

betrachtet werden muss. Ganz konstant zieht ferner ein fibröses Band von dem vorderen Ende des Malleus zum Stapes, und in diesem Bande ist der Umbo eingeschaltet. Die typische Übereinstimmung erstreckt sich auch auf die Spinalnerven, welche zwischen diesen Stücken austreten.

Diesen ganz konstanten Lagerungsverhältnissen gegenüber sind die, allerdings äußerst mannigfaltigen, Verschiedenheiten in der Gestalt der einzelnen Skeletstücke des Apparates irrelevant; nach Allem darf hier nicht mehr von einer »organisation analogue« gesprochen werden, sondern von einer vollständigen Homologie, die einzig und allein durch Ererbung dieses Apparates von einer den vier Physostomenfamilien gemeinsamen Stammform erklärt werden kann. Wie groß wäre in der That die Wahrscheinlichkeit, dass ein so eigenartiger, einer ganz besonderen Funktion angepasster Apparat, zu dessen Zustandekommen eine ganz große Reihe von unabhängigen Momenten mitwirken musste, mehrere Mal in der Reihe der Fische entstanden sei? Wenn wir nun gar sehen, dass es stets dieselben homologen Theile sind, welche denselben konstituiren, so muss diese Wahrscheinlichkeit unbedenklich gleich Null gesetzt, und zur Erklärung der Thatsache auf die gemeinsame Ererbung recurrirt werden.

Entsprechend dem großen, leider zu wenig beobachteten Gesetze der Korrelation der Theile im Organismus, hat dieser eigenthümliche Apparat einen großen umgestaltenden Einfluss auch auf andere Organe ausgeübt. Vor Allem auf die beiden Organe, die er mit einander in Verbindung setzt: auf die Schwimmblase und das Gehörlabyrinth.

Bei einer großen Zahl der zu den uns beschäftigenden Familien gehörigen Gattungen besteht die Schwimmblase aus zwei mit einander durch einen engen Verbindungsgang in Kommunikation stehenden Abtheilungen: aus einer größeren, wenig elastischen, hinteren, und einer kleineren, außerordentlich elastischen, vorderen. So verhält sich die größte Mehrzahl der Cyprinoiden, unter denen nur wenige, bei der speciellen Beschreibung dieser Familie zu berücksichtigende Ausnahmen vorkommen; eben so alle bis jetzt auf die Schwimmblase untersuchten Characiniden<sup>1</sup>. Ähnlichen Verhältnissen begegnen wir bei den Gymnotiden, nur dass die beiden Schwimmblasen bei diesen Fischen mit einander nicht direkt communiciren,

<sup>1</sup> Reiches Detail darüber findet man in CUVIER et VALENCIENNES, l. c. T. XIX u. XXII und in JOH. MÜLLER's, Bau und Grenzen der Ganoiden und in der Vergleichenden Anatomie der Myxinoiden. Theil III.

sondern durch lange, enge Kanäle mit dem gemeinsamen Ductus pneumaticus sich verbinden<sup>1</sup>. Eine solche Zweitheilung der Schwimmblase soll auch bei einigen Welsen vorkommen (z. B. bei *Auchenaspis* und *Auchenipterus* nach VALENCIENNES' Autorität); fürs Gewöhnliche ist die Umbildung dieses Organs bei Siluroiden noch weiter fortgeschritten und ganz besonderen Verhältnissen angepasst<sup>2</sup>. Da eine solche Theilung der Schwimmblase in dieser Weise bei anderen Teleostiern nicht vorkommt, so kann dieselbe als etwas sehr Charakteristisches für die uns beschäftigenden vier Physostomenfamilien angesehen werden, und dieser Umstand könnte entschieden als neuer, gewichtiger Grund für die Zusammengehörigkeit derselben verwerthet werden, wenn die Abhängigkeit dieser Zweitheilung vom WEBER'schen Apparat nicht vollkommen evident wäre. Der Vortheil dieser Zweitheilung der Schwimmblase ist leicht zu verstehen.

Die durch veränderte Druckverhältnisse des äußeren Medium bedingte Volumzunahme oder -Abnahme der in der ganzen Schwimmblase enthaltenen Luft wird bei dem eigenthümlichen Bau der Blase fast ausschließlich in einer entsprechenden Volumschwankung der kleineren, sehr elastischen, vorderen Blase ihren Ausdruck finden, die hintere, wenig elastische wird davon kaum betroffen werden. Auf diese Weise werden noch Veränderungen des Druckes des umgebenden Medium zur Perception gelangen können, welche, wenn die Elasticität der Blase eine gleichmäßige wäre, unter der Wahrnehmungsschwelle gelegen hätten. Die Einrichtung ist also auf eine größere Empfindlichkeit des ganzen Apparates abgesehen. Es ist im Grunde genommen dasselbe Princip, welches der Mechaniker befolgt, wenn er bei der Herstellung eines Thermometers, um eine größere Empfindlichkeit des Instruments zu erzielen, eine möglichst große Kugel und eine möglichst dünne Röhre wählt.

Es ist mir nicht unbekannt, dass JOH. MÜLLER<sup>3</sup> noch eine andere eigenthümliche hydrostatische Bedeutung dieser Verdoppelung

<sup>1</sup> Vergleiche: J. REINHARDT, Om Svømmeblaeren hos Familien Gymnotini. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn. 1852, pag. 135, wo auch der WEBER'sche Apparat einiger Gymnotiden beschrieben ist.

<sup>2</sup> Cf. CUVIER et VALENCIENNES, l. c. Tome XIV u. XV und JOH. MÜLLER, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Th. III. Abhandl. d. Berl. Akad. d. Wiss. vom Jahre 1843 und Bau und Grenzen d. Ganoiden l. c.

<sup>3</sup> JOH. MÜLLER, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Th. IV. Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. pag. 160. Abhandl. der Berl. Akad. d. Wissenschaften vom Jahre 1843.

der Schwimmblase angenommen hat. Bei der Zunahme des intra-abdominalen Druckes durch gesteigerten Tonus der Rumpfmuskulatur muss nach physikalischen Gesetzen die elastischere, weniger widerstandsfähige vordere Abtheilung der Blase in rapiderer Progression an Volum abnehmen, als die hintere. In Folge dessen muss der Fisch beim Tiefersinken sich mit dem Kopfe nach unten stellen. Das Umgekehrte muss natürlich beim Aufsteigen des Fisches erfolgen.

Schon die einfache Erwägung, dass eine sehr große Zahl der hierher gehörigen Fische, vermöge ihrer ganzen Organisation darauf angewiesen sind, am Boden der Gewässer zu leben, wo eine solche specielle hydrostatische Vorrichtung ganz unnütz wäre, so wie der Umstand, dass es doch zu sonderbar wäre, warum diese anscheinend so nützliche Einrichtung nicht bei einer größeren Zahl von Fischen durchgeführt wäre, sondern nur einem Theil der mit einem WEBER'schen Apparat versehenen Formen zukäme, lässt es unwahrscheinlich erscheinen, dass dieses der Hauptzweck der Doppelung der Blase ist. Wie ich glaube, ist die von JOH. MÜLLER angegebene Funktion der getheilten Blase nur eine Nebenwirkung, und die Hauptbedeutung derselben die von mir angegebene; genauere Belege für diese Anschauung sollen später angeführt werden.

Bei den Welsen, deren Schwimmblase nur in den seltensten Fällen eine Zweitheilung aufweist, treffen wir eine andere Einrichtung, durch welche auf einem ganz anderen Wege dasselbe physiologische Resultat, nämlich eine größere Empfindlichkeit der Fische für die in dem umgebenden Medium sich abspielenden Druckschwankungen erreicht wird. Bei vielen Ariinen, aber auch bei anderen Welsen, z. B. *Callichrous*, *Cryptopterus*, *Schilbe* u. a. m. ist die Schwimmblase nicht auf die eigentliche Bauchhöhle beschränkt, sondern erstreckt sich mit ihren lateralen Theilen zwischen die ventralen und dorsalen Portionen des Seitenrumpfmuskels, bis dicht unter die äußere Haut. Auf diese Weise gewinnt sie ziemlich direkte Beziehungen zum umgebenden Medium und wird nun auf Druckschwankungen in demselben viel prompter reagiren, als eine allseitig in der Bauchhöhle eingeschlossene Blase. Selbstverständlich ist eine solche Schwimmblase sehr wenig geeignet als hydrostatischer Apparat, der das Auf- und Niedersteigen regulirt, zu dienen, da ein gesteigerter Tonus der Rumpfmuskulatur, statt die Blase auf ein geringeres Volum zusammenzupressen, hauptsächlich nur eine Vorwölbung der lateralen, an das Integument grenzenden Wand bewirken wird. Doch ist dieser Nachtheil wohl kaum ein bedeutenden-



der, da die meisten Welse, wie aus ihrem ganzen Habitus hervorgeht. Grundfische sind, die sich fast konstant am Boden der Gewässer aufhalten und ein hydrostatischer Apparat für sie daher nur geringe Bedeutung haben kann.

Weitere eigenthümliche Umbildungen und Anpassungen der Schwimmblase der Welse, die alle die Herbeiführung einer größeren Empfindlichkeit des WEBER'schen Apparates zum Zweck haben, können erst bei der speciellen Beschreibung der Welse zur Sprache kommen.

Was die Funktion des WEBER'schen Apparates betrifft, so dürfte die ältere von dem Entdecker desselben vermuthete Bedeutung als einer Einrichtung, welche dazu bestimmt ist die Schallwellen ähnlich einem Resonanzboden zu verstärken, wohl allgemein verlassen sein. HASSE<sup>1</sup>, auf dessen Arbeit ich hier verweise, hat sehr gewichtige Gründe für die Anschauung angeführt, dass wir es hier mit einem barometrischen Apparat zu thun haben, durch dessen Vermittlung den mit ihm ausgestatteten Fischen die Füllungszustände der Schwimmblase, welche von dem auf ihr lastenden Drucke abhängig sind, unmittelbar zum Bewusstsein gebracht werden. Auch die von mir angestellten Beobachtungen an einer viel größeren Zahl von Formen, als sie den früheren Untersuchern zu Gebote stand, haben mich in dieser Anschauung nur bestärkt

Es sei mir schon hier gestattet zu bemerken, dass ich durch eine ganze Reihe von Thatsachen zu dem Ergebnis geführt worden bin, dass die Druckschwankungen des umgebenden Medium, welche durch den WEBER'schen Apparat den Fischen zur Perception gelangen, weniger diejenigen der auf ihnen ruhenden Wassersäule sind, als vielmehr die athmosphärischen Druckschwankungen. Mit einem Worte, dass der WEBER'sche Apparat nicht dazu da ist, um dem Fisch die Tiefe, in der er sich befindet, anzuzeigen, sondern dass er in erster Linie eine Vorrichtung ist, welche den Thieren athmosphärische Druckschwankungen und die im Gefolge derselben auftretenden Wetterveränderungen angiebt. Eine genauere Begründung dieser Hypothese behalte ich mir für eine spätere ausführliche Arbeit über den WEBER'schen Apparat vor.

Einen weiteren wichtigen Einfluss hat die Ausbildung des WEBER'schen Apparates auf die Gestaltung des Gehörlabyrinths gehabt.

<sup>1</sup> C. HASSE, Anatomische Studien. Th. XIV. Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische. Leipzig, 1873.

Die Sacculi beider Seiten sind bei den uns interessirenden Fischen durch einen queren Kanal verbunden, welcher nach hinten mit dem Cavum sinus imparis in Verbindung steht. Durch die Ausbildung dieses Cavum sinus imparis, das einen nicht unbeträchtlichen Theil der Schädelbasis in der Occipitalregion für sich in Anspruch nimmt, sind die Sacculi stark komprimirt und allem Anschein nach zu physiologisch unwichtigen Organen geworden. Kompensatorisch haben sich dagegen die Lagenae der uns interessirenden Fische sehr mächtig entwickelt, doch sind auch diese, offenbar ebenfalls in Folge des Rummangels, in den hintersten, untersten Winkel der Occipitalregion gedrängt und von den Sacculi fast abgeschnürt. Auf diese Weise erlangt das Labyrinth dieser Fische eine höchst charakteristische Gestalt<sup>1</sup>.

Auch diese Eigenthümlichkeit kann, da sie notorisch als Anpassung an den WEBER'schen Apparat betrachtet werden muss, nicht als besonderes Argument für die Verwandtschaft der uns beschäftigenden vier Physostomenfamilien benutzt werden. Doch fehlt es nicht an anderen Zeugnissen für die Verwandtschaft dieser Familien.

Eine große Rolle bei der Beurtheilung von Verwandtschaftsverhältnissen bei Teleostiern muss ganz entschieden dem primären Schultergürtel zugestanden werden<sup>2</sup>. Durch die Untersuchung einer größeren Anzahl von Fischen, besonders von Physostomen, kann man leicht die Überzeugung gewinnen, dass dieser Skelettheil innerhalb größerer natürlicher Gruppen eine gewisse Konstanz im Bau zeigt, während andererseits hinreichende Differenzen bestehen, um die Trennung der größeren zusammenhängenden Gruppen von einander zu ermöglichen. Es ist das leicht verständlich, wenn man erwägt, dass die vordere Extremität der Knochenfische bei der Fortbewegung derselben eine relativ sehr unbedeutende Rolle spielt und daher den verschiedenartigen Anpassungen weniger unterworfen ist, als andere Organe. Dazu kommt noch der günstige Umstand, dass die verschiedenen, im Bau des primären Schultergürtels zu unterscheidenden

<sup>1</sup> Vgl. HASSE, Anatomische Studien. Th. X. 1873. pag. 417 ff. (Cyprinoiden) und G. RETZIUS, Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Th. I. pag. 76 bis 79. (Cyprinoiden, Malapterurus, Silurus). Für Characiniden und Gymnotiden kann ich nach eigenen Untersuchungen den gleichen Typus in der Gestaltung des Labyrinths konstatiren.

<sup>2</sup> Der Bau des sekundären Schultergürtels ist selbst bei nahestehenden Formen häufig so verschieden, dass er zur Beurtheilung von Verwandtschaften nur in beschränktem Maße benutzt werden kann.

Typen sehr leicht auf einander zurückzuführen sind und dass man über die sonst häufig kaum zu entscheidende Frage, was primär und was davon abgeleitet ist, beim Schultergürtel kaum jemals im Unklaren bleibt. Was die Detailverhältnisse betrifft, so muss ich auf die ausführlichen Arbeiten von METTENHEIMER<sup>1</sup> und GEGENBAUR<sup>2</sup> verweisen und kann hier nur kurz die zum Theil auf die erwähnten Arbeiten, zum Theil auf eigene Untersuchungen gegründeten Resultate anführen.

GEGENBAUR, dem wir die erste vergleichende Beschreibung und Deutung des Schultergürtels der Fische verdanken, unterscheidet bekanntlich bei den Teleostiern drei Typen, die sich von einander leicht ableiten lassen.

Bei dem ersten Typus kommen dem primären Schultergürtel drei mit der Clavicula verbundene Fortsätze zu: ein oberer — Scapulare, ein vorderer — Procoracoid und ein unterer; außerdem besitzt diese Form des Schultergürtels ein Spangengstück.

Der zweite Typus entspricht vollkommen dem ersten, nur fehlt der untere Fortsatz, der auch schon bei Siluroiden in solchen Fällen, wo der erste Brustflossenstrahl weich ist, wie ich gefunden habe, fehlen kann; so z. B. bei der auch in anderen Verhältnissen sehr eigenthümlichen Gattung *Malapterurus*.

Durch eine weitere Reduktion kommt der dritte Typus zu Stande, bei welchem, außer dem unteren Fortsatz, auch noch das Spangengstück fehlt.

Von den uns interessirenden Fischen besitzen die Welse einen primären Schultergürtel, der nach dem ersten Typus gebaut erscheint, welcher in der Reihe der Teleostier, außer den Siluroiden, in keiner Familie angetroffen wird. Es ist das entschieden eine sehr primitive Form des Schultergürtels, die sich am leichtesten noch mit dem entsprechenden Skelettheil der Knorpelganoiden vergleichen lässt.

Von diesem Siluroidentypus lässt sich der zum zweiten Typus gehörige Schultergürtel der Cyprinoiden<sup>3</sup> leicht ableiten; der untere Fortsatz des primären Schultergürtels verliert seine Selbständigkeit und verbindet sich mit dem Procoracoid, ohne die Clavicula zu er-

<sup>1</sup> METTENHEIMER, *Disquisitiones anatomico-comparatae de membro piscium pectorali*. Berolini 1847.

<sup>2</sup> C. GEGENBAUR, *Untersuchungen z. vgl. Anatomie der Wirbelthiere*. Heft II. Schultergürtel der Wirbelthiere und Brustflosse d. Fische. Leipzig, 1865.

<sup>3</sup> Es wurden von mir eine ganze Reihe von Gattungen, aus fast allen von GÜNTHER unterschiedenen Gruppen untersucht, ohne dass ich jedoch wesentliche Modifikationen des von GEGENBAUR beschriebenen Typus auffand.

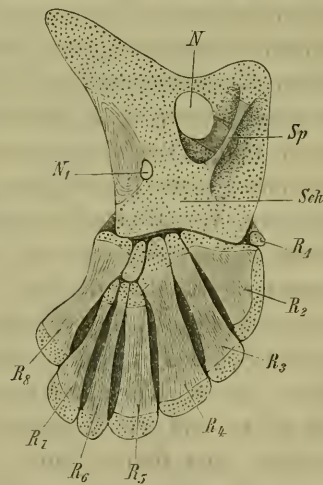


reichen. Die Modifikation, durch welche der Schultergürtel der Welse sich von demjenigen der Cyprinoiden unterscheidet, ist eine verhältnismäßig geringe und, wie GEGENBAUR mit Recht bemerkt, ist »die Trennung der Schultergürtelformen der Cyprinoiden und Siluroiden keine so scharfe, wie aus der ersten Vergleichung dieser Theile hervorgeht«<sup>1</sup>. Wie ich hinzufügen will, ist das um so weniger der Fall, als auch schon bei Welsen, wie oben erwähnt ist, der untere Fortsatz einer Reduktion verfallen kann.

Der Schultergürtel der Characiniden ist ebenfalls nach dem zweiten Typus gebaut »und ist ein engerer Anschluss an die Cyprinoiden nicht zu verkennen«<sup>2</sup>. Diesem Urtheil GEGENBAUR's muss ich mich nach eigenen Untersuchungen<sup>3</sup> vollkommen anschließen.

Die drei eben erwähnten Familien lassen somit nach Allem einen engeren Zusammenhang im Bau des primären Schultergürtels leicht erkennen. Im Gegensatz hierzu besteht eine nicht unbeträchtliche Verschiedenheit zwischen dem bis jetzt noch niemals untersuchten Schultergürtel der Gymnotiden<sup>4</sup> und dem der eben beschriebenen Formen.

Der relativ sehr kleine primäre Schultergürtel von *Gymnotus* gehört zu dem zweiten von GEGENBAUR aufgestellten Typus und ist sehr einfach gebaut, indem er nur aus einer viereckigen, mit der Clavicula verbundenen Platte besteht, die von zwei Nervenöffnungen durchbohrt ist und die an ihrer hinteren, medialen Fläche von einer Spange überbrückt wird. Die beigegebene Abbildung wird von den Verhältnissen eine bessere Vorstellung geben, als die ausführlichste Beschreibung. Das Auffallendste an diesem Schultergürtel ist der Umstand, dass er fast ganz aus Knorpel besteht, und die Ossifikationen nur einen geringen Theil desselben einnehmen. Die



Primärer Schultergürtel und Brustflossenskelet von *Gymnotus electricus*.  
Sch, Schultergürtel; Sp Spange desselben;  
N, N<sub>1</sub> Nervenlöcher; R<sub>1</sub>—R<sub>8</sub> 1.—8. Brustflossenstrahl.

<sup>1</sup> GEGENBAUR, l. c. pag. 122.

<sup>2</sup> GEGENBAUR, l. c. pag. 124.

<sup>3</sup> Untersucht wurden die Gattungen: *Macrodon*, *Erythrinus*, *Hydrocyon*, *Anacurtus*, *Citharinus*, *Alestes* und *Tetragonopterus*.

<sup>4</sup> Zur Untersuchung kamen die Gattungen *Gymnotus*, *Carapus* und *Sternoptygus*.

größte Ossifikation liegt am unteren Rande des Procoracoidtheils des primären Schultergürtels und reicht bis zum unteren Nervenloch; eine andere kleinere Ossifikation liegt an der oberen Peripherie der oberen großen Nervenöffnung; die dritte Ossifikation nimmt das dünne Spangenstück ein.

Der Bau dieses Schultergürtels, dem die entsprechenden Skelettheile bei *Carapus* und *Sternopygus* ähnlich sind, steht in der Reihe der Knochenfische ganz vereinzelt da, und wenn wir nach einem Anschluss suchen, so müssen wir auf die Ganoiden rekurriren und zwar auf *Amia*, deren Schultergürtel noch die größte Ähnlichkeit mit *Gymnotus* aufweist<sup>1</sup>; der Hauptunterschied liegt in dem Umstande, dass *Amia* am Schultergürtel keine Spur von Verknöcherungen besitzt.

Eben so eigenartig, wie der Schultergürtel, ist auch das Skelet der Brustflosse bei *Gymnotus* gebildet. Während bei allen anderen bis jetzt auf die Brustflossen untersuchten Teleostiern sich in der ersten Radienreihe im besten Falle fünf in einer Reihe liegende, ziemlich gleichmäßig entwickelte Strahlen vorfinden, besitzt *Gymnotus* in der ersten Reihe acht Radien (vgl. den Holzschnitt). Der am meisten lateral gelegene Radius besteht aus einem kleinen, runden Knorpelstückchen. Sehr bemerkenswerth ist es auch, dass, während dieser erste Radius bei allen bis jetzt untersuchten Teleostiern innige Beziehungen zum ersten Knochenstrahl der Brustflosse gewinnt<sup>2</sup>, diese Beziehungen bei *Gymnotus* vollständig fehlen. Um ähnliche Verhältnisse anzutreffen, müssen wir in der Reihe der Fische hinuntersteigen bis zu den Ganoiden, unter welchen sich *Spatularia* annähernd eben so verhält. Der zweite Radius von *Gymnotus* ist plattenartig verbreitert und wird von einer knöchernen peripheren Schale derartig umgeben, dass das distale und das proximale Ende, als Knorpelapophysen frei bleiben. Ähnlich verhalten sich der dritte und vierte Radius; nur sind sie mehr in die Länge gestreckt. Der fünfte Radius artikulirt nicht direkt mit dem Schultergürtel, sondern wird mit dem letzteren durch einen länglichen Zwischenknorpel verbunden, der wohl als ein abgetrenntes Stück dieses Radius betrachtet werden kann. Die beiden nachfolgenden Radien sind von der Artikulation mit dem Schultergürtel ebenfalls ausgeschlossen; und zwar verbindet sich der sechste Radius mit dem erwähnten Zwischenknorpel, während der siebente an die late-

<sup>1</sup> Vergleiche die Abbildung bei GEGENBAUR, l. c. Taf. VI Fig. 4.

<sup>2</sup> GEGENBAUR, l. c.



rale Seite des achten Radius sich anheftet, wie auf der beigegebenen Figur abgebildet ist. Wenn man dieses Brustflossenskelet auf den von GEGENBAUR aufgestellten Typus zurückzuführen versucht, so kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass ursprünglich auch der sechste Radius vom Gymnotus am achten befestigt gewesen sein muss, und dass somit der am weitesten medial gelegene, etwas stärker entwickelte Radius Träger der anderen Radien gewesen ist, so dass Gymnotus in diesem Verhalten die deutlichsten Spuren eines wirklichen Metapterygium besitzt. Die Brustflosse von Gymnotus ist die primitivste Teleostierflosse, die bis jetzt bekannt ist.

Das Flossenskelet der beiden anderen von mir untersuchten Gymnotidengattungen und das aller übrigen Knochenfische lässt sich von diesem Typus leicht ableiten. Wir brauchen uns bloß vorzustellen, dass die beiden mit dem achten Radius verbundenen Radien reducirt werden und dass der rudimentäre erste Radius schwindet, um die typischen Verhältnisse der Knochenfische zu erhalten.

Wenn wir in der Reihe der Fische Verhältnisse finden wollen, mit denen Gymnotus im Bau des Flossenskelets am meisten übereinstimmt, so müssen wir uns abermals bei den Ganoiden umsehen; und zwar sind es hier die Gattungen *Spatularia*, *Amia* und *Lepidosteus*, welche die größte allgemeine Ähnlichkeit mit Gymnotus zeigen, ohne dass sich jedoch das Flossenskelet des letzteren direkt von dem Skelet einer der erwähnten Formen ableiten ließe.

Um Alles zusammenzufassen, so können wir im Bau der vorderen Extremität bei den uns interessirenden vier Physostomenfamilien zwei Formen unterscheiden, die beide für Teleostier sehr primitive Bildungen vorstellen, und einen Anschluss an Ganoiden erkennen lassen.

Der Schultergürtel der Siluroiden lässt sich leicht von dem der Knorpelganoiden ableiten; anders verhält es sich mit dem Brustflossenskelet der Welse; dasselbe hat schon eine so weit gehende Reduktion erfahren, dass eine direkte Ableitung desselben von den Ganoiden nicht möglich ist. An die vordere Extremität der Siluroiden schließt sich diejenige der Cyprinoiden und Characiniden an, welche direkt durch Reduktion gewisser Theile der Extremität der Welse entstanden zu denken ist. Das ist die eine Form.

Der anderen Form begegnen wir bei Gymnotiden, deren Schultergürtel ebenfalls gegenüber demjenigen der Welse als reducirt zu betrachten ist, ohne dass er von dem letzteren abzuleiten wäre. Er schließt sich vielmehr an gewisse reducirtete Schultergürtelformen der Ganoiden an (*Amia*?).

Der Bau des Brustflossenskelets der Gymnotiden ist viel primitiver, als derjenige der anderen drei Physostomenfamilien mit WEBER'schem Apparat und aller übrigen Teleostier und lässt eine große allgemeine Ähnlichkeit mit dem der Ganoiden nicht verkennen, allerdings ohne einen Anschluss an eine bestimmte, jetzt lebende Gattung zu gestatten<sup>1</sup>. Wenn wir nicht so viele andere entscheidende Momente hätten, welche einen innigen Zusammenhang der Gymnotiden mit den anderen uns augenblicklich beschäftigenden Physostomen, vor Allem mit den Siluroiden, zweifellos bewiesen, so müssten dieselben, auf den Bau ihrer vorderen Extremität hin, eine ganz abgesondert stehende Gruppe der Knochenfische bilden. Es ist dies ein neuer Beweis dafür, wie vorsichtig man bei der Beurtheilung von Verwandtschaftsverhältnissen nach Merkmalen, die einem einzigen Organ entnommen sind, verfahren muss.

Ein weiteres wichtiges Merkmal, das in verschiedenen Gattungen der uns interessirenden vier Familien angetroffen wird, und für deren Zusammengehörigkeit spricht, ist die schon seit lange bekannte, mediale Längsfontanelle der Schädeldacke zwischen den Parietalia und den Frontalia, welche sonst bei keiner anderen Gruppe von Teleostiern bekannt ist. Diese Längsfissur, welche eine sehr verschiedene Ausdehnung besitzt und bisweilen durch eine Brücke in einen vorderen und hinteren Abschnitt getheilt ist, kommt der größten Mehrzahl aller Siluroiden zu. Unter den Characiniden scheint sie nur den Erythrininen und einigen Hydrocyoninen zu fehlen. Bei Cyprinoiden

---

<sup>1</sup> Ich kann es mir hier nicht versagen, darauf aufmerksam zu machen, dass auch die Gestalt der ganzen Brustflosse von *Gymnotus* eine ganz eigenartige ist, die meines Wissens in der Reihe der Knochenfische einzig dasteht. Die Brustflosse des Zitteraals besitzt ein großes, fast kreisförmiges, centrales Feld, das von dem Skelet der Flosse eingenommen wird und das von einer weichen schuppenlosen Haut überkleidet wird. Dieses große, centrale Feld ist von dem durch sehr schwache Flossenstrahlen gestützten Flossensaum umgeben. Diese Flossenbildung steht in der Reihe der Knochenfische ganz einzig da und erinnert in hohem Grade an die charakteristische Flosse der Crossopterygier (T. HUXLEY: »Preliminary Essay on the systematic arrangement of the Fishes of the Devonian epoch.« *Memoirs of the Geologic. Survey of the United Kingdom, Decade X. 1861*), von der sie sich nur durch den Umstand unterscheidet, dass das centrale Feld keine Schuppenbildung besitzt. Dieser sehr primitiven äußeren Form der Brustflosse, die als »nackte Crossopterygierflosse« charakterisirt werden kann, entspricht auch der Bau des Flossenskelets, der, wie ich schon erörtert habe, sich von dem gewöhnlichen Verhalten der Teleostier entfernt und sich an die in dieser Hinsicht viel primitiveren Ganoiden anschließt.

kommt sie in der Gruppe der Catostominen konstant vor; sehr verbreitet ist sie bei den Cobitidinen und eben so wenig fehlt sie den Homalopterinen; auch bei den Barbiden kommt sie sporadisch vor. In der Familie der Gymnotiden traf ich diese Längsfissur bei der Gattung *Sternopygus* an.

Weitere zahlreiche, dem Bau des Cranium entnommene Merkmale, welche für eine Zusammengehörigkeit aller mit einem WEBER'schen Apparat versehenen Fische sprechen, sollen erst bei der speciellen Beschreibung des Schädels genauer betrachtet werden.

Außer den schon angeführten Charakteren, giebt es noch andere, weniger allgemein verbreitete, die bei verschiedenen, zu differenten Familien gehörigen Gattungen angetroffen werden und die man nicht mit derselben Sicherheit zum Beweise der Verwandtschaft dieser Gattungen herbeiziehen kann, wie die eben erwähnten Merkmale.

Hierher gehören die harten, häufig gezahnten Knochenstrahlen der Dorsalis vieler Cyprinoiden und Welse, die sonst bei anderen Physostomen in dieser Weise nicht angetroffen werden. In der Familie der Cyprinoiden ist es gewöhnlich der dritte Strahl, der diese eigenthümliche Beschaffenheit erlangt, während die beiden vordersten Strahlen rudimentär werden; und in diesem Punkte stimmen auch die Welse überein, bei welchen ebenfalls die Dorsalis an ihrem vordersten Ende einen Reduktionsvorgang erkennen lässt; der erste nachweisbare Strahl ist, wie es scheint, immer rudimentär und dient als eine Sperrvorrichtung für den Stachel.

Einer anderen, ganz auffallenden Übereinstimmung begegnen wir im Bau des Opercularapparates bei *Gymnotus* und bei den Welsen. Den letzteren fehlt bekanntlich ganz konstant ein Suboperculum<sup>1</sup>. Der erste, etwas verbreiterte Bronchiostegalradius schließt sich direkt an den unteren Rand des Operculum an, so dass man ihn in der That für ein eigenthümlich gestaltetes Suboperculum halten könnte, wenn er nicht am Zungenbein angeheftet wäre. Diese selbe, in der Reihe der Knochenfische nicht gewöhnliche, Bildung weist auch *Gymnotus* auf, während die beiden anderen von mir untersuchten Gattungen *Carapus* und *Sternopygus* ein, allerdings nicht sehr gut entwickeltes, wirkliches Suboperculum besitzen.

In den vorstehenden Seiten glaube ich mich provisorisch darüber

---

<sup>1</sup> Wenn STANNIUS in seinem Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere pag. 79 den Welsen das Interoperculum abspricht, so ist das offenbar ein *Lapsus calami*.



gerechtfertigt zu haben, dass ich bei der Schilderung des Schädelbaues die mit einem WEBER'schen Apparat versehenen Fische vereinigt habe, und den Nachweis geliefert zu haben, dass die betreffenden vier Physostomenfamilien unter sich in der That in näherer Verwandtschaft stehen und eine sehr natürlich begrenzte Gruppe bilden.

Es erwächst nun die Frage, ob es nicht noch andere Teleostierfamilien giebt, die zu dieser selben Gruppe gerechnet werden müssen. Außer den angegebenen vier Physostomenfamilien sind zur Zeit keine anderen bekannt, die einen WEBER'schen Apparat besitzen und die sich durch die Existenz desselben, als nahe Verwandte der ostariophysen<sup>1</sup> Knochenfische charakterisiren würden. Doch wäre es noch immerhin möglich, daran zu denken, dass unter den jetzt lebenden Knochenfischen solche existiren, deren Vorfahren einen WEBER'schen Apparat besessen und ihn allmählich durch Rückbildung verloren haben. Solche Familien würden ihre Zusammengehörigkeit mit den von mir zur Gruppe der Ostariophysen vereinigten Formen dadurch kund geben, dass sie in einer Reihe von Merkmalen, die von dem WEBER'schen Apparat unabhängig sind, mit denselben übereinstimmen.

Nach einer sorgfältigen Untersuchung einer größeren Reihe von Physostomenfamilien, muss ich nun allerdings gestehen, dass mir nur zwei Familien begegnet sind, die an eine solche Möglichkeit überhaupt entfernt denken lassen. Es sind das die Muraeniden und die Symbranchier. Die Schädel aller übrigen untersuchten Physostomen sind nach ganz anderen Typen gebaut, als diejenigen der Ostariophysen und lassen an die letzteren keinerlei direkten Anschluss erkennen. Anders verhält es sich mit den Muraeniden und mit den Symbranchiern, deren Schädel eine gewisse Ähnlichkeit mit denjenigen der Welse und Gymnotiden nicht verkennen lassen.

Bei einer genaueren Untersuchung erkennt man jedoch, dass diese Ähnlichkeit hauptsächlich auf der geringen Ausbildung und Abgrenzung der Orbitae beruht und somit ein Merkmal ist, welches nachweislich mit der relativ geringen Ausbildung der Augen und deren Muskulatur zusammenhängt. Es ist klar, dass eine solche Ähnlichkeit eine reine Anpassungsähnlichkeit ist und zur Begründung einer näheren Verwandtschaft dieser Familien nicht verwerthet werden kann.

Ein anderes, sehr eigenthümliches anatomisches Merkmal, das

<sup>1</sup> Von *οστρίοιον*, Knöchelchen, *φύση* Blase (Schwimmbase) abgeleitet.

den Muraeniden und den Gymnotiden zukommt, nämlich ein ungewöhnliches Verhalten des Seitennervensystems, könnte schon eher zur Annahme einer näheren Verwandtschaft dieser beiden Familien verführen und bedarf daher einer genaueren Betrachtung. Beim Aal ist es ein Ast des Facialis<sup>1</sup>, welcher den Ramus lateralis superficialis bildet. Derselbe tritt hinter dem Facialis durch eine besondere Öffnung im Cranium aus, verläuft medial vom Hyomandibulare nach hinten, tritt unter den Schultergürtel, empfängt sodann eine Anastomose vom Vagus, und verläuft nun, nachdem er noch einige Zweige zur Haut der vorderen Extremität abgegeben hat, oberflächlich über der Seitenlinie. Diesen eigenthümlichen Ast des Aales hält STANNIUS für identisch mit dem bekannten, hinteren Schädelhöhlenaste des Trigemini, dem sog. Ramus lateralis trigemini. Es scheint mir das nicht richtig zu sein, und möchte ich diesen Facialisast viel eher durch eine besondere Ausbildung einer bei manchen Knochenfischen zwischen dem Ramus opercularis facialis und zwischen einem ziemlich konstanten, aufsteigenden Aste des Ramus lateralis vagi existirenden Anastomose entstanden denken<sup>2</sup>. Damit stimmen die topographischen Lagerungsverhältnisse aufs beste und auch der Umstand, dass, nach STANNIUS<sup>3</sup>, gerade beim Aal, als seltene Ausnahme unter den Knochenfischen, ein selbständiger aufsteigender Ast des Lateralis vagi vermisst wird, spricht dafür. Ähnlich wie der Aal verhalten sich nach meinen eigenen Untersuchungen in dieser Hinsicht auch Conger vulgaris und Muraena helena. Eine genauere Beschreibung dieser eigenthümlichen Verhältnisse, die ich hier nur andeuten konnte, behalte ich mir für eine spätere Arbeit vor.

Nach einer Entdeckung von JOH. MÜLLER<sup>4</sup> zeigt nun merkwürdigerweise auch Gymnotus ein ähnliches Verhalten wie der Aal; ich kann dieses bestätigen und möchte nur noch besonders hervorheben, dass bei Gymnotus der vom Facialis entspringende Stamm des Seitennerven

---

<sup>1</sup> Nach STANNIUS (Peripher. Nervensystem der Fische pag. 51) ist es ein Ast des Trigemini. Da jedoch dieser Ast die Schädelhöhle durch eine dicht hinter dem Facialisloch gelegene Öffnung verlässt, so halte ich es für korrekter diesen Nerv für einen Ast des Facialis anzusehen. Die Art des Ursprungs vom Gehirn, auf welche STANNIUS seine Ansicht basirt, beweist bei Knochenfischen, wo Trigemini und Facialis bei ihrem Ursprunge innig mit einander verbunden und durchflochten sind, gar nichts.

<sup>2</sup> STANNIUS, l. c. pag. 61.

<sup>3</sup> STANNIUS, l. c. pag. 97.

<sup>4</sup> Archiv für Anatomie und Physiologie. Jahrgang 1837.

zum mindesten dreimal so stark ist, als die vom Vagus kommende, dem Lateralis vagi entsprechende Anastomose. Genau eben so wie bei *Gymnotus* finde ich das Verhalten des Seitennerven auch bei den anderen beiden von mir untersuchten Gymnotidengattungen: bei *Carapus* und *Sternopygus*.

Diese eigenthümliche Übereinstimmung in einem so ungewöhnlichen Verhalten des Seitennerven, würde entschieden ein gewichtiges Argument zu Gunsten einer näheren Zusammengehörigkeit der Aale und Gymnotiden abgeben, wenn wir nicht durch neuere Untersuchungen wüssten, dass ähnliche Verhältnisse bei einem Fisch vorkommen, der weder mit Aalen, noch mit Gymnotiden das Geringste zu thun hat: nämlich bei *Ceratodus*<sup>1</sup>. Zwar verläuft der entsprechende Nervenast bei *Ceratodus* im Gegensatz zu den Aalen und Gymnotiden, bei denen er zwischen Hyomandibulare und der lateralen Schädelwand liegt, im Inneren des Knorpels der Labyrinthregion selbst, doch giebt die bei den Dipnoern stattgefundene Verschmelzung des Suspensorialapparates mit dem Schädel, wie ich glaube, eine genügende Erklärung für dieses scheinbar abweichende Verhalten.

Es ist nach diesem die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass diese Eigenthümlichkeit auch bei den Aalen und bei den Gymnotiden ganz unabhängig von einander zu Stande gekommen ist; jedenfalls darf sie, da sonst gar nichts für eine nähere Verwandtschaft zwischen diesen so ganz differenten Familien spricht, für sich allein nicht als Argument für eine solche benutzt werden.

Gar keine Repräsentanten habe ich von den folgenden Physostomenfamilien erhalten können: Stomiatidae, Haplochitonidae, Heteropygii, Gonorhynchidae, Percopsidae, Pantodontidae, Kneriidae, Halosauridae und Bathyrhynchidae.

Von diesen Familien schließen sich die Stomiatiden ganz eng an die Sternoptychidae an, von denen sie sich eigentlich nur durch den Besitz einer fleischigen Bartel am Unterkiefer unterscheiden; und ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass man sie zukünftig mit den letzteren zu einer Familie wird vereinigen müssen. Die Haplochitoniden scheinen nahe Verwandte der Salmoniden und der Galaxiden zu sein: eben so wird es sich möglicherweise auch mit den

---

<sup>1</sup> BEAUREGARD, Encéphale et nerfs crâniens du *Ceratodus* Forsteri. Journal de l'Anatomie et Physiologie. Vol. 17. 1881. pag. 230—242.



Percopsiden verhalten, die sich von den Salmoniden, so weit bekannt ist, nur durch einen anderen Habitus und durch den Besitz von Ctenoidschuppen unterscheiden.

Die Heteropygier sind nach GÜNTHER mit den Cyprinodonten verwandt; doch wird es noch einer genaueren anatomischen Untersuchung der ersteren bedürfen, ehe man diese Verwandtschaft, als gesichert annehmen kann. Der unbeschuppte Kopf und das Vorhandensein von Pylorusanhängen, die bei Cyprinodonten niemals beobachtet werden, mahnen zur Vorsicht, obgleich auf sie allein natürlich eine Entfernung der Heteropygier von den ersteren nicht begründet werden kann. Jedenfalls stehen sie den Ostariophysen ganz fern.

Die Kneriiden haben mit der Gruppe der Cobitidinen aus der Familie der Cyprinoiden, zu denen sie von STEINDACHNER zuerst gestellt worden sind, nichts gemeinsam als den Habitus. Vielleicht sind sie als zahnlose Cyprinodonten aufzufassen, mit denen sie in einigen anatomischen Merkmalen übereinstimmen.

Die Pantodontiden, Gonorhynchiden, Halosauriden und Bathythrissiden sind so eigenartige und so wenig gekannte kleine Physostomenfamilien, dass selbst jede Vermuthung über deren Verwandtschaft mit anderen besser gekannten Familien, als verfrüht gelten müsste. Es wäre nicht unmöglich, dass die eine oder die andere derselben nähere Beziehungen zu den Ostariophysen erkennen lassen wird, obgleich ich dieses nach dem Wenigen, was über den anatomischen Bau dieser Fische bekannt ist, für unwahrscheinlich halte.

Wir schreiten nun zur speciellen Beschreibung des Schädels, der mit einem WEBER'schen Apparat versehenen Physostomen und beginnen mit den Characiniden. Ihnen sollen sodann die Cyprinoiden, Welse und Gymnotiden folgen.

---

### Specieller Theil.

Als einer der glücklichsten Griffe, die der Begründer des jetzt allgemein geltenden ichthyologischen Systems, JOHANNES MÜLLER, gethan hat, muss die Vereinigung einer Anzahl bis zu seiner Zeit zu den Salmoniden gerechneter Gattungen mit den früher zu den Clupeiden gestellten Erythrininen zu der Familie der Characiniden

gelten<sup>1</sup>. Wie sehr auch die von ihm zu dieser letzteren Familie vereinigten Fische im Flossenbau und in der Bezahnung unter einander abweichen, so bilden sie nichtsdestoweniger, wie die anatomische Untersuchung lehrt, eine der natürlichsten Familien der Knochenfische, und müssen die seither von mehreren Seiten<sup>2</sup> geäußerten Zweifel an der Berechtigung der Characinidenfamilie entschieden zurückgewiesen werden.

Es wurden folgende Gattungen und Arten untersucht<sup>3</sup>:

- Gruppe Erythrinina: *Macrodon trahira* Spix. — Columbien,  
*Erythrinus unitaeniatus* Spix. — Brasilien,  
*Lebiasina bimaculata* C. V. — Peru,  
 Citharinina: *Citharinus Geoffroyi* Cuv. — Senegal,  
 Tetragonopterina: *Alestes dentex* Hasselq. — Nil,  
*Tetragonopterus fasciatus* Cuv. — Guatemala,  
*Tetragonopterus melanurus* Bl. — Surinam,  
*Tetragonopterus maculatus* L. — Trinidad,  
 Hydrocyonina: *Anacyrtus gibbosus* L. — Brasilien,  
*Hydrocyon Forskalii* Cuv. — Nil,  
*Hydrocyon brevis* Gnth. — Nil,  
*Sarcodaces odoë* Bl. — Congo.

Bei einer genaueren Prüfung der in den Bestand dieser Physostomenfamilie eingehenden Gattungen, gewinnt man ganz leicht die Überzeugung, dass die zahlreichen, von GÜNTHER unterschiedenen Gruppen einander durchaus nicht gleichwerthig sind, dass vielmehr, wie der eben erwähnte Autor es auch schon in seiner Synopsis<sup>4</sup> andeutet, die Erythrininen, die sich schon äußerlich durch den Mangel einer Fettflosse von den übrigen Characiniden unterscheiden, auch im Bau des Skelets, speciell des Cranium, eine Sonder-

<sup>1</sup> JOH. MÜLLER, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Th. IV. Abhandlung der Berl. Akademie d. Wissenschaften, aus dem Jahre 1843. Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden etc. Ebendas. aus dem Jahre 1844. JOH. MÜLLER und TROSCHEL, Horae ichthyologicae. Th. I—III.

<sup>2</sup> R. KNER, Ichthyologische Beiträge zur Familie d. Characiniden. Denkschrift. der Wiener Akad. d. Wissenschaften. Mathemat.-naturwissenschaftl. Klasse. Jahrg. 1859. pag. 138. CUVIER et VALENCIENNES, Histoire naturelle des poissons. T. XIX. pag. 480 und T. XXII, pag. 1.

<sup>3</sup> Was die Nomenklatur betrifft, so halte ich mich in dieser, so wie in den nachfolgenden Arbeiten ganz streng an GÜNTHER'S »Catalogue of Fishes in the collection of the British Museum«:

<sup>4</sup> Catalogue of Fishes in the Collect. of the British Museum. Vol. V. pag. 287.

stellung einnehmen. Sie sollen in den nachfolgenden Seiten den übrigen von mir untersuchten Gattungen, die ich unter der Bezeichnung »echte Characiniden« zusammenfasse, gegenübergestellt werden, die letzteren theile ich wiederum in zwei Gruppen: die phytophagen Characiniden, zu denen von den untersuchten Gattungen nur *Citharinus* gehört, und in die sarcophagen, welche die übrigen Gattungen in sich begreifen. Unter den letzteren schließt sich die Gattung *Sarcodaces* in gewissen Organisationsverhältnissen den Erythrininen an, so dass die Trennung dieser beiden Gruppen keine ganz scharfe ist.

Die Litteraturangaben über den Schädel der uns beschäftigenden Fische sind höchst spärliche. Außer den wenig genügenden Beschreibungen, die VALENCIENNES<sup>1</sup> von dem Cranium von *Erythrinus* und *Macrodon* giebt, besitzen wir nur noch einige aphoristische, zum Theil unrichtige Angaben von KÖSTLIN<sup>2</sup> über *Hydrocyon*, *Citharinus* und *Erythrinus*. Da ich in der Lage war, die Schädel der von diesen Autoren untersuchten Arten nachuntersuchen zu können, so sollen ihre Angaben, um den Gang der Darstellung nicht zu stören, nur ausnahmsweise weitere Berücksichtigung erfahren.

Das Cranium der Characiniden erinnert, wenn man es mit einem allgemein bekannten Teleostierschädel vergleichen will, am meisten an den Schädel unserer einheimischen Cyprinoiden. Es ist ein gut proportionirter Schädel, der sich durch eine gleichmäßige Ausbildung aller Regionen auszeichnet und der eine sehr vollkommene Verknöcherung aufweist, so dass von dem knorpeligen Primordialschädel nur geringfügige Reste übrig bleiben. Man unterscheidet bei der Beschreibung desselben ganz zweckmäßig vier Flächen: die Decke des Schädels, die beiden in der unteren Mittellinie in einer mehr oder weniger ausgebildeten Kante zusammentreffenden Seitenflächen und die schräg nach hinten und unten abfallende hintere Schädelfläche. Bei Erythrininen ist die Neigung dieser hinteren Fläche eine verhältnismäßig geringere, und dieselben erinnern in dieser Beziehung noch sehr an die Verhältnisse bei niederen Haien und bei *Amia*; stärker wird die Neigung bei den echten Characiniden, bei welchen die hintere Schädelfläche mit dieser Decke häufig einen fast rechten Winkel bildet.

Die Schädeldecke der Erythrininen hat annähernd die Gestalt

<sup>1</sup> CUVIER et VALENCIENNES, Histoire naturelle des poissons. Tome XIX. pag. 493 u. 515 (1846).

<sup>2</sup> O. KÖSTLIN, Vom Bau des knöchernen Kopfes in den vier Klassen der Wirbelthiere. Stuttgart 1844.



eines Vierecks, dessen Winkel durch die hinteren lateralen Schädel-ecken und die Antorbitalfortsätze bezeichnet werden (Taf. I Fig. 1 und Taf. II Fig. 1, 12); nach vorn ist sie in eine dreieckige Spitze ausgezogen. Im Ganzen erinnert ihre Gestalt in hohem Grade an die Verhältnisse bei *Amia*. Von vorn nach hinten und von einer Seite zur anderen erscheint die Decke des Cranium bei Erythrininen sehr wenig gewölbt (Taf. I Fig. 5—10). Durch Ausbildung von Muskelgruben, Muskelfortsätzen und Fontanellen zwischen einzelnen Knochen der Schädeldecke, so wie auch durch eine stärkere Wölbung der Schädeldecke in frontaler Richtung, entfernt sich die Gestalt derselben bei den echten Characiniden nicht unbeträchtlich von der eben geschilderten. Am hinteren Rande der Schädeldecke entwickelt sich bei den letzteren eine, bei Erythrininen nur angedeutete, *Spina occipitalis*, die sich zwischen die beiden dorsalen Portionen des Seitenrumpfmuskels erstreckt und bei einzelnen Characinidengattungen eine Ausbildung erhält, wie kaum in einer anderen Physostomenfamilie. An den Seitenrändern der Schädeldecke sehen wir in der Höhe des Postorbitalfortsatzes jederseits eine eigenthümliche, von einer scharfen Kante umgebene Depression auftreten, welche dem *M. dilator operculi*<sup>1</sup> zur Insertion dient (Taf. I Fig. 1, 12, 17). Eine mediale Längsfissur zwischen den Knochen der Schädeldecke, die schon im einleitenden Theil dieser Abhandlung erwähnt wurde, kommt ganz konstant bei allen echten Characiniden mit Ausnahme von *Sarcodaces* vor. Auch am vorderen, ethmoidalen Abschnitt der Schädeldecke sehen wir bei den echten Characiniden, gegenüber den Erythrininen, die in dieser Hinsicht ein einfacheres Verhalten bewahren, verschiedene später ausführlich zu beschreibende Knochenfortsätze auftreten, welche den Kieferknochen zur Anlagerung dienen.

An der hinteren Fläche des Schädels fallen auf den ersten Blick die sehr entwickelten Temporalhöhlen auf<sup>2</sup>, die sich weit nach vorn, unter die Knochen der Schädeldecke erstrecken und die von einer Zacke der dorsalen Portion des Seitenrumpfmuskels ausgefüllt werden (Taf. I Fig. 5, 9, 10, Taf. II Fig. 5, 10, 16, 18). Die beträchtliche Weite der Temporalhöhlen ist für die Characiniden sehr charakte-

<sup>1</sup> Bei der Bezeichnung der Muskeln des Kopfes der Fische bin ich der von VETTER angegebenen Nomenklatur gefolgt. Vgl. B. VETTER, »Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische. Th. II.« Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft. Bd. XII. 1878. pag. 431 bis 550.

<sup>2</sup> Über den Begriff der Temporalhöhle vergleiche man meine Abhandlung über das Cranium von *Amia calva*. Morphol. Jahrb. Bd. IX. pag. 188.

ristisch und führt konstant zu einer Unterhöhlung und schließlich Fenestration der nach hinten vorspringenden, von den Exooccipitalia eingenommenen Vorsprünge an einer oder an zwei Stellen, so dass diese Vorsprünge schließlich nur aus zwei oder drei hinten zusammenstoßenden Knochenspangen bestehen (die cit. Abbild.). Die hinteren lateralen Schädelecken sind in Fortsätze ausgezogen, die nach hinten und unten gerichtet sind und die den Supraclavicularknochen zur Anlagerung dienen.

An der Seitenfläche (Taf. I Fig. 3, Taf. II Fig. 4 u. 14) können wir drei von einander deutlich getrennte Abschnitte unterscheiden.

Der vordere, der Nasalregion entsprechende, beherbergt die große, gut ausgeprägte Nasengrube.

Der mittlere Abschnitt der Seitenfläche wird von der tiefen und gut begrenzten Orbita eingenommen. Seine vordere Grenze bildet der gut ausgeprägte Antorbitalfortsatz; seine hintere der ebenfalls stets deutlich zu unterscheidende Postorbitalfortsatz. Ein Orbitaldach ist stets vorhanden; eben so trifft man ganz konstant zwischen den beiden Orbitae ein mehr oder weniger entwickeltes, unpaares Interorbitalseptum an (Taf. I Fig. 7 u. Taf. II Fig. 8), das an mehreren Stellen fenestriert erscheint. Nach hinten und unten setzen sich die Orbitae in einen bei allen Characiniden ausgebildeten Augenmuskelkanal fort (Taf. I Fig. 4, Taf. II Fig. 6 u. 15).

Der hintere Abschnitt der Seitenfläche gehört der Labyrinth- und dem vorderen Theil der Occipitalregion an, und wird oben von der Hyomandibularpfanne eingenommen. An seiner unteren, hinteren Ecke ist häufig eine blasenartige Auftreibung zu bemerken, welche der Lagena und einem Theil des Sacculus zur Einlagerung dient (Taf. I Fig. 3 u. 5 und Taf. II Fig. 4 u. 5).

Die Schädelhöhle der Characiniden erstreckt sich sehr verschieden weit nach vorn (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6 u. 15); doch kann man im Allgemeinen sagen, dass sie niemals bis unmittelbar an die Nasengruben reicht, obgleich sie bei einigen Gattungen, z. B. *Citharinus*, den letzteren sehr nahe kommt. In anderen Fällen wiederum, z. B. bei *Macrodon*, ist die Schädelhöhle bedeutend verkürzt und reicht kaum bis zum hinteren Drittel der Orbita.

Nach dieser kurzen allgemeinen Schilderung gehen wir zur speciellen Beschreibung der einzelnen Regionen und Knochen über.

An der Bildung der Schädeldecke der Characiniden nehmen folgende phylogenetisch von Hautossifikationen ableitbare Knochen Theil: das Ethmoid, die beiden Frontalia principalia, die Parietalia,

die Squamosa und außerdem die in weniger innigem Zusammenhang mit dem Schädel stehenden Nasalia.

Der vorderste Knochen der Schädeldecke ist das Ethmoid, welches bei Characiniden sich nicht auf die Decke des Schädels beschränkt, sondern auch an der Bildung des internasalen Septum beteiligt ist und sogar an der unteren Fläche der vorderen, prodominirenden Spitze des Cranium sichtbar wird (Taf. I Fig. 2 u. Taf. II Fig. 2 u. 13). Von oben betrachtet, hat das Ethmoid die Gestalt eines Rhomboids, dessen eine Spitze nach vorn vorragt, während die entgegengesetzte mehr oder weniger tief zwischen die beiden Frontalia nach Art eines Keils eindringt. So verhalten sich die meisten untersuchten Gattungen (Taf. I Fig. 1 und Taf. II Fig. 12 und 17); nur bei Anacyrtus ist das Ethmoid nach hinten gerade abgestutzt, und bei Citharinus (Taf. II Fig. 1) besitzt es sogar hinten einen ziemlich weit nach vorn reichenden Einschnitt. Vorn besitzt dieser Knochen bei den meisten Characiniden eine konische Verlängerung, an deren lateralen Rändern die aufsteigenden Schenkel der Zwischenkiefer durch mehr oder weniger straffe Bänder befestigt sind. Auch die lateralen Ränder der aufsteigenden Schenkel des Zwischenkiefers erhalten in vielen Fällen besondere, lateral und nach vorn gerichtete Fortsätze des Ethmoid zur Stütze. Die letzteren sind verschieden differenzirt: bei Erythrininen und Sarcodaces fehlen sie vollkommen (Taf. I Fig. 1), während sie bei Tetragonopterus, Hydrocyon und ganz besonders bei Alestes gut entwickelt erscheinen (Taf. II Fig. 12 und 17). Nur bei Citharinus, dessen Intermaxillaria lose am vorderen Ende des Schädels befestigt sind und keine aufsteigenden Schenkel besitzen, fehlt sowohl die vordere Verlängerung, als auch der lateral gerichtete Fortsatz des Ethmoid (Taf. II Fig. 1). Die relativ wenig entwickelten lateralen Flächen des Ethmoid bilden den vorderen Theil der medialen Begrenzung der Nasengruben. Wie schon früher erwähnt, biegt sich das vordere Ende dieses Knochens an der Spitze des Schädels nach unten um und wird an der unteren Fläche desselben sichtbar. Er besitzt an der unteren Fläche bisweilen zwei laterale Gelenkhöcker, welche den schon erwähnten lateralen Fortsätzen angehören und zur Verbindung mit der Maxillaria dienen. Bei Hydrocyon und Alestes sind diese Gelenkhöcker stark entwickelt (Taf. II Fig. 13), während sie den Erythrininen, Sarcodaces und Citharinus vollkommen fehlen (Taf. I Fig. 2 u. Taf. II Fig. 2).

Der Umstand, dass das Ethmoid der Characiniden nicht auf die Schädeldecke beschränkt bleibt, wie bei der größten Mehrzahl



der Knochenfische, sondern auch an den lateralen und an der unteren Fläche des Schädeldes Theil hat, fordert zu einer näheren Prüfung dieses Verhaltens auf. An Schädeln, welche der Länge nach durchsägt sind, überzeugt man sich nun mit Leichtigkeit, dass das Ethmoid der Characiniden kein bloßer Deckknochen ist, sondern Beziehungen zum pränasalen Theil des Primordialschädels gewonnen hat.

Dem primitivsten Zustande dieses Knochens begegnen wir bei der Gattung *Citharinus*<sup>1</sup>, bei welcher das Ethmoid noch ein Deckknochen zu sein scheint, der die knorpelige Spitze des Cranium wie eine Kappe bedeckt. Doch überzeugt man sich bei genauerer Untersuchung, dass er dem Knorpel bereits direkt, ohne Zwischenlagerung einer Bindegewebsschicht aufliegt und an demselben fest haftet. In ähnlicher Weise verhält sich auch noch *Anacyrtus*. Bei allen anderen untersuchten Characiniden konnte ich mich leicht überzeugen, dass von der Oberfläche dieses Knochens aus überall Knochenbälkchen in den vascularisirten und von Markräumen durchzogenen Knorpel der Schnauzenspitze hineingewuchert waren. Dieser makroskopische Befund konnte durch die mikroskopische Untersuchung sicher gestellt werden. Bei *Erythrinus* ergaben Schnitte von der Grenze zwischen dem Ethmoid und dem letzten Rest des ethmoidalen Knorpels ein typisches Bild einer »primären« Verknöcherung. Ganz besonders interessant ist in diesem Falle *Erythrinus*, weil bei demselben das Ethmoid, eben so wie die anderen Knochen der Schädeldedecke, nur einen äußerst dünnen Cutisüberzug besitzt, und an seiner Oberfläche die für Hautknochen charakteristischen Skulpturen trägt.

Dieser Fall ist also ein vollkommenes Seitenstück zu dem von mir früher beschriebenen Befunde bei *Amia calva* und ist ein neuer Beweis dafür, dass der von KÖLLIKER<sup>2</sup> und O. HERTWIG<sup>3</sup> vertheidigte Satz: ein Hautknochen könne niemals Beziehungen zum Primordialskelet gewinnen, einer genaueren Kritik nicht Stand hält. Dieses bemerkenswerthe Verhalten des Ethmoid bei Characiniden ist wohl darauf zurückzuführen, dass gerade bei dieser Familie das vordere Ende des Schädels zu einer ganz besonders innigen Anlagerung der starke Zähne tragenden Kieferknochen benutzt wird und daher einer größeren Resistenzfähigkeit bedarf, als bei den meisten anderen Teleostiern.

<sup>1</sup> Es mag ausdrücklich bemerkt sein, dass ich nur junge Exemplare des *Citharinus* von 12—15 cm Länge untersucht habe.

<sup>2</sup> A. KÖLLIKER, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. II. Auflage. 1879. pag. 462—465.

<sup>3</sup> O. HERTWIG, Das Zahnsystem der Amphibien. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XI. Supplem.

Damit würde es auch stimmen, dass *Citharinus*, welcher eine ganz rudimentäre Bezahnung besitzt und dem entsprechend auch schwach entwickelte Kiefer hat, im Verhalten des Ethmoid zum Primordialskelet den primitivsten Zustand unter allen Characiniden bewahrt hat. Ähnliche Erfahrungen in anderen Teleostierfamilien, die bei der Beschreibung der letzteren ausführlich erörtert werden sollen, berechtigen uns zu diesem Schlusse.

Lateral vom Ethmoid liegen die *Nasalia*, welche dem Cranium nur ganz lose angelagert sind. Sie tragen zur Überdachung der Nasengrube bei und sind bei den echten Characiniden kleine unbedeutende Knochenplättchen (Taf. II Fig. 12 *Na*). Bei den Erythrininen dagegen, bei welchen sie vom Ethmoid theilweise durch die zwischen diese beiden Knochen hineindringenden aufsteigenden Fortsätze des Zwischenkiefers getrennt werden, erreichen sie eine unter Teleostiern seltene Größe (Taf. I Fig. 1 *Na*) und erinnern in dieser Beziehung an die Verhältnisse bei *Amia* und *Polypterus*. Ähnlich wie die Erythrininen verhält sich auch *Sarcodaces*.

Hinter dem Ethmoid liegen die beiden *Frontalia principalia* (Taf. I Fig. 1 u. Taf. II Fig. 1, 12 u. 17 *Fr*). Jedes Frontale ist eine länglich viereckige Knochenplatte, die mit ihrer vorderen lateralen Ecke dem Antorbitalfortsatz, resp. dessen Verknöcherung, dem Postfrontale aufliegt. Der laterale Randtheil des Frontale überdacht die Orbita und bildet deren Decke. Nach hinten grenzt dieser Knochen medial an das Parietale, lateral an das Squamosum. Die hintere laterale Ecke des Frontale zeigt bei fast allen echten Characiniden eine Depression, die durch das Übergreifen der Ansatzstelle des *M. dilator operculi* vom Postorbitalfortsatz aus auf die Schädeldecke entsteht. Bei den Erythrininen und *Sarcodaces* ist diese Muskelgrube nicht entwickelt (Taf. I Fig. 1); schwach ausgebildet ist sie bei *Anacyrtus*, während sie bei den übrigen Characiniden in guter Ausbildung besteht (Taf. II Fig. 1, 12 u. 17). Diese Verhältnisse sollen weiter unten noch genauer besprochen werden.

Hinter den *Frontalia* liegen die beiden breiten aber kurzen, annähernd viereckigen *Parietalia*. Eben so wie die vorhergehenden Knochen, sind sie in der Mittellinie entweder durch eine Naht vereinigt, oder durch den hinteren Abschnitt der medianen Fissur des Schädeldaches getrennt. Das bei vielen Teleostiern zu beobachtende Auseinanderweichen der *Parietalia* durch eine zwischen sie dringende, bis an die *Frontalia* reichende Fortsetzung des *Occipitale superius* kommt in der Familie der Characiniden nicht vor.

An jedem Parietale kann man zwei Theile unterscheiden: einen größeren, vorderen, der in einer Ebene mit den Frontalia und dem ganzen eigentlichen Schädeldach liegt, und einem kleineren nach hinten, gegen die hintere abschüssige Schädelfläche, sich absenkenden Theil. Diese beiden Theile des Parietale, die schon bei *Amia* angedeutet sind, werden durch eine scharfe Knochenleiste von einander getrennt. Letztere beginnt an der Basis der dem Occipitale superius angehörigen Spina occipitis, zieht quer über das Parietale und erstreckt sich noch weiter lateral bis an die hintere laterale, vom Squamosum eingenommene Schädelecke; sie entspricht der vorderen Insertionslinie der dorsalen Portion des Seitenrumpfmuskels am Schädel. Bei den wenig differenzirten Schädeln der Erythrininen verläuft diese »Linea nuchae« in einer fast geraden, nur ein wenig nach vorn konvex gebogenen Linie quer über den hinteren Theil des Schädels, ähnlich wie bei *Amia* (Taf. I Fig. 1), während sie bei den echten Characiniden jederseits einen sehr stark konvexen Bogen bildet (Taf. II Fig. 1, 12 und 17). Diese Verschiedenheit im Verhalten findet in einem bei den echten Characiniden erfolgten nach vorn Wandern der Insertionslinie des Seitenmuskels ihre Erklärung. Das Parietale der Characiniden verbindet sich mit folgenden Knochen: nach vorn mit dem Frontale, von welchem es mehr oder weniger überlagert wird; seine hintere mediale Ecke liegt auf dem Occipitale superius; der mittlere Theil des hinteren Randes bedeckt das Exoccipitale, und die hintere, laterale Ecke, so wie der ganze laterale Rand, das Squamosum.

Die hintere, laterale Ecke des Schädeldaches wird vom Squamosum eingenommen, von welchem jedoch, wie oben erwähnt, ein großer Theil durch das Parietale bedeckt wird, und das daher erst nach Entfernung des letzteren vollständig sichtbar wird. Da das Squamosum der Characiniden, eben so wie bei allen anderen Teleostiern, Beziehung zum Primordialschädel gewonnen hat, und im Gegensatze zu *Amia*, wo es noch ein reiner Belegknochen ist, »primär« geworden ist, so soll es erst später, bei der Beschreibung des Primordialschädels genauer zur Sprache kommen. Vorläufig will ich nur erwähnen, dass der an der Oberfläche des intakten Schädels sichtbare Theil dieses Knochens, nach vorn an das Frontale und das Postfrontale, lateral an das Parietale grenzt. Nach hinten und unten ist das Squamosum bei den echten Characiniden in einen langen Fortsatz ausgezogen, welcher dem Supraclaviculare zur Befestigung dient (Taf. II Fig. 1, 12 und 17). Bei den Erythrininen,



deren Squamosum nur von einer dünnen! Cutis bedeckt wird und noch mit den charakteristischen Hautknochenskulpturen versehen ist, wird dieser Fortsatz nur durch eine geringe Vorragung der hinteren, lateralen Ecke des Knochens angedeutet (Taf. I Fig. 1 u. 3). Auch in diesen Verhältnissen bewahrt das Squamosum der Erythrininen einen mehr primitiven Charakter und erinnert ganz außerordentlich an *Amia calva*.

Es ist hier der passende Ort, um die schon mehrfach erwähnte Längsfissur der Schädeldecke genauer in Augenschein zu nehmen. Bei *Citharinus* erstreckt sich eine breite, direkt ins Cavum cranii hineinführende Lücke vom vorderen Ende der Frontalia bis an den hinteren Rand der Parietalia: ja sie reicht noch etwas weiter nach hinten und bedingt eine nicht unbeträchtliche Ausrandung des Occipitale superius (Taf. II Fig. 1). Auch der schon früher beschriebene tiefe Einschnitt am hinteren Rande des Ethmoid bei dieser Gattung muss als eine direkte Fortsetzung der Längsfissur nach vorn betrachtet werden, die allerdings an dieser Stelle nur den Deckknochen in ihren Bereich zieht und den unterliegenden praenasalen Theil des knorpeligen Primordialschädels unberührt lässt. Ungefähr in der Mitte ihrer Länge ist diese Längsspalte durch eine Brücke unterbrochen, die von zwei in der Mittellinie zusammentretenden Fortsätzen der Frontalia gebildet wird. Dieselben bedecken eine Knorpelspanne, welche in der Höhe der Postorbitalfortsätze von einer Seite zur anderen, quer über die große Lücke im Dache des Primordialschädels hinüberzieht und der Epiphysis cerebri zur Anheftung dient (Taf. II Fig. 3 *pc.b.*). Diese Epiphysarspanne entspricht der von mir beschriebenen Epiphysarleiste von *Amia calva* und ist als der letzte Rest des knorpeligen Daches des Primordialschädels bei Characiniden zu betrachten. In ähnlicher Ausdehnung wie bei *Citharinus* treffen wir diese mediale Längsfontanelle auch bei *Tetragonopterus* und bei *Anacyrtus* an, nur dass sie keine sich auf das Ethmoid erstreckende Fortsetzung besitzt und dass bei der letzteren Gattung die Brücke viel breiter geworden ist. Bei *Alestes* reicht diese Fontanelle vom hinteren Rande der Parietalia an nur etwa bis zur Mitte der Frontalia (Taf. II Fig. 17). Noch weniger weit nach vorn reicht sie bei *Hydrocyon Forskalii* (Taf. II Fig. 12), und bei *Hydrocyon brevis* ist sie auf ein längliches Loch reducirt, das zwischen den Parietalia liegt. Bei den Erythrininen und Sarcodaeen endlich fehlt jede Spur dieser Schädellücke (Taf. I Fig. 1).

Wie man sieht, bilden diese Befunde eine ganz kontinuierliche

Reihe von Stadier, und es entsteht nur die Frage, welches Ende der Reihe wir für den Ausgangspunkt halten müssen? Ist das kleine, interparietale Loch von *Hydrocyon brevis* als der Ausgang für die Bildung dieser Fontanelle anzusehen, oder stellt es nur den letzten Rest der sich allmählich schließenden Schädellücke vor? Um diese Frage an Characiniden zu entscheiden, fehlt es mir an dem nöthigen Material, dagegen will ich nicht unterlassen zu bemerken, dass ich durch Untersuchung von Cyprinoiden, bei denen dieselbe Schädellücke in nicht seltenen Fällen gefunden wird, zu dem Ergebnis gelangt bin, dass sich eine Reduktion derselben während der individuellen Entwicklung bemerkbar macht. Es wird also, aller Wahrscheinlichkeit nach, auch für die verwendeten Characiniden dasselbe gelten, und die Gattungen mit weit nach vorn reichender Schädelfontanelle, als die primitivere Verhältnisse bietenden zu betrachten sein. Doch soll das nur für die echten Characiniden gelten; ob die Erythrininen und die sich in so vielen Organisationsverhältnissen an dieselben anschließende Gattung Sarcodaces von Formen mit einer Schädelfontanelle abstammen, muss vorläufig zweifelhaft gelassen werden; bei der unverkennbaren Ähnlichkeit derselben mit niederen Typen, vor Allem mit *Amia*, die ein ganz solides Schädeldach besitzt, halte ich es sogar für sehr unwahrscheinlich.

Diese Fontanelle wird durch eine dicke, feste Membran geschlossen, die hauptsächlich von der verdickten äußeren Lamelle der *Dura mater* gebildet wird. Eine an *Tetragonopterus* vorgenommene Untersuchung der Schädelfontanelle sammt der sie verschließenden Membran an mikroskopischen Querschnitten, ergab eben so wenig, wie die makroskopische Untersuchung, irgend welche Beziehung der Fontanelle zu inneren Organen der Schädelhöhle. Namentlich kann ich mit Bestimmtheit behaupten, dass das Labyrinth in keiner Verbindung mit dieser Schädelfontanelle steht und dass dieselbe somit bei der Zuleitung von Schallwellen, wie WEBER<sup>1</sup> es als Vermuthung für die ähnliche, bei *Cobitis* bestehende Fontanelle angegeben hat, keine Rolle spielen kann. Die funktionelle Bedeutung derselben muss vorläufig im Unklaren gelassen werden; am wahrscheinlichsten scheint es mir noch zu sein, dass diese Fontanelle einfach durch mechanische Wachsthumsvorgänge am Cranium zu Stande kommt, und daher gar keine wichtigere physiologische Bedeutung besitzt. Um Missverständnissen vorzubeugen, sei hier noch ausdrücklich hervorgehoben, dass

---

<sup>1</sup> WEBER, De aure et auditu hominis et animalium. Lipsiae 1820.

diese Längsspalte nur zwischen den Deckknochen des Schädels besteht und mit den am Dache des Primordialschädels auftretenden Fensterbildungen in keinem näheren Zusammenhange steht.

Alle eben beschriebenen von Hautknochen ableitbaren Ossifikationen des Schädeldaches werden von einem System von Schleimkanälen durchzogen.

Bei *Amia* verläuft, wie früher von mir beschrieben worden ist, jederseits ein Schleimkanal, der am vorderen Ende des Nasale beginnt, successiv das Frontale, das Postfrontale und das Squamosum durchsetzt, an der hinteren lateralen Ecke des letzteren Knochens in das Extrascapulare, sodann in das Suprascapulare tritt und als Schleimkanal der Seitenlinie weiter nach hinten verläuft<sup>1</sup>. Bei den Characiniden ist, wie schon früher hervorgehoben wurde, das Postfrontale von der Schädeloberfläche in die Tiefe gerückt, indem der Dilator operculi die obere Fläche des Postorbitalfortsatzes zur Insertion benutzt hat. Dadurch hat der ursprünglich kontinuierliche Schleimkanal an dieser Stelle eine Unterbrechung erfahren und ist in einen vorderen, supraorbitalen und einen hinteren, temporalen Abschnitt zerlegt worden (Taf. I Fig. 1 und Taf. II Fig. 1, 12 u. 17). Der supraorbitale Abschnitt beginnt medial von der Nasenöffnung am vorderen Ende des Os nasale, durchsetzt dasselbe, tritt sodann in das Frontale, und mündet an dessen hinterer lateralen Ecke aus. Noch im Frontale giebt er einen nach hinten gerichteten, starken Nebenast ab, welcher direkt nach hinten in das Parietale tritt und nahe dessen hinterem Rande nach außen mündet. Dieser Nebenast besteht schon bei *Amia*, ist jedoch nicht so gut entwickelt, wie bei den Characiniden. Das vordere Ende des temporalen Abschnittes beginnt ganz dicht an der hinteren Ausmündung des supraorbitalen Theils, ohne jedoch mit dem letzteren in Zusammenhang zu stehen. Der Kanal durchsetzt sodann das Squamosum der ganzen Länge nach und giebt an dessen hinterer Ecke einen Nebenast ab, der im Praeoperculum und sodann im Unterkiefer verläuft; der Hauptkanal setzt sich weiter nach hinten in das Extrascapulare, das Suprascapulare und das Supraclaviculare fort und wird schließlich zum

<sup>1</sup> In meiner Beschreibung des Schädels von *Amia* fasste ich einen im Parietale ausmündenden Nebenast, als die hintere Fortsetzung des Hauptkanals der Schädeldecke auf, so dass eine Verschiedenheit in der hier gegebenen kurzen Schilderung und in der dort gegebenen ausführlichen Beschreibung entstanden ist. Doch wie ich hervorheben will, bezieht sich diese Differenz nur auf die verschiedene Auffassung, nicht auf den thatsächlichen Befund.



Schleimkanal der Seitenlinie. Am vorderen Ende des temporalen Abschnittes des Hauptkanals des Schädels nimmt ein anderer Nebenast seinen Ursprung. Es ist das der Ast, welcher den Suborbitalbogen durchsetzt und vorn, lateral von der Nasenöffnung ausmündet. Wie man auf den ersten Blick sieht, liegen hier Verhältnisse vor, die sich von den bei *Amia* beschriebenen leicht ableiten lassen. Der Hauptunterschied liegt in der schon angeführten, durch die veränderte tiefe Lage des Postfrontale bedingten Unterbrechung des bei *Amia* einheitlichen Schleimkanals.

Bei *Amia* findet sich hinter dem Cranium eine Queranastomose zwischen den beiderseitigen Längskanälen, und zwar verläuft diese Anastomose in den Extrascapularia, die bei *Amia* in der Mittellinie zusammentreffen. Auch bei Characiniden ist an dieser Stelle eine Queranastomose vorhanden, die jedoch, abweichend von *Amia*, in den Ossa parietalia liegt und daher aller Wahrscheinlichkeit nach eine selbständige Bildung ist, die sich mit der Anastomose von *Amia* nicht direkt vergleichen lässt. Wenigstens kann ich mir nicht wohl vorstellen, wie eine derartige Verlagerung zu Stande gekommen sein könnte.

Das sind die bei allen Characiniden vorkommenden, typischen Schleimkanäle der Schädeldecke. Indem dieselben sekundäre Äste abgeben, entstehen mannigfaltige Modifikationen, die, sowohl bei den einzelnen untersuchten Formen, als auch sogar bei Individuen derselben Species, Verschiedenheiten aufweisen können. Eine nähere Betrachtung dieser variablen Verhältnisse hätte aus diesem Grunde kein tieferes morphologisches Interesse.

Was die Lagebeziehung der Deckknochen des Schädeldaches zum Integument betrifft, so ist zu bemerken, dass diese Knochen bei den Erythrininen und bei Sarcodaces nebst deren Verwandten nur von einer äußerst dünnen Cutis überkleidet werden, und an ihrer Oberfläche eigenthümliche ruffartige Skulpturen aufweisen. Es sind mit einem Worte typische Hautknochen. Bei den echten Characiniden sind dieselben mehr in die Tiefe gerückt und von einer dicken, fettreichen Cutis bedeckt. Wenn ich so eben gesagt habe, dass die Knochen in die Tiefe gerückt sind, so könnte das die irrthümliche Vorstellung erwecken, als bilde sich von der Oberfläche des Knochens aus eine neue Cutisschicht. So hat es auch, falls ich ihn richtig verstehe, O. HERTWIG<sup>1</sup> aufgefasst. Das ist nicht der Fall; vielmehr erfolgt

<sup>1</sup> O. HERTWIG, Das Zahnsystem der Amphibien. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. IX. Supplement.

dieses scheinbare in die Tiefe rücken dadurch, dass der Knochen von seinen Rändern her überwachsen wird, so dass zuerst seine Peripherie einen stärkeren Cutisüberzug erhält, und später erst das Centrum von der Cutis überwuchert wird. Dieser Vorgang lässt sich an einzelnen Knochen von *Amia* und *Polypterus*, eben so bei vielen Siluroiden, wie z. B. *Clarias*, *Callichthys* und anderen sehr gut beobachten und soll bei der Beschreibung der Siluroidenschädel noch genauer zur Sprache kommen.

Während die Hautknochen der Schädeldecke allmählich immer mehr in die Tiefe rücken, folgen die ursprünglich in ihnen verlaufenden Schleimkanäle nicht in gleichem Maße. Es scheint für die letzteren nothwendig zu sein, dass sie eine gewisse Tiefe nicht überschreiten, um ihre ungestörte Kommunikation mit der Außenwelt nicht zu beeinträchtigen und ihre Funktion, als Träger von Sinnesorganen, erfüllen zu können. Dem entsprechend sehen wir denn auch, dass die Schleimkanäle, welche bei den Erythrininen tief im Inneren der Knochen gelegen sind, bei den echten Characiniden an die Oberfläche dieser Knochen emporstreben, ja bei *Citharinus*, dessen Kopfschwarte besonders dick ist, über die Oberfläche der Kopfknochen, als besondere, den letzteren aufgelagerte Knochenröhren beträchtlich prominiren (Taf. II Fig. 1). Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass das eben Gesagte nicht nur für die Familie der Characiniden gilt, sondern für die größte Mehrzahl der Knochenfische als Regel aufgestellt werden kann. Bei gewissen Formen der Teleostier schreitet der eben geschilderte Vorgang noch weiter, so dass es schließlich zur vollständigen Abschnürung der eben erwähnten Knochenröhren von den Knochen des Schädeldaches kommt. In solchen Fällen sind die Schleimkanäle des Kopfes in besonderen Knochenröhren eingeschlossen, die zuerst von STANNIUS<sup>1</sup> als ein eigenthümliches »Nervenskelet« beschrieben worden sind und deren Deutung den älteren Morphologen viele Schwierigkeiten bereitet hat. Derartigen Verhältnissen begegnet man bei *Gymnotus*, bei vielen Muraenoiden, bei einigen Cyprinoiden und anderen Familien.

Die dermatogenen Knochen der Mundhöhle sind das Parasphenoid und der Vomer, welche beide in der Familie der Characiniden niemals zahntragend angetroffen werden. Der erstere bewahrt seine Deckknochennatur, während der letztere bei Characiniden ganz konstante Beziehungen zu den ihm anliegenden Theilen

<sup>1</sup> STANNIUS, Handbuch d. Anatomie der Wirbelthiere. II. Aufl. Th. I. pag. 43.

des knorpeligen Primordialschädels eingeht und, wenigstens zum Theil, »primär« wird.

Das Parasphenoid ist ein langgestreckter, flacher Knochen, welcher vorn etwa in der Höhe der Antorbitalfortsätze beginnt und sich nach hinten bis nahezu zum Hinterhauptgelenke fortsetzt. In seinem zwischen den Orbitae gelegenen Theil besitzt er bei den meisten untersuchten Gattungen eine niedrige und schmale, aber scharfe Längsleiste, die dem Adductor arcus palatini zur Insertion dient (Taf. II Fig. 13). Bei einigen Characiniden besitzt das Parasphenoid in der Gegend des hinteren Orbitalrandes eine kleine Querleiste, die sich mit der eben erwähnten Längsleiste kreuzt (Taf. II Fig. 2 und 13). Sie dient den vorderen Enden der Pharyngobranchialia des ersten Kiemenbogens zur Befestigung. Die an der hinteren Grenze der Orbitalregion gelegenen, bei *Amia* und bei *Polypterus* so mächtig entwickelten Seitenflügel des Parasphenoid sind bei Characiniden nur angedeutet und erreichen niemals das Postfrontale, höchstens überdecken sie den vorderen unteren Winkel des Petrosium, wie z. B. bei *Hydrocyon* (Taf. II Fig. 14). Das hintere Ende des Parasphenoid läuft, eben so wie bei fast allen anderen Teleostiern, in zwei Spitzen aus. Während nun bei den Erythrininen das Parasphenoid mit seinem hinteren Theil der Basis cranii von unten her fest aufliegt, erstreckt sich bei den meisten echten Characiniden eine Fortsetzung des Augenmuskelkanals bis zum hintersten Ende des Knochens, so dass derselbe rinnenartig eingerollt und von der Schädelbasis abgehoben wird.

Ganz eigenthümlich verhält sich das hintere Ende des Parasphenoid bei *Citharinus*. Bei diesem Fische erstreckt sich nämlich ein langer, dünner und flacher Knochenfortsatz vom Parasphenoid aus nach hinten und unten, unter die ersten Wirbel (Taf. II Fig. 2, 4 und 5). Dieser Knochenfortsatz, welcher bei den von mir untersuchten Exemplaren asymmetrisch auf einer Seite, und zwar auf der rechten, später entwickelt war, muss als eine vom Parasphenoid aus nach hinten fortschreitende, partielle Ossifikation eines besonderen Bandes betrachtet werden, das sich von der hinteren Schädelbasis zur Schwimmblase erstreckt (Taf. II Fig. 11); und dessen morphologische Bedeutung später erörtert werden soll.

Der Vomer ist ein, in seinem vorderen, dem Primordialcranium direkt aufliegenden Theil, breit abgerundeter Knochen, der sich hinten zuspitzt und in seinem hinteren Abschnitt durch das Parasphenoid vom Primordialschädel geschieden wird (Taf. I Fig. 2 und



Taf. II Fig. 2 und 13). Denselben Vorgang, der bei der Beschreibung des Ethmoid der Characiniden ausführlich geschildert wurde, sehen wir auch am Vomer vor sich gehen: derselbe geht Schritt für Schritt aus einem Belegknochen in eine zum größten Theil primäre Ossifikation über.

Bei *Citharinus* und bei *Anacyrtus* liegen die einfachsten Verhältnisse vor. Der Vomer ist in diesen beiden Gattungen ein flacher Knochen, der jedoch an seinem vorderen Abschnitt zwei dünne Knochenlamellen in den anliegenden Knorpel hineinsendet und an dieser Stelle mit dem letzteren fest verbunden ist. Es ist dieses der erste Beginn des Einwachsens dieses Knochens in den Knorpel der Schnauzenspitze. Bei *Hydrocyon* ist bereits der ganze vordere Theil des Vomer, der von dem knorpeligen Primordialschädel durch das zwischen beiden gelegene Parasphenoid nicht getrennt wird, verdickt und weist eine spongöse Beschaffenheit auf; beim Versuch ihn vom Cranium abzuheben, sieht man, dass er an dieser Stelle festhaftet und sich ohne Verletzung des Primordialeranium nicht entfernen lässt. Ähnlich verhalten sich auch *Tetragonopterus* und *Alestes*. Bei den Erythrininen endlich ist das ganze zwischen den beiderseitigen Nasengruben gelegene Septum im unteren Theil vom Vomer aus verknöchert. Die an *Erythrinus* vorgenommene mikroskopische Untersuchung ergab in der That, dass das vordere Ende des Vomer auf Kosten des Knorpels der Ethmoidregion gebildet war. Es ist das ein Verhältnis, welches später in einer besonderen Arbeit noch ausführlich erörtert werden soll. Da die Entstehung des Vomer aus verschmelzenden Zähnen der Mundhöhlenschleimhaut von HERTWIG<sup>1</sup> für Amphibien und von WALTHER<sup>2</sup> für den Hecht auf das Unzweifelhafteste festgestellt und damit jeder Zweifel an der Hautknochen- resp. Schleimhautknochennatur desselben beseitigt ist, so kann dieser Fall, als ein weiteres, instruktives Beispiel dafür dienen, dass Hautknochen bei Teleostiern in gar nicht seltenen Fällen Beziehungen zum Primordialskelet eingehen können. Ganz besonders möchte ich noch auf den Umstand aufmerksam machen, dass der Vomer bei denselben Gattungen der Characiniden innigere Beziehungen zum ursprünglich knorpeligen vorderen Ende des Schädels gewinnt, wie das Ethmoid.

<sup>1</sup> O. HERTWIG, Das Zahnsystem der Amphibien. I. c.

<sup>2</sup> J. WALTHER, Die Entwicklung der Deckknochen am Kopfskelet des Hechtes. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 16. pag. 59.

Es muss somit in beiden Fällen eine und dieselbe Ursache wirksam gewesen sein. Es ist das die erhöhte Anforderung an die Festigkeit des vorderen Schädelendes, die, wie schon erwähnt wurde, wiederum durch die mächtige Ausbildung des zähnetragenden Zwischenkiefers und dessen feste Anlagerung an den Schädel bedingt ist.

Nachdem die Frontalia, die Parietalia und das Parasphenoid durch Maceration entfernt und die hinteren Theile des Vomer und Ethmoid ebenfalls beseitigt sind, stellt der übrigbleibende Rest annähernd das Primordialschädel vor.

Die Decke des Primordialschädels zeigt bei den Characiniden zwei hinter einander liegende große Fenster (Taf. II Fig. 3). Das vordere Schädeldachfenster ist eine langgestreckte, von allen Seiten von knorpeligen Resten des ursprünglichen Primordialschädels umgebene Lücke, welche das Dach desselben in der ganzen Ausdehnung der Orbitalregion einnimmt, von den Postorbital- bis zu den Antorbitalfortsätzen. Bedeckt und verschlossen — wenigstens bei den Gattungen mit kurzer oder fehlender Schädeldachfontanelle — wird das vordere Fenster von dem vorderen Theil der Ossa frontalia.

Zwischen den beiden Postorbitalfortsätzen geht von einer Seite zur anderen eine schmale Knorpelspange, durch welche das eben erwähnte vordere Schädeldachfenster von dem hinteren getrennt wird. Diese Knorpelspange ist die schon erwähnte Epiphysarspange, welche der vom Gehirn aus schräg nach oben und vorn aufsteigenden Epiphyse zur Anheftung dient. Das hintere Schädeldachfenster ist breiter und gewöhnlich etwas länger, als das vordere und häufig, mit Ausnahme seines hinteren Randes, wo es an das Os occipitale superius grenzt, von einem knorpeligen Rande umgeben. Es wird vom hinteren Theile der Ossa frontalia und von den Parietalia verschlossen.

Wenn wir uns bei niedriger organisirten Fischen nach Bildungen umsehen, welche mit den Fenstern in der Schädeldecke der Characiniden zu vergleichen wären, so ist es vor Allem die Praefrontallücke der Selachier, die in Betracht gezogen werden muss. Ein besonderes Gewicht möchte ich auf den Umstand legen, dass die hintere knorpelige Begrenzung der Praefrontallücke bei Haien ganz gewöhnlich der Epiphysis cerebri zur Anheftung dient<sup>1</sup>. In

<sup>1</sup> E. EHLERS, Die Epiphyse am Gehirn der Plagiostomen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXX.

dieser Beziehung verhält sich die hintere Begrenzung der Praefrontallücke ganz ähnlich, wie die hintere Begrenzung des vorderen Schädeldachfensters der Characiniden — die Epiphysarspange. Wenn die Praefrontallücke der Selachier vor den Antorbitalfortsätzen gelegen ist, während das Fenster bei Characiniden nach hinten bis nahe an die Postorbitalfortsätze reicht, so ist das nicht von so großem Belang und lässt sich durch die relativ bedeutendere Volumentfaltung des ganzen Schädels bei Knochenfischen und das dadurch bedingte scheinbare Zurückweichen des Gehirns mit der Epiphyse nach hinten erklären. Jedenfalls ist die Möglichkeit, dass das vordere Schädeldachfenster der Characiniden mit der Praefrontallücke der Selachier in genetischem Zusammenhange stehen könnte, nicht von der Hand zu weisen. Das hintere Schädeldachfenster dieser Fische ist sicher eine Neubildung, welcher nichts bei niederen Formen Vorkommendes an die Seite gestellt werden kann.

Eben so wie an der Schädeldecke, begegnen wir auch an der Schädelbasis einem Fenster, das nach Abhebung des Parasphenoid sichtbar wird. Bei den Characiniden bildet es an der Basis cranii eine schmale, in der Mittellinie zwischen den beiden Ossa petrosa verlaufende Längsspalte, welche an der hinteren Grenze der Orbitalregion beginnt und sich nach hinten bis an den vorderen Rand des Occipitale basilare fortsetzt. Sie führt direkt in den Augenmuskelkanal. Da nun, wie ich in meiner Arbeit über das Cranium von *Amia calva* nachgewiesen habe, der Augenmuskelkanal, als ein sekundär abgetrennter Raum des Cavum cranii angesehen werden muss, so werden wir diese Längsspalte, als homolog mit dem direkt ins Cavum cranii führenden Hypophysarfenster von *Amia* zu betrachten haben.

Der basale, hintere Theil des Primordialschädels wird von dem Occipitale basilare eingenommen. Wir haben an diesem Knochen einen hinteren, kleineren, nach Art eines Wirbelkörpers gebauten Abschnitt, der zur Artikulation mit dem ersten Wirbel dient, von einem vorderen zu unterscheiden, welcher bei Characiniden zur Umschließung von Theilen des Labyrinth benutzt wird. Der hintere Abschnitt des Occipitale basilare besitzt eine konische, mehr oder weniger tiefe Aushöhlung, die von einem fast kreisrunden zugeschärften Rande umgeben wird, und die von dem bekannten gallertartigen Chordagewebe erfüllt ist (Taf. I Fig. 5 und Taf. II Fig. 5). Der Rand dieser Aushöhlung wird durch eine lockere Bandkapsel mit der Feripherie der planen oder in geringem Grade konvexen



Vorderfläche des ersten Wirbelkörpers verbunden. Es müssten somit, nach dem anatomischen Bau, alle Bewegungen, deren ein Kugelgelenk fähig ist, in diesem Occipitalgelenk der Characiniden ausgeführt werden können. Das findet in der That jedoch nicht statt, indem eine Hemmvorrichtung existirt, die gewisse Bewegungen unmöglich macht. Von dem oberen Rande der Hinterhauptsöffnung nämlich, bis zur Spina occipitis legen sich die zu einer vertikal stehenden Platte verschmolzenen Dornfortsätze der ersten Wirbel an die hintere Fläche des Schädels an und verbinden sich mit demselben durch straffe Bänder. Auf diese Weise werden Bewegungen um eine frontale Achse — Nickbewegungen — und Rotationsbewegungen des Kopfes ausgeschlossen und nur Seitenbewegungen desselben gestattet.

Das eben Angeführte gilt für die meisten Characiniden; bei zwei Gattungen derselben passt sich jedoch das Hinterhauptgelenk in ganz specieller Weise an die ausschließlich mögliche Art der Bewegung an. Bei *Hydrocyon* verdicken sich die lateralen Ränder der Gelenk-aushöhlung des Occipitale basilare ein klein wenig und indem sich entsprechende, allerdings ganz wenig ausgeprägte Vertiefungen an den Seitenrändern der vorderen Fläche des ersten Wirbels ausbilden, erkennen wir die ersten Anfänge einer höheren Differenzirung des Hinterhauptgelenks (Taf. II Fig. 16). Weiter fortgeschritten ist diese Bildung bei *Alestes*, bei welcher Gattung die lateralen, callösen Verdickungen bedeutend stärker entwickelt sind, so dass man mit einem gewissen Rechte schon von zwei sich ausbildenden Condylen sprechen könnte (Taf. II Fig. 18). Die vordere Fläche des ersten Wirbelkörpers wird durch eine niedrige, aber breite senkrechte Leiste in zwei flache laterale Gruben geschieden, die mit diesen Condylen artikuliren. Durch diese Bildungsverhältnisse am Occipitalgelenk sind die Seitenbewegungen des Kopfes ausgiebigere geworden, als bei den mit einem indifferenten Hinterhauptgelenk versehenen Fischen.

Dieser in der Familie der Characiniden gemachte Versuch zu einem höher differenzirten, einer besonderen Bewegungsweise angepassten Occipitalgelenke zu gelangen, ist, so weit ich nach dem allerdings nur spärlichen mir zu Gebote stehenden Material urtheilen kann, weder in der Familie der Characiniden, noch bei einer anderen mir bekannten Form von Teleostiern weiter geführt; doch ist es zweifellos, dass bei einer weiteren Differenzirung in derselben Richtung, ein ganz eigenthümliches, höher organisirtes Gelenk sich ausgebildet hätte.

Der vordere Theil des Occipitale basilare ist ein massiver, spongiöser Knochen, der lateral in zwei dünne Seitenflügel ausläuft, welche zur seitlichen Begrenzung der Lagenae und zum Theil auch der kleinen Sacculi beitragen<sup>1</sup>. Die Entwicklung dieser Seitentheile des Occipitale basilare hängt vollkommen von der Größe der Lagena und des in derselben liegenden Otolithen ab. Während sie bei Hydrocyon über das Niveau der Seitenwände des Schädels kaum prominiren (Taf. II Fig. 14), helfen sie bei den Erythrininen, bei Anacyrtus, Sarcodaces, Alestes, Tetragonopterus und namentlich bei Citharinus die *Bulla acustica lagenaris* bilden, deren laterale Begrenzung unten vom Occipitale basilare, oben vom Occipitale laterale gebildet wird (Taf. I Fig. 2, 3, 5 u. Taf. II 2, 4 u. 5). Das Occipitale basilare verbindet sich mit folgenden Knochen: nach hinten mit dem ersten Wirbel; lateral und nach oben grenzt es an die Occipitalia lateralia; vorn an die Petrosa, und seinem vorderen Abschnitt liegt von unten das hintere Ende des Parasphenoid an.

Die beiden Occipitalia lateralia sitzen dem Occipitale basilare auf und stoßen im Inneren des Schädels durch besondere horizontale Knochenlamellen in der Mittellinie, unter dem Hinterhauptloch zusammen, so dass sie allein an der Begrenzung dieser Öffnung Theil nehmen und das Occipitale basilare davon ausgeschlossen ist (Taf. I Fig. 5 und Taf. II Fig. 5, 16 und 18). Über der Hinterhauptöffnung vereinigen sich die beiden Occipitalia lateralia in einer ziemlich langen Mittelnabt, welche bei Citharinus durch einen breiten Knorpelstreifen repräsentirt wird.

An jedem Occipitale laterale können wir bei der Betrachtung von außen zwei Flächen unterscheiden: eine nach hinten gerichtete, welche zur Bildung der hinteren Schädelfläche beiträgt, und eine lateral und ein wenig nach unten sehende Fläche, welche die Seitenwand des Schädels bilden hilft: beide Flächen sind durch eine knöcherne Leiste von einander getrennt. Außerdem besitzt jedes Occipitale laterale die schon erwähnte, medial gerichtete, horizontale Knochenplatte, die im Inneren des Schädels über dem Occipitale basilare mit ihrem Antagonisten zusammenstößt und den Boden des Cavum cranii bilden hilft. Die laterale Fläche des Occipitale late-

---

<sup>1</sup> Wie schon in der Einleitung erwähnt ist, gleicht das Labyrinth der von mir untersuchten Characiniden in hohem Grade dem Labyrinth der Cyprinoiden, das wir durch die schönen, schon mehrfach citirten Untersuchungen von HASSE und RETZIUS kennen gelernt haben.

rale trägt bei den Characiniden, denen eine Bulla acustica lagenaris zukommt, zur Bildung des oberen Theils dieser Bulla bei, wie schon früher erwähnt ist. Bei Citharinus, dessen Bulla ganz besonders stark entwickelt ist, bleiben Occipitale basilare und Occipitale laterale, die sonst durch eine quer über die Bulla verlaufende Naht verbunden werden, an dieser Stelle durch eine dünne, ziemlich breite, dreieckige Knorpelplatte getrennt (Taf. II Fig. 2 und 5).

Jedes Occipitale laterale verbindet sich durch Naht mit folgenden Knochen: unten liegt es überall dem Occipitale basilare auf. An seiner hinteren Fläche ist es in der Mittellinie mit seinem Antagonisten verbunden; nach oben mit dem Occipitale superius, und mehr lateral mit dem Exoccipitale. Die laterale Fläche verbindet sich nach oben mit dem Squamosum und nach vorn mit dem Petrosium.

In der Naht zwischen Occipit. laterale, Exoccipitale und Squamosum finden wir bei allen Characiniden einen kleinen Knochen von außen eingeklebt, welcher nach hinten in eine schwache, vorragende Spitze ausläuft (Taf. I Fig. 2 u. Taf. II Fig. 2, 13 u. 17 Ic). An dieser Spitze befestigt sich ein Band, das vom unteren, nach vorn gerichteten Schenkel des Suprascapulare seinen Ursprung nimmt. Durch seine topographische Lage und durch die Beziehung zum Suprascapulare charakterisirt sich dieser Knochen als das Intercalare. So weit ich mich überzeugen konnte, ist der centrale Theil des Intercalare mit dem Cranium in fester Verbindung und aller Wahrscheinlichkeit nach durch Ossifikation von knorpelig präformirten Theilen entstanden. Doch reicht der Knochen an keiner Stelle durch die ganze Dicke der Schädelswand und ist von der Begrenzung des hinteren Bogenganges, dem er allerdings sehr nahe kommt, überall ausgeschlossen. In dieser Hinsicht verhalten sich die Characiniden gerade so wie Amia, deren Intercalare jedoch ein viel mächtiger entwickelter Knochen ist. Der periphere Theil des Intercalare besteht aus einer dünnen Knochenlamelle, die sich über die benachbarten Knochen an der Außenfläche des Schädels ausbreitet. Bisweilen reicht dieser verdünnte Theil so weit nach vorn, dass er die ganze Naht zwischen Squamosum und Occip. laterale überdeckt, und es auf den ersten Blick den Anschein hat, als berührten sich diese beiden Knochen nicht, sondern wären überall durch das zwischen sie eingeschobene Intercalare getrennt. Bei genauer Untersuchung mit der Lupe sieht man jedoch unter diesem Theil des Intercalare die Naht zwischen dem Occip. laterale und dem Squamosum durchschimmern und überzeugt sich leicht von



dem wahren Sachverhalte. So finde ich es bei *Alestes*. Die anderen Characiniden verhalten sich ganz ähnlich.

Die bei den Teleostiern zu beobachtende Reduktion des Intercalare, von der nur die Gadiden eine Ausnahme machen<sup>1</sup>, gegenüber der bei *Amia* so mächtigen Entwicklung dieses Knochens, ist eine beachtenswerthe Thatsache und findet, wie ich glaube, ihre Erklärung darin, dass bei Knochenfischen ein neuer Knochen, welcher bei *Amia* und bei den übrigen Knochenganoiden eine bloße dermale Ossifikation vorstellt, Beziehungen zum Primordialcranium gewinnt und allmählich die Stelle des Intercalare einnimmt. Es ist dieses das Squamosum der Fische. Die laterale, hintere Ecke des Cranium und der hintere untere Rand der Temporalhöhle, welche bei *Amia* vom Intercalare gebildet wurden, werden allmählich bei Teleostiern vom Squamosum eingenommen, und das einst so gut entwickelte Intercalare wird schließlich zu einem kleinen Knöchelchen degradirt, welches einzig und allein zur Anheftung des Suprascapulare an das Cranium zu dienen scheint. Mit der Reduktion des unteren, nach vorn gerichteten Fortsatzes des letzteren Knochens schwindet endlich auch das Intercalare. Dieser Vorgang kann jetzt nur angedeutet werden; bei Betrachtung einer anderen Reihe von Physostomenfamilien, die ebenfalls mit *Amia* beginnt und durch die Osteoglossiden zu den Clupeiden, Esociden, Salmoniden und Galaxiden und schließlich zu den Acanthopteren führt, soll er genauer ins Auge gefasst werden.

Über den Occip. lateralia liegt an der Grenze zwischen dem Schädeldach und der hinteren Schädelfläche das Occipitale superius (Taf. I Fig. 1 u. 5 u. Taf. II Fig. 1, 5, 12, 16, 17, 18 Os). Nach vorn und oben wird dieser Knochen von den hinteren Rändern der Parietalia überlagert; lateral und nach hinten grenzen die Exoccipitalia und nach unten die Occipitalia lateralia an denselben. Nach hinten ist er in eine sehr verschieden entwickelte Spina occipitalis ausgezogen. Bei Erythrininen, und bei Sarcodaces, der sich auch hierin an dieselbe anschließt, besteht ein einfaches Verhalten, indem diese Spina auf einen kurzen Knochenzapfen beschränkt ist (Taf. I Fig. 1). Bei den echten Characiniden ist sie dagegen mächtig entwickelt und zwar in einem Grade, wie er sonst in der ganzen Abtheilung der Physostomen nur selten angetroffen wird. Verhältnis-

<sup>1</sup> Vgl. VROLIK, Studien über die Verknöcherung und die Knochen des Schädels der Teleostier. Niederländ. Archiv f. Zoologie. Bd. I. 1873.

mäßig am kürzesten ist die Spina occipitis noch bei *Tetragonopterus* und *Hydrocyon* (Taf. II Fig. 12); sie hat bei diesen Gattungen etwa ein Drittel der Länge des ganzen übrigen Schädels. Schon länger ist sie bei *Alestes* und bei *Citharinus* (Taf. II Fig. 1), und bei *Anacyrtus* beträgt die Spina occipitis etwa drei Viertel der Länge des ganzen übrigen Schädels. Bei allen diesen Gattungen ist ihre obere Fläche tief rinnenartig ausgehöhlt. Nach unten und hinten schärft sich die Spina occipitis zu einer dünnen Knochenlamelle zu, welche zu der zwischen den beiderseitigen dorsalen Portionen des Seitenrumpfmuskels liegenden Fascie die innigsten Beziehungen hat, und die Vermuthung aufkommen lässt, dass die Spina der Characiniden zum größeren Theil durch Übergreifen der Ossifikation des Occipitale superius auf diese Fascie entstanden ist.

Jedes Exoccipitale hat annähernd die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide, deren Spitze nach hinten und oben gerichtet ist, und deren Flächen nach oben, lateral und nach hinten und medial sehen. Die laterale Fläche dieses Knochens bildet die mediale Begrenzung der Temporalhöhle. Indem nun der in der Temporalhöhle liegende Theil des Seitenrumpfmuskels sich vergrößert, wird das Exoccipitale unterwühlt und dessen Wandungen an einzelnen Stellen derartig verdünnt, dass es zur Bildung von Fenstern kommt. Bei den Erythrininen und Sarcodaces erfolgt eine solche Fenestration des Exoccipitale an der oberen Fläche dieses Knochens, so dass dort ein Defekt entsteht, der direkt von oben in die Temporalhöhle hineinführt, und der nach vorn und medial bis an das Occip. superius reicht (Taf. I Fig. 1 u. 5). Bei *Tetragonopterus*, *Alestes*, *Hydrocyon* und *Anacyrtus* entsteht, außer dem eben beschriebenen Defekt an der oberen Fläche des Exoccipitale, noch ein ganz ähnlicher Defekt an der hinteren Fläche des Schädels zwischen Exoccipitale, Occip. sup. und Occip. later. (Taf. II Fig. 12, 16, 17 und 18). Auf diese Weise bleiben schließlich vom ganzen Exoccipitale nur drei Spangen nach, welche an der Spitze des Knochens zusammentreffen. *Citharinus* verhält sich in so fern ganz eigenthümlich, als ihm nur die zuletzt beschriebene Fenestration an der medialen, unteren Fläche des Exoccipitale zukommt und ein Defekt an der oberen Fläche nicht vorhanden ist (Taf. II Fig. 1 und 5). Wie ich noch einmal hervorheben will, dienen die beiden von Membranen verschlossenen Fenster des Exoccipitale nicht zum Durchtritt irgend welcher Weichtheile und scheinen lediglich zur Erzielung einer größeren Leichtigkeit des Knochens entstanden zu sein, so dass man sie von demselben

Gesichtspunkte beurtheilen muss, wie etwa die bekannten Fensterbildungen im Sternum vieler Saurier und andere derartige Bildungen. Ähnliche Fensterungen des Exoccipitale sind, außer bei dem Gymnotiden *Sternopygus*, meines Wissens bei keinem anderen Fische anzutreffen und bilden eines der charakteristischen Kennzeichen des Characinideneranium. Die Verbindungen des Exoccipitale mit benachbarten Knochen sind folgende: oben wird es ein klein wenig vom Parietale überlagert; medial grenzt es an das Occip. superius; nach unten an das Occipitale laterale; lateral, über der Temporalhöhle an das Squamosum, unter derselben an das Intercalare.

Das wären die einzelnen Knochen der Occipitalregion, und es bleibt noch übrig, die ganze Region im Zusammenhang mit den benachbarten Weichtheilen und Skelettheilen zu betrachten; die Verbindung des Cranium mit der Wirbelsäule ist schon oben eingehend geschildert worden.

Zunächst sind die Knochen des Schultergürtels, die mit dieser Region in Verbindung treten, zu betrachten.

Der oberste, zum Hautknochenkomplex des Schultergürtels gehörige Skelettheil ist das Extrascapulare (Taf. I Fig. 1 u. Taf. II Fig. 12 *Es*). Es ist das bei den untersuchten Characiniden ein kleiner, schuppenförmiger Deckknochen, welcher über dem Eingange zur Temporalhöhle gelegen ist, und über den nichts Besonderes zu bemerken ist.

Hinter und etwas unter dem Extrascapulare finden wir die obere, medial gerichtete Zinke des Suprascapulare (Taf. I Fig. 1 und Taf. II Fig. 12 *Sc*). Die andere, viel kürzere Zinke liegt viel tiefer in der Muskulatur und ist ziemlich genau medial gerichtet; wie schon erwähnt, heftet sie sich an das Intercalare an. Bei den Erythrininen ist diese Zinke verhältnismäßig gut entwickelt; viel schwächer ist sie bei den echten Characiniden, so dass sie besonders bei *Citharinus* den Eindruck eines ganz rudimentären Skelettheils macht. In dieser Hinsicht erinnern die Verhältnisse der höheren Characiniden sehr an diejenigen ihrer nächsten Verwandten, der Cyprinoiden, bei denen diese Zinke fast vollkommen fehlt, und deren Intercalare dem entsprechend zu einem ganz kleinen, rudimentären Knöchelchen reducirt erscheint.

Das Supraclaviculare lagert sich an die hintere, laterale, vorspringende Ecke des Schädels mit seinem oberen Abschnitt an. Außerdem besitzt es ganz konstant noch eine weitere Befestigung an der Hinterhauptregion. Von dem unteren lateralen Theile dieser Region, speciell von der *Bulla acustica lagenaris* und von deren



Umgebung entspringt nämlich ein starker Muskel, der zum Schultergürtel tritt. Es ist das der *Attractor* des Schultergürtels der Knochenfische, der eine Differenzirung der dorsalen Portion des Seitenrumpfmuskels vorstellt und mit dem sehr ähnlichen *M. trapezius* der Selachier, wie VETTER hervorgehoben hat, nicht zu verwechseln ist. In dem unteren Theil dieses Muskels findet man nun ganz konstant ein derbes Band eingelagert, das mehr oder minder fest mit der perimuskulären Fascie verbunden ist und als Differenzirung derselben aufgefasst werden muss. Dieses starke Band entspringt dicht unter der *Bulla acustica* und befestigt sich am unteren Ende des *Supraclaviculare*, so dass dieser Knochen durch den Zug des Seitenrumpfmuskels nicht nach hinten gezogen werden kann, ohne den Kopf mit zur Seite zu wenden. Eine besondere Bedeutung erlangt dieses bei Fischen sehr verbreitete Band dadurch, dass es bei einigen Formen, wie z. B. bei Siluroiden, ossificirt und einen besonderen, knöchernen Fortsatz des *Supraclaviculare* vorstellt, der sich an der Schädelbasis befestigt.

Ein anderes, ebenfalls von der Hinterhauptsregion entspringendes Band nimmt unser Interesse in viel höherem Grade in Anspruch, weil es auf gewisse, sonst schwer zu verstehende Organisations-eigenenthümlichkeiten ein unerwartetes Licht wirft. Dieses Band entspringt vom vorderen Ende der Schwimmblase und heftet sich an der Basis der *Occipitalregion*, am *Occipitale basilare* und am *Parasphenoid* an.

Die Schwimmblase der Characiniden ist, wie schon in der Einleitung gesagt wurde, stets gedoppelt. Die vordere, kleinere Abtheilung derselben besitzt an ihrem vorderen Ende eine horizontal verlaufende leichte Einkerbung, so dass die Blase vorn in zwei über einander gelegene Ausbuchtungen getheilt ist. Die obere Ausbuchtung lehnt sich, eben so wie bei den Cyprinoiden, an eine vom Körper des vierten Wirbels absteigende Apophyse an, und tritt mit dem WEBER'schen Apparat, speciell mit den hinteren Enden der Mallei in Beziehung. Von dem vorderen, breit abgerundeten Ende der unteren Ausbuchtung entspringt das erwähnte Ligament. Die dünne *Tunica interna* der Schwimmblase endet abgerundet am vorderen Ende der unteren Ausbuchtung derselben. Anders verhält sich die *Tunica externa*. Die derben Fasern, aus denen sie sich zusammensetzt, laufen nach vorn zusammen und bilden schließlich einen derben, drehrunden Strang, welcher unmittelbar über dem Oesophagus nach vorn und oben verläuft (Taf. II Fig. 11). An der Basis cranii spaltet

sich dieser Strang in zwei seitliche Schenkel, welche die der Schädelbasis anliegende Aorta zwischen sich fassen, und sich sodann zu beiden Seiten derselben an das Occipitale basilare und namentlich an das hintere Ende des Parasphenoid inseriren. In diesen Strang hinein erstreckt sich ganz konstant ein starkes, arterielles Gefäß, das von der Aorta seinen Ursprung nimmt und im Bande eingeschlossen nach hinten verläuft. An der Insertionsstelle des Bandes an der Schwimmblase verlässt die Arterie dasselbe und verzweigt sich an der Schwimmblase und am Oesophagus, wie ich mich an einem gut konservirten Exemplar von *Macrodon* überzeugen konnte. Allem Anschein nach, ist dieses Gefäß die für die Eingeweide bestimmte *Arteria coeliaco-mesenterica*, die bei den *Characiniden* ganz auffallend weit nach vorn von der Aorta ihren Ursprung nimmt. Die Länge des eben beschriebenen Bandes ist sehr verschieden und hängt natürlich davon ab, wie weit die Schwimmblase nach vorn reicht; bei *Citharinus*, dessen Schwimmblase fast bis an die Basis cranii reicht, ist das Band in Folge dessen recht kurz. Vermisst habe ich es in keiner *Characinidengattung*.

Der eben beschriebene Befund kann wohl kaum anders erklärt werden, als durch die Annahme, dass die Schwimmblase bei den Vorfahren der jetzt lebenden *Characiniden* ursprünglich bis an die Basis cranii gereicht hat, und mit dem Schädel an dieser Stelle in Beziehung stand. Allmählich fand dann ein nach hinten Wandern des vorderen Endes der Schwimmblase statt, in der Weise, dass sich zunächst die *Tunica interna* zurückzog; die *Tunica externa*, welche inzwischen Beziehungen zu der *Arteria coeliaco-mesenterica* eingegangen war, folgte ihr nicht in gleichem Maße nach und wurde zu einem Ligamente ausgezogen, das uns den Weg des sich zurückziehenden vorderen Endes der Schwimmblase angiebt. Das ist die einfachste Erklärung für den merkwürdigen Befund.

Gestützt wird sie durch die bekannten Verhältnisse bei solchen *Teleostiern*, die eine direkte Verbindung zwischen Schwimmblase und Labyrinth aufweisen. Beim Hering z. B., der eine solche direkte Kommunikation der Schwimmblase mit dem Labyrinth, innerhalb des *Cavum cranii* besitzt, finden wir die Schwimmblase nach vorn in ein Ligament ausgezogen, das sich genau eben so, wie das entsprechende Band der *Characiniden* an der Schädelbasis befestigt. Der Unterschied liegt nur darin, dass beim Hering sich in dieses Band hinein auch die *Tunica interna* und der von der letzteren umschlossene Hohlraum der Schwimmblase fortsetzt. An

der Schädelbasis spaltet sich die von der Tunica interna gebildete Röhre in zwei Schenkel, welche aus dem Bande heraustreten, durch besondere Öffnungen der Occipitalia lateralia in die Schädelhöhle gelangen und dort mit dem Labyrinth in Beziehung treten<sup>1</sup>.

Die Übereinstimmung dieses Befundes beim Hering mit dem geschilderten bei Characiniden, ist so auffallend, dass man unwillkürlich zu der Annahme gedrängt wird, auch die Vorfahren der Characiniden hätten eine direkte Verbindung zwischen Schwimmblase und Gehörlabyrinth besessen und dieselbe allmählich gegen die indirekte, durch den WEBER'schen Apparat vermittelte, eingetauscht. Durch diese Annahme wird dem WEBER'schen Gehörknöchelapparat von seinem räthselhaften Charakter Einiges genommen. Wir lernen erkennen, dass die direkte Verbindung der Schwimmblase mit dem Labyrinth, die auch gegenwärtig in annähernd gleicher Weise bei sehr verschiedenen Familien von Knochenfischen angetroffen wird<sup>2</sup>, und schon durch diesen Umstand — wenn man nicht eine polyphyletische Entstehung dieses höchst eigenthümlichen Organisationsverhältnisses annehmen will — auf ihr hohes Alter hinweist, als die ursprünglichere zu gelten hat, von welcher aus die, aller Wahrscheinlichkeit nach physiologisch vollkommenere, indirekte Verbindung durch den WEBER'schen Apparat abzuleiten ist. Bevor ein WEBER'scher Apparat sich ausbildete, müssen eben schon physiologische Beziehungen zwischen Schwimmblase und Gehörlabyrinth existirt haben und da eine Actio in distans zwischen der, als Divertikel des Vorderdarms entstandenen, in der Leibeshöhle gelegenen Schwimmblase und dem im Cranium eingeschlossenen Gehörlabyrinth undenkbar ist, so sind wir zur Annahme einer schon früher existirenden, direkten Verbindung zwischen den beiden Organen gezwungen. Wie diese ursprüngliche, direkte Verbindung zu Stande gekommen ist, darüber können vor der Hand nicht einmal Vermuthungen aufgestellt werden; es muss uns genügen, dass sie in der That bei vielen Fischen existirt, und

---

<sup>1</sup> Vgl. WEBER, De aure et auditu hominis et animalium Lips. 1820 und C. HASSE, Anatomische Studien. Th. XIV.

<sup>2</sup> Unter den Physostomen bei vielen Clupeiden, bei Notopteriden, Hyodontiden; unter Anacanthinen bei Macruriden; unter Acanthopteren bei Beryciden, Gerriden u. a. Vgl. STANNIUS, Handbuch d. Anatomie d. Wirbelthiere. Th. I. Auf. II., wo alles darauf Bezügliche zusammengestellt ist. Auch bei einigen Gadiden, wie z. B. bei *Physiculus* und *Uraleptus*, und bei dem Seelrodermen *Balistes* finde ich eine direkte Verbindung der Schwimmblase mit dem Gehörlabyrinth.



dass die größte Wahrscheinlichkeit, wie die Characiniden lehren, dafür besteht, dass diese Verbindung die primäre ist, von welcher aus die indirekte, durch den WEBER'schen Apparat vermittelte, sich ableitet.

Den speciellen Vorgang muss man sich, wie ich glaube, so vorstellen, dass zuerst innerhalb der Dura mater entstandene, durch Knochen allseitig abgeschlossene Lymphräume sich zwischen Labyrinth und das sich allmählich zurückziehende vordere Ende der Schwimmblase einschalteten; darauf gewannen, bei dem noch weiteren Zurücktreten der Schwimmblase, auch andere, extracranial zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegene Lymphräume Beziehungen zum Labyrinth; und schließlich wurden auch die in diese sich vergrößernden Lymphsäcke hineingelangten Theile der ersten Rumpfwirbel, als Mittelglieder in den Apparat einbezogen. Diese Anschauung muss vorläufig leider Hypothese bleiben, da bei den jetzt existirenden Fischen, der WEBER'sche Apparat in vollkommener Differenzirung angetroffen wird und frühere Zustände, in welchen man die ersten Anfänge seiner Ausbildung antreffen könnte, nicht bekannt sind.

Die in der Occipitalregion austretenden Hirnnerven sind der Glossopharyngeus, der Vagus und ein Occipitalnerv (Hypoglossus der Autoren).

Der stärkste von diesen Nerven ist der Vagus. Er tritt durch eine große, an der lateralen Fläche des Occipitale laterale, dicht über der Bulla lagenaris gelegene Öffnung aus und bietet in seinen stärkeren Ästen nichts von dem gewöhnlichen Befunde bei Knochenfischen Abweichendes (Taf. I Fig. 2, 3 und Taf. II Fig. 2, 4, 13, 14 *vg*).

Dicht vor dem Vagus tritt durch eine besondere, kleine Öffnung desselben Knochens der Glossopharyngeus aus, über den ich ebenfalls nichts Besonderes zu bemerken habe (dieselbe Abbild. *g.ph*).

Der Occipitalnerv verlässt das Cranium durch eine ziemlich große Öffnung, an der hinteren Fläche des Occipitale laterale, nicht weit von dem Hinterhauptloche (Taf. I Fig. 5 und Taf. II Fig. 5, 16 und 18 *oc*). Er entspringt bei den Characiniden von der Medulla oblongata mit einer starken, ventralen und einer sehr schwachen, dorsalen Wurzel, die noch innerhalb des Schädels ein sehr kleines Ganglion bildet, und theilt sich unmittelbar nach seinem Austritt in einen schwächeren, dorsalen Ast, welcher in die dorsale Portion des Seitenrumpfmuskels tritt, und einen stärkeren, ventralen, der längs dem Schultergürtel nach unten und vorn verläuft, und zusammen mit Fasern des ersten Spinalnerven die zwischen dem Schulter-

gürtel und dem Unterkiefer liegenden ventralen Längsmuskeln versorgt. Zwischen der Stärke dieses Nerven und dem Durchmesser seiner Austrittsöffnung besteht bei allen untersuchten Characiniden ein bedeutendes Missverhältnis, indem die Öffnung bedeutend größer ist, als es für den Nerven erforderlich wäre. Der nicht vom Nerven ausgefüllte Theil der Öffnung wird von einer straffen Membran geschlossen. Bei den Erythrininen ist dieses Missverhältnis nicht besonders auffallend; bedeutender wird es schon bei den echten Characiniden, unter denen die Gattung *Anacyrtus* relativ die größte Öffnung besitzt; sie ist bei dieser Gattung größer, als die Vagusöffnung, welche einem etwa viermal so starken Nerv zum Durchtritt dient. Hinten grenzt an diese Öffnung unmittelbar der *Saccus paravertebralis*, jener zur Seite der Wirbelsäule gelegene Raum, in dem die WEBER'schen Gehörknöchelchen liegen. Ich würde auf die an dieser Nervenöffnung zu beobachtende Fensterbildung gar kein Gewicht gelegt haben, wenn nicht bei den verwandten Cyprinoiden eine direkte Kommunikation zwischen dem *Saccus paravertebralis* und den Lymphräumen des *Cavum cranii* durch die vergrößerte Öffnung des Occipitalnerven existirte. Das Fenster an der Peripherie des Occipitalnerven bei Characiniden ist in der That dem großen, bekannten lateralen Occipitalloch der Cyprinoiden homolog, und somit sehen wir bei den Characiniden die ersten Anfänge eines eigenthümlichen Verhaltens, welches bei den Cyprinoiden weiter geführt ist und dem Schädel der letzteren einen sehr eigenartigen Charakter verleiht.

In meiner Arbeit über das Cranium von *Amia calva*<sup>1</sup> habe ich gezeigt, dass der Schädel dieses Ganoiden einem primitiven, mit dem Vagus abschließenden Cranium, wie es die meisten Selachier besitzen, nicht vollkommen homolog ist, sondern einem Selachierschädel plus den drei (oder mehr) ersten Wirbeln entspricht. Die zu diesen Wirbeln zugehörigen Bogen und die zwischen ihnen austretenden Nerven waren bei *Amia* zum Theil noch nachweisbar, während die Körper dieser Wirbel unter einander und mit dem Occipitale basilare vollkommen verschmolzen waren. Wie verhalten sich die Characiniden in dieser Hinsicht? Lassen sich bei ihnen ebenfalls mit dem Schädel verschmolzene Wirbel nachweisen, oder repräsentiren sie einen ganz anderen Typus, der auf die bei *Amia* gefundenen Verhältnisse gar nicht zurückzuführen ist?

Diese Frage ist nicht so leicht zu beantworten und erfordert vor

---

<sup>1</sup> Das Cranium von *Amia calva*. Morphol. Jahrb. Bd. IX.

Allen eine genaue Betrachtung der ersten, an das Cranium sich anschließenden Wirbel und der ersten Spinalnerven. Während es bei *Amia* ganz leicht ist die Grenze zwischen dem Schädel und dem ersten diskreten Wirbel anzugeben, ist das bei allen mit einem WEBER'schen Apparat versehenen Fischen ohne genaue Analyse der betreffenden Theile nicht möglich. Zwar ist die Grenze zwischen dem Occipitale basilare und dem Körper des ersten Wirbels ebenfalls eine ganz scharfe; doch ist das an den Theilen, welche den Wirbelbogen entsprechen, nicht der Fall. An der Stelle, wo die oberen Bogen sitzen müssten, treffen wir einige kleine Skelettheile an, die dem WEBER'schen Apparat angehören und über deren Zugehörigkeit zum Cranium oder zum ersten Wirbel Zweifel bestehen können. Eine ausführliche Schilderung des WEBER'schen Apparates in allen vier Teleostierfamilien, in denen er angetroffen wird, soll in einer besonderen Arbeit erfolgen, und kann an dieser Stelle auf denselben nur so weit eingegangen werden, als es für das Verständnis des Schädels durchaus erforderlich ist.

Wie bei jedem Versuch die ursprüngliche Metamerie eines Körperabschnittes festzustellen, so sind es auch in diesem Falle die Nerven, welche vor Allem in Betracht zu ziehen sind. Sie sind unter allen Organen als die konservativsten anzusehen; primär treten an ihnen so gut wie niemals Veränderungen auf, und den durch Anpassung der übrigen Organe des Skelet- und Muskelsystems an neue Bedingungen erzeugten Veränderungen fügen sich die Nerven nur langsam, und — wenn ich mich so ausdrücken darf — zögernd an.

In der Familie der Characiniden, die, wie ich hier erwähnen will, sich im Bau des WEBER'schen Apparates primitiver verhält, als die Cyprinoiden, ja in gewissen Verhältnissen sogar noch primitiver, als die Siluroiden, sind es die vier ersten Wirbel, die sich mit einander verbinden und die zur Stütze der dem Apparat gehörigen Theile dienen.

Der hinterste Wirbel besitzt bei *Hydrocyon* — an den ich mich hauptsächlich halte — einen gut ausgebildeten Körper, dem ein breiter oberer Bogen aufsitzt, welcher sich noch weit nach vorn über den Körper des vorhergehenden Wirbels hinüberlegt, und der nahe seinem hinteren Rande von einem Spinalnerven durchbohrt wird. Dieser Spinalnerv liegt in seinem weiteren Verlaufe vor der Rippe des fünften Wirbels und gehört nach diesem Verhalten ganz offenbar zu dem Intervertebralraum zwischen viertem und fünftem Wirbel.



Von der unteren und zum Theil auch von der lateralen Fläche des vierten Wirbelkörpers, entspringt jederseits ein eigenthümlicher, mit dem Wirbelkörper durch Naht verbundener, absteigender Fortsatz, der sich mit einem Antagonisten verbindet und eine zur Anlagerung des vorderen Endes der Schwimmblase bestimmte Platte bildet. Da der vierte Wirbel keine Rippe besitzt, so geht man wohl kaum fehl, wenn man eben diesen absteigenden Fortsatz für eine modificirte Rippe desselben ansieht. Die Körper des zweiten und des dritten Wirbels sind bei den Characiniden stets von einander getrennt, im Gegensatz zu den Cyprinoiden, bei denen sie fast immer verschmolzen erscheinen<sup>1</sup>; doch ist es bemerkenswerth, dass diesen beiden getrennten Wirbelkörpern nur ein einziger oberer Bogen aufsitzt. Zwischen dem letzteren und dem mit ihm durch Naht verbundenen Bogen des vierten Wirbels tritt ein Spinalnerv aus, der zu dem Intercostalraume zwischen drittem und viertem Wirbel gehört. Ein anderer Spinalnerv, der zwischen den zweiten und dritten Wirbel gehören muss, durchbohrt diesen Bogen und weist auf eine Konkrescenz des scheinbar einheitlichen Bogens aus zwei Bogen hin. Die Rippe des dritten Wirbels ist zum »Malleus« umgestaltet; diejenige des zweiten zum Incus, der an der Begrenzung des Rückenmarkkanals niemals irgend welchen Antheil hat und der somit auch kein oberer Bogen sein kann, als welcher er von vielen Autoren<sup>2</sup> gedeutet wird.

Der Körper des ersten Wirbels ist stark von hinten nach vorn komprimirt und trägt keinen oberen Bogen; an der Stelle, wo der obere Bogen des ersten Wirbels sich befinden müsste, zwischen Occipitale laterale und dem Bogen des zweiten Wirbels, findet man zwei kleine über einander gelegene Knöchelchen. Das untere dieser Knöchelchen ist frei beweglich und stellt den Stapes vor, während das über dem Stapes gelegene bei Characiniden mit dem nächst hinteren, sehr großen, oberen Bogen durch Naht verbunden ist. Durch Vergleichung mit anderen Formen, wie z. B. mit Cyprinoiden, ergibt es sich ganz zweifellos, dass dieses obere kleine Knöchelchen dem Claustrum entspricht. Der zum Intervertebralraum zwischen erstem und zweitem Wirbel zugehörige Nerv, tritt vor dem

<sup>1</sup> BAUDELLOT, Comptes rendus hebdomad. de l'Acad. Sciences. T. 66. pag. 330. 1868.

<sup>2</sup> Vgl. A. MÜLLER, Beobachtungen z. vgl. Anat. d. Wirbelsäule. MÜLLER's Archiv 1853. — B. GRASSI, Lo sviluppo della colonna vertebrale ne' pesci ossei. Reale accademia dei lineei. Roma 1883. pag. 20—23. — O. NUSSBAUM, Zoolog. Anzeiger 1881. pag. 552.

großen, dem zweiten Wirbel aufsitzenden Bogen aus, und weist darauf hin, dass die vor demselben gelegenen Theile, also Stapes und Clastrum, zum ersten Wirbel resp. zur Occipitalregion des Cranium zu rechnen sind. Es fragt sich nun, welche morphologische Bedeutung diesen beiden Knöchelchen beizulegen ist. Dass sie zum oberen Bogensystem gehören, beweist ihre konstante Betheiligung an der lateralen Begrenzung des Wirbelkanals, und es ist nur die Frage, ob man sie beide als Theile des ersten Wirbelbogens aufzufassen hat. oder ob eines von ihnen zum Hinterhaupte gehört und einen ungebildeten Occipitalbogen vorstellt. Von den eben beschriebenen Verhältnissen bei Characiniden ist kein Argument für die eine oder die andere der beiden angeführten Möglichkeiten zu entnehmen, dagegen wird die Frage, wie ich schon hier erwähnen will, durch die Betrachtung der hierher gehörigen Verhältnisse in der Familie der Siluroiden, speciell bei *Silurus glanis*, den ich am genauesten untersucht habe, leicht entschieden. Beim Welse, der in dieser Gegend einen Nerven mehr besitzt, als die Characiniden und Cyprinoiden, tritt dieser Nerv zwischen Stapes und Clastrum aus und weist somit auf eine Zugehörigkeit des Clastrum zur Occipitalregion des Schädels hin, während der Stapes dem ersten Wirbel angehört.

Wie bei den Cyprinoiden, so schließen sich auch bei Characiniden die oberen Bogen der ersten drei Wirbel über dem Rückenmark nicht zusammen, sondern lassen eine Lücke frei, welche durch ein besonderes, mit den vorderen, großen Bogen durch Naht verbundenes Skeletstück ausgefüllt wird. Dieses »Tegularstück« ist schwer zu deuten, vielleicht ist es mit den unpaaren Schlussstücken an den Wirbeln der Selachier in Zusammenhang zu bringen. Eine genauere Begründung der hier gegebenen Deutungen behalte ich mir für eine spätere Arbeit vor. Hier kam es mir nur darauf an zu zeigen, dass das Clastrum zur Hinterhauptsregion des Schädels gehört; und diese auf Untersuchung der Nerven gegründete Deutung würde eventuell auch durch eine andere Auffassung der übrigen Theile des WEBER'schen Apparates nicht alterirt werden. Es fragt sich nun, wie die bei den Characiniden gefundenen Verhältnisse mit dem von mir bei *Amia* beschriebenen Befunde zu vereinigen sind, und vor Allem, ob das überhaupt möglich ist?

Schon der Umstand, dass das Cranium der Characiniden nach hinten nicht mit dem Vagus abschließt, sondern dass hinter dem Vagus noch ein nach dem Typus eines Spinalnerven gebildeter Nerv folgt, beweist auf das Zweifelloseste, dass bei diesen Fischen zum

mindesten ein Wirbel dem ursprünglichen Cranium angeschlossen ist. Einen zweiten Occipitalbogen haben wir im Claustrum kennen gelernt: der dazu gehörige Nerv fehlt allerdings spurlos, was aber auch nicht zu verwundern ist, wenn man bedenkt, dass er zwischen diesen gewöhnlich sehr beweglichen Knöchelchen und dem an dieselben unmittelbar grenzenden ebenfalls beweglichen Cranium hätte verlaufen müssen, wo er mechanischen Insulten in hohem Grade ausgesetzt gewesen wäre. Es ist dieses gewiss ein genügender Grund, um die Reduktion dieses Nerven zu erklären. Unter analogen Bedingungen sehen wir auch bei ganz anderen Gruppen von Wirbelthieren ähnliche Verhältnisse auftreten, z. B. bei den Anuren. Bekanntlich fehlt denselben der erste Spinalnerv, der sich bei Urodelen stets vorfindet. Auch in diesem Falle scheint es die große, zwischen dem ersten Wirbel und dem Hinterhaupte bestehende Beweglichkeit zu sein, welche die Reduktion des Suboccipitalnerven veranlasst hat. Die große Beweglichkeit im Occipitalgelenk der Anuren, auf welche schon die in vielen Fällen ganz enorm entwickelten Hinterhauptcondylen hinweisen, ist als eine Erscheinung aufzufassen, welche kompensatorisch für die durch Verkürzung der Wirbelsäule resultirende, verminderte Beweglichkeit der Rumpfwirbelsäule eingetreten ist. Unter den Anuren besitzen nur die Aglossen einen Suboccipitalnerv<sup>1</sup>, der aber — was unter Anuren als einziger Fall dasteht — durch den oberen Bogen des ersten Wirbels tritt und auf diese Weise vor mechanischen Insulten geschützt wird. Gewiss ein guter Beweis für die Richtigkeit der hier geäußerten Anschauungen, welche durch diese Ausnahme nur eine neue Bestätigung erhalten.

Von den drei bei *Amia* vorhandenen, mit dem Cranium verschmolzenen Wirbeln, wären somit zwei bei den Characiniden nachgewiesen, und es fragt sich nur, wo der dritte Wirbel geblieben ist?

Die durch den Mangel eines dritten, nachweisbaren Wirbels bei Characiniden entstehende Schwierigkeit ist nach meiner Ansicht am einfachsten durch die Voraussetzung zu beseitigen, dass der einzige Occipitalnerv der Characiniden nicht dem ersten, sondern dem zweiten Occipitalnerven von *Amia* entspricht, der zwischen dem Occipitale laterale und dem ersten freien Occipitalbogen austritt, und dass der erste, das Occipitale laterale durchbohrende Occipitalnerv von *Amia* bei Characiniden vollkommen fehlt. Diese Annahme macht um so weniger Schwierigkeit, als der erste Occipitalnerv schon

<sup>1</sup> Vgl. IHERING, Über die Wirbelsäule von *Pipa*. Morph. Jahrb. Bd. VI. 1880. — M. FÜRBRINGER, Zur vgl. Anat. der Schultermuskeln. Jen. Zeitschr. Bd. VIII.



bei *Amia* nur durch ein ganz dünnes Fädchen vorgestellt wird, keine dorsale Wurzel mehr besitzt und alle Merkmale eines rudimentär werdenden Nerven aufweist. Ob er nun ganz reducirt oder — was ebenfalls möglich ist — mit dem zweiten Occipitalnerv von *Amia* verschmolzen ist, lässt sich nicht entscheiden. Jedenfalls wäre es eine sehr gezwungene Annahme, wenn wir diesen ganz rudimentären Nerven von *Amia* mit dem starken, gut ausgebildeten Occipitalnerven der Characiniden homologisiren wollten, da die Characiniden in den meisten Verhältnissen gegenüber *Amia* in der Entwicklung weiter fortgeschritten sind. Wenn man diese Erklärung nicht acceptiren will, so muss man annehmen, dass *Amia* und die Characiniden, was den Bau der Hinterhauptregion und der zu derselben zugehörigen Theile betrifft, direkt mit einander nicht zu vergleichen sind. Es wäre das gewiss nicht unmöglich, doch spricht der Umstand, dass die Characiniden, speciell die niedrig stehende Gruppe der Erythrininen sonst in einer großen Reihe von Organisationsverhältnissen des Schädels sich direkt an *Amia* anschließt, dagegen.

Um noch einmal Alles zu rekapituliren, so fehlt der vorderste Occipitalnerv von *Amia* bei den Characiniden; er ist entweder total rückgebildet, oder aber mit dem folgenden Nerv verschmolzen. Da er nicht mehr nachzuweisen ist, so ist damit auch alle Möglichkeit genommen, am Hinterhaupte dieser Fische einen dem vordersten, schon bei *Amia* mit den Occipitalia lateralia verwachsenen Occipitalbogen entsprechenden Bezirk abzugrenzen. Der mittlere Occipitalnerv von *Amia* wird durch den einzigen Occipitalnerven der Characiniden repräsentirt; der erste freie Occipitalbogen von *Amia* entspricht der zwischen der Austrittsöffnung des Occipitalnerven und dem Hinterhauptsloche der Characiniden gelegenen, mit dem Occipitale laterale verwachsenen Knochenspange. Der hinterste Occipitalnerv von *Amia* fehlt bei Characiniden spurlos; dagegen erhält sich der letzte freie Occipitalbogen von *Amia* bei den Characiniden und wird durch das Claustrum repräsentirt.

Durch die Analyse der in der Hinterhauptregion von *Amia* bestehenden Verhältnisse war ich zu dem Schlusse gelangt, dass die bei höheren Fischen in das Cranium einbezogenen Wirbel, von vorn nach hinten fortschreitend, ihre individuelle Selbständigkeit verlieren und, indem die zugehörigen Nerven allmählich reducirt werden, schließlich vollkommen in den Bestand des Schädels eingehen. Es bedarf wohl nicht der ausführlichen Erörterung, um nachzuweisen, dass die Befunde bei Characiniden mit dieser Anschauung vollkom-

men in Einklang stehen. Wenn die Reduktion und Assimilation der dem Cranium verbundenen Wirbel bei Characiniden nicht ganz regelmäßig fortschreitend von vorn nach hinten statt hat, sondern einige Abweichungen bietet, so ist die Erklärung dafür in der Anpassung der Occipitalregion an den WEBER'schen Apparat und an die dadurch bewirkte Änderung des funktionellen Werthes dieser Theile zu suchen.

Zur Labyrinthregion des Schädels der Characiniden rechnen wir das Squamosum, das Petrosum und das Postfrontale.

Um den Bau des Squamosum vollständig zu verstehen, müssen wir auf die einfacheren, bei *Amia* bestehenden Verhältnisse dieses Knochens zurückgehen. Bei *Amia* besteht das Squamosum aus einer Knochenplatte, welche die Decke der Temporalhöhle bildet und die dem Primordialcranium nicht aufliegt, sondern von demselben durch die in die Temporalhöhle dringende Portion des Seitenrumpfmuskels getrennt wird. Einzig und allein die laterale Kante der Knochenplatte tritt mit Theilen des knorpeligen Primordialschädels in Verbindung und zwar mit dem zugeschärften lateralen Rande desselben. An dieser Berührungslinie ist das Squamosum in zwei dünne Lamellen gespalten, welche den knorpeligen Rand zwischen sich fassen; doch will ich noch einmal ausdrücklich hervorheben, dass der Knochen auch an dieser kritischen Stelle bei *Amia* keine näheren Beziehungen zum Knorpel gewinnt, vielmehr von dem letzteren überall durch eine Perichondriumschicht getrennt wird<sup>1</sup>.

Bei den Characiniden hat sich das geändert; das Squamosum hat an dieser Stelle Beziehungen zum Primordialschädel gewonnen und hat die ganze, bei *Amia* noch knorpelige, laterale Fläche und den Boden der Temporalhöhle verknöchert. Somit besteht dieser Knochen bei den Characiniden aus zwei Theilen: aus einer Knochenlamelle, welche in gleichem Niveau mit den Deckknochen des Schädeldaches liegt und den Charakter eines Belegknochens besitzt und aus einer zweiten Lamelle, die medial gerichtet erscheint, und den Boden und die laterale Begrenzung der Temporalhöhle bildet; diese letztere Lamelle hat einen spongiösen Bau und charakterisirt sich dadurch, als ein Skelettheil, der durch Verknöcherung eines knorpelig präformirten Theils entstanden ist (Taf. I Fig. 9 und 10 und Taf. II Fig. 10). An der lateralen Kante des Knochens sind beide Lamellen mit einander verbunden. Die obere Lamelle des

<sup>1</sup> Vgl. meine Arbeit über das Cranium von *Amia*. Morphol. Jahrb. IX. pag. 155.

Squamosum enthält einen Schleimkanal und wird zum größten Theil von dem darüber gelagerten Parietale verdeckt, so dass sie erst nach Entfernung desselben vollkommen sichtbar wird. Bei den Erythrininen und Sarcodaces wird dieser Theil des Squamosum. eben so wie die übrigen Knochen des Schädeldaches, von einem außerordentlich dünnen Cutisüberzug bedeckt und besitzt auch die charakteristischen Skulpturen der Hautknochen. Die untere Lamelle des Squamosum ist zum Theil auch an der lateralen Wand der Labyrinthregion des Schädels sichtbar, wo sie weit hinuntersteigt und sich an der Bildung des hinteren Theils der Hyomandibularpfanne betheiligt (Taf. I Fig. 2 und Taf. II Fig. 2 und 13). Nach hinten und unten zieht sich das Squamosum in einen bei verschiedenen Gattungen verschieden langen, stiel förmigen Fortsatz aus, der nur bei den Erythrininen schwach entwickelt ist (Taf. I Fig. 1). Etwas besser ist er bei Tetragonopterus und Anacyrtus ausgebildet, und erreicht bei Hydrocyon, Alestes und Citharinus eine beträchtliche Länge (Taf. II Fig. 1, 12 und 17). Wie schon früher erwähnt, dient er dem Supraclaviculare zur Befestigung.

Die Verbindungen des Squamosum sind folgende: seine obere Lamelle wird vorn und medial vom Parietale überlagert; nach vorn wird sie vom Postfrontale begrenzt. An der hinteren Peripherie der Temporalhöhle stößt sie medial an das Exoccipitale und bildet zusammen mit dem letzteren die obere Begrenzung der hinteren Ausgangsöffnung dieser Höhle. Am Boden der Temporalhöhle grenzt die untere Lamelle des Squamosum ebenfalls medial an das Exoccipitale. An der lateralen Fläche des Schädels verbindet sich das Squamosum durch Synchronosen nach hinten mit dem Occipitale laterale, nach unten mit dem Petrosum und nach vorn mit dem Postfrontale.

Das ist nun innerhalb der Familie der Characiniden das dritte Beispiel einer dermatogenen Ossifikation, welche allmählich Beziehungen zum Primordialeranium gewonnen hat, und wenigstens partiell zu einer unzweifelhaft primären Ossifikation geworden ist.

An dem Os petrosum der Characiniden (Taf. I Fig. 3 und Taf. II Fig. 4 und 14 *Pe*) kann man zwei Abschnitte unterscheiden: einen größeren hinteren, der an der Bildung der lateralen Schädelswand im Bereich der Labyrinthregion Theil hat, und einen viel kleineren, vorderen, der schon in der Orbita liegt und die hintere Begrenzung derselben bilden hilft. Außerdem giebt dieser Knochen, ungefähr in seinem unteren Drittel, eine horizontale, medial gerichtete Knochen-



platte ab, welche am Boden der Schädelhöhle mit ihrem Antagonisten zusammenstößt und das eigentliche Cavum cranii von dem Augenmuskelkanal trennt (Taf. I Fig. 4 und 9 und Taf. II Fig. 6, 9, 10 und 15 *Pe*). Am Boden des Augenmuskelkanals verbinden sich die beiden Petrosa nicht mit einander, sondern bleiben durch eine lange, schmale Spalte getrennt, die schon früher beschrieben worden ist und die dem Hypophysarfenster des Primordialschädels von *Amia* homolog ist. Nach hinten verbindet sich das Petrosum unten mit dem Occipitale basilare, oben mit dem Occipitale laterale und mit dem Intercalare; sein oberer Rand grenzt hinten an das Squamosum, vorn an das Postfrontale; der vordere Rand des Petrosum verbindet sich mit dem Alisphenoid.

Das Postfrontale der Characiniden (Taf. I Fig. 3 und Taf. II Fig. 3, 4 und 14 *Pf*) besitzt annähernd die Gestalt einer dreieitigen Pyramide, deren Flächen, nach oben, nach vorn — gegen die Orbita und lateral und nach unten gerichtet sind. Es grenzt nach hinten an das Squamosum, nach unten an das Petrosum und vorn an das Alisphenoid; oben wird es vom Frontale überlagert. Die obere Fläche des Postfrontale, welche bei *Amia* noch an der Bildung der Schädeldecke Theil hat und noch die charakteristischen Hautknochenskulpturen trägt, ist bei den uns beschäftigenden Fischen ganz in die Tiefe, unter das Niveau des Schädeldaches, gerückt. Diese Verlagerung wird bedingt durch die Differenzirung eines neuen Muskels aus der gemeinsamen Masse des ursprünglichen Levator palati, des Dilatator operculi<sup>1</sup>, der bei *Amia* und den übrigen Knochenganoiden noch fehlt und der bei Characiniden und — wie ich gleich hinzufügen will — den meisten Knochenfischen von der oberen Fläche des Postfrontale und den angrenzenden Theilen des Frontale seinen Ursprung nimmt. Dieser Muskel ist bei den echten Characiniden und bei der Gattung *Lebiasina* sehr mächtig entwickelt und besitzt eine besondere, von mir schon früher berücksichtigte Muskelgrube, welche vorn und medial von scharfen Rändern umgeben ist und welche die ganze obere Fläche des Postorbitalfortsatzes einnimmt. Abweichend von den echten Characiniden verhalten sich die Gattungen *Erythrinus* und *Macrodon*, bei denen dieser Muskel in der Orbita selbst entspringt, und um zum vorderen oberen Rande des Operculum zu gelangen den Postorbitalfortsatz durchbohrt.

<sup>1</sup> B. VETTER, Untersuchungen zur vgl. Anatomie der Kiemen- und Kiemermuskulatur der Fische. Th. II. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch. Bd. XII. 1878.

Seine in der Orbita fächerartig von der ganzen unteren Fläche des Frontale entspringenden Bündel konvergieren nach hinten und vereinigen sich zu einer starken Sehne, welche durch einen kurzen aber breiten Kanal des Postorbitalfortsatzes, der durch Auseinanderweichen des Postfrontale und des dasselbe bedeckenden Frontale entsteht, hindurchtritt, um zu ihrer Insertionsstelle zu gelangen (Taf. I Fig. 2). Bei der Erythrinengattung *Lebiasina* wird die laterale Begrenzung der erwähnten, den Postorbitalfortsatz durchbohrenden Öffnung reducirt, so dass wir an Stelle der letzteren nur einen tiefen Einschnitt zwischen dem Postorbitalfortsatz und dem dasselbe überdachenden Frontale antreffen. Ähnlich verhält sich *Sarcodaces*, nur ist bei demselben der Einschnitt zwischen Frontale und Postfrontale fast gar nicht ausgebildet, so dass die Verhältnisse sehr an *Amia* erinnern.

Durch die Differenzirung dieses Dilatator operculi, welcher der mächtigste und, wie es scheint, auch physiologisch wichtigste Muskel des Opercularapparates bei Knochenfischen ist, wird die Beweglichkeit des Operculum bei den Knochenfischen eine viel beträchtlichere, als bei den Ganoiden. Damit tritt auch dieser Skelettheil, der bei den Ganoiden vorwiegend als Schutzapparat der Kiemen zu dienen scheint<sup>1</sup>, in den Dienst einer neuen Funktion — der Athmung.

Es ist gewiss nicht uninteressant zu beobachten, wie bei den höheren Ganoiden, deren Opercularapparat nicht geeignet ist, den Wasserwechsel in der Kiemenhöhle zu unterhalten, andere, zur Erreichung dieses Zweckes dienende Einrichtungen sich entwickelt haben. Bei *Polypterus* begegnen wir einer sehr breiten und auffallend dicken Branchiostegalmembran, die eine außergewöhnlich entwickelte Muskulatur besitzt und sich durch einen vollständigen Mangel der knöchernen Radii branchiostegi auszeichnet. Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass diese ganz eigenthümliche Membrana branchiostega durch abwechselnde Kontraktionen und Relaxationen einen lebhaften Wasserwechsel in der Kiemenhöhle bewirken kann.

Noch eigenthümlicher verhält sich in dieser Hinsicht *Amia calva*. Die hintere und untere Fläche der Kiemenhöhle, die von der Clavi-

<sup>1</sup> An *Acipenser ruthenus*, den ich häufig zu beobachten Gelegenheit hatte, habe ich niemals respiratorische, auf den Wasserwechsel in der Kiemenhöhle abzielende Bewegungen des Opercularapparates wahrgenommen. Es fehlen ihm in der That auch die dazu erforderlichen Muskeln; eben so werden sich wohl auch *Polypterus* und *Amia* verhalten, die sehr gering entwickelte, nur auf einen Adductor beschränkte Opercularmuskeln besitzen. Nur *Lepidosteus* besitzt einen besonderen, allerdings sehr schwachen Heber des Kiemendeckels, der dem Dilatator der Knorpeltische zu entsprechen scheint.

cula begrenzt wird, besitzt nämlich in ihrem Schleimhautüberzuge eine ganze Anzahl besonders gestalteter, geriffelter Knochenplättchen, die zu zwei größeren Platten vereinigt sind. An der unteren Begrenzung der Kiemenhöhle löst sich nun die obere dieser Platten, die aus einer Reihe kleinerer Plättchen gebildet wird, sammt dem unter ihnen liegenden Bindegewebe von der Unterlage in der Weise ab, dass ein langes, plattgedrücktes, stabförmiges Gebilde entsteht. Dasselbe befestigt sich an der oberen Fläche des horizontalen Theils der Clavicula und ist mit der freien Spitze nach hinten und oben gerichtet, liegt somit, parallel dem unteren Rande des Suboperculum, in dem Eingang zur Kiemenhöhle. An der Basis dieses Stäbchens inseriren sich besondere Muskeln, die dasselbe am lebenden Fisch aller Wahrscheinlichkeit nach in fortwährende Bewegung setzen und auf diese Weise den Wasserwechsel in der Kiemenhöhle unterhalten. Dieses merkwürdige Gebilde, das in hohem Grade an das Flagellum der decapoden Crustaceen erinnert, ist, obgleich es beim Abheben des Kiemendeckels sofort in die Augen fällt, der Aufmerksamkeit der Zoologen fast vollständig entgangen. In der ganzen Litteratur finde ich es nur einmal von B. G. WILDER<sup>1</sup> beschrieben, doch ohne dass eine Deutung desselben versucht worden wäre. In den übrigen, doch recht zahlreichen Arbeiten über *Amia* ist es nicht einmal erwähnt. In mehr rudimentärem Zustande finden sich Knochenplättchen an derselben Stelle auch bei *Lepidosteus* und es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass das »Flagellum« von *Amia* seine Entstehung von solchen indifferenten Hautknochen im Bereich der hinteren Peripherie der Kiemenhöhle seine Entstehung genommen hat.

Den übrigen Ganoiden gehen accessorische, auf Unterstützung des Wasserwechsels in der Kiemenhöhle hinzielende Einrichtungen ab, doch besitzen dieselben bekanntlich (mit Ausnahme von *Scaphirhynchus*) eine halbe Kieme mehr als *Polypterus* und *Amia*, indem die Opercularkieme bei denselben entweder ganz, oder zum Theil respiratorisch thätig ist, und genügen auf diese Weise einem gesteigerten Respirationsbedürfnisse.

Die Pfanne des Hyomandibulargelenks, deren Lage bei Characiniden schon beschrieben worden ist, bietet manches Bemerkenswerthe. Man kann an dieser schräg von hinten oben nach vorn

---

<sup>1</sup> BURT, G. WILDER, On the serrated appendages on the throat of *Amia*. Proceed. of the American Association for the Advancement of Science. Buffalo Meeting, August 1876.



und unten verlaufenden, langgestreckten Pfanne zwei Abschnitte unterscheiden: einen hinteren, dem Squamosum angehörigen, und einen vorderen, der oben vom Postfrontale, unten vom Petrosium gebildet wird. Bei *Citharinus*, dessen Pfanne unter den Characiniden die einfachsten Verhältnisse bietet, ist dieselbe ganz gerade gestreckt und bietet nichts von dem bei den meisten anderen Knochenfischen anzutreffenden Verhalten Abweichendes. Bei allen anderen Characiniden tritt eine höhere Differenzirung des einfachen Gelenks ein, indem der vordere und der hintere Abschnitt der Pfanne nicht mehr in einer geraden Linie verlaufen, sondern gegen einander in einem stumpfen, nach unten offenen Winkel geknickt erscheinen; zu gleicher Zeit treten am vorderen Theil besondere Umbildungen auf. Bei *Erythrinus* beobachten wir am vorderen Abschnitt der Hyomandibularpfanne eine callöse Verdickung der oberen, dem Postfrontale angehörigen Lippe der Pfanne (Taf. I Fig. 2). Weiter fortgeschritten ist dieses Verhalten bei den Gattungen *Macrodon*, *Hydrocyon*, *Tetragonopterus*, *Sarcodaces* und *Anacyrtus*, bei denen diese Verdickung der oberen Lippe zu einem überknorpelten Condylus geworden ist, auf welchem der vordere Abschnitt des Hyomandibulare, der die ursprüngliche Pfanne verlassen hat, nunmehr artikulirt (Taf. II Fig. 13). Noch weiter ist dieser Differenzirungsvorgang bei *Alestes* fortgeschritten, bei welchem dieser Condylus einen rundlichen, überknorpelten Knopf bildet, der sich von dem hinteren, vertieften Theil der Hyomandibularpfanne, welcher seine ursprüngliche Beschaffenheit beibehalten hat, ganz getrennt hat. Es ist ganz selbstverständlich, dass die Artikulationsfläche des Hyomandibulare sich entsprechend den an der Pfanne stattfindenden Umbildungen umformt, und dass auch die ganze Bewegungsart am Gelenk eine andere wird. Während bei dem schlammfressenden *Citharinus* und den meisten Knochenfischen nur eine einfache Adduktion und Abduktion des Hyomandibulare stattfindet, tritt bei den carnivoren Characiniden mit der Abduktion zu gleicher Zeit eine Drehung des vorderen Theils des Hyomandibulare nach auswärts ein, und wird die dadurch bewirkte seitliche Erweiterung der Mundhöhle beim Verschlingen eines Bissens eine ausgiebigere.

Eine solche Drehung des Hyomandibulare nach auswärts wäre nicht denkbar, wenn die Verbindung dieses Knochens mit dem vorn am Schädel befestigten Palatinbogen eine feste wäre, wie sie es bei den meisten Fischen ist.

Und in der That sehen wir auch, dass das Hyomandibulare der

Characiniden, wie man am frischen Skelet leicht sehen kann, mit den übrigen Knochen des Palatinbogens derartig locker verbunden ist, dass es gegenüber den letzteren ziemlich beträchtliche Bewegungen ausführen kann. Übrigens kommt ein derartiges Verhalten des Hyomandibulare nicht bloß in der Familie der Characiniden vor, sondern wird auch bei anderen Fischen, wie z. B. bei vielen Cyprinoiden, die ein ganz einfaches Gelenk zwischen dem Hyomandibulare und dem Schädel besitzen, beobachtet. Aus diesem Grunde darf auch diese Eigenthümlichkeit der Characiniden nicht als eine Anpassung an die Umformung der Hyomandibularpfanne aufgefasst werden. Letztere ist vielmehr möglich geworden, weil eben das Hyomandibulare der Characiniden, eben so wie bei anderen Fischen, mit den übrigen Knochen des Palatinbogens schon früher beweglich verbunden war.

Die Nerven der Labyrinthregion sind der Acusticus und der mit dem Trigemini bei seinem Ursprunge innig verbundene Facialis.

Über den Acusticus habe ich nichts Besonderes zu bemerken.

Der Facialis entspringt vor der Basis des Gehirns mit zwei von einander gesonderten Portionen. Die hintere Portion, welche den sogenannten Ramus palatinus bildet, tritt gleich nach ihrem Ursprunge in ein besonderes Loch des horizontalen Fortsatzes des Petrosum und gelangt in den Augenmuskelkanal, an dessen lateraler Wand sie nach vorn zieht und, nachdem sie in die Orbita gelangt ist, nahe dem lateralen Rande des Parasphenoid zur Schleimhaut der Mundhöhle verläuft. Die vordere Portion des Facialis tritt in einen kurzen Kanal des Petrosum ein. Innerhalb dieses Kanals anastomosirt der Nerv mit dem Trigemini und tritt, nachdem er noch einen Verbindungsast nach unten, zum Ramus palatinus abgegeben hat, durch eine besondere Öffnung des Petrosum an der lateralen Fläche dieses Knochens, als Ramus hyoideo-mandibularis aus. So verhält sich *Alestes*, bei welchem ich die Verhältnisse genau untersucht habe. Die anderen Gattungen schienen keine wesentlichen Abweichungen zu bieten (Taf. I Fig. 2 und Taf. II Fig. 2 und 13 *fa*).

Außer den eben beschriebenen Nervenöffnungen besitzt das Petrosum noch zwei für den Austritt von Venen bestimmte Öffnungen. Die eine derselben liegt hinter der Facialöffnung und ist für die Vena jugularis bestimmt (Taf. I Fig. 2 und Taf. II Fig. 2 und 13 *ju*), die andere, kleinere liegt dicht unter der Facialöffnung und lässt eine von mir nicht weiter verfolgte Vene aus dem Schädel austreten (*ve*).

Die für die Carotis bestimmte Öffnung, durch welche die

Arterie zunächst in den Augenmuskelkanal gelangt, liegt zwischen dem unteren Rande des Petrosum und dem Parasphenoid (Taf. I Fig. 2 und Taf. II Fig. 2 und 13 *ca*). Wenn man den letzteren Knochen entfernt, überzeugt man sich, dass die Carotiden durch die lange, zwischen den beiden Petrosa befindliche Längsspalte des Primordialschädels, die vom Parasphenoid verschlossen wird, und welche, wie schon früher nachgewiesen wurde, dem Hypophysarfenster von *Amia* entspricht, in die Schädelhöhle resp. den Augenmuskelkanal gelangen.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass auch bei den höheren Wirbelthieren in früher, embryonaler Zeit die Carotiden durch ein Fenster der Basis cranii, das unter der Hypophysis liegt, in das Cavum cranii gelangen<sup>1</sup> und in dieser Hinsicht ein Verhalten repräsentiren, das in modificirter Form bei vielen Knochenfischen zeitlebens besteht. Eine andere Frage ist es, ob die bleibenden Verhältnisse bei Knochenfischen und die vorübergehend embryonal auftretenden der höheren Vertebraten in einem causalen Zusammenhange stehen? Wenn man in Erwägung zieht, dass das in der Ontogenie der Amnioten auftretende, hinten von der Basalplatte, seitlich von den Trabekeln und vorn von der Ethmoidalplatte begrenzte große Fenster der Basis cranii, wahrscheinlich als Anpassungserscheinung des sich entwickelnden Schädels an die durch das Gehirn — in diesem Falle speciell das Infundibulum — gegebenen räumlichen Verhältnisse aufzufassen ist, so scheint es in der That bedenklich zu sein, das bei Teleostiern unter ganz anderen Bedingungen auftretende Hypophysarfenster mit dem ersten für homolog zu erklären. Auf jeden Fall muss diese Frage vorläufig unentschieden gelassen werden.

Der größte Theil der lateralen Fläche der Labyrinthregion wird zur Insertion der *Levatores arcuum branchialium* benutzt. Nur eine verhältnismäßig kleine Stelle hinter der *Facialisöffnung* wird von diesen Muskeln nicht eingenommen, und an dieser Stelle legt sich die Schleimhaut der Kiemenhöhle dicht an den Knochen an. Es ist das der von mir bei der Beschreibung des Schädels von *Amia* ausführlich erörterte, vordere obere Zipfel der Kiemenhöhle, welcher dem nach oben abgeschlossenen Spritzloch der Selachier entspricht. Im Innern des Schädels liegt dem Petrosum an der entsprechenden Stelle der *Utriculus* mit dem *Otolithen* an. Labyrinth und äußeres schallei-

<sup>2</sup> Vgl. z. B. PARKER und BETTANY, Die Morphologie des Schädels. Übers. v. VETTER. 1879. pag. 220, 226, 252.



tendes Medium kommen an dieser Stelle in direkteste Berührung und das scheint mir die Bahn zu sein, auf welcher vorwiegend die Schallwellen zum Labyrinth gelangen. Über die Bedeutung dieser Verhältnisse, die bei allen untersuchten Characiniden in annähernd gleicher Weise gebildet sind, habe ich in der mehrfach citirten Arbeit über den Schädel von *Amia* genauere Angaben gemacht, auf die ich verweise.

Zwischen die Orbitae der Characiniden erstreckt sich mehr oder weniger weit nach vorn eine Fortsetzung der Schädelhöhle. Bei *Citharinus*, der sich in diesen Verhältnissen am primitivsten verhält, reicht diese Fortsetzung der Schädelhöhle fast bis an die Nasengrube (Taf. II Fig. 6); bei den übrigen Characiniden erreicht dieselbe höchstens das vordere Drittel der Orbitae und bei *Macrodon* erstreckt sie sich kaum bis zum hinteren Drittel der Augenhöhlen. Zugleich mit dieser Verkürzung des interorbitalen Theils der Schädelhöhle, tritt auch eine Reduktion desselben in der Höhe ein. Bei *Amia* reicht die Schädelhöhle, zwischen den Orbitae von der Schädeldecke an bis zu der vom Parasphenoid bedeckten Basis des Schädels, wie es ein Querschnitt durch die Orbitalregion dieses Fisches lehrt (cf. Taf. X Fig. 9 der citirten Arbeit). Wenn man damit einen Querschnitt durch die entsprechende Region der Characiniden vergleicht, so überzeugt man sich leicht, dass das Cavum cranii der letzteren an der Stelle nicht so weit nach unten reicht (Taf. I Fig. 7 und Taf. II Fig. 8), dass vielmehr die beiden Orbitae unten durch eine unpaare Scheidewand von einander getrennt werden. Dieses Emporheben der interorbitalen Fortsetzung der Schädelhöhle über die von dem Parasphenoid gebildete Basis der Orbitae erstreckt sich nach hinten bis in die Gegend der Opticusfenster. In Folge dessen verschmelzen die beiden, bei *Amia* gesonderten, Opticusfenster zu einem einzigen, unpaaren, das am Boden des hinteren Theiles der interorbitalen Fortsetzung der Schädelhöhle gelegen ist und sich direkt nach unten in die Orbitae öffnet. Fig. 8 auf Taf. I. die einen Querschnitt durch das Opticusfenster bei *Erythrinus* vorstellt, giebt die Verhältnisse besser wieder, als die ausführlichste Beschreibung.

Die Details in der Bildung des unpaaren, interorbitalen Septum sind äußerst mannigfaltige. Bei *Macrodon* sind die vorderen zwei Drittel der Orbita von einem knorpeligen, nur hinten vom Orbitosphenoid aus verknöcherten Septum eingenommen; der hinterste, unter dem Opticusfenster gelegene Theil dieses Septum ist mem-

branös. Ähnlich verhält sich auch Sarcodaces. Außer diesem Fenster des Septum interorbitale entwickelt sich bei Erythrinus noch ein vorderes, kleineres Fenster dicht hinter der durch das Praefrontale gebildeten vorderen Begrenzung der Orbita (Taf. I Fig. 4 ff.). Der zwischen den eben beschriebenen, durch Membranen geschlossenen Fenstern liegende Theil der interorbitalen Scheidewand verknöchert vom Orbitosphenoid aus und bildet eine unpaare, absteigende Leiste des letzteren Knochens, die bis an das Parasphenoid reicht. Ganz ähnlich verhalten sich auch die meisten echten Characiniden, nur dass bei diesen die Orbitae viel höher werden, als bei den Erythrininen und im Zusammenhang damit auch das interorbitale Septum und namentlich dessen hinteres Fenster an Höhe zunimmt (vgl. Taf. I Fig. 7 und Taf. II Fig. 8). Abweichungen von dem Verhalten bietet Tetragonopterus, bei welchem das ganze interorbitale Septum membranös wird und Citharinus, bei dem noch ein drittes, kleines Fenster in dem vom Orbitosphenoid gebildeten, mittleren Abschnitt des Septum auftritt (Taf. II Fig. 4 *fna*).

Der eben geschilderte Vorgang: die Reduktion des interorbitalen Theils der Schädelhöhle und der Ersatz desselben durch ein weniger Raum in Anspruch nehmendes, unpaares Septum ist durch die stärkere Ausbildung des Augapfels bei Characiniden gegenüber den durchwegs mit kleineren Augen versehenen Ganoiden bedingt, und kann um so leichter vor sich gehen, als der vordere Theil der Schädelhöhle bei diesen Fischen von physiologisch wichtigen Theilen nur die sehr dünnen Tractus olfactorii beherbergt und im Übrigen von dem bekannten, interduralen Fettgewebe<sup>1</sup> eingenommen wird.

Die Ossifikationen der Orbitalregion sind die Alisphenoidea und das unpaare Orbitosphenoid.

Jedes Alisphenoid nimmt den hinteren Winkel der Orbita ein (Taf. I Fig. 3 u. Taf. II Fig. 4 u. 14). Nach hinten grenzt es an das Petrosium und das Postfrontale, nach vorn an das Orbitosphenoid; zwischen beiden Alisphenoidea liegt in der unteren Medianlinie das unpaare Opticusfenster (Taf. I Fig. 8).

Vor den Alisphenoidea liegt das unpaare Orbitosphenoid, das aus den beiden in der unteren Mittellinie verschmolzenen Orbitosphenoidea von *Amia* abzuleiten ist. Die Ursache für diese Verschmelzung fällt zum Theil, wie es scheint, mit der schon erörterten

<sup>1</sup> Vgl. meine Arbeit über die Gehirnhäute der Fische. Morphol. Jahrb. Bd. IX. pag. 457 ff.

Ursache für die Bildung eines unpaaren Interorbitalseptum zusammen. Doch muss ich bemerken, dass auch die Siluroiden, welche keine Spur einer Bildung des unpaaren Interorbitalseptum zeigen, bereits ein unpaares Orbitosphenoid besitzen und dass daher bei der Verschmelzung der paarigen entsprechenden Knochen von *Amia* auch noch andere Ursachen maßgebend gewesen sein müssen. Das Orbitosphenoid erstreckt sich in der Regel so weit nach vorn, als die interorbitale Fortsetzung der Schädelhöhle reicht. Dem entsprechend finden wir es bei *Macrodon* und *Sarcodaces* weit nach hinten gerückt; bei den meisten anderen Characiniden reicht es bis zu den vorderen zwei Dritteln der Orbita, doch bleibt es von der vorderen Begrenzung derselben durch das schon beschriebene Fenster getrennt und nur bei *Alestes* erreicht es das Praefrontale, mit dem es sich zum Theil verbindet. Bei dieser letzteren Gattung zieht sich das Orbitosphenoid jederseits in eine lateral und nach vorn gerichtete Knochenröhre aus, welche sich mit einer ähnlichen, vom hinteren Rande des Praefrontale entgegenkommenden verbindet. Auf diese Weise entsteht ein kurzer, geschlossener Knochenkanal, der lateral und nach vorn gerichtet ist und welcher aus der interorbitalen Fortsetzung der Schädelhöhle in die Nasengrube führt; in ihm verläuft der Nervus olfactorius. Dieser Knochenkanal prominirt in ganz bedeutendem Maße in den vorderen Theil der Orbita hinein, so dass über und unter ihm je eine tiefe Bucht entsteht, in welcher die *Mm. obliqui* des Auges ihren Ursprung nehmen. Ähnlich, wie *Alestes*, verhält sich auch *Hydrocyon*, nur dass bei dieser Gattung der von dem Praefrontale gebildete Theil der eben beschriebenen Knochenröhre reducirt ist (Taf. II Fig. 14). Die kurze, dem Orbitosphenoid angehörige, vorn offene Röhre ist etwas blasig aufgetrieben und enthält den Bulbus olfactorius, von welchem aus ein dicker Riechnerv quer durch das vordere Drittel der Orbita zieht, um in eine Öffnung des Praefrontale zu treten und zu der Riechgrube zu gelangen. Genauere Details über die Verhältnisse des Nervus und Tractus olfactorius der Characiniden werden weiter unten gegeben werden. Nach unten und hinten setzen sich die beiden, an der Stelle durch das hintere interorbitale Fenster mit einander in Kommunikation stehenden Orbitae in den allen Characiniden<sup>1</sup> zukommenden Augenmuskelkanal fort, dessen ausführliche Schilderung bei der Beschreibung des *Cavum cranii* erfolgen soll.

<sup>1</sup> Wenn KÖSTLIN (l. c. pag. 309) behauptet, dass *Erythrinus* keinen Augenmuskelkanal besitzt, so ist das ein Irrthum.



Zu den Nerven der Orbitalregion rechnen wir den Trigemini, die Augenmuskelnerven und den Opticus.

Es ist eine ganz bemerkenswerthe Thatsache, dass die drei Äste des Trigemini bei Characiniden den Schädel durch eine einzige Öffnung verlassen (*tr*) und dass denselben somit eine besondere, für den ersten Ast bestimmte Öffnung, die den meisten anderen Fischen zukommt, vollständig fehlt. Die gemeinsame, für den ganzen Trigemini bestimmte Öffnung liegt im vorderen, orbitalen Theil des Petrosum und ist schon früher beschrieben worden. Gleich nach dem Austritt zweigt sich vom Trigemini der Ramus ophthalmicus ab, der längs dem oberen Rande der Orbita, nicht weit vom Orbitaldach nach vorn verläuft. Während seines Verlaufs giebt er aufsteigende Zweige für das Frontale und die in demselben liegenden Schleimkanäle ab und durchbohrt sodann das Praefrontale, um zum medialen Rande der Nasengrube zu gelangen. Der Verlauf der beiden anderen Äste des Trigemini hat für unsere Zwecke kein specielles Interesse. Das eben geschilderte, bei Fischen ziemlich selten anzutreffende Verhalten des Trigemini ist sicher kein primitives, sondern ist als eine sekundäre Vereinigung der Ophthalmicusöffnung mit der für den Truncus maxillaris communis bestimmten aufzufassen. Die in der Art des Austritts aus dem Schädel und in der peripherischen Vertheilung der Hirnnerven viel primitiver sich verhaltenden Selachier und Ganoiden<sup>1</sup>, welche stets eine besondere Öffnung für den Ramus ophthalmicus besitzen, lehren das auf das Unzweifelhafteste.

Der Opticus verlässt die Schädelhöhle durch das schon beschriebene, vorn von den Alisphenoidea, hinten von den Petrosa begrenzte Opticusfenster.

Der Oculomotorius tritt bei den meisten Characiniden ebenfalls durch das Opticusfenster an dessen lateralen, hinterem, von den Petrosa begrenztem Rande in die Orbita; nur bei *Macrondon* fand ich für denselben eine besondere Öffnung im Petrosum ganz dicht bei dem Opticusfenster. Er vertheilt sich sofort nach dem Eintritt in die Orbita in den *Mm. rect. superius, inferior und internus*, nachdem er einen langen, am Boden der Orbita nach vorn verlaufenden Ast zum *Obliquus inferior* abgegeben hat.

<sup>1</sup> GEGENBAUR, Über die Kopfnerven von *Hexanchus*. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. VI und Untersuchungen z. vgl. Anatomie d. Wirbelthiere. Th. III. Das Kopfskelet der Selachier. Leipzig 1872. — J. VAN WIJHE, Über das Visceralskelet und die Nerven des Kopfes der Ganoiden u. v. *Ceratodus*. Niederl. Arch. f. Zoolog. Bd. V. 1882.

Der Trochlearis scheint bei allen Characiniden durch eine besondere, sehr feine Öffnung des Alisphenoid in die Orbita zu gelangen. Bei *Macrodon* legt sich dieser Nerv, welcher in Folge der weit nach hinten gertickten Lage des Alisphenoid einen sehr langen Verlauf hat, dem Ramus ophthalmicus dicht an, so dass er bei nicht sehr genauer Untersuchung leicht für einen Zweig des ersten Trigeminusastes gehalten werden könnte. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich zu sein, dass eine Anzahl in der Litteratur sich findender Angaben, dass Augenmuskeln von Zweigen des Trigeminus innervirt werden, auf ähnliche Täuschungen zurückzuführen sein dürfte.

Der Abducens der Characiniden tritt in der Orbita gar nicht zu Tage und soll daher erst weiter unten, bei der Schilderung des Augenmuskelkanals beschrieben werden.

Die hintere Ossifikation der Nasalregion, und zwar die Ossifikation des Antorbitalfortsatzes, ist das Praefrontale. Dasselbe trennt die Orbita von der Nasengrube und hat die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide, mit nach unten und lateral gerichteter Spitze. Bei den Erythrininen und bei der Gattung *Sarcodaces*, die auch hier, das indifferentere Verhalten bewahren, ist die Spitze dieser Pyramide weniger ausgezogen, als bei den höher differenzirten echten Characiniden. Das Praefrontale besitzt eine nach unten gerichtete Fläche, welche zum Theil noch von Knorpel bedeckt wird, der zur Artikulation mit dem vorderen Ende des Palatinbogens dient. Eine andere Fläche ist nach hinten gerichtet und bildet die vordere Begrenzung der Orbita. Von der oberen Kante dieser Fläche erstreckt sich eine Knochenlamelle nach hinten, die unter dem vorderen Abschnitt des Frontale liegt und im vorderen Theil der Orbita in geringem Grade an der Bildung des Orbitaldachs Theil nimmt. Diese Knochenlamelle kommt ebenfalls in ausgebildeter Form nur den echten Characiniden zu; bei den Erythrininen ist sie wenig entwickelt. Die dritte Fläche des Praefrontale ist nach vorn und oben gerichtet und bildet die hintere und, zum geringeren Theil, auch die untere Begrenzung der Nasengrube.

Das Praefrontale wird von zwei Kanälen durchbohrt, die aus der Orbita in die Nasengrube führen. Der untere, weitere liegt gewöhnlich mehr medial und dient dem N. olfactorius zum Durchtritt: während der obere, engere mehr lateral gelegen ist und für den Ramus ophthalmicus trigemini bestimmt ist.

Die Nasengruben der Characiniden werden, wie schon er-

wähnt, nach hinten von den Praefrontalia begrenzt; medial und unten sind sie bei *Citharinus* von knorpelig bleibenden Theilen des Primordialschädels umgeben, die, wie ich schon früher beschrieben habe, bei den anderen Characiniden ossificiren; und zwar die untere Knorpellamelle und der untere Theil des internasalen Septum vom Vomer aus, der obere Theil des Septum vom Ethmoid (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 15).

Die Decke der Nasengrube wird vom Nasale gebildet, das bei den Erythrininen sehr groß ist, während es bei den echten Characiniden zu einem kleinen Plättchen reducirt erscheint. Seine genauere Beschreibung ist schon oben gegeben worden.

Über die Nasenhöhle selbst ist wenig zu bemerken. Dieselbe communicirt mit der Außenwelt bei allen Characiniden, eben so wie bei den meisten Knochenfischen, durch zwei Nasenlöcher. Der Nasenflügelknorpel, den ich bei Knochenfischen zuerst gefunden und auf dessen morphologische Bedeutung hingewiesen habe<sup>1</sup>, wird bei Characiniden in selten schöner Ausbildung angetroffen, so dass er bei größeren Exemplaren sogar mit Skalpell und Pincette präparirt werden kann. Bei *Alestes*, den ich als Beispiel wähle, besteht dieser Nasenflügelknorpel aus einer breiten nach vorn konkaven Knorpelplatte, welche von der zwischen den beiden Nasenlöchern befindlichen Hautbrücke in das Innere der Nasenhöhle wie ein Vorhang hineinhängt, und von deren oberem Rande aus je zwei nach vorn und nach hinten gerichtete Knorpelfäden ausgehen, welche die beiden Nasenlöcher umfassen.

Es ist hier der Ort, um die das Vorderhirn und die Riechmembran verbindenden Theile des Nervensystems näher ins Auge zu fassen, über welche ich schon in meiner Arbeit über den Schädel von *Amia calva* einige Bemerkungen von mehr allgemeiner Natur machen konnte, auf die ich hier verweise. Die erwähnten Theile sind: der *Tractus olfactorius* sammt dem vorderen verdickten Theil desselben, dem *Bulbus* und der von dem letzteren ausgehende *Nervus olfactorius*.

Der primitivste Zustand dieser Theile ist ganz zweifellos bei *Citharinus* anzutreffen, bei welchem sehr lange *Tractus* in der interorbitalen Fortsetzung des *Cavum cranii* verlaufen und in der Gegend der vorderen Winkel der *Orbitae* zu *Bulbi* anschwellen. Jeder *Bulbus* wird von dem *Orbitalraum* durch eine in der eben beschriebenen

<sup>1</sup> Das Cranium von *Amia calva*. *Morphol. Jahrb.* Bd. IX. 1883. pag. 177.



Lücke, zwischen dem Praefrontale und dem Orbitosphenoid ausgespannte Fascie getrennt und von ihm aus geht ein äußerst kurzer, aber dicker Nervus olfactorius ab, welcher durch eine besondere Öffnung des Praefrontale zur Riechmembran gelangt. Wenn man die eben erwähnte Fascie, als eine membranös gewordene Stelle der lateralen Orbitalwand auffasst, was — wie ich glaube — nicht unberechtigt ist, so erstreckt sich die direkte Fortsetzung der Schädelhöhle bei *Citharinus* bis an die hintere Fläche der Praefrontalia und ist der Nervus olfactorius desselben in keinem Theile seines Verlaufs innerhalb der Orbita selbst gelegen. Ähnlich sind die Verhältnisse bei *Hydrocyon*; nur liegt der *Bulbus olfactorius* schon etwas mehr nach hinten, als bei *Citharinus* in einer besonderen Auftreibung des Orbitosphenoid und ist der etwas längere Nervus olfactorius schon ganz deutlich in der Orbita selbst gelegen. Bei *Alestes* und *Tetragonopterus* ist die Verkürzung des Tractus und die kompensatorisch eintretende Verlängerung des Nervus olfactorius noch weiter gediehen; doch verläuft der letztere nicht frei in der Orbita, wie man erwarten sollte, sondern wird von einer besonderen, schon oben beschriebenen, von dem Orbitosphenoid und vom Praefrontale gebildeten Knochenröhre umschlossen. Es dürfte wohl kaum fehlgegriffen sein, wenn man die Bildung dieser Knochenröhre, die sonst bei keinem Teleostier angetroffen wird, für einen sekundären Vorgang hält, die durch Übergreifen des Ossifikationsprocesses auf die den Olfactorius umgebende Fascie zu Stande gekommen ist. Die Erythrininen besitzen, wie die größte Mehrzahl der Knochenfische, *Bulbi olfactorii*, welche den Vorderlappen des Gehirns (Hemisphären der Autoren) ansitzen, und repräsentiren somit, wie ich es in meiner Arbeit über *Amia* nachgewiesen habe, in der Familie der Characiniden den in diesen Verhältnissen am weitesten differenzirten Zustand. Bei *Erythrinus* finden wir den durch eine besondere Öffnung des Orbitosphenoid in die Orbita tretenden Nervus olfactorius im vorderen Drittel der letzteren frei verlaufend, eben so liegt bei *Lebiasina* und bei *Macrodon*, dessen Orbitosphenoid, wie schon früher beschrieben worden ist, sehr weit nach hinten gerückt ist, der Olfactorius fast in der ganzen Länge der Orbita frei zu Tage, dicht unter dem *Ramus ophthalmicus*.

Es ist nicht ohne Interesse die eben beschriebenen Verhältnisse der das Gehirn mit der Riechschleimhaut verbindenden Organe in der ganzen Reihe der Fische und der Cyclostomen näher zu betrachten und dabei auch einen Blick auf deren Ausbildung zu werfen.

Bei Embryonen von Teleostiern, die ich darauf untersucht habe, (Cyprinoiden, Hecht, Forelle) und auch noch bei jungen, ausgeschlüpften Fischchen in der ersten Zeit des freien Lebens, liegt die Schädelkapsel dem Gehirn dicht an, so dass das später so auffallende Missverhältnis zwischen dem Cavum cranii und dem Gehirn noch nicht besteht. Die Bulbi olfactorii sitzen den Vorderlappen des Gehirns an und reichen mit ihren vorderen Enden bis dicht an die Riechmembran, zu der sie zahlreiche, feine, gesonderte Nervenfädchen entsenden. Es ist somit in diesem Stadium, wie man an mit Salpetersäure isolirten Gehirnen feststellen kann, weder ein Tractus noch ein einheitlicher Nervus olfactorius vorhanden. Dieses in der Ontogenie der Fische vorübergehend auftretende Verhalten besteht bei den Cyclostomen als ein bleibendes: das Gehirn von Petromyzon<sup>1</sup> und von Myxine<sup>2</sup> füllt die kleine Schädelhöhle fast vollständig aus und besitzt Bulbi olfactorii, welche dem Vorderhirn direkt aufsitzen und vorn unmittelbar an den Nasensack grenzen. Dieser Typus soll in Beziehung zu den Fischen (die höheren Vertebraten sollen hier nicht berücksichtigt werden) als der Cyclostomentypus bezeichnet werden.

Indem sich nun der Schädel gegenüber dem Gehirn unverhältnismäßig vergrößert, entfernen sich die Riechgruben von dem an der Basis cranii durch die durchtretenden Nerven fest angehefteten Gehirn, und den Riechgruben folgen auch die den peripherischen Geruchsorganen ansitzenden Bulbi. Auf diese Weise werden die ursprünglich ganz kurzen, verbindenden Stränge zwischen den Vorderlappen und den Bulbi zu langen Tractus ausgezogen. Ein relativ niederes Stadium in der Ausbildung der Tractus olfactorii ist bei den Selachiern anzutreffen, deren Tractus noch verhältnismäßig kurz und dick sind. Bei den Knochenfischen, welche Tractus olfactorii besitzen, sind dieselben, entsprechend dem relativ größeren Schädelvolum, stets viel mehr in die Länge gestreckt, als bei Selachiern und dabei sehr dünn. Dieser Typus, den ich, nach seiner allgemeinen Verbreitung unter den Selachiern, als den Selachiertypus bezeichnen will, kommt unter Teleostiern nur einigen wenigen, tief stehenden Familien der Physostomen- und Anacanthinengruppe zu, und zwar den Siluroiden, Cyprinoiden, Mormyriden und Gadiden.

Die Ursache für die gegenüber dem Gehirn so unverhältnis-

<sup>1</sup> Vgl. HUXLEY, On Petromyzon. Journ. of Anat. X. pag. 412.

<sup>2</sup> JOH. MÜLLER, Vergleichende Anatomie d. Myxinoiden Th. III. Abhandlungen d. Berlin. Akad. d. Wissensch. v. Jahre 1840.

mäßige Volumzunahme des Cranium bei Fischen, das noch bei Cyclostomen einzig und allein als Gehirnkapsel fungirt, muss in den Anpassungen des Schädels an neue Funktionen gesucht werden, namentlich in der Verwendung desselben zur Umschließung der höheren Sinnesorgane, die bei den Cyclostomen bekanntlich mit der eigentlichen Schädelkapsel in keiner näheren Beziehung stehen, und namentlich in der Verwendung des Schädels als Stütze für das Kieferskelet und zur Insertion der mächtigen Muskulatur desselben, Theilen, die bei Cyclostomen von der eigentlichen Schädelkapsel vollständig gesondert sind.

Zur Verfolgung der ontogenetischen Entwicklung dieser Organisationsverhältnisse hatte ich leider nur einige wenige Stadien von Cyprinoiden und von *Lota vulgaris* zur Verfügung; der ganze Eindruck, den ich gewonnen habe, ist, dass die embryonale Entwicklung in diesem Falle die phylogenetische Entwicklung vollkommen rekapitulirt. Zuerst sitzen die Bulbi olfactorii den Vorderlappen des Gehirns an und reichen vorn bis zur Riechmembran; zwischen der letzteren und den Bulbi ist nur eine dünne, von den sehr kurzen Fäden des Olfactorius durchbrochene Lage von Bindegewebe zu finden. Erst allmählich erfolgt ein Abrücken der Bulbi und ein Ausspinnen des Tractus olfactorii, die bei den eben ausgeschlüpften Fischchen noch gar nicht existiren. Auch bei Selachiern scheint nach MILNE MARSHALL'S<sup>1</sup> Angaben der Entwicklungsgang wesentlich in derselben Weise zu erfolgen und die Tractus olfactorii sich erst sekundär zu bilden.

Die Tractus olfactorii der erwähnten Teleostierfamilien liegen in einer direkten Fortsetzung der Schädelhöhle. Bei höher stehenden Familien der Knochenfische tritt nun in Folge der Ausbildung eines unpaaren Septum interorbitale und der Verdrängung des interorbitalen Theils des Cavum cranii nach oben und hinten, eine kleine, durch eine Membran geschlossene Lücke an der vorderen Ecke der Orbita auf; zugleich erscheint auch schon der Bulbus von der Riechmembran ein wenig abgedrängt und steht mit der letzteren durch einen ganz kurzen Riechnerven in Verbindung. Indem sich nun diese Lücke immer mehr vergrößert, wird die interorbitale Fortsetzung der Schädelhöhle in den hinteren Theil der Orbita zurückgedrängt und vorn durch eine unpaare, interorbitale Scheide-

---

<sup>1</sup> MILNE MARSHALL, Morphology of the vertebrate olfactory organ. Quarterly Journ. of Microsc. Science. Vol. XIX. 1879.



wand ersetzt. Dabei gelangt der sich mehr und mehr ausspinnende Olfactorius ganz naturgemäß in die Orbita. Indem dieser Vorgang immer weiter fortschreitet, gelangen die Bulbi olfactorii schließlich an ihre Ausgangsstelle, an die Vorderlappen des Gehirns; die Verbindung zwischen ihnen und der Riechmembran wird nun durch die neugebildeten, in der Orbita verlaufenden, langen Riechnerven hergestellt. Dieses ist der Organisationstypus der größten Mehrzahl der Teleostier, den ich daher auch kurzweg als den Teleostiertypus bezeichnen will. Den Weg, auf welchem diese anscheinend so einfache Bildung erreicht wird, zeigen uns die Characiniden, bei denen der Selachier- und der Teleostiertypus durch eine fast kontinuierliche Serie von Übergangsformen verbunden sind. Die bei Citharinus von mir oben beschriebenen Organisationsverhältnisse schließen sich noch ganz eng an die typischen, bekannten Verhältnisse der Cyprinoiden an, während Macrodon den Teleostiertypus in vollster Ausbildung repräsentiert. In der Mitte zwischen diesen beiden Extremen stehen die anderen Characinidengattungen.

Außer diesen von mir gefundenen Übergangsformen zwischen dem Selachier- und dem Teleostiertypus in der Bildung der Geruchsorgane hat STANNIUS<sup>1</sup> einen ähnlichen Fall in der Familie der Gadiden beschrieben. Es betrifft das den *Raniceps fuscus*, bei welchem der Bulbus olfactorius ebenfalls auf halbem Wege zwischen der Riechschleimhaut und dem Gehirn stehen geblieben ist, und mit der ersteren durch einen Nerven, mit dem letzteren durch einen Tractus verbunden erscheint. Da STANNIUS keine genauere Beschreibung der topographischen Verhältnisse dieser Theile gegeben hat, und *Raniceps* mir selbst nicht zur Verfügung steht, so ist es leider nicht möglich diesen interessanten Fall mit den Verhältnissen bei Characiniden genauer zu vergleichen. Jedenfalls beweist er aber, dass der Vorgang der Ausbildung des Teleostiertypus aus dem primitiveren Selachiertypus in der Reihe der Knochenfische mehr als einmal, unabhängig von einander zu Stande gekommen ist.

Es ist nicht ohne Interesse, die ontogenetische Entwicklung eines typischen, nach dem Teleostiertypus gebauten Geruchsorgan zu verfolgen. Als Beispiel sei die Forelle gewählt. Die Entwicklung erfolgt hier, so weit ich verfolgen konnte, in ganz direkter Weise von dem von mir als Cyclostomentypus bezeichneten Entwicklungsstadium aus, indem die Riechschleimhaut beim Wachsen des Schädels

<sup>1</sup> STANNIUS, Das peripherische Nervensystem der Fische. 1849. pag. 2.

vom Gehirn sich entfernt und ein die beiden Organe verbindender Riechnerv sich ausspinnt, der von Anfang an in die sich ausbildende Orbita zu liegen kommt. Zur Bildung eines Tractus olfactorius kommt es zu keiner Zeit<sup>1</sup>.

Es lässt diese Art der Entwicklung die Vermuthung aufkommen, dass nicht alle mit einem sitzenden Bulbus versehenen Knochenfische von Formen abzuleiten sind, die einen langen Tractus und vom Gehirn weit entfernten Bulbus besessen haben, sondern dass neben diesem Modus der phylogenetischen Entwicklung noch ein anderer direkt vom Cyclostomen- zum Teleostiertypus fortschreitender existirt hat, und dass die Geruchsorgane der Salmoniden phylogenetisch auf diese Weise entstanden seien. Wenn man jedoch die allgemeine Verbreitung von gestielten Bulbi olfactorii bei Selachiern und das Vorhandensein derselben bei vielen Teleostiern in Betracht zieht, so erscheint eine solche Annahme als sehr schwach begründet. Auf der anderen Seite muss aber bedacht werden, dass ein vollständiger Ausfall von Entwicklungsstadien, die in der Phylogenie eines Organismus ganz bestimmt existirt haben, während der kurzen ontogenetischen Rekapitulation der ersteren sehr häufig statt hat: es scheint mir, dass wir auch in diesem Falle unbedenklich das letztere annehmen müssen.

In einer vergleichend-anatomischen Arbeit von G. WINTHER über das Gesicht der Fische<sup>2</sup>, die in dänischer Sprache geschrieben ist und in Deutschland kaum bekannt geworden zu sein scheint, finde ich die Angabe, dass den Teleostiern, wenigstens in embryonaler Zeit, ein Jacobson'sches Organ zukomme. Es scheint mir nicht überflüssig zu sein, diese Beobachtung, die leicht in Lehrbücher der vergleichenden Anatomie übergehen könnte, zeitig richtig zu stellen. Was WINTHER als Jacobson'sches Organ deutet, ist eine kleine, bei älteren Embryonen und bei eben ausgeschlüpften Lachsen medial von den Nasengruben gelegene, angeblich blinde Tasche. Ganz abgesehen davon, dass nicht jede in der Nähe der Nase gelegene Einstülpung gleich ein Jacobson'sches Organ sein muss, sondern dass zum Kriterium des letzteren die Innervation durch den Olfactorius ganz wesentlich ist, beruht die Angabe von WINTHER auf einer ganz ungenauen Beobachtung. Einem Jeden, der mit Teleostier-

<sup>1</sup> Damit stimmen auch die Beobachtungen von MILNE MARSHALL l. c.

<sup>2</sup> G. WINTHER, Fiskenes Ansigt. Naturhistorisk Tidskrift 3. R. 10. B. 1875 und 76. Kjöbenhavn.

embryonen nur etwas vertraut ist, muss schon bei der Betrachtung der Abbildung, die WINTHER von diesem »Jacobson'schen Organ« giebt, der Verdacht aufsteigen, dass die gezeichneten Öffnungen (Taf. II Fig. 16 und Taf. III Fig. 1, 3, 4 und 5) nichts weiter sind, als Öffnungen von Schleimkanälen des Kopfes.

Die vorgenommene Untersuchung an jungen, eben ausgeschlüpften Forellen, die vom Lachse ja kaum verschieden sind, bestätigte diese Vermuthung in vollem Umfange. Genau an derselben Stelle, wie es WINTHER angiebt und zeichnet, fand ich ebenfalls eine sehr kleine Öffnung, welche einem, allerdings nur in embryonaler Zeit bestehenden, zwischen den Nasengruben verlaufenden Querkanal angehörte. Es ist das derselbe Kanal, der an dieser Stelle bei *Amia* zeitlebens existirt und den ich in meiner mehrfach citirten Arbeit ausführlich beschrieben habe<sup>1</sup>. Durch diesen Nachweis glaube ich diese irrtümliche Angabe des sonst sorgfältigen norwegischen Forschers richtig gestellt, und das Jacobson'sche Organ der Teleostier definitiv beseitigt zu haben.

Wir schreiten nunmehr nach dieser kleinen Abschweifung zur Betrachtung des *Cavum cranii*.

Bei einem Blick von oben in einen Schädel, dessen Decke entfernt ist, überzeugt man sich, dass der Boden des Schädels, welchem das Gehirn aufliegt, in der Occipitalregion von den Occipitalia lateralia und vor diesen, in der Labyrinthregion, von den Petrosa gebildet wird, und zwar von den schon früher erwähnten, horizontal gerichteten Lamellen dieser Knochen. Dieser Schädelboden ist nicht die wirkliche Basis des Schädels; die letztere liegt vielmehr unter demselben, durch Hohlräume von ihm geschieden. Es besitzt somit der Schädel der Characiniden in der Occipital- und in der Labyrinthregion einen doppelten Boden, zwischen dessen beiden Knochenplatten Hohlräume gelegen sind, welche zu den höheren Sinnesorganen resp. zu den Hilfsapparaten derselben Beziehungen besitzen, und welche durch Anpassung an die letzteren entstanden zu denken sind. Der unter den horizontalen Platten der Petrosa liegende Hohlraum ist der Augenmuskelkanal (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6 und 15 *Mk*), während die Occipitalia lateralia einen Raum zudecken, der von dem vorigen durch eine Scheidewand vollständig getrennt

<sup>1</sup> In einer später erscheinenden, speciellen Arbeit über das Kopfskelet der Salmoniden, in welcher ich auch auf die Ontogenie desselben eingehen will, sollen alle diese Verhältnisse ganz genau zur Sprache kommen.



ist und der zur Bergung von Theilen des Gehörlabyrinth benutzt wird (*Csi*).

Dieser hintere Raum communicirt durch eine quergestellte, zwischen den horizontalen Fortsätzen der Petrosa und denjenigen der Occipitalia lateralia gelegene Öffnung (*Isi*) mit der Schädelhöhle und wird von den Occipitalia lateralia und dem Occipitale basilare umschlossen. Die obere Fläche des Occipitale basilare ist etwas ausgehöhlt und lässt zwei, zu beiden Seiten der Mittellinie der Länge nach verlaufende, scharfe Knochenkämme erkennen, durch welche die obere Fläche dieses Knochens in drei Rinnen zerlegt wird. Indem nun die horizontalen Knochenlamellen der Occipitalia lateralia diese obere Fläche des Occipitale basilare bedecken und sich mit den Knochenkämmen derselben durch korrespondirende, absteigende Leisten verbinden, wird der zwischen den erwähnten zwei Knochen gelegene Raum in drei Kammern zerlegt, welche nach vorn und oben durch die schon erwähnte Öffnung mit dem Cavum cranii in Verbindung stehen.

Die beiden lateralen Kammern dienen zur Bergung der Lagenae und von Theilen des Sacculus; sie sind nach hinten vollkommen abgeschlossen, und bei stärkerer Ausbildung der Lagenae prominiren sie an den lateralen Flächen des Schädels in der Occipitalregion, als die schon erwähnten Bulbi acustici lagenares (vgl. auch Taf. I Fig. 11 *Cl*).

Die mittlere Kammer ist das sog. Cavum sinus imparis (Taf. I Fig. 4 und 11 und Taf. II Fig. 6 und 15 *Csi*). Sie besitzt nach hinten eine Öffnung, das Atrium sinus imparis, die durch Auseinanderweichen der Occipitalia lateralia an deren hinterem Rande entsteht und durch welche das Cavum sinus imparis, unter dem Hinterhauptsloch in den Rückenmarkkanal sich öffnet (Taf. I 4 und 5 und Taf. II Fig. 5 und 6 *Asi*). Die Wände dieser Kammer werden vorn vom Occipitale basilare und den beiden Occipitalia lateralia, hinten von den letzteren allein gebildet, und in ihr liegt der Sinus impar, jener zuerst von WEBER beschriebene Lymphraum, welcher vorn an den die beiden Sacculi mit einander verbindenden Canalis communicans stößt und hinten sich in einen zwischen der Dura des Rückenmarks und dem Stapes gelegenen Lymphraum öffnet und auf diese Weise die Verbindung zwischen dem Labyrinth und dem vordersten Knöchelchen des WEBER'schen Apparates herstellen hilft. Diese Verhältnisse des Cavum sinus imparis sind bei allen untersuchten Characiniden dieselben; höchstens kommen Differenzen in der relativen Größe dieser Theile vor. So ist z. B. dasselbe bei

den Erythrininen sehr auffallend in die Länge gestreckt: bei den echten Characiniden ist es bedeutend kürzer. An der vorderen Peripherie der gemeinsamen, aus dem Cavum cranii zu den Kammern der Lagenae und zum Cavum sinus imparis führenden Öffnung bemerken wir jederseits einen nach vorn und lateral gerichteten blinden, ziemlich kurzen Knochenkanal, der zur Bergung des vorderen, wie bei den Cyprinoiden<sup>1</sup>, etwas vorgezogenen Endes des Sacculus dient (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6 und 15 *Rs*).

Die lateralen Wände der Schädelhöhle haben im hinteren Schädelabschnitt, da sie zur theilweisen Umschließung von Theilen des Gehörlabyrinths benutzt werden, einen ziemlich complicirten Bau.

Zur Bergung des häutigen Labyrinth dient bei den Characiniden, eben so wie bei *Amia*, eine Nische, welche jedoch bei den ersteren viel flacher ist, als bei *Amia*, und welche nach hinten und nach oben hin keine scharfen Grenzen mehr besitzt, sondern allmählich in die Wandungen der Schädelhöhle verstreicht. Die laterale Wand dieser Labyrinthnische, an welcher die Öffnungen für den hinteren und den äußeren Bogengang sichtbar sind, besteht zum Theil aus Knochen, zum Theil aus Knorpel und bindegewebigen Membranen.

Um die Verhältnisse vollkommen zu verstehen, muss man sich die Bildung des von mir als Temporalhöhle bezeichneten Hohlraumes ins Gedächtnis zurückrufen. Diese Temporalhöhle entsteht, wie ich in meiner Abhandlung über das Cranium von *Amia* ausführlich begründet habe, dadurch, dass ein Theil der den hinteren Abschnitt des Schädels bedeckenden Hautknochen, dem knorpeligen Primordialschädel, nicht direkt aufliegt, sondern von dem letzteren durch eine sich auf die Schädeldecke erstreckende Portion des Seitenrumpfmuskels getrennt bleibt. Auf diese Weise entsteht am macerirten Schädel eine von hinten her zugängliche große Höhle, die oben und lateral vom Deckknochen, unten und medial von Theilen des Primordialschädels begrenzt wird, und die am frischen Objekt vollständig von Muskeln ausgefüllt ist (vgl. Taf. I Fig. 9 und 10 und Taf. II Fig. 10 *T*).

Der Boden dieser Temporalhöhle ossificirt nun, wie schon früher beschrieben worden ist, bei Characiniden zum Theil von dem Squamosum aus. Anders verhält sich die mediale Wand der Temporalhöhle, welche zugleich die laterale Begrenzung der Schädel-

<sup>1</sup> Vgl. RETZIUS l. c. Tab. XIII Fig. 5 und 6, und HASSE, »Über das Gehörorgan der Fische« in: Anatomische Studien. Bd. I. 1873. Th. X.

höhle resp. der in die letztere weit geöffneten Labyrinthische bildet. Dieselbe erhält sich bei Characiniden zum Theil knorpelig, zum Theil wird sie membranös und bildet den oberen Theil der lateralen Begrenzung der Labyrinthische. Wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, gelangt man nach Entfernung dieser dünnen, knorpeligen Lamelle, die an trocken aufbewahrten Schädeln wohl immer fehlen wird, aus der Schädelhöhle unmittelbar in die Temporalhöhle. Dieses, auf den ersten Blick so paradoxe Verhalten, findet, wenn man sich die erste Entstehung der Temporalhöhle in der Reihe der Fische (*Amia*) vergegenwärtigt, seine ganz naturgemäße Erklärung.

Der untere Theil der lateralen Begrenzungswand der Labyrinthische ist knöchern und wird von dem Petrosium und dem Occipitale laterale gebildet. Nach Wegnahme dieses Theils der Schädelwand gelangt man nicht mehr in die Temporalhöhle, sondern unmittelbar an die Außenfläche des Schädels. Zur besseren Orientirung in diesen Verhältnissen verweise ich auf die Fig. 10 auf Taf. I und Fig. 10 auf Taf. II, welche Querschnitte durch diese Region an Characinienschädeln darstellen.

Die Knochen, die an der Begrenzung der Labyrinthische Theil nehmen, sind, wie schon erwähnt, das Occipitale laterale, das den unteren hinteren Theil, und das Petrosium, das den unteren vorderen Theile der Nische herstellen hilft; dicht über dem Petrosium und ein wenig vor demselben theiligt sich außerdem auch das an der inneren Fläche des Schädels zu Tage tretende Postfrontale mit einem kleinen Abschnitt an der Bildung der Nische. Oben wird die laterale Wand der Nische von der schon erwähnten knorpeligen Scheidewand zwischen Temporal- und Schädelhöhle gebildet. In ihrem hinteren Theil ist diese knorpelige Lamelle ganz konstant mit einem großen, runden, durch eine Fascie verschlossenen Fenster versehen (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6 und 15).

Die Detailverhältnisse der in ihren größeren Zügen beschriebenen Labyrinthische können nur im Zusammenhang mit dem Labyrinth verstanden werden, zu dessen Beschreibung wir nun schreiten.

Wie ich schon mehrfach zu bemerken Gelegenheit hatte, ist das Labyrinth der Characiniden demjenigen der Cyprinoiden täuschend ähnlich gebaut. Der Utriculus ist groß, langgestreckt und nimmt den ganzen unteren Theil der Labyrinthische ein. Nach hinten und unten hängt ihm mit einem langen, dünnen Verbindungskanal der kleine, cylindrische Sacculus an, welcher einen kleinen, lancettförmigen Otolithen enthält. Der vordere Zipfel des Sacculus steckt



in dem schon beschriebenen, vom Petrosum gebildeten, blinden Knochenkanal. Der hintere Theil desselben erstreckt sich nach hinten und unten zusammen, mit der umfangreichen, mit einem großen runden Otolithen versehenen Lagena, in den schon früher beschriebenen, lateral vom Cavum sinus imparis gelegenen Raum. Die beiderseitigen Sacculi werden, wie bei den Cyprinoiden, durch eine quer vor dem Eingang in das Cavum sinus imparis verlaufende, unter dem Gehirn gelegene Verbindungsröhre mit einander in Kommunikation gesetzt — den *Canalis communicans*<sup>1</sup>. Von dem oberen Theil des Utriculus erhebt sich der lange und enge Sinus superior von RETZIUS (Bogenkommissur, HASSE), der längs der inneren Wand der das Cavum cranii von der Temporalhöhle trennenden Knorpellamelle aufsteigt und an dem oberen Rand der Labyrinthische sich in zwei Schenkel theilt. Der nach vorn gerichtete Schenkel ist das Anfangsstück des vorderen, der nach hinten und lateral gerichtete des hinteren Bogenganges.

Der hintere Bogengang biegt sich in eine besondere Öffnung des Occipitale superius (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6 und 15) und tritt, nach einem kurzen Verlauf in diesem Knochen, in das Exoccipitale, in welchem er nach unten umbiegt. In dem Exoccipitale, das bei den Characiniden, wie schon früher beschrieben, an mehreren Stellen nach der Temporalhöhle hin fenestriert ist, verläuft der hintere Bogengang nun derart, dass er bei den echten Characi-

<sup>1</sup> Der eben erwähnte Verbindungskanal zwischen den beiden Sacculi wird von NUSBAUM (Zoologischer Anzeiger 1881 No. 95), der ihn bei Cyprinoiden sehr sorgfältig untersucht hat, unbegreiflicherweise für die mit einander verschmolzenen *Aquaeducti vestibuli* (*Recessus labyrinthi*), angesehen. Wenn man berücksichtigt, dass bei niederen Vertebraten die *Aquaeducte* stets lateral und über dem Gehirn verlaufen, und der fragliche Verbindungsgang unter dem Gehirn liegt, so ist eine solche Deutung eine morphologische Unmöglichkeit und glaube ich nicht zu irren, wenn ich den Verbindungsgang zwischen den beiden Sacculi für eine Bildung *sui generis* halte, die durch Anpassung an den WEBER'schen Apparat entstanden zu denken ist. Übrigens ist durch die Untersuchungen von RETZIUS (l. c.) der direkte Nachweis geführt worden, dass bei dem Cyprinoiden *Idus melanotus* neben der Verbindungsröhre zwischen den Sacculi noch ein wirklicher *Aquaeductus* besteht, welcher dieselben Lagerungsverhältnisse besitzt, wie bei allen Knochenfischen und die erstere somit mit den *Aquaeducten* ganz bestimmt nichts zu schaffen hat. Ich würde diese ganz unmögliche Deutung von NUSBAUM nicht besonders erwähnt haben, wenn nicht WIEDERSHEIM (Lehrbuch d. vgl. Anatomie d. Wirbelthiere pag. 475) dieselbe in ganz kritikloser Weise, nachdem er wenige Seiten früher die Lage des *Recessus labyrinthi* der Fische ausführlich beschrieben hat, acceptirt hätte. Unter solchen Umständen hielt ich es für geboten, diese falsche Auffassung bei Zeiten richtig zu stellen.

niden in der Knochenspange liegt, welche zwischen dem oberen und dem medial und nach hinten gerichteten Fenster bestehen bleibt (Taf. II Fig. 5, 16 und 18). Bei den Erythrininen, denen das mediale Fenster abgeht, verläuft derselbe am medialen und hinteren Rande des oberen Fensters. Aus dem Exoccipitale tritt dieser Bogengang in einen weiten Knochenkanal des Occipitale laterale, in welchem er gemeinsam mit dem Endstück des äußeren Bogenganges verläuft und, nachdem er sich zu einer Ampulle erweitert hat, an den Utriculus tritt (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6 und 15 *csp*).

Der vordere Bogengang besitzt bei den Characiniden keinen besonderen, knöchernen Abschluss nach der Schädelhöhle hin, sondern liegt ganz frei in der letzteren und wird nur durch den vorderen, etwas zugeschärften Rand der Labyrinthnische ein wenig überdeckt (vgl. die citirte Figur). Er verläuft auf diese Weise in einem Halbkanal, der oben von der mehrfach erwähnten Knorpel lamelle, im mittleren Theil vom Postfrontale und unten vom Petrosum gebildet wird. Am vorderen Zipfel des Utriculus mündet er mit einer Ampulle ein.

Der äußere Bogengang beginnt an der lateralen Wand des Utriculus, etwa in der Mitte desselben. Er tritt in eine Öffnung des Petrosum (*cit. Abbil. cse*) und sodann in das Squamosum. Aus dem letzteren tritt er direkt in den Knochenkanal des Occipitale laterale, der auch den unteren Abschnitt des hinteren Bogenganges umschließt. Er mündet schließlich mit einer Ampulle in das hintere Ende des Utriculus. An der Stelle, wo der äußere Bogengang aus dem Squamosum in das Occipitale laterale tritt, steckt in der Naht zwischen diesen beiden Knochen das kleine Intercalare und es hat auf den ersten Blick den Anschein, als ob sich das letztere an der Umschließung dieses Bogenganges ebenfalls betheilige. Nur durch eine sorgfältige Untersuchung mit der Lupe, so wie auch an Durchschnitten kann man sich überzeugen, dass das nicht der Fall ist, indem das Intercalare nicht so weit in die Tiefe reicht, um den Bogengang erreichen zu können.

Das sind die Verhältnisse der das Labyrinth umgebenden Skelettheile, die bei allen von mir untersuchten Characiniden in wesentlich gleicher Weise gebildet sind und nur untergeordnete Abweichungen zeigen.

Wenn wir den Bau der Labyrinthnische und der benachbarten Skelettheile bei den Characiniden mit denjenigen von *Amia* vergleichen, so müssen wir eine sehr beträchtliche Komplikation im Bau

bei den ersteren konstatiren. Zunächst ist zu bemerken, dass Knochen, die bei *Amia* noch keinerlei Beziehungen zu Theilen des Labyrinth boten, bei den Characiniden solche erlangt haben. Einerseits sind das Knochen, die bei *Amia* reine Hautknochen waren, wie das Squamosum, oder aber doch nicht durch die ganze Dicke der knorpeligen Schädelwand reichten, wie das Postfrontale und das Exoccipitale. Dieselben sind nunmehr durch die ganze Dicke der ursprünglich knorpeligen Schädelwand durchgewachsen und haben auf diese Weise Beziehungen zum Labyrinth gewonnen, die sie früher nicht besaßen. Zu dieser Kategorie ist auch das Occipitale superius zu rechnen, das bei *Amia* und bei den anderen Knochenganoiden bekanntlich gar nicht existirt.

Auf der anderen Seite finden wir aber auch, dass Knochen, die schon bei *Amia* an der Bildung der Schädelhöhle sich betheiligen, jedoch zu Theilen des Labyrinth noch keine Beziehungen aufweisen, bei den Characiniden solche erlangt haben. Hierher gehört das Occipitale laterale und das Occipitale basilare. Da der letztere Knochen bei *Amia* annähernd dieselbe Ausdehnung an der Innenseite des Schädels besitzt, wie bei den Characiniden (vgl. Fig. 7 der citirten Arbeit über *Amia*), so sind seine neuerlangten Beziehungen zu Theilen des Labyrinth nur durch die Vergrößerung des letzteren und durch die damit zusammenhängende Verlagerung von Theilen desselben zu erklären. Dasselbe gilt auch für das Occipitale laterale, wengleich zugegeben werden muss, dass dieser Knochen selbst bei Characiniden eine größere Ausdehnung gewonnen hat. Bei *Amia* reicht sein vorderer Rand nur bis zur Vagusöffnung (vgl. die citirte Abbildung), während er bei Characiniden nicht nur die letztere, sondern auch die Glossopharyngeusöffnung umschließt. Doch ist ganz zweifellos auch eine Vergrößerung und Verlagerung von Theilen des Labyrinth selbst anzunehmen, da es sonst nicht verständlich wäre, wie es kommt, dass der hintere Theil des Sacculus und die Lagena der Characiniden unter und hinter der Vagusöffnung liegen, während sie bei *Amia* ein gutes Stück vor derselben entfernt bleiben.

Diese konstatierte Volumzunahme des Labyrinth giebt auch eine genügende Erklärung für den Umstand, dass die bei *Amia* sehr deutlich ausgeprägte Umgrenzung der Labyrinthnische bei den Characiniden mehr verwischt ist und die ganze Nische auf diese Weise mehr in den Bestand der Schädelhöhle eingegangen ist. Auch die Atrophie der bei *Amia* vorhandenen, den vorderen Bogengang gegen die Schädelhöhle hin deckenden Knorpelspange, findet in der Volum-



zunahme des Labyrinth ihre Erklärung (vgl. die Fig. 7 der citirten Arbeit mit Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6 und 15).

Eine andere Reihe von Veränderungen im hinteren Abschnitt der Schädelhöhle, namentlich an der Basis derselben, ist durch Anpassung des Labyrinth an die durch die Ausbildung des WEBER'schen Apparates gegebenen Verhältnisse zu erklären.

Wie ich schon bei der Beschreibung des Schädels von *Amia* hervorgehoben habe, liegt bei diesem Fische die Hinterhauptöffnung nicht in gleicher Flucht mit der inneren, basalen Fläche des Occipitale basilare, sondern beträchtlich höher. Es kommt dieses daher, weil der hintere Theil dieses Knochens, der morphologisch einem, oder mehreren, mit dem Schädel verschmolzenen Wirbelkörpern gleich zu setzen ist, auch wie ein Wirbelkörper gebaut ist und viel höher ist, als der vordere, flache Theil des Occipitale basilare (Fig. 7 der citirten Arbeit). Indem nun die Medulla oblongata und der vordere Theil des Rückenmarks sich über den vertieften, vorderen Abschnitt des Knochens hinüberspannt, entsteht unter der ersteren ein Raum, der von interduralem Fettgewebe eingenommen ist, und der unten vom Occipitale basilare, lateral von den Occipitalia lateralia begrenzt wird. Dieser, schon bei *Amia* präformirte, jedoch zu speciellen physiologischen Zwecken nicht weiter verwertete Raum, dessen erste Entstehung, wie schon erwähnt, auf die Assimilation von Wirbeln zum Cranium zurückzuführen ist, wird bei den Characiniden und bei den anderen mit einem WEBER'schen Apparat versehenen Physostomenfamilien zur Bildung des Cavum sinus imparis und zur Bergung der Lagenae benutzt. Seine Abschließung gegen die eigentliche Schädelhöhle kommt allem Anschein nach dadurch zu Stande, dass der Verknöcherungsprocess von den Occipitalia lateralia aus auf Theile der Dura mater übergreift und der Raum auf diese Weise durch eine Knochenlamelle gedeckt wird (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6 und 15). Dass dieses in der That sich so verhält, beweisen junge Entwicklungsstadien von Cyprinoiden (*Chondrostoma nasus*), an welchen man sich leicht überzeugen kann, dass die horizontale Lamelle, welche das Cavum sinus imparis bedeckt, nicht knorpelig präformirt ist, sondern durch Ossifikation von Bindegewebe, das der Dura mater angehört, entsteht. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dieses auch für die Characiniden gilt, die ja genau denselben Bau dieser Theile besitzen, wie die Cyprinoiden.

Unter den horizontalen Platten der Petrosa finden wir den Augenmuskelkanal (Taf. I Fig. 4 und 9 und Taf. II Fig. 6, 9,

10 und 15 *cm*). Derselbe kommt allen von mir untersuchten Characiniden zu, auch der Gattung Erythrinus, bei welcher er von KÖSTLIN<sup>1</sup> ausdrücklich geleugnet wird. Der Augenmuskelkanal, der sich bekanntlich in den hinteren, unteren Theil, der an dieser Stelle vermittels des Opticusfensters mit einander kommunizirenden Orbitae öffnet, ist bei den Characiniden sehr verschieden stark entwickelt. Bei den Erythrininen ist er, entsprechend der geringeren Ausbildung der Augäpfel und deren Muskeln, niedrig und reicht nach hinten nur bis zum vorderen Rande des Occipitale basilare. Seine Decke wird von den schon beschriebenen, horizontalen Platten der Petrosa gebildet, seine Seitenwände von den absteigenden Fortsätzen derselben Knochen, die jedoch unten nicht zusammentreten, sondern durch eine Längsspalte getrennt sind. Die letztere wird unten durch das Parasphenoid geschlossen, das auf diese Weise den Boden des Augenmuskelkanals bildet. Bei den echten Characiniden ist die Höhe des Augenmuskelkanals eine beträchtlichere und derselbe erstreckt sich auch weiter nach hinten unter das Occipitale basilare, zwischen den letzteren Knochen und das Parasphenoid.

Wie ich in meiner Abhandlung über das Cranium von *Amia calva* nachgewiesen habe, ist bei diesem Fische der an der Basis cranii gelegene Raum, in welchen der *M. rectus externus* mit seiner Insertion hineinwandert, präformirt und wird erst sekundär von diesem Muskel benutzt. Ferner machte ich darauf aufmerksam, wie gut dieses Verhalten mit der Anschauung von GEGENBAUR in Einklang steht, der den Augenmuskelkanal der Knochenfische aus dem *Canalis transversus* der Selachier hervorgehen lässt<sup>2</sup>.

Es freut mich nun das an der Stelle als Vermuthung Geäußerte, nun durch sichere Thatsachen stützen zu können. Denselben Raum, der bei *Amia* zur Einlagerung des *Rectus externus* benutzt wird, fand ich auch bei *Lepidosteus*, jedoch noch ohne irgend welche Beziehung zu diesem Muskel und in einer Lage, die es als ganz zweifellos erscheinen ließ, dass er der *Canalis transversus* der Selachier ist.

Bei *Lepidosteus* wird durch besondere Fortsätze der Petrosa ein nach vorn gegen die Schädelhöhle geöffneter Halbkanal gebildet, der dicht hinter der Hypophyse von einer Seite zur anderen verläuft und nach vorn, also gegen die Hypophyse hin, durch eine Mem-

<sup>1</sup> O. KÖSTLIN, l. c. pag. 309.

<sup>2</sup> Das Cranium von *Amia Calva*. Morphol. Jahrb. IX. 1883. pag. 216.

bran vollständig abgeschlossen und zu einem allseitig gedeckten Querkanal verwandelt wird, welcher von lockerem Fettgewebe erfüllt ist. Lateral reicht dieser an der Basis cranii dicht hinter der Hypophyse verlaufende Kanal bis an den hinteren, unteren Winkel der Orbita, nach welcher hin er vollständig verschlossen erscheint. Abgesehen von dem letzteren Umstande besitzt dieser Raum genau dieselben Verhältnisse, wie der von GEGENBAUR beschriebene Canalis transversus der Selachier; der Verschluss gegen die Orbitae ist wohl ein sekundärer. Auf der anderen Seite kann es eben so wenig einem Zweifel unterliegen, dass dieses der Augenmuskelkanal von *Amia* ist, wenn man die hier gegebene Beschreibung mit der Fig. 7 meiner Arbeit über *Amia* vergleicht, wo der unter dem horizontalen Fortsatz des Petrosum und vor demselben gelegene durch eine Fascie (die nicht abgebildet ist) zugedeckte Raum von dem Rectus externus eingenommen wird. Die von GEGENBAUR vertretene Hypothese kann somit durch weitere Thatsachen gestützt werden.

Nach dieser kleinen Abschweifung kehren wir zum Augenmuskelkanal der Characiniden zurück.

Derselbe wird nicht von sämtlichen vier geraden Augenmuskeln zur Einlagerung benutzt, sondern nur vom *M. externus* und vom *M. inferior*. Und zwar entspringt der erstere vom hintersten Ende des Kanals und verläuft somit durch die ganze Länge desselben, während der letztere nur im vordersten Drittel des Kanals seinen Ursprung nimmt. Die beiden anderen geraden Augenmuskeln haben keine Beziehungen zum Kanal, sondern entspringen in der Orbita selbst.

Es ist hier der Ort den *Nervus abducens* zu erwähnen, welcher bei allen von mir untersuchten Characiniden die horizontale Knochenplatte des Petrosum, die den Augenmuskelkanal zudeckt, etwas hinter der für den *Ramus palatinus nervi facialis* bestimmten Öffnung durchbohrt, in den Augenmuskelkanal tritt und sich sofort im *Rectus externus* vertheilt, ohne in die Orbita selbst zu gelangen.

Dicht vor den horizontalen Platten des Petrosum, also im hinteren Theil der für den Durchtritt der *Optici* bestimmten Öffnung, senkt sich die Hypophyse, die in einen besonderen, von der *Dura mater* gebildeten Sack eingeschlossen ist, in den Augenmuskelkanal hinein, wo sie zwischen den Augenmuskeln gelagert ist.

Wir sind nun am Ende der Beschreibung des Characinidenschädels angelangt, und es bleibt uns noch übrig die verschiedenen Characi-



nidengattungen unter einander zu vergleichen und ihre Stellung zu anderen, tiefer stehenden Formen festzustellen.

Wie ich schon in der Einleitung erwähnt habe, lassen sich die von mir untersuchten Characiniden in drei Gruppen sondern: die Erythrininen, die durch *Citharinus* repräsentirten pflanzenfressenden Characiniden und die fleischfressenden Gattungen, zu denen *Alestes*, *Tetragonopterus*, *Anacyrtus*, *Hydrocyon* und *Sarcodaces*, welcher allerdings in vielen Verhältnissen sich an die Erythrininen anschließt, zu rechnen sind.

Die Erythrininen repräsentiren in der allgemeinen Konfiguration des Schädels, der sich durch geringe Ausbildung von Cristen und Muskelfortsätzen auszeichnet, und dessen Deckknochen noch den reinen Typus der Hautknochen gewahrt haben, gegenüber den übrigen Characiniden, die in dieser Hinsicht höher differenzirt sind, einen niedrigeren Typus der Entwicklung. *Sarcodaces* steht ihnen in vielen Verhältnissen nahe.

Unter den echten Characiniden nehmen die durch *Citharinus* repräsentirten pflanzenfressenden Formen, gegenüber den fleischfressenden ebenfalls eine tiefere Stufe ein, und es ist bemerkenswerth, dass *Citharinus* in gewissen Organisationsverhältnissen, obgleich der ganze Habitus des Schädels einen höheren Typus repräsentirt, sich noch primitiver verhält, als die Erythrininen. An eine direkte Ableitung der pflanzenfressenden Characiniden von den Erythrininen ist jedenfalls gar nicht zu denken. Die Hauptpunkte, in welchen *Citharinus* eine niederere Stufe der Entwicklung bewahrt hat, als die Erythrininen, sind: 1) Die weite Erstreckung der Schädelhöhle nach vorn und der damit zusammenhängende Besitz von langen *Tractus olfactorii*; 2) die gegenüber den Erythrininen weniger weit fortgeschrittene Verknöcherung des Primordialschädels, namentlich im Bereiche der Ethmoidregion; 3) die einfach gebaute, nicht differenzirte Pfanne für das Hyomandibulare. Was den Bau des Schädels der fleischfressenden Characiniden betrifft, so ist mir kein einziges Organisationsverhältnis bekannt, welches nicht als direkte Fortentwicklung der bei den pflanzenfressenden Formen zu beobachtenden angesehen werden könnte.

Wenn man daraus auf eine direkte Abstammung der ersteren von den letzteren schließen wollte, so wäre es voreilig. So schließt sich z. B. der Bau des Kieferapparates der fleischfressenden Formen an denjenigen der Erythrininen eng an und sind ihm gegenüber die Organisationsverhältnisse dieser Skelettheile bei pflanzenfressenden

Characiniden in einzelnen Punkten als primitivere zu betrachten; auch im Bau des Hyomandibulargelenks ist ein engeres Zusammenschließen der Erythrininen und der fleischfressenden Characiniden nicht zu verkennen. Aus dem eben Gesagten folgt, dass wir es hier mit drei Gruppen zu thun haben, die nur an der Wurzel zusammenhängen, von denen jedoch eine jede ihren eignen Weg gegangen ist und sich selbständig weiter differenzirt hat. Aus diesem Grunde ist es auch kaum möglich zu bestimmen, welche der Characinidengruppen als die primitivste anzusehen ist. Das Einzige was man sagen kann, ist dass die fleischfressenden Characiniden die höchste Entwicklung aufweisen und am weitesten specialisirt sind. Eine tiefere Stufe nehmen die Erythrininen und die pflanzenfressenden Formen ein, welche beide Gruppen jedoch zu einander keine nähere Beziehung erkennen lassen.

Wie ich erst später bei der Beschreibung des Schädels anderer Physostomen ausführlich begründen kann, nehmen die Characiniden in der Reihe der Knochenfische eine relativ niedere Stelle ein und lassen leichter, als die meisten anderen Familien einen Anschluss an tiefer stehende Formen erkennen. Es ist namentlich *Amia*, an welche die Characiniden zweifellose Anschlüsse bieten. Die anderen jetzt lebenden Ganoiden sind so eigenartig differenzirt, und entfernen sich so weit von der muthmaßlichen direkten Vorfahrenlinie der Knochenfische, dass eine Vergleichung mit Teleostiern kaum möglich ist. Die entschiedene Verwandtschaft zwischen *Amia* und den Characiniden, speciell den Erythrininen, prägt sich schon im ganzen äußeren Habitus des Cranium der letzteren aus. Die knöcherne Schädeloberfläche der Erythrininen und die Beschildung der Seitenfläche des Kopfes der letzteren durch die verbreiterten Orbitalknochen, die mit denjenigen von *Amia* in der größeren Anordnung recht gut übereinstimmen, erinnert in bedeutendem Maße an die Verhältnisse von *Amia*. Die Betrachtung der Mundhöhle erhöht noch diesen Eindruck; bei beiden liegen zahntragende Platten des Palatinbogens fast unbedeckt von der Schleimhaut zu Tage; bei beiden sind die Kiefer und deren Bezahnung fast in gleicher Weise gebildet. Nur in dem Umstande, dass das Parasphenoid und der Vomer keine Zähne mehr tragen, lassen die Characiniden *Amia* gegenüber eine Rückbildung und Weiterentwicklung erkennen.

Der unmittelbare Eindruck einer verhältnismäßig nahen Verwandtschaft zwischen *Amia* und den Erythrininen wird durch eine

genaue Analyse der Organisationsverhältnisse dieser Formen nur noch befestigt.

Wir beginnen mit dem Cranium.

Die Schädeldecke bietet nur geringe Verschiedenheiten, deren wichtigste in der tieferen, subcutanen Lage der Post- und der Praefrontalia besteht. Das Ethmoid ist bei Characiniden stärker entwickelt; es hat Beziehungen zum Primordialschädel gewonnen und hat seine früheren, bei *Amia* existirenden Beziehungen zu einem Schleimkanal verloren. Die Extrascapularia der Characiniden sind an Größe beträchtlich reducirt. Im Ganzen ist die Ähnlichkeit des Schädeldaches von *Amia* und demjenigen der Erythrininen eine sehr große, und es lassen sich die bei den letzteren zu beobachtenden Verhältnisse von ersterer leicht ableiten.

Dasselbe gilt auch für die meisten Organisationsverhältnisse der Occipitalregion. Hier sind es vor Allem die schon ausführlich besprochenen Verschiedenheiten im Verhalten der Occipitalbogen und der zugehörigen Nerven, die ins Auge fallen. Von den beiden indifferenten Occipitalbogen von *Amia* sehen wir den vorderen bei Characiniden dem Cranium assimilirt, den hinteren einer speciellen Funktion angepasst und zum Claustrum umgebildet. Ein wesentlicher Unterschied ist durch das Auftreten einer neuen, bei *Amia* fehlenden Ossifikation — dem Occipitale superius — bedingt, auf dessen erste Entstehung ich in meiner nächsten Monographie des Cyprinoidenschädels noch einmal zurückkomme. Die Temporalhöhle ist bei Characiniden größer geworden und es sind im Zusammenhang damit die für diese Familie so charakteristischen Fenestrations am Exoccipitale aufgetreten. Wie die vorhergehenden, so sind auch diese Verhältnisse — mit Ausnahme des Auftretens eines Occip. superius — unschwer, als direkte Fortentwicklung von schon bei *Amia* bestehenden aufzufassen.

In der Labyrinthregion ist eine wesentliche Verschiedenheit durch das Verhalten des Squamosum bei *Amia* und bei Characiniden bedingt. Während dieser Knochen bei der ersteren noch ein reiner Deckknochen ist, hat er bei Characiniden, eben so wie bei allen anderen Teleostiern, Beziehungen zum Primordialschädel gewonnen. Auf Rechnung des größeren Umfangs, den dieser Knochen bei den letzteren erlangt hat, ist auch die Reduktion des Intercalare zu setzen, welches bei Ganoiden zum Theil das Squamosum der höheren Fische funktionell ersetzt.

Die Verschiedenheiten der Orbitalregion des Schädels bei *Amia*



und bei Characiniden sind durch vollkommeneren Anpassung dieser Region bei den zuletzt genannten an den Augapfel und dessen Bewegungen bedingt. Auf diese Weise erklärt sich die größere Ausbildung des Antorbitalfortsatzes bei Characiniden, der dem Augapfel bei der Aktion der Musculi obliqui einen Widerstand entgegengesetzt und an Stelle von Exkursionsbewegungen, Rotationen des Bulbus treten lässt. Ebenfalls durch Vergrößerung des Bulbus entstanden zu denken ist die Ausbildung des unpaaren, interorbitalen Septum und die damit zusammenhängenden Umbildungen: die Vereinigung der beiden Opticusfenster von *Amia* zu einem unpaaren und vielleicht auch die Verschmelzung der bei *Amia* paarigen Orbitosphenoide zu einem Knochen. Ein Augenmuskelkanal ist, wie ich schon früher beschrieben habe, in unvollkommener Weise bei *Amia* vorhanden: bei Characiniden ist seine Ausbildung eine vollständige. Sehr bemerkenswerth ist es, dass bei allen Characiniden und, wie ich hier gleich bemerken will, bei allen ostariophysen Knochenfischen, ein Basisphenoid spurlos fehlt, während es doch bei *Amia*, durch kleine, paarige Ossifikationen repräsentirt wird. Bei den Ostariophysen ist dieser Knochen entweder geschwunden, oder aber es stammen dieselben von Formen ab, welche tiefer als *Amia* standen und noch gar kein Basisphenoid besaßen.

In der nasalen Region haben wir bei Characiniden, gegenüber *Amia*, ebenfalls einen Knochen weniger zu verzeichnen; den ersteren fehlt das Septomaxillare. Ob dasselbe reducirt worden ist, oder ob es niemals existirt hat, ist vor der Hand nicht zu entscheiden. Vielleicht giebt die Kenntnis neuer Formen in diesem Falle eine sicherere Antwort. Außerdem ist der bei *Amia* paarige Vomer unpaar geworden, wie bei allen Teleostiern.

Sehr schwer ist es zu entscheiden, ob die complicirten, an der Basis der Occipital- und Labyrinthregion im Inneren des Schädels der Characiniden zu beobachtenden Eigenthümlichkeiten, die durch Anpassung an den WEBER'schen Apparat entstanden sind, direkt von dem bei *Amia* nachweisbaren Verhalten abzuleiten sind. Unmöglich wäre das letztere nicht, doch ist die Kluft zwischen den beiden Formen in diesen Verhältnissen eine so große, dass sichere Schlüsse kaum möglich sind. Die Verhältnisse der Labyrinthnische habe ich bereits bei der speciellen Beschreibung der letzteren in ausführlicher Weise mit den entsprechenden von *Amia* verglichen und bin zu dem Resultate gelangt, dass in dieser Beziehung ein direkter Anschluss der Characiniden an *Amia* zu erkennen ist.

Wenn wir Alles zusammenfassen, so ergibt es sich, dass die Characiniden und speciell die Erythrininen, was ihren Schädel betrifft, sich direkt an *Amia* anknüpfen und eine Weiterentwicklung von Verhältnissen erkennen lassen, die in ihren ersten Anfängen schon bei *Amia* nachweisbar waren.

Dass die Characiniden trotzdem nicht etwa als direkte Nachkommen von *Amia* zu betrachten sind, lehrt eine Vergleichung der übrigen Organsysteme.

Der Suspensorialapparat der Characiniden bietet so manches Bemerkenswerthe, so dass eine etwas ausführlichere mit Abbildungen versehene Schilderung desselben, namentlich da bis jetzt noch keine Beschreibung existirt, nicht überflüssig sein dürfte. Von jedem der drei Typen: den Erythrininen, den pflanzenfressenden und den fleischfressenden Characiniden, habe ich je ein Beispiel zur ausführlichen Beschreibung gewählt, es sind das die Gattungen: *Erythrinus*, *Citharinus* und *Hydrocyon* (Taf. I Fig. 12, 13 und 14).

Das Hyomandibulare (*Hm*) zeigt das gewöhnliche Verhalten der Teleostier und erinnert in seiner Gestalt am meisten an den entsprechenden Knochen bei den nahe verwandten Cyprinoiden. Von der eigenthümlichen, einer speciellen Bewegung angepassten Ausbildung der Gelenkfläche desselben ist schon früher in Kürze Erwähnung gethan worden. Auch der Umstand, dass dieser Knochen mit den übrigen Theilen des Palatinbogens am frischen Skelet derartig verbunden ist, dass er leichte Rotationen ausführen kann, ist schon oben berührt worden.

An das Hyomandibulare schließt sich nach unten und hinten das Symplecticum (*Sy*) an, das von dem ersteren durch eine unverknöchert bleibende Partie des ursprünglichen Hyomandibularknorpels getrennt wird. Bei der Gattung *Erythrinus* liegt dieser Knochen, der sonst gewöhnlich zwischen zwei Zinken des Quadratum eingekeilt ist, hinter dem letzteren fast ganz verborgen und ist bei der Ansicht von der lateralen Fläche gar nicht zu sehen; außerdem ist er mit dem Quadratum so innig verbunden, dass es schwer ist die trennenden Nähte zu erkennen. Erst eine Vergleichung mit den sonst ähnlich gebauten Theilen bei *Macrodon* und *Lebiasina* legt die Verhältnisse klar.

Nach vorn und unten schließt sich an das Hyomandibulare das Metapterygoid (*Mt*) an, ein Knochen, der in der Familie der Characiniden recht groß ist, entsprechend den mächtigen Kaumuskeln, die von seiner lateralen Fläche entspringen.

Nach unten schließt sich an die beiden eben besprochenen

Knochen das *Quadratum* (*Qu*) an, welches eine dreieckige Gestalt hat und mit dem Gelenk zur Aufnahme des Unterkiefers versehen ist.

Zwischen *Quadratum*, *Metapterygoid* und *Symplecticum* finden wir bei allen untersuchten *Characiniden* ein rundliches Fenster, das durch eine Membran verschlossen wird, und das für diese Familie sehr charakteristisch ist. Klein ist es bei *Lebiasina*, während es bei den anderen Formen sehr beträchtlich entwickelt ist. Eine besondere physiologische Bedeutung kommt demselben wohl kaum zu, und es scheint nur zur Erreichung einer größeren Leichtigkeit des ganzen Apparates da zu sein.

Der ganze vordere Abschnitt des Palatinbogens, der von *Ektontopterygoid* und *Palatinum* gebildet wird, zeigt in dieser Familie sehr wechselnde Verhältnisse.

Ein relativ primitives Verhalten finden wir bei der Gattung *Citharinus*. Bei diesem Fisch zieht von der knorpeligen Naht zwischen *Metapterygoid* und *Quadratum* aus ein Knorpelstreifen nach vorn, der sich allmählich verbreitert. Der vordere, angeschwollene Theil desselben artikuliert mit der unteren Fläche der *Ethmoidalregion* des Schädels und wird von einer dünnen Knochenplatte an der unteren Peripherie schalenartig umhüllt. Die obere Peripherie bleibt von Knochen frei und bildet den Gelenkknopf. Diese dünne, kleine Knochenplatte stellt, wie ein Vergleich mit anderen Formen lehrt, das *Palatinum* vor (Taf. I Fig. 11 *Pl*). Es ist kein reiner Belegknochen, sondern liegt der knorpeligen Unterlage ohne Vermittlung einer perichondralen Schicht auf, ohne jedoch in die Tiefe des Knorpels einzudringen.

Diese Beziehung des *Palatinum* zum vorderen Ende des knorpeligen Palatinbogens ist in der Reihe der *Teleostier* und auch schon bei *Knochenganoiden* ganz allgemein verbreitet und durchaus keine besondere Eigenthümlichkeit der Panzerweise, wie es Herr GÖLDI<sup>1</sup> in einer vor Kurzem erschienenen Arbeit angiebt. Mir ist wenigstens in der ganzen Reihe der *Teleostier* kein Fall bekannt, in welchem das *Palatinum* ein reiner Belegknochen wäre; es ist stets, mag es nun Zähne tragen oder nicht, mit dem vorderen Ende des knorpeligen

---

<sup>1</sup> EMIL GÖLDI, Kopfskelet und Schultergürtel von *Loricaria*, *Balistes* und *Acipenser*. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XVII. 1884. pag. 416 und Zoologischer Anzeiger. Jahrg. VI. Nr. 145. (1883).



Palatinbogens innig verbunden und hat den Knorpel des letzteren häufig bis auf kleine Reste ganz verdrängt.

Es ist merkwürdig, dass dieses Verhalten von dem sonst so sorgfältigen und gewissenhaften O. HERTWIG nicht in genügender Weise berücksichtigt worden ist. Es ist in der That geeignet den Satz, dass ein Belegknochen niemals primär werden könne, als zu weitgehend hinzustellen. An einer Homologie des Palatinum der Fische und der Amphibien liegt kein Grund zu zweifeln, obgleich dieser Knochen bei den ersteren primär ist, während er bei den anderen, so wie bei den Amnioten, stets ein Deckknochen bleibt. O. HERTWIG hält zwar eine Homologie dieser beiden Knochen für nicht zweifellos und von seinem Standpunkte ist es auch durchaus gerechtfertigt. Nach den anderen Beispielen, die ich für die Umwandlung von Deckknochen in primäre Ossifikationen habe anführen können, liegt für mich kein Grund vor an einer Homologie der Palatina der Knochenfische und Amphibien zu zweifeln. Ihr verschiedenes Verhalten ist durch die Verschiedenheit in der Ausbildung des vorderen Endes des Palatinbogens bedingt. Bei Fischen spielt derselbe eine große mechanische Rolle, indem er den vorderen, festen Stützpunkt für den beweglich mit dem Cranium verbundenen, Suspensorialapparat abgiebt. Ganz anders verhalten sich die Amphibien. Indem der hintere Abschnitt des Palatinbogens, der Quadratumabschnitt, sich mit dem Cranium fest verbindet, wird der vordere Theil desselben, der Palatinfortsatz des Palatoquadratum, zu einem mechanisch unwichtigen Skelettheil und erfährt eine mehr oder minder tiefgreifende Reduktion. In dem ersteren Falle verbindet sich das, als Belegknochen der Mundschleimhaut entstehende Palatinum mit dem Palatinknorpel und erhöht dessen Resistenzfähigkeit, im anderen Falle behält es seinen ursprünglichen Charakter, während der Palatinknorpel reducirt wird.

An das mittlere Stück des Palatinknorpels lagern sich bei *Citharinus* zwei Belegknochen an, oben das breite Entopterygoid (Taf. I Fig. 11 *Ent*), welches die Knorpelspange zum Theil auch medial deckt, unten das lange, stielartige Ektopterygoid (Fig. cit. *Ect*), welches nach hinten bis zum Quadratum reicht.

Durch eine geringere Ausbildung des ganzen vorderen Abschnittes des Palatinbogens bei einer weiter fortgeschrittenen Ossifikation des vorderen Endes desselben von Seiten des Palatinum, zeichnen sich die carnivoren Characiniden aus: die Gattungen *Alestes*, *Tetragonopterus* und *Anacyrtus*. Doch sind die Theile des Palatinbogens

immerhin noch recht gut entwickelt und nimmt das Entopterygoid in nicht unbeträchtlichem Grade an der Bildung des Bodens der Orbita Theil.

Im Gegensatz dazu ist der ganze vordere Abschnitt des Palatinbogens bei *Hydrocyon* in ganz auffallender Weise rückgebildet und zu einem funktionell offenbar ganz unwichtigen Theile geworden. Das Palatinum ist ein ganz kleines Knöchelchen, das mit dem Cranium auch nicht mehr gelenkig artikulirt, sondern der unteren Fläche der Ethmoidalregion einfach anliegt und locker durch Bänder angeheftet ist. Eben so sind das Ekto- und Entopterygoid, die mit einander nur locker verbunden sind, ganz kleine Knochenschüppchen.

Die Erythrininen verhalten sich ähnlich den carnivoren Characiniden, doch haben sie darin ein primitiveres Verhalten bewahrt, als ihnen stets Zähne auf den der Mundhöhle zugewandten Flächen des Palatinum und Ektopterygoid zukommen. Bei den carnivoren Characiniden sind diese Knochen, eben so wie bei allen pflanzenfressenden Gliedern dieser Familie, gewöhnlich zahnlos; nur in wenigen Gattungen sollen Gaumenzähne vorhanden sein (bei *Oligosarcus* Günth., *Xiphorhamphus* Cuv., *Xiphostoma* Spix., *Serrasalmo* u. a. m.)<sup>1</sup>.

Das Palatinum der Erythrininen ist ein kurzer, derber Knochen, der bei der Gattung *Erythrinus* mit dem hinter ihm liegenden Ektopterygoid in späterem Alter sich so innig verbindet, dass die trennende Naht kaum zu sehen ist; bei *Macrodon* und *Lebiasina* sind diese beiden Knochen dagegen stets deutlich getrennt.

Bei *Macrodon* liegt medial und vor dem Palatinum eine kleine zahntragende Ossifikation der Mundschleimhaut, die mit den übrigen Knochen des Palatinbogens nur locker verbunden erscheint und meines Wissens, bisher bei keinem anderen Fisch beobachtet worden ist. Die Bedeutung dieses kleinen Knöchelchen, das schon JOH. MÜLLER<sup>2</sup> gekannt hat, und das ich als accessorisches Palatinum bezeichnen möchte, ist schwer zu bestimmen. Vielleicht weist die Existenz desselben darauf hin, dass bei den Vorfahren der jetzt lebenden Teleostier die Mundhöhle von zahlreicheren, zahntragenden Ossifikationen ausgekleidet war, als bei den jetzt lebenden Formen, was durchaus nicht unwahrscheinlich wäre.

<sup>1</sup> Vgl. GÜNTHER'S Catalogue etc. T. V.

<sup>2</sup> JOH. MÜLLER und TROSCHEL, *Horae ichthyologicae* III. pag. 6. Taf. III Fig. 2.

Es ist hier der Ort um das Praeoperculum zu erwähnen, welches besser zum Suspensorialapparat gerechnet wird, als zu den Opercularknochen, mit denen es weder in morphologischer noch in physiologischer Beziehung das Geringste zu thun hat. Das Praeoperculum der Fische fasse ich als einen Knochen auf, dessen ursprüngliche Bedeutung in der Bergung des hinteren Abschnittes des weiterhin im Unterkiefer verlaufenden Schleimkanals liegt<sup>1</sup>. In dieser Hinsicht verhält es sich ganz analog den Knochen des Suborbitalbogens, und wir haben allen Grund zu vermuthen, dass auch an Stelle des einheitlichen Praeoperculum ursprünglich eine ganze Kette von Hautknochen sich befand. Bei vielen Siluroiden finde ich nämlich, dass das dorsale Ende des Praeoperculum mit der lateralen Kante des Schädeldaches durch Vermittlung von einem oder zwei röhrenartig gebildeten Knöchelchen verbunden ist, welche den Schleimkanal enthalten.

Ein ähnliches Verhalten finde ich auch am ventralen Ende des Praeoperculum, zwischen dem letzteren und dem hinteren Winkel des Unterkiefers; es liegen an dieser Stelle bei einer ganzen Anzahl von Welsen ebenfalls ein oder zwei kleine, den Schleimkanal bergende Knöchelchen. In diesen Fällen haben wir somit eine ganze Kette von Ossifikationen an der Stelle des Praeoperculum, von denen allerdings die eine — eben das Praeoperculum selbst — auf Kosten der übrigen sehr an Größe gewonnen hat. Die Ausbildung dieses Knochens ist offenbar dadurch zu Stande gekommen, dass er neue Beziehungen erlangt hat, hauptsächlich indem die von der lateralen Fläche des Hyomandibulare entspringenden Kaumuskeln sich nach hinten auf das Praeoperculum ausgedehnt haben und das letztere somit eine ihm ursprünglich ganz fremde Bedeutung erhalten hat. Dadurch ist auch die bei den meisten Fischen innige Verbindung dieses Knochens mit dem Hyomandibulare, Symplecticum und Quadratum zu erklären, denn die Ursprungsfläche der mächtigen Kaumuskeln musste nothwendig eine einheitliche, feste Fläche sein. Jedenfalls rechtfertigen diese Verhältnisse das Praeoperculum als einen Knochen des Suspensorialapparates anzusehen und ihn aus der Reihe der Opercularknochen zu entfernen.

Das Praeoperculum der Characiniden ist bei allen Formen, die ich untersucht habe, gut ausgebildet und mit dem Hyomandibulare

<sup>1</sup> Damit stimmt die Angabe von McMURRICH (Zool. Anzeig. Nr. 168), dass das Praeoperculum bei Amiurus um einen Schleimkanal sich bilde, sehr gut überein. Dieselbe ist mir erst nach Absendung des Manuskripts bekannt geworden.



und Quadratum sehr fest verbunden. Etwas Besonderes ist über dasselbe nicht zu bemerken.

Wenn wir den Suspensorialapparat der Characiniden mit demjenigen der Ganoiden vergleichen, so ist es ebenfalls nur *Amia*, welche Anschlüsse, und zwar sehr innige, erkennen lässt. *Polypterus* und *Lepidosteus* haben diese Theile nach ganz anderen Typen gebaut, so dass ein direkter Vergleich mit Knochenfischen durchaus nicht ausführbar ist.

Die Hauptunterschiede zwischen dem Suspensorialapparat von *Amia*, welchen wir durch BRIDGE<sup>1</sup> kennen und demjenigen der Characiniden betreffen 1) das Verhalten des Symplecticum, welches bei *Amia* bedeutend größer ist, als bei den Characiniden und sich auch an der Bildung des Gelenks für den Unterkiefer zusammen mit dem Quadratum betheiligt. 2) Die Ausdehnung der Bezaahnung auf das Metapterygoid und Entopterygoid, welches bei den Characiniden stets zahnlos ist. 3) Den Mangel des bei den Characiniden zwischen Metapterygoid und Quadratum gelegenen Fensters.

Während es fraglich bleiben muss, wie der erste Punkt zu beurtheilen ist, kann kaum gezweifelt werden, dass in 2) und 3) *Amia* primitivere, weniger differenzirte Bildungsverhältnisse aufweist. Auf jeden Fall steht *Amia* den Characiniden in dem Verhalten des Suspensorialapparates recht nahe und sind es namentlich die Erythrininen, welche die größte Annäherung erkennen lassen. *Citharinus* verhält sich sehr eigenthümlich; das Verhalten des Palatinum weist auf einen noch niedrigeren Zustand hin, als er bei *Amia* gegeben ist, während der allgemeine Mangel von Zähnen auf eine weit fortgeschrittene Rückbildung zu beziehen ist.

Der Kieferapparat der Characiniden bietet manches Bemerkenswerthe, und zum besseren Verständnis desselben sei es mir gestattet etwas ausführlicher auf die allgemeinen Verhältnisse im Bau dieses Apparates in der ganzen Reihe der Teleostier einzugehen.

Man sollte glauben, dass gerade der Kieferapparat der Fische, der in der Systematik eine so hervorragende Rolle spielt, auch gründlich untersucht sei. Die genauere Durchsicht der betreffenden Litteratur lehrt jedoch, dass das keineswegs der Fall ist und dass eine erneuerte Bearbeitung desselben dringend Noth thut. Selbst-

<sup>1</sup> BRIDGE, The cranial osteology of *Amia calva*. Journ. of Anat. a. Physiol. T. XI. 1877.

verständlich kann in der hier gegebenen, kurzen Skizze keine erschöpfende Behandlung dieses Gegenstandes erwartet werden; später, wenn mir mehr Material vorliegt, hoffe ich auch diese Frage besser bearbeiten zu können.

Bekanntlich hat schon CUVIER den Ober- und den Zwischenkiefer der höheren Wirbelthiere, speciell die betreffenden Skeletstücke der Teleostier<sup>1</sup>, für Homologa der Lippenknorpel der Selachier erklärt. Nachdem in den 50er und 60er Jahren unseres Jahrhunderts durch eine Reihe von klassischen Arbeiten das Verhältnis der knorpeligen und knöchernen Skelettheile zu einander klar gestellt worden war, und nachdem man erkannt hatte, dass der Ober- und Zwischenkiefer zu den Belegknochen gehören, musste von einer direkten Homologisirung derselben mit den Lippenknorpeln der Selachier selbstverständlich abgesehen werden. Die ganze Frage gestaltete sich nunmehr dahin, ob diese Kieferknochen in der phylogenetischen Entwicklung des Teleostierstammes sich im Anschluss an die Lippenknorpel der Selachier entwickelt haben, indem sie die letzteren als Unterlage benutzten, oder ob sie ganz unabhängig von den Lippenknorpeln entstanden sind. Die meisten Autoren scheinen sich der letzteren Auffassung zugeneigt zu haben. Meines Wissens ist GEGENBAUR der Einzige, welcher die alte CUVIER'sche Anschauung in der durch die neueren Erfahrungen über Knochenbildung gebotenen, modificirten Form aufrecht erhielt<sup>2</sup>. Außer dem Umstande, dass es schlechterdings undenkbar sei, dass Knochen, die aus Konkrescenz von Zähnen hervorgegangen sind, sich ohne feste Grundlage gebildet haben sollten, war für ihn der Umstand maßgebend, dass die Lagerungsverhältnisse der oberen Kieferknochen der Teleostier und der Lippenknorpel der Selachier dieselben sind, und dass sich in der That, wenigstens unter den Zwischenkiefern der Knochenfische, bisweilen ein Knorpelrudiment nachweisen ließ.

Bei der Untersuchung einer größeren Zahl von Teleostiern auf

<sup>1</sup> An der Homologie des sog. Zwischenkiefers und des Oberkiefers der Teleostier mit den gleichnamigen Skelettheilen der übrigen Wirbelthiere kann, wie ich glaube, kein vernünftiger Zweifel bestehen. Meines Wissens ist auch WINTHER (Fiskenes Ansigt I. c. pag. 354) der Einzige, der an dieser Homologie zweifelt und die betreffenden Knochen der Fische für Lippenknochen hält, welche denselben allein zukommen. Eine ausführliche Widerlegung dieser Anschauung, die niemals Anklang gefunden hat, und die auch kaum aufrecht zu erhalten ist, würde mich hier zu weit von meinem Thema abbringen, und glaube ich mir dieselbe ersparen zu können.

<sup>2</sup> C. GEGENBAUR, Grundzüge der vgl. Anatomie. II. Aufl. 1876. pag. 545 und: Das Kopfskelet der Selachier. 1872.

diese Verhältnisse fand ich, dass die dem primären, knorpeligen Skelet angehörige Grundlage des Zwischen- und Oberkiefers in der Reihe der Teleostier viel weiter verbreitet ist, als man bisher anzunehmen geneigt war. Nur der Umstand, dass bisher die meisten Untersuchungen an trockenen Skeletten vorgenommen wurden, wobei derartige kleine Knorpel bis zur Unkenntlichkeit einschrumpfen, hat deren Entdeckung verhindert.

Wir beginnen mit der Beschreibung der Zwischenkiefer. Jeder dieser aus Verschmelzung von Zähnen entstandenen Knochen besteht bei Teleostiern typisch aus zwei Theilen: aus einem die Begrenzung der Mundspalte bildenden, gewöhnlich mit Zähnen ausgestatteten Alveolartheil und einem von dem medialen Ende des letzteren ausgehenden, nach oben und hinten gerichteten aufsteigenden Fortsatz (branche montante Cuv.). Durch diesen Fortsatz, der selten fehlt (z. B. bei allen Siluroiden), verbindet sich der Zwischenkiefer direkt oder indirekt mit dem vorderen Ende des Cranium. Indem die beiden aufsteigenden Fortsätze sich an einander legen und durch Bänder zusammengehalten werden, kommt eine mehr oder minder innige Verbindung der beiderseitigen Zwischenkiefer zu Stande. Zu einer wirklichen Verwachsung kommt es jedoch nur ausnahmsweise, wie z. B. bei den Mormyriden und dem verwandten Gymnarchus.

In der Mittellinie, unter den beiden Zwischenkiefern, namentlich zwischen den beiden aufsteigenden Schenkeln derselben, trifft man nicht selten ein Skeletstück, welches sich an das vordere Ende des Schädels anschließt und welches schon durch den Umstand, dass es häufig ganz knorpelig bleibt, sich als zu einer ganz anderen Kategorie, als die Zwischenkiefer zugehörig darstellt. Es ist ein dem primordiales Knorpelskelet angehöriger Theil, der allerdings bisweilen auch verknöchern kann.

Die Verbreitung dieses Skelettheils, das ich Rostrale<sup>1</sup> zu

<sup>1</sup> Während die älteren Autoren, und auch noch GEGENBAUR, einzig und allein die im Mundwinkel der Selachier sich vorfindenden Knorpelstücke als Labialknorpel bezeichnet haben, hat sich in neuerer Zeit, namentlich in England, die Unsitte — anders kann ich es nicht nennen — eingebürgert, ein jedes im Bereich des vorderen Kopfendes gelegene, vom Cranium getrenntes Knorpelstückchen, das man sonst nicht gleich unterbringen konnte, als Labialknorpel zu bezeichnen. So sind die von GEGENBAUR so gut charakterisirten Nasenflügelknorpel, das von mir hier als Rostrale bezeichnete Stück und noch manche andere mit den wirklichen Labialknorpeln in einen Topf geworfen worden. Es mag das sehr bequem sein, doch trägt ein solches Verfahren nicht dazu bei,



nennen vorschlage, ist in der Reihe der Teleostier ein sehr ausge-  
dehntes; es findet sich in den am weitesten aus einander stehenden  
Gruppen und weist dadurch auf ein Ererbthsein von einer sehr weit  
zurückliegenden Stammform hin. Charakterisirt ist es gegenüber  
den anderen accessorischen Knorpelstückchen durch seine Unpaarig-  
keit, durch seine Lage, dicht vor dem vorderen Schädelende und  
durch seine Beziehungen zu den Zwischenkiefern. Gefunden habe  
ich es bisher bei Physostomen in der Familie der Scomberesociden  
(Belone), Cyprinodontiden, Scopeliden (Saurus); eben so kommt es  
in verknöchertem Zustande und in ganz eigenthümlichen Beziehungen  
zu den Zwischenkiefern bei allen Cyprinoiden vor; es liegt nämlich  
in einem schlingenartig gebogenen Bande, welches die Zwischen-  
kiefer mit dem vorderen Schädelende verbindet und welches bei dem  
Vorstrecken der Schnauze dieser Fische eine Rolle spielt. Unter den  
Anacanthinen fand ich diesen Knorpel bei jungen Exemplaren von  
Macrurus. Bei Acanthopteren ist es weit verbreitet; gut ausgebil-  
det ist es z. B. bei Perca, bei welchem Fisch es zwischen den In-  
termaxillaria liegt und mit den letzteren innig verbunden ist. Bei  
Plectognathen finde ich es z. B. bei Balistes. Es wird sich noch  
bei vielen Formen nachweisen lassen, da bis jetzt auf das Vorkom-  
men des Rostrale kaum geachtet worden ist.

Nach seinen Beziehungen zu den Zwischenkiefern haben wir,  
wie ich glaube, allen Grund zur Annahme, dass es ursprünglich die  
Grundlage dieser Knochen gebildet hat. Der Umstand, dass es bei  
sehr weit von einander stehenden Formen von Knochenfischen vor-  
kommt, lässt, wie ich schon erwähnt habe, auf ein hohes Alter dessel-  
ben schließen und dürften wir daher erwarten, es auch noch bei tiefer  
stehenden Fischen zu finden. Bei Ganoiden findet sich zwar, wie  
ich angeben kann, nichts, was wir auf das Rostrale der Knochenfische  
beziehen könnten, dagegen existirt bei einigen Selachiern ein Skelet-  
stück, dessen topographische Lage sehr gut mit dem Rostrale der  
Teleostier übereinstimmt. Bei Heptanchus finde ich zwischen den  
beiden in der Mittellinie bekanntlich weit aus einander stehenden  
Palatoquadratstücken, in dem Bande, welches die Zähne trägt, ein-  
gebettet, ein kleines, rundliches Knorpelstück, das von GEGENBAUR  
nicht erwähnt wird. Ein ganz ähnliches ist auch bei Careharias  
anzutreffen, nur stoßen bei diesem Hai die Palatoquadrata in der  
Mittellinie zusammen und liegt daher das Knorpelstück dorsal von

Klarheit in das dunkle Gebiet der accessorischen Skeletstücke des Kopfes zu  
bringen.

der Verbindung der Palatoquadrata. Gerade der Befund bei *Hep-tanehus* scheint darauf hinzuweisen, dass wir es hier mit einem dem Rostrale der Teleostier homologen Skelettheil zu thun haben. Das Rostrale von den Labialknorpeln der Selachier abzuleiten verbieten zwei Umstände: erstens die Unpaarigkeit desselben und zweitens der Umstand, dass, wie gleich noch weiter nachgewiesen werden soll, bei Knochenfischen sich andere Skeletstücke finden, welche den Labialknorpeln der Selachier aller Wahrscheinlichkeit nach homolog sind. In welchen Beziehungen das Rostrale der Teleostier und das entsprechende Knorpelstück der Selachier zum Visceralskelet stehen, ist zur Zeit nicht möglich zu entscheiden.

Das Maxillare der Knochenfische hat bekanntlich eine sehr verschiedene Lagerung gegenüber dem Zwischenkiefer. Bald liegt es lateral von dem letzteren und nimmt an der Begrenzung der Mundspalte Theil, bald liegt es hinter demselben. Das erstere Verhalten finden wir nur bei einigen Physostomenfamilien; das andere ist weit verbreitet. Außer vielen Physostomen treffen wir es noch bei allen Anacanthinen und bei allen Acanthopteren an. Schon durch diese Art der Verbreitung wird der Verdacht erregt, dass die Lage des Maxillare lateral vom Zwischenkiefer die primäre ist, von welcher die andere sich ableitet. Es wird das durch eine andere Erwägung klar bewiesen. Nur in dem ersteren Falle nämlich, also nur wenn das Maxillare den lateralen Theil des oberen Mundrandes bildet, treffen wir es zahntragend an (selbstverständlich kann es auch in diesem Falle zahnlos sein). In den viel zahlreicheren Fällen, in welchen das Maxillare hinter dem Zwischenkiefer liegt, ist es ohne Ausnahme zahnlos. Da nun der zahntragende Zustand dieses Knochens ganz zweifellos der primäre ist, so ist auch die Lage dieses Knochens, lateral vom Zwischenkiefer, als die ursprüngliche anzusehen. Dieser Umstand, der bis jetzt merkwürdigerweise vollständig ignorirt worden ist, gewinnt bei der Vergleichung der Kieferapparate der verschiedenen Teleostierfamilien und bei der Beurtheilung der Stellung derselben zu einander eine große Bedeutung.

An das hintere Ende des Maxillare schließen sich bei einer ganzen Anzahl von Teleostiern kleine, schuppenartige Knochenplättchen an, die jederseits bald zu einem, bald zu zweien vorhanden sind, und die man treffend als *Supramaxillaria* bezeichnet hat. Sie finden sich bei den Clupeiden und bei den Salmoniden unter den Physostomen und außerdem bei vielen Acanthopteren. Diese weite Verbreitung derselben scheint auf ein hohes Alter hinzuweisen und

es ist nicht unwahrscheinlich, dass man sie auf einen Zustand beziehen kann, wo der Oberkiefer aus einer Reihe hinter einander gelegener, zahntragender Knochen bestand, ähnlich dem Verhalten, welches unter den lebenden Formen *Lepidosteus* bietet.

Eben so, wie der Zwischenkiefer, so scheint auch das Maxillare als Belegknochen auf dem knorpeligen Primordialskelet zugehörigen Theilen sich gebildet zu haben. In allerdings verhältnißmäßig seltenen Fällen haben sich dieselben noch erhalten. Diese Skeletstücke, die ich als *Submaxillaria* bezeichnen möchte, liegen medial den *Maxillaria* an und helfen die Verbindung der letzteren mit dem vorderen Ende des Palatinbogens oder dem vorderen Schädelende selbst herstellen. Ihre Zahl ist eine wechselnde. Die größte Zahl traf ich bei einigen *Cyprinoiden* an (z. B. bei *Catostomus*), bei welchen auf jeder Seite drei *Submaxillaria* waren, durch deren Vermittlung das Maxillare sich sowohl mit dem vorderen Ende des *Os palatinum*, als auch mit dem *Cranium* selbst verband. Bei anderen *Cyprinoiden* reduciren sich diese Skeletstücke auf zwei, auf eines, oder schließlich auch vollständig. Zwei *Submaxillaria* finde ich auch bei dem weiter unten ausführlicher beschriebenen *Citharinus*. Ein eigenthümliches Verhalten zeigt *Gymnotus*, bei welchem der Oberkiefer dorsal in einen aus Knorpel bestehenden Fortsatz ausläuft, der sich an das vordere Ende des Palatinbogens anlagert. Da es nun ganz sicher ist, dass das Maxillare ein reiner Belegknochen ist und es daher undenkbar scheint, dass demselben eine knorpelige Apophyse aufsitze, so ist, wie es mir scheint, dieser Befund nur so zu erklären, dass das Maxillare sich mit einem *Submaxillare* verbunden hat. Eine genaue Schilderung dieses sehr bemerkenswerthen Verhaltens soll bei der speciellen Beschreibung der *Gymnotiden* gegeben werden, auf welche ich hier auch verweise.

Auch bei *Perca* finde ich eine Spur eines *Submaxillare*, in Gestalt eines kleinen Faserknorpels, welcher in dem Bande liegt, durch welches die Verbindung des Maxillare mit dem vorderen Schädelende hergestellt wird. Es ist gewiss nicht ohne Bedeutung, dass *Submaxillaria* embryonal auch bei solchen Formen angetroffen werden, denen sie in erwachsenem Zustande fehlen. Für mich wenigstens kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die von PARKER<sup>1</sup> bei Lachsembryonen beschriebenen Labialknorpel meinen *Submaxillaria* entsprechen.

Eben so wie im Rostrale, so glaube ich auch in den *Submaxillaria*

<sup>1</sup> W. K. PARKER, On the structure and development of the skull in the Salmon. *Philosophie. Transact.* 1873.



ganz typische Skeletstücke erkennen zu können, die durch ihre Beziehungen zum Maxillare und durch ihre Lage, lateral vom vorderen Ende des Palatinbogens oder dicht vor demselben am Cranium selbst, scharf charakterisirt sind.

Wenn wir uns die Frage stellen, welchen Theilen des Selachierschädels die Submaxillaria der Teleostier entsprechen, so scheint es mir sehr wahrscheinlich zu sein, dass wir in ihnen die oberen Labialknorpel zu erblicken haben; namentlich die Beziehungen zum Os palatinum, welches die vorderste Ossifikation des Palatoquadratum vorstellt, spricht für diesen Umstand, da ja auch die oberen Lippenknorpel der Selachier dem Palatoquadratum lateral anliegen. Gegen diese Deutung könnte der Umstand angeführt werden, dass die Maximalzahl der Submaxillaria bei Knochenfischen drei (bei einigen Cyprinoiden) betragen kann, während bei Selachiern höchstens zwei obere Labialknorpel angetroffen werden. Ein großes Gewicht darf übrigens auf diesen Einwand nicht gelegt werden, da wir durchaus nicht wissen, ob die Zahl der Labialknorpel bei den Vorfahren der jetzt lebenden Selachier nicht eine größere war. In diesem Falle würden sich gewisse Teleostier noch primitiver verhalten, als sämtliche jetzt lebenden Selachier, wogegen a priori auch kein ernstlicher Einwand gemacht werden könnte, da ähnliche Verhältnisse auch in anderen Organsystemen angetroffen werden, wie z. B. im Verhalten des uropoetischen Systems. Eine andere Möglichkeit wäre darin zu suchen, dass das eine der drei Submaxillaria bei Cyprinoiden eine ganz accessorische Sehnenverknorpelung vorstellt, wofür, wie bei der speciellen Beschreibung des Cyprinoidenschädels erörtert werden soll, manche Anzeichen sprechen.

Jedenfalls halte ich es vorläufig noch für geboten die Homologie der Submaxillaria der Knochenfische mit den Labialknorpeln der Selachier mit Reserve aufzustellen. Das ist auch der Grund, wesshalb ich diesen Skelettheilen einen neuen Namen zu geben für zweckmäßig hielt, statt dieselben, wie es z. B. PARKER gethan hat, einfach als Lippenknorpel zu bezeichnen. Das dunkle Gebiet der accessorischen kleinen Skeletstückchen im Bereich des vorderen Kopfendes kann eben nur dadurch ins Klare kommen, wenn die einzelnen Bildungen scharf unterschieden und charakterisirt werden und dem alten Schlendrian, dieselben ohne Unterschied unter der Kollektivbezeichnung »Labialknorpel« zusammenzufassen, ein Ende gemacht wird.

Wir schreiten nach diesen allgemein einleitenden Worten zu der speciellen Untersuchung des Kieferapparates der Characinen. Die

Verhältnisse der Erythrininen (Taf. I Fig. 13) lassen sich ganz leicht an die bei niederen Fischen, speciell an die bei *Amia* bestehenden, anknüpfen. Die Ähnlichkeit mit dem Kieferapparat von *Amia* ist in der That geradezu frappant. Eben so wie bei dem letzteren Fisch ist die Verbindung des Zwischenkiefers mit dem Cranium eine feste; nur erfolgt sie in anderer Weise. Während dieser Knochen bei *Amia* mit seinem aufsteigenden Fortsatze den Boden der Nasengrube bilden hilft und dem Knorpel der Ethmoidalregion dicht aufliegt, liegt er bei *Erythrinus* (die anderen Erythrininen verhalten sich ganz ähnlich) ganz oberflächlich und legt sich dem lateralen Rande des Ethmoid an. Der Oberkiefer, welcher bis zu seinem hinteren Rande bezahnt ist, erstreckt sich weit nach hinten unter den Praeorbitalknochen — ganz wie bei *Amia*. Vorn entsendet er einen medial gerichteten Fortsatz, der sich über das vordere Ende des Palatinbogens legt und sich an das Cranium selbst anheftet. Von Submaxillarknorpeln ist keine Spur zu finden. Dieses Verhalten erinnert ebenfalls in hohem Grade an *Amia*.

Von den Erythrininen aus lassen sich die fleischfressenden Characiniden leicht beurtheilen (Taf. I Fig. 13). Die Unterschiede bestehen hauptsächlich darin, dass die Oberkiefer eine weniger ausgebildete Bezahnung besitzen und dass der erwähnte, medial gerichtete Fortsatz dieser Knochen weniger entwickelt ist; er erreicht nicht mehr den Schädel. Der Oberkiefer wird in seiner Lage gehalten durch seine sehr feste Verbindung mit dem Zwischenkiefer. Man kann dieses Verhalten ganz ungezwungen von dem bei Erythrininen bestehenden und, in weiterer Linie, von dem bei *Amia* bestehenden ableiten. Ganz anders verhalten sich die pflanzenfressenden Characiniden, speciell die von mir genauer untersuchte Gattung *Citharinus* (Taf. I Fig. 14). Der Oberkiefer ist auf Kosten des Zwischenkiefers reducirt und in den Mundwinkel gedrängt. Auch hat der letztere Knochen seinen aufsteigenden Fortsatz, bis auf ein Rudiment, eingebüßt und ist mit dem vorderen Ende des Schädels nur ganz lose verbunden. Der Oberkiefer selbst, welcher durch einen kleinen, schuppenförmigen Knochen vorgestellt wird, verbindet sich mit dem Schädel durch Vermittlung von zwei Submaxillarknorpeln, von denen der vordere direkt dem Cranium unter der Nasengrube anliegt, während der hintere sich mit dem vorderen Ende des Palatinum verbindet.

Da die Submaxillarknorpel ein sehr altes Erbstück vorstellen und, wie ich oben erörtert habe, wahrscheinlich den oberen Labialknorpeln der Selachier homolog sind, so verhält sich *Citharinus* —

und wahrscheinlich auch die übrigen pflanzenfressenden Characiniden — in dieser Beziehung weit primitiver, als die Erythrininen und die im Bau des Oberkieferapparates ganz ähnlich gebildete *Amia*, und weist auf noch ältere Zustände hin, als diejenigen, die sich bei der letzteren Gattung erhalten haben. Es ist das eine Stellung der pflanzenfressenden Characiniden, die schon aus der Betrachtung des Schädels hervorging, und die durch die nachfolgende Beschreibung der übrigen Organsysteme noch gestützt werden wird.

Der Unterkiefer der Characiniden zeigt die gewöhnlichen drei typischen Knochen der Teleostier: ein Dentale, ein Articulare und ein Angulare, welches letztere nur bei *Citharinus* fehlt. Gegenüber *Amia*, welche außer diesen Knochen noch ein Supraangulare und ein großes, nebst mehreren kleinen accessorischen Opercularstücken besitzt<sup>1</sup>, ist eine Reduktion zu erkennen. Dasselbe gilt auch für die knorpelige Grundlage des Unterkiefers, den MECKEL'schen Knorpel, welcher bei Characiniden einen einfachen, schlanken Stab vorstellt, während er bei *Amia* an seinem distalen Ende eine breite, plattenartige Verbreiterung besitzt, welche lateral vom Supraangulare gedeckt wird. Das vorderste Ende des MECKEL'schen Knorpels weist bei *Amia* eine Ossifikation auf, die »Mento-MECKEL'sche« Ossifikation von PARKER; bei den Characiniden ist es unverknöchert.

Auf das ähnliche Verhalten der Knochen des Suborbitalbogens bei *Amia* und bei den Erythrininen, an welche sich die übrigen Characiniden leicht anschließen lassen, habe ich schon aufmerksam gemacht.

Eben so groß ist die Ähnlichkeit im Verhalten des Opercularapparates; die einzelnen Stücke des letzteren stimmen bei *Amia* und bei Characiniden, namentlich bei Erythrininen, fast ganz überein.

Das Skelet der Kiemenbogen von *Amia* zeichnet sich vor demjenigen der meisten Teleostier dadurch aus, dass das Kopularstück des Hyoidbogens (Basihyale, Os entoglossum) nur eine geringe Ausbildung zeigt. Außerdem besitzt *Amia* zwischen den unteren Schlundknochen ein unpaares, knorpeliges Skeletstück, das an seiner gegen die Schlundhöhle zugewandten Oberfläche von mehreren kleinen, zahntragenden Knochenplättchen bedeckt ist, und das als ein Kopularstück des fünften Kiemenbogens aufzufassen ist. Bei Ery-

---

<sup>1</sup> Vgl. die Beschreibung, die BRIDGE in seiner schon mehrfach citirten Arbeit giebt.



thrinus traf ich ebenfalls einen kleinen unpaaren, länglichen Knorpel, das Rudiment dieses Kopularstücks, zwischen den beiden unteren Schlundknochen an. Bei *Macrodon* war dieser kleine Knorpel schon mit dem Kopulare des vierten Bogens verschmolzen und bei den übrigen Characiniden keine Spur desselben mehr zu entdecken. Bei der Gattung *Citharinus* fand ich außerdem noch einen anderen, auf sehr primitive Verhältnisse hinweisenden Skelettheil: nämlich ein Epibranchiale des fünften Bogens, das in zwei Stücke zerfallen war und mit dem Epibranchiale des vierten Bogens in Verbindung stand. Dasselbe dient dem accessorischen Kiemenorgan dieser Gattung, das weiter unten erwähnt werden soll, zur Stütze. Ähnliche Reste des fünften Epibranchiale, die sich, wie es scheint, immer in Verbindung mit accessorischen Kiemenorganen erhalten haben, sind von HYRTL<sup>1</sup> und GEGENBAUR<sup>2</sup> bei einigen Clupeiden und von dem ersterwähnten Autor auch bei dem Characiniden *Prochilodus* beschrieben worden. Da *Amia* nichts Entsprechendes aufweist, so muss dieser Skelettheil ein Erbstück von Formen sein, die sich im Bau des Kiemenskelettes weit primitiver verhalten haben, als diese Ganoidform. Das Basihyale ist bei den Characiniden viel stärker entwickelt, als bei *Amia*, und vor demselben finde ich bei einigen Gattungen (z. B. *Erythrinus*, *Alestes*) noch ein knorpeliges, unpaares Skeletstück, das, aller Wahrscheinlichkeit nach, als ein abgelöstes Stück des Basihyale aufzufassen ist.

Wenn wir den Kopf verlassen und andere Skelettheile in Betracht ziehen, so ergibt es sich, dass die Ähnlichkeit zwischen *Amia* und den Characiniden allerdings eine geringere ist.

Was zunächst die Wirbelsäule anbetrifft, so stehen mir eigene Erfahrungen nicht zu Gebote, und da ich auch in der Litteratur, außer einer Notiz von JOH. MÜLLER, der die Angabe macht, dass die oberen Bogen mit den Wirbelkörpern nicht verwachsen, sondern nur durch Naht vereinigt seien, wie bei einigen anderen Teleostierfamilien, nichts darauf Bezügliches finde, so muss ein Vergleich mit *Amia* unterbleiben.

Über den Schultergürtel habe ich schon in der Einleitung ausführlich berichtet und darauf hingewiesen, dass der primäre

<sup>1</sup> HYRTL, Über die accessorischen Kiemenorgane der Clupeaceen. Denkschriften d. Akad. d. Wiss. z. Wien. Bd. X. 1855 und: Über besondere Eigentümlichkeiten der Kiemen etc. von *Lutodeira*. Ibid. Bd. XXI. 1862.

<sup>2</sup> GEGENBAUR, Über das Kopfskelet von *Alepocephalus rostratus*. Morphol. Jahrb. Bd. IV. Suppl. 1878.

Schultergürtel der Characiniden keinen direkten Anschluss an *Amia* gestattet, sondern sich von einer Form ableitet, die dem Schultergürtel der Siluroiden nahe stand, welche ihrerseits an Formen anschließt, die sich primitiver als *Amia* verhalten und Verhältnisse aufweisen, wie etwa die jetzt lebenden Acipenseriden.

Der sekundäre Schultergürtel der Characiniden zeichnet sich vor demjenigen von *Amia* dadurch aus, dass sein oberstes Stück, das Extrascapulare, viel geringer entwickelt ist, als bei der letzteren. Außerdem finde ich bei Characiniden ganz konstant den in morphologischer Beziehung noch räthselhaften, stiel förmigen, nach hinten und unten gerichteten Hautknochen, der von CUVIER als Coracoid bezeichnet worden ist; bei *Amia* fehlt derselbe, so weit ich mich überzeugen konnte. Sonst stimmen die Verhältnisse des Schultergürtels ziemlich überein.

Wenn wir auf die vertikalen Flossen übergehen, so müssen wir als Stammform der Characiniden einen Fisch annehmen, der eine lange, fast bis zum Schwanzende reichende Dorsalis besaß, wie *Amia*, die sich jedoch darin primitiver verhalten haben muss, als die Rückenflosse von *Amia*, dass sie in ihrem hinteren Abschnitt keine knöchernen Flossenstrahlen besaß, sondern nur Hornfäden, also eine Flosse ähnlich derjenigen, wie sie bei der Siluroidengattung *Heterobranchus* angetroffen wird. Nur von einer solchen Rückenflosse können die beiden Dorsales der echten Characiniden abgeleitet werden, von denen die hintere bekanntlich eine Fettflosse ist.

Was die Eingeweide betrifft, so kann ich mich kürzer fassen.

Der *Tractus intestinalis* der Characiniden<sup>1</sup> ist konstant mit sehr zahlreichen Pylorusanhängen ausgestattet; im Übrigen verhält er sich sehr verschieden. Relativ kurz ist er bei den Erythrininen und bei den fleischfressenden Characiniden, während er bei den pflanzenfressenden Gattungen eine beträchtliche Länge erreicht und viele Windungen besitzt. Der Magen hat gewöhnlich die Gestalt eines Blindsacks; bei einigen pflanzenfressenden Gattungen, wie z. B. *Curimatus*, *Prochilodus*, *Hemiodus*, verdickt sich der aufsteigende Schenkel sehr beträchtlich und bildet einen wahren Muskelmagen<sup>2</sup>. In allen diesen Verhältnissen ist gegenüber *Amia*, die einen Darm mit wenigen Windungen, ohne Pylorusanhänge und

<sup>1</sup> Zahlreiche Detailangaben bei CUVIER et VALENCIENNES, l. c. T. XIX und XXII.

<sup>2</sup> JOH. MÜLLER, Vgl. Anat. d. Myxinoiden. Th. IV. l. c. 1843. pag. 159.

eine rudimentäre Spiralklappe im Enddarm besitzt, eine Weiterentwicklung und Specialisirung zu erkennen.

Die Schwimmblase der Characiniden ist, wie es scheint ohne Ausnahme, gedoppelt und besteht ganz ähnlich, wie bei unseren einheimischen, bekannten Cyprinoiden, aus einer kleineren, vorderen und größeren, hinteren Abtheilung. Beide sind durch ein kurzes, dünnes Zwischenstück verbunden und von dem vorderen Ende der hinteren Abtheilung nimmt der gewöhnlich lange und dünne Ductus pneumaticus seinen Ursprung; derselbe ist bei *Macrodon* nach Art eines Rosenkranzes abwechselnd verengert und verbreitert.

Bei den Gattungen *Erythrinus* und *Lebiasina* besitzt das vordere Ende der hinteren Schwimmblasenabtheilung, wie schon seit langer Zeit bekannt ist, einen zelligen Bau. Die Zellen in der Wand der Schwimmblase sind klein und zahlreich und recht regelmäßig angeordnet. Im Ganzen hat ihr Verhalten mit der ebenfalls zelligen Schwimmblase von *Amia* unter allen ähnlich gebauten Schwimmblasen noch die größte Ähnlichkeit.

Bei den echten Characiniden mündet der Luftgang der Schwimmblase in den Schlund dorsal ein, während die *Erythrininen* in dieser Hinsicht (wenigstens die bisher untersuchten Gattungen *Erythrinus*, *Macrodon* und *Lebiasina*; wie sich die anderen verhalten ist nicht bekannt) ein bemerkenswerthes Verhalten zeigen, indem der Ductus pneumaticus lateral in den Schlund mündet und zwar auf der linken Seite. Dieses Verhalten, welches in der ganzen Reihe der Teleostier einzig dasteht, verdient einer näheren Betrachtung unterzogen zu werden, um so mehr, als meines Wissens bisher kein Versuch gemacht worden ist, dasselbe zu erklären.

Wenn auch gegenwärtig wohl kein Anatom an der Homologie der unpaaren, dorsal vom Tractus intestinalis gelegenen Schwimmblase mit den paarigen, ventral von dem letzteren liegenden Lungen zweifelt, so ist doch das nähere Verhältnis der beiden Organe zu einander noch keineswegs klar gestellt, und bleibt es noch eine dankenswerthe Aufgabe, dasselbe genauer zu erforschen. Meines Wissens ist der einzige in dieser Richtung gemachte Versuch von BOAS<sup>1</sup> ausgegangen.

Nach BOAS ist die dorsale Lage der Lunge resp. Schwimmblase die primäre; dabei ist das Organ unpaar, etwa in der Art, wie es

<sup>1</sup> J. E. V. BOAS, Über den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien. Morphol. Jahrb. Bd. VII. pag. 566 u. ff.



bei *Lepidosteus* angetroffen wird. Dieses unpaare Organ spaltet sich nun der Länge nach, mitsammt seinem Ausführungsgange und die von einander unabhängig gewordenen Theile wandern sammt ihren Mündungen an der Peripherie des Oesophagus nach unten, bis sie schließlich ventral einmünden. Nunmehr verschmelzen die beiden Mündungen in der ventralen Mittellinie mit einander, und es resultirt ein Verhalten, wie es unter den Fischen bei *Polypterus* und bei sämmtlichen mit Lungen versehenen Wirbelthieren angetroffen wird. Diese Hypothese, wie gesagt die einzige, die über das Verhältnis der Lungen zu der Schwimmblase aufgestellt worden ist, giebt zu manchen Bedenken Veranlassung. Es sind vor Allem drei Schwierigkeiten, welche durch die Hypothese von BOAS nicht beseitigt werden. 1) Ist keine Ursache denkbar, welche es bewirken sollte, dass die dorsal gelegene Lunge sich in zwei Theile spalte, welche ventral wanderten und sich dann wiederum, wenigstens mit ihren Ausführgängen, vereinigten. 2) Sind in das von BOAS aufgestellte Schema, solche Schwimmblasen, wie diejenigen der *Erythrininen* und der *Dipnoer*, deren Ausführgang lateral in den Schlund mündet, gar nicht, oder doch nur höchst gezwungen unterzubringen. 3) Spricht das Verhalten der Lungenarterien bei *Ceratodus* direkt gegen die Annahme, dass die dorsale Lage der Lunge die ursprüngliche ist.

Was den ersten Einwand betrifft, so halte ich ihn für einen sehr gewichtigen. Die Aufgabe der vergleichenden Anatomie kann nicht bloß darin liegen, für die sich allmählich vollziehenden Umwandlungen der einzelnen Organe Reihen aufzustellen. Das ist nur die eine Seite der vergleichenden Anatomie. Eine andere Aufgabe muss in der Feststellung der Ursachen, welche bei den Umbildungen der Organe thätig sind, liegen. Erst wenn die letzteren festgestellt sind, haben wir eine Garantie dafür, dass die aufgestellte Reihe nicht ganz willkürlich zusammengestoppelt ist, sondern eine innere Berechtigung hat.

Für eine sekundäre Wanderung der Lungen von der dorsalen nach der ventralen Seite ist nun schlechterdings kein vernünftiger Grund anzugeben, dagegen ist eine Verlagerung im entgegengesetzten Sinne leicht genug zu verstehen. Wenn wir uns vorstellen, dass die hydrostatische Funktion der Schwimmblase eine allmählich erworbene ist, und dass dieses Organ ursprünglich eine andere Funktion hatte, so musste nothwendigerweise eine Verlagerung desselben dorsal in dem Maße erfolgen, als es eine hydrostatische Bedeutung

erlangte. Eine Schwimmblase in ventraler Lagerung ist eben nicht denkbar, da das Gleichgewicht unter solchen Umständen nicht aufrecht erhalten werden könnte; der Fisch müsste den Bauch nach oben kehren.

Von diesem Standpunkte aus sind dann auch die Verhältnisse der Erythrininen und der Dipnoer zu verstehen, während sie nach BOAS schlechterdings unerklärlich bleiben.

Ich stelle mir eben vor, dass das bei Erythrininen zu beobachtende Verhalten eine Übergangsform zwischen der ventralen Schwimmblase von Polypterus und der gewöhnlichen dorsalen der übrigen Fische repräsentirt. Das Organ selbst hat seine definitive Lage bereits eingenommen, während der Luftgang auf halbem Wege stehen geblieben ist und noch lateral in den Schlund mündet. Wenn man hier annehmen wollte, dass die dorsale Lage des Organs die primitive sei, so würden wir kein plausibles Motiv für die Lageveränderung des Ductus haben, welcher primär seine Lage wohl kaum verändern kann.

Sehr bemerkenswerth ist die absolute Unpaarigkeit der Schwimmblase der Erythrininen und das asymmetrische Verhalten des Ductus pneumaticus. Wenn meine Auffassung richtig ist, so kann die Schwimmblase der Erythrininen, und natürlich auch diejenige aller übrigen Fische, nur der einen der beiden ventralen Schwimmblasen von Polypterus entsprechen, die andere muss reducirt worden sein. Es ist das, wie ich zugeben will, eine sehr gewagte Hypothese, jedoch die einzige, die alle Verhältnisse in ungezwungener Weise erklärt.

Ähnlich, wie die Verhältnisse der Erythrininen, müssen auch die bei Dipnoern bestehenden erklärt werden. Die Lunge der Dipnoer liegt bekanntlich dorsal und ist bei *Ceratodus* ein einfacher Sack, während sie bei *Protopterus* in ihrem hinteren Abschnitt paarig erscheint. Der Ductus pneumaticus schlägt sich rechts um den Oesophagus herum und mündet ventral in denselben.

Nach Allem sind die Verhältnisse denjenigen der Erythrininen ähnlich und unterscheiden sich nur dadurch, dass — was unwesentlich ist — der Ductus nicht lateral einmündet, sondern noch vollständig seine ursprüngliche ventrale Lage bewahrt hat, und dadurch, dass — was sehr wesentlich ist — der ganze Ductus nicht links, sondern rechts vom Oesophagus liegt.

Dieses Verhalten ist von der größten Bedeutung; es zeigt ganz klar, dass die Organisationsverhältnisse der Erythrininen und der Dipnoer nicht in kausalen Zusammenhang gebracht werden können.

sondern ganz unabhängig von einander entstanden sein müssen. Die dorsale Lage der Schwimmblase bei Erythrininen und den von denselben sich ableitenden übrigen Teleostiern und bei Dipnoern muss ganz selbständig zu Stande gekommen sein; bei den ersteren ist das Organ links vom Oesophagus — bei den letzteren rechts von demselben dorsal gewandert. Eine solche Auffassung hat bei den verwandtschaftlichen Verhältnissen, welche zwischen Ganoiden, Teleostiern und Dipnoern bestehen, nichts Auffallendes.

Eine genauere Betrachtung der Art. pulmonales der Dipnoer stützt — wie es mir scheint — die hier ausgeführte Hypothese in hohem Grade. Wenn wir den Versuch machen, die Lunge der Dipnoer auf die bei anderen Fischen bekannten Verhältnisse zurückzuführen, so sind nur zwei Annahmen möglich. Entweder ist dieselbe von einer unpaaren, dorsal liegenden Schwimmblase abzuleiten, deren Ductus pneumaticus längs der Seite des Oesophagus nach unten gewandert ist, bis er schließlich ventral einmündete; oder aber leitet sich das Organ von einem ursprünglich ventral gelegenen ab, welches dorsal gewandert ist, ohne dass der Luftgang mitfolgte. In dem ersteren Falle müssten die Art. pulmonales, da ja die Lunge selbst ihren ursprünglichen Platz bewahrt hat und nur der Ductus pneumaticus verlagert worden ist, in gewöhnlicher Weise dorsal verlaufen und die rechte von der rechten Seite, die linke von der linken an die Lunge treten.

Ganz anders im zweiten Falle. Wenn die Lunge ursprünglich ventral lag und die Art. pulmonales von oben an ihre Seiten traten, so muss bei einer dorsalen Verlagerung der Lunge um die rechte Seite des Oesophagus, die linke Art. pulmonalis sich schließlich ventral um den Oesophagus schlagen und von unten an die Lunge treten. In dieser Weise verhält sich nun in der That *Ceratodus* nach den Angaben von BOAS<sup>1</sup>, der in dieser Hinsicht gewiss unparteiisch ist. Nach BOAS nehmen die Lungenarterien aus den vierten Kiemenbogen ihren Ursprung; die rechte, schwächere verläuft direkt nach hinten und versorgt den dorsalen Theil der Lunge, während die weit stärkere linke sich unter den Oesophagus schlägt und sich an dem ventralen Abschnitt der Lunge verzweigt.

Dieses Verhalten, für welches BOAS keine Erklärung giebt, ist,

---

<sup>1</sup> J. E. V. BOAS, Herz und Arterienbogen bei *Ceratodus* und *Protopterus*. Morphol. Jahrb. Bd. VI. pag. 321 u. ff.



wie ich glaube, nur durch meine Hypothese zu verstehen und ist auch das stärkste Argument zu Gunsten derselben.

Um Alles noch einmal zusammenzufassen, so stellt die bei *Polypterus* zu beobachtende, paarige, ventral gelegene Schwimmblase, die primitivste, noch existirende Form dieses Organs vor. Von ihr aus lassen sich die bei den Amphibien und weiter bei den Amnioten vorhandenen Lungen in ganz ungezwungener Weise ableiten. Auf der anderen Seite leitet sich auch die Schwimmblase der Teleostier von dem Befunde des *Polypterus* ab; und zwar entspricht sie nur der linken von den beiden, bereits bei diesem Fisch ungleich großen Schwimmblasen, welche, indem sie eine ausschließlich (oder fast ausschließlich) hydrostatische Bedeutung erlangte, ihre ursprüngliche ventrale Lage gegen eine dorsale vertauschen musste. Ein Zwischenstadium stellen die Verhältnisse bei Erythrininen vor, deren Schwimmblase zwar schon die definitive Lage erlangte, deren *Ductus pneumaticus* jedoch nicht vollständig nachgefolgt ist. Auch ist die Gefäßversorgung eine andere geworden, indem die Schwimmblase nicht von der vierten Kiemenvene, sondern von der Aorta aus versorgt wird.

Eine den Teleostiern analoge Reihe bilden die Dipnoer, deren Schwimmblase ebenfalls dorsal gewandert ist, doch nicht auf der linken Seite des Oesophagus, sondern auf der rechten. Die Gefäßversorgung ist bei Dipnoern dieselbe, wie bei *Polypterus*, nämlich von den vierten Kiemenvenen aus.

Die hier vorgetragene Anschauung scheint mir die Thatsachen besser zu erklären, als die Hypothese von BOAS, und gestattet auch die Verhältnisse der Erythrininen und der Dipnoer, welche bei der Annahme der anderen Hypothese keinen naturgemäßen Platz finden, unterzubringen. Vorläufig Hypothese — gegen Hypothese. Eine genauere Kenntnis der erwachsenen Formen und vor Allem die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte, die gerade in dieser speciellen Frage, wie ich glaube, entscheidend sein kann, wird nachweisen, welche der beiden Hypothesen die größere Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Der hier vorgetragenen Anschauung steht die Thatsache scheinbar entgegen, dass bei Selachierembryonen von MICLUCHO-MACLAY<sup>1</sup> eine kleine, blindsackartige Ausstülpung der dorsalen Wand des Schlundes entdeckt wurde, die allgemein für ein Rudiment der Schwimmblase gehalten worden ist. Wenn diese Deutung richtig ist, so würde sie

<sup>1</sup> MICLUCHO-MACLAY, Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. III. 1868.

ganz entschieden zu Gunsten einer ursprünglich dorsalen Entstehung der Schwimmblase sprechen. Nun ist diese Deutung aber nichts weniger als sicher. Als eine Schwimmblase im Moment ihrer ersten Entstehung kann das Organ von MICLUCHO-MACLAY gewiss nicht angesprochen werden, da es offenbar eine rudimentäre, funktionslose Bildung vorstellt. Und die Annahme, dass ein in der Reihe der Fische fast allgemein verbreitetes Organ, gerade bei den am tiefsten stehenden Formen reducirt sein sollte, hat sicher keine große Wahrscheinlichkeit für sich. Jedenfalls kann zur Zeit, ehe die Bedeutung des von MICLUCHO-MACLAY entdeckten, rudimentären Organs der Selachier nicht mit größerer Sicherheit bekannt ist, daraus kein schwer wiegender Einwand gegen meine Hypothese herbeigezogen werden.

Nach dieser kleinen Abschweifung kehren wir zur Vergleichung der Characiniden mit *Amia* zurück.

Über die Respirationsorgane ist wenig zu bemerken. Die Kiemen von *Amia* und diejenigen der Characiniden haben den gewöhnlichen Bau und zeigen keinerlei Abweichungen.

Bekanntlich besitzt *Amia* eine gut ausgebildete Opercularpseudobranchie<sup>1</sup>. Den Characiniden soll dieses Organ fehlen<sup>2</sup>. Diese Angabe ist nicht ganz richtig. Bei jungen Exemplaren von *Citharinus* (12—15 cm) finde ich eine sehr deutliche, unter der Schleimhaut liegende Pseudobranchie, die sogar noch knorpelige Kiemenstrahlen besitzt. Bei älteren Stücken ist das Organ reducirt. An der entsprechenden Stelle finde ich bei den fleischfressenden Gattungen *Hydrocyon*, *Anacyrtus*, *Tetragonopterus* und *Alestes* unter der Schleimhaut eine drüsige, anscheinend aus einzelnen Follikeln zusammengesetzte Masse, die aber keine knorpeligen Kiemenstrahlen mehr enthält. Obgleich ich mir durch eine mikroskopische Untersuchung dieser Masse keine klare Vorstellung vom Bau derselben verschaffen konnte, da der Erhaltungszustand der untersuchten Fische kein genügender war, so kann es doch, wie ich glaube, keinem vernünftigen Zweifel unterliegen, dass es ein

---

<sup>1</sup> Die Bezeichnung »Pseudobranchie« ist in der neueren Zeit von mehreren Autoren verworfen worden. Ich möchte dieselbe beibehalten und unter diesem Worte ein nach Art einer Kieme gebautes und aus einer Kieme entstandenes Organ verstehen, das jedoch nicht mehr respiratorisch thätig ist. Die Plagiostomen besäßen somit eine Spritzlochpseudobranchie; vielen Ganoiden käme eine Opercularkieme zu, die bei Teleostiern zur Opercularpseudobranchie würde.

<sup>2</sup> GÜNTHER, Catalogue of fishes in the British Museum T. V. pag. 278.

der Pseudobranchie homologes Organ ist. Nur bei den Erythrinen finde ich keine Spur desselben. Somit schließen sich auch in diesen Verhältnissen die Characiniden an tiefer stehende Formen enger an, als man bis jetzt annehmen durfte.

Die pflanzen- und schlammfressenden Characiniden besitzen ein accessorisches Kiemenorgan, das zuerst von KNER<sup>1</sup> entdeckt und kurz beschrieben worden ist, und zwar bei den Gattungen *Curimatus*, *Caenotropus* und *Hemiodus*; wie ich hinzufügen will, kommt dasselbe auch bei *Prochilodus* vor. Bei allen diesen Formen besteht es aus einem blinden Sacke, der von dem oberen Rande der letzten Kiemenspalte entspringt und in welchen hinein die Reusenzähne resp. Papillen des letzten Kiemenbogens sich erstrecken. Dieses Organ hat somit genau denselben Bau, wie die von HYRTL<sup>2</sup> und GEGENBAUR<sup>3</sup> beschriebenen Organe vieler Clupeiden.

Bei *Citharinus* sind diese accessorischen Branchialorgane viel complicirter gebaut, indem dem eben beschriebenen Blindsack, der aus dem dorsalen Abschnitt der letzten Kiemenspalte entstanden zu denken ist, muskulöse, hohle Lappchen aufsitzen, die im Inneren Knorpelstäbe enthalten. Eine ausführliche Beschreibung dieses merkwürdigen Organs soll demnächst erscheinen, und will ich hier nur erwähnen, dass ich auf Grund sorgfältiger Untersuchung zu dem Resultat gelangt bin, dass wir es hier mit einem Organ zu thun haben, das aus der Kieme des fünften Bogen (unterer Schlundknochen) entstanden ist. Es ist das von großer Bedeutung, da unter den jetzt lebenden Ganoiden keine Gattung existirt, die auch nur Spuren einer fünften Kieme erkennen ließe. Erst unter den Selachiern, und zwar unter den am tiefsten stehenden, stoßen wir auf Formen, bei denen diese Kieme ausgebildet ist. Dass dieselbe aber früher viel weiter verbreitet gewesen ist, wird durch den Umstand bewiesen, dass sie auch bei der von den Notidaniden so weit entfernten Dipnoergattung *Protopterus*<sup>4</sup> gefunden wird (aber nicht bei *Lepidosiren* und *Ceratodus*). Es ist dies hier abermals ein Fall, in welchem bei niederen Teleostiern existirende Organisationsverhältnisse

<sup>1</sup> KNER, Die Kiemenanhänge der Characiniden. Verhandl. d. zoolog.-botanischen Gesellsch. in Wien. Bd. XI. 1861.

<sup>2</sup> HYRTL, Über die accessorischen Kiemenorgane der Clupeaceen. Denkschr. d. k. Akad. zu Wien. Mathem. naturw. Klasse. Bd. X. 1855.

<sup>3</sup> GEGENBAUR, Über das Kopfskelet v. *Alepocephalus rostratus*. Morphol. Jahrb. Bd. IV. 1878. Suppl.

<sup>4</sup> PETERS, MÜLLER'S Archiv f. Anatomie 1845. pag. 1.



keinen Anschluss an die jetzt lebenden Ganoiden gestatten, sondern auf Formen hinweisen, die viel niedriger organisirt waren, als die letzteren.

Über das uropoetische System kann ich nur wenig berichten. Die Urnieren der Characiniden erstrecken sich weit nach vorn und ihr sehr mächtig ausgebildeter Kopftheil ist, wie bei so vielen Teleostiern, in eine Masse umgewandelt, die aus cytogenem Gewebe besteht<sup>1</sup>. Wie sie sich zu den Urnieren der Ganoiden, speciell zu denjenigen von *Amia* verhalten, kann ich bei der mangelhaften Kenntnis der letzteren nicht angeben.

Über die Geschlechtsorgane der Characiniden widersprechen sich die Litteraturangaben. Während JOH. MÜLLER<sup>2</sup> angiebt, dass geschlossene Eierstöcke vorkommen, sollen nach VALENCIENNES<sup>3</sup> die letzteren — wie bei Salmoniden — einen lamellosen Bau besitzen, und die Eier aus der Bauchhöhle durch Pori abdominales entleert werden. Ich habe mich überzeugen können, dass JOH. MÜLLER Recht hat, und dass die Ovarien der Characiniden vollkommen geschlossene Säcke sind. Über die paarig vorhandenen Hoden habe ich nichts zu bemerken. Auf eine Vergleichung der Geschlechtsorgane der Characiniden mit denjenigen von *Amia* muss ich leider verzichten, da die letzteren zu ungenügend gekannt sind.

Was das Gefäßsystem betrifft, so ist eine beträchtliche Verschiedenheit im Bau des Herzens zu konstatiren. Bei *Amia* besitzt dasselbe bekanntlich einen deutlichen Conus arteriosus mit drei Reihen von Klappen, während die Characiniden<sup>4</sup> das gewöhnliche Verhalten der Teleostier zeigen, d. h. der Conus arteriosus ist reducirt und von den Klappenreihen hat sich nur eine, aus zwei Klappen bestehende erhalten. Genaueres über den Bau des Herzens ist leider nicht bekannt. Übrigens ist der Unterschied im Bau des Herzens zwischen *Amia* und den Teleostiern, wie BOAS<sup>5</sup> hervorgehoben hat, kein so großer, wie es auf den ersten Blick den Anschein hat, vielmehr schließen sich gewisse Knochenfische (*Albula*) ganz ungezwungen an *Amia* an.

Im Bau des Gehirns scheinen zwischen *Amia* und den Chara-

<sup>1</sup> F. M. BALFOUR, On the nature of the Head-kidney etc. Quart. Journ. Microsc. Sc. Vol. 22. 1882.

<sup>2</sup> JOH. MÜLLER, Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. I. c. pag. 159.

<sup>3</sup> CUVIER et VALENCIENNES, l. c. T. XIX u. XXII.

<sup>4</sup> JOH. MÜLLER, Bau und Grenzen der Ganoiden. I. c. pag. 131.

<sup>5</sup> J. E. V. BOAS, Über den Conus arteriosus bei *Butirinus* und anderen Knochenfischen. Morphol. Jahrb. Bd. VI. 1880.

einiden nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten zu bestehen. Das Gehirn der letzteren hat in der ganzen Konfiguration, so weit ich mich bei einer, an theilweise defekten Gehirnen angestellten Untersuchung überzeugen konnte, eine gewisse allgemeine Ähnlichkeit mit demjenigen der Cyprinoiden. Das Cerebellum ist bei allen Characiniden sehr eigenartig gestaltet und wölbt sich, etwa wie ein römischer Helm, zum Theil über das Mittelhirn. In der äußeren Gestalt hat es wenig Ähnlichkeit mit dem Gehirn von *Amia*, das sich durch ein kleines, wie bei Amphibien gebildetes, Cerebellum auszeichnet. Da jedoch genauere Details über den Bau des Centralnervensystems weder von *Amia* noch von Characiniden bekannt sind, so muss ich mich eines speciellen Vergleichs enthalten.

Die Verhältnisse der Centraltheile und Leitungsbahnen des Geruchsorgans sind schon Gegenstand ausführlicher Diskussion gewesen und möchte ich an dieser Stelle nur in Erinnerung bringen, dass dieselben bei *Amia* und bei Characiniden nicht in unmittelbarem Zusammenhang zu bringen sind. Die Verhältnisse bei den letzteren leiten sich von Formen ab, die entschieden tiefer als *Amia* standen und verhalten sich zum Theil auch noch primitiver, als bei der letzteren.

In dem peripherischen Nervensystem bestehen nur untergeordnete Differenzen.

Dasselbe gilt auch für die höheren Sinnesorgane. Das Auge von *Amia* zeigt keine Spur einer Chorioidealdrüse; bei allen untersuchten Characiniden dagegen finde ich dieselbe gut entwickelt: auch bei *Erythrinus*, bei dem sie nach STANNIUS<sup>1</sup> rudimentär sein soll.

Eben so sind die Verschiedenheiten im Labyrinth von *Amia*<sup>2</sup> und demjenigen der Characiniden, das, wie ich schon angegeben habe, große Ähnlichkeit mit dem der Cyprinoiden besitzt, nur untergeordnete und betreffen ausschließlich die Gestalt desselben, und einige durch Anpassung an den WEBER'schen Apparat erworbene Verhältnisse, wie z. B. die Existenz eines *Canalis communicans* zwischen den beiderseitigen *Sacculi*, und die größere Ausbildung der *Lagena*.

Wir sind nun am Ende der Vergleichung der Organisation der Characiniden mit derjenigen von tiefer stehenden Fischen, speciell von *Amia*, gelangt und können nun Alles zusammenfassen.

<sup>1</sup> STANNIUS, Handbuch d. Anatomie d. Wirbelthiere. 2. Aufl. Fische. 1854. pag. 219.

<sup>2</sup> G. RETZIUS, Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Th. I. Fische u. Amphibien. Stockholm 1881.

Wie es sich klar ergibt, lassen sich die Characiniden in den meisten Organisationsverhältnissen direkt an die bei *Amia* bestehenden anschließen, und zwar ist es die Gruppe der Erythrininen, welche die größte Übereinstimmung erkennen lässt. Nur in wenigen Punkten ist ein Anschluss nicht möglich und müssen wir in diesen Fällen auf tiefer stehende Formen als *Amia* zurückgehen. Jedenfalls stand die Stammform der Characiniden nicht fern von *Amia*.

Hiermit schließe ich die vorliegende Arbeit. In einer Reihe von nachfolgenden Abhandlungen sollen die anderen Familien der Knochenfische, zunächst die Physostomen, die eine große Mannigfaltigkeit in ihren Organisationsverhältnissen bieten, in derselben Weise behandelt und ihre verwandtschaftlichen Beziehungen unter einander und zu tiefer stehenden Fischen ausführlich untersucht werden. So wird es vielleicht möglich sein zu einem Verständnis ihrer Verwandtschaften zu gelangen, für welche das gegenwärtig geltende, in den Hauptzügen von JOH. MÜLLER festgestellte System doch nur einen unvollkommenen Ausdruck bietet.

Heidelberg, den 15. Mai 1884.

### Erklärung der Abbildungen.

Bezeichnungen, die für alle Figuren der Schädel gelten.

<i>Ob</i> Occipitale basilare,	<i>oc</i> Öffnung für den Occipitalnerven,
<i>Ol</i> Occipitale laterale,	<i>v</i> Vagusöffnung,
<i>Ex</i> Occipitale externum,	<i>gph</i> Glossopharyngeusöffnung,
<i>So</i> Occipitale superius,	<i>fa</i> Facialisöffnung.
<i>Ic</i> Intercalare,	<i>Tr</i> Öffnung für den Trigeminus,
<i>Pe</i> Petrosium,	<i>op</i> Opticusfenster,
<i>Sq</i> Squamosum,	<i>trch</i> Öffnung f. d. Trochlearis,
<i>Psf</i> Postfrontale,	<i>ol</i> Olfactoriusöffnung,
<i>Prf</i> Praefrontale,	<i>ca</i> Öffnung f. d. Carotis,
<i>Pa</i> Parietale,	<i>ju</i> Öffnung f. d. Vena jugularis.
<i>F</i> Frontale,	<i>cm</i> Augenmuskelkanal,
<i>Ps</i> Parasphenoid,	<i>cs</i> Canalis semicirc. anterior,
<i>Na</i> Nasale,	<i>ce</i> Canalis semic. extern,
<i>Eth</i> Ethmoid,	<i>cp</i> Canalis semic. post.,
<i>Vo</i> Vomer,	<i>ep</i> Epiphysarleiste,
<i>Pmx</i> Praemaxillare,	<i>tg</i> Temporalhöhle,
<i>Os</i> Orbitosphenoid,	<i>hm</i> Hyomandibularpfanne,
<i>As</i> Alisphenoid,	<i>csi</i> Cavum sinus imparis.

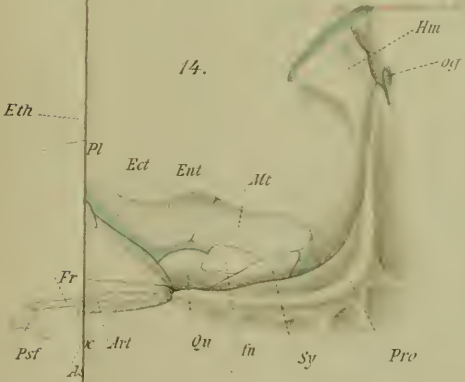
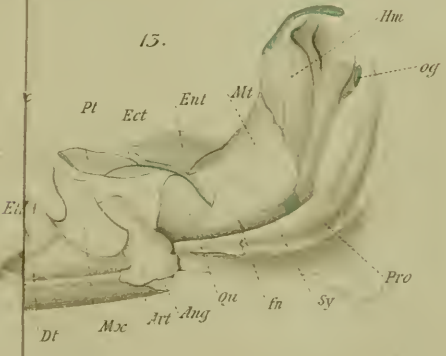
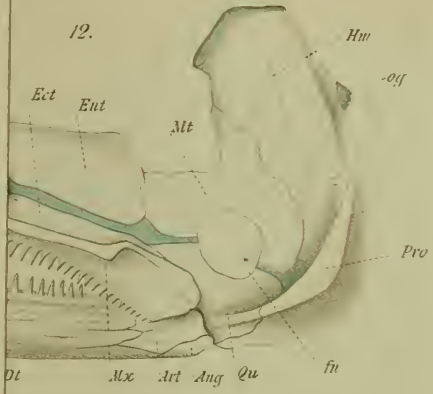


## Tafel I.

- Fig. 1. Schädel von *Erythrinus unitaeniatus* ( $1\frac{1}{2}$ mal vergrößert), dorsale Ansicht. *fs* oberes Fenster der Temporalhöhle. (Die Schleimkanäle sind durch eine unterbrochene Linie angedeutet.)
- Fig. 2. Schädel von *Erythrinus unitaeniatus*, ventrale Ansicht.
- Fig. 3. Schädel von *Erythrinus unitaeniatus*, laterale Ansicht.
- Fig. 4. Der Länge nach durchsägter Schädel v. *Erythrinus*. *il* Eingang zur Bulla lagenaris, *ft* durch eine Membran verschlossene mediale Wand der Temporalhöhle.
- Fig. 5. Ansicht von hinten desselben Schädels. *fs* oberes Fenster der Temporalhöhle.
- Fig. 6. Querschnitt durch den Schädel von *Erythrinus* in der Region der Nasengrube. Natürliche Größe.
- Fig. 7. Dessgl. durch den vorderen Abschnitt der Orbita.
- Fig. 8. Dessgl. durch die Gegend des Opticusfensters.
- Fig. 9. Dessgl. in der Gegend des Facialislochs.
- Fig. 10. Dessgl. vor der Glossopharyngeusöffnung.
- Fig. 11. Dessgl. in der Höhe der Bulla acustica lagenaris. *Ol* Hohlraum der Bulla acustica.
- Fig. 12. Suspensorial- und Kieferapparat von *Erythrinus*.  $1\frac{1}{2}$ mal vergrößert.  
*Hm* Hyomandibulare, *Qu* Quadratum, *Sy* Symplecticum, *Pl* Palatinum, *Mpt* Metapterygoid, *Ect* Ektopterygoid, *Ent* Entopterygoid, *Pmx* Zwischenkiefer, *Mx* Oberkiefer, *og* Gelenkkopf für das Operculum, *fn* Fenster zwischen Metapterygoid, Symplecticum und Quadratum, *Dt* Dentale, *Art* Articulare, *Ang* Angulare, *Pro* Praeoperculum.
- Fig. 13. Suspensorial- und Kieferapparat von *Hydrocyon* Forskalii. Natürl. Größe. Dieselben Bezeichnungen.
- Fig. 14. Derselbe Apparat von *Citharinus*. 3mal vergrößert. *Sm* Submaxillarknorpel.

## Tafel II.

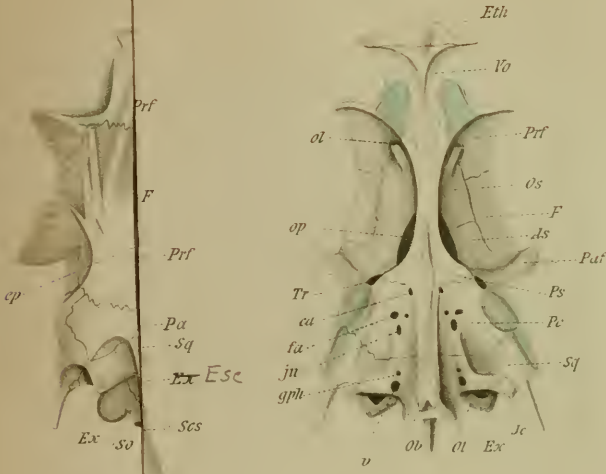
- Fig. 1. Schädel von *Citharinus Geoffroyi*. 3mal vergrößert. Dorsale Ansicht.
- Fig. 2. Derselbe, ventrale Ansicht. *pr* Fortsatz des Parasphenoid.
- Fig. 3. Derselbe nach Entfernung der Deckknochen (Ethmoid, Frontalia und Parietalia), dorsale Ansicht.
- Fig. 4. Derselbe, laterale Ansicht.
- Fig. 5. Derselbe von hinten. *fm* mediales hinteres Fenster der Temporalhöhle.
- Fig. 6. Derselbe der Länge nach durchschnitten. *fs* wie Taf. I Fig. 5.
- Fig. 7. Querschnitt durch den Schädel von *Citharinus*, durch die Region der Nasengruben. 2mal vergrößert.
- Fig. 8. Dessgl. durch den vorderen Abschnitt der Orbita. *Is* membranöses Septum interorbitale.
- Fig. 9. Dessgl. durch die Gegend des Facialislochs.
- Fig. 10. Dessgl. dicht vor dem Glossopharyngeusloch.
- Fig. 11. Der vordere Abschnitt der Schwimmblase und die Basis des Schädels von *Citharinus* von unten präpariert.



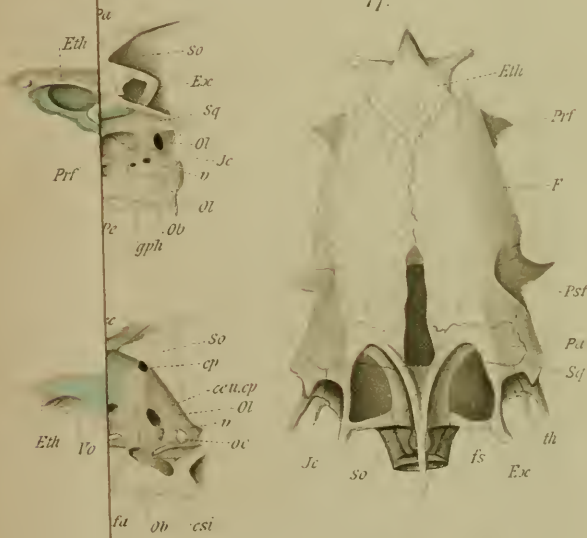




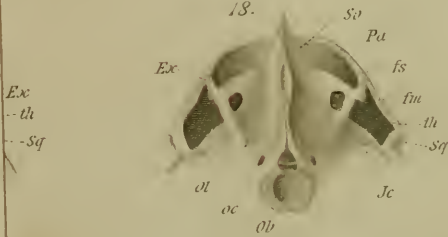
15.



17.



18.

















*Vn* vorderes, zwei Ausbuchtungen bildendes Ende der Schwimmblase, *Lg* von derselben zur Schädelbasis ziehendes Band, *Ps* Parasphenoid, *pr* Fortsatz desselben, der in dem erwähnten Bande eingeschlossen ist, *Ao* Aorta, welche das Band durchbohrt, *Bl* Bulba acustica, *v* Vagus, *oc* Occipitalnerv, *Mr* Musculus retractor claviculae, *R* vorderes Ende der Kopfnieren.

Fig. 12. Schädel v. *Hydrocyon Forskalii*, nat. Größe. Dorsale Ansicht.

*fs* wie Taf. I Fig. 5. *Esc* Extrascapulare, *Scs* Suprascapulare.

Fig. 13. Derselbe, ventrale Ansicht.

Fig. 14. Derselbe, laterale Ansicht.

Fig. 15. Schädel von *Hydrocyon brevis*, der Länge nach durchsägt.

Fig. 16. Schädel von *Hydrocyon Forskalii* von hinten. *fm* mediales unteres Fenster der Temporalhöhle.

Fig. 17. Schädel von *Alestes dentex*, nat. Größe, ventrale Ansicht.

Fig. 18. Derselbe von hinten.