

# Beiträge zur vergleichenden Anatomie der hinteren Gliedmaße der Fische.

Von

**Dr. M. Davidoff.**

---

Mit Tafel VIII u. IX.

Dritter Theil.

**Ceratodus.**

Die Untersuchung der hinteren Gliedmaße von *Ceratodus* schließt sich meinen früheren Arbeiten aufs engste an, und bildet den dritten und letzten Theil der »Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der hinteren Gliedmaße der Fische«<sup>1</sup>. Nur was die Knochenfische betrifft, welche den zweiten Abschnitt des zweiten Theiles bilden würden, habe ich mich auf einige wenige Andeutungen beschränkt, und glaube, dass die weitere Bearbeitung dieser Fischgruppe eine nur wenig interessante und lohnende Untersuchung wäre, zumal ich, um einen Blick in diese Abtheilung zu gewinnen, die ältesten Formen, die Physostomen, wählte, von welchen jedenfalls die übrigen Teleostier ohne Schwierigkeiten abzuleiten sein dürften<sup>2</sup>.

Um so wichtiger ist aber die Untersuchung des *Ceratodus*. Es ist bekannt, wie bedeutungsvoll derselbe in die Archipterygiumtheorie GEGENBAUR's eingegriffen hat, gleichsam den Kern derselben traf, wie durch seine Entdeckung die ursprüngliche uniseriale Grundform der Gliedmaßen sich zu einer biserialen umbilden musste. Bedeutende Arbeiten, diesen Gegenstand betreffend, entstanden in kurzer Zeit, und wiesen nach, dass zahlreiche Spuren eines »gefiederten«

---

<sup>1</sup> Morphol. Jahrb. Bd. V u. VI.

<sup>2</sup> Ebenda Bd. VI. pag. 464.

Archipterygiums bei den erwachsenen Selachiern und auch vorübergehend bei deren Embryonen vorhanden waren<sup>1</sup>. Zugleich illustriert das biseriale Archipterygium auf das Anschaulichste die Hypothese der Abstammung der paarigen Gliedmaßen von den Kiemenbögen<sup>2</sup>.

Es ist also unzweifelhaft, dass *Ceratodus* gerade in Rücksicht auf die Gliedmaßen die wichtigste Form ist, von welcher die ältesten bekannten Fische, die Selachier und somit alle gnathostomen Wirbelthiere sich ableiten lassen. Nach dem Gesagten ist es klar, wie wünschenswerth eine genauere anatomische Kenntniss nicht nur des Skelets der Gliedmaßen des *Ceratodus* wäre, sondern auch der betreffenden Muskeln und Nerven. In Wahrheit kennt man die Extremitäten des *Ceratodus* nur aus der Monographie von GÜNTHER<sup>3</sup>, der über die Muskeln derselben so gut wie nichts, und noch weniger über die Nerven angiebt. Ein um so größeres Licht wirft die ausgezeichnete Arbeit GÜNTHER'S auf die Stellung, welche *Ceratodus* im System der Fische einnimmt, und welche ich hier so kurz wie möglich aus einander setzen will. Dieses scheint mir nothwendig, sowohl um die Beziehung des *Ceratodus* zu den ihm näher verwandten Fischgruppen klar zu machen, als auch um das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Organsysteme bei dem *Ceratodus* selbst zu verstehen.

Er hat mit *Lepidosiren* und *Protopterus* viele Eigenschaften gemein, welche ihn mit den Ganoiden verbinden, und welche auch GÜNTHER bewogen haben, die *Dipnoi* als eine Unterordnung der *Ganoidei*, und die *Ceratodontina* als Unterfamilie der *Sirenidae* aufzustellen<sup>4</sup>. Unter diesen Eigenschaften nimmt der *Conus arteriosus* die erste Stelle ein, sowohl in Hinsicht seiner Verbindung mit dem Atrium, als auch namentlich was die Anordnung (»Spiralfalte«) und Zahl der Klappen betrifft<sup>5</sup>. Ferner die Geschlechtsorgane (— und dies gilt namentlich für *Ceratodus* —), die, mit den Ganoiden gemeinsam, eine sehr

<sup>1</sup> Vgl. GEGENBAUR, »Üb. d. Archipter.« Jen. Zeitschr. Bd. VII. 1873. pag. 131 und A. BUNGE, Üb. d. Nachweisbarkeit eines biser. Archipter. etc. Ebenda Bd. VIII. 1874. pag. 293.

<sup>2</sup> Vgl. GEGENBAUR, Zur Morph. d. Gliedmaßen d. Wirbelth. Morphol. Jahrb. B. II. pag. 396.

<sup>3</sup> Description of *Ceratodus*. Philosophical transact. P. 11, London. 1871.

<sup>4</sup> GÜNTHER, l. c. pag. 554.

<sup>5</sup> Vgl. die schöne Untersuchung von BOAS, Über Herz und Arterienbogen bei *Cerat.* u. *Protopt.* Morph. Jahrb. Bd. VI. pag. 821.

primitive Stufe einnehmen. Die Keimdrüsen sind von ihren paarigen, durch einen doppelten Porus mündenden Ausführungsgängen getrennt und lassen die Geschlechtsprodukte in die Leibeshöhle fallen<sup>1</sup>. Hierher gehört auch das Persistiren des Skelets im knorpeligen Zustande, die vollkommene Erhaltung der Chorda etc. Andere Eigenschaften des *Ceratodus* führen uns endlich über die Ganoiden hinaus zu den Selachiern. Sie betreffen hauptsächlich einige Verhältnisse der Kiemenbogen, die starke Entwicklung der kiementragenden Platte, die vom Hinter- resp. Außenrande der Kiemenbogen entspringt (homolog der Scheidewand der Kiemenbogen bei den Selachiern)<sup>2</sup>. Noch andere Eigenschaften des *Ceratodus* weisen aber auf eine Urform zurück, von welcher sich nicht nur die Ganoiden, sondern auch die Selachier ableiten lassen. Sie betreffen die Wirbelsäule und die Gliedmaßen. Was zunächst die erstere angeht, so ist vor Allem ihre unvollkommene Gliederung anzuführen, ferner der regelmäßige Abgang der Dornfortsätze, welche, mit den Wirbeln zeitlebens in Verbindung bleibend, in die knorpeligen Strahlen der unpaaren Flossen übergehen. Darauf aber, dass dieser Zustand ein primitiver ist, habe ich bereits hingewiesen<sup>3</sup>. Was endlich die Gliedmaßen betrifft, so haben wir in der unpaaren Flosse die denkbar primitivste Form: ein kontinuierlicher Saum mit einem vollkommen homocerken Schwanztheil.

Auf die paarigen Gliedmaßen will ich hier nur so weit eingehen, als es unabhängig von meinen Untersuchungen geschehen kann. Es kann aber nur zweckmäßig sein, wenn wir aus den bereits bekannten Thatsachen, noch vor dem Beginn der anatomischen Beschreibung, uns die Bedeutung, den Werth des zu untersuchenden Objekts klar zu machen suchen.

Zuerst ist anzuführen die große Übereinstimmung der vorderen und hinteren Gliedmaße in der Größe: an dem größten, von mir untersuchten *Ceratodus* betraf die Größendifferenz der beiden Gliedmaßen nur 3,1 cm<sup>4</sup>. Ferner die Übereinstimmung beider Flossen in der Form und in den Lagebeziehungen zum Körper. Beiden kommt in gleichem Maße eine freie Beweglichkeit zu, welche auf

<sup>1</sup> GÜNTHER, l. c. pag. 552. Vgl. GEGENBAUR, Grundr. d. vergl. Anat. 2. Aufl. pag. 636.

<sup>2</sup> BOAS, l. c. pag. 352—353. GÜNTHER, l. c. pag. 553.

<sup>3</sup> S. meine »Untersuch. etc.« 1. Theil. Morph. Jahrb. Bd. V. pag. 514. Vgl. auch BISCHOFF, *Lepidosiren paradoxa* 1840. HYRTL, *Lepidos. parad.* Abhandl. d. böhm. Ges. d. Wiss. 1845.

<sup>4</sup> Die vordere Flosse hatte 16,5 cm Länge, die hintere 13,4.

die Gleichartigkeit in der Funktion mit Sicherheit schließen lässt. Das Skelet beider Flossen bietet auch nur sehr kleine untergeordnete Differenzen<sup>1</sup>. Der primitive Charakter, welcher in der großen Ähnlichkeit der beiden Gliedmaßen des *Ceratodus* sich kund giebt, kann nur verstanden werden, wenn wir dieselben mit denjenigen der übrigen Fische vergleichen. Bei den Selachiern stoßen wir auf Unterschiede, die, wenn auch nicht erheblich im Skeletbau der beiden Gliedmaßen, so doch ganz bedeutend in Rücksicht der Größe und in den Lagebeziehungen zum Körper sind. Die Vorderflosse ist um vieles, fast um das Doppelte, größer, ihre Lagerung um vieles freier, ihre Funktion besteht in der Vorwärtsbewegung des Körpers, während die hintere nur zur wagerechten Stellung des Körpers dienen kann. Um ein prägnantes Beispiel der Größendifferenz anzuführen, brauche ich nur an die Rochen zu erinnern. Die Unterschiede in den Lagebeziehungen zum Körper können an jedem beliebigen Haie demonstrirt werden. Aber wo es auch sein mag, macht die Hinterflosse, verglichen mit der vorderen, immer den Eindruck eines ganz rückgebildeten Organs. In dieser Beziehung ist natürlich die Ansicht, welche die Hintergliedmaße für primitiver hält als die vordere, nicht ganz richtig: indem die Vordergliedmaße ihre Funktion vollständig beibehalten hat, muss sie auch primitivere Charaktere haben, als die hintere. Um diese Ansicht zu bekräftigen, brauche ich nur die vollkommene Erhaltung des Gliedmaßenbogens (Gürtels) an der vorderen Gliedmaße zu erwähnen. Es ist also nichts weniger als auffallend, »dass sich an der hinteren Extremität der Selachier — — — nirgends auch nur die geringsten, auf ein biseriales Archipterygium hinweisenden Spuren erblicken lassen«<sup>2</sup>. Weiter setzt BUNGE mit großem Rechte hinzu, dass dieses wohl darin seinen Grund finde, »dass das Basale des Metapterygium sich sehr nahe an den Körper anlegt, und nur das äußerste Ende frei hervorragt«<sup>3</sup>. Ich kann auch bestätigen, dass Rudimente einer medialen Radienreihe an der Hintergliedmaße der Selachier fehlen, füge aber hinzu, dass noch manche andere Theile der Vordergliedmaße nicht vorhanden sind, wie z. B. ein echter Gliedmaßengürtel, das Mesopterygium etc. Bei der Be-

<sup>1</sup> Zur Orientirung über die Ähnlichkeit der beiden Gliedmaßen s. GÜNTHER's Abbildungen, sowohl des ganzen Thieres als auch des Skelets, l. c. Tafel XXX.

<sup>2</sup> BUNGE, Üb. d. Nachweisbarkeit etc. Jen. Ztschr. Bd. VIII. 1874. pag. 304.

<sup>3</sup> Ebenda.

trachtung der Hintergliedmaße der Selachier darf nicht vergessen werden, dass dieselbe (auch beim Weibchen)<sup>1</sup> zum Geschlechtsapparat in Beziehung tritt, und dadurch Differenzirungen erleidet, welche tiefgreifender Natur sind, ihre lokomotorische Funktion vermindern, sie demnach auf Abwege leiten.

Dass die Hintergliedmaße der Ganoiden und Teleostier ein vollkommen rudimentäres Gebilde ist, habe ich im zweiten Theile meiner Untersuchungen nachgewiesen.

Das Ergebnis dieser einleitenden Auseinandersetzung besteht nun darin, dass wir beim *Ceratodus* eine Hintergliedmaße vor uns haben, welche von der vorderen unter allen bekannten Fischen am wenigsten abweicht. Dass aber dieses Verhalten ein sehr primitives ist, wird nach der obigen Erörterung unzweifelhaft. Je ähnlicher also die Gliedmaßen unter einander sind, desto primitiver ist auch ihr Verhalten<sup>2</sup>. — Es leuchtet somit ein, dass gerade die Gliedmaßen (und Wirbelsäule) des *Ceratodus* uns rückwärts, über die Selachier hinweg zu den Urformen der gnathostomen Wirbelthiere hinüber führen. Ich erinnere nur noch daran, dass wir zu diesem Resultat gekommen sind, ohne die Archipterygiumtheorie, d. h. die Urform derselben, das biserial Archipterygium, berücksichtigt zu haben. Dass aber diese beiden Befunde, d. h. die Gleichartigkeit der

<sup>1</sup> Meine »Untersuchungen etc.« 1. Th. pag. 459.

<sup>2</sup> Gegen diesen Satz könnte die Einwendung gemacht werden, dass ja auch die Gliedmaßen von *Protopterus* einander sehr ähnlich seien, desswegen aber doch keine Urform repräsentiren. Dieser Einwand wird dadurch widerlegt, dass die Gliedmaßen von *Protopterus* nicht mehr als wahre, zur Lokomotion dienende Gliedmaßen fungiren. »An einem 29 cm langen Exemplar (*Protopterus*) vermisste ich nicht nur jegliche Spur der Abdominalflosse, sondern auch des Beckens. An der Stelle des letzteren fanden sich nur subcutane Fettmassen, und auch die durch HUMPHRY bekannt gewordenen Beckenmuskeln waren nirgends anzufinden. Da das betreffende Exemplar im Übrigen durchaus nichts Abnormes oder Krankhaftes darbot, so geht daraus hervor, dass der *Protopterus* auch ohne Gliedmaßen gut existiren kann und dass ihm dieselben also keineswegs als Lokomotions-Organ dienen können. Entweder — und damit stimme ich auch mit der Auffassung Anderer überein — sind sie als Tastwerkzeuge aufzufassen, womit auch die relativ reichliche Versorgung mit Nerven gut übereinstimmt, oder fungiren sie nur nach Analogie von Barteln.« WIEDERSHEIM, D. Skelet und Nervensyst. von *Lepidosiren annectens*. Jen. Zeitschr. f. Med. und Naturwiss. Bd. XIV (Neue Folge Bd. VII). Vgl. auch DUMÉRIL, Observations sur les *Lépidosiréniens* (*Protopterus*) etc. Comptes rendus 1866. T. LXII. pag. 97 und KRAUSS, Über einen lebenden Lungenfisch (*Lepidosiren annectens* Ow.). Württemb. naturwiss. Jahresberichte. 1864. pag. 126.

beiden Gliedmaßen mit einer Flosse, welche der Urform der aufgebauten Theorie am nächsten zu stehen kommt, zusammentreffen, ist selbstverständlich kein bloßer Zufall.

Ich gehe nun zum descriptiven Theile meiner Arbeit über und spreche zunächst Herrn Geheimrath Prof. GEGENBAUR, so wie meinen hochverehrten Freunden, Prof. M. FÜRBRINGER in Amsterdam und Prof. G. v. KOCH in Darmstadt, meinen wärmsten Dank aus für das mir gelieferte Material.

Für die mir aufs freundlichste gestattete Benutzung der Bibliothek der kaiserl. russ. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg bin ich dem Herrn wirkl. Staatsrath Dr. A. STRAUCH zum aufrichtigsten Danke verpflichtet.

Alle Figuren und auch die specielle Darstellung sind dem Exem-  
plare von FÜRBRINGER entnommen, welches das größte und am besten erhaltene war.

## 1) Descriptiver Theil.

### a. Skelet.

Das Skelet der hinteren Gliedmaße des *Ceratodus* besteht, wie bei den Selachiern, aus zwei Hauptabschnitten, von welchen der eine am Körper fest fixirt erscheint, aus einem homogenen Knorpelstück besteht und das eigentliche Becken vorstellt (Fig. 1 *B*), und aus einem zweiten, beweglichen, die Lokomotion bewerkstelligenden Abschnitte, der eigentlichen Flosse (Fig. 1 *Zst* u. *Str*). Letztere setzt sich wiederum zusammen aus einer die Mitte der Flosse durchsetzenden, gegliederten Stammreihe, dem Basale *metapterygii* (Fig. 1 *Str* u. *Str*<sup>1</sup>) und aus den, den Gliedstücken des letzteren ansitzenden Radien (Fig. 1 *Rl*, *Rm*). Zwischen dem Becken und dem radientragenden Basale schaltet sich noch ein Knorpelstück ein, dass sowohl mit dem Becken, als auch mit dem Basale durch Gelenke beweglich verbunden erscheint. Ich will dasselbe als Zwischenstück bezeichnen (Fig. 1 *Zst*). Im Gegensatz zu den Selachiern, wo das Skelet der Hintergliedmaße nur wenige, durch Ursprünge und Ansätze der bezüglichlichen Muskeln hervorgerufene Differenzirungen aufwies, treffe ich beim *Ceratodus* Zustände, welche in dieser Beziehung bedeutend weiter gegriffen haben, so dass sowohl das Becken, als auch das Zwischenstück durch mannigfaltige Skulpturen

ausgezeichnet sind. Die Kenntnis derselben ist aber für das Verständnis der Muskulatur und des Verlaufes der Nerven eine durchaus notwendige. Ich will deshalb diese Befunde möglichst genau vorführen.

Was zunächst das Becken (Fig. 1 *B*) betrifft, so setzt sich dasselbe aus einem in der Medianlinie gelegenen homogenen Knorpelstücke zusammen, welches zum Theil von den Ursprüngen der Muskulatur frei bleibt und, nur von einer dünnen Fascie bedeckt, sofort nach der Abnahme des Integuments zum Vorschein kommt (Fig. 3 *B*). Diese »Platte« stellt den eigentlichen Körper des Beckens vor, ist 9 mm dick und etwa 11 mm breit, und schließt in sich die von GÜNTHER<sup>1</sup> beschriebene, mit gallertartigem Gewebe, das wahrscheinlich durch Dehiscenz des Knorpels sich bildet, gefüllte Höhle ein. Ich fand dieselbe bei allen von mir untersuchten Exemplaren, und sie scheint mit der Größe resp. dem Alter der Individuen in direktem Verhältnis zu stehen. Nach hinten wird die erwähnte Platte des Beckens in einem nach hinten konkaven Bogen von Muskelursprüngen begrenzt (vgl. Fig. 1 und 3), während sie nach vorn kontinuierlich in einen in der Medianlinie gelegenen unpaaren Fortsatz übergeht (Fig. 1 u. 3 *Pim*), der Anfangs die Breite der Platte selbst besitzt, sich aber nach vorn zu immer verschmälert, bis er dann zuweilen mit einer knopfartigen Hervorragung aufhört. Was die Länge dieses Processus impar betrifft, so fand ich dieselbe ziemlich verschieden: er variierte zwischen 5—7 cm, wobei seine Dicke und Breite im umgekehrten Verhältnisse zu seiner Länge sich verhielten. Er liegt ganz im Bindegewebe der Medianlinie, wie in einer Scheide eingebettet, scheint aber in keiner festeren Verbindung mit derselben zu stehen. Eigenthümlich ist der Umstand, dass bei zweien von mir untersuchten Exemplaren, wie auch beim GÜNTHER'schen, an der Spitze dieses Fortsatzes eine Krümmung nach der linken Seite hin vorhanden war.

Zu beiden Seiten der Beckenplatte, und zwar von ihren vorderen Theilen, entspringen nun die beiden, nach vorn und außen gerichteten paarigen Fortsätze (Fig. 1 u. 3 *PJ*)<sup>2</sup>. Sie sind Anfangs ziemlich dick und rund, werden jedoch in ihrem Verlauf dünner und gabeln sich dann in zwei Schenkel, welche beide schon aus ganz

<sup>1</sup> l. c. pag. 535. Vgl. Fig. 5 auf Taf. XXXVI.

<sup>2</sup> Vgl. auch HUMPHRY, The muscles of *Ceratodus*. Journal of Anat. and Phys. Vol VI (second series, Vol. V. Cambr. and Lond. 1872, II part. May, pag. 281.

dünne, durchsichtigen Knorpel bestehen. Der eine derselben ist länger als der andere und schlägt die Richtung nach außen ein: der andere ist kurz und verläuft nach vorn. An dem GÜNTHER'schen Exemplar fehlt die Gabelung der paarigen vorderen Beckenfortsätze, und der linke ist außerdem um Bedeutendes größer als der rechte<sup>1</sup>. Ich fand aber dieselbe bei allen untersuchten Thieren<sup>2</sup>. — So weit ist das Becken äußerlich sichtbar; die übrigen Theile sind durch die Ursprünge der Muskeln bedeckt. Erst nach der Abnahme der letzteren sehen wir, dass das Becken nach hinten hin jederseits in einen breiten Fortsatz übergeht, der an seinem distalen Ende mit dem Zwischenstück artikulirt (Fig. 1 und 2 *Gf*). Sein äußerer Rand (Fig. 1) beginnt unmittelbar an der Basis des gegabelten Fortsatzes und zieht in einem nach außen leicht konvexen Bogen nach hinten, und geht unmittelbar vor dem Gelenke in einen lateralwärts gerichteten, mächtigen knopfartigen Höcker über (Fig. 1 und 2 *Pe*), der einer der wichtigsten Ansatzpunkte der ventralen Seitenmuskeln des Rumpfes ist. Die sich darstellende laterale Oberfläche des Gelenkfortsatzes des Beckens (Fig. 1) ist nach außen etwas gewölbt, die mediane hingegen gewährt eine plane, ventral gerichtete Fläche, welche mit einer seichten, von dem hinteren Winkel der Beckenplatte herkommenden Leiste von dem übrigen Theil des Fortsatzes abgegrenzt ist (Fig. 1 *Cr*). Diese Crista ist von Bedeutung, denn sie trennt zwei scharf von einander geschiedene Muskelgruppen. Medianwärts von dieser Crista geht der mediale resp. hintere Rand des Fortsatzes in einem nach hinten konvexen Bogen medianwärts und läuft kontinuierlich in den gleichnamigen Rand des anderseitigen Fortsatzes über. Es entsteht also hier ein breiter, nach hinten offener Bogen, der etwa 1 cm von dem hinteren Rand der Beckenplatte entfernt ist.

Die Artikulation zwischen dem hinteren, eben beschriebenen Fortsatze (Fig. 1 *Gf*) des Beckens und dem Zwischenstück ist einem Kugelgelenke zu vergleichen. Das Zwischenstück besitzt eine geräumige Höhle, in welche der knopfartige Gelenkhöcker des Beckenfortsatzes hineingreift. Die ganze Artikulation wird durch straffes Bindegewebe zusammengehalten.

Wir hätten also, nach dem Gesagten, am Becken mehrere Theile

<sup>1</sup> Diese Verschiedenheit hängt mit der verschiedenen Größe der beiderseitigen Hintergliedmaßen des G.'schen Exemplars zusammen, was G. auch selbst an giebt; l. c. pag. 535.

<sup>2</sup> Auch HUMPHRY erwähnt diese Gabelung; l. c. pag. 252.

zu unterscheiden: 1) den Körper des Beckens, dessen ventrale Fläche die von Muskeln unbedeckte Beckenplatte ist, von welcher nach vorn hin 2) der unpaare Fortsatz entspringt, nach den beiden Seiten hin aber 3) die beiden vorderen, lateralen und gegabelten Fortsätze ausgehen; und endlich 4) die beiden nach hinten divergirenden, mit den Zwischenstücken sich verbindenden Schenkel. Das Ganze besteht aus hyalinem, durchaus homogenem Knorpel, an dessen glatter Oberfläche nur da einige Rauhhigkeiten vorkommen, wo besonders kräftige Muskeln ihren Ursprung nehmen; auch fehlen im Becken die bei allen Selachiern und Knorpelganoiden vorkommenden, als Nervenbahnen fungirenden Kanäle.

Gehen wir nun zum nächstdistalen Abschnitte des Gliedmaßenskelets, zum Zwischenstück über, so bietet sich uns dasselbe als ein etwa 1,4 cm langes und circa 0,9 cm breites abgeflachtes Stückchen, das mit mannigfachen Rauhhigkeiten und Fortsätzen ausgestattet ist (Fig. 1 und 2 *Zst*). Während die Lage des Beckens eine horizontale ist, lehnt sich das Zwischenstück mit seiner dorsalen Seite dem Körper des Thieres an, wodurch seine der Lage nach ventrale Fläche zur äußeren wird. Auch sind die genannten Flächen abgeplattet, wodurch der Querschnitt dieses Stückes eine mehr ellipsoide Form annimmt. Wir haben an demselben drei Fortsätze zu unterscheiden: der eine befindet sich am äußeren resp. dorsalen Rande desselben (Fig. 1 X), ist am Ursprunge dick, spitzt sich an seinem Ende zu, krümmt sich etwas nach hinten, und gewinnt auf diese Weise die Form eines Schnabels. Am medialen resp. ventralen Rande befindet sich eine Protuberanz, die sich fast über die ganze Länge desselben ausdehnt (Fig. 1 u. 3 Y). Sie ist stumpf und ihre Oberfläche ist, wie auch der proximale Theil der äußeren Oberfläche des Zwischenstückes selbst, mit Rauhhigkeiten versehen. Endlich befindet sich an der medialen resp. dorsalen Fläche des Zwischenstückes noch ein Fortsatz, der sich wagrecht erhebt, kräftig aber kurz ist, und mit einer knopfartigen Anschwellung aufhört (Fig. 2 z). Alle die beschriebenen Fortsätze des Zwischenstückes spielen eine bedeutende Rolle in der Kenntnis der betreffenden Muskulatur, wie überhaupt das Zwischenstück gleichsam der Knotenpunkt der vom Becken kommenden und zur Flosse verlaufenden Muskeln ist. Mit dem Basale der Flosse steht das Zwischenstück in einer straffen Verbindung, welche nur sehr geringe selbständige Exkursionen der Flosse gestattet<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Das Gelenk zwischen dem Zwischenstück und dem Becken ist das ein-

Auf diese Weise schließt sich das Zwischenstück in seiner lokomotorischen Bedeutung eng dem Basale an, und ist mit demselben als ein Ganzes zu betrachten.

Was nun die Flosse selbst angeht, so besteht dieselbe, wie bekannt, aus einer medialen Reihe auf einander folgender Knorpelstücke, von welchen aus nach beiden Seiten hin knorpelige Radien ausgehen, wodurch dann der biserialer Typus ausgeprägt wird.

Was zunächst den Stamm betrifft (Fig. 1 *Str*<sup>1</sup>, *Str*), so besteht derselbe aus einer Reihe von Knorpelstücken, deren Zahl bei den verschiedenen Individuen beträchtlich variiert. Auf der Fig. 1, welche dem größten Exemplare entnommen ist, zähle ich 16 Stücke, bei einem kleineren Individuum hingegen bloß 12. Sämtliche Exemplare stimmen aber darin überein, dass die Glieder der Stammreihe distalwärts regelmäßig sowohl an Breite, als auch an Dicke abnehmen. Nirgends fand ich ein so unregelmäßiges Verhältnis derselben zu einander, wie es GÜNTHER auf seiner Figur<sup>1</sup> abbildet. An denjenigen Stellen der Stammglieder, an welchen sich Radien ansetzen, bestehen meistens kleine Facetten, Aushöhlungen, welche zur Aufnahme der proximalen Enden der basalen Radienglieder bestimmt sind. Zuweilen, namentlich am proximalen Abschnitte des Stammes, befinden sich diese Facetten an besonderen, an den distalen Enden der Stammglieder vorhandenen seitlichen Vorsprüngen. Viele Radien der rechten Seite verbinden sich mit dem Stamme, ohne dass besondere Aushöhlungen zu diesem Zwecke vorhanden sind. Auch am distalen Theile des Stammes schwinden dieselben, und die sehr kleinen rudimentären Radien haben ihre festere Verbindung mit dem Stamme aufgegeben (vgl. Fig. 1). Manche verbinden sich sogar gar nicht mehr mit demselben. Während die sämtlichen Stammglieder nur in ihrer Größe von einander abweichen, in ihrer Form aber ein-

---

zig wahre, große Exkursionen gestattende Gelenk; alle übrigen Verbindungen sind durchaus straffer Natur. Dasselbe findet auch an der vorderen Gliedmaße statt. »The joint is simple,« sagt GÜNTHER vom Becken-Zwischenstückgelenk, »free, allowing of a considerable amount of motion, its parts being held together by a ligament fastened round its circumference. This is the only true joint in the limb, all the others parts being fixed to one another by connective tissue.« l. c. pag. 532.

<sup>1</sup> l. c. Taf. XXXVI Fig. 4. Von Protopterus hingegen sagt WIEDERSHEIM, dass »in dem Kleinerwerden« der einzelnen Glieder der Stammreihe der Vordergliedmaßen »kein absolut regelmäßiges Verhalten zu erkennen« ist, »in so fern nach einem kleineren Stück in distaler Richtung plötzlich wieder ein beträchtlich größeres kommen kann; es bildet übrigens,« fügt er hinzu, »doch immer nur die Ausnahme«. WIEDERSHEIM, l. c., pag. 173.

ander sehr ähnlich sind, bildet das erste Glied, und zwar bei allen untersuchten Exemplaren, eine bemerkenswerthe Ausnahme (Fig. 1 *Str*<sup>1</sup>). Seiner proximalen Lage gemäß ist es das größte und trägt links zwei Radien, rechts zwei Basalstücke der Radien, von welchen jedes wiederum zwei Reihen von Endgliedstücken trägt. Seine Form stimmt im Ganzen mit derjenigen anderer Glieder überein, unterscheidet sich aber von ihnen dadurch, dass zur Aufnahme der linkerseitigen Radien ganz besondere, mächtig entwickelte Fortsätze vorhanden sind. Der erste derselben befindet sich am proximalen Theile des linken Randes des betreffenden Gliedes, und zeichnet sich durch eine Hervorwölbung seines Außenrandes aus. Der zweite ist bedeutend kleiner und seine Trennung vom Stammgliede ist nur noch durch eine seichte Furchung angedeutet. Sowohl die äußere als auch die innere Oberfläche des ersten Stammgliedes bietet vielfache kleine Rauhigkeiten, und auf der äußeren Fläche derselben befindet sich außerdem noch ein kleiner Höcker (vgl. Fig. 1 *Str*<sup>1</sup>). — Die dem Stamme ansitzenden Radien verhalten sich, was ihre Anzahl betrifft, auf den beiden Seiten desselben verschieden. Die Zahl der ventralen resp. medialen Reihe entspricht genau der Zahl der Gliedstücke des Stammes, während diejenige der dorsalen resp. lateralen Reihe fast genau um das Doppelte größer ist. Die medialen Radien heften sich stets an die distalen Gelenkflächen des Stammgliedes, die lateralen hingegen thun dieses nur zur Hälfte; die zwischenliegenden Radien der lateralen Reihe heften sich aber ohne besondere Gelenkflächen seitens der Stammglieder an dieselben an. Distalwärts werden die Radien beider Reihen rudimentär und ihre Verbindung mit dem Stamme locker. Was jedoch das Zahlenverhältnis beider Reihen angeht, so ist dasselbe am distalen Stamme nicht mehr so regelmäßig wie am proximalen. Namentlich in der lateralen Reihe fehlen zuweilen einige Radienrudimente, oder sie verbinden sich nicht einmal mit dem Stamme.

Nachdem wir die Einzelheiten des Hintergliedmaßenskelets von *Ceratodus* kennen gelernt haben, können wir konstatiren, dass dasselbe, trotz der Einfachheit des Ganzen, sich bedeutend complicirter gestaltet, als bei den früher bearbeiteten Fischen. Dieser Befund äußert sich zunächst in den stark hervortretenden Reliefverhältnissen, in den mannigfaltigen, durch die Muskelwirkung entstandenen Vorsprüngen, Fortsätzen, Leisten etc. Auch was die Beweglichkeit der Flosse betrifft, welche vermöge des Kugelgelenks

zwischen dem Becken und dem Zwischenstück einen hohen Grad erreicht, steht die Hintergliedmaße von *Ceratodus* auf einer bedeutend höheren Stufe als bei den Haien und namentlich der Ganoiden: Vermöge dieses eben erwähnten Gelenkes vollführt die Flosse eben sowohl Adduktions- und Abduktionsbewegungen, als auch Rotationsbewegungen um ihre Längsachse. Zugleich aber ist dieses Gelenk das einzige bedeutende der Gliedmaße, denn sämtliche andere Verbindungen zwischen den Skelettteilen sind ganz solider Natur, und nur die Artikulation zwischen dem Zwischenstück und dem proximalen Stammgliede besitzt eine gewisse geringe Beweglichkeit. Das Flossenskelet hingegen kann, in Folge seiner Starrheit, nur als ein Ganzes aufgefasst werden, als ein Stützorgan für die auf ihm gelagerten Muskeln und das Integument.

#### b. Muskulatur.

Wie bei den schon früher beschriebenen Fischen sind die Seitenrumpfmuskeln von außen und innen von derben Fascien überzogen, welche mit den Zwischensehnen der Muskeln verwachsen sind. In der Medianlinie verbinden sie sich und bilden eine bindegewebige Scheide für den Processus impar des Beckens (vgl. Fig. 3 *Pim*). Zugleich entsteht hier, wie bei den anderen Fischen auch, Fett, das bei *Ceratodus* nicht in dem Maße reichlich entwickelt ist, als z. B. bei den Ganoiden. Diese Fascien gewinnen außerdem wichtige Beziehungen zum Becken, indem sie sich an dasselbe anheften. Die äußere Fascie setzt sich an die Schenkel der paarigen vorderen Beckenfortsätze und an den Vorsprung *Pe* des Gelenkfortsatzes desselben fest (vgl. Fig. 1, 3, 5). Eine dünne Lamelle dieser Fascie erstreckt sich indessen weiter und überzieht sowohl die ventrale Fläche der Beckenplatte, als auch die sämtlichen zur äußeren Flossenhälfte gehörigen Muskeln. Hier verbindet sie sich auch mit den, an den Flossenmuskeln vorhandenen Zwischensehnen (Fig. 3 *Inst*) gerade so, wie mit den Inscriptiones tendineae der Seitenmuskeln. Weiter distalwärts wird sie außerordentlich dünn und von der Stelle an, wo sie nicht mehr auf den Muskeln gelagert ist (Fig. 1 u. 3, 6), verwächst sie mit dem Integumente. Dasselbe Verhältnis besteht auch bei der inneren Seitenmuskelfascie. Ihre Anheftungsstelle an das Becken ist zwischen dem Ansatz der Seitenmuskeln an die dorsale Beckenfläche und dem Ursprunge der inneren Stammuskulatur (vgl. Fig. 4 *Fsin*).

Was die Seitenmuskeln selbst betrifft, so bieten dieselben wenig Eigenthümliches. Die Zwischensehnen sind ziemlich breit und verlaufen schräg von vorn nach hinten und ventralwärts (Fig. 3 und 5 *Ins.*). Zwei dieser Inscriptionen befestigen sich an den beiden Schenkeln der vorderen paarigen Fortsätze des Beckens (vgl. Fig. 3). Die nächst hintere Inscription dient mehreren Fasern der Flossenmuskulatur zum Ansätze und Ursprunge, und dadurch gewinnen dieselben Beziehungen zur Gliedmaßenmuskulatur (vgl. Fig. 3). Der Ansatz der Seitenmuskeln an das Skelet der Gliedmaße ist ein äußerst einfacher. Er erstreckt sich auf der dorsalen Beckenfläche von dem lateralen Höcker (*Pe*) des hinteren Beckenfortsatzes nach vorn bis zu den Schenkeln des vorderen paarigen Fortsatzes desselben. Auf diese Weise wird das Becken durch seine dorsale Fläche festgehalten und bietet als ein fester Punkt der übrigen Muskulatur eine geeignete Ursprungsstätte (vgl. Fig. 4 *Fsin.*). Das Zwischenstück hat keine Beziehungen zur Seitenmuskulatur.

Gehen wir nun zu den Muskeln, welche ausschließlich der Gliedmaße angehören, so wird es zunächst unsere Aufgabe sein, dieselben in Gruppen zu zerlegen, sie im Großen, wie wir es auch bei den anderen Fischen gethan haben, einzutheilen. Die horizontale Lagerung der Flosse bei den Selachiern und Ganoiden erlaubte uns, von vorn herein zwei große Muskelgruppen zu bilden, nämlich eine ventrale und eine dorsale Gruppe. Hier hingegen können die Muskeln nur in eine äußere resp. laterale, und eine innere oder mediale Gruppe eingetheilt werden<sup>1</sup>. Wir könnten zwar die Ausdrücke »dorsal« und »ventral« in Beziehung auf die im vergleichend-anatomischen Theile dieser Arbeit zu begründende Homologie der gleichnamigen Schichten des *Ceratodus* mit den übrigen Fischen auch hier anwenden, also diese beiden Bezeichnungen im rein morphologischen Sinne gebrauchen: doch würde dies Vorgreifen die Beschreibung der Flossenmuskeln bedeutend verwirren. Durch die eigenthümliche Lage der Flossen von *Ceratodus* sind aber die Bezeichnungen »laterale« und »mediale« Muskelschichten auch nicht ganz zutreffend, denn die laterale Schicht hat an ihrem Ursprung am Becken eine rein ventrale Lage, dergleichen auch die mediale Schicht. Halten wir indessen dennoch diese Bezeichnungen fest, so müssen wir von der eigentlichen Flosse ausgehen, wo ja die Flächen eine ausgesprochen laterale und mediale Lage einnehmen. So rechnen

<sup>1</sup> HUMPHRY'S plantar and dorsal portions, l. c. pag. 252.

wir auch am Becken diejenigen Muskeln zur lateralen Schicht, welche, wenngleich eine ventrale Lage einnehmend, zu der lateralen Flossenfläche sich begeben. Dasselbe gilt auch für die mediale Flossenfläche.

#### a) Muskeln der äußeren Flossenfläche.

Wir beginnen unsere specielle Darstellung mit den lateralen Muskeln, weil dieselben sich am besten in natürlicher Lage abzeichnen und demonstrieren lassen. Es haben außerdem die beiden Hauptmuskelschichten der Flosse eine so große Übereinstimmung sowohl in ihrem Bau als auch in den Beziehungen zum Skelet, dass eine ausführliche Beschreibung beider Lagen gar nicht nöthig erscheint. Auch innerhalb der lateralen Schicht lassen sich die Muskeln in zwei Hauptkategorien spalten, die, dem Flossenskelet sich anschließend, die Stamm- und Radialmuskulatur bilden. Erstere folgt in Längszügen dem Stamm, dem Basale metapterygii, letztere hat einen schrägen den Radien entsprechenden Verlauf (vgl. Fig. 3 *Stma* u. *Rdma*). Die Stammmuskulatur setzt sich aus Fasern zusammen, welche längs der Stammreihe verlaufen und durch sieben Zwischensehnen in ihrem Verlaufe unterbrochen sind (Fig. 3 *Inst*<sup>1</sup>). Die Stammmuskulatur kann in zwei über einander liegende Schichten eingetheilt werden, welche indessen nicht scharf von einander zu trennen sind. Die Hauptunterschiede bestehen im Ursprung und Ansatz, und in der damit zusammenhängenden Verschiedenheit der Wirkung der Muskeln. Die oberflächliche Schicht erstreckt sich bis etwa zum sechsten Gliede der Stammreihe (Fig. 3 *6*), während die Fasern der tiefen Schicht schon viel früher am Zwischenstück ihre Ansatzstellen finden (vgl. Fig. 4). Der Ursprung der oberflächlichen Schicht besteht aus zwei Portionen, von welchen die eine (Fig. 3 *Sdp*) vom Becken, die andere aber von der äußeren Seitenmuskelfascie herkommt (Fig. 3 *Sds*). Beide Portionen konvergiren nach hinten zu und vereinigen sich an der ersten Inscriptio tendinea der Stammmuskulatur (Fig. 3 *Inst*). Der Beckenursprung der oberflächlichen Schicht (Fig. 3 *Sdp*) erstreckt sich von der Spitze des lateralen Schenkels des vorderen paarigen Beckenfortsatzes (*PJ*) längs seines hinteren Randes, geht dann auf die äußere Fläche des hinteren Beckenfortsatzes über, wo seine mediale Grenze durch die beschriebene, hier vorhandene Leiste (Fig. 1 *cr*) repräsentirt wird (s. Fig. 6 *USdp*). Bei der Beschreibung der Fascien hatte ich bereits erwähnt, dass das ganze Becken von einer Lamelle

der äußeren Seitenmuskelfascie überzogen wird. Dieselbe steht auch in Beziehung zu der oberflächlichen Schicht, indem zahlreiche Fasern sich mit derselben verbinden und also von ihrer inneren Fläche entspringen (vgl. Fig. 3 *Fsc*). Es muss noch erwähnt werden, dass am lateralen Rande des Beckenursprunges der oberflächlichen Schicht Fasern vorhanden sind, die von dem lateralen Schenkel des Fortsatzes *PJ* nur bis zum nächst hinteren Zwischenbände der Seitenmuskeln verlaufen und sich an dasselbe festheften (vgl. Fig. 3). Von dieser Stelle des Zwischenbandes entspringen auch einige wenige Bündel, die sich dem lateralen Rande des Beckenursprunges der oberflächlichen Schicht anschließen und bis zur ersten Inscription derselben verlaufen (vgl. Fig. 3). — Die zweite, von der Seitenmuskelfascie entspringende Portion der oberflächlichen Schicht ist von dem Beckenursprung der ersten Portion vollkommen getrennt (Fig. 3 *Sds*). Sie besteht aus einer dünnen Lage neben einander liegender Fasern, welche von ihrer Ansatzstelle, also von der ersten Inscription der oberflächlichen Schicht, fächerförmig divergiren, so dass der Ursprung eine ziemlich lange bogenförmige Linie an der Fascie der Seitenmuskeln bildet (Fig. 3 u. 4 *Sds*)<sup>1</sup>. Da der Ursprungstheil der erwähnten Portion von der inneren Fläche der Seitenmuskelfascie herkommt, so kann letztere ungestört über den Muskel zur Flosse hinziehen, wo wir bereits ihr näheres Verhalten geschildert haben. Mit den Seitenmuskeln und deren Zwischensehnen steht die Portion *Sds* in gar keinem Zusammenhang. Zur ersten Inscription angelangt (Fig. 3 *Inst*), verbindet sich der Fascienursprung mit dem Beckenursprunge, wobei die Beckenportion den medialen Theil der Sehne für sich in Anspruch nimmt, der Fascienursprung hingegen den lateralen. Die erwähnte erste Inscription hat, wie die übrigen sechs, einen eigenthümlichen, nach hinten konkaven, bogenförmigen Verlauf. Sie durchsetzt alle Fasern der oberflächlichen Schicht, steht aber mit dem unter derselben liegenden Skelet nicht in Verbindung. Weiterhin zieht die oberflächliche Schicht der Stammmuskulatur, wie erwähnt, auf der Stammreihe, sich auch der sich allmählich verjüngenden Form derselben anpassend. Sie gewährt uns hier ein Bild, welches in dem Verhalten der Seitenmuskeln sein Analogon findet: es sind längsverlaufende Fasern, welche von Zeit zu Zeit von den Zwischensehnen unterbrochen sind. Wie die ganze

<sup>1</sup> HUMPHRY erwähnt diese Portion, lässt dieselbe aber direkt vom Seitenmuskel herkommen. l. c. pag. 253 Fig. 34 auf Taf. XIV.

Stammuskulatur sich distalwärts zuspitzt, so werden auch die Abstände zwischen den Inscriptionen kleiner und sie selbst auch schmaler. Die Muskelpartien zwischen den Sehnen stellen Anfangs ziemlich dicke, etwas gewölbte Abschnitte dar, welche distalwärts immer schwächer werden, und sind in der Gegend des sechsten Stammgliedes von der Fascie und dem Integumente kaum mehr zu trennen. Von dem allgemeinen Verhalten der Stammuskulatur bildet eine Ausnahme ein kleiner Muskel, der sich von dem medialen Abschnitte der ersten Zwischensehne ablöst, eine selbständige, nach hinten und median gerichtete Richtung einschlägt und in der Gegend der zweiten Inscription in eine feine Sehne übergeht, mit welcher sich noch mehrere Muskelbündel der später zu betrachtenden Radialmuskeln verbinden, um sich an der Spitze des zweiten Gliedes des ersten medialen Radius festzuheften (Fig. 3 *ab*).

Von Interesse ist das Verhalten der Zwischensehnen der oberflächlichen Stammuskulatur zu den Gliedern der Stammreihe. Zuerst ist hervorzuheben, dass weder die Inscriptionen noch die Muskelfasern mit dem Knorpel des Flossenskelets im Zusammenhange stehen. Es bilden eine Ausnahme nur einige tiefe Fasern der Stammuskulatur, welche sich am ersten Gliede der Stammreihe festheften (vgl. Fig. 6 *Atst*). Es ist nichts leichter, als die ganze Muskulatur von der Flosse abzuziehen. Dabei ist aber zu bemerken, dass die Inscriptionen den Gliedstücken des Basale durchaus entsprechen, und sich immer zwischen je zwei Artikulationen derselben lagern, so dass ihre ventralen Enden immer zwischen je zwei ventrale Radien zu liegen kommen. Auf den dorsalen Radien, welche wegen ihrer größeren Anzahl dicht an einander liegen, verlaufen die Enden der Inscriptionen über dieselben hinweg.

Von der oberflächlichen lateralen Stammuskulatur lässt sich, wie gesagt, eine tiefere Schicht abtrennen. Sie setzt sich zusammen: erstlich aus denjenigen Muskeln, welche vom Becken zum Zwischenstück verlaufen (Fig. 5 *Sdp<sup>I</sup>* u. *Sdp<sup>II</sup>*); zweitens aus Muskeln, die, der Richtung der Radien sich accommodirend, mit denselben zusammen verlaufen, und die ich als Radialmuskeln bereits genannt habe (Fig. 3 *Rdma*). Demnach ist es offenbar, dass die tiefe Schicht im Gegensatz zur oberflächlichen aus lauter einzelnen in proximo-distaler Richtung unzusammenhängenden Muskeln besteht, welche nur darin übereinstimmen, dass sie eben von der oberflächlichen Schicht bedeckt sind. — Gehen wir zunächst zu der Muskelgruppe, welche das Becken mit dem Zwischenstück verbindet,

über. Hier treten uns zwei Muskeln entgegen, die von einander gnt abzusondern sind (Fig. 5 *Sdp<sup>I</sup>* u. *Sdp<sup>II</sup>*). Der eine (*Sdp<sup>I</sup>*) entspringt längs des ganzen lateralen Randes des hinteren Beckenfortsatzes, das knopfartige Ende des lateralen Höckers *Pe* frei lassend, an welchen, wie wir wissen, sich die Seitenmuskeln festsetzen (Fig. 6 *USdp<sup>I</sup>* u. *Asm*). Es ist ein dicker, schöner Muskel, dessen Fasern an der Oberfläche in zahlreiche Sehnen übergehen. Von seinem Ursprunge aus verlaufen die Fasern schräg auf der etwas gewölbten Fläche des hinteren Beckenfortsatzes über die Artikulation desselben mit dem Zwischenstück hinweg, und setzen sich an die mediale Protuberanz des Zwischenstückes fest (Fig. 1 *Y* u. Fig. 6 *Asdp<sup>I</sup>*). Was jedoch diesen Muskel nicht vollständig von dem Beckenrsprung der oberflächlichen Stammuskulatur abtrennen lässt, ist der Umstand, dass einige seiner Sehnen sich mit der ersten Inscription dieser Schicht verbinden. Der zweite Muskel (Fig. 5 *Sdp<sup>II</sup>*) schließt sich in seinem Verlaufe eng dem vorhergehenden an. Seine tieferen Fasern entspringen von der dorsalen Fläche des lateralen Randes des hinteren Beckenfortsatzes, so dass die eigentliche Kante desselben zwischen den Ursprüngen der beiden Muskeln zu liegen kommt (vgl. Fig. 4 *USdp<sup>II</sup>*). Die oberflächlichen Fasern nehmen jedoch ihren Ursprung von einer Sehne der Seitenmuskeln, welche von dem Höcker *Pe* zum lateralen Schenkel des Fortsatzes *PJ* des Beckens hinzieht. Nun ziehen die Fasern dieses Muskels, wie die des vorigen, über die Artikulationsfläche des Beckens mit dem Zwischenstück, und finden ihre Hauptansatzstellen am lateralen Fortsatze (X) des Zwischenstückes (vgl. Fig. 6 *ASdp<sup>II</sup>*). Die oberflächlichen Fasern verbinden sich jedoch, eben so wie diejenigen des Muskels *Sdp<sup>I</sup>* mit dem lateralen Theil der ersten Inscription der oberflächlichen Schicht.

Die zweite Gruppe der Muskeln der tiefen Schicht bilden nun die Radialmuskeln. Letztere können in zwei Abschnitte gesondert werden: in diejenigen, welche von Skelettheilen entspringen und sich auch an solche festsetzen, und in diejenigen, welche mit dem Skelet in keinerlei Beziehung stehen. Diese Gruppen sind nun, was ihre Lage angeht, von einander geschieden, gehen aber sonst kontinuierlich in einander über. — Die mit dem Skelet in Beziehung stehenden radialen Muskeln befinden sich vorn und verlaufen vom Zwischenstück zu den vordersten Radien (Fig. 3 *Rdms* u. *Rdmv*). Sie entspringen von dem Fortsatze X des Zwischenstückes (Fig. 6 *Rdms*), sind Anfangs von der über sie hinwegziehenden Stammuskulatur bedeckt, kommen dann am lateralen Rande derselben hervor, ver-

laufen, die lateralen, schräg nach hinten und lateralwärts und setzen sich circa an die vier ersten lateralen resp. dorsalen Radien mit ihren tieferen Fasern fest (Fig. 6 *Alrd*). Die oberflächlichen Fasern stehen indessen in Verbindung mit den sog. Hornfäden des sekundären Flossenskelets. Auf der lateralen Flossenseite lässt sich der Unterschied im Verlaufe dieser wenigen Muskelbündel von den nächst hinten gelegenen, zur zweiten Gruppe der radialen Muskeln gehörigen, wahrnehmen, indem ihre Richtung eine viel mehr nach hinten gerichtete ist. Auf der medialen resp. ventralen Flossenseite (Fig. 3 *Rdmv*) ist dieses viel weniger der Fall. Hier schließen sich die mit dem Skelet sich verbindenden radialen Muskeln eng an die übrigen an, unterscheiden sich aber von den eben betrachteten der lateralen Seite (*Rdms*) dadurch, dass die ersten Bündel sich weder an die Skelettheile noch an die Hornfäden festsetzen, sondern sich mit der bereits beschriebenen Sehne des Muskels *Ab* verbinden. Sonst verhalten sie sich ganz wie diejenigen der lateralen Seite, sind mit denselben gleichen Ursprungs und setzen sich an die laterale Fläche des ersten Radius fest (Fig. 6 *Amrd*). Die Bündel der zweiten Gruppe der radialen Muskeln (Fig. 3 *Rdma*) stehen, wie eben erwähnt, in gar keinem Zusammenhang mit dem Skelet. Ihre Richtung entspricht derjenigen der Radien, welche sie bis zur Gegend des sechsten Stammgliedes vollständig bedecken. Sie entspringen von den Inscriptionen der Stammmuskulatur und zwar von den hinteren, verbreiterten Enden derselben. Demgemäß liegen die einzelnen von einem Zwischenbände kommenden Bündel an ihrem Ursprungstheil nicht parallel neben einander. Die weiter hinten gelegenen beschreiben, — sei es nach außen, auf der medialen Flossenseite, oder nach innen, auf der lateralen, — leichte Bogen, um zu den ihnen zum Ansatz dienenden Hornfäden zu gelangen. Auch ist die Form dieser Muskeln am Ursprungstheil etwas komprimirt, von ovalem Querschnitte, während sie sich distalwärts verbreiten, aponeurotisch werden und mit ihren Endsehnen eine Anzahl von Hornfäden umfassen. Vom sechsten Gliede der Stammreihe an werden die Radialmuskeln außerordentlich dünn und schwächig, bestehen aus einer geringen Anzahl von Bündelchen, welche nur mit Mühe von der hier bereits mit dem Integument verwachsenen Fascie abzulösen sind. Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die Radialmuskeln auch da noch vorkommen, wo bereits die Stammmuskulatur nicht mehr vorhanden ist, ihnen also die Ursprungsstätte fehlt. Sie stellen hier wahrscheinlich, eben so wie die Radien, die eben-

falls mit dem Stamme nur locker verbunden sind, Gebilde vor, die jetzt ganz ohne funktionelle Bedeutung sind.

Da wir nun die Muskeln der äußeren Gliedmaßenfläche kennen gelernt haben, werfen wir einen Rückblick auf das Ganze.

Zu allererst muss ganz besonders betont werden, dass die angeführten Schichten und Gruppen keineswegs scharf von einander geschieden sind, wie es etwa nach der Beschreibung scheinen dürfte. Hier besteht dasselbe Verhältnis, wie bei den früher bearbeiteten Fischen, wo die Muskulatur gleichsam eine zusammenhängende Hülle des Skelets bildet. Der Deutlichkeit halber mussten selbstverständlich sowohl die Beschreibung als auch die Zeichnungen etwas schematisch werden, welches Verfahren dem Leser das Gewirre durch einander geflochtener Muskelfasern nur veranschaulichen kann. Es ist auch einleuchtend, dass Vieles von der Präparation selbst abhängig ist, dass Manches auf künstlichem Wege hergestellt ist und nur eine relative Selbständigkeit besitzt. Deshalb möchte ich, um allen Missverständnissen auszuweichen, die, als selbständige Schichten oder Muskeln beschriebenen Theile als Kategorien von Muskelfasern aufgefasst wissen, welche sich im Ansatz, in ihrer Lagerung und im Ursprunge von einander unterscheiden, die jedoch alle einem großen, zusammenhängenden System der äußeren Flossenmuskulatur angehören. Eine größere Selbständigkeit der beschriebenen Muskeln besteht selbstverständlich da, wo zwischen dem Ursprung und dem Ansatz eine wichtige Gelenkverbindung besteht, so z. B. bei den Muskeln, welche vom Becken zum Zwischenstück verlaufen, und vom letzteren zu den vordersten Radien. Vermöge der Starrheit der Flosse aber, die nur in toto bewegt werden kann, sind die Muskeln auf derselben äußerst wenig differenziert, und können nur alle zusammen ihre Wirkung hervorbringen. Es kann hier natürlich nur von einer Abduktion die Rede sein. Wenn überhaupt ein geringer Grad einer Rotation der Flosse vorkommt, was ja durch das Gelenk zwischen dem Becken und dem Zwischenstück ermöglicht ist, so können dabei nur die Muskeln der tieferen Schicht thätig sein und zwar die vom Becken zum Zwischenstück verlaufenden *Mm. Spd<sup>I</sup>* u. *Spd<sup>II</sup>* (Fig. 5).

#### β) Muskeln der inneren Fläche.

Wie bereits erwähnt, ist die Ähnlichkeit der Flossenmuskeln der äußeren und inneren Fläche so groß, dass ich nach der voran-

gegangenen Beschreibung nur Weniges über die letzteren hinzuzufügen brauche. Eben so besteht auch hier eine oberflächliche und tiefe Schicht, eine Stamm- und eine Radialmuskulatur, deren gegenseitige Beziehungen die nämlichen, wie auf der äußeren Fläche (vgl. Fig. 4 *Stmi* und *Rdmi*) sind. Während aber der Ursprungstheil der lateralen Stammmuskulatur aus zwei Portionen besteht, von welchen die eine, wie wir wissen, von der äußeren Seitenmuskelfascie entspringt, ist an der inneren Muskulatur nur der Beckenursprung vorhanden. Er nimmt den ganzen mittleren Theil des durch die beiden hinteren Beckenschenkel gebildeten Bogens ein und reicht auf der ventralen Fläche nach vorn bis zur »Platte« des Beckens (vgl. Fig. 3 *Stmi*); an den Seiten erstreckt er sich bis zur Leiste *cr* (Fig. 1), und geht dann auf die dorsale Beckenfläche über. Hier reicht er bis zum Ursprung des vorderen unpaaren Fortsatzes nach vorn und verläuft neben dem Ansätze der Seitenmuskeln nach hinten (Fig. 4 *Stmi*). Hier ist sein vorderer resp. lateraler Theil von einer dicken Fascie bedeckt, die sich mit dem Beckenansätze der inneren Seitenmuskelfascie verbindet (Fig. 4 *Fsin*) und den zahlreichen oberflächlichen Fasern zum Ursprung dient. Es ist durch die Lagerung des Beckenursprungs der inneren Stammmuskulatur gegeben, dass die gleichnamigen Muskeln der beiden Gliedmaßen hier zusammenstoßen müssen. Das gleiche Verhältnis bestand auch bei den Haifischen, wo wir zwischen den beiderseitigen Muskeln ein Bindegewebsseptum angetroffen haben, welches eine vollkommene Scheidung derselben hervorbrachte<sup>1</sup>. Bei *Ceratodus* ist dieses nicht der Fall (vgl. Fig. 3 *Stmi*). Hier ist die ganze ventrale Fläche aponeurotisch und die Fasern beider Muskeln sind innig mit einander verflochten: sie durchkreuzen sich und es scheint, dass die Fasern der linken Seite auf die rechte übergehen und umgekehrt. Die Fasern des Muskels stellen einen dicken, schönen Muskelbauch dar, der lateralwärts sich zur dorsalen resp. inneren Fläche des Zwischenstückes begiebt, wo seine medialen resp. dorsalen Fasern sich ansetzen. Es ist namentlich die am medialen Rande des Zwischenstückes vorhandene Protuberanz, die hier in Betracht kommt (vgl. Fig. 2 *Y*). Indessen dient auch der median gerichtete Fortsatz *z* (Fig. 2) zum Ansätze der tieferen Muskelfasern. Nur der hintere mediale Rand des Zwischenstückes wird vom Ansätze der inneren Stammmuskulatur nicht eingenommen, und dient

<sup>1</sup> Vgl. meine Untersuchungen I. Theil. Morph. Jahrb. Bd. V. Taf. XXIX, Fig. 11, 12, 13 *S*.

zum Ursprunge der tieferen zur Radialmuskulatur zu rechnenden Schicht.

Während sich also die tieferen Fasern schon am Zwischenstücke festsetzen, verlaufen die oberflächlichen weiter zur Flosse und werden zur Stammuskulatur derselben. Sie sind eben so wie diejenigen der äußeren Flossenfläche von Zwischensehnen unterbrochen und reichen distalwärts eben so weit. — Die tiefe Schicht ist noch weniger differenzirt als auf der äußeren Fläche. Zwischen dem Becken und dem Zwischenstück habe ich keine besonderen Muskeln anzuführen. Hingegen besteht zwischen dem letzteren und den ersten Radien eine besondere Muskulatur, welche von dem medialen und hinteren Rande des Zwischenstückes entspringt und sich an die dorsale resp. innere Fläche des ersten medialen resp. ventralen Radius festheftet. Auch zu den ersten lateralen resp. dorsalen Radien verlaufen tief gelegene Muskelfasern vom Zwischenstücke. Sie sind jedoch nicht so selbständig wie diejenigen der lateralen Seite. Über die Radialmuskulatur der inneren Flossenseite habe ich nichts hinzuzufügen, da sie sich ganz eben so wie auf der äußeren Flossenfläche verhält.

Die Wirkung der Muskeln der inneren Flossenseite kann nur eine adductorische sein, und wir konstatiren hiermit, dass die beiden großen Muskelgruppen, die laterale und mediale, der hinteren Gliedmaße Antagonisten sind: die ersteren sind Abductoren, die letzteren Adductoren.

#### e. Das Nervensystem.

Die die Gliedmaßen versorgenden Nerven sind ventrale Äste der Spinalnerven. Sie verlaufen auf der inneren Fläche der Seitennuskeln und sind von der inneren Fascie derselben, so wie auch vom Peritoneum bedeckt. Die vorderen, noch nicht im Zusammenhang mit der Gliedmaße stehenden ventralen Äste sind dünn und verästeln sich sehr bald in dem von ihnen innervirten Myocomma. Es ist dieses Verhältnis festzuhalten, da die Gliedmaßennerven hiervon eine Ausnahme machen. Sie beschränken sich nicht mehr auf das ihnen zukommende Myocomma, sondern verlaufen zum nächst hinteren und verbinden sich mit dem daselbst gelagerten Nerven (vgl. Fig. 7). Auch sind fast alle Gliedmaßennerven, namentlich die mehr distal gelegenen, eigenthümlich breit und dünn, die stärksten von ihnen sogar bandartig durchsichtig und stehen alle ver-

mittels Anastomosen oder eines Collector (Fig. 7 c) in Verbindung mit einander. Ihre Reihenzahl kann ich nur annähernd angeben, da das Bestimmen derselben immer seine Schwierigkeiten hat, wenn die Eingeweide und der Schultergürtel nicht verletzt werden sollen. Bei einem Exemplare, das ich Prof. GEGENBAUR verdanke, und das allerdings kleiner war als die beiden übrigen, habe ich indessen die Reihenzahl bestimmen können, und fand, dass der erste Gliedmaßennerv der 19. ventrale Ast ist. Die Gesamtzahl der Gliedmaßennerven ist hingegen ziemlich konstant und variirt, wie es scheint, nur äußerst wenig (1—2 Nerven). Da jedoch die Anastomosen der vordersten Nerven sehr fein sind, und ihre Präparation große Schwierigkeiten bietet, so kann es natürlich vorkommen, dass im gegebenen Fall die Anastomose eines oder zweier Nerven nicht aufzufinden ist. Es kommt aber wenig darauf an, ob wir einen ventralen Ast mehr oder weniger zu den Gliedmaßennerven hinzuzählen. Das Wichtigste bleibt immer der Modus ihrer Verästelung und Verbindung mit einander. Ich werde bei der Beschreibung der Nerven mich auf das größte und besterhaltene Ceratodusexemplar stützen, und nur Dasjenige vorführen, was ich selbst mit vollkommener Sicherheit erkannt habe.

Ich fand zwölf ventrale Äste, welche im Zusammenhang mit den Muskeln der Gliedmaße stehen (Fig. 7 1—12). Nur die vier hintersten Gliedmaßennerven verlaufen direkt zur Extremität: alle übrigen sind, — sei es durch feine Anastomosen, oder durch einen Collectivstamm, — mit derselben nur indirekt verbunden. Bei den vier ersten Nerven (Fig. 7 1—4) sind die Anastomosen unregelmäßig, zum Theil feine Ansaen, die bald ganz an der Peripherie, bald auch mehr central sich finden. Die Endzweige dieser Nerven verästeln sich in den Fasern ihres Myocomma, und ihr Stamm ist meistens sogleich hinter einem Zwischenbande der Seitenmuskeln gelegen. Die vier folgenden Nerven (Fig. 7 5—8) gewinnen schon mehr den Charakter echter Gliedmaßennerven. Sie sind bedeutend kräftiger als die vorigen, und schlagen bereits eine mehr oder weniger nach vorn gerichtete Bahn ein. Ihre feinen zur Seitenmuskulatur abgehenden Zweige entspringen mehr central, wesshalb sie auch auf der Figur nur zum Theil dargestellt werden konnten, und lösen sich sofort in derselben auf. Anders verhalten sich die Endäste. Meistens zwei an Zahl, verlaufen sie, ohne Muskelzweige abzugeben, bis zum Collector (Fig. 7 c), und gehen vollständig in denselben ein. Nur die Äste des 7. u. 8. Nerven verbinden sich unter einander noch

bevor sie den Sammelnerven erreicht haben. Letzterer nimmt aber seine Entstehung von dem vorderen Aste des fünften Gliedmaßen-nerven, und verläuft, die anderen in sich aufnehmend, zur Seite der Medianlinie nach vorn und nimmt allmählich an Dicke zu. Ähnliche Verhältnisse der Gliedmaßennerven fanden wir schon bei den Haien und Ganoiden; jedoch finde ich bei *Ceratodus* nicht die vom Collector zur Seitenmuskulatur in regelmäßigen Abständen abgehenden Zweige. Nachdem derselbe die verbundenen Äste des 8. und 7. Nerven aufgenommen, stellt er einen dicken Stamm vor, der sich in zwei Äste spaltet, welche sich mit dem Stamme des 9. Nerven verbinden. Der mediale (Fig. 7 *ac*) ist ein dünnes Fädchen und nimmt den vorderen Zweig des 8. Nerven in sich auf. Vom Ursprungstheil des lateralen Astes (Fig. 7 *al*), der seiner Stärke wegen als Fortsetzung des Collectors aufgefasst werden kann, entsteht ein Nervenfädchen, welches sich bald, wie es scheint in den Seitenmuskeln auflöst (*ns*). Nach der Vereinigung der Äste des Collectors mit dem Stamme des 9. Nerven entsteht ein Plexus, in welchen die Elemente der drei übrigen und letzten Nerven der Gliedmaße eingehen. Es wäre eine überflüssige Arbeit, eine genaue Beschreibung dieses Plexus zu geben, da derselbe außerordentlich complicirt und außerdem sehr variabel ist. Die gegebene Figur (7) mag die Verhältnisse, wie sie hier im speciellen Falle bei dem größten untersuchten Exemplare vorliegen, veranschaulichen. Auch die Lagebeziehung des Plexus zum Skelet ist daraus ersichtlich. Wir sehen, dass derselbe im Bereiche des Zwischenstückes sich findet.

Das Wesentliche dieser Plexusbildung besteht jedoch darin, dass sämtliche Gliedmaßennerven sich hier verbinden, so dass die die Gliedmaßenmuskeln innervirenden Endäste des Plexus im innigsten Zusammenhange unter einander stehen. — Aus dem Plexus gehen sechs Nerven hervor, von welchen drei auf die laterale ( $d^1, d^2, d^3$ ) Flossen-seite, drei auf die mediale ( $v^1, v^2, v^3$ ) verlaufen. Verfolgen wir z. B. den ersten sich in die Äste  $d^1$  und  $v^1$  spaltenden Nerven, so sehen wir, dass derselbe sich aus den Elementen aller Gliedmaßennerven zusammensetzt. Vom Collector bekommt derselbe das Ästchen  $Cv^1$ , vom 9. Nerven den Ast  $9v^1$ , mit dem 10. steht er in Verbindung durch das Ästchen  $10v^1$ , und vom 11. Nerven, welcher durch den Ast  $a^{12}$  mit dem 12. und letzten Gliedmaßennerven in Verbindung steht, den Ast  $11v^1$ . Auf eine ähnliche Art setzen sich auch die übrigen Endäste des Plexus zusammen.

Was nun das specielle Verhalten der Endäste angeht, so kann

ich, wegen ihrer außerordentlichen Feinheit, nur ihr verhältnismäßig gröberes Verhalten angeben, da bei ihren peripherischen Verzweigungen mir die nöthige Sicherheit abgeht. Alle peripheren Nerven des Plexus verlaufen, wie bei den Haien, auf dem Skelet, und nur ihre Äste begeben sich in die Muskeln hinein. Der erste mediale Endast des Plexus ( $v^1$ ) begiebt sich auf das Zwischenstück unmittelbar vor dem Vorsprunge  $x$  desselben, und verläuft dann um den Fortsatz  $z$  (vgl. Fig. 7). Hier giebt er mehrere Zweige ab, welche sich in der sie bedeckenden Muskulatur des Stammes verästeln. Dann verbindet er sich mit dem Aste  $v^2$  und verläuft weiter am Rande des Basale auf den Radien, wo er mehrere sich in der Radialmuskulatur der betreffenden Seite auflösende Zweige abgiebt. Der Endast  $v^2$  verläuft zur anderen Seite des Fortsatzes  $z$  und nach seiner Verbindung mit dem Aste  $v^2$  läuft er Anfangs auf den beiden ersten Basalgliedern der Stammreihe, und begiebt sich mit dem Aste  $v^1$  gemeinschaftlich auf die dorsale Flossenseite, wo er ebenfalls Zweige zur Radialmuskulatur entsendet. Der dritte Ast endlich ( $v^3$ ) berührt das Zwischenstück gar nicht und ist einzig und allein für die ventrale resp. mediale Flossenseite bestimmt. Er verläuft auf den Radien der erwähnten Seite, und spaltet sich in mehrere sehr feine Endäste, die in den betreffenden Radialmuskeln ihr Endziel finden. — Es findet annähernd dasselbe Verhalten auch auf der äußeren Flossenfläche statt. Jedenfalls können wir konstatiren, dass auf jeder Flossenfläche Längsstämme am Basale verlaufen, ferner, dass auf der dorsalen resp. lateralen Flossenseite die Nerven zahlreicher sind als auf der ventralen. Es ist natürlich anzunehmen, dass die Flossennerven in ihrem Verlaufe noch viel mehr Ästchen zu den sie umgebenden Muskeln abgeben, als es auf der Figur aufgezeichnet ist. Ich habe aber absichtlich nur diejenigen aufgezeichnet, welche ich mit Sicherheit erkannt habe.

Aus der Anordnung des Nervensystems des *Ceratodus* sehen wir, dass wir hier eine Einrichtung haben, welche für uns nicht mehr neu ist. Wir fanden bereits bei den Haien analoge Verhältnisse. Es findet hier dieselbe Verbindung der ventralen Spinaläste durch einen Sammelnerven, die Spaltung der Endäste in zwei Hauptkategorien, in diejenige der äußeren und inneren resp. ventralen und dorsalen Flossenfläche statt. Der Plexus, welcher bei den Haien in der Gliedmaße selbst stattfindet, ist hier vor der Gliedmaße gelagert und erinnert somit an die Befunde bei der *Chimaera*. Bei den Haien fanden wir auf jeder Fläche einen am Basale verlaufenden Längs-

stamm, hier dagegen können wir zwei unterscheiden, was mit der biserialen Anordnung des Skelets und der Muskeln im Einklang steht. Was den allgemeinen Verlauf der Endäste des Plexus betrifft, so können wir konstatiren, dass er bei *Ceratodus* ein einfacher ist, in so fern die Nervenkanäle am Becken fehlen. Es findet ferner hier kein Winden der Äste einer der beiden Flossenflächen, etwa um das Zwischenstück, statt, wie es die ventralen Äste der Haie um das Basale metapterygii thun.

Was die aus diesen Befunden folgenden Konsequenzen betrifft, verweise ich auf den nächsten, vergleichenden Theil dieser Arbeit.

---

## 2) Vergleichender Theil.

Nachdem wir die Hintergliedmaße von *Ceratodus* in allen ihren Einzelheiten kennen gelernt haben, ist es unsere Aufgabe, dieselbe einer vergleichend-anatomischen Prüfung zu unterwerfen. die Homologie ihrer einzelnen Theile bei den schon früher untersuchten Fischen aufzufinden.

Es ist wohl kaum daran zu zweifeln, dass das Becken des *Ceratodus* dem Becken der Selachier homolog ist. Dafür spricht seine Lage in der Medianlinie der Bauchfläche, der Ansatz der Seitenmuskeln an dasselbe, und der Ursprung der die Flossen bewegenden Muskulatur. Es ist ein homogenes Stück, welches, wie bei vielen Haien, keine mediane Trennung in zwei Hälften aufweist. Seine, bei *Ceratodus* so mächtige Ausbildung, die mannigfachen Fortsätze, Leisten und Vorsprünge, sind durch die Größe und durch die damit im Zusammenhang stehende Leistungsfähigkeit der Muskulatur zu erklären. Unsere Aufgabe ist es aber nachzusehen, ob alle diese Differenzirungen des *Ceratodus*-Beckens etwas specifisch Neues vorstellen, oder ob sie, namentlich die Fortsätze, nicht schon bei den Haien im rückgebildeten Zustande anzutreffen seien.

Was zunächst den vorderen unpaaren Fortsatz angeht, so finden sich bei einigen Haien Anknüpfungspunkte. Ich erinnere an das Becken von *Heptanchus*, das »eine rechteckige Platte vorstellt, welche in der Mittellinie einen nach vorn gerichteten, kurzen und abgerundeten Vorsprung besitzt«<sup>1</sup>. Eben so wie bei *Ceratodus* ist dieser

---

<sup>1</sup> Meine Untersuchungen 1. Theil pag. 453. Vgl. auch d. gegebene Abbildung des Beckens v. *Heptanchus* auf Taf. XXVIII Fig. 1.

Vorsprung im Bindegewebe der Medianlinie eingebettet, und ist bei *Heptanchus* offenbar rückgebildet. Die Differenz liegt also nur in der Größe der beiden Fortsätze. Berücksichtigen wir aber, dass die Länge dieses Fortsatzes bei *Ceratodus* auch beträchtlichen Schwankungen<sup>1</sup> unterworfen ist, was wahrscheinlich auch bei *Heptanchus* stattfindet, so fällt dieses Argument von selbst weg. — Ich kann nicht umhin, hier noch darauf hinzuweisen, dass bei den geschwänzten Amphibien solche unpaare, nach vorn gerichtete, zuweilen einfache (*Proteus*), bald aber gegabelte (*Salamandrinen*) Fortsätze fast allgemein vorkommen. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dass die Amphibien gerade in dieser Hinsicht eine primitive Eigenschaft beibehalten haben, während dieselbe bei den höheren Wirbelthieren und den übrigen Fischen fast vollständig verloren gegangen ist. Es ist schwer, über die Bedeutung und die Genese dieses Fortsatzes etwas Bestimmtes zu sagen. Er dient bei *Ceratodus* jedenfalls zur besseren Fixirung des Beckens an den Rumpf, und seine Größe steht im direkten Verhältnis zur Größe und Leistungsfähigkeit der ganzen Gliedmaße. Die Genese ist hingegen dunkel.

Gehen wir zu den vorderen paarigen lateralwärts gerichteten Fortsätzen des *Ceratodus*-Beckens über, so bieten uns dieselben nur geringere Schwierigkeiten, als der eben betrachtete vordere. Wir erkennen in denselben sofort die an den nämlichen Stellen sich findenden, dorsal gerichteten Fortsätze der *Plagiostomen*, der *Holocephalen* und der knorpeligen *Ganoiden*<sup>2</sup>. Vermöge ihrer geringen Entfaltung bei *Ceratodus* ist ihre dorsale Richtung weniger ausgesprochen, als z. B. bei der *Chimaera*, wo sie eine bedeutende Größe erreichen. Auch mag das wohl noch damit zusammenhängen, dass das Becken der *Selachier* um Vieles breiter ist, fast die ganze Bauchfläche als eine quere Spange durchzieht. In Folge dessen müssen auch die betreffenden Fortsätze, eine dorsale Richtung einschlagen. Sehr charakteristisch für dieselben ist ihre oberflächliche Lage und der Ansatz der Seitenmuskeln an dieselben. Diese Fortsätze entsprechen also den dorsalen Abschnitten des Beckengürtels, dem *Ilium*, was ich später, bei der Betrachtung der Muskeln noch näher begründen will. — Die beiden hinteren, sich mit dem Zwischenstück verbindenden Beckenschenkel sind jedenfalls dieselben Gebilde, welche (in sehr rückgebildetem Zustande) auch bei den Haien die Artiku-

<sup>1</sup> Wie bereits erwähnt zwischen 5 und 7 cm.

<sup>2</sup> Meine Untersuchungen I. Th. Taf. XXVIII Fig. 2 J, 3 u. 5 Pd.

lation des Beckens mit dem Basale metapterygii vermitteln. Eine auffallende Ähnlichkeit in dieser Beziehung besteht mit der Chimaera, wo ganz die gleichen Stellen des Beckens sich zu Fortsätzen entwickeln, welche das Basale tragen<sup>1</sup>.

Es fehlt somit bei den Haien kein einziger Theil des Ceratodus-Beckens, alle Abschnitte sind aber bei den ersteren mehr oder weniger rückgebildet. Nur bei Chimaera ist der dorsale Beckenfortsatz entwickelter als bei Ceratodus. Eine Eigenthümlichkeit des Ceratodus-Beckens ist aber das vollkommene Fehlen von Nervenkanälen. Erinnerung man sich, dass solche Löcher bei allen bisher untersuchten mit einem Becken versehenen Fischen, vorkommen, mit Ausnahme des Polypterus, so ist das Nichtvorhandensein derselben bei Ceratodus befremdend. Indessen sind diese Nervenkanäle gewiss nicht als etwas Primitives aufzufassen. Sie sind vielmehr dadurch bei den Selachiern entstanden, dass die am Becken verlaufenden Nerven, durch die Verbreiterung desselben in den Knorpel aufgenommen wurden. Wir sehen, dass auch bei den Selachiern die Zahl dieser Löcher sehr variabel ist, und haben daher kein zu großes Gewicht auf dieselben zu legen. Immerhin muss daran festgehalten werden, dass überall da, wo solche Nervenkanäle vorkommen, sie immer dem Becken, also dem eigentlichen Gliedmaßenbogen angehören.

Beim Zwischenstück entsteht die Frage, ob dasselbe als erstes Glied der Stammreihe aufzufassen ist, oder als ein ganz besonderes, eingeschaltetes oder gar vom Becken abgelöstes Stück? Für die beiden letzten Annahmen besteht nur eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit. Für die erstere spricht aber zuerst das zwischen dem Becken und dem Zwischenstück vorhandene Gelenk, das bei allen Selachiern zwischen dem Becken und dem Basale sich findet; ferner auch die innige Verbindung dieses Stückes mit dem Basale, und endlich das sporadische Vorkommen einiger, dem Zwischenstück ansitzender Radien. Ich selbst habe niemals an demselben Radien gefunden: auch GÜNTHER erwähnt in seiner Beschreibung einen solchen Befund nicht. Auf seiner Abbildung<sup>2</sup> finden sich jedoch der rechten Seite des Zwischenstückes ansitzende Radien. Der erste ist vom Zwischenstück abgelöst und besteht aus einem basalen Gliede, das zwei Radien von welchen der eine aus einem Gliedstücke, der andere aus zweien besteht, trägt. Dieser Umstand ist in so fern

<sup>1</sup> Ebend. Fig. 3.

<sup>2</sup> l. c. Taf. XXXVI.

von großer Bedeutung, als wir dadurch auf das Unzweifelhafteste von der Natur des Zwischenstückes, als ersten Gliedes der Stammreihe, überzeugt werden<sup>1</sup>.

Das erste radientragende Glied der Stammreihe ist, wie wir sehen, von den anderen verschieden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dasselbe zum Theil aus mit einander verschmolzenen Basalgliedern der Radien besteht. Die Ansicht, dass dieses Stück vermöge seiner bedeutenden Größe sich in Anpassung an die ihm ansitzenden Radien gliedert, scheint mir jedoch plausibler zu sein. Die bestehenden Furchen und Fortsätze sind auch an den übrigen Gliedern der Stammreihe in geringerer Entwicklung anzutreffen. Der erste große den ersten linken Radius tragende Fortsatz ist mit dem Körper des ersten Stammreihengliedes kontinuierlich verbunden, und es besteht auch nicht die geringste Spur einer ehemaligen Trennung. Wollten wir Fortsätze solcher Art als aus den Verschmelzungen der basalen Radialglieder mit dem Stammgliede entstanden deuten, so müssten wir konsequenterweise auch die Fortsätze des Zwischenstückes auf diese Art erklären. Wir haben aber gesehen, dass diese Differenzirungen des Zwischenstückes mit den Muskeln im Zusammenhang stehen. Ganz dasselbe findet auch bei dem ersten radientragenden Stammreihengliede statt. Hätte GÜNTHER diese Verhältnisse berücksichtigt, so würde er gewiss nicht die Vermuthung ausgesprochen haben, dass das erste radientragende Stammglied des *Ceratodus* möglicherweise den zusammengefügtten Pro-, Meso- und Metapterygium der Plagiostomen entspreche. Er spricht diese Vermuthung allerdings in Rücksicht der vorderen Gliedmaße aus, aber seiner Beschreibung und Abbildung nach ist dieses Stück an den beiden Gliedmaßen vollkommen gleichartig beschaffen. Man braucht nur die betreffenden Figuren mit einander zu vergleichen, um sich davon zu überzeugen<sup>2</sup>. Auch was das Zwischenstück betrifft, so spricht sich

<sup>1</sup> Ich glaube nicht zu irren, wenn ich das erste Flossenglied des Protopterus (vordere Glieder) dem Zwischenstück des *Ceratodus* für homolog halte. Es spricht dafür zuerst seine Artikulation mit dem Schultergürtel, ferner die Entwicklung verschiedener Fortsätze etc. Dass diese Fortsätze »einst knorpelige Strahlen getragen haben müssen, lehrt ein Blick auf die *Ceratodus*-Extremität, wo solche jetzt noch vorkommen«. Hier meint WIEDERSHEIM vielleicht das erste radientragende Stammglied. Dass aber auch am Zwischenstück Radien vorkommen können, ist aus GÜNTHER's eben angeführter Abbildung zu ersehen. Vgl. WIEDERSHEIM, Jen. Zeitschr. Bd. XIV. pag. 173 (Anm.) und Taf. VII Fig. 5.

<sup>2</sup> l. c. Holzschnitt auf pag. 532 und meine Fig. 1. Auch BUNGE (l. c.

GÜNTHER unentschlossen aus. Ist seine obige Ansicht bezüglich des ersten radientragenden Gliedes der Stammreihe richtig, so, sagt er, ist das Zwischenstück (antibrachial cartilage) bei den Selachiern nicht vertreten<sup>1</sup>. Wir haben es bereits nachgewiesen, dass wir es hier nur mit Differenzirungen der Stammreihe zu thun haben.

Darüber können schwerlich Zweifel entstehen, dass die Stammreihe dem Basale des Metapterygium der Selachier entspricht. Die hier vorhandene Gliederung kann selbstverständlich kein Einwand dagegen sein, obwohl es schwer ist, sich dieselbe bei *Ceratodus* zu erklären. Sie kommt bei einigen Selachiern nur am distalen Abschnitte des Basale vor. Denken wir uns aber diese Gliederung bei *Ceratodus* aus Anpassungsgründen an die Länge der Flosse entstanden, so müssen wir sie dann als etwas Sekundäres, Erworbenes ansehen. Auch die Entwicklungsgeschichte der Selachierflossen lehrt uns, dass jede Gliederung, sowohl der Radien als auch des Basale ein viel späterer Vorgang ist<sup>2</sup>. Da wir auch an der Muskulatur eine den einzelnen Segmenten der Stammreihe entsprechende Gliederung fanden, so gewinnt diese Ansicht an Wahrscheinlichkeit, obwohl immerhin noch einzuwenden ist, dass die physiologische Bedeutung dieser Gliederung eine nur äußerst minimale sein kann, dass ferner auch die Zwischensehnen der Stammmuskulatur in gar keiner näheren Beziehung zu den Segmenten der Stammreihe stehen. Es muss also diese Frage vorläufig als unentschieden dahingestellt bleiben.

Wenden wir uns zu den Radien, so sind wir im Zweifel, welche Radienreihe, die mediale oder laterale, den bei den Selachiern vorhandenen Radien entspricht. Die endgültige Antwort ist nur nach der Betrachtung der Muskeln und Nerven zu geben. Die Erörterung der bisherigen Meinungen der Forscher muss indessen schon hier angeführt werden. — Es ist vor Allem BUNGE, der diesen Gegenstand, so weit derselbe unabhängig von den übrigen Organsystemen der

---

pag. 304) ist dieser Meinung: »Was die specielle Deutung dieses Stückes anbelangt, in welchem GÜNTHER das Pro-, Meso- und Metapterygium GEGENBAUR's wiedererkennen will, so dürfte dieselbe wohl bei der Bedeutung, die GEGENBAUR diesen Bezeichnungen zugeschrieben wissen will, nicht aufrecht erhalten werden können.«

<sup>1</sup> l. c. pag. 532.

<sup>2</sup> S. BALFOUR, on the Development of the Skeleton of the Paired Fins of Elasmobranchii. Proceedings of the zool. Soc. of Lond. 1881 June 7. p. 656. Ders. A treatise on compar. Embr. Lond. 1881. 11, pag. 506 sq.

Flosse gelöst werden kann, erörtert hat<sup>1</sup>. Das Hauptobjekt dabei ist die Flosse von *Protopterus* (*Rhinocryptis* Peters), dessen Radien GEGENBAUR als den lateralen des *Ceratodus* entsprechende gedeutet. Es erweist sich aber, dass bei einer Stellung der Flosse, »bei welcher ihre ventrale Fläche lateralwärts, ihr lateraler Rand dorsal gerichtet ist«, die Radienrudimente des *Protopterus* mit den medialen Radien des *Ceratodus* übereinstimmen. Es folgt also daraus, dass die medialen Radien des *Ceratodus* bei den Selachiern nur sporadisch im rudimentären Zustande vorkommen, dass sie bei *Protopterus* aber noch fortbestehen, wogegen bei diesem die bei den Selachiern entwickelte laterale Reihe des *Ceratodus* verloren gegangen ist<sup>2</sup>.

Wenn so die ganze Aufmerksamkeit auf die Homologie der medialen und lateralen Radienreihen des *Ceratodus* mit den übrigen Fischen gerichtet war, ist die Frage nicht aufgeworfen worden, ob bei *Ceratodus* selbst nicht etwa eine dieser Reihen gegenüber der anderen als in Rückbildung begriffen angesehen werden könnte. Es ist nach den in dieser Arbeit gewonnenen Thatsachen sicher, dass die beiden Radienreihen des *Ceratodus* ungleich entwickelt sind. Die laterale besteht aus dicht an einander liegenden Radien, deren Anzahl doppelt so groß ist, als diejenige der medialen Reihe. Es ist somit das Skelet der Hinterflosse des *Ceratodus* keineswegs als ein dem Schema eines biserialen Archipterygium vollkommen entsprechendes zu erachten. Nicht nur die ungleiche Anzahl der Radien der beiden Seiten, sondern auch die Rückbildung der ganzen Flosse in proximo-distaler Richtung beweisen auf das klarste, dass wir es bereits hier mit einer Extremität zu thun haben, die modificirt ist und ferneren Umbildungen entgegengeht. Diese führen zu einer allmählichen Verkürzung der Flosse, und zu einer Rückbildung medialer Radien. Diese Zustände sind es aber, welche uns nach und nach zu der Extremität der Selachier hinüberleiten. — Zunächst muss aber die Frage gelöst werden: welche denn der beiden Radien-

<sup>1</sup> Über die Nachweisbarkeit etc. l. c. pag. 304.

<sup>2</sup> »In den Selachiern,« sagt BUNGE (l. c. pag. 305—306), »ist eine Rückbildung auf Kosten der medialen Radien vor sich gegangen, während die lateralen sich in einigen Selachiern zur kolossalen Mächtigkeit ausgebildet haben; ja in einigen ist die Reduktion bis zum vollkommenen Schwund der medialen Radien fortgeschritten, so dass sie gleich den von ihnen ableitbaren Ganoiden und Teleostiern, wie GEGENBAUR deutlich gezeigt hat, dem uniserialen Archipterygium untergeordnet werden können.« Vgl. d. Abbildungen auf Taf. IX Fig. XXI, XXII, XXIII.

reihen des *Ceratodus*, die ventrale oder die dorsale, den Radien der Selachier entspricht? Diese Frage führt uns unmittelbar zur Betrachtung der Muskulatur.

Ich werde mich nicht zu sehr in Einzelheiten einlassen und mehr im Großen die Muskeln des *Ceratodus* mit denjenigen der Haie zu homologisiren suchen. Es ist bereits hervorgehoben, dass die Muskulatur einer Flossenfläche des *Ceratodus* etwas Ganzes bildet, und Trennungen in einzelne Schichten und Muskeln nur mit äußerster Vorsicht vorzunehmen sind.

Was bei *Ceratodus* den beiden Flossenflächen gemeinsam ist, das Zerfallen der Muskeln in zwei Hauptschichten oder zwei große Kategorien der Muskelfasern, findet sich allgemein bei den Haien. Die oberflächliche Schicht der ventralen Flossenfläche nimmt bei allen Haien ihren Ursprung vom eigentlichen Becken und zwar vom hinteren Rande desselben. Es stoßen hier die beiderseitigen Schichten zusammen, und sind meistens durch ein Bindegewebsseptum von einander geschieden. Diese Schicht, also die oberflächliche ventrale der Haie, ist im *Ceratodus* durch die Stammuskulatur der inneren, medialen Flossenfläche repräsentirt. Hier besteht, wie wir sahen, kein Septum mehr, die Fasern sind aber unter einander eng verwoben. Wie bei den Haien, so besteht auch hier eine tiefe Schicht, die gemeinsam mit der oberflächlichen vom Becken herkommt, sich aber bereits am Zwischenstück festheftet, von welchem die zweite distale Portion entspringt, die zu den Radien verläuft<sup>1</sup>. Die eigentliche Radialmuskulatur steht mit Ausnahme ihres proximalen Theiles hier in keiner Beziehung zum Skelet und entspringt also nicht vom Basale metapterygii, wie bei den Haien, sondern ist eng mit der oberflächlichen oder der Stammuskulatur verwoben, von deren Inscriptionen sie ihren Ursprung nimmt. Es ist dieser Zustand bei *Ceratodus* als ein primitiver zu beurtheilen, denn wir sahen schon früher, dass das Ansetzen der Muskeln an das Skelet ein späterer Vorgang ist<sup>2</sup>. Es tritt dadurch eine schärfere Sonderung der Schichten unter sich ein, welche bei *Ceratodus* noch nicht stattgefunden hat. Es muss also die Radialmuskulatur sich von der Stammuskulatur erst ablösen, um die bei den Haien vertretenen Zustände hervorzubringen. Dass die Radialmuskulatur hier, im Anschlusse an das doppeltgefiederte Skelet

<sup>1</sup> Vgl. Erster Theil. Holzschnitt auf pag. 455.

<sup>2</sup> Vgl. Erster Theil. pag. 476.

ebenfalls zweizeilig ist, war zu erwarten. Die Rückbildung der medialen Radienreihe spricht sich in der Muskulatur weniger aus, sie ist fast ganz eben so gut entwickelt, wie diejenige der lateralen Reihe.

Wenn wir aus der Betrachtung der medialen Muskulatur des *Ceratodus* Anknüpfungspunkte an die ventrale Flossenfläche der Selachier gewonnen haben, so wird die Analyse der Muskeln der äußeren Fläche des *Ceratodus* unsere Ansicht darin in so fern bestätigen, als wir sie ohne weitere Schwierigkeiten der dorsalen Muskulatur der Selachierflosse homologisieren können. Es tritt uns hier eine sehr charakteristische Muskulatur entgegen, nämlich der Fascienursprung der Stammmuskulatur (*Stratum dorsale superficiale* der Haie). Diese Schicht ist bei allen bisher untersuchten Fischen vertreten<sup>1</sup>. Sie verbindet sich mit der tiefen dorsalen Schicht der Haie, die sehnige Oberflächen trägt, bei *Ceratodus* dagegen mit der ersten Inscription der vom Becken herkommenden äußeren Stammmuskulatur. Der Beckenursprung der letzteren ist dagegen nur der tiefen dorsalen Schicht der Haie homolog<sup>2</sup>. Es besteht in beiden Fällen der Ursprung dieser Schicht vom vorderen lateralen, als Ilium zu deutenden Beckenfortsatze, und die Verbindung mit der von der Fascie kommenden Muskulatur. Auch bei *Ceratodus* sind in der Stammmuskulatur, wie bei den Selachiern an der tiefen dorsalen Schicht, Fasern zu unterscheiden, die vom Becken (Ilium) und vom Basale *metapterygii* ihren Ursprung nehmen (Zwischenstück des *Ceratodus*). Nur erstreckt sich hier der Beckenursprung viel weiter auf das eigentliche Becken — er geht, wie wir sahen, vom Iliumfortsatze sogar auf den hinteren Schenkel des Beckens über —, als es bei den Selachiern vorhanden war. Bedenken wir aber, dass das Becken bei den Selachiern, verglichen mit demjenigen des *Ceratodus*, bedeutend rückgebildet ist, so müssen wir eine gleiche Rückbildung auch für die Muskulatur annehmen, in Folge welcher der Ursprung der letzteren zurückgegangen ist. — Dass die der tiefen dorsalen Schicht der Haie homologe, vom Becken entspringende äußere Stammmuskulatur des *Ceratodus* in einzelne mehr oder weniger diskrete Muskeln zerfällt, ist jedenfalls als eine Differenzierung zu betrachten, welche im Zusammenhang mit der mächtigeren Entwick-

<sup>1</sup> Vgl. Erster Theil. Taf. XXIX Fig. 14, Taf. XXX Fig. 20 u. 24. Ferner: Zweiter Theil, Taf. XXIII Fig. 13.

<sup>2</sup> Vgl. Erster Theil. Taf. XXIX Fig. 15.

lung der Flosse steht. Wir finden bereits bei Chimaera, wo das Skelet auch mehr differenziert ist als bei den Haien, ebenfalls solche Sonderungen der tiefen Schicht<sup>1</sup>.

Eine Eigenthümlichkeit der Gliedmaßenmuskeln des *Ceratodus* besteht aber, erstens, in den den Gliedstücken der Stammreihe entsprechenden Inscriptionen, zweitens, in der doppelten Anordnung der Radialmuskeln. Über den ersten Punkt ist es schwer, sich bestimmt auszusprechen. Würde es mit Sicherheit nachzuweisen sein, dass die Gliedmaßenmuskeln von den ventralen Seitenmuskeln abstammen, dass sie nichts Specificisches vorstellen, so würden diese Inscriptionen jedenfalls als ein primitiver, von den Zwischensehnen der Seitenmuskeln herzuleitender Befund zu betrachten sein. Es ist indessen nach den bis jetzt bekannten Thatsachen wahrscheinlicher, dass die Inscriptionen, wie schon erwähnt, durch die Anpassung an die Gliederung der Stammreihe entstanden sind, zumal sie den Gliedstücken der letzteren genau entsprechen, und dann jedenfalls nichts mit den metamer angeordneten Zwischensehnen der Seitenmuskeln zu thun haben. Der innigere Zusammenhang aber, der bei *Ceratodus* zwischen den Gliedmaßenmuskeln und den Seitenmuskeln besteht, und der sich dadurch kundgibt, dass Fasern der äußeren Stammmuskulatur direkt zu einer Inscription der Seitenmuskeln verlaufen, spricht dafür, dass die Beziehungen beider Muskelsysteme jedenfalls von einander in Abhängigkeit stehen können, dass in den Umbildungen der Gliedmaßenmuskeln, welche sie bei der Wanderung der Hinterextremität in proximo-distaler Richtung erfahren, Fasern der Seitenmuskeln sich in Gliedmaßenmuskeln umwandeln können. Die bei *Ceratodus* angetroffenen Inscriptionen haben sich auch bei den Selachiern an einigen Stellen gefunden<sup>2</sup>, sind aber auch bei den Amphibien und Reptilien anzutreffen.

Wenn so die Muskeln des *Ceratodus* sich auf diejenigen der Haie zurückführen lassen, so bleibt die Frage zu beantworten, welche Vorgänge hätten stattfinden müssen, um die ganze bei *Ceratodus* angetroffene Anordnung zu einer Selachierflosse umzuwandeln? In erster Linie kommt hier also die Drehung der Gliedmaße in Betracht. Wir sahen, dass die Muskeln der äußeren Flossenfläche des *Ceratodus* den dorsalen der Haie entsprechen, in Folge dessen nun die Drehung in umgekehrter als in der von BUNGE und GEGENBAUR

<sup>1</sup> Vgl. Erster Theil. pag. 473.

<sup>2</sup> Vgl. Erster Theil. Taf. XXIX Fig. 14 *It.*

angenommenen Richtung, d. h. nicht von außen nach innen, sondern von innen nach außen, stattgefunden hat. Die ventralen Radialen des *Ceratodus* entsprechen also den äußeren der Haie. Die geringere Zahl dieser Radialen bei *Ceratodus* ist durch ihre dem Körper näher gerückte Lage zu erklären. Die ventrale Flossenhälfte bedarf einer geringeren Stütze als die dorsale, welche letztere vermöge ihrer freieren Lage größere Exkursionen zu vollbringen hat, als die ventrale. Umgekehrt gewinnt die ventrale Radialenreihe eine bedeutende Ausbildung bei den Haien, wo sie nach außen zu liegen kommt, und wo die ganze Stütze der Flossenbewegungen nunmehr ihr zukommt. Die bei *Ceratodus* mehr entwickelte dorsale Reihe kommt nun bei den Haien vermöge ihrer medialen, dem Körper angeschlossenen Lage, bis auf einige Rudimente an der Vordergliedmaße, zum vollständigen Schwunde.

Die nothwendige Annahme einer Drehung der *Ceratodus*-flosse von innen nach außen, welcher Vorgang uns zu der Selachierflosse hinüberführt, wird auch durch die Befunde am Nervensystem unterstützt. Wir finden hier nämlich zum Unterschiede von den Selachiern, dass die aus dem Plexus hervorgehenden Nerven des *Ceratodus* direkt, d. h. ohne sich irgend wie um das Basale (resp. Zwischenstück) zu krümmen, zu den ihnen bestimmten Flossenflächen gelangen, in Folge dessen sie hier einen viel einfacheren Verlauf als bei den Haien haben. Bei den Selachiern winden sich die Äste der ventralen Flossenfläche um den inneren Rand des Basale<sup>1</sup>, was auch bei *Ceratodus* stattfinden würde, wenn wir seine Gliedmaße uns in einer horizontalen Lage, ihre innere Fläche ventral gerichtet denken.

Im Nervensystem des *Ceratodus* erkennen wir aber den bei den Selachiern und Ganoiden aufgefundenen Typus<sup>2</sup>: einen Nervus collector, der als Sammelnerv die zu der Gliedmaße tretenden ventralen Äste verbindet. Die Anastomosen der direkt zur Gliedmaße verlaufenden, hinter dem Collector gelegenen ventralen Äste finden hier vor dem Zwischenstück statt, also nicht, wie bei den Haien, in der Gliedmaße selbst, — ein Befund, der sich an *Chimaera* anschließt, bei welcher die Anastomosen in Gestalt von feinen Ansaen noch vor der Gliedmaße vorhanden sind. Es ist unzweifelhaft, dass wir es hier mit einer Einrichtung zu thun haben, die in der freien Lage der *Ceratodus*-flosse ihre Erklärung findet.

<sup>1</sup> Vgl. Taf. XXIX Fig. 13 *v*<sup>1</sup>—*v*<sup>3</sup> des ersten Theiles.

<sup>2</sup> Vgl. Erster Theil. Taf. XXXI.

Das Zwischenstück ist noch, wie wir sahen, dem Körper angeschlossen und kann allein der Sammelpunkt für die Nerven der Gliedmaße sein. Diese Einrichtung muss aber als eine primitive betrachtet werden, von welcher diejenige der Haie, wo die Anastomosen in der Gliedmaße selbst stattfinden, abgeleitet werden muss. Durch die Aufnahme des Basale in den Körper gewinnen die Nerven einen freieren Spielraum, die Entfernung der einzelnen ventralen Äste von einander wird größer, und auch der Plexus kommt in Folge dessen mehr distalwärts zu liegen. — Über die periphere Verästelung der Gliedmaßenerven lässt sich wenig hinzufügen. Sie ist wegen der Schwierigkeiten der Präparation zu wenig bekannt, um von ihr etwas Allgemeines, Wesentliches sagen zu können. Das Wichtigste besteht hier immer darin, dass die beiden Muskelgruppen, die der äußeren und inneren Flossenfläche, auch durch die Innervation streng von einander geschieden sind.

Dem Collector und den Anastomen der vor dem Ursprung desselben gelegenen ventralen Äste lege ich aber die gleiche Bedeutung zu, welche ich im ersten Theil meiner Untersuchungen ausgesprochen habe. Es ist befremdend, dass BALFOUR diese folgewichtigen Schlüsse dadurch zu beseitigen sucht, dass unsere Kenntnisse von der Entstehung der Plexusbildungen noch zu gering seien<sup>1</sup>. Indessen hat GEGENBAUR in seiner Schrift »Zur Gliedmaßenfrage«<sup>2</sup> gerade darauf aufmerksam gemacht, dass durch diese Befunde und die Wanderung der Gliedmaßen, sich die Bildung und Entstehung der Plexusse erklären lässt. Auch können diese bei den Fischen aufgefundenen Thatsachen nicht außer Zusammenhang mit den anderen Wirbelthieren betrachtet werden. Nur vermöge der Vergleichung kann die von mir ihnen gegebene Deutung verstanden werden. Sie hat nichts Exklusives und schließt sich zahlreichen, den höheren Wirbelthieren entnommenen Thatsachen aufs engste an. Durch die Arbeiten von GEGENBAUR, FÜRBRINGER, ROSENBERG, SOLGER etc. ist das gegenseitige Verhältnis der Muskeln und Nerven hinlänglich klar erleuchtet worden, und wir wissen bereits, dass die Nerven konservativer Natur sind, dass sie den Umbildungen und Lageveränderungen der Gliedmaßen nur nach und nach folgen. Demnach ist meine

<sup>1</sup> »In any case our knowledge of the nature and origin nervous plexuses is far too imperfect to found upon their characters such conclusions as those of DAVIDOFF.« Proc. zool. Soc. 1851, P. 111, pag. 661.

<sup>2</sup> Morph. Jahrb. V. pag. 525.

Erklärung des Nervus collector eine durchaus nicht erzwungene, nicht einmal eine neue, und steht in vollkommener Harmonie mit den bekannten Thatsachen und Eigenschaften der Nerven überhaupt. Die Anastomosen des Nervus collector sind, wie WIEDERSHEIM vortrefflich sagt, »gewissermaßen die Etappenstraße, die der Extremitätengürtel, und hier speciell der Beckengürtel, im Laufe der phylogenetischen Entwicklung zurückgelegt hat. — — — Wo seit der Wanderung der Extremität schon sehr lange Zeit verstrichen ist, wird der Connex mit den am meisten nach vorn gelegenen Spinalnerven allmählich aufgegeben, und der Nervus collector löst sich ab, während er mit seinem Hinterende in das Bereich neuer Spinalenlemente eintritt<sup>1</sup>. Wir haben auch bei *Ceratodus* Grund zu einer Vermuthung einer Wanderung der Hintergliedmaße nach hinten, wodurch sich *Ceratodus* an die Selachier und Knorpelganoiden eng anschließen würde. Darin aber, dass die Hintergliedmaße des *Ceratodus*, wie wir vermuthen können, weiter vorn liegt als diejenige der Haie, wofür auch ihre größere Entfernung von der Afteröffnung spricht, und dennoch eine Verschiebung nach hinten erkennen lässt, liegt ein primitiver Charakter derselben. Es muss also bei den Haien eine noch weiter gehende Verschiebung der Hintergliedmaße, als es bei dem *Ceratodus* der Fall, angenommen werden, wodurch dieselbe unmittelbar an die Afteröffnung zu liegen kommt und ihre eigenthümlichen Beziehungen zum Geschlechtsapparate zu gewinnen vermag.

Die Verschiebung des *Ceratodus*-Beckens deutet aber<sup>1</sup> darauf hin, dass es von Gebilden herkommt, welche ursprünglich weiter proximal gelegen waren.

Bei den höheren Fischen ist die Wanderung nach hinten nicht mehr zu konstatiren. Es bestehen im Gegentheil Beweise für eine solche nach vorn. Diese Thatsachen stehen aber in keinem Widerspruch mit den Erwartungen, auf welche uns die Annahme einer Abstammung der Gliedmaßen von den Kiemenbögen führt: stets liegt die Hintergliedmaße im Bereiche der Leibeshöhle, und die Reduktion der letzteren bei den Teleostiern, Amphibien etc. führt zu einer Bewegung des Beckens nach vorn. Es kann somit eine Verschiebung der Hintergliedmaße nach hinten nur noch da nachgewiesen werden, wo die Leibeshöhle ihre maximale Ausdehnung besitzt. Es ist die Lageveränderung des Beckens keine willkürliche und ist nur im Zusammenhang mit anderen Vorgängen im Organis-

<sup>1</sup> Lehrb. d. vgl. Anat. Jena 1882. pag. 324.

mus zu betrachten. RAUTENFELD<sup>1</sup> ist gewiss im Irrthum, wenn er sagt, dass »wenn wir nämlich — — — uns das Skelet der hinteren Gliedmaßen der Teleostier (Hecht) aus demjenigen der Knorpelganoiden, und ferner letzteres aus dem der Selachier entstanden denken, so müssen wir, von der Kiemenbogentheorie ausgehend, erwarten, die hinteren Extremitäten der Selachier weiter proximal, als diejenigen der Knorpelganoiden, und die hinteren Extremitäten der Teleostier am meisten distal gelegen anzutreffen«<sup>2</sup>. Denken wir uns den von RAUTENFELD postulirten Vorgang noch weiter ausgedehnt, so müssten die höheren Wirbelthiere eine am meisten distal liegende Hinterextremität haben, welche aber aus dem Bereiche der Leibeshöhle treten und dem Thiere von gar keinem Nutzen sein würde. In einen ähnlichen Irrthum verfällt auch CLAUS, wenn er bei den Perennibranchiaten die Wanderung der Hintergliedmaße in distaler Richtung annimmt, eine Wanderung, welche schließlich zu solchen Formen führen soll, wie Siren, bei welcher die hintere Gliedmaße gar nicht vorhanden ist<sup>3</sup>. So lange keine sicheren ontogenetischen Beweise für die Wanderung des Beckens, sei es nach vorn oder nach hinten, vorliegen, ist es einzig und allein das Nervensystem, welches hier Aufschlüsse zu geben vermag. Durch die Befunde an demselben bei den niederen Fischen und durch die gegebene Erklärung wird die Annahme der Herkunft der Gliedmaßen von den Kiemenbogen unterstützt. Auch hat WIEDERSHEIM vollkommen Recht, wenn er in dem von ihm entdeckten Befunde, dass nämlich die Vordergliedmaße des Protopterus Vagus-elemente enthält und eine funktionirende Kieme trägt, eine Stütze für die erwähnte GEGENBAUR'sche Hypothese findet<sup>4</sup>. Um so merkwürdiger ist es daher, dass der rudimentäre Zustand des Beckens der meisten Fische ihn in seinen Folgerungen stört und er in Bezug auf die Hintergliedmaße sich mehr zu der THACHER-MIVART-BALFOUR'schen Hypothese hinneigt. »Wir treffen nämlich den Beckengürtel,« sagt WIEDERSHEIM, »den wir uns von seinem Locus nascendi

<sup>1</sup> Morphologische Untersuchungen über das Skelet der hinteren Gliedmaßen von Ganoiden und Teleostiern. Inaug.-Diss. Dorpat 1852.

<sup>2</sup> l. c. pag. 44—45.

<sup>3</sup> Beiträge zur vgl. Osteologie der Vertebraten. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. LXXIV. 1. Abth. Dec. Jahrg. 1876.

<sup>4</sup> »Zur GEGENBAUR'schen Hypothese über die Entstehung des Extremitätengürtels.« Vortrag, gehalten im medic. Referatklub zu Freiburg i. B. am 11. Nov. 1879.

nach GEGENBAUR mehr oder weniger weit nach rückwärts denken müssen, gerade bei solchen Thieren, wo wir die ursprünglichsten Verhältnisse anzutreffen erwarten könnten, wie bei Ganoiden, Dipnoern und Selachiern gerade am rudimentärsten und der vorauszusetzenden Form eines Kiemenbogens am allerunähnlichsten. Wenn nun GEGENBAUR,« fährt er weiter fort, »diesen Einwand dadurch zu entkräften sucht, dass er alle jene Beckenformen für rückgebildet erklärt, so ist durchaus nicht einzusehen, warum gerade der central gelegene, also der den äußeren Einflüssen nur wenig oder gar nicht exponirte Theil des Beckengürtels eine solch bedeutende Reduktion erfahren haben soll<sup>1</sup>.« Wenn es eine ausgemachte Thatsache ist, dass die peripheren, der Außenwelt am meisten ausgesetzten Theile einer etwaigen Rückbildung eines Organes vorangehen, so ist doch hiermit gar nicht gesagt, dass solche Umbildungen ohne Einfluss auf die mehr central gelegenen Theile bleiben. Am konservativsten verhält sich darin das Nervensystem. Was aber das Skeletsystem belangt, so steht dasselbe in innigster Beziehung zur Muskulatur. Wird letztere rudimentär, so hält gleichen Schritt mit ihr auch der derselben ursprünglich zum Ursprung dienende Skelettheil. Ich kann mir nicht vorstellen, dass bei dem rückgebildeten Zustande einer Selachier-Hinterflosse ein großes ausgebildetes Ilium vorhanden wäre. Es wäre ja ganz ohne Bedeutung, und müsste also entweder ganz verschwinden oder in sehr rückgebildetem Zustande noch vorkommen, was beim Ilium auch der Fall ist.

Es ist nicht aus dem Auge zu lassen, dass ein Kiemenbogen, indem er sich zu einem Gliedmaßenbogen umwandelt, eine andere Funktion übernimmt. War er früher als kiementragender Skelettheil in seinem ganzen Umfange nöthig, so genügte nur ein kleinerer Theil desselben, um seine Aufgabe als Gliedmaßenbogen zu erfüllen. Wenn der Schultergürtel intakt bleibt, so erklärt sich dieser Befund durch die Größe der Vordergliedmaße, durch den Ansatz an denselben fast sämtlicher Seitenmuskeln, denen er als Stütze dient, durch seine die Kiemenhöhle schützende Lage und endlich durch die Beziehungen zum Schädel und zur Muskulatur des visceralen Theiles derselben. Wir sehen also, dass dem Schultergürtel manche Aufgabe zufällt, welche nicht in unmittelbarer Beziehung zu seiner Funktion als Gliedmaßenbogen steht. Alle diese Beziehungen fallen beim Beckengür-

<sup>1</sup> WIEDERSHEIM, Lehrb. d. vgl. Anat. pag. 161—162.

tel zum Theil ganz weg, zum Theil fallen sie aber nur dem ventralen Abschnitte desselben zu, wie z. B. der Hauptansatz der ventralen Seitennuskeln und der Ursprung der meisten Extremitätenmuskeln. Außerdem verändert sich die Funktion der Flosse, welche nunmehr, wie es bei den Selachiern der Fall ist, nur zur wagerechten Stellung der Flosse dienen kann; die Entwicklung ihrer Muskulatur wird also dem entsprechend auch geringer. Was ist also natürlicher, dass der dorsale Abschnitt des ursprünglichen Kiemenbogens sich unter solchen Umständen ebenfalls rückbildet. Gerade die Entstehung des Gliedmaßengürtels bildet aber einen recht dunkeln Punkt in der THACHER-MIVART'schen Theorie. Dafür, dass der Gliedmaßenbogen aus der Concreescenz proximaler Radialabschnitte entsteht, spricht aber keine einzige bis jetzt bekannte Thatsache. Da aber, wo die Entstehung des sämtlichen Hintergliedmaßenskelets aus diskreten Knorpelstäben erfolgt, wie es RAUTENFELD bei *Acipenser ruthenus* nachwies, — ein Fall, der für die Richtigkeit der THACHER-MIVART'schen Theorie sprechen würde, — existirt nach dem erwähnten Autor kein Becken, also kein Gliedmaßenbogen. Alle bis jetzt gemachten zur Lösung des Gliedmaßenproblems angestellten entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Anlage des Gliedmaßenbogens zu gleicher Zeit mit den übrigen Theilen sich bildet, dass sie ferner stets aus einem homogenen Stück hervorgeht. So verhält es sich nach BALFOUR und 'SWIRSKI bei *Scyllium*, nach RAUTENFELD und 'SWIRSKI<sup>1</sup> beim Hechte. So ist also die Entstehung des Gliedmaßengürtels nach der THACHER-MIVART'schen Theorie eine unklare, erzwungene, durch keine Thatsache unterstützte Hypothese. Dasselbe gilt auch von der Ansicht BALFOUR's, »der das Becken als auf niedriger Entwicklungsstufe stehen bleibend auffassen gelehrt hat«<sup>2</sup>. Wir können doch nicht umhin, die beiden paarigen Gliedmaßen für homodyname Gebilde zu halten, ihre ursprüngliche Gleichartigkeit einzusehen, und sie in gegenseitige Beziehungen zu bringen. Die eine, die hintere, macht eine Wanderung nach hinten durch, ihre Funktion ändert sich, sie bildet sich um, muss also von der vorderen abgeleitet werden. Darüber aber, dass die Hintergliedmaße der Fische, verglichen mit der vorderen funktionell in Rückbildung begriffen ist, darüber, sage ich, kann gar kein Zweifel bestehen, und

<sup>1</sup> Untersuchungen über die Entwicklung des Schultergürtels und des Skelets der Brustflosse des Hechts. Diss. Inaug. Dorpat 1880.

<sup>2</sup> Vgl. WIEDERSHEIM, Vgl. Anat. pag. 162.

nur bei *Ceratodus* treffen wir eine Hinterextremität, die in allen Beziehungen der vorderen näher steht, als diejenige sämmtlicher anderer Fische.

Aus diesen Erörterungen kann man ersehen, wie es unzulässig ist, von der Hintergliedmaße die Entstehung der Gliedmaßen überhaupt abzuleiten. »Es ist das Hintergliedmaßenskelet der Knorpelganoiden eine reducirte Form,« sagt RAUTENFELD<sup>1</sup> ganz richtig, »und indem THACHER und MIVART für die Entscheidung der Frage nach der Urform des Gliedmaßenskelets die Verhältnisse desselben zu verwerthen suchten, benutzten sie ein Material, das für die Entscheidung dieser Frage nicht maßgebend sein kann«, worauf bereits ich im ersten Theile meiner Untersuchungen aufmerksam gemacht habe<sup>2</sup>. Jedoch ist RAUTENFELD selbst nicht frei von dem THACHER-MIVART-schen Fehler. Er sucht selbst nach Homologien im Bauchflossenskelet des Hechtes und des Sterlet, und glaubt eine verkürzte Ontogenie bei der Gliedmaße des Hechtes annehmen zu müssen, um die einheitliche Anlage der Knorpelplatte des letzteren zu erklären<sup>3</sup>. Um wie Vieles natürlicher leitet sich die Hechtflosse durch Vermittlung des Polypterus von den Selachiern ab. Wie ich im zweiten Theile meiner Untersuchungen bewiesen zu haben glaube, haben die Knochenfische nichts mit den Knorpelganoiden, die eine Seitenrichtung eingeschlagen haben, zu thun. Eine »verkürzte Ontogenie« aber ist, meiner Ansicht nach, viel eher bei den Sturionen, als bei dem Hechte, anzunehmen. Jedoch kann, in solchen Fällen, die Entwicklungsgeschichte nur mit äußerster Vorsicht verfahren und nur da maßgebend sein, wo wirklich primitive Formen der Untersuchung zu Grunde liegen. Es muss nicht vergessen werden, dass die Entwicklung eines Organismus oder eines Organs fast eben so großen Veränderungen unterworfen ist, wie diejenige des erwachsenen Thieres selbst. Die ererbten, aus Anpassungen hervorgegangenen Umbildungen haben auf die Entwicklung einen eminenten Einfluss, wesshalb es eines außerordentlichen Scharfblickes bedarf, um das Wesentliche aus der Entwicklung herauszugreifen. Bei der so rückgebildeten und umgebildeten Hinterflosse, wie diejenige der Knorpelganoiden, muss jedenfalls auch die Entwicklung derselben beträchtliche Modificirungen erlitten haben. Ich bin desshalb geneigt, meine Ansicht über die Natur der Sturionenflosse bis auf Weiteres nicht aufzugeben und in den medialen Radiensegmenten des *Polyodon* Gliedstücke des

<sup>1</sup> l. c. pag. 45.

<sup>2</sup> pag. 513.

<sup>3</sup> pag. 44.

Selachierbeckens zu sehen. Dafür scheinen mir doch wichtige Thatsachen zu sprechen, welche nicht ohne Weiteres ignoriert werden dürfen. Hier kommen vor Allem die Nervenkanäle in Betracht, welche, wenn auch sekundärer Natur, doch immerhin, durch ihr so konstantes Auftreten, eine Beachtung verdienen. Sie kommen bekanntlich stets im eigentlichen Gliedmaßenbogen vor, sei es am Schultergürtel oder am Beckengürtel, und der erste resp. vorderste Kanal dient am Becken immer dem Nervus collector zum Durchtritte. Niemals kommen solche Löcher am Basale metapterygii vor oder in anderen mehr peripher gelagerten Flossentheilen. Hat doch GEGENBAUR die Wichtigkeit dieser Löcher erkannt, und sie als einen Beweis für die Richtigkeit seiner Behauptungen angeführt.

Vermöge ihrer Feinheit lassen sich diese Kanäle zuweilen sehr schwer nachweisen, und nur durch die sorgfältigste Präparation der bezüglichen Nerven können sie dem Beobachter nicht entgehen. Ich will damit durchaus nicht gesagt haben, dass diese Nervenkanäle überall vorhanden sein müssen, und in denjenigen Fällen, wo das Fehlen eines solchen Kanals angegeben wird, er dem Beobachter entgangen sei, — wir haben ja gerade bei *Ceratodus* einen Fall, wo ein solcher Kanal im Becken nicht vorkommt, — nur ist mir der Umstand wichtig, dass da, wo solche Nervenlöcher vorkommen, sie immer im eigentlichen Gliedmaßenbogen auftreten. Ferner ist ein nicht außer Acht zu lassendes Kriterium für den ventralen Abschnitt des Gliedmaßenbogens resp. des Beckens, das Vorhandensein eines dorsalen, dem Ilium der höheren Vertebraten entsprechenden Fortsatzes, der bei sämtlichen ein entwickeltes Becken besitzenden Fischen wohl entwickelt ist und gewissen Gliedmaßenmuskeln zum Ursprunge dient (der tieferen dorsalen Schicht). Auch ist der Ansatz der ventralen Seitenmuskeln für das Becken von Bedeutung, und eben so auch der Ursprung der bezüglichen Flossenmuskulatur.

Bedenkt man, dass das Skelet, als feste Grundlage der Gliedmaße, in enger Beziehung zu den übrigen Organsystemen derselben steht, so geht daraus hervor, dass dasselbe auch nicht ohne Zusammenhang mit denselben betrachtet und beurtheilt werden darf. Wesshalb z. B. WIEDERSHEIM<sup>1</sup> das Skelet der Knorpelganoiden für ein Metapterygium hält, bleibt unklar, da es, mit eben so großem Rechte, auch als das Propterygium angesehen werden kann, wie es RAUTENFELD thut. Nur wenn auch die anderen wichtigen Flossentheile

<sup>1</sup> Über das Becken der Fische. Morph. Jahrb. Bd. VII pag. 326 u. 327.

berücksichtigt werden, gewinnt die Beurtheilung des Skelets, welche ja in diesem Fall, d. h. bei den Ganoiden, eine sehr schwierige ist, eine feste Basis.

Die wichtigste Instanz aber gegen meine Auffassung der Ganoidenflosse, ist die von RAUTENFELD am Sterlet gemachte Beobachtung, dass nämlich das ganze Flossenskelet, also auch der von mir als Becken gedeutete Abschnitt, bei diesem Fisch aus gesonderten Knorpelstäben durch Verwachsung ihrer medialen Glieder entsteht. Wenn RAUTENFELD selbst zugiebt, dass »das Gliedmaßenskelet der Knorpelganoiden . . . nicht maßgebend sein kann . . . für die Entscheidung der Frage nach der Urform des Gliedmaßenskelets«, so bezieht sich ja dieser Satz ganz mit demselben Rechte auch auf die Entwicklungsgeschichte dieser Formen. Ist die Gliedmaße selbst so modifizirt und rückgebildet, so kann selbstverständlich auch die Entwicklung derselben keinen primitiven Charakter mehr haben. — Die Anlage der Sterlethintergliedmaße aus gesonderten Stäben erkläre ich mir wie folgt, schiebe aber gleich voraus, dass diese Erklärungsweise eine nur relative Geltung haben kann, so lange wir durch zahlreiche, sowohl entwicklungsgeschichtliche als auch vergleichend-anatomische Arbeiten, nicht die nöthige Klarheit über die Natur der Gliedmaßen überhaupt gewonnen haben werden.

Denken wir uns, durch eine Verbreiterung der Gliedmaße von vorn nach hinten, die aus homogenem Mesodermgewebe hervorgehende Segmentirung der Scylliumflosse noch weitergehend, so dass das Becken auch mit daran Theil nähme, so hätten wir eine Urflosse der Sturionen erhalten. Tritt sodann eine Rückbildung der Flosse in proximo-distaler Richtung ein, so entstehen Concreescenzen, sowohl der Radien als auch der Beckensegmente. (Warum wir bei den Sturionen ein Becken anzunehmen genöthigt sind, ist oben aus einander gesetzt worden.) Die Entwicklung der Sturionenflosse hat sich aber so weit zusammengezogen, dass das Stadium einer zusammenhängenden Anlage mit einer später erfolgenden Gliederung übersprungen wird. — es ist also eine hypogenetische Entwicklungsform. Nun gebe ich aber gern zu, dass dadurch meine frühere Ansicht über Polyodon modificirt erscheint. Es offenbart diese Form darin ihren (den anderen Ganoiden gegenüber) primitiveren Charakter, dass sie eine größere Anzahl von gesonderten Stäben besitzt, ein Umstand, auf welchen bereits BUNGE<sup>1</sup> auf-

<sup>1</sup> Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte des Beckengürtels der

merksam gemacht hat. Es ist aber nicht zu vergessen, dass die Flosse von *Polyodon* sich dadurch weit von den übrigen Ganoiden entfernt, dass sie sich ihrer Ausdehnung angepasst und für die Muskulatur ganz besondere accessorische Fortsätze entwickelt hat, während bei den anderen Ganoiden die Zusammenziehung bereits mehr oder weniger erfolgt ist. In anderer Hinsicht hat wiederum *Scaphirhynchus* den primitiven Charakter, dass bei ihm eine mediane Verbindung beider Gliedmaßenhälften beobachtet wurde. RAUTENFELD hat bei keinem von ihm untersuchten Exemplare dieselbe gefunden, und ich habe daher Grund zu vermuthen, dass ich an einem jungen Individuum gearbeitet habe, worauf auch die Kleinheit des Skelets meines Exemplars, gegenüber demjenigen RAUTENFELD'S hindeutet.

Um nun auf den *Ceratodus* zurückzukommen und die wichtigsten Ergebnisse zusammenzufassen, ist zuerst, in Bezug auf die Archipterygiumtheorie, hervorzuheben, dass, wie auch zu erwarten war, bei demjenigen Thiere, bei welchem die Gliedmaßen der Urform, einem biserialen Archipterygium am nächsten stehen, die beiden Gliedmaßen auch am ähnlichsten, sowohl in funktioneller, als auch in morphologischer Beziehung sind. Ferner ist die Thatsache zu konstatiren, dass nicht die dorsale Radienreihe des *Ceratodus* den bei den Haien vorhandenen Radien entspricht, sondern die ventrale, so dass also, um aus der *Ceratodus*flosse diejenige der Haie zu konstruiren, eine Drehung derselben von innen nach außen angenommen werden muss. Dadurch ist aber klar, dass diejenige Radienreihe bei den Haien zu Grunde geht, welche median, also dem Körper angeschlossen liegt; und dieser Vorgang findet bereits bei *Ceratodus* statt, bei welchem die ventrale Reihe um die Hälfte weniger Radien enthält, als die dorsale. Ich erinnere ferner an die bei *Ceratodus* vor sich gehende Rückbildung der Flosse in proximo-distaler Richtung, welche Rückbildung durch das Flossenskelet und die nur bis zur Hälfte desselben reichende Muskulatur bewiesen wird. Diese Rückbildung deutet erstens darauf hin, dass die Flosse früher weiter ausgedehnt war, und leitet uns andererseits zu den rückgebildeten Flossen der Haie über. In der Muskulatur finden wir den primitiven Charakter in ihrem innigeren Zusammenhang mit den Seitenmuskeln und in der geringen Sonderung derselben in ein-

zelle diskrete Muskeln ausgedrückt. Die an der Stammuskulatur vorhandenen Inscriptionen sind nicht metamerer Natur, und sind wahrscheinlich durch Anpassungen an die Gliederung der Stammreihe entstanden. Was das Nervensystem betrifft, so deutet dasselbe, wie bei den Haien, auf eine Wanderung der hinteren Gliedmaße nach hinten, und zeigt überhaupt Zustände, von welchen sich diejenigen der Haie, auch in Bezug auf den, sich hier vor der Gliedmaße findenden Plexus, ableiten lassen. Das Endergebnis aber besteht darin, dass von der *Ceratodus*-Extremität sich diejenige der Haie ohne Schwierigkeiten ableiten lässt. Dass aber diese Möglichkeit mit dem Vorhandensein einer dem biserialen Archipterygium am nächsten stehenden Flosse zusammentrifft, ist ein schwer in die Wagschale fallender Beweis für die Richtigkeit dieser Theorie.

Zum Schluss will ich noch einige Worte über BALFOUR'S<sup>1</sup> die Archipterygiumtheorie betreffende Aussage hinzufügen. Er behauptet nämlich, dass, nach seinen Untersuchungen an *Scyllium*embryonen, bei welchen es sich herausstellte, dass eine zweite Radienreihe hier nicht nur nicht vorkommt, sondern, in Folge der dem Körper sich anschließenden Lage des »Basipterygium«, auch nicht vorkommen kann, es ihm plausibler erscheint, die Urform der Gliedmaßen als eine uniserial anzunehmen, wie es GEGENBAUR bereits früher gethan hat. Ich kann durchaus nicht einsehen, warum die von der Urform herstammende zweite Radienreihe in dem Entwicklungsgang des *Scyllium* vorkommen soll. Das Nichtvorkommen der fraglichen Reihe bei *Scyllium* kann jedenfalls nicht die Ursache sein, wesshalb wir zu einer uniserialen Gliedmaßen-Urform greifen und dabei von einer nun einmal vorhandenen biserialen Flosse des *Ceratodus* absehen sollen. Wie sind denn die bei so vielen Selachiern nachgewiesenen Radien der zweiten Reihe zu verstehen? Sind es nur willkürlich, sporadisch auftretende Gebilde, die bei einem Thier zum Theil vorhanden sind, bei dem anderen gar nicht, bei *Ceratodus* aber in schönster Ausbildung konstant auftreten. Die vergleichende Anatomie lehrt uns aber die Bedeutung solcher Gebilde zu verstehen, indem sie sie alle in Zusammenhang bringt.

---

<sup>1</sup> On the Develop. of the Skeleton etc.

## Erklärung der Abbildungen.

### Taf. VIII u. IX.

Die Figuren sind sämmtlich dem FÜRBRINGER'schen Exemplar entnommen und sind in natürlicher Größe.

Fig. 1. Skelet der hinteren Gliedmaße. Rechte Seite. Ventrale resp. äußere Ansicht.

*B* Becken (Beckenplatte). *Pim* Proecussus impar. *PJ* Proecussus iliacus (vorderer paariger Beckenfortsatz). *Gf* Gelenkfortsatz des Beckens (hinterer paariger Fortsatz, Beckenschenkel). *Pe* lateraler Höcker desselben. *Cr* Crista an demselben. *Zst* Zwischenstück. *x* lateraler, *y* medialer Höcker desselben. *Str<sup>1</sup>* erstes Glied, *6* sechstes Glied, der radientragenden Stammreihe der Flosse. *Str* Stammreihe. *Rl* laterale resp. dorsale, *Rm* mediale, resp. ventrale Radienreihe.

Fig. 2. Skelet des Beckens und des Zwischenstückes. Rechte Hälfte, dorsale Ansicht.

*Z* dorsaler resp. ventraler Fortsatz des Zwischenstückes.

Die übrigen Buchstaben wie in der vorigen Figur.

Fig. 3. Ansicht der äußeren Flossensmuskeln. Die Fascia externa ist z. Th. abgezogen. Ihre dünne das Becken überziehende Lamelle ist erhalten.

*Fsc.e* Fascia externa. *Fsc* ihre Beckenlamelle. *Mc* Myocomma der ventralen Seitenmuskeln. *Ins* Inscriptio tendinea derselben. *Sdp* Beckenursprung der äußeren Stammmuskulatur (dem Stratum profundum dorsale der Haie homolog). *Sds* Fascienursprung der äußeren Stammmuskulatur (dem Strat. dors. superfic. der Haie homolog). *Stmi* Ursprungstheil der inneren Stammmuskulatur (vgl. Fig. 4). *Inst* erste Zwischensehne der äußeren Stammmuskulatur. *Stma* äußere Stammmuskulatur (Flossenthail derselben). *Ab* ein sich ablösender Zipfel der Stammmuskulatur. *Rdma* äußere Radialmuskulatur. *Rdms* vom Zwischenstück entspringender dorsaler Theil derselben, *Rdmv* ventraler. *6* sechstes Glied der Stammreihe der Flosse. *Sfl* sekundäres Flossenskelet (Hornfäden). *Af* Afteröffnung. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 1.

Fig. 4. Ansicht der inneren Muskellage. Rechte Hälfte.

*Fsin* Ansatz der Fascia interna der Seitenmuskeln. Die mit roth-punktirten Linien umfassten Stellen bedeuten: *Asm* die Ansatzstelle der Seitenmuskeln an das Becken. *Uspd<sup>II</sup>* Ursprung des Muskels *Sdp<sup>II</sup>* der Fig. 5. *Stmi* innere Stammmuskulatur. *Rdmi* innere Radialmuskulatur. Die übrigen Buchstaben wie vorher.

Fig. 5. Ansicht der tieferen Muskeln der äußeren Stammmuskulatur. Rechte Seite. Die Flosse ist nach innen gedreht. Die Ursprungsportionen der äußeren Stammmuskulatur sind entfernt.

*Sdp<sup>I</sup>* erster, *Sdp<sup>II</sup>* zweiter Muskel der tieferen Lage. *Asds* Ansatztheil des Muskels *Sds*. *Fsin* Fascia interna der Seitenmuskeln. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 1 und 3.

Fig. 6. Dient zur Erläuterung der Ursprünge und Ansätze der Muskeln der äußeren Flossenfläche.

*Usdp<sup>I</sup>* Ursprung des Muskels *Sdp<sup>I</sup>* (Fig. 5). *Asdp<sup>I</sup>* Ansatz desselben. *Usdp*. Beckenursprung der äußeren Stammmuskulatur. *Ustmi* Ursprung der inneren Stammmuskulatur. *Asm* Ansatz der Seitenmuskeln. *Asdp<sup>II</sup>* Ansatz des Muskels *Sdp<sup>II</sup>* (Fig. 4). *Atst* Ansatz tieferer Fasern der zur Flosse hinziehenden Stammmuskulatur. *Rdms* Ursprung proximaler sich am *Amrd* und *Alrd* ansetzenden Radialmuskelfasern. Die übrigen Buchstaben wie Fig. 1.

Fig. 7. Gliedmaßenerven und ihre peripherische Verästelung auf der inneren Flossenfläche der linken Seite.

1—12 Zahl der Gliedmaßenerven. 19? muthmaßliche Reihenzahl des ersten ventralen, zur Gliedmaße in Beziehung stehenden Spinalnerven. *C* Collector. *ac* Verbindungsästchen desselben zum 9. Gliedmaßenerv. *al* sein laterales Ästchen. *ns* Fädchen zur Seitenmuskulatur (?). *Cv<sup>I</sup>*, *9v<sup>I</sup>*, *10v<sup>I</sup>*, *11v<sup>I</sup>* Äste der bezüglichen Nerven zum ersten aus dem Plexus hervorgehenden Endast. *d<sup>1</sup>*, *d<sup>2</sup>*, *d<sup>3</sup>* Äste zur äußeren Flossenfläche. *v<sup>1</sup>*, *v<sup>2</sup>*, *v<sup>3</sup>* Äste zur inneren Flossenfläche. *a<sup>12</sup>* Verbindungsast des 12. Gliedmaßenerven. Die Bezeichnung des Skelets wie früher.



Fig. 1.



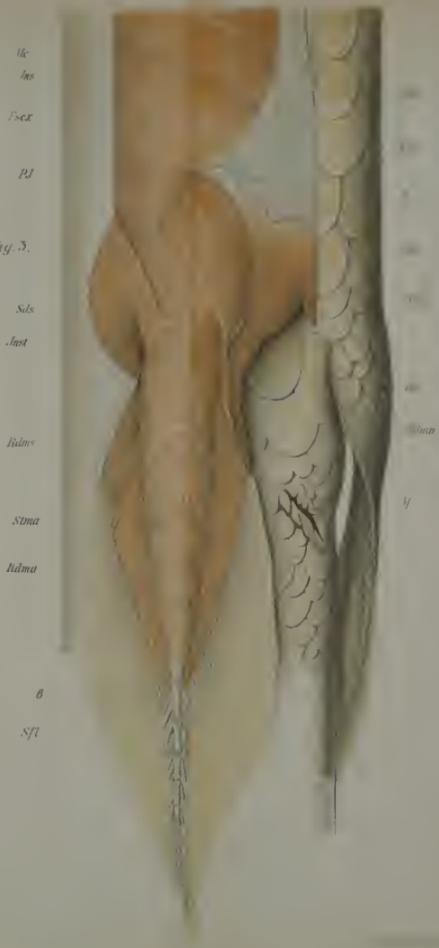
Fig. 2.



Fig. 4.



Fig. 5.







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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch - Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Davidoff M.

Artikel/Article: [Beiträge zur vergleichenden Anatomie der hinteren Gliedmaßen der Fische. 117-162](#)