

Ueber die Augenmuskelnerven der Ganoiden.

Von

Dr. Heinrich Schneider

aus Saalfeld.

Hierzu Tafel VII und VIII.

Die ersten zusammenhängenden Mittheilungen über die Nerven der den Augapfel bewegenden Muskeln in der Klasse der Fische finden sich, abgesehen vorläufig von *Lepidosteus*, in dem Werke von Stannius: Das peripherische Nervensystem der Fische. Dieser Forscher spricht sich zunächst dahin ¹⁾ aus, dass ganz allgemein sämmtlichen Fischen mit alleiniger Ausnahme des *Amphioxus* und der *Myxinoiden* selbstständige Augenmuskelnerven zukommen. Was den Ursprung der einzelnen Nerven anlangt, so soll der *Nerv. trochlearis* aus den *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina* entstehen und zwischen *Lobus opticus* und *Cerebellum* aus der Hirnsubstanz hervortreten, ferner soll der *Nerv. oculomotorius* von der vorderen Pyramide oder dem *Pedunculus cerebri* entspringen und endlich der *Nerv. abducens* sehr weit hinten aus den Pyramiden der *medulla oblongata* sich entwickeln. Wenn irgendwo Anomalieen des selbstständigen Verlaufes der Art vorkommen, dass entweder einzelne oder alle Augenmuskelnerven aus der Bahn des *Nerv. trigeminus* zu entstehen scheinen, so sind dies seiner Ansicht nach einestheils nur Anlagerungen beider Nervenstämme, andernteils werden sie hervorgerufen durch Ablösungen einzelner Theile und Uebertritt in das *Trigeminus*-Gebiet. Selbst von einer untergeordneten Betheiligung des *Nerv. quintus* bei der Versorgung des Auges glaubt Stannius absehen zu müssen; „denn“, sagt er, „nirgends scheinen accessorische Fäden aus dem *Trigeminus* in die Augenmuskeln zu treten.“ Sehr bestimmt äussert er sich auch über oder vielmehr gegen das Vorhandensein eines

¹⁾ Das peripherische Nervensystem der Fische von Dr. H. Stannius. Rostock 1849. S. 16—20.

Ganglion des Oculomotorius: „niemals finden sich in den Augenmuskelnerven gangliöse Elemente.“ Endlich ist er auch ein entschiedener Gegner derjenigen Ansicht, welche die Augenmuskelnerven, insbesondere den Nerv. oculomotorius als einen den Spinalnerven gleichwerthigen Hirnnerven auffasst. Er spricht sich über diesen Punkt folgendermassen aus¹⁾: „Auch (vorher ist von der Vergleichung der höheren Sinnes- und der Spinalnerven die Rede gewesen) der Parallelisirung der Augenmuskelnerven mit Spinalnerven stellen sich, wegen ihrer eigenthümlichen Ursprungsverhältnisse, des ihnen zukommenden Mangels an Ganglien und der ausschliesslichen Vertheilung ihrer ungemischten Primitivröhren in den, auch ihrerseits mit Muskeln der Wirbelsäule durchaus nicht vergleichbaren, Muskeln eines Sinnes-Apparates so unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, dass von einer solchen nicht füglich die Rede sein kann.“

Während von dieser Seite also von einer Vergleichung der Augenmuskelnerven mit Spinalnerven vollständig Abstand genommen wurde, stellte man von andrer Seite eine Theorie auf, nach der vorzüglich der Nerv. oculomotorius und der Nerv. abducens, weniger der Nerv. trochlearis, nicht als selbstständige Nerven aufzufassen, sondern der Trigeminus-Gruppe zuzurechnen sind. Der hauptsächlichste Vertreter dieser Ansicht, Gegenbaur, welcher seine Untersuchungen über diesen Gegenstand allerdings zunächst in der Klasse der Selachier vornahm²⁾, stützt sich hierbei auf folgende Punkte; einmal „darauf, dass die Augenmuskelnerven in Muskeln einer Region sich verzweigen, deren Hauttheile vom Trigeminus versorgt werden, und 2) auf die bei manchen Fischen und Amphibien vorkommende Verbindung mit dem Trigeminus. Er fand, dass dieselbe entweder derart sei, dass discrete Nervenwurzeln in den Trigeminus eingehen, oder dass ohne das Bestehen solch discreter Wurzeln der Trigeminus die bezüglichen Muskeln versorgt“.

Auch der selbstständige Austritt dieser Nerven — so lässt er sich weiter über diese Frage aus — fällt als Gegengrund weg, sobald man das Verhalten der Spinalnerven beachtet, deren motorische Wurzeln gleichfalls getrennt von den sensiblen die Wandung des Rückgratcanales durchsetzen. Es ist also nur der Um-

¹⁾ l. c. S. 125.

²⁾ Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft Band VI, 1871, S. 548 u. 549.

stand, dass die Augenmuskelnerven nicht zusammen durch eine gemeinschaftliche Schädelöffnung austreten und dass sie ausserhalb des Cranium keine Verbindung mit dem zweiten Trigeminus-Aste eingehen, auffallend und unerklärt. Beides wird verständlicher durch die Beachtung der getrennt liegenden Endgebiete und der sofort nach dem Austritte aus der Schädelwand sich ergebenden Endverbreitung. Auch dadurch kann man begreifen, dass die Orbitalwand erst mit der Entstehung des Auges eine bedeutende Ausdehnung gewann, so dass anfänglich nahe beisammen liegende Theile auseinandertrückten. Als eine bis jetzt unlösbare Frage bleibt noch die Entfernung der Ursprungsstätten dieser Nerven, namentlich das Verhältniss des Oculomotorius zum Trochlearis und Abducens bestehen. Selbst nur zur Besprechung dieser Frage bedürfte es einer tieferen Erkenntniss des Gehirnes, namentlich seines vorderen Abschnittes.

Daraus geht aber hervor, dass die ganze Theorie auf unsicherem Boden ruht und Gegenbaur giebt dies selbst zu, wenn er fortfährt: „Ich halte daher die von mir aufgestellten Beziehungen der genannten Nerven zu einander einer ferneren Begründung bedürftig und kann für meine Ansicht vorerst nur einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen. Die für die hintere Abtheilung der Hirnnerven aus der Vergleichung hervorgegangenen Auffassungen gestalten sich demnach viel weniger bestimmt für die vorderen; das dort verhältnissmässig einfache und klare wird hier dunkel und complicirt und es bleibt auch bei der genauesten Prüfung manches problematisch.“ Gewissermassen als Erklärung hierzu dient dann weiterhin die Stelle, in der er sagt: „je weiter nach vorn, desto mehr verliert sich der einfache Typus der Spinalnerven, wie ja auch das Gehirn, welches in seinem hintern Theile noch Anlehnung an den Bau der Medulla zeigt, in seinem vorderen Abschnitt sich mehr und mehr differenzirt.“

Soweit lässt sich in der oben genannten Schrift Gegenbaur über die Frage nach der Auffassung der Augenmuskelnerven aus; in einem späteren Werke ¹⁾ kommt er nochmals auf diesen Punkt zurück und hier äussert er sich ohne Vorbehalt und bestimmt in folgender Weise: „Die Nerven der Augenmuskeln erscheinen als motorische discret austretende Wurzeln eines Theiles des Trigeminus; ihre im Verhältniss zum Trigeminus veränderte Lage er-

¹⁾ Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere von Dr. C. Gegenbaur. 3. Heft: Das Kopfscelet der Selachier; ein Beitrag etc. Leipzig: bei Wilhelm Engelmann. 1872. S. 289 u. 290.

klärt sich aus den mit der Entfaltung der Orbita zusammenhängenden Modificationen des Cranium.“

Allein gegen diese Anschauung wurden bald andre Stimmen laut, welche sich für Selbstständigkeit der Augenmuskelnerven aussprachen. So erklärt P. Fürbringer in seinen Untersuchungen über die Cyclostomen ¹⁾, wie schon Stannius, dass eine eigentliche Verschmelzung der betreffenden Nerven mit dem Trigeminus nirgends sicher constatirt sei; im Gegentheil, wie er sagt, bieten alle Wirbelthiere, soviel in dieser Hinsicht untersucht sind, die Augenmuskelnerven in discretem Zustande dar, gesondert entspringend und gesondert zu den betreffenden Muskeln verlaufend. Speciell über den Nerv. trochlearis und den Nerv. abducens äussert er sich: „ein zwingender Grund, diese beiden Nerven als Zweig des Trigeminus zu beurtheilen, liegt zunächst nicht vor: die Angaben Hyrtl's und Müller's, dass bei Lepidosiren und Lepidosteus die Augenmuskelnerven vom Trigeminus abtreten, bedürfen noch sehr der Bestätigung.“ Was die anatomischen Verhältnisse anlangt, treten nach seinen Untersuchungen allerdings Trochlearis, Abducens und Trigeminus gemeinsam aus dem Schädel, allein Fürbringer glaubt durch den Nachweis des verschiedenen Faserverlaufes der einzelnen Nerven zu der Annahme der Selbstständigkeit des vierten und sechsten Hirnnerven berechtigt zu sein. Diese letzteren Thatsachen sind indessen auch nicht von grossem Belang, da sie nach neueren Forschungen nicht sicher feststehen; so giebt Wiedersheim ²⁾ an, dass er sich nicht von dem gemeinschaftlichen Austritt des Trochlearis mit Trigeminus und Abducens habe überzeugen können.

Ebenso wie Fürbringer, der übrigens aus leicht begreiflichen Gründen in seiner Arbeit eine Vergleichung der Augenmuskelnerven mit Spinalnerven nicht anstellt, treten später auch andre, namentlich englische, Forscher für die Selbstständigkeit des dritten, vierten und sechsten Hirnnerven ein. Vorzüglich Balfour ³⁾ und Marshall ⁴⁾ weisen auf dem Wege der Entwicklungsge-

¹⁾ Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Musculatur des Kopfesceletes der Cyclostomen von Dr. Paul Fürbringer. Jena 1875. S. 60. Anm. 4.

²⁾ Morphologische Studien von Dr. Robert Wiedersheim. I. Das Gehirn von *Ammocoetes* und *Petromyzon Planeri* mit besonderer Berücksichtigung der spinalartigen Hirnnerven. Jena 1880. S. 21.

³⁾ Balfour, Development of the elasmobranch fishes.

⁴⁾ Milnes-Marshall, The Development of the cranial nerves in the chick. 1878.

schichte nach, dass beim Hühnchen die ganze Anlage der Augenmuskelnerven getrennt von der des fünften Hirnnerven geschieht, dass beide vollständig gleichwerthig neben einander sich entwickeln und dass der Oculomotorius ebenso gut wahrscheinlich ein eignes Segment und zwar vorderes Kopfsegment versorgt, wie jeder andere Spinalnerv auch. Diesen Angaben widerspricht nicht, was His¹⁾ in seinen Untersuchungen über die erste Entwicklung des Hühnchens in Betreff der Entstehung des Ganglion ciliare und der Augenmuskelnerven mittheilt, obwohl er seine Befunde in anderer Weise deutet.

Zu allen diesen Angaben kommen nun endlich noch die jüngst erschienenen Mittheilungen von Schwalbe²⁾, der auf Grund zahlreicher Zusammenstellungen aus der Literatur und umfassender eignen Untersuchungen in fast sämtlichen Klassen der Wirbelthierreihe sich ebenfalls dahin ausspricht, dass der Oculomotorius nicht als ein Zweig der Trigeminus-Gruppe anzusehen ist, sondern als ein selbstständiger segmentaler Kopfnerv eines vorderen Hirnabschnittes gedeutet werden muss. Und zwar stützt er diese Ansicht unter Anderem auf den, auf dem Wege der vergleichenden Anatomie erbrachten Nachweis eines Ganglion oculomotorii, welches den Spinalganglien vollständig homolog ist. Auch auf die Frage nach der Stellung des Nerv. trochlearis in der Reihe der übrigen Hirnnerven geht Schwalbe³⁾ näher ein und gelangt zu dem Resultat, dass dieser Nerv entweder als eine abgelöste dorsale Wurzelportion des Trigeminus, oder aber als eine dorsale selbstständig verlaufende Wurzel des Oculomotorius anzusehen ist. Für diese letztere Möglichkeit spricht vor allen Dingen der gemeinsame Ursprung beider Nerven aus dem Mittelhirn und es wäre dann der Trochlearis ein selbstständig verlaufender dorsaler Ast des Oculomotorius. Dieser Auffassung schliesst sich auch Wiedersheim in seiner oben citirten Schrift an und benutzt dieselbe gleichzeitig als Beweis dafür, dass der vierte Hirnnerv auch sensible Elemente enthalte, welche übrigens Schwalbe bei einem Selachier direct nachweisen konnte.

Es würde viel zu weit führen, auf alles das, was Schwalbe in der citirten Schrift zur Begründung seiner Auffassung anführt, näher einzugehen; für die Zwecke dieser Arbeit dürfte wohl auch

¹⁾ Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Leipzig 1868.

²⁾ Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XIII. Heft 2. Das Gangl. oculomotorii S. 260.

³⁾ l. c. S. 255—260.

das Mitgetheilte vollständig genügend sein, um so mehr, als weiter unten ein Zurückkommen auf jene Deductionen unvermeidlich sein wird; es mag daher genügen, hier noch jener Stelle Erwähnung zu thun, welche zur Entstehung der vorliegenden Arbeit geführt hat. Da nämlich, wo es sich um die Auffindung eines Ganglions in der Klasse der Ganoiden handelt, findet sich in den Zusammenstellungen eine nur höchst ungenügend ausgefüllte Lücke. Ueberdies war die Angabe J. Müller's, dass bei *Lepidosteus* die Augenmuskelnerven aus dem Trigeminus hervorgehen, einer genauen Prüfung zu unterwerfen. Schwalbe selbst hatte bereits an allerdings schlecht conservirtem Material Gelegenheit gehabt, die Richtigkeit jener Angabe zu bezweifeln. Durch eine Sendung ausgezeichnet conservirter Köpfe von *Lepidosteus*, welche Herr Professor Agassiz die grosse Güte hatte, der anatomischen Anstalt zu Jena auf Bitte des Herrn Prof. Schwalbe zu übersenden, wurde ich nun in die Lage versetzt, das Verhalten der Augenmuskelnerven zum Trigeminus bei *Lepidosteus* vollständig sicher festzustellen und so auch diesen Einwand gegen die Selbstständigkeit des Oculomotorius zu beseitigen.

Meine Untersuchungen sind in dem anatomischen Institut zu Jena ausgeführt worden. Ausser *Lepidosteus* haben mir von den in die Gruppe der Ganoiden gehörigen Fischen zur Verfügung gestanden einerseits *Accipenser Sturio* und *Scaphirhynchus*, andererseits *Amia*. Für die so ausserordentlich liberale Unterstützung mit *Lepidosteus*-Material sei an dieser Stelle Herrn Prof. Agassiz mein aufrichtigster Dank ausgesprochen. Desgleichen kann ich nicht umhin, Herrn Hofrath Schwalbe für die Freundlichkeit, mit welcher er sich meiner Arbeit angenommen hat, meinen besten Dank auszusprechen.

Die zur Verfügung stehenden Exemplare von *Accipenser*, *Scaphirhynchus* und *Amia* waren alle durch Alkohol längere Zeit conservirt worden. Die Methode der Untersuchung geschah mittelst Scalpel und Pincette bei den älteren Alkoholpräparaten und zum Theil auch bei den frischeren Objecten des *Lepidosteus*, anderntheils aber wurde hier auch die für diese Untersuchungen so ausserordentlich günstige Behandlung mit 20procentiger Salpetersäure in Anwendung gebracht und ergab vorzügliche Resultate. Es geht daraus hervor, dass dieselbe nicht nur bei ganz frischen Objecten anwendbar ist, sondern auch bei solchen, die bereits mehrere Wochen in Alkohol conservirt sind. Dass die Präparation mit dem Messer übrigens in einzelnen Fällen, namentlich gegenüber den

feinen, oft kaum sichtbaren Fäden der Ciliarnerven, unzulänglich erscheint, ist mir wohl bewusst, doch genügt sie immerhin, um mit Sicherheit die gröberen anatomischen Verhältnisse der Augenmuskelnerven constataren zu können. Behufs Erlangung einer klaren Einsicht in die feineren histologischen Verhältnisse der Nerven wurden dieselben in toto mit Hämatoxylin oder Carmin gefärbt und blieben dann einige Zeit in Glycerin liegen, wodurch die derbe Bindegeweshülle, welche, dem Nervenstrang eng anliegend, die Untersuchung sehr erschwert, sich um vieles leichter abstreifen liess.

Abgesehen nun zunächst von *Lepidosteus*, dessen Beschreibung gesondert folgen soll, ist vor allem ein selbstständiger Ursprung des Nerv. oculomotor. und des Nerv. trochlearis bei sämtlichen untersuchten Fischen zu constataren. Der dritte Hirnnerv liess sich bei allen Objecten mit grösster Leichtigkeit bis zu seiner Austrittsstelle aus dem Gehirn verfolgen, schwieriger war dies schon beim vierten Hirnnerven, doch gelang es bei *Accipenser Sturio* und *Amia* gleichfalls, denselben vollständig frei zu legen. Dagegen konnte der Austritt aus dem Gehirn bei *Scaphirhynchus* nicht aufgefunden werden; allein es ist wohl annehmbar, dass wie bei den übrigen Gliedern der Gruppe der Nerv auch hier selbstständig ist, zumal von einem Abgange desselben vom Oculomotorius oder von einem Aste des Trigemini keine Spur zu entdecken war. In den beiden sicher constatirten Fällen trat der Nerv aus der Seitenfläche des Gehirns näher der Basis aus der Furche hervor, welche die Grenzlinie zwischen dem ursprünglichen dritten und vierten Hirnbläschen, also zwischen Mittel- und Hinterhirn bildet (Figur I Gehirn vom Stör, 4).

Die Austrittsstelle des Oculomotorius lag dagegen stets an der Basis des Gehirns in oder vielmehr direct hinter der oben beschriebenen Furche (Figur I, 3).

Was den sechsten Hirnnerven betrifft, so nimmt man von ihm allgemein¹⁾ an, dass er als selbstständiger Nerv aus dem Gehirn tritt. Seinen Ursprung sicher nachzuweisen, ist mir leider der ausserordentlichen Feinheit desselben wegen bei *Scaphirhynchus* und *Amia* nicht gelungen, dagegen liess er sich bei *Accipenser* bis dicht an die Hirnsubstanz freipräpariren. Er entsprang hier aus der Basis des Nachhirnes unter dem hintern Theile des Wur-

¹⁾ Stannius: Peripheres Nervensystem der Fische S. 17.

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XIII Heft 2, das Ganglion oculomotorii S. 246.

zelcomplexes des Trigeminus facialis und wandte sich direct nach aussen und etwas nach unten, so dass er sehr tief unter dem Ganglion Gasseri in die Schädelwand eintrat. An die hintere untere Fläche dieses Ganglions legt er sich eng an und erscheint an der vorderen Ecke desselben in der Augenhöhle. Ebenso wie hier bei *Accipenser Sturio* tritt er, um dies sogleich zusammen zu stellen, auch bei den andern Ganoiden in die Orbita. Im weiteren Verlauf liegt er bei allen unterhalb des Ramus ophthalmicus des fünften Kopfnerven, aber über allen andern vom Ganglion trigemini nach vorn gehenden Zweigen desselben. Er versorgt ausschliesslich den *Mus. rectus lateralis*, ist seiner Function nach also nur motorisch. Anastomosen geht er nach seinem Eintritt in die Augenhöhle nicht ein.

Kehren wir nun zu den beiden andern Augenmuskelnerven zurück, so gestaltet sich deren Verlauf innerhalb der Schädelhöhle, die bekanntlich vom Gehirn bei weitem nicht ausgefüllt wird, derart, dass bei allen Ganoiden der Eintritt des Trochlearis in die Schädelwand mehr nach vorn und oben, d. h. dorsal, liegt, als der des Nerv. oculomotorius. Die innere Fläche der Schädelwand von *Accipenser* ist nicht gleichmässig, sondern besitzt seitlich drei bogenförmige Auswölbungen mit der Convexität nach aussen. In der vordersten derselben, die sich vom Eintritt der Nervi olfactorii bis zum Mittelhirn erstreckt, verlaufen der Trochlearis und Oculomotorius nebst dem Nerv. opticus in der Reihenfolge, dass der Trochlearis, wie gesagt, am weitesten vorn und dorsal zu finden ist, hinter ihm fast ganz am Boden der Schädelhöhle der Opticus eintritt und wieder etwas nach hinten, ziemlich in der vertikalen Mitte der Seitenwand der Oculomotorius verläuft. Die zweite Ausbuchtung wird durchzogen vom Wurzelcomplex des Trigeminus facialis, sowie vom Abducens und die dritte am weitesten nach hinten gelegene vom Nerv. acusticus und den übrigen Hirnnerven ¹⁾.

¹⁾ Im Anschluss hieran möchte ich eine Bemerkung einschalten, die bereits schon einmal, nämlich von B. Vetter in dessen „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische“ (Band XII der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1878. S. 470) gemacht worden ist. Vetter spricht dort die Vermuthung resp. die Ansicht aus, dass Stannius bei seinen Untersuchungen über die peripheren Nerven der Fische unmöglich *Accipenser Sturio* benutzt haben könne, da dessen Angaben in vielen Dingen gar nicht mit den thatsächlichen Verhältnissen in Einklang zu bringen seien. Hauptsächlich die von Stannius gegebene

Im Cranium von *Scaphirhynchus* und *Amia*, deren Schädelfwand die Auswölbungen nicht aufweist, liegen gleichfalls die beiden Augenmuskelnerven mit dem Nerv. opticus der Art angeordnet, dass, von vorn nach hinten gezählt, zuerst der Trochlearis kommt, dann der Opticus und endlich der Oculomotorius. Dabei liegt der erste ebenfalls am meisten dorsal, mehr nach der Basis cranii zu der Oculomotor. und am tiefsten d. h. am meisten ventral der Nerv. opticus. Der Kanal für den Trochlearis erstreckt sich in der Schädelfwand, gemäss der Lage des zu versorgenden Muskels, in der Richtung von vorn nach hinten und ist desshalb der längste, wogegen der des Oculomotorius sehr kurz ist, ventrale Neigung von innen nach aussen hat und fast in einer Frontalebene liegt.

In der Augenhöhle endlich gestaltet sich der weitere Verlauf in den beiden Klassen der Ganoiden etwas verschieden, und zwar in Bezug auf das Verhalten zum Ram. ophthalmicus des Nerv. trigem. Dieser Nervenast durchzieht bei sämtlichen Ganoiden die Augenhöhle gerade von hinten nach vorn in einiger Entfernung von der medialen Wand, bei *Lepidosteus*, wie wir später sehen werden, an dieselbe angeheftet und verläuft stets über sämtlichen Augenmuskeln. Der Trochlearis von *Accipenser* und *Scap-*

nen Notizen über die Endverbreitung verschiedener Aeste des Nerv. facialis, sowie des Nerv. maxillaris inferior, welche durchaus nicht mit den von mir gefundenen Resultaten übereinstimmen wollten, veranlassten mich, der von Vetter aufgestellten Behauptung mehr Beachtung zu schenken, und ich muss jetzt, wenigstens was die Kiefermuskulatur und deren Innervation betrifft, derselben vollständig zustimmen. Es ist gar nicht anders möglich, als dass Stannius eine andere Art untersucht hat, denn es ist nicht wohl annehmbar, dass ein Untersucher wie er die einfachsten Verhältnisse, wie sie z. B. für den von Vetter so genannten *Musc. constrictor superficialis* (l. c. S. 468—472) bestehen, übersehen haben sollte. Gerade über diesen so leicht auffindbaren Muskel macht er entweder gar keine oder über einige Theile desselben nur unrichtige Angaben und wie hier, so ist es auch an andern Stellen der Fall. — Was die Innervation dieses einmal genannten Muskels übrigens betrifft, so bin ich in der Lage, die Angaben Veters dahin zu ergänzen, dass von den sechs Portionen, in die der ganze Muskel zerfällt, die erste, die zweite und die sechste versorgt wird von einem Endaste des Maxillaris inferior Nervi trigemini, der zu diesem Behufe erst den Belegknorpel des Unterkiefers durchbohren muss, dass dagegen die dritte, vierte und fünfte Portion ihre Nerven erhält vom Ram. hyoideus Nervi facialis, der auf der breiten lateralen Fläche des Os hyomandibulare an der Seite des Kopfes herabläuft.

phirhynchus verhält sich nun so, dass er dorsal vom Ram. ophthalmicus aus der Knorpelwand tretend direct an derselben herabgeht, bis er in gleiche Höhe mit dem genannten Aste des Trigemini kommt. Alsdann wendet er sich im rechten Winkel um die untere Fläche desselben herum, durch Bindegewebe ziemlich eng an ihn angeheftet und geht nun in einem der vorderen Augenhöhlenwand fast parallelen Bogen über sämmtlichen Augenmuskeln nach der vorderen, lateralen, dorsalen Ecke der orbita, wo er den *Musc. obliquus superior* innervirt. Bei *Amia* (und dies sei hier erwähnt, auch bei *Lepidosteus*) ist sein Verhalten insofern abweichend, als sein Eintritt in die Augenhöhle nicht mehr dorsal vom Ram. ophthalmicus, sondern ventral von demselben erfolgt, so dass also eine Kreuzung nicht mehr stattfindet. Im übrigen ist sein weiterer Verlauf wie bei den Knorpelganoiden. Ob sich sensible Elemente in ihm finden, oder anders ausgedrückt, ob er auch noch andere Gebilde versorgt, wie dies z. B. bei Selachiern¹⁾ constatirt ist, muss einer erneuten Untersuchung überlassen bleiben; was dafür spricht, wird später Berücksichtigung finden.

Was nun den Endverlauf des Nerv. oculomotorius betrifft, so hat er bei den drei Fischen das Gemeinsame, dass er entweder schon in der Schädelwand oder doch kurz nach seinem Austritt aus derselben einen für den *Musc. rectus superior* bestimmten Ast abgibt, welcher je nach der Stärke des betreffenden Muskels sich richtet und direct denselben versorgt. Die Austrittsstelle ist, wenn die Theilung innerhalb des Knorpels erfolgt, beiden Aesten gemeinsam, liegt überhaupt bei allen schräg nach oben, hinten vom Austritt des Nerv. opticus, meist in der Frontalebene der Insertion der Augenmuskeln und dorsal von denselben, stets aber ventral vom Ram. ophthalmicus des Trigemini, mit dem der Oculomotorius überhaupt keine Communication hat. Der Ast für den *Musc. rectus superior* entspricht dem gleichnamigen Ast des Oculomotor. des Menschen für den *Musc. rectus superior* und *levator palpebrae superioris*. Der andere Theil des Nerven, Ramus inferior, tritt nach Abgabe einiger Fädchen, welche in dem Zwischenraume zwischen *Musc. rectus super.* und *rectus lateralis* nach aussen zum *bulbus oculi* verlaufen (Fig. I, c¹), zwischen den beiden genannten Muskeln in den von den geraden Augenmuskeln gebildeten Kegel, wendet sich unter den Stamm der Nerv. opticus hinab, und versorgt, wie bei den höheren Wirbelthieren, mit

¹⁾ Zeitschrift für Naturwissenschaft. Band XIII Heft 2 S. 186.

zwei kürzeren Seitenzweigen die *Musc. rectus infer.* und *rectus medialis*, sowie mit dem nach der Lage dieses Muskels länger gestreckten Endast den *Musc. obliquus inferior*. An der Stelle, wo er sich in die beiden Endäste theilt, gehen wiederum einige feine Fäden ab, die mit der Versorgung der Muskeln nichts zu thun haben, sondern an dem *Musc. rect. medialis* entlang lateralwärts nach dem *bulbus* zu verlaufen, leider aber nicht bis an ihr Ende zu verfolgen waren (Fig. I, c^2).

Wenden wir uns nun nach Darlegung der makroskopischen zu den feineren, histologischen Verhältnissen, so ergibt die mikroskopische Untersuchung, dass der *Oculomotorius* der Ganoiden aus zwei verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, einmal aus Nervenfasern, zweitens aus Ganglienzellen.

Die Nervenfasern sind wiederum zweierlei Art; der Hauptsache nach finden wir breite, doppelt conturirte, markhaltige und mit Schwannscher Scheide versehene Fasern, welche beim Stör eine Breite von durchschnittlich 0,02—0,033 mm. inclusive des Neurilemm's, bei *Scaphirhynchus* und *Amia* eine solche von 0,01—0,02 mm. besitzen, im Allgemeinen also von einander nicht wesentlich verschieden sind. Ihnen gegenüber stehen die in geringerer Anzahl vorhandenen feinen, anscheinend marklosen, aber mit kernhaltiger Scheide versehenen Fasern, welche eine durchschnittliche Breite von 0,004 mm. bei allen drei Arten besitzen. Diese feinen Nervenfasern enthalten in allen Fällen die Ganglienzellen, kommen stets in gesonderten, von den breiten Fasern schon durch ihre verschiedene Structur leicht unterscheidbaren Bündeln im Stamme des *Oculomotorius* vor und bilden bei den Knochenganoiden eine deutlich für sich bestehende Portion des Nerven, während sie bei *Accipenser* und *Scaphirhynchus* noch zwischen die andern eingelagert erscheinen. Es sei schliesslich noch erwähnt, dass Theilungen von breiten Nervenfasern, wie solche Stannius¹⁾ für verschiedene Teleostier anführt, durch die er zugleich die verschiedene Breite der einzelnen Fasern erklärt, bei den Ganoiden nicht gefunden wurden.

Der zweite Bestandtheil des *Oculomotorius*, die Ganglienzellen, finden sich constant in allen untersuchten Arten, je nach der Stärke des Nerven in grösserer oder geringerer Anzahl und — wie erwähnt — immer innerhalb der feinen Nervenfaserbündel. Es wird also durch ihr Vorkommen die Angabe von Stannius, dass

¹⁾ Peripheres Nervensystem der Fische S. 19.

sich in den Augenmuskelnerven niemals gangliöse Elemente finden ¹⁾, hinreichend widerlegt.

Die Anordnung dieser Nervenzellen gestaltete sich nun beim Stör folgendermassen. Ungefähr 1 ctm. peripher der Abgabe des Astes für den *Musc. rectus superior* liegen auf der medialen Seite des Nerven dicht neben einander zwei Haufen von Ganglienzellen und ragen halbkugelförmig über das Niveau des übrigen Nerven hervor, eine ziemliche Anzahl von Zellen in sich bergend. Von jedem dieser beiden Zellenhaufen und zwar am peripheren Ende geht ein dünnes Aestchen ab, das je aus einigen markhaltigen Nervenfasern, zum grössten Theil aber aus dünnen marklosen Fasern besteht, welche bei vorsichtiger Behandlung mit der Präparirnadel sich in vielen Fällen als directe Fortsätze der Ganglienzellen erkennen lassen. Ein anderes schmales Bündel feiner Nerven geht von den Ganglienhaufen im Stamme des *Oculomotorius* selbst weiter, verschwindet jedoch bald zwischen den breiten Fasern. Ferner findet sich eine zweite Gruppe Ganglienzellen in einem von der ersten ungefähr $1\frac{1}{2}$ ctm. peripher abgehenden feinen Aestchen. Dasselbe besteht nur aus dünnen Fasern und bildet da, wo die Zellen liegen, eine spindelförmige, gegen 0,6 mm. lange und 0,4 mm. breite Anschwellung, die vom Stamme des *Oculomotorius* nicht weiter als $1\frac{1}{2}$ ctm. entfernt ist. Die Zahl der Zellen ist hier geringer, als in den beiden ersten Haufen. Die drei genannten Nervenzweige, die von oder mit den ihnen zugehörigen Zellen die Bahn des *Oculomotorius* verlassen, wenden sich im Zwischenraum zwischen *Musc. rectus superior* und *M. rect. lateralis*, direct nach aussen, nach dem Bulbus zu und konnten in einem Falle bis an das Auge heran verfolgt werden. Eine dritte Gruppe Ganglienzellen endlich liegt in der Höhe der Theilungsstelle des Nerven in seine beiden Endäste (vergl. Fig. I) und führt von allen die geringste Anzahl von Zellen. Sie findet sich angelagert an den Ast für den *Musc. rectus medialis* in einem durchschnittlich 0,1 mm. breiten Bündel markloser Nerven, welches an der bezeichneten Stelle zu einem gegen 0,2 mm. langen und fast ebenso breiten Ganglion anschwillt. Von der Theilungsstelle des Nervenstammes, beziehungsweise von dem Aste für den *Musc. rectus medialis* gehen ebenfalls einige sehr feine Fäden ab, die wenig grobe, grösstentheils schmale Nervenfasern enthalten und neben dem *Musc. rectus medialis* ihren Verlauf nach dem Bulbus oculi zu nehmen.

¹⁾ l. c. S. 20.

Leider gelang es nicht, bei der Herausnahme des Nerven dieselben in ihrem ganzen Verlaufe zu erhalten.

Ueber die Ganglienzellen von *Scaphirhynchus* kann ich nichts Sicheres aussagen; wohl waren beide Arten Nervenfasern vorhanden und traten namentlich an der Theilungsstelle in die beiden Endäste die feinen Fasern deutlich hervor, allein selbst bei sorgfältiger Behandlung mit der Nadel konnten weder von mir noch von Herrn Hofrath Schwalbe unter dem Mikroskope Zellen entdeckt werden. Jedoch ist wohl infolge der Anwesenheit der schmalen Nervenfasern nicht daran zu zweifeln, dass dieselben auch vorhanden sind, und hoffe ich, sobald mir ein zweites Exemplar der Gattung zu Gebote stehen wird, ein günstigeres Resultat erzielen zu können.

Von den Knochenganoiden zeigte zunächst *Amia* an zwei Stellen des Oculomotorius-Stammes die Ganglienzellen. Die erste liegt etwas, vielleicht 5 mm. peripher des Abganges des Astes für den *Musc. rectus superior* und enthielt eine kleine Ansammlung von Ganglienzellen nebst einigen isolirt liegenden, alle innerhalb eines Stranges feiner Nervenfasern, die, an den viel stärkeren Theil der breiten angelagert, sich ziemlich deutlich als eine besondere Portion des Nerven erkennen lassen. Am distalen Ende des Ganglions, sowie eine kurze Strecke unterhalb desselben zweigen sich ebenfalls mehrere, zum grössten Theil aus feinen Nerven zusammengesetzte Aestchen ab, die, obwohl kurz abgerissen, offenbar den an derselben Stelle entstehenden, bereits erwähnten Aesten bei *Accipenser* entsprechen. Der grössere Theil der feinen Fasern verlässt auch jenseits der Zellen den Stamm des Oculomotorius nicht, sondern ist noch eine Strecke weit zur Seite der breiten Fasern deutlich nachweisbar und verschwindet erst in der Gegend der Abgabe des Astes für den *Musc. rectus inferior* zwischen den übrigen Nervenfasern. Das andre Ganglion findet sich etwas peripher von der letzten Gabelung des Nerven, jedoch nicht wie bei *Accipenser* an den Ast für den *Musc. rectus medialis*, sondern an den für den *M. obliquus inferior* angelagert und entsendet gleichfalls einige feine Aestchen nach dem Bulbus zu. Die Länge desselben beträgt 0,2 mm., die grösste Breite 0,1 mm.

Ueber den histologischen Bau der Nervenzellen lässt sich im Allgemeinen sagen, dass sie bei allen drei Arten sehr gleichartig gebaut sind. Von Gestalt meist ein kurzes Oval, zuweilen eine rundliche Form darbietend, beträgt die Länge bei *Sturio* durchschnittlich 0,04 bis höchstens 0,05 mm., die Breite 0,025—0,03 mm.,

bei *Amia* 0,035—0,04 mm. die Breite, 0,05 mm. die Länge, und ganz ähnliche Verhältnisse zeigt *Lepidosteus*. Es ergiebt sich also, dass die Grössenverhältnisse der verschiedenen Arten nicht sehr differiren. Die Structur der Zellen ist ebenfalls immer dieselbe; von gleichmässigem körnigen Gefüge zeigen sie in der Mitte oder an einem Pole den Kern, am andern den Fortsatz, der in eine dünne schmale Nervenfaser ausgeht (Figur II, *a*). Erwähnen will ich hier sogleich, um dies zusammenzustellen, dass bei *Lepidosteus* auch einige Male zwei Fortsätze wahrgenommen wurden (Fig. II, *b*). Umgeben sind die Zellen von einem festen, derben, sehr kernreichen Bindegewebe, dessen Scheide an einer resp. an zwei Stellen von dem Fortsatze durchbrochen wird (Figur II). Die mit zwei Fortsätzen versehenen Zellen würden also ohne weiteres dem gewöhnlichen Bilde der bipolaren Ganglienzelle aus dem Spinalganglion der Fische entsprechen, für die Zellen mit einem Fortsatz ist wahrscheinlich eine Theilung ¹⁾ desselben anzunehmen und zwar hier in grösserer Entfernung von der Zelle, da unmittelbar an dem Austritt keine Theilung zu constatiren war. Was endlich den Kern betrifft, so zeigt er bei allen Arten ein körniges, homogenes Substrat mit deutlich sichtbarem Kernkörperchen.

Das Hauptergebniss der Untersuchung wäre also für die Augenmuskelnerven der drei Arten *Accipenser Sturio*, *Scaphirhynchus* und *Amia* das, dass 1) die sämmtlichen Nerven selbstständig aus dem Gehirn entstehen und zwar Trochlearis und Oculomotorius aus einem vorderen Abschnitt desselben, dass 2) der Trochlearis im Vergleich zum Oculomotorius ein dorsaler Nerv genannt werden muss und dass 3) im Stamme des Oculomotorius sich ausser zwei Arten von Nervenfasern zahlreiche zellige Elemente vorfinden.

Waren die Verhältnisse nun bei diesen Arten relativ einfach, so gestalten sie sich etwas complicirter, wenn wir an die Untersuchung von *Lepidosteus* herantreten. Massgebend galten bisher für diese Gattung die Angaben von Johannes Müller, in dessen Schrift: „Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden“ erschienen in den Abhandlungen der Berliner Academie vom Jahre 1844. Nach den dort gegebenen verschiedenen Abbildungen (Tafel IV), von denen uns hauptsächlich die in meiner Figur III copirte interessirt, würde sich für die einschläglichen Verhältnisse folgendes ergeben (vergl. auch das Schema Fig. V, *b*). Der Ocu-

¹⁾ Freud: Ueber Spinalganglion und Rückenmark von *Petromyzon*. Sitzungsberichte der Wiener Academie. Band 78 Abth. III.

lomotorius tritt aus der Schädelwand in die Augenhöhle nicht als selbstständiger Nerv, sondern der Ramus ophthalmicus des Trigeninus (Fig. III γ) enthält, wie in dem dort beigegebenen Index gesagt wird, zugleich den ganzen Oculomotorius und auch den Trochlearis. Es trennen sich dann in ungefähr 1 cmtr. Entfernung von der Schädelwand die beiden Nerven, d. h. der Ram. ophthalmicus, der an der medialen Wand der Augenhöhle weiter nach vorn zieht (δ), giebt als einen Ast den Oculomotorius (ϵ) ab, welcher seinerseits nun wieder die Augenmuskeln versorgt, ferner den Trochlearis entsendet, sowie die Ciliarnerven. Der Abducens geht mit dem Hauptstamme des Trigeninus, aber getrennt von ihm (ζ). Angaben über das Verhalten der betreffenden Nerven in der Schädelhöhle und über ihren Austritt aus dem Gehirn fehlen vollständig; J. Müller scheint diese Theile gar nicht untersucht zu haben.

Unterzieht man sich jedoch dieser Mühe, so gestaltet sich bald das Resultat ganz anders, man wird dann sehr bald, namentlich mit Zuhilfenahme der Salpetersäure die Selbstständigkeit der Augenmuskelnerven constataren können. Figur IV stellt das Gehirn, sowie die linksseitigen vorderen Kopfnerven dar. Die einzelnen Abschnitte des Gehirnes sind sehr deutlich zu unterscheiden, *V* ist das Hemisphärenhirn mit den unterliegenden Corpora striata, *M* das Mittelhirn, zwischen beiden liegt in der Tiefe versteckt das hier sehr kleine Zwischenhirn. Sehr mächtig entwickelt ist das Hinterhirn *H*, dem sich nach hinten und unten das Nachhirn anschliesst. Eines merkwürdigen Gebildes muss ich noch erwähnen, über dessen Bedeutung ich mir nicht klar geworden bin; es ist dies ein stark entwickelter Querwulst, der wie eine Brücke kurz hinter der Spitze der Rautengrube über dem Rückenmark sich ausspannt *L*, und zu beiden Seiten desselben mit je einem Fortsatz in die Tiefe sich erstreckt. Auf dem Schnitt bot er markige Consistenz und sein mikroskopisches Bild war das eines Lymphfollikels mit sehr weiten Gefässen.

Was nun die hier in Betracht kommenden Hirnnerven anlangt, so ist zunächst über den Trochlearis Folgendes zu erwähnen. Dieser Nerv (Fig. IV, 4) kommt selbstständig aus der Seite des Mittelhirnes und zwar aus der Furche, die das ursprüngliche dritte und vierte Gehirnbläschen trennt. Bei einer Gesamtlänge des ganzen Gehirnes von 25,5 mmtr. (gemessen vom Beginn der Rautengrube bis Austritt des Nerv. olfactorius) liegt diese Stelle 2,5 mmtr. über und fast in einer Frontalebene mit der Aus-

trittsstelle des vorderen Wurzelcomplexes des Trigeminus facialis, also vollständig dorsal. Von seiner Austrittsstelle wendet sich der Nerv in einem wellenförmigen Bogen und dicht dem Gehirn anliegend nach vorn, verläuft ungefähr 1 mm. dorsal der vorderen Wurzel des Oculomotorius, biegt neben dem hintern Drittel des Hemisphärenhirns ziemlich steil nach unten ab und tritt median vom Oculomotorius, in gleicher Höhe mit demselben, in einem eigenen Kanal durch die hier sehr dünne Schädelwand. Kurz nach seinem Austritt kreuzt er den untersten Theil des Ram. ophthalmicus und nimmt dabei einen feinen Faden in seine Bahn auf. Alsdann verläuft er auf demjenigen Theile des Kaumuskels *K*, der vom Sphenoideum basilare entspringt (Joh. Müller), quer durch die Augenhöhle und gelangt nach ziemlich langem Verlaufe zum Musc. obliquus superior. Einen weiteren Endast, wie man solchen nach der Verbindung mit dem Ram. ophthalmicus voraussetzen sollte und wie ihn auch Joh. Müller beschreibt (Fig. III π), habe ich nicht auffinden können.

Der Oculomotorius entsteht mit 2 Wurzeln aus dem Gehirn, mit einer vorderen mehr dorsalen und einer hinteren ganz ventralen (Fig. IV 3*v* und 3*h*). Die Austrittsstelle der vorderen Wurzel liegt an der Seite des Mittelhirnes in dessen hinterem Drittel, ungefähr 1,5 mm. unter und etwas vor dem Trochlearis-Austritt und 2 mm. vor und dorsal der hinteren Wurzel. Sie wendet sich in fast horizontalem Verlauf unter einem sehr spitzen Winkel nach vorn, durchbohrt in einem eigenen Canal lateral vom Trochlearis die Schädelwand und vereinigt sich unmittelbar vor derselben mit der hinteren Wurzel. Diese selbst entspringt dicht vor dem vorderen Wurzelcomplex des Trigeminus-facialis, 3*h*, und in gleicher Höhe mit demselben, vom Beginne des Nachhirnes, resp. da, wo das Mittelhirn an den von oben her sich in das Nachhirn umbiegenden Wulst des Hinterhirns grenzt, verläuft dann in der Schädelhöhle median vom Trigeminus, tritt zwischen diesem und der vorderen Wurzel des Oculomotorius durch die Schädelwand und bildet die bereits erwähnte ungefähr 3 mm. lange, innige Verbindung mit der vorderen Wurzel, so dass es in der That aussieht, als habe man nur einen Nerven vor sich. Bei sorgfältiger Behandlung indessen lässt sich bald erkennen, dass die hintere Wurzel unter der vorderen hingeht und zum grössten Theil in den untern Ast des Ramus ophthalmicus inferior übertritt, der, durch einen vom Ganglion trigemini kommenden Zweig verstärkt, längs der Schädelwand hinzieht und später mit dem ebenfalls vom

Ganglion Gasseri entstehenden Ramus ophthalmic. super. (*r. o. s.*) den Nerv ophthalm. trigemini bildet (*r. o.*). Die ganze vordere Wurzel, sowie ein Bruchtheil der hinteren verlaufen nun andrerseits in der bisherigen Richtung nach den Augenmuskeln weiter. Unmittelbar nach der Trennung von der hintern Wurzel wird der Zweig für den *Musc. rectus super.* abgegeben, der seinerseits wieder, ehe er an diesen Muskel herantritt, einen feinen Faden entsendet (Fig. V *a, c*), welcher in dem Zwischenraum zwischen *Musc. rectus super.* und *M. rect. lateralis* zum Bulbus zieht. Dessgleichen werden nach kurzer Strecke vom *Ram. inferior* ein, resp. zwei feine Aestchen abgegeben, die gleichfalls mit dem vom *Ram. super.* zum Auge zu verfolgen sind. Im weiteren Verlaufe endlich tritt auch hier der *Oculomotorius* hinter dem *Musc. rect. superior* in den Augenmuskelkegel, versorgt zunächst den *Rect. inferior* und theilt sich schliesslich in die beiden Endäste für die *Musc. rect. medialis* und *obliqu. inferior*. Letzterer ist ebenfalls der längere Ast. An der Theilungsstelle wurden keine sonst abgehenden Aeste bemerkt.

Endlich der *Abducens*, der dritte Augenmuskelnerv, entsteht gleichfalls selbstständig und zwar ventral unter dem hinteren Wurzelcomplexe des fünften und siebenten Kopfnerven, geht unter demselben und später unter dem Ganglion trigemini nach vorn und kommt zum Vorschein in der Augenhöhle median dicht neben dem zweiten Aste des Trigemini. Er versorgt auch hier ausschliesslich den *Musc. rectus lateralis*.

Unser Resultat ist nun gegenüber den Angaben von J. Müller insofern von Wichtigkeit, als es die Selbstständigkeit der Augenmuskelnerven ausser allen Zweifel stellt. Vergleicht man die Figuren V, *a* und *b*, so sieht man allerdings ein, dass es sehr leicht geschehen konnte, den *Oculomotorius* als einen Zweig des *Ram. ophthalmicus* anzusehen und auch den *Trochlearis* infolge seines Zusammenhanges mit dem genannten Trigemini-Aste diesem unterzuordnen, während doch beide nichts weiter mit einander zu thun haben, als dass jener einige Fasern aus der Bahn des fünften Hirnnerven aufnimmt.

In histologischer Beziehung schliesst sich *Lepidosteus* enge an die anderen untersuchten Ganoiden an. Es finden sich bei ihm ebenfalls die beiden oben beschriebenen Nervenfasern, die markhaltigen von einer durchschnittlichen Breite von 0,01—0,02 mm., die marklosen ungefähr 0,04 mm. breit; ferner sind die Ganglienzellen ebenso von Gestalt und Zusammensetzung wie die der andern Arten. In Betreff der Vertheilung dieser verschiedenen Be-

standtheile ist aber Folgendes dem *Lepidosteus* eigenthümlich. Die vordere Wurzel enthält nur grobe markhaltige Fasern (Fig. VI, *v*), dagegen die hintere Wurzel sowohl grobe als auch feine, marklose Fasern, als auch Ganglienzellen. Letztere finden sich perlschnurartig aneinandergereiht schon kurz nach dem Austritt aus dem Gehirn in geringerer Anzahl, hauptsächlich jedoch da, wo die Verbindung mit der vorderen Wurzel stattfindet. Hier sind sie massenhaft zusammengedrängt und verbreiten sich noch ziemlich weit in den abtretenden Theil des *Ram. ophthalmicus* hinein. Von dieser hintern Wurzel gehen aber auch zwei geringere Stränge dicht mit Zellen besetzter feiner Nervenfasern in die Bahn des *Oculomotorius* über und vertheilen sich zunächst so, dass sowohl der *Ramus inferior*, als auch der *Ram. super.* einen Theil derselben erhält (Fig. VI *oc.*). Von dem letzteren geht dann bald darauf der schon bei der anatomischen Beschreibung erwähnte feine Faden, bestehend aus beiden Nervenarten, nach dem *Bulbus* ab, während im *Ram. infer.* die feinen Fasern, eine von den andern deutlich getrennte Portion bildend, erst noch eine Ganglienschwellung bilden, ehe sie in mehreren Aestchen die Bahn des *Oculomotorius* verlassen. Diese Anschwellung (Fig. V *a*, †) liegt gegen 10 mmtr. von der Trennungsstelle der beiden Wurzeln, also ebenfalls in der Strecke zwischen Abgang des *Astes* für den *Rectus superior* und des für den *Rectus inferior* bestimmten, enthält eine mässige Menge Zellen und entsendet direct vom peripheren Ende einen nur aus marklosen Fasern bestehenden Ast, der mit dem vom *Ramus superior* kommenden gleiches Ziel verfolgt. Endlich ging bei einem Exemplar in dieser Strecke noch ein zweiter diesmal gemischter Ast nach dem *Bulbus* ab. Sonstige Ganglien wurden nicht beobachtet. Bemerkt muss auch noch werden, dass die markhaltigen Fasern der vorderen Wurzel keinen Antheil am Aufbau des *Ram. ophthalmicus* nehmen, sondern alle in die Bahn des *Oculomotorius* übertreten.

Wenn es sich nun unter Berücksichtigung aller der gefundenen Resultate um die Frage handelt, welchem von den genannten Nerven die Ganglienzellen zuzutheilen seien, ist wohl die nächste Antwort die, dass wir hier ein jedenfalls dem *Oculomotorius* angehöriges Ganglion vor uns haben. Sollte dies nicht der Fall sein, so könnten ausserdem wohl nur zwei Möglichkeiten für die Unterbringung resp. Zugehörigkeit der im Stamme des *Oculomotorius* gefundenen Zellen in Betracht kommen, einmal die, dass zum *Sympathicus* gehörige Zellen in die Bahn des dritten Hirnnerven

übergegangen seien, und andererseits, dass die hier befindlichen Ganglien abgelöste Portionen des Ganglion trigemini darstellen.

Abgesehen nun davon, dass bei keiner der untersuchten Arten an irgend einer Stelle des dritten Hirnnerven eine Verbindung mit einem dem Sympathicus ähnlichen oder analogen Nervenstrang nachgewiesen werden konnte, ist schon durch die Untersuchungen von Stannius¹⁾ für die Ganoiden, wenigstens für Accipenser gezeigt worden, dass in diesem vorderen Kopfabschnitt der Sympathicus nicht existirt, sondern dass derselbe sich erst viel weiter hinten, im Gebiete des Nerv. vagus vorfindet.

Für die andre Ansicht, dass die Zellen aus dem fünften Hirnnerven stammen, liesse sich wohl vor allem das Verhalten bei *Lepidosteus* verwerthen, denn es ist wohl kein Zweifel, dass hier in der hintern Wurzel des Oculomotorius, die dem Nerven die Ganglien zuführt, zum grössten Theil Bestandtheile des Trigemini zu suchen sind. Es ist gewissermassen die vorderste Wurzel von denen des Trigemino-facialis-Complexes, welche bei *Lepidosteus* ganz selbstständig geworden und die Verbindung mit dem dritten Hirnnerven eingegangen ist. Es giebt sich dies auch schon daraus zu erkennen, dass sie sich in hervorragender Weise und in Verbindung mit einem vom Ganglion Gasseri kommenden Ast an der Bildung des Ram. ophtalmic. infer. theilnimmt, ein Verhalten, wie es ganz ähnlich auch bei den andern Ganoiden beobachtet wird. Denn auch bei diesen baut sich der Ram. ophthalmicus auf aus der vordersten Wurzel, die nicht am Gangl. trigemini theilnimmt und aus einem von diesem stammenden Aste, nur dass die Vereinigung dicht am Ganglion selbst stattfindet. Nach diesen Erwägungen würden also bei *Lepidosteus* die gangliösen Elemente des Oculomotorius vom Trigemini abstammen, wenn man nicht zu einer andern Deutung seine Zuflucht nimmt, nach welcher die die Zellen enthaltende Wurzelportion des Oculomotorius sich von diesem abgelöst und mit einer gleichfalls vom Hauptstamm des Trigemini abgetretenen Wurzel sich vereinigt hat. Die Beantwortung dieser Frage dürfte selbstverständlich vorläufig schwierig sein und muss ich mich hier mit Aufstellung dieser Möglichkeit begnügen.

Bei den andern Gattungen der Ganoiden ist jedoch vor allen Dingen gegen die vielfach verbreitete Ansicht, welche das Ganglion oculomotorii s. ciliare zum Trigemini rechnet, einzuwenden, dass nirgends der Nerv. oculomotor. centralwärts vom Ganglion

¹⁾ Peripher. Nervensyst. d. Fische. S. 133, 134.

eine Verbindung zeigt, die zu der Vermuthung führen könne, als handle es sich um gangliöse Elemente aus der Bahn des fünften Hirnnerven.

Diese Verhältnisse stehen also, wenn wir *Lepidosteus* vorläufig ausser Acht lassen, im Widerspruch zu der Annahme, dass das Ganglion in das Gebiet eines andern Hirnnerven gehören könne; es bleibt somit nur die durch die Untersuchung schon an sich am wahrscheinlichsten gewordene Möglichkeit, dass wir es eben mit einem Ganglion des Oculomotorius zu thun haben. Wie dies in morphologischer Beziehung sich für die Ganoiden nachweisen lässt, so ist es auch für die ganze Wirbelthierreihe dargethan worden.

Handelt es sich nun weiter darum, festzustellen, in welcher Anzahl in der Gruppe der Ganoiden Ganglien des Oculomotorius sich finden, so ist zunächst das constante Vorkommen mindestens einiger Ganglienzellen bezw. eines Ganglienhaufens in der Strecke des Nerven zu erwähnen, welche zwischen dem Abgange des Astes für den *Musc. rectus superior* und desjenigen für *Musc. rectus infer.* liegt. Bei *Amia* ist in diesem Abschnitte ein kleines Ganglion vorhanden, auch bei *Lepidosteus*, der doch schon an der Kreuzungsstelle der beiden Wurzeln massenhaft Zellen besitzt, fehlt ein solches nicht und endlich bei *Accipenser* finden sich deren gar zwei. Eine besondere Stellung nimmt dieser letztere übrigens noch dadurch ein, dass in einem kleinen, innerhalb genannter Strecke vom Stamme abgehenden Aste ein drittes Ganglion sich vorfindet. Offenbar wird das Auftreten aller der zelligen Elemente an diesem Orte bedingt durch den hier stattfindenden Abgang der feinen Aestchen, die man als Ciliarnerven bezeichnen muss, und die Abgabe dieser Aeste an so weit central gelegener Stelle wahrscheinlich wiederum durch deren Verhältniss zum *Nerv. opticus*. Sie verlaufen nämlich alle in nächster Nähe dieses Nerven, sowie der hinter demselben gelegenen *Arteria ophthalmica* in dem Zwischenraum zwischen *Musc. rect. super.* und *M. rect. lateralis* und inseriren, wenigstens bei *Stör* und *Lepidosteus*, dicht hinter dem Eintritt des *Nerv. opticus* in den *bulbus*. Der zweite Punkt, an welchem sich dann noch Ganglien finden, ist die Theilungsstelle des Oculomotorius in die beiden Endäste und zwar kommt es vor, dass sowohl an den Zweig für den *Musc. rect. medialis* als auch an den für den *Musc. obliqu. inferior* die Zellen angelagert sind, letzteres bei *Amia*, ersteres bei *Accipenser*. *Lepidosteus* hat an dieser Stelle keine Zellen. Der Ort, wo die Theilung stattfindet, liegt meist dicht vor dem *Musc. rect. inferior*, also nicht weit un-

terhalb des Nerv. opticus. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass diese Lagerung gleichfalls durch das Verhältniss zum Opticus bestimmt wird, zumal die feinen Ciliarnerven auch hier in grösster Nähe desselben verlaufen.

In allen Fällen liegen die gangliösen Elemente im Stamme des dritten Hirnnerven und nur das eine Mal, bei Accipenser, auch entfernt von demselben in einem Ciliarnerven. Warum hier dieses eigenthümliche Verhalten eingetreten, ist nicht bestimmt zu sagen, allein man wird wohl nicht viel fehl gehen, wenn man annimmt, dasselbe sei die Folge der grösseren Länge der ganzen Nerven. Denn wie bei *Lepidosteus* von dem kleineren Ganglion im Stamme des Oculomotorius sich einige Zellen ablösen und über den Anfang eines Ciliarnerven verbreiten können, so ist es wohl auch möglich, dass bei stärkeren Anforderungen an das Wachsthum in Folge räumlich grösserer Verhältnisse ein ganzer Ganglientheil sich vollständig vom andern ablösen und an eine weiter peripher gelegene Stelle treten kann. Durch diese Annahme würde sich das mehrfache Vorkommen der Ganglien überhaupt erklären lassen.

Weiter entsteht dann die Frage, wenn sich im Stamme des Oculomotorius zellige Elemente finden, die weder dem Trigemini, noch irgend einem andern Nerven angehören, ist das Ganglion, resp. sind die mehrfachen Ganglien das Homologon eines Spinalganglions? Ich glaube, dass diese Frage wohl bejaht werden muss, und dass als bester Beweis hierfür das Verhalten der Zellen bei *Amia* angesehen werden kann. Wie schon früher erwähnt, besteht hier der Nerv aus zwei relativ deutlich von einander trennbaren Theilen. Der schwächere, aus feinen Fasern zusammengesetzt, enthält allein die zelligen Elemente, während die stärkere Portion, aus markhaltigen Fasern bestehend, durchaus keinen Theil an der Bildung des Ganglions nimmt. Wenn also nahe der Ursprungstelle aus dem Gehirn, wie dies hier der Fall ist, zwei vollständig von einander isolirbare Stränge auftreten, deren einer nur das resp. die Ganglien enthält, die ausserdem noch durch ihren histologischen Bau verschieden sind, so lässt sich wohl schon annehmen, dass genannte Ganglienzellen sich verhalten, wie die in der hintern, dorsalen Wurzel eines Spinalnerven gelegenen, an deren Bildung die vordere, ventrale Wurzel gleichfalls keinen Antheil hat.

Ein ganz gleiches Verhalten des Ganglion ciliare wird bei *Lepidosteus* beobachtet; auch hier liegen die zelligen Elemente in

dem Theile des Nerven, der nur aus marklosen Fasern besteht und ohne Verbindung mit dem andern bleibt. Doch kann man diese Verhältnisse nicht mit Sicherheit verwerthen, da eben die Frage nach der Herkunft der Zellen noch ungelöst ist.

Bei *Accipenser* wird das Bild in sofern geändert, als nicht zwei gleichwerthig neben einander herlaufende Portionen des Oculomotorius nahe an seinem Ursprunge existiren und in dieser Beziehung nicht das vollständige Analogon eines Spinalnerven geboten wird, vielmehr die feinen Nervenfasern, zu einzelnen Strängen vereinigt, zwischen den breiten eingelagert sind. Allein da auch in diesem Falle nur sie allein die zelligen Elemente enthalten, da sie ausserdem den entsprechenden Theilen des Oculomotorius von *Amia* und *Lepidosteus* auch in histologischer Beziehung vollständig gleichen, so liegt kein Grund vor, sie als andre Gebilde anzusehen. Der einzige Unterschied liegt nur zwischen beiden Arten der Ganoiden darin — denn auch bei *Scaphirhynchus* finden sich die marklosen Fasern nur in einzelnen dünnen Strängen —, dass die feinen Nerven einmal zu einem geschlossenen Theile des Nervenstammes vereinigt, im andern Falle zerstreut sind.

Es lässt sich also in dieser Hinsicht ungezwungen die Annahme rechtfertigen, das Ganglion ciliare sei ein dem Spinalganglion homologes Gebilde. Aber auch der Einwand, den man in anderer Hinsicht erheben könnte, dass ja überall nicht ein, sondern mehrere Ganglien zum Theil an sehr weit peripher gelegenen Punkten im Oculomotorius-Stamme sich finden und zweitens, dass bereits vor, d. h. central vom Ganglion ein bedeutenderer Ast für den *Musc. rectus superior* vom Nerven abgeht, auch dieser Einwand, sage ich, kann durch den Hinweis auf ähnliche Vorkommnisse in andern Klassen der Wirbelthierreihe entkräftet werden. In Bezug auf den zweiten Punkt ist bereits durch die Untersuchungen von Stannius¹⁾ festgestellt, dass schon vor der Vereinigung der beiden Wurzeln eines Spinalnerven von einer oder der andern Aeste abgehen können. Was die mehrfache Zahl der Ganglien anlangt, so weise ich nur auf die sogenannten Ganglia aberrantia hin, um dieses Bild, allerdings in vergrössertem Massstabe, auf die vorliegenden Verhältnisse zu übertragen.

Ist aber die Annahme gerechtfertigt, das Ganglion des Oculomotorius als das Homologon eines Spinalganglions anzusehen und den Nerven selbst einem Spinalnerven gleichwerthig zu er-

¹⁾ Peripher. Nervensyst. d. Fische. S. 117, 118, sowie die daselbst verzeichnete Literatur.

achten, so muss weiter als nothwendige Forderung die Selbstständigkeit des dritten Hirnnerven aufgestellt werden. Dies nun zu beweisen, fällt nicht schwer, da eben bei sämtlichen Ganoiden ein selbstständiger Ursprung nicht nur des Oculomotorius, sondern auch des Trochlearis aus dem Gehirn stattfindet.

Es erübrigt nun noch darzuthun, einmal, dass der Nerv. oculomotorius, da er einem Spinalnerven gleichwerthig sein soll, auch mit zwei Wurzeln, einer dorsalen und einer ventralen entsteht und zweitens zu entscheiden, ob die histologisch verschiedenen Nerven der beiden Portionen, welche den Oculomotorius zusammensetzen, auch physiologisch verschiedene Functionen besitzen. Da ich bei den Ganoiden über den ersten Punkt keine diesbezüglichen Resultate auffinden konnte, sehe ich mich genöthigt, eines-theils auf ältere Angaben, als auch namentlich auf die an Säugethierhirnen vorgenommenen Untersuchungen von Schwalbe¹⁾ zu recurriren. Als eine abgelöste dorsale Wurzel des Oculomotorius betrachte ich auch den Nerv. trochlearis. Ob derselbe ausser seinen motorischen Fasern auch noch sensible enthält, muss ich unentschieden lassen; vermuthen sollte man es nach seinem dorsalen Austritt.

Was die physiologische Function der beiden Portionen des Oculomotorius betrifft, so steht natürlich nur das eine fest, dass der grössere, aus den breiten Fasern bestehende Theil des Nerven motorischer Natur ist. Diese Thatsache wird sofort durch den Zusammenhang und die Endigung dieser Nervenfasern in den Augenmuskeln erwiesen und ausserdem durch die Verhältnisse in der ganzen Wirbelthierreihe bestätigt. Dagegen stösst die Frage nach der Function der feinen Nervenfasern sowie der in ihnen enthaltenen Zellen auf einige Schwierigkeiten. Es kommen hierbei noch die Ciliarnerven in Betracht. Nach den Untersuchungen von Schwalbe²⁾ existiren deren in der Abtheilung der Sela-chier drei Arten: 1) ein Ciliarnerv aus dem Nerv. oculomotorius, 2) ebenso ein Nerv vom Trigeminus, 3) eine verschiedene Anzahl von Nerven aus dem Ganglienbündel des Oculomotorius hervorgehend. Der Nerv der ersten Gruppe gilt hierbei als der motorische, der der zweiten als der sensible und endlich die der dritten Gruppe als die vasomotorischen Nerven des Auges. In der Abtheilung der Ganoiden verhält sich die Sache ebenso; beim Stör konnten an zwei Exemplaren Rami ciliares aufgefunden wer-

¹⁾ Jen. Zeitschr. f. Naturw. B. XIII H. 3 S. 246—260.

²⁾ l. c. S. 263.

den, die vom Trigemini kommend mit der Art. ophthalmica in den Zwischenraum zwischen Musc. rectus super. und M. rect. lateralis zogen oder sich mit den vom Oculomotorius-Stamme abgehenden Ciliarästen vereinigten. Dieser, übrigens schon von Stannius ¹⁾ beschriebene Ast, würde also die sensiblen Fasern für das Auge führen. Aehnlich verhält sich die Sache bei Lepidosteus, nur ist sie noch viel einfacher, indem bei der Kreuzung der beiden Wurzeln Fäden aus der sensiblen hintern Ophthalmicus-Wurzel in die Bahn des Oculomotorius direct übertreten und sich bis an den Bulbus verfolgen lassen. Leider konnten bei Amia und Scaphirhynchus die entsprechenden Aeste nicht constatirt werden, doch sind sie bei einer geeigneteren Untersuchungsmethode auch nachweisbar, da kein Grund zu der Annahme vorliegt, dass diese Objecte sich anders verhalten sollten, wie ihre verwandten Arten.

Soviel über die sensiblen Ciliarnerven. Was die motorischen und vasomotorischen anlangt, so entstehen dieselben selbstverständlich aus der Bahn des dritten Hirnnerven. Es ist unter dem Mikroskope sehr leicht nachweisbar, dass die meisten Ciliarfäden ausser den feinen Nervenfasern breite enthalten; ausserdem kommen Aestchen vor, welche nur feine, und wiederum solche, welche nur grobe Fasern besitzen. Die Frage nun, wieweit diese letzteren motorischer, wieweit sie vasomotorischer Natur sind, oder ob nicht diese letzteren überhaupt aus den Ganglienbündeln des Nerven stammen, muss vorläufig unentschieden bleiben; nach der Thatsache der histologischen Verschiedenheit der beiden Nerven-theile erscheint eine Annahme getrennter physiologischer Function mindestens nicht unnatürlich.

Fassen wir nochmals kurz die aus vorstehenden Untersuchungen und Erwägungen sich ergebenden Thatsachen zusammen, so ist als Hauptergebniss der selbstständige Ursprung des Trochlearis und Oculomotorius aus einem vorderen Gehirnabschnitt hervorzuheben. Ferner enthält der Oculomotorius der Ganoiden stets ein, meistens einige Ganglien, die jedenfalls als das Homologon eines Spinalganglions anzusehen sind. Ich folgere daraus, dass der dritte Hirnnerv in Verbindung mit dem Trochlearis in der Abtheilung der Ganoiden einen einem vorderen Hirnabschnitt zugehörigen Kopfnerven repräsentirt.

¹⁾ Periph. Nervens. d. Fische S. 39.

Tafelerklärung.

Figur I. Gehirn vom Stör
von oben gesehen, mit den austretenden Kopfnerven, nebst Schema
der Vertheilung der Augenmuskelnerven.

V. Vorderhirn.

Z. Zwischenhirn.

M. Mittelhirn.

H. Hinterhirn.

N. Nachhirn mit Rautengrube.

M. S. Medulla spinalis.

ob. s. musc. obliqu. super.

r. s. m. rect. super.

r. i. m. rect. infer.

r. l. m. rect. lateral.

r. m. m. rect. medialis.

ob. i. m. obliquus infer.

t. o. tuberculum olfactorium.

1. olfactorius.

2. opticus.

3. oculomotorius.

4. trochlearis.

6. abducens.

5 † 7. trigeminus-facialis mit ganglion Gasseri.

8. acusticus.

9 † 10. glossopharyngeus nebst vagus.

r. oph. Ramus ophthalm. n. trigem.

Die Kreuze † im Verlauf des oculomotor. bezeichnen die Stellen, an denen sich Ganglien fanden.

*c*¹, *c*². N. n. ciliares.

Figur II.

- a.* isolirte Ganglienzelle vom Stör.
b. bipolare } Ganglienzelle von Lepidosteus.
c. unipolare }

Figur III. Lepidosteus nach Joh. Müller.

- e.* operculum; *f.* suboperculum.
C. Muskelbauch des Kaumuskels vom abgebrochenen Schädeldach entspringend.
D. Fortsetzung desselben.
E. Portion des Kaumuskels, welcher vom sphenoideum basilare entspringt.
E. Muskelbauch des Kaumuskels, welcher vom Vordeckel entspringt.
G. Muskel, welcher das Gaumenbein hebt und nach auswärts zieht (entspringt vom frontale post. und den die Schläfe deckenden Knochenplatten).
α. nerv. olfactorius; *β.* nerv. opticus.
γ. ramus ophthalmicus des trigeminus, enthält zugleich den ganzen oculomotorius und trochlearis. Von diesem Stamme geht der Ast *δ* ab, um sich mit dem Aste *η* des Hauptstammes des trigem. zu vereinigen, welcher auf der Scheidewand des Oberkiefers fortläuft. *η''* ist ein feinerer Zweig von *η*, der ebenfalls an der Scheidewand fortgeht.
ε. nerv. oculomotor. aus dem nerv. ophthalm. entspringend, giebt Zweige zum rect. super. *φ*, zum rect. intern. *σ*, zum rect. inferior *τ*, zum obliqu. inferior *φ*, auch nervi ciliares.
ζ. nerv. abducens, geht mit Hauptstamm des trigeminus, aber getrennt von ihm.
θ. Ast aus dem Hauptstamm des trigemin., geht über Muskel *G* und unter dem Auge weg. Aus ihm entspringen Zweige *κ* zum Heber des Gaumenbeines *G* und den Kaumuskeln. Unter dem Auge theilt er sich in einen Oberkieferast *λ* und in einen Unterkieferast. *μ* ist alveolar. inferior.
ν. Stämmchen, welches den nerv. trochlearis und supratrochlearis vereinigt darstellt; entspringt aus ophthalmicus und theilt sich in den nerv. supratrochlearis *π* zur conjunctiva und *ο* zum musc. trochlearis.

Figur IV. Gehirn und Augenmuskelnerven von Lepidosteus.

- V.* Vorderhirn; *M.* Mittelhirn; *H.* Hinterhirn; *N.* Nachhirn.
L. Lymphoides Organ, quer über die Medulla gelagert.

- k.* Kaumuskel, vom sphenoideum basilare entspringend.
1. *n. olfactorius.*
 3. *n. oculomotorius* mit der vorderen Wurzel *3 v* und der hinteren *3 h* vom Gehirn entspringend; *3 r* ramus super. des oculomotor. zum musc. rect. super. verlaufend.
 4. *n. trochlearis*, inserirt den musc. obliqu. super. *ob s.*
- 5 † 7. Ganglion trigemini entsteht aus zwei Wurzelcomplexen, giebt ab den ram. ophthalm. super. *r. o. s.*, sowie den einen Theil des ram. ophthalm. infer. *r. o. i.*, dessen anderer Ast vom oculomotor. kommt. Beide, ram. ophthalm. super. und der vereinigte ram. ophthalm. infer. bilden den an der medialen Scheidewand verlaufenden ramus ophthalmicus *r. o.*
8. *nerv. acusticus.*
 9. *nerv. glossopharyngeus.*

Figur V. a. Schematische Darstellung der Augenmuskelnerven von *Lepidosteus*, b. desgleichen nach J. Müller. Der schwarze ausgezogene Strich bedeutet die Grenze (Schädelwand), bis zu der Joh. Müller die Augenmuskelnerven beschrieben. Die Kreuze † im Verlauf des oculomotor. bezeichnen die Stellen, an denen Ganglien sich fanden.

V. Vorderhirn.

M. Mittelhirn.

H. Hinterhirn.

N. Nachhirn.

M. S. Medulla spinalis.

1. *nerv. olfactorius.*

2. *nerv. optie.*

3. *nerv. oculomotorius* entspringt mit zwei Wurzeln, einer vorderen *3 v*, und einer hinteren *3 h*. Nach Müller entspringt er aus dem ramus ophthalmicus des *nerv. trigemin.*

Fig. b. 5. Er versorgt die Muskeln.

r. s. musc. rectus super.

r. i. musc. rectus infer.

r. m. musc. rectus medialis.

ob. i. musc. obliqu. infer.

c. Ciliarnerven.

4. *nerv. trochlearis* versorgt den musc. obliqu. super. *ob. s.*, nach Müller entsteht er aus ram. ophthalm. infer.

5 † 7. Ganglion trigemini.

8. *nerv. acusticus.*

9. nerv. glossopharyngeus.

r. o. ramus ophthalmicus nerv. trigemini, entsteht aus ramus super. *a* und ramus inferior *b*; letzterer wiederum aus 2 Theilen, einer vom oculomotor., einer vom Gangl. trigemini.

Figur VI. Mikroskopisches Bild der Kreuzung der beiden Oculomotorius - Wurzeln von Lepidosteus.

v. vordere Wurzel.

h. hintere Wurzel.

r. o. ramus ophthalmicus infer.

oc. die beiden Aeste des oculomotorius mit den beiden Nervenarten.

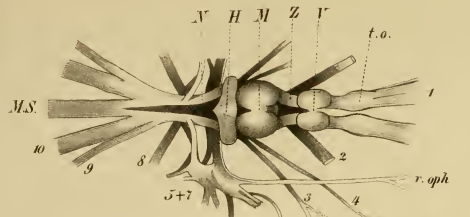


Fig 1

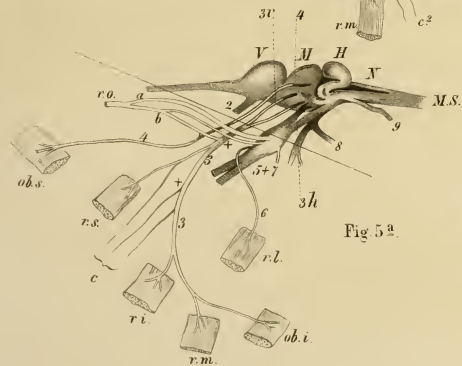


Fig 5a.

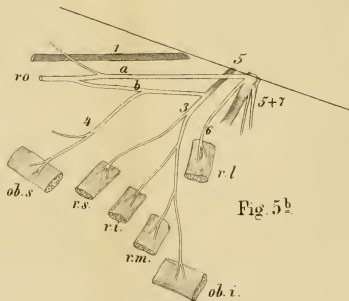


Fig 5b.

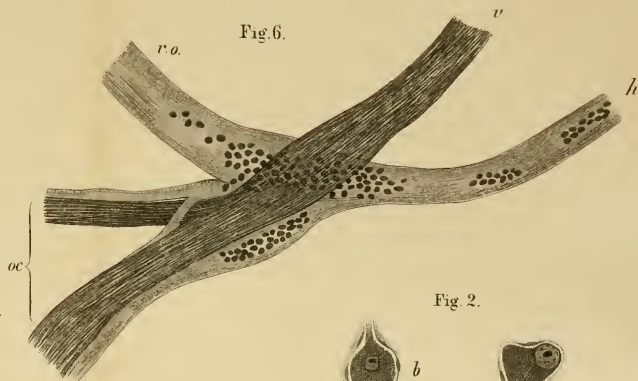


Fig.6.



Fig 2.

Fig. 3.

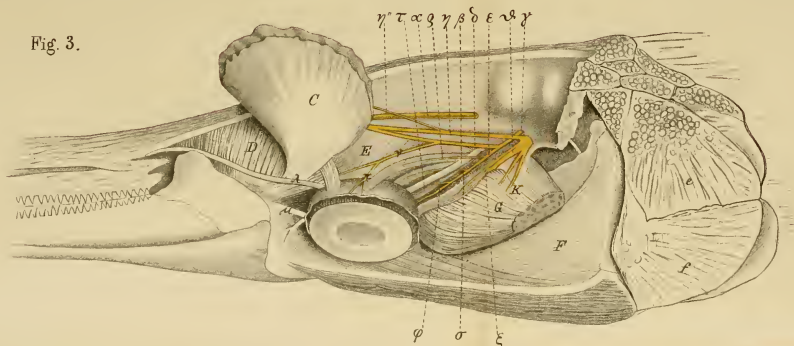
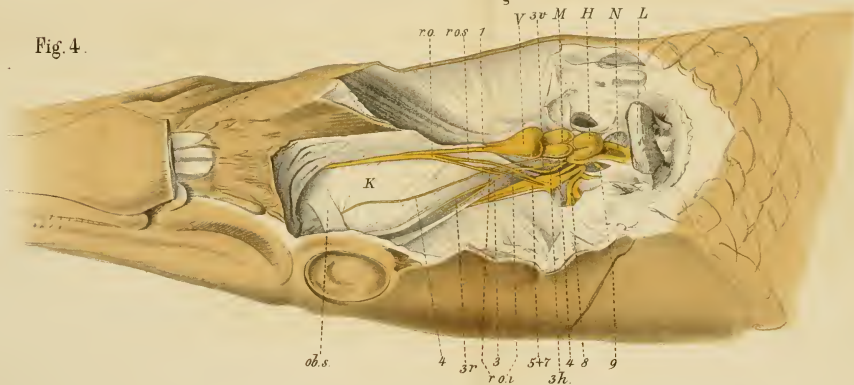


Fig. 4.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [NF_8](#)

Autor(en)/Author(s): Schneider Heinrich

Artikel/Article: [Ueber die Augenmuskelnerven der Ganoiden. 215-242](#)