</b>
Litterarischer Ueberblick (448), untersuchtes Material (449), occipitale und occipito-spinale Nerven mit tabellarischer Uebersicht über ihre Zahl (449, 450).	
Frühere Untersuchungen . . . . .	450
Eigene Untersuchungen . . . . .	453
Occipitale Nerven (ventrale Wurzeln, 453, 454), occipito-spinale Nerven (454), drei Entwicklungsrichtungen bei den Ganoiden im Verhalten dieser Nerven (454, 455). — Ursprung und Abgang der occipitalen und occipito-spinalen Nerven von der Medulla (455), Durchtritte durch den Schädel (455, 456). — Zusammensetzung der Plexus cervicales und branchiales s. pterygiales (456, 457), gegenseitiges Verhalten (457, 458), Aeste des Plexus cervicalis (458). — Hypobranchiale spinale Muskulatur, Allgemeines (458, 459), Hauptstock (459), Mm. coraco-branchiales (460, 461), M. coraco-hyoideus (461), M. coraco-mandibularis resp. branchio-mandibularis (461, 462).	
<b>B. Teleostier . . . . .</b>	<b>462</b>
Einleitende Worte . . . . .	462

Frühere Untersuchungen . . . . .	463
Eigene Untersuchungen . . . . .	465
<p>Untersuchtes Material (465). — Mangel der occipitalen Nerven und des ersten occipito-spinalen Nerven (465), systematische Uebersicht auf Grund der vervollständigten SAGEMEHL'schen Untersuchungen (465, 466). — Abgang von der Medulla und Durchtritt durch den kranio-vertebralen Komplex (466), Vorwärtswanderung (467). — Ansa von <i>b</i> und <i>c</i> (467), Anastomosen mit Gehirnnerven (467), Plexus cervico-brachialis (467), Zusammensetzung des Pl. cervicalis und R. cervicalis (468). — Hypobranchiale spinale Muskulatur (468), Mm. coraco-branchiales (468, 469), M. coraco-hyoideus (470).</p>	
<b>C. Dipnoer</b> . . . . .	470
<p>Litterarischer Ueberblick (470, 471), untersuchtes Material (471), variable Zahlen der occipitalen und occipito-spinalen Nerven (471, 472).</p>	
Frühere Untersuchungen . . . . .	472
Eigene Untersuchungen . . . . .	473
<p>Occipitale Nerven (473, 474), occipito-spinale Nerven (474), intrakranieller Verlauf (474), Durchtrittskanäle durch den Schädel (475). — Plexus cervicalis und Pl. brachialis (475), Trennung zwischen beiden Plexus (476), Nerv des Pl. brachialis (476). — Hypobranchiale spinale Muskulatur (476, 477), M. coracomandibularis (477), Hauptstock und M. coraco-hyoideus (477—479), Mm. coraco-branchiales (479, 480).</p>	
<b>D. Amphibien</b> . . . . .	480
<p>Litterarischer Ueberblick (480, 481), untersuchtes Material (481).</p>	
Frühere Untersuchungen . . . . .	481
Eigene Untersuchungen . . . . .	484
<p>Abgrenzung des Schädels gegen die Wirbelsäule, Mangel sekundärer Assimilationen (484—486), occipitaler Nerv bei Cryptobranchus (486, 487), erste Spinalnerven (487, 488), specielles Verhalten bei Pipa (487, 488). — Plexus cervico-brachialis (489), gegenseitiges Verhalten des Plexus cervicalis und Pl. brachialis (490, 491). — Allgemeine Bemerkungen über die paarigen Gliedmaassen (491, 492). — Endverbreitung des Pl. cervicalis (492). — Hypobranchiale spinale Muskulatur (493) bei Urodelen (493, 494), Gymnophionen (494, 495) und Anuren (495), Mm. sterno-hyoideus, M. thoracico-, coraco- und omo-hyoideus, genio-hyoideus, hyo- und genioglossus, mylo-pectori-humeralis (493—495).</p>	
<b>E. Sauropsiden</b> . . . . .	496
<p>Einleitende Worte (496), litterarischer Ueberblick (496, 497).</p>	
Frühere Untersuchungen . . . . .	497
Eigene Untersuchungen . . . . .	500
<p>Untersuchtes Material (500). — Homologisirung des sogenannten N. hypoglossus mit 3 occipito-spinalen Nerven (501), auximetameres Cranium, Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule (501, 502). — Occipito-spinale Nerven (502, Zahl und Grösse), embryonale occipitale Nerven (503), Zusammenstellung (503, 504), dorsale Wurzeln (504), Ursprung und Abgang von der Medulla (504), Vorücken nach vorn (504, 505), N. accessorius Willisii (505), Durchtritt durch den Schädel (505). — Plexus cervicalis (506), N. hypoglossus und N. descendens</p>	

cervicalis (506), speciellere Plexusbildung (506, 507), Emancipation des Pl. cervicalis von dem Pl. brachialis (507, 508), Aeste des Pl. cervicalis, Endverbreitung desselben (508, 509). — Hypobranchiale spinale oder ventrale Längsmuskulatur (509, 510), Mm. sterno-hyoidei superficialis und profundus, Aberrationen, syringeale Muskulatur (510, 511), Mm. genio-hyoideus, hyo- und genio-glossus, Binnenmuskulatur der Zunge (511).

<b>F. Mammalia</b> . . . . .	511
Litterarischer Ueberblick . . . . .	512
Frühere Untersuchungen . . . . .	512
Eigene Untersuchungen . . . . .	525

Untersuchtes Material (525, 526). — Homologisirung des N. hypoglossus der Säugethiere und Sauropsiden (526, 527), Zusammensetzung aus 3 occipito-spinalen Nerven (527), embryonale occipitale Nerven (527, 528, eventuelle Existenz von  $z$  bei Echidna), dorsale Wurzeln der occipito-spinalen Nerven (528), Zusammenstellung (528, 529), Stärke der Hypoglossus-Wurzeln (529), Homodynamie derselben mit Spinalnervenzwurzeln (530), Ursprung und Abgang von der Medulla (530, 531), Vorrücken (531), Korrelation zum N. accessorius Willisii (531, 532), Ueberkreuzungen und abnormes Verhalten zu demselben (532), Zusammengehörigkeit des N. vagus und accessorius Willisii (532), Durchtritt der Hypoglossus-Wurzeln durch Dura mater und Schädel (533). — Verbindung der einzelnen Wurzeln mit einander (534), Arcus hypoglossi und Plexus cervicalis s. str. s. hypoglosso-cervicalis (534, 535), speciellere Verbände (535), Emancipation des Pl. hypoglosso-cervicalis vom Pl. brachialis (535, 536), Anastomosen mit Gehirnnerven und Sympathicus, Anastomose des rechten und linken Hypoglossus (536), Endverbreitung des Pl. hypoglosso-cervicalis (536, 537). — Hypobranchiale spinale oder ventrale Längsmuskulatur (537), M. sterno-hyoideus superficialis mit Mm. sterno-mandibularis, sterno-glossus, omo-hyoideus und Variationen (537—539), M. sterno-hyoideus profundus mit Mm. sterno-thyreoideus und thyreo-hyoideus und sonstigen Aberrationen (539, 540), Mm. genio-hyoideus, hyo- und genio-glossus, Binnenmuskulatur der Zunge (540), benachbarte cerebrale Muskeln (540).

<b>G. Zusammenfassung und Vergleichung der wesentlicheren Befunde bei den Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern, Amphibien, Sauropsiden und Mammalia mit denen bei den Selachiern</b> . . . . .	541
---	-----

Existenz occipitaler und occipito-spinaler Nerven (541), dorsale Wurzeln derselben, ihre vorausseilende Reduktion (541, 542) und kausale Faktoren derselben (542), von vorn nach hinten fortschreitende Reduktion der spino-occipitalen und spinalen Nerven (542, 543), Ausnahmen (544), Angliederung neuer Spinalnerven, Dreizahl der occipito-spinalen Nerven (544), tabellarische Uebersicht (544—547), nachträgliche litterarische Bemerkungen, SEDGWICK und EWART betreffend (545, Anm.), Widersprüche in den Angaben der ontogenetischen Untersucher (547, 548, Anm.), Angliederung und Abgliederung (548), kausale Momente (548), Palaeocranium (Autocranium) und Neocranium (Spondylocranium), protometamerer und auximetamerer Schädel (549), Dreizahl der occipito-spinalen Nerven (549, 550), palaeokraniale oder cerebrale und neokraniale oder spino-occipitale Nerven (550), Anwendung der spino-occipitalen Nerven und Rückbildung der vordersten derselben (550, 551), Verhalten zum N. vago-accessorius, dessen

Trapezius-Fasern aus dem eigentlichen Ende seines centralen Kernes entspringen (551, 552), N. accessorius Willisii (552, 553). — Morphologische Grenze zwischen Gehirn und Rückenmark und ihren Territorien im Körper (554). — Verlauf der spino-occipitalen Nerven durch die Schädelwand (555, 556). — Plexus cervico-brachialis, Gemeinsamkeit und Sonderung des Pl. cervicalis und Pl. brachialis (556, 557, nachträgliche litterarische Bemerkung, BRAUS betreffend, 556 Anm.), tabellarische Uebersicht über die Wurzeln des Plexus cervicalis (557, 558), metamerische Verschiebungen und Umbildungen (558—560), Auslösung des vordersten Occipitalnerven (560, Anm.), Wechsel in der Zahl und Aufeinanderfolge der Plexuswurzeln bei den Selachiern, den übrigen Anamniern und den Amnioten und Versuch einer kausalen Begründung (560—562), gegenseitiges Verhalten des Plexus cervicalis und Pl. brachialis (563), speciellere Art der Plexusbildung bez. Richtung und Länge der Plexuswurzeln (564). — Verbreitung der Aeste des Plexus cervicalis in der Seitenrumpfmuskulatur, der epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskeln (565, 566), Variirungen, imitatorische Homodynamie, Dysmetamerien (567). Unvollständigkeit und Fälschung der ontogenetischen Urkunden, Nothwendigkeit vergleichender Gesichtspunkte für den Ontogenetiker (567, 568), Nothwendigkeit gründlich durchgeführter Untersuchungen (568). Verbindungen mit echten Gehirnnerven und mit dem Sympathicus (568). Spinale Natur der spino-occipitalen Nerven, irrthümliche Vereinigung derselben mit dem N. vagus (569), weitere Fragestellungen, betreffend die Vergleichung der cerebralen und spinalen Nerven, Verweis auf die unter den Selachiern stehenden Wirbelthiere (569—571). — Epibranchiale spinale Muskulatur, primordialer hypaxonomischer Charakter derselben (571, 572), ontogenetische Verhältnisse, Vergleichung mit den sogenannten hinteren Kopfsomiten (572, 573), hypobranchiale spinale Muskulatur, Homodynamie mit Rectus und ventralen Theilen der Obliqui (573, 574), Ursprünge (574), Insertionen (575), Mm. coraco-praemandibularis, coraco-mandibularis, coraco-hyoideus, coraco-branchiales, Zungenmuskulatur etc. (575, 576), Dysmetamerie der epibranchialen und hypobranchialen Muskeln (576, 577). — Systematische Folgerungen bezüglich der genealogischen Stellung der Gnathostomen zu einander (577—580).

<b>III. Abschnitt. Vergleichung mit den spino-occipitalen resp. spinalen Nerven der niederen Wirbelthiere. Versuch einer Homologisirung der cerebralen und spinalen Nerven . . . . .</b>	<b>580</b>
Einleitende Worte . . . . .	580
<b>A. Petromyzontes . . . . .</b>	<b>581</b>
Litterarischer Ueberblick (581), kurze Vorbemerkung, auch bezüglich der Nomenklatur (581, 582).	
Frühere Untersuchungen . . . . .	582
Eigene Untersuchungen . . . . .	593
Untersuchtes Material (593). — Ventrale und dorsale spino-occipitale Nerven (593—595), ventrale und dorsale spinale Nerven (595), Ursprung und Abgang von der Medulla (595), Durchtritt der spino-occipitalen und spinalen Nerven (595, 596). — Peripherischer Verlauf der dorsalen und ventralen spino-occipitalen und spinalen Nerven (596, 597), Plexus (Ramus) cervicalis (597, 598). — Nn. glossopharyngeus und vagus (598), peripherische Anastomosen mit Glossopharyngeus, R. lateralis und R. branchio-intestinalis vagi (599, 600). — Seitenrumpf-	

- muskulatur (600), branchiale (600, 601) und praebranchiale Myomeren (601, 602, incl. faciales Myomer), Innervation derselben (601), Cänogenie der epidermogenen Entstehung der ventralen branchialen Myomeren (602). — Vergleichung der Nerven mit denen der Gnathostomen (604, 605), primitivere Stellung der Petromyzonten und Mehrzahl vorderster spino-occipitaler Nerven (605, 606), Vergleichung der Seitenrumpfmuskulatur mit derjenigen der Gnathostomen (607, 608), M. rectus externus oculi (608, 609).
- B. Myxinoides** . . . . . 609  
 Litterarischer Ueberblick (609), kurze terminologische Vorbemerkung (609, 610).
- Frühere Untersuchungen . . . . . 610  
 Eigene Untersuchungen . . . . . 614  
 Untersuchtes Material (614). — Spinale Nerven (614), centraler Ursprung und Abgang, Alterniren, Asymmetrie (614, 615), Austritt und peripherisches Verhalten derselben (615—617), spino-occipitale Nerven (617, 618). — Geringe Anastomosirungen (618). — N. vagus (619, 620), Kiemenzahlen, praebranchiale und branchiale Myomeren (620), Versuch einer metamerischen Vergleichung mit Petromyzonten und Selachiern (621), Beurtheilung der bisherigen ontogenetischen Angaben (621—623), vergleichende Bedeutung des Ductus oesophago-cutaneus (623, 624), der branchialen Cerebralnerven (624, 625) und des Verlaufes der ventralen Aeste der Spinalnerven im Kiemenbereiche (625, 626), Schlüsse (626), Anastomosen der Spinalnerven mit N. vagus (626, 627). — Seitenrumpfmuskulatur, epibranchiale und hypobranchiale Myomeren (627), vorderes Ende des dorso-lateralen Längsmuskels, ventraler Längsmuskel, Obliquus externus (627—629). — Vergleichung mit den Petromyzonten, überwiegend tiefere Stellung der Myxinoiden, Mehrzahl vorderster spino-occipitaler Nerven (629—631).
- C. Acrania** . . . . . 631  
 Vorbemerkung (631), litterarischer Ueberblick (631).
- Frühere Untersuchungen . . . . . 631  
 Eigene Untersuchungen . . . . . 644  
 Untersuchtes Material (644). — Gegenseitiges Verhalten der dorsalen und ventralen Nerven, Alterniren und Asymmetrie (644, 645). Erste dorsale Nerven (645). Centraler Ursprung der dorsalen Nerven (gemischte Natur) (645, 646), Abgang von der Medulla, Durchtritt durch die Rückenmarkshülle, peripherischer Verlauf und Versuch einer Erklärung deselben (646), viscerale Fasern und ihr Verlauf, Vergleichung derselben mit den entsprechenden Nervenfasern der Kranioten (647). — Ventrale Nerven (647, 648). — Muskulatur (648), Seitenrumpfmuskel (649, 650), Visceralmuskeln (650), Asymmetrien (650, 651). — Kiemen (651), Hypermetamerie der Kiemen (651), Begriffe der Eumetamerie und Dysmetamerie, Pleometamerie und Ellassometamerie (652), primäre Eumetamerie der Kiemen (652), Schwierigkeit der Bestimmung der primären Zahl derselben bei Akranieren und Kranioten (652—654), Mahnung zur Vorsicht (654). Verhalten des Kiemenkorbes zur Rumpfwand, Peribranchialhöhle (655, 656).
- D. Ueber die Stellung der Petromyzonten, Myxinoiden und Akranier zu einander und zu den Gnathostomen. — Versuch einer Vergleichung der Gehirn- und Spinalnerven** . . 656  
 Spinalnerven der Akranier, Myxinoiden und Petromyzonten, Occipitalnerven der Gnathostomen (656, 657), bezügliche Stellung der Selachier (657), Petromyzonten

	(657, 658), Myxinoiden (658, 659) und Akranier (659). — Genealogisches Verhalten dieser tieferen Vertebraten (659—663), Modifikation des bisherigen Systems der Wirbelthiere (661).	
	Vergleich der Gehirn- und Spinalnerven . . . . .	663
	Verdienste der Untersuchungen von VAN WIJHE, v. KUPFFER und HATSCHKE (664).	
1.	Zusammensetzung der Spinal- und Cerebralnerven . . . . .	664
a.	<i>Spinalnerven</i> . . . . .	664
	Gnathostomen: dorsale Wurzeln (incl. dorsale s. str. und laterale Fasern), ventrale Wurzeln, Stamm, occipitale und occipito-spinale Nerven (664, 665). — Petromyzonten und Myxinoiden (665). — Akranier (665, 666). — Ontogenetische Entwicklung (666).	
b.	<i>Cerebralnerven</i> . . . . .	666
a.	N. olfactorius . . . . .	666
	Kranioten (666, 667). — Akranier (667).	
β.	Typische (spinalartige) Cerebralnerven . . . . .	667
	Trigeminus, Acustico-facialis, Glossopharyngeus, Vago-accessorius (667). Gnathostomen: Dorsale Wurzeln s. str., ventro-laterale resp. laterale Wurzeln, Stämme, dorsale und ventrale Aeste (667—669). Ontogenetische Untersuchung (669). — Petromyzonten (669, 670). — Myxinoiden (670). — Akranier (670).	
γ.	Augenmuskelnerven . . . . .	670
	Oculomotorius, Trochlearis, Abducens (670). Gnathostomen, Petromyzonten, Myxinoiden und Akranier (670). Ontogenetische Arbeiten (670—676, Anmerkung, DOHRN betreffend, 671—675). Dorsaler Austritt des N. trochlearis (676, 677).	
c.	<i>Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven auf Grund ihrer Zusammensetzung</i> . . . . .	677
aa.	Akranier . . . . .	677
	Ventrale motorische Nerven, dorsale gemischte Nerven (sensible und visceromotorische Fasern) (677, 678), N. olfactorius (678).	
bb.	Kranioten . . . . .	678
	Vergleichende Bemerkung über Gehirn und Rückenmark und die bezüglichen Nerven (678, 679).	
a.	Spinale (und neokraniale) Nerven . . . . .	679
	Ventrale motorische Wurzeln (679), dorsale gemischte Wurzeln (dorsale sensible und laterale visceromotorische Fasern) (679, 680). Sympathicus (680).	
β.	Cerebrale palaeokraniale Nerven . . . . .	680
	Ventrale motorische Nerven (Augenmuskelnerven) (680), Oculomotorius, Abducens, Trochlearis (680—682), antimere Ueberkreuzung des Trochlearis und Wanderung seiner Muskulatur auf die Gegenseite (681). — Dorsale gemischte resp. typische spinalartige Nerven (Trigeminus, Acustico-facialis, Glossopharyngeus, Vagus) (682), dorsale sensible und laterale motorische Fasern derselben (682, 683), Sympathicus (683). — Alterniren der dorsalen und ventralen Wurzeln (683). — N. olfactorius (683).	
	<i>Tabellarische Uebersicht</i> . . . . .	684
2.	Speziellere metamerische Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven . . . . .	684
a.	<i>Kurzer historischer Ueberblick</i> . . . . .	684
	GEGENBAUR's Arbeiten (684, 685), Ontogenetische Untersuchungen (685), Somiten oder Myomeren und Branchiomeren (685, 686), Eumetamerien, Dymetamerien, sonstige Differenzpunkte (686).	

α. Typische (spinalartige) dorsale Gehirnnerven . . . . .	687
Trigeminus (687), Acustico-facialis (687), Glossopharyngeus (687), Vagus (687, 688), praetrigeminale Nerven (688).	
β. Ventrale Gehirnnerven (Augenmuskelnerven) . . . . .	688
Oculomotorius (688, 689), Trochlearis (689), Abducens (689). Ontogenetisches Verhalten (689).	
b. Versuch einer Vergleichung . . . . .	689
Führende Bedeutung der vergleichenden Anatomie, gegenseitiges Zusammenarbeiten der vergleichenden Anatomie und Ontogenie (689, 690).	
γ. Typische (spinalartige) dorsale Gehirnnerven . . . . .	690
Entscheidende Faktoren (690).	
aa. Selachier . . . . .	690
Reihenfolge der visceralen Bogen und ihrer Nerven (690, 691), praetrigeminale Nerven (691), Bemerkung über Aberrationen der cerebralen Muskeln auf benachbarte Visceralbogen und dadurch bedingte Aenderungen im Verlaufe der betreffenden Nerven (691 Anm.), metamere Verhältnisse der 4 typischen Nerven, viscerele Höhlen, Kiemenspalten, epibranchiale Ganglien (692), Mahnung zur Vorsicht bezüglich der Bestimmung durch die Somiten (693).	
bb. Petromyzonten. . . . .	693
Ontogenetische Resultate VON KUPFFER's (693), Metamerie der 4 typischen Nerven (694).	
cc. Myxinoiden . . . . .	694
Metamerisches Verhalten der typischen Nerven (695).	
dd. Akranier und Vergleichung mit den Kranioten . . . . .	695
Hintere Hirngrenze (695, 696). Homologa des Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus, Vagus und der praetrigeminalen Nerven (696—698), Anmerkung über die Polymerie der Kiemen der Vertebraten (699), Homodynamie der Nn. trigeminus, facialis, glossopharyngeus und vagus (700).	
δ. Ventrale Gehirnnerven (Augenmuskelnerven) und palaeokraniale Somiten . . . . .	700
aa. Augenmuskelnerven und orbitale palaeokraniale Somiten (Augenmuskeln . . . . .	700
Bestimmung der Metamerenzahl, Befunde DOHRN's und KILLIAN's am Torpedo-Embryo und Besprechung derselben (700—704), vorläufige Annahme einer Anzahl von 3 (2—4) Metameren (704), weitere Desiderate für die Untersuchung (704, 705), ungleichmässige Vorwärtswanderung (705, 706), Vergleich mit Amphioxus (706).	
bb. Postorbitale palaeokraniale ventrale Nerven und postorbitale palaeokraniale Somiten; neokraniale ventrale Nerven und Somiten . . . . .	706
Palaeokraniale Myomeren und Rumpfmymomeren (incl. neokraniale Myomeren) (706). Akranier, Myxinoiden, Petromyzonten, Gnathostomen (706, 707). Ontogenetische Untersuchungen (707), vergleichend-anatomische Resultate (707, 708).	
<i>Tabellarische Uebersichten</i> . . . . .	709
Metamerie der cerebralen (palaeokranialen) Nerven (709). Metamerie der spinalen und neokranialen Nerven (710, 711).	
3. Phylogenetischer Ausblick . . . . .	712
Kombinatorische, programmatische und hypothetische Natur eines solchen Ausblickes, Bedeutung der Ontogenie und vergleichenden Morphologie hierbei (712, 713). Primitive gleichmässige Anlage (713), Zonen des centralen Nervensystems und der Muskulatur (713, 714), transversale Gliederung (Urwirbelmetameren	

und Seitenplattenmetameren), Vorderhorn- und Seitenhornnerven (714), höhere Ausbildung der Seitenrumpfmuskulatur und dadurch bedingter bogenförmiger Verlauf der Seitenhornnerven (714, 715). — Differenzirung von Kopf und Rumpf, Gehirn und Rückenmark (715, 716). Weitere Ausbildung beider Abschnitte: einfacheres Verhalten des Rumpfabschnittes, Seitenrumpfmuskulatur (716); höhere Entfaltung des Kopftheiles, höhere Sinnesthätigkeit, beherrschender Charakter, Visceralbogen, Gehirnkonzentration, Knorpelcranium (Palaeocranium), Dymetamerie der Myomeren und Branchiomeren (716—718). — Rückbildung der Kopfmyomeren, hohe Entfaltung der Rumpfmymomeren, Eroberung kranialer und branchialer Gebiete (718); Angliederung an das Palaeocranium (Autocranium): Neocranium (Spondylocranium), protometameres und auximetameres Neocranium, occipitale und occipito-spinale Nerven (718, 719).

#### IV. Abschnitt. Anhang . . . . . 719

##### 1. Extremitäten-Theorie . . . . . 719

Kurze Skizzirung der GEGENBAUR'schen und der THACHER-MIVART'schen Hypothese, Varianten der letzteren (719, 720). Auslese des einen fundamentalen Punktes, betreffend die Abstammung der paarigen Extremitäten aus dem Visceralskelett und ihre Wanderung in das Rumpfggebiet (721). Einwände von gegnerischer Seite (ontogenetische Befunde, Flossen der Rochen, hintere Extremität der Ganoiden) (721). Ursprüngliche Homogenie der Skelett- und Muskelemente innerhalb desselben Segmentes; sekundäre Verbindung heterogenetischer Theile (spinale Muskeln, cerebrale Skeletttheile) (721, 722), Parallelisirung mit der successiven Besitzergreifung unzweifelhafter branchialer Bogen durch die Rumpfmuskulatur unter allmählicher Rückbildung der palaeobranchialen Muskeln und der respiratorischen Funktionen (722). Relikten palaeobranchialer Muskeln und Nerven am Schultergürtel (M. trapezius, M. interscapularis und ihre Nerven, welche dem Endtheil des Vago-Accessorius-Kernes entstammen (723, 724); perichondrale Versorgung des Schultergürtels durch Vaguszweige (725); Skelettrudimente am Schultergürtel, die vielleicht den visceralen Copulae homodynam sind (725). Verhalten der freien Brustflosse, Zugehörigkeit derselben zum Schultergürtel (725, 726). Mangel beweisender Befunde am Beckengürtel und an der freien Bauchflosse, Erklärung durch die lange Wanderung, fragliche Homodynamie der visceralen Copulae (726, 727). Wanderungen und Verschiebungen der paarigen Extremitäten (727). Verschiedenheit der tieferen und oberflächlicheren Lage der visceralen Bogen und der Extremitätengürtel, Erklärung derselben und Begründung ihres sekundären Verhaltens (727, 728); Differenz in der Lage zum N. vagus und Nachweis, dass dieselbe nur scheinbar ist (729). Bekräftigung der GEGENBAUR'schen Theorie (730).

##### 2. Nerv und Muskel . . . . . 730

Hervorhebung meiner Auffassung von der ursprünglichen und unveränderlichen Zusammengehörigkeit von motorischer Nervenfasern und Muskelfaser, Verweis auf meine früheren Darlegungen und Citat aus denselben (730—732). Aeusserungen von HIS über die hohe und eine sichere Entscheidung gewährende Ausbildung der gegenwärtigen Untersuchungstechnik betreffend die Ontogenese des Nervensystems, sowie über das Auswachsen der Nerven nach ihren Endorganen auf den Bahnen der geringsten Widerstände und ihre sekundäre Vereinigung mit den Endorganen (732, 733). Vorsichtige Haltung VON KUPFFER's (733, 734).

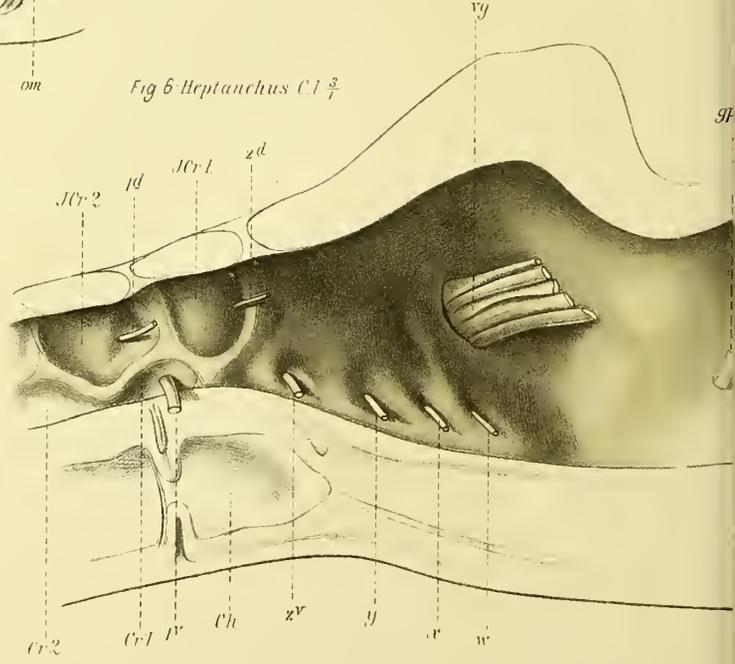
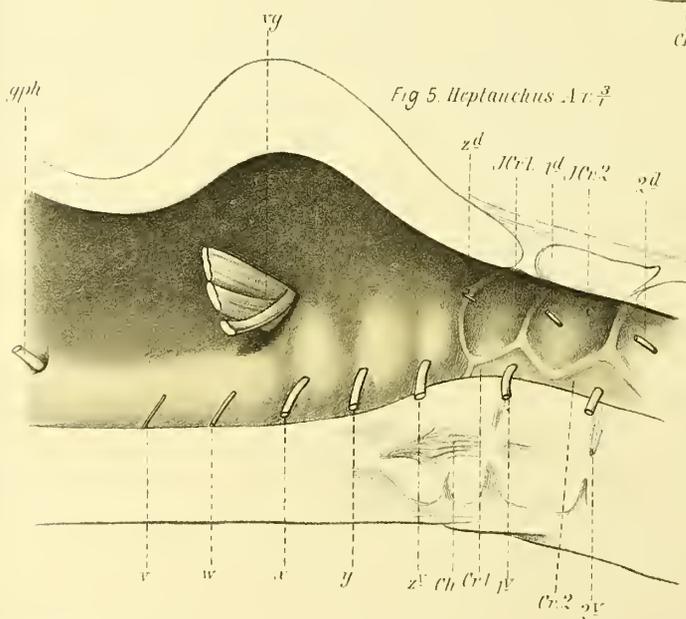
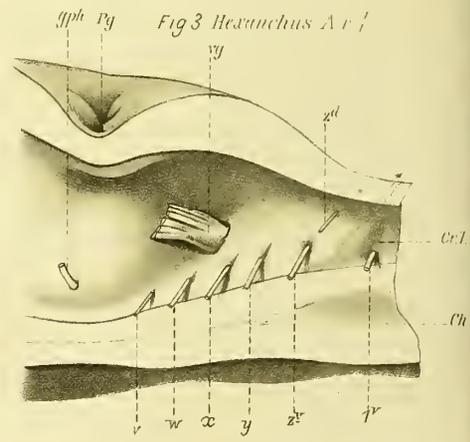
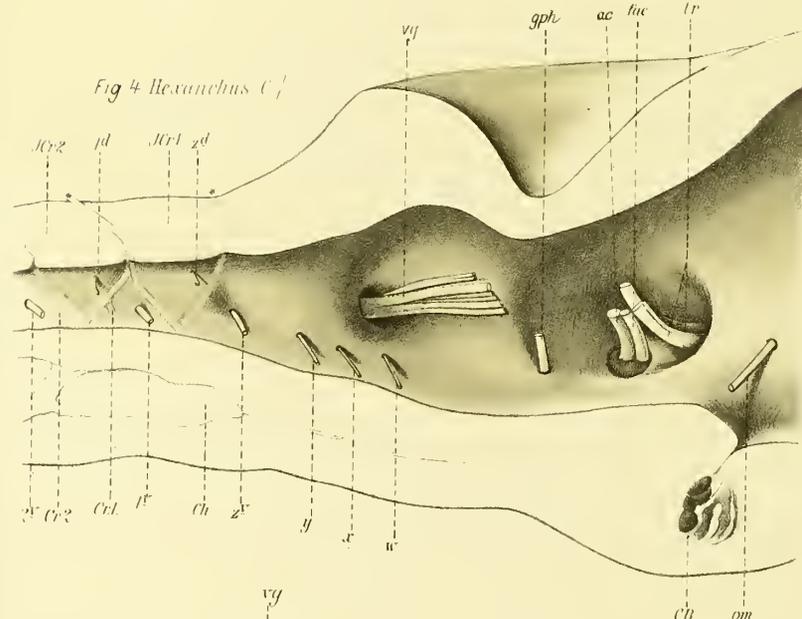
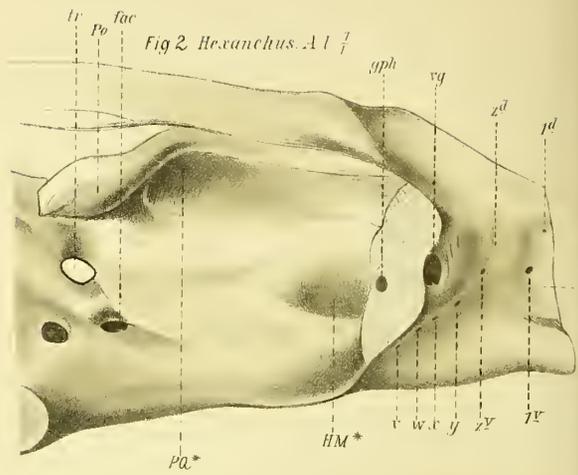
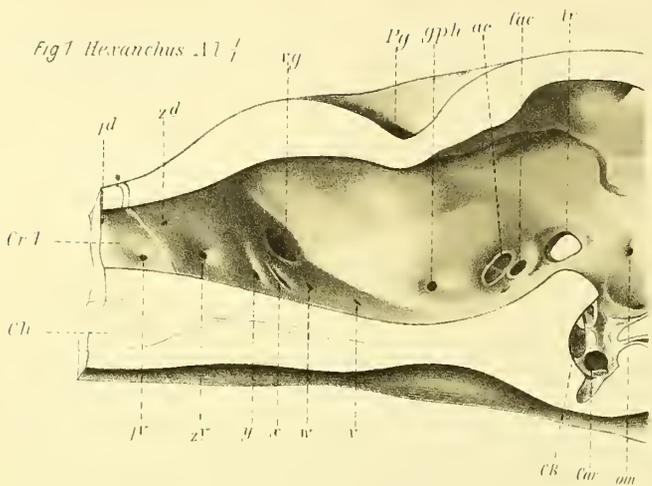
GOLGI'sche und EHRLICH'sche Methode; R. Y CAJAL's Wachstumskeule (734). Erklärungsversuche für das geordnete Auswachsen der Nerven nach den Muskeln (HIS sen., HIS jun., R. Y CAJAL, STRASSER) (734, 735). Widersprechende Untersuchungen über die ontogenetische Ausbildung des Verbandes zwischen Nerv und Muskel (735). Mahnung zur Vorsicht angesichts der bisherigen Untersuchungsbefunde, Anerkennung der hohen Leistungen der GOLGI'schen und EHRLICH'schen Methode, die aber die Frage noch nicht entgültig entschieden haben (735—737). R. Y CAJAL'sche Wachstumskeule (737); ontogenetische Ausbildung der motorischen Nervenendigung (737, 738). Wir sind zur Zeit immer noch auf Wahrscheinlichkeiten und Hypothesen angewiesen (738). Beurtheilung der sogenannten physiologischen Betrachtungsweise von HIS, physiologische Methode der Phylogenetiker (739). Zurückweisung der Annahme von der sekundären Verbindung ursprünglich entfernter Nerven- und Muskelemente; Unmöglichkeit einer Vereinbarung der physiologischen Anschauungen der Phylogenetiker mit den von HIS geäußerten (740—742).

Entscheidung über die Verbindung der Nerven und ihrer Endorgane (resp. der benachbarten Neurodendren) durch Kontakt und Konnex. Beide Verbindungen sind möglich, aber die grössere Wahrscheinlichkeit spricht für den wirklichen Konnex (Verbindung per continuitatem) (742—744). Derselbe ist nicht erst sekundär entstanden, sondern primordial präformirt (HENSEN'sche Hypothese), ohne dass Hindernisse in der Entwicklung zu befürchten wären (744).

Litteratur-Verzeichniss . . . . .	745
Tafel-Erklärung . . . . .	767
Berichtigungen und Ergänzungen . . . . .	777
Inhalts-Uebersicht . . . . .	778



Festschrift für Gegenbaur



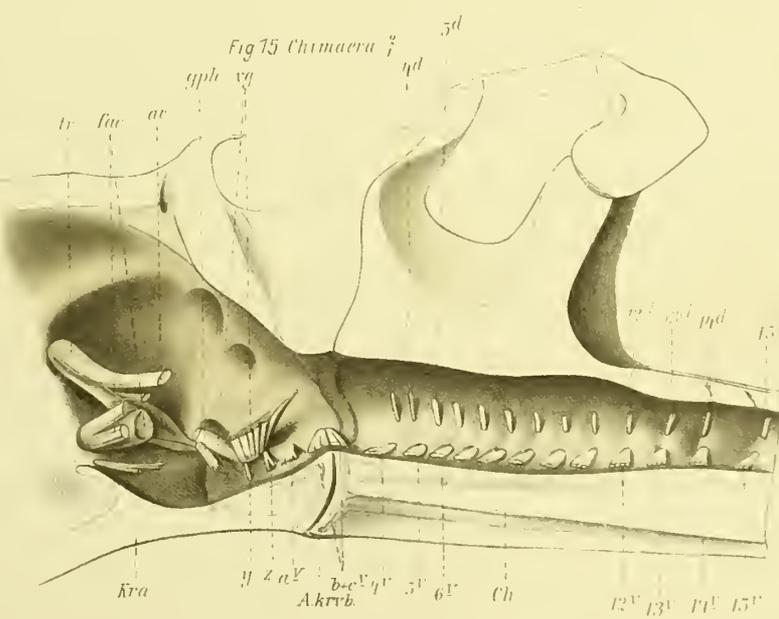
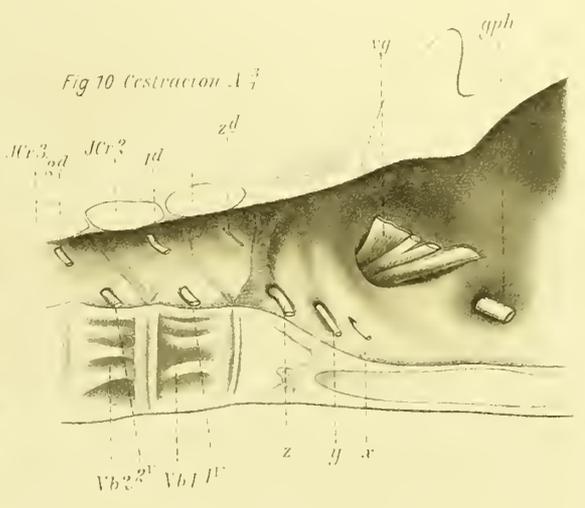
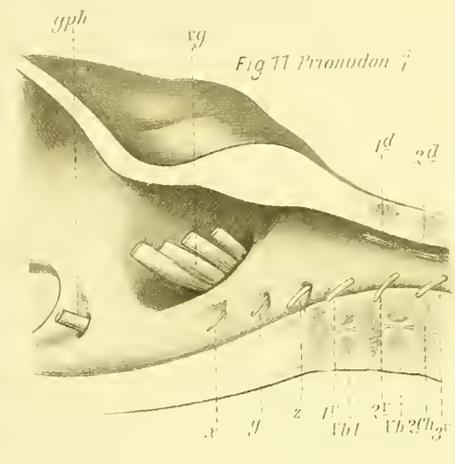
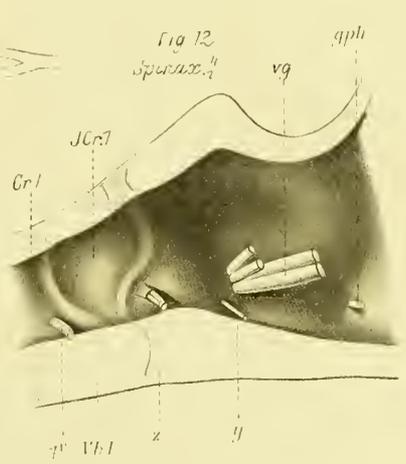
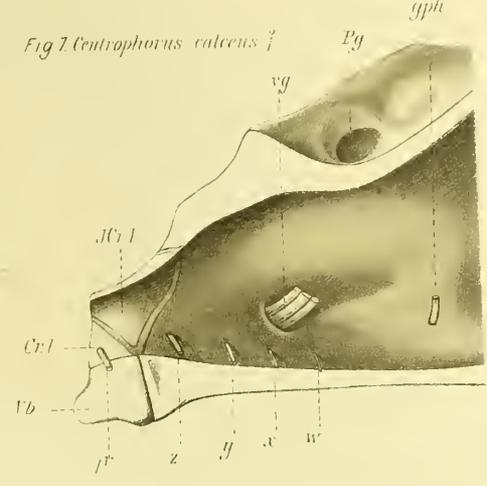
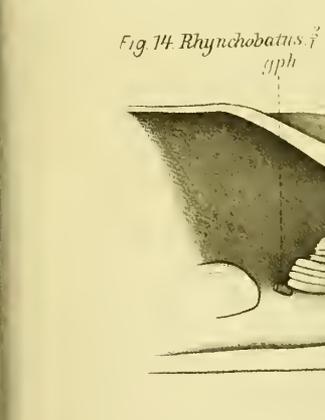
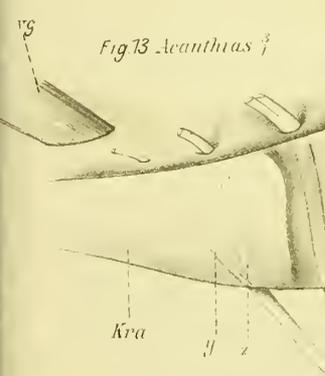
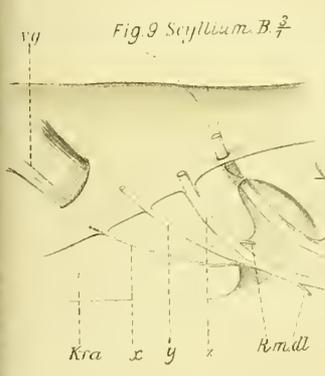
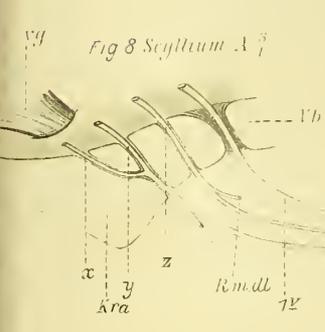








Fig 2. Laemargus.

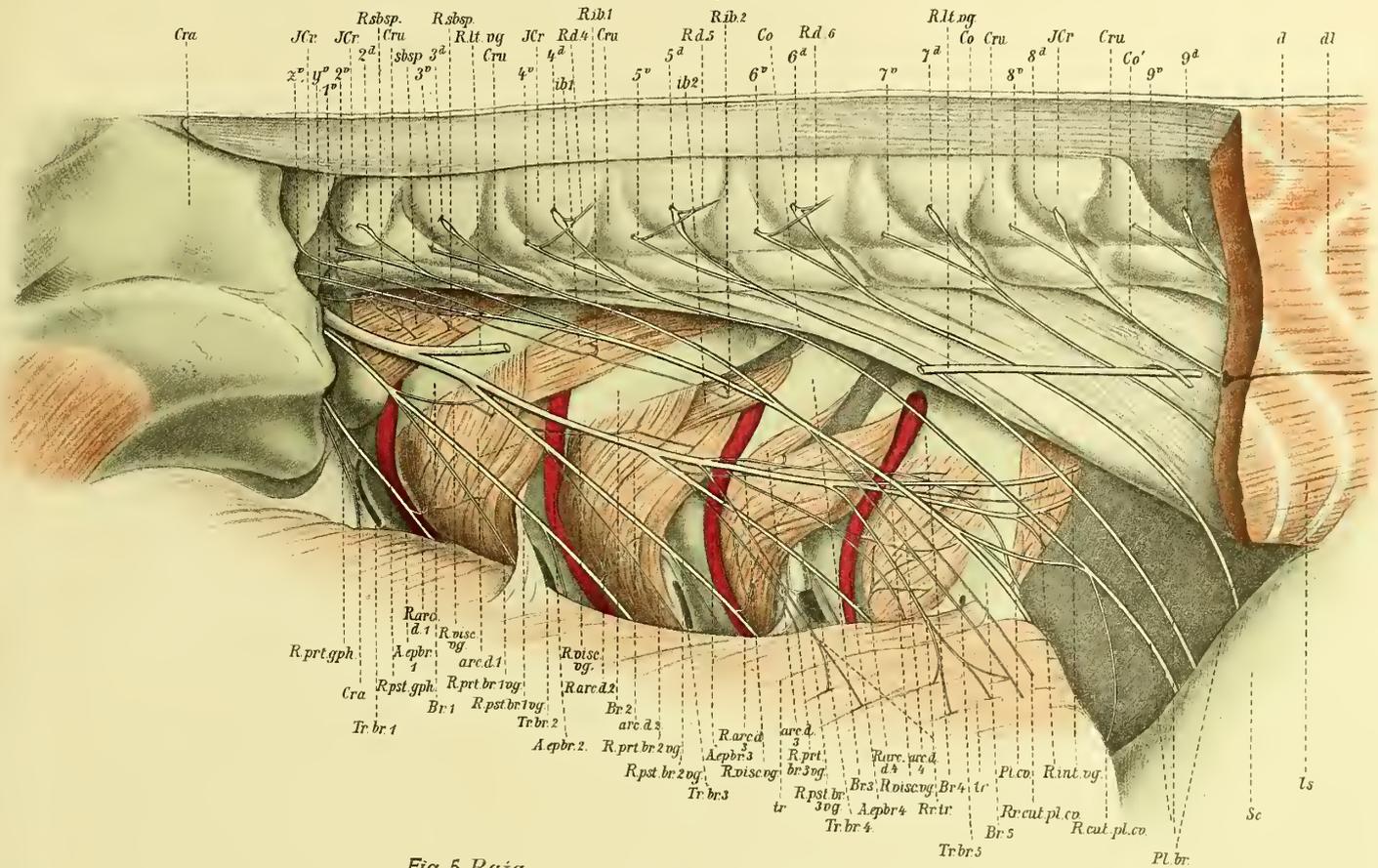
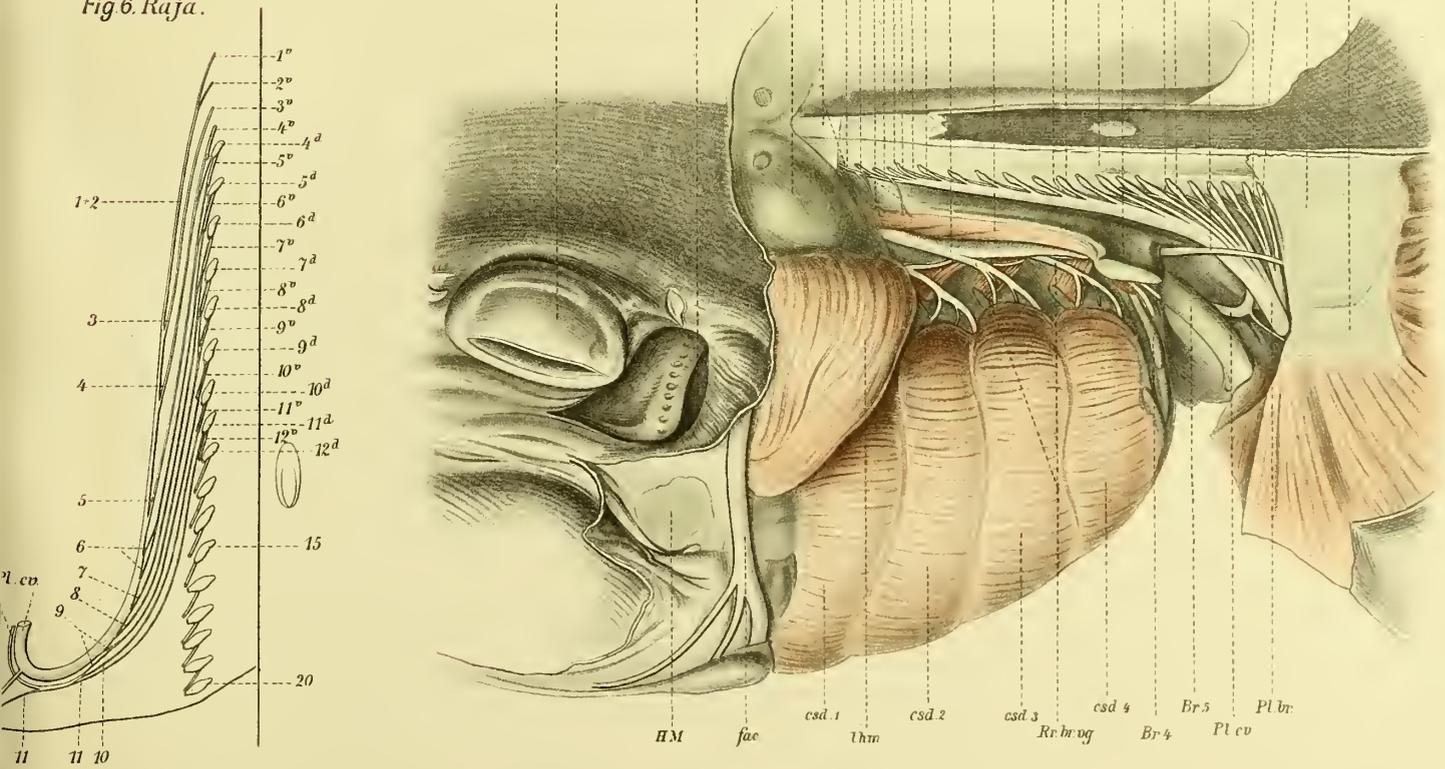


Fig 5. Raja.

Oc Spir. Rr.d.l. Art. er. ob Cra 1<sup>o</sup> 2<sup>o</sup> 3<sup>o</sup> 4<sup>a</sup> 5<sup>a</sup> og dl 10<sup>a</sup> Vb Vb' 15<sup>a</sup> Rlt og 20<sup>a</sup> Vb' Sc

Fig 6. Raja.







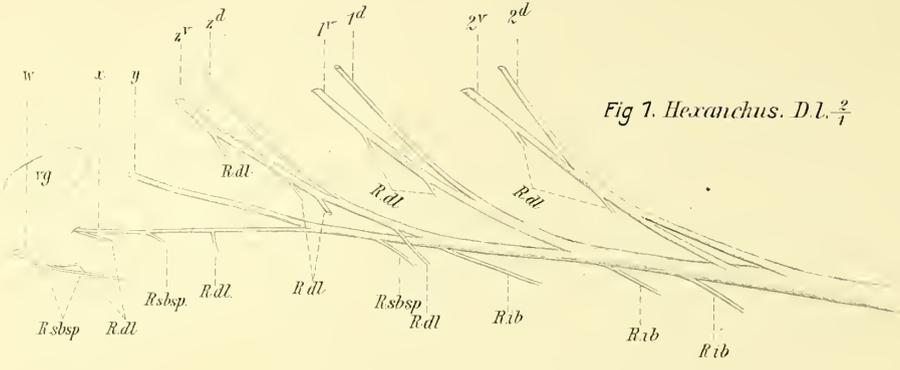


Fig. 4. *Laemargus*.  $\frac{3}{2}$

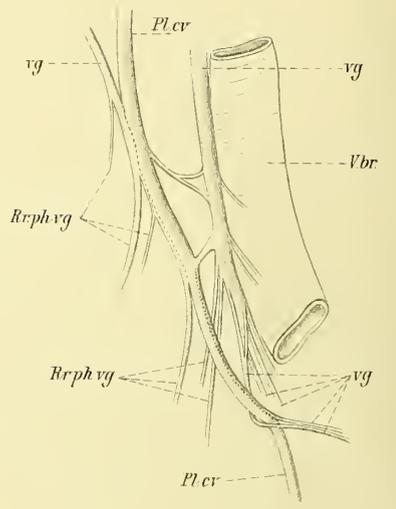


Fig. 2. *Hexanchus*. D.L.  $\frac{2}{7}$

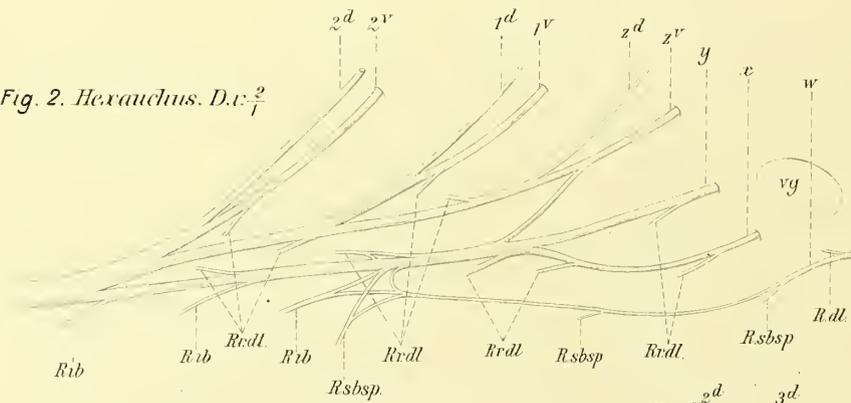


Fig. 5. *Scymnus*.  $\frac{1}{7}$

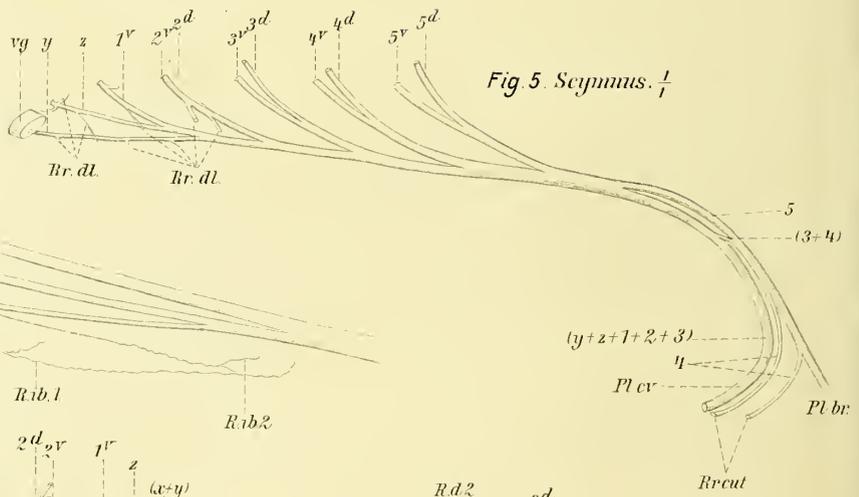


Fig. 3. *Laemargus*.  $\frac{2}{1}$

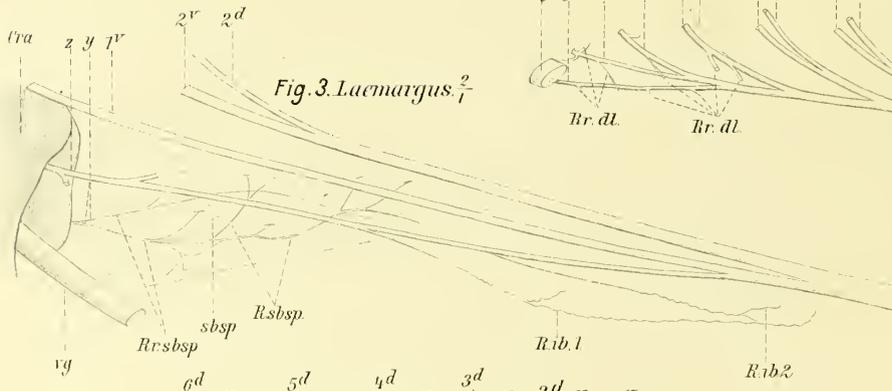


Fig. 6. *Centrophorus*.  $\frac{4}{3}$

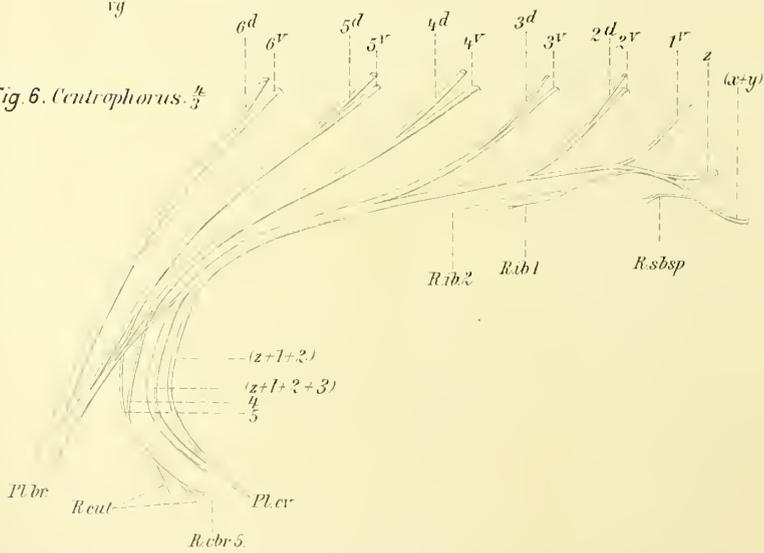
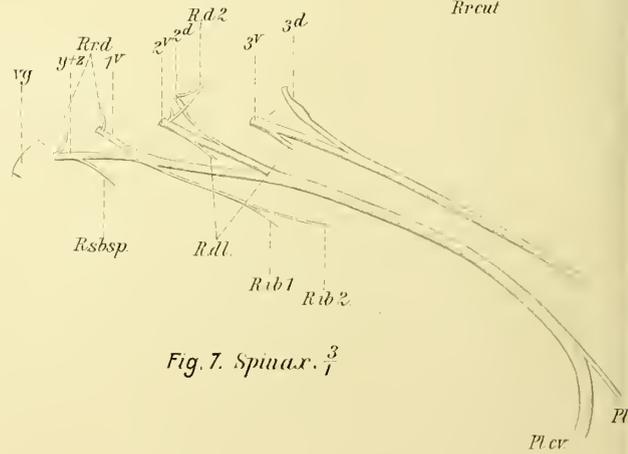


Fig. 7. *Spinax*.  $\frac{3}{1}$



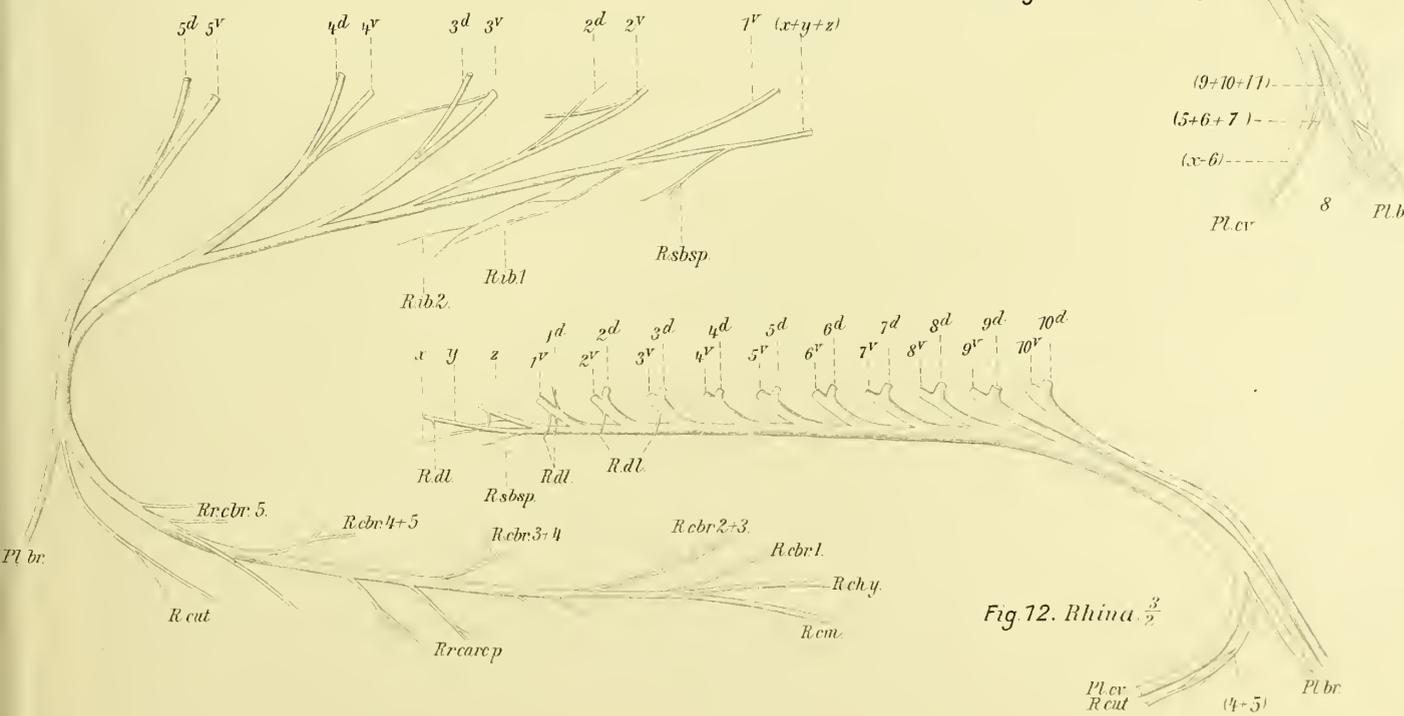
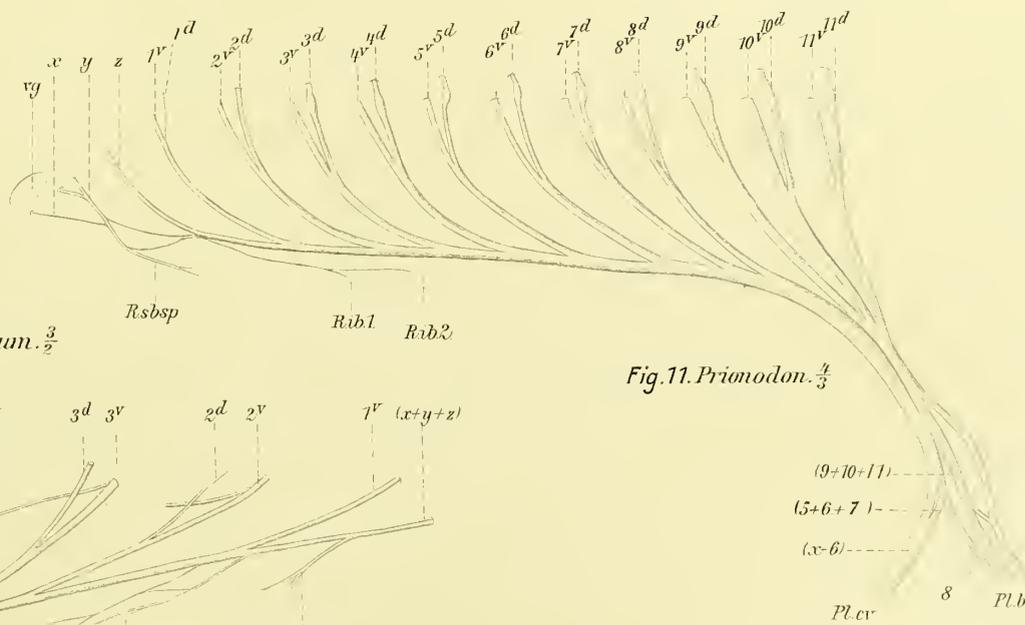
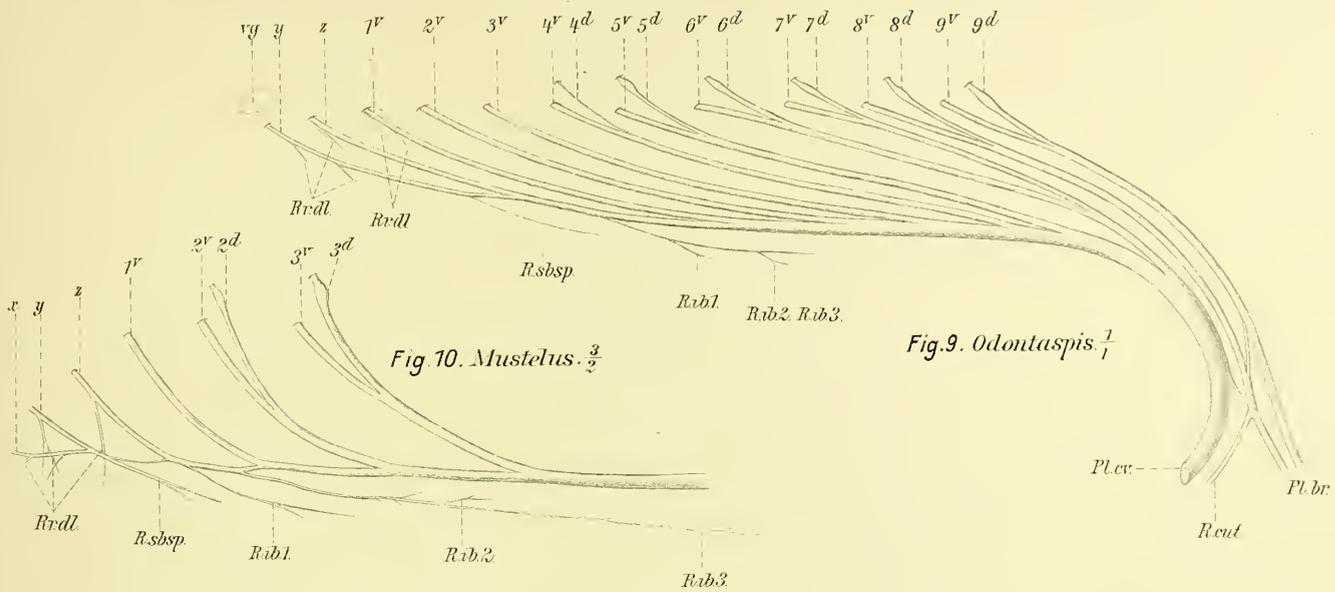






Fig. 1. *Mustelus*.

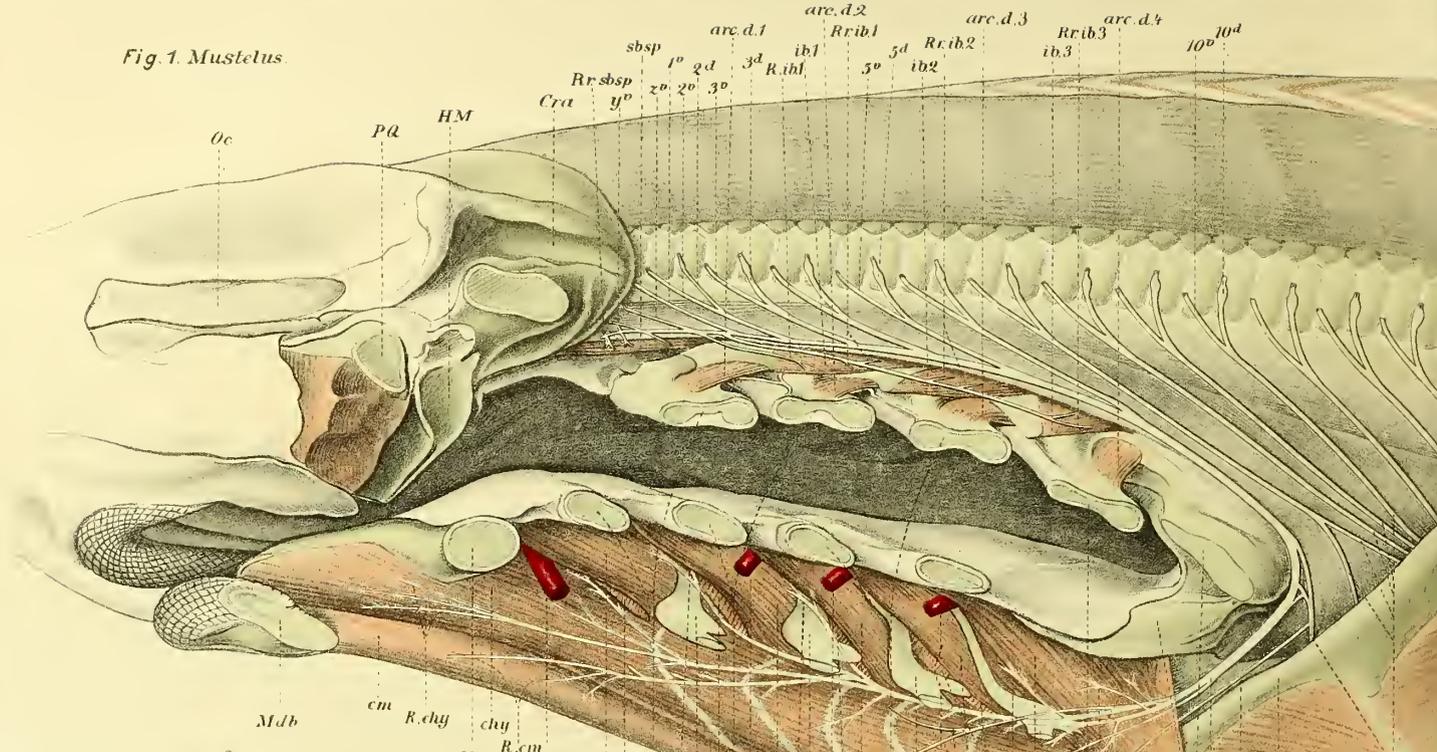


Fig. 3. *Callorhynchus*  
 $\frac{2}{3}$

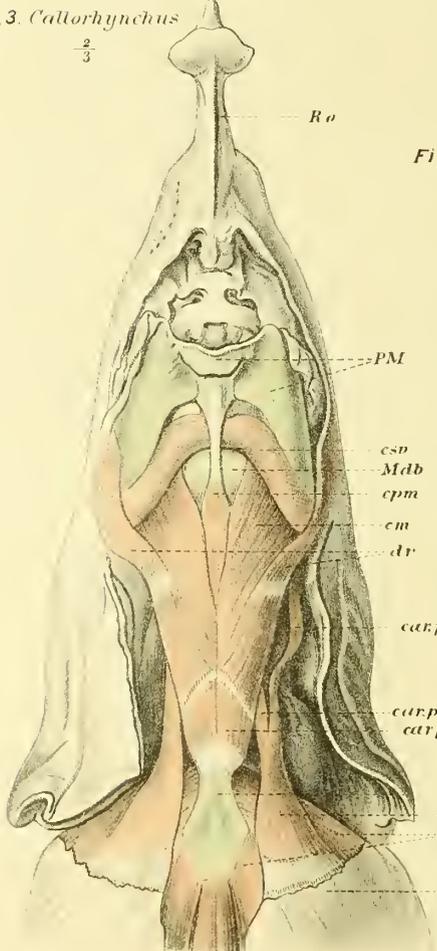


Fig. 4. *Chimaera*.  $\frac{1}{2}$

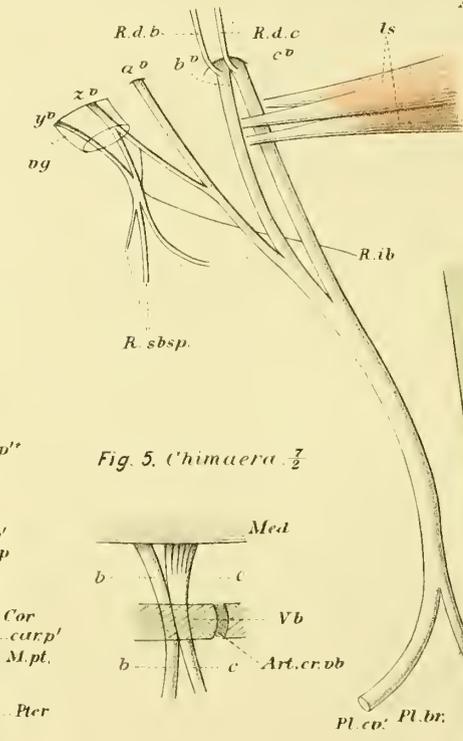


Fig. 5. *Chimaera*.  $\frac{1}{2}$

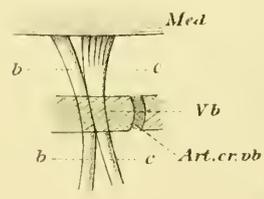
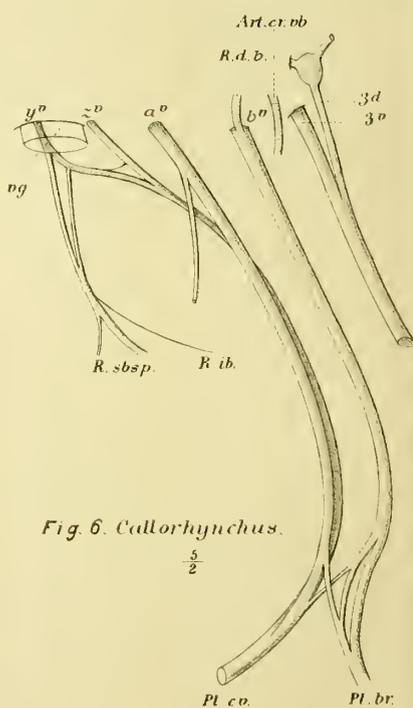


Fig. 6. *Callorhynchus*.  
 $\frac{5}{2}$



Sc  
M.dl M.d

Fig. 2. *Chimaera*.

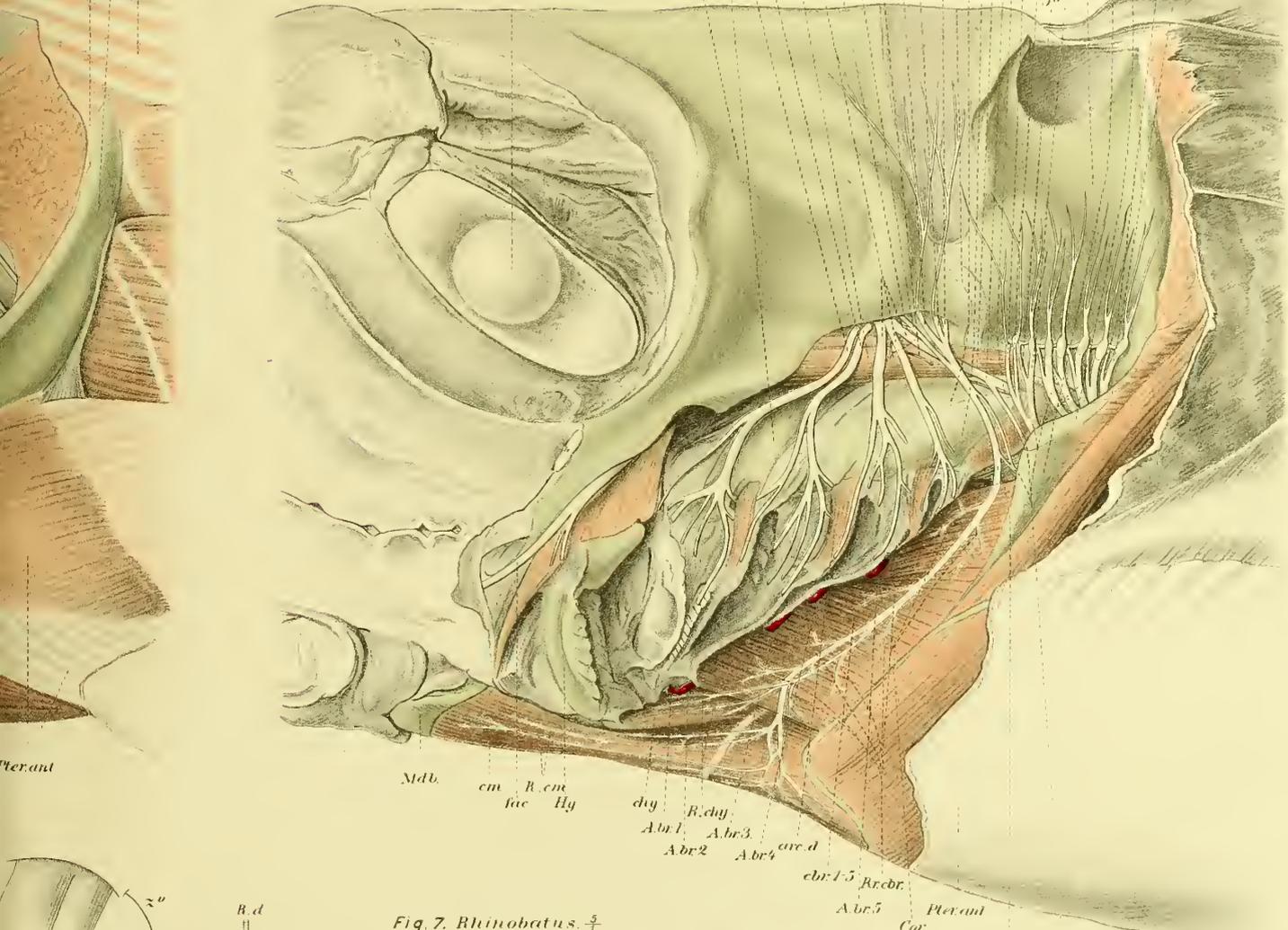


Fig. 7. *Rhinobatus*.  $\frac{5}{7}$

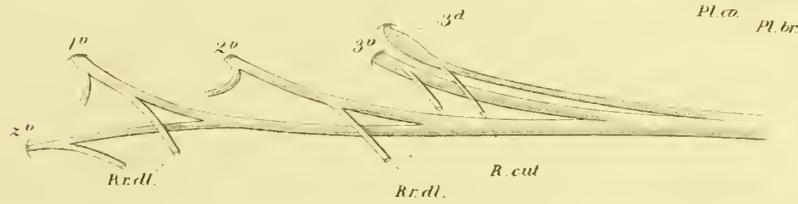


Fig. 9. *Torpedo*.  $\frac{3}{7}$

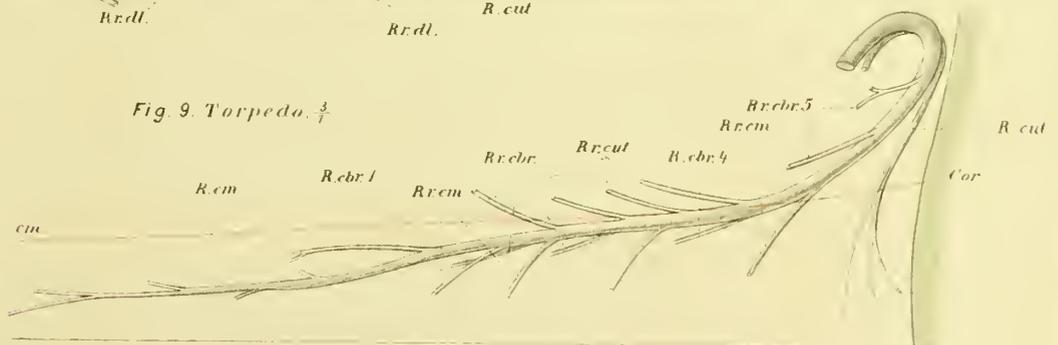


Fig. 8. *Torpedo*.

$\frac{8}{7}$





Festschrift für Gegenbaur:

Fig. 1. *Heptanchus*  $\frac{1}{7}$

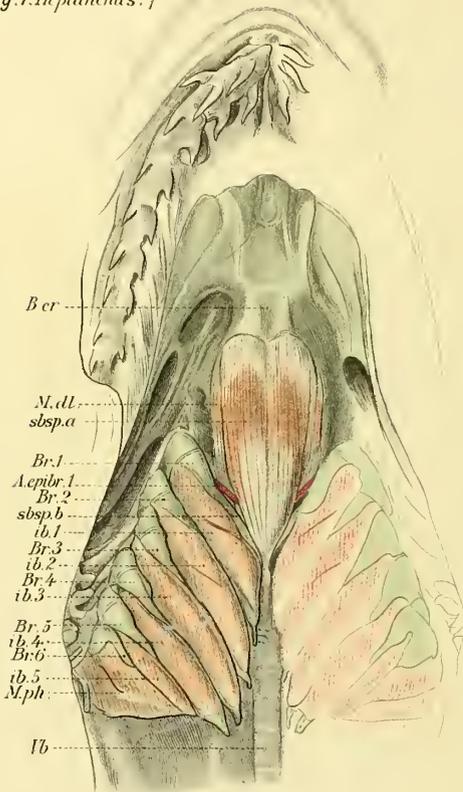


Fig. 2. *Hexanchus*  $\frac{1}{3}$

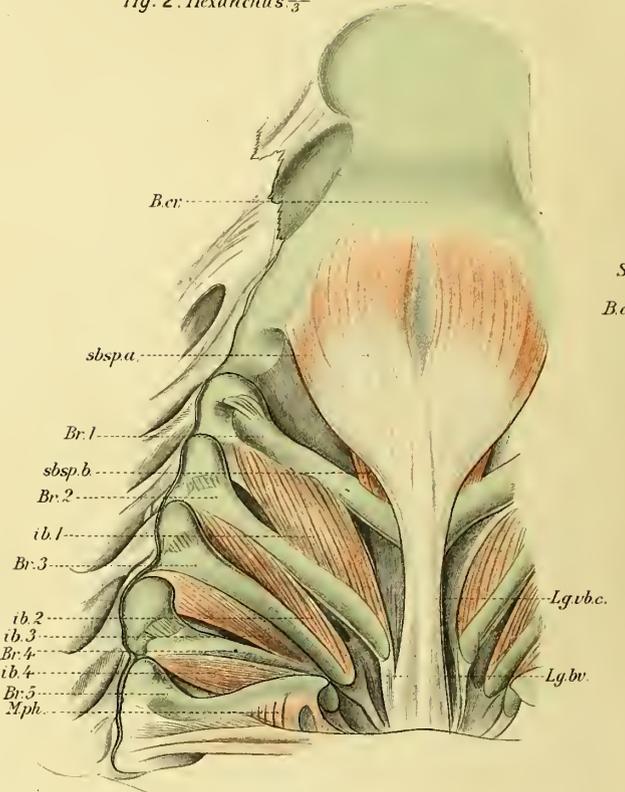


Fig. 5. *Scyllium*

Spir  
B. cr  
M. dl  
Vb. 1  
sbsp  
M. dl  
Br. 1  
ib. 1  
A. epibr  
Br

Fig. 3. *Acanthias*  $\frac{3}{4}$

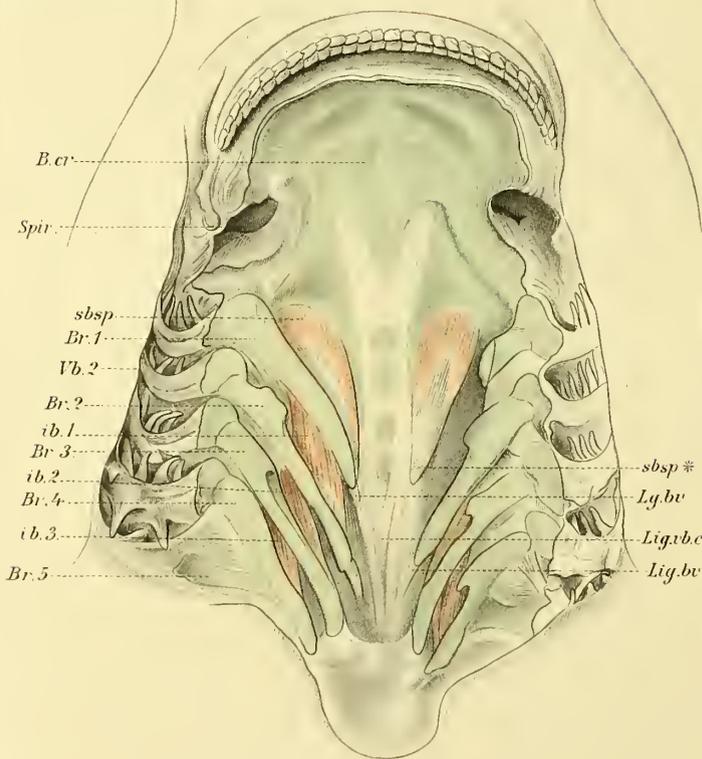


Fig. 4. *Laemargus*  $\frac{1}{3}$

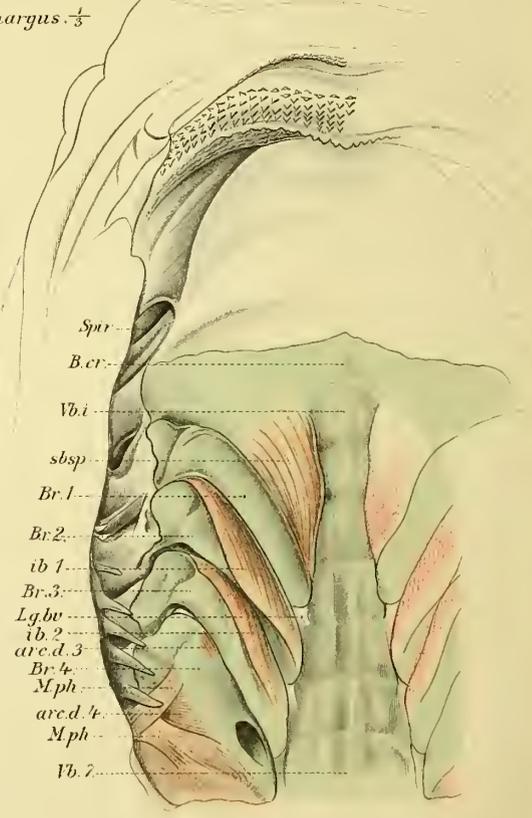


Fig. 6. *Odontaspis*  $\frac{2}{3}$

Fig. 7. *Rhina squatina*  $\frac{4}{5}$

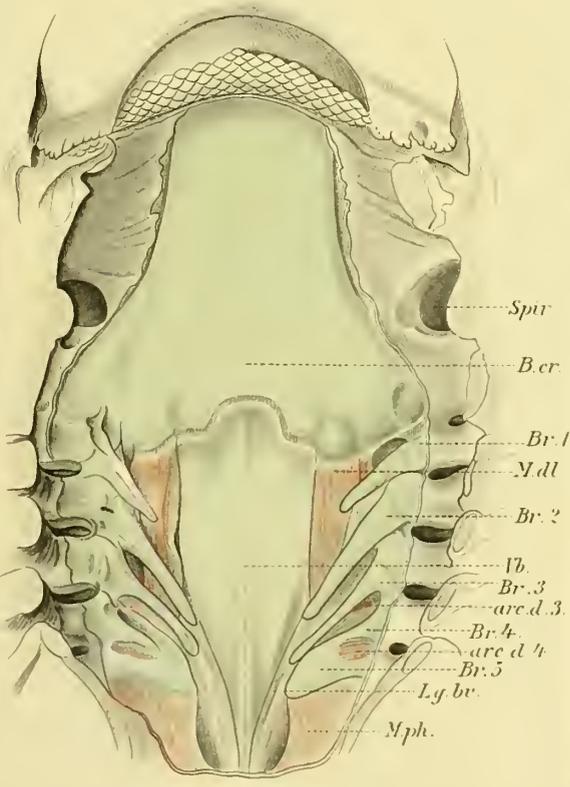
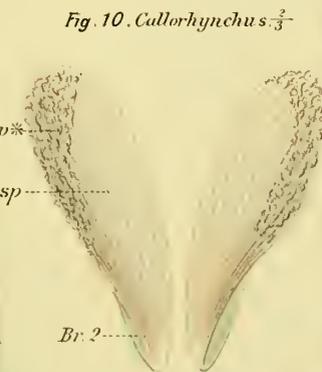
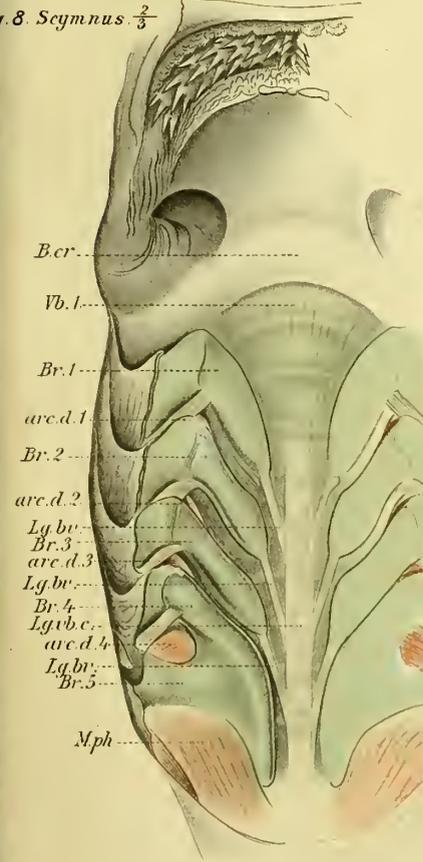
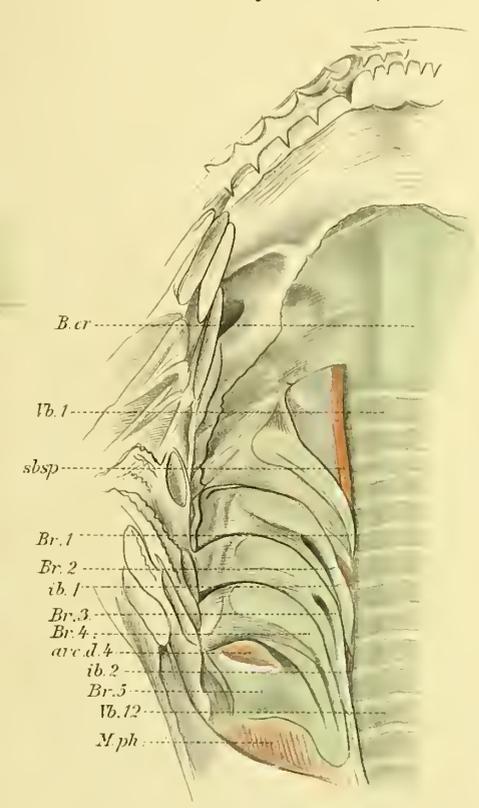
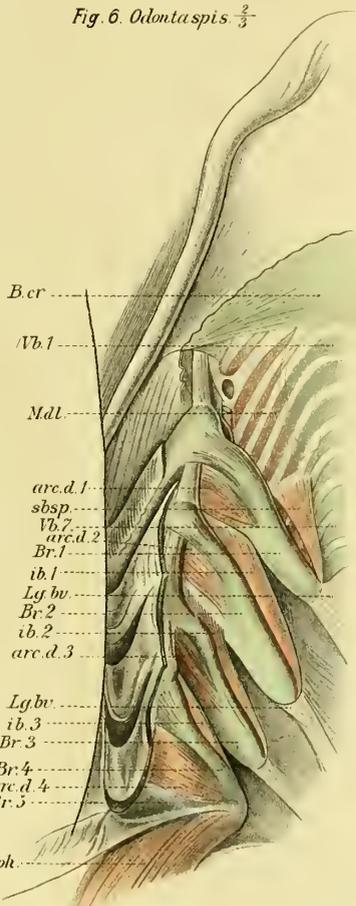
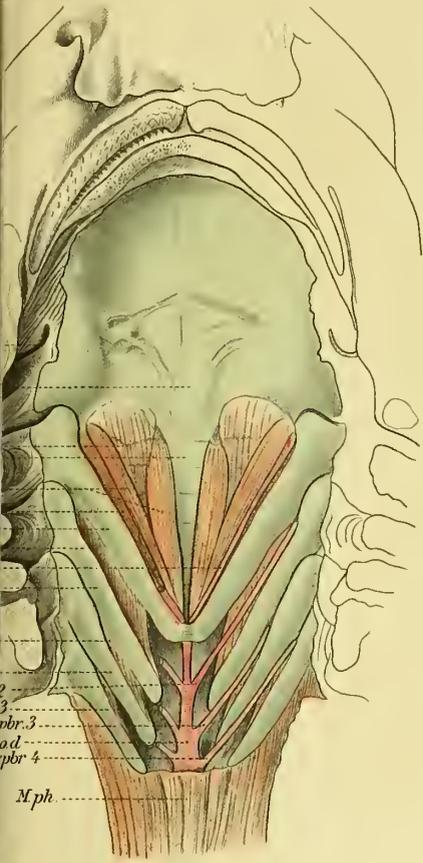






Fig 2. *Centrophorus*.  $\frac{5}{6}$

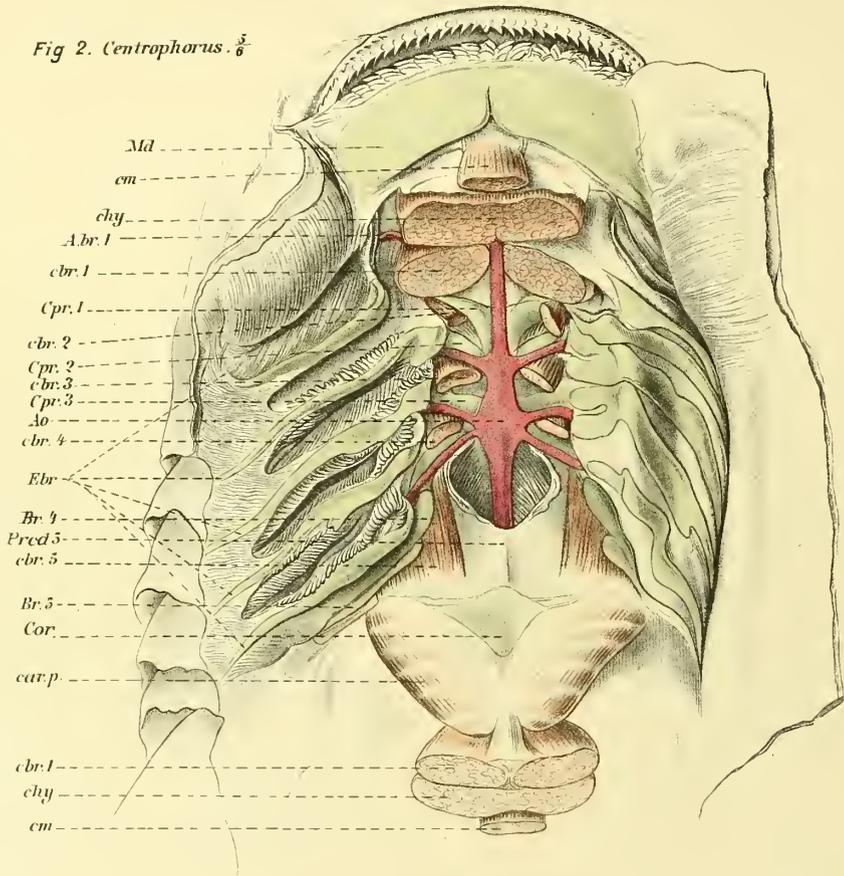


Fig 3. *Scymnus*.  $\frac{5}{6}$

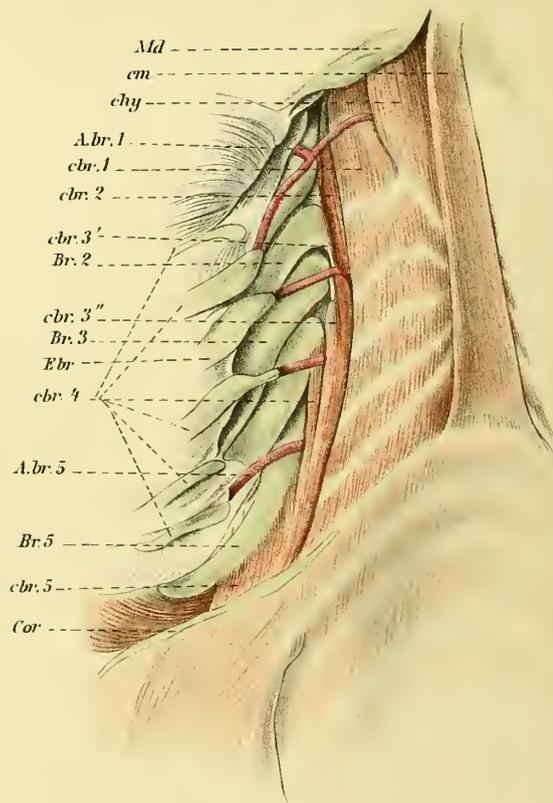


Fig 6. *Scyllium*.  $\frac{5}{6}$

Fig. 1. *Heptanchus*.  $\frac{5}{6}$

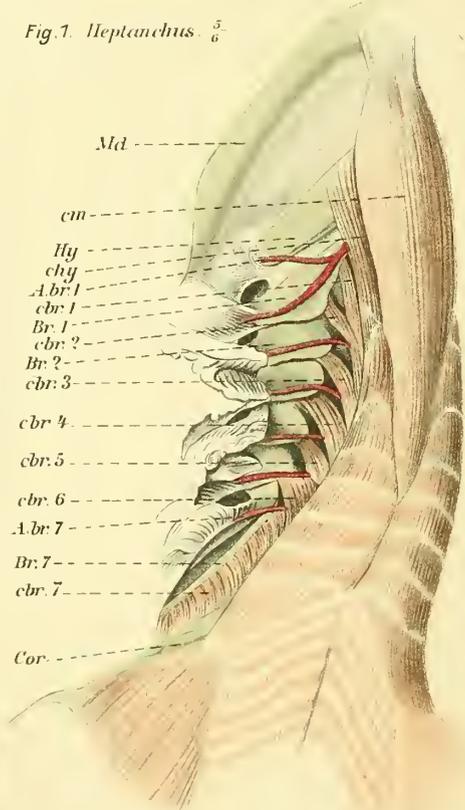


Fig 7. *Prionodon*.  $\frac{1}{4}$

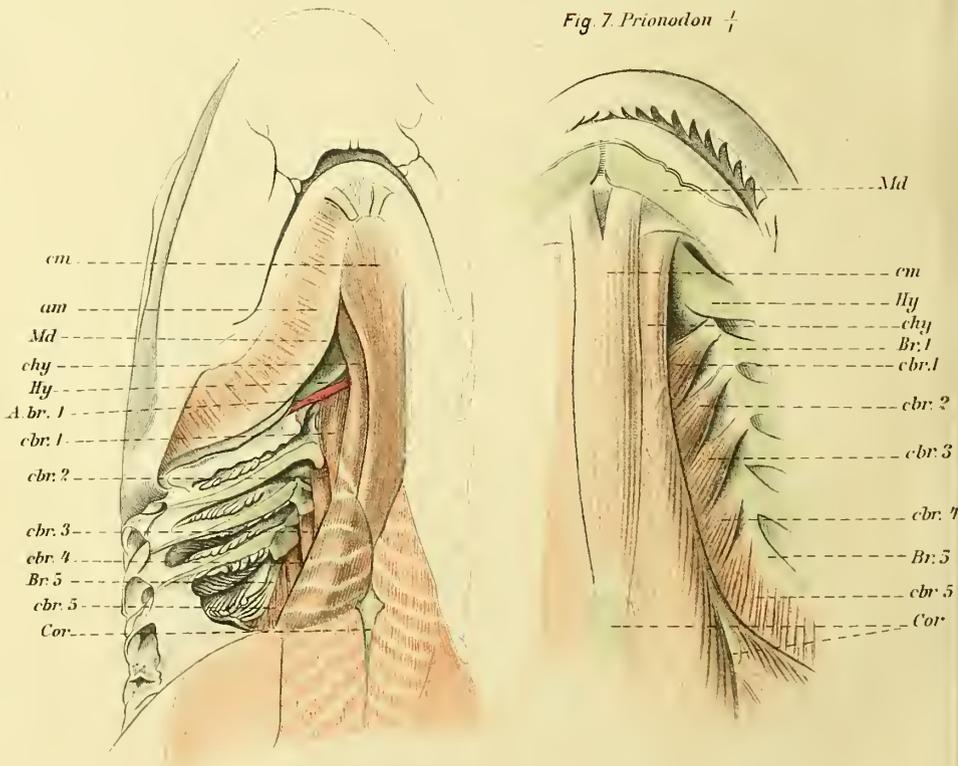


Fig. 4. *Laemargus*.  $\frac{1}{2}$

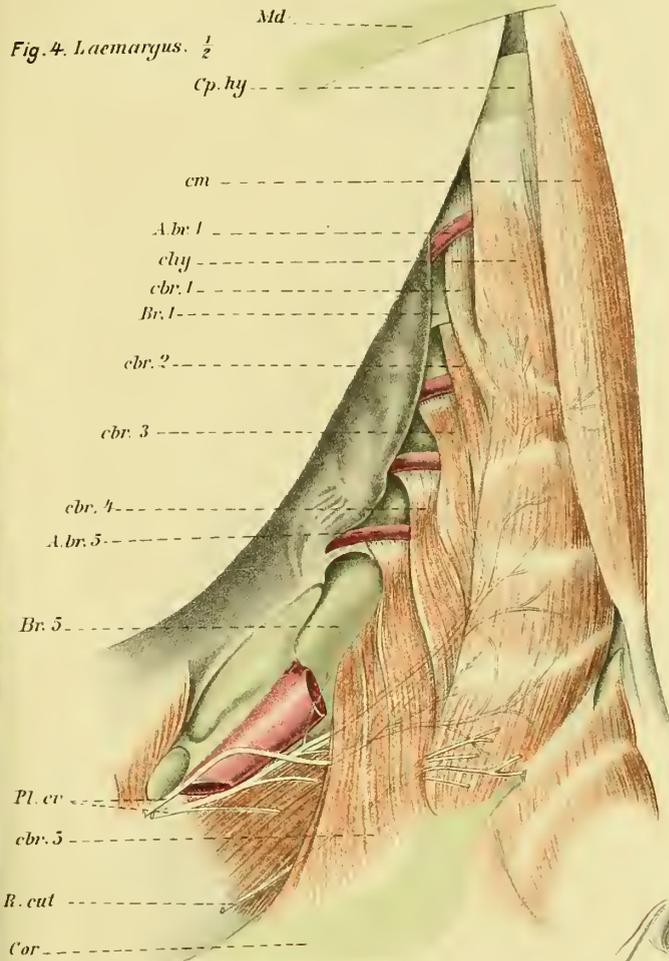


Fig. 5. *Cestruion*.  $\frac{2}{3}$

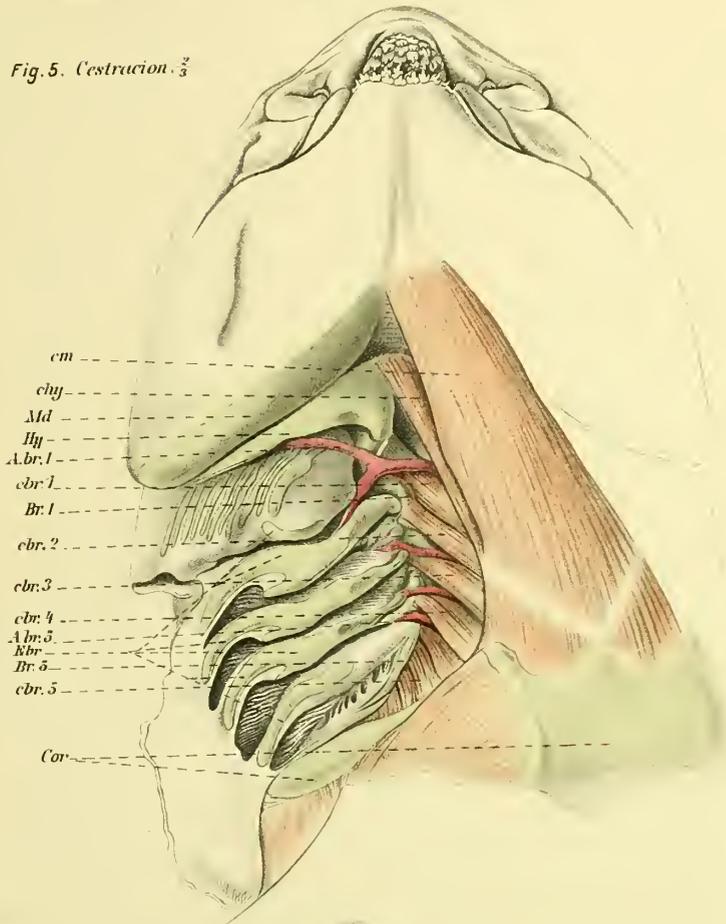


Fig. 8. *Rhina*.  $\frac{1}{7}$

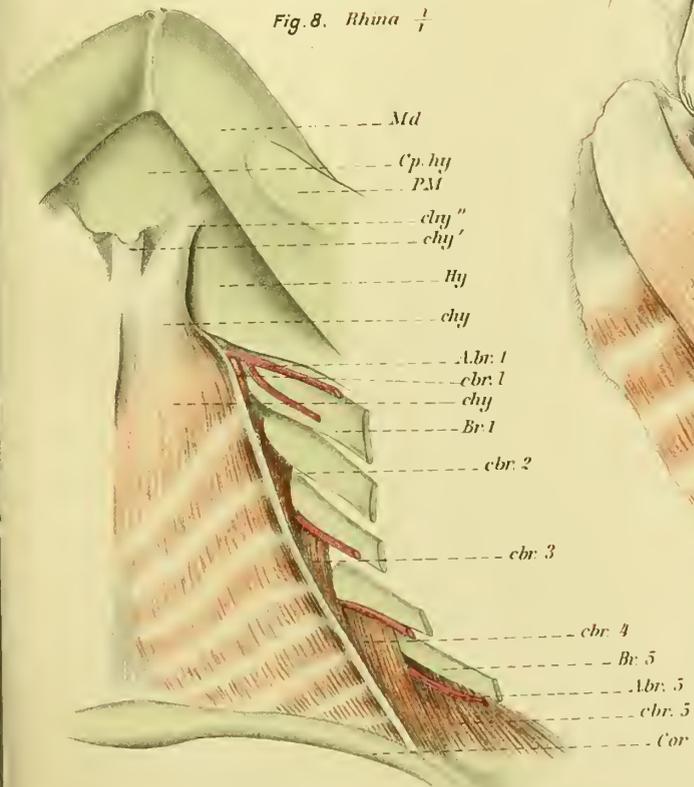


Fig. 9. *Raja*.  $\frac{3}{4}$

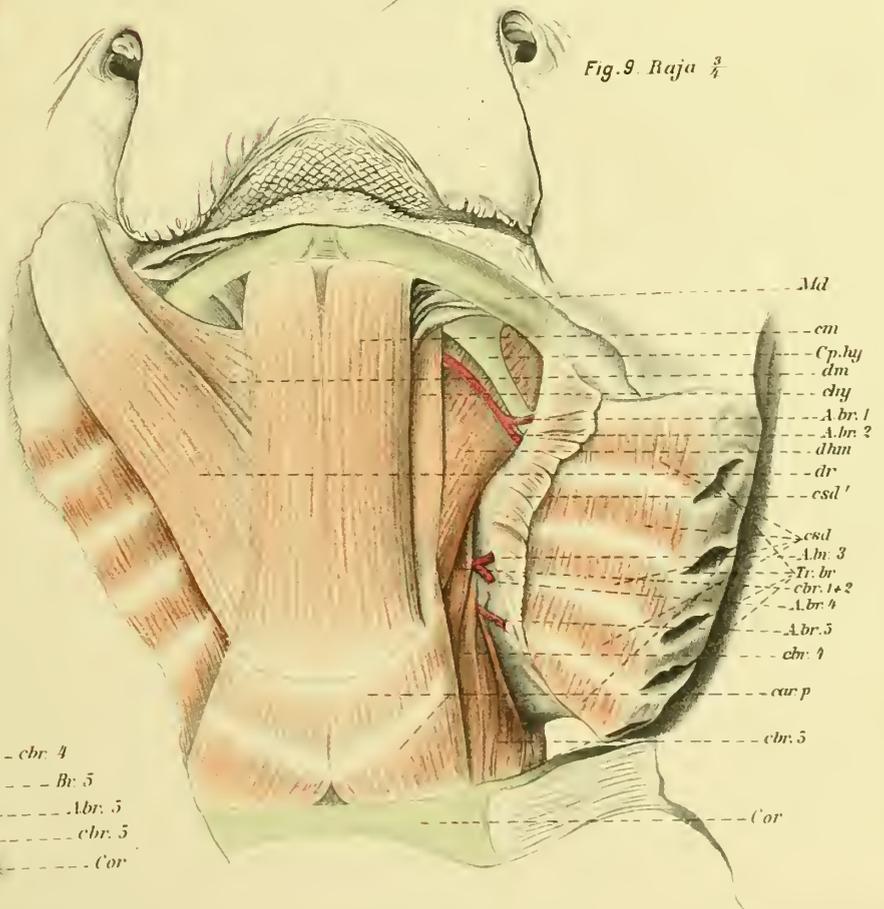






Fig. 1. *Acipenser*.  $\frac{1}{1}$

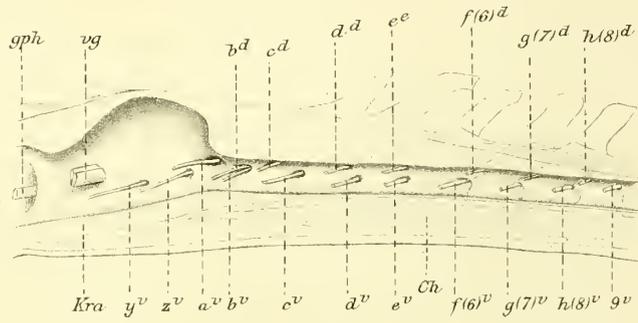


Fig. 2. *Polyodon*.  $\frac{2}{1}$

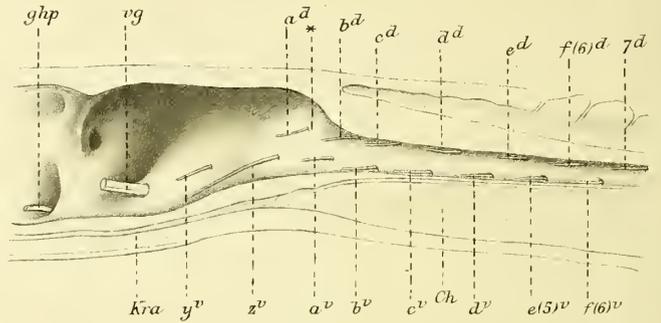


Fig. 4. *Lepidosteus*.  $\frac{2}{1}$

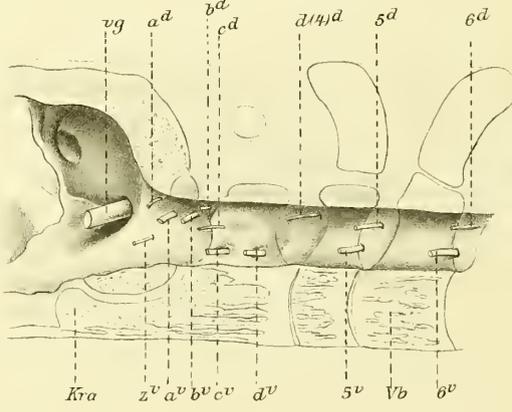


Fig. 5. *Amia*.  $\frac{2}{1}$

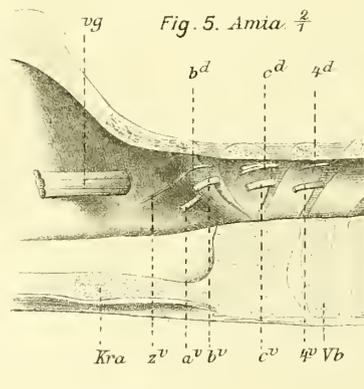


Fig. 3. *Polypterus*.  $\frac{2}{1}$

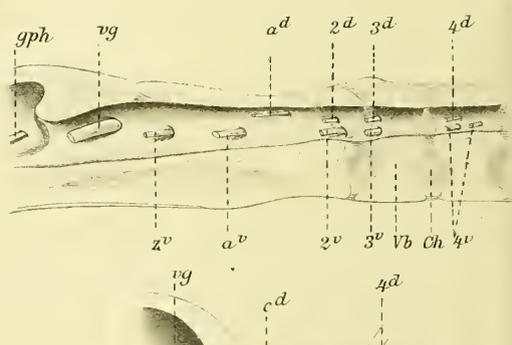


Fig. 10. *Protopterus*.  $\frac{3}{1}$

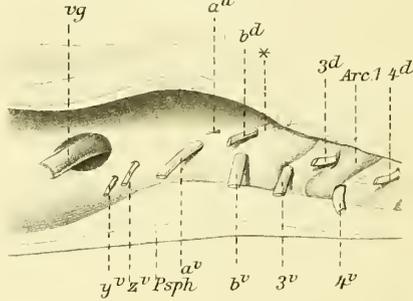


Fig. 6. *Esox*.  $\frac{3}{2}$

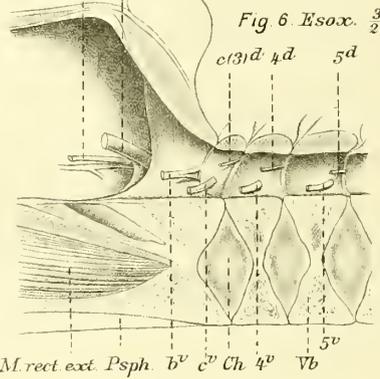


Fig. 7. *Mullus*.  $\frac{3}{1}$

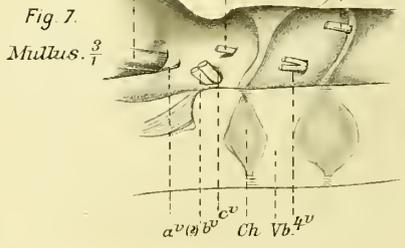


Fig. 11. *Necturus*.  $\frac{3}{1}$

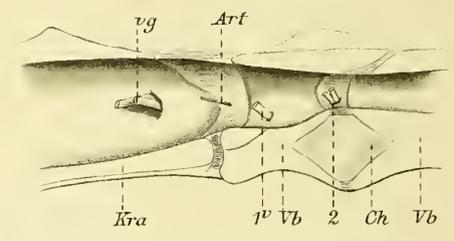


Fig. 8. *Ceratodus*.  $\frac{1}{1}$

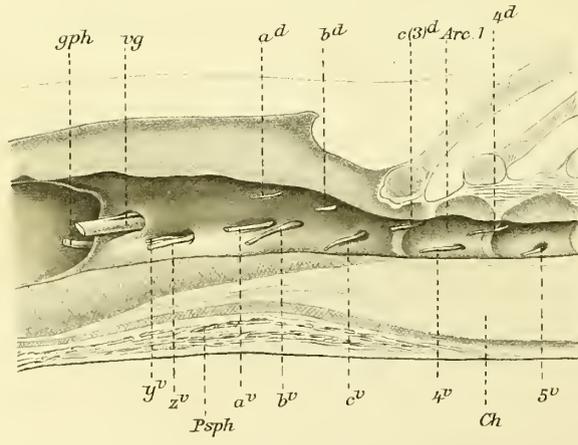


Fig. 9. *Ceratodus*.  $\frac{1}{1}$

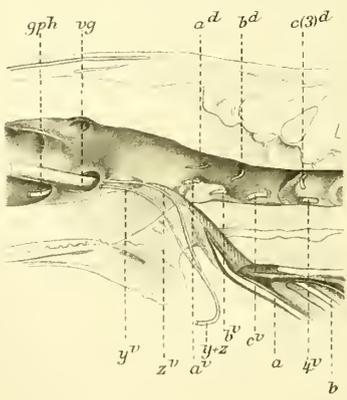


Fig. 12. *Cryptobranchus*.  $\frac{1}{1}$

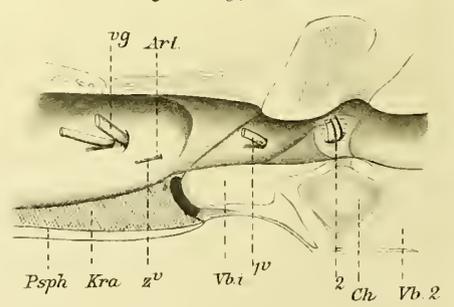


Fig. 13. *Pipa*.  $\frac{3}{7}$

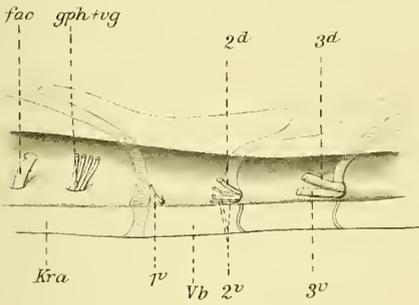


Fig. 14. *Brufö*.  $\frac{3}{7}$

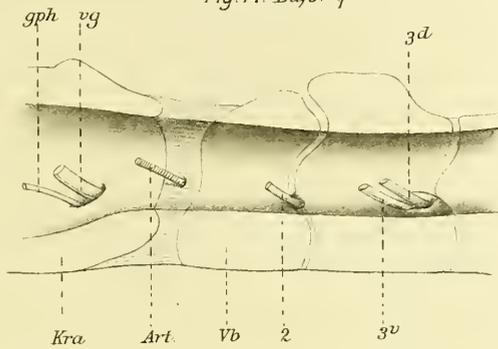


Fig. 15. *Platydictylus*.  $\frac{4}{7}$

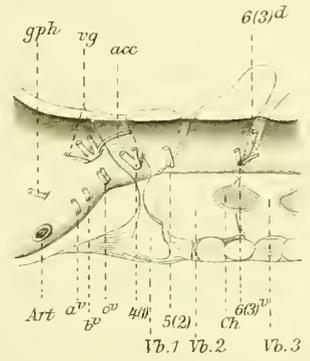


Fig. 18. *Jacare*.  $\frac{3}{2}$

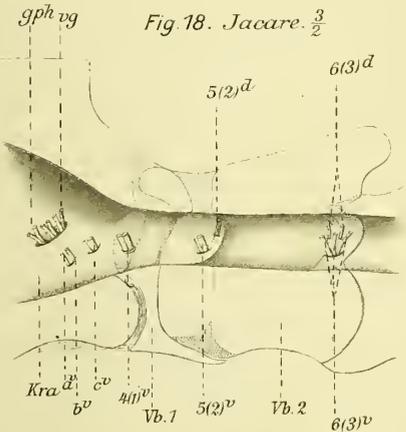


Fig. 17. *Chelydra*.  $\frac{3}{4}$

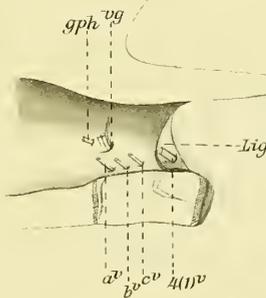


Fig. 16. *Python*.  $\frac{2}{7}$

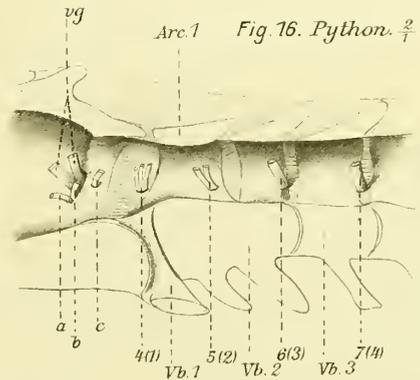


Fig. 20. *Ornithorhynchus*.  $\frac{2}{7}$

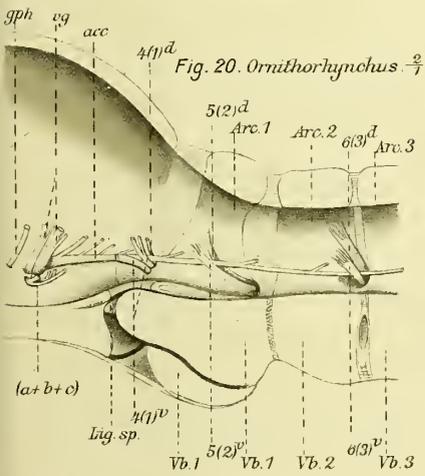


Fig. 21. *Halmaturus*.  $\frac{1}{7}$

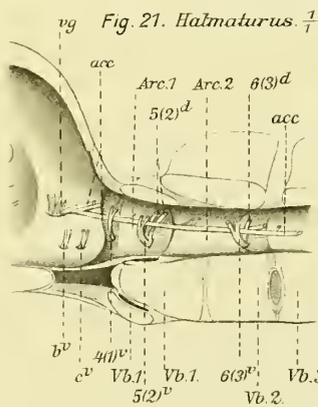


Fig. 19. *Anser*.  $\frac{2}{7}$

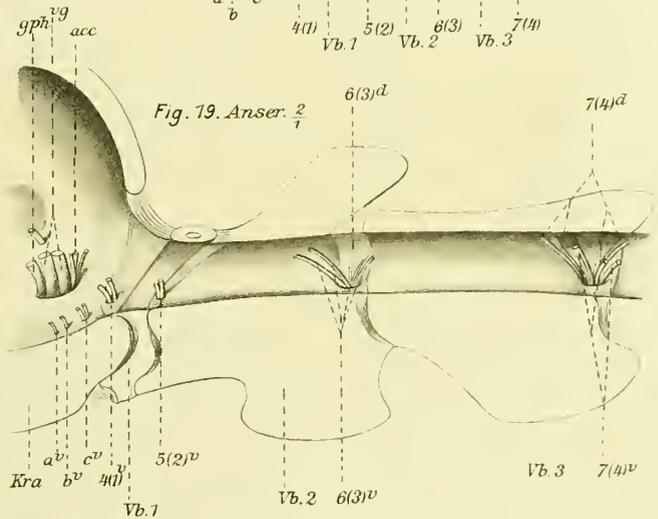


Fig. 22. *Petromyzon*.  $\frac{4}{7}$

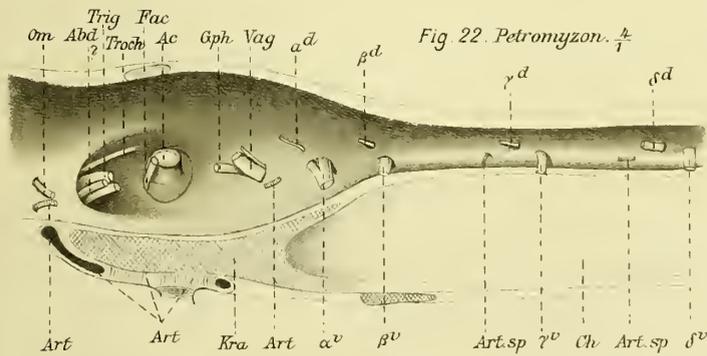


Fig. 23. *Bdellostoma*.  $\frac{3}{7}$

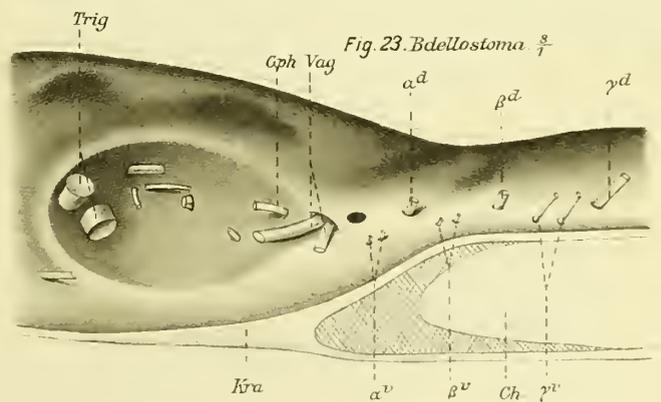






Fig 1. *Acipenser*.  $\frac{1}{7}$

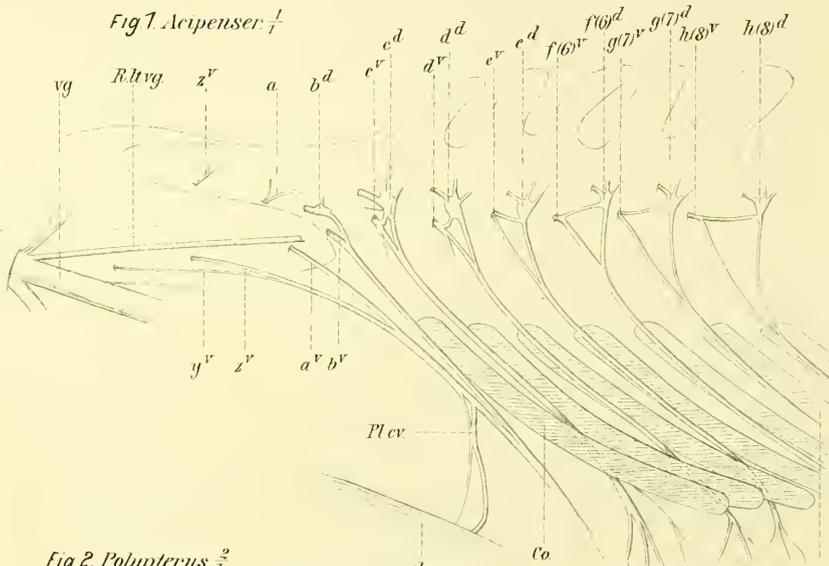


Fig 2. *Polypterus*.  $\frac{2}{7}$

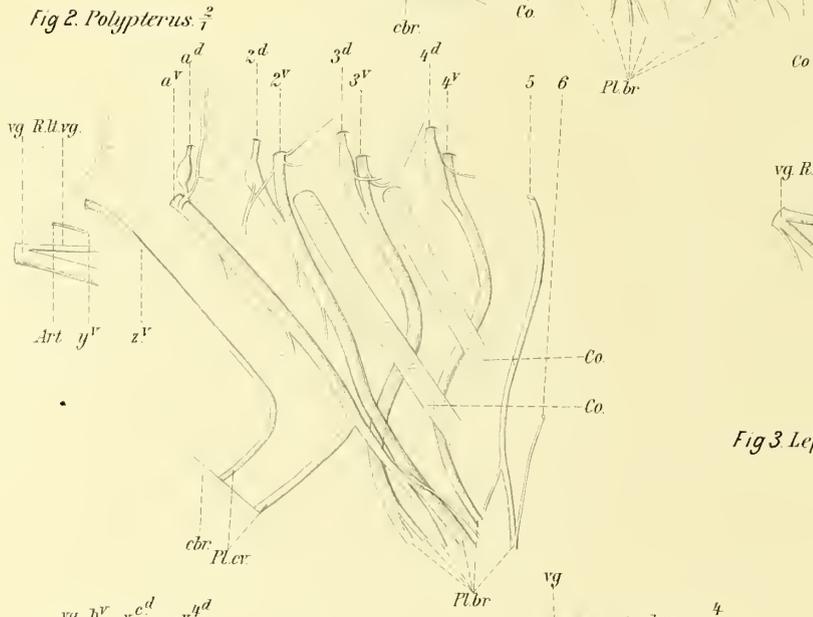


Fig 5. *Esox*.  $\frac{1}{7}$

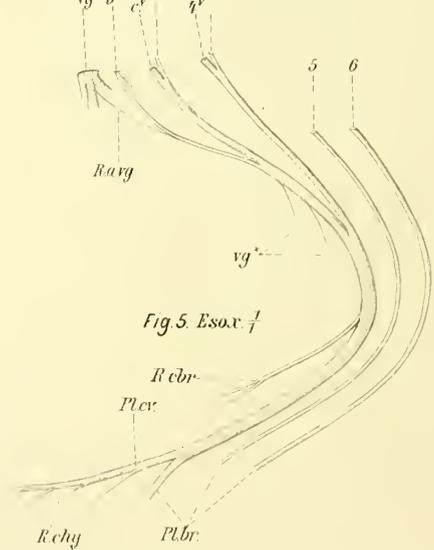


Fig 7. *Caranx*.  $\frac{3}{7}$

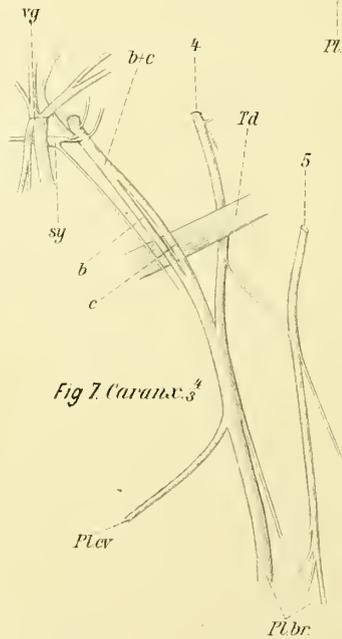


Fig 4. *Amia*.  $\frac{2}{7}$

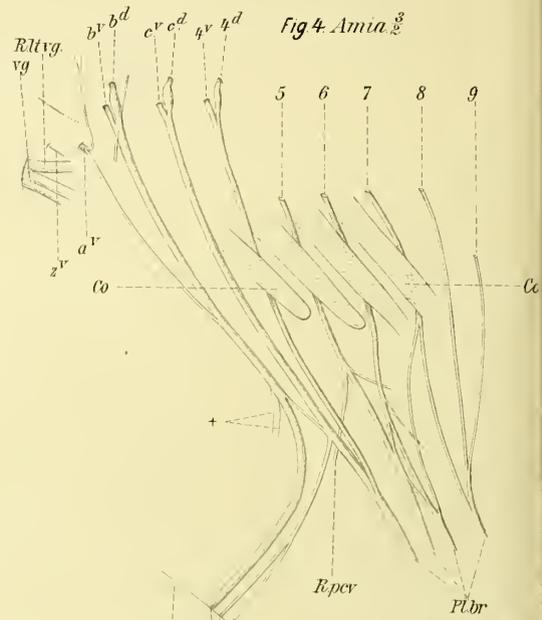


Fig 3. *Lepidosteus*.  $\frac{2}{7}$

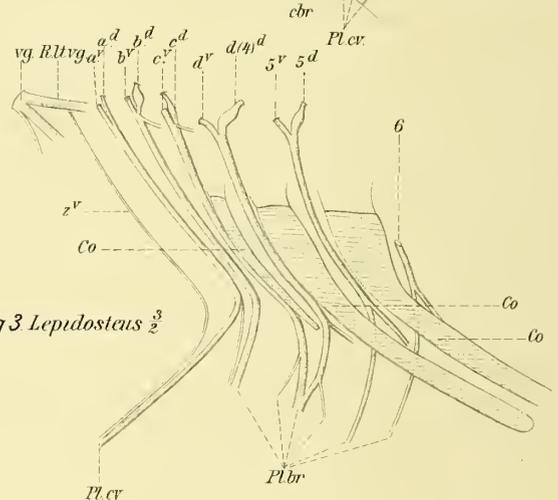


Fig 6. *Mullus*.  $\frac{2}{7}$



Fig 8. *Protopterus*  $\frac{2}{7}$

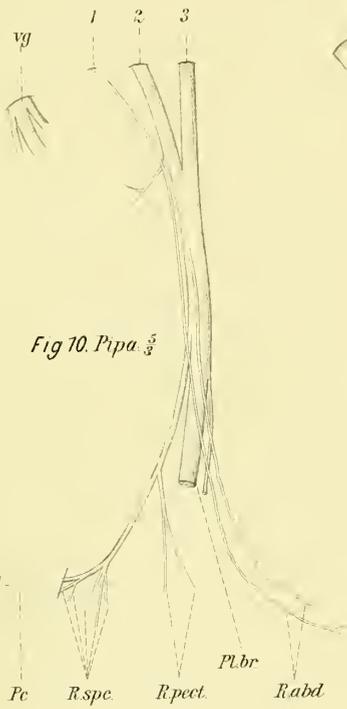
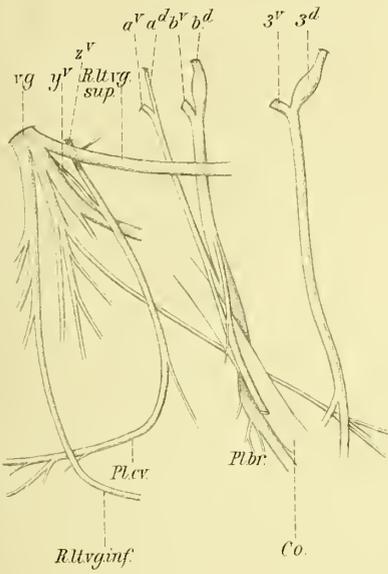


Fig 10. *Pipa*  $\frac{5}{2}$

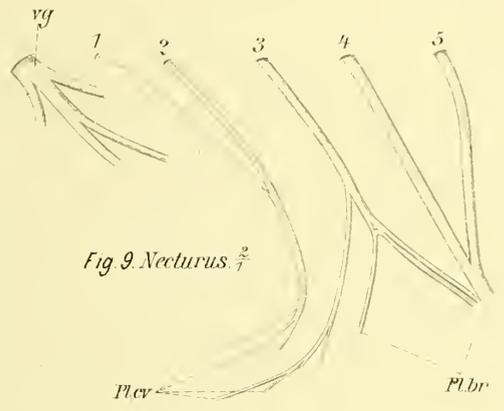


Fig 9. *Necturus*  $\frac{2}{7}$

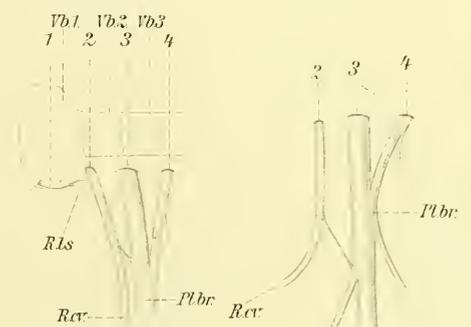


Fig 11. *Dactylethru*  $\frac{5}{2}$

Fig 12. *Rana*  $\frac{2}{7}$

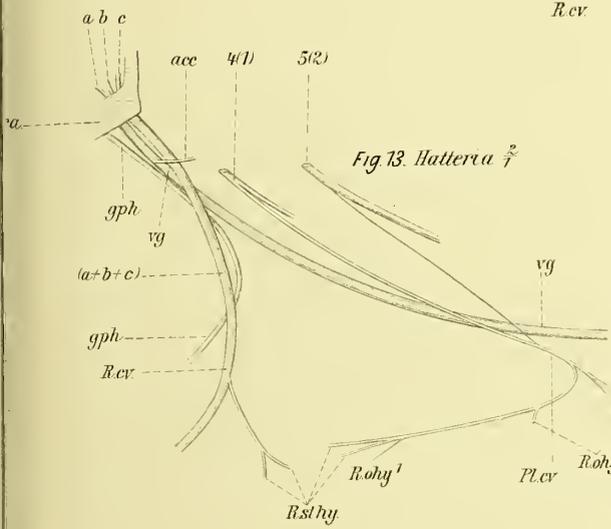


Fig 13. *Hatteria*  $\frac{2}{7}$

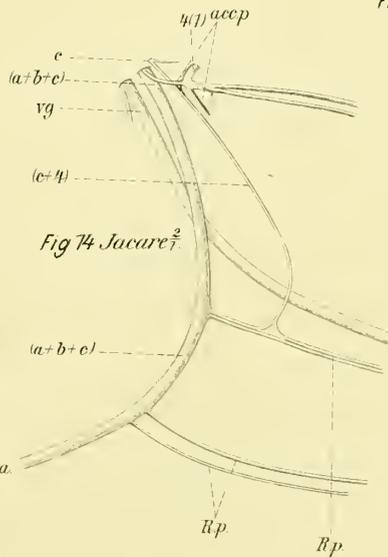


Fig 14. *Jacare*  $\frac{2}{7}$

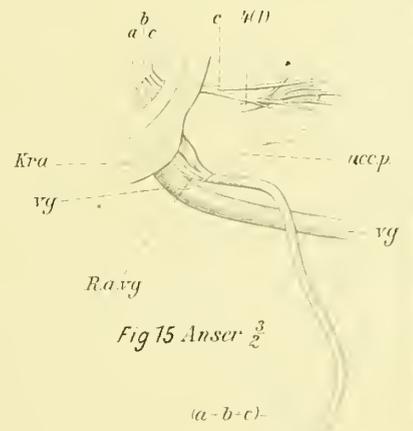


Fig 15. *Anser*  $\frac{3}{2}$

Fig 17. *Ornithorhynchus*  $\frac{5}{2}$

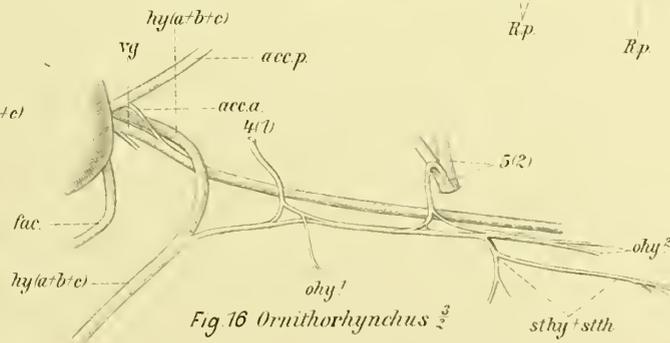
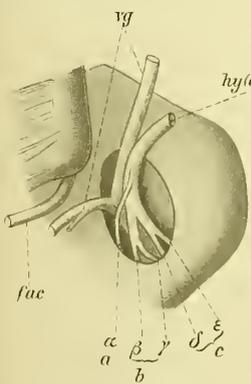


Fig 16. *Ornithorhynchus*  $\frac{3}{2}$