

Das
Ganglion oculomotorii.

Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Kopfnerven.

Von

G. Schwalbe.

Hierzu Tafel XII—XIV.

In einer Mittheilung in den Sitzungsberichten der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena (Sitzung am 15. November 1878) habe ich kurz die Gründe entwickelt, welche dazu zwingen, das Ganglion ciliare nicht mehr, wie es bisher geschah, dem Sympathicus oder dem N. trigeminus zuzuweisen, sondern als zum N. oculomotorius gehörig zu betrachten. Die einzigen Forscher, welche diese Beziehungen geahnt haben, ohne sich jedoch ihrer morphologischen Bedeutung klar zu sein, sind Budge und Adamük. Budge äussert sich im Jahre 1855¹⁾ folgendermaassen: „Die Anordnung der Irisnerven, bevor sie in den Bulbus oculi hineintreten, hat bei den Wirbelthieren eine unläugbare Aehnlichkeit. Zwei Nervenstämmchen, von denen eins aus dem dritten, das andere aus dem fünften Gehirnnerven kommt, vereinigen sich, und nach dieser Vereinigung treten gewöhnlich in zwei Bündelchen die Fäden heraus, welche die Sclerotica durchbohren, um zur Iris zu gelangen. Mit dem Stämmchen, das aus dem fünften Gehirnnerven kommt, ist gewöhnlich entweder untrennbar oder deutlich geschieden noch ein Nervchen vereinigt, das vom N. sympathicus her stammt. An jener Vereinigungsstelle findet sich häufig das Ganglion ciliare, das jedoch in vielen anderen Fällen, nicht hier, sondern im N. oculomotorius liegt, dem überall dasselbe grösstentheils anzu-

¹⁾ Ueber die Bewegung der Iris. S. 24.

gehören scheint. Es ist daher nicht passend, die zwei Nervenstämmchen *Radices ganglii* zu nennen, sondern *Radices nervorum ciliarium*.“ Ich habe diese Stelle wörtlich wiedergegeben, damit der Leser sich ein selbstständiges Urtheil über Budge's Meinung bilden könne. In der speciellen Beschreibung behandelt er die Ciliarnerven und das Ciliarganglion vom Menschen, Hund, Katze, Kaninchen, einiger Vögel (Gans, Ente) und des Frosches. Seine Aeusserung bezieht sich offenbar auf das Ciliarganglion einiger Säugethiere (Hund, Katze). Eine entwicklungsgeschichtliche oder vergleichend anatomische Begründung jener wohl nur gelegentlichen Aeusserung hat er nicht geliefert. In dieser Beziehung wäre die Untersuchung des Frosches entscheidend gewesen, Budge vermochte jedoch hier (l. c. S. 36) keine Ganglienzellen zu finden. Mir selbst ist der oben citirte Satz Budge's sowie Adamük's gleich zu erwähnende Angabe erst, nachdem ich meine kleine oben erwähnte Mittheilung in Druck gegeben hatte, bekannt geworden. Einen Einfluss auf die allgemeinen Anschauungen in Betreff der morphologischen Bedeutung des Ciliarganglions hat Budge's Aeusserung jedenfalls ebensowenig gehabt, als Adamük's¹⁾ Bemerkung, dass das Ciliarganglion bei Hund und Katze ein reines Ganglion des Oculomotorius sei. Denn nach wie vor beschreiben die Lehrbücher den Augenknoten beim Trigeminus (wie die meisten), oder nach dem Vorgange von Fr. Arnold²⁾ als ein Ganglion des Kopftheils vom Sympathicus (z. B. Aeby, W. Krause). Desgleichen rechnet Rauber in einer speciellen Arbeit „über den sympathischen Grenzstrang des menschlichen Kopfes“ (München 1872 S. 28) das Ciliarganglion zum Sympathicus und zwar zu den peripherischen Ganglien desselben. Auch ich dachte, als ich meine hier mitzutheilenden Untersuchungen begann, nicht im Entferntesten daran, dass das Ciliarganglion dem Oculomotorius entwicklungsgeschichtlich und vergleichend anatomisch angehöre. Mein Interesse für den 3. Hirnnerven wurde vielmehr durch die älteren Angaben von Rosenthal³⁾ und Reissner⁴⁾ erweckt, denen zu

1) Zur Physiologie des N. oculomotorius. Medic. Centralblatt 1870. N. 12. S. 179.

2) Der Kopftheil des vegetativen Nervensystems beim Menschen. Heidelberg u. Leipzig 1831.

3) De numero atque mensura microscopica fibrillarum elementarium systematis cerebro-spinalis symbolae. Vratislaviae 1845. p. 13 u. 14.

4) Archiv f. Anatomie etc. von Reichert u. du Bois-Reymond 1861 S. 721.

Folge im Stamme des Oculomotorius Ganglienzellen enthalten sind. Bei den herrschenden Anschauungen war es ganz natürlich, dass dieselben in der Folge von Rüdinger¹⁾ für sympathische erklärt wurden. Gelegenheit zur Einlagerung in die Bahn des Oculomotorius würde sich ja leicht durch die Verbindung, welche der Sympathicus mit dem Oculomotorius im Bereiche des Sinus cavernosus eingeht, bieten. Wie die neuesten Untersuchungen von L. Rosenthal²⁾ sicher nachgewiesen haben, gehen hier Fasern des Sympathicus in peripherer Richtung in den Oculomotorius über. Die Möglichkeit der Abstammung vereinzelter Ganglienzellen, wie sie von dem älteren Rosenthal und Reissner im Oculomotorius beschrieben sind, aus dem Sympathicus kann demnach nicht gut in Abrede gestellt werden. Bei einer Prüfung dieser Angaben durch mikroskopische Untersuchung des 3. Hirnnerven beim Kalb, Schaf und beim Menschen war ich indessen bisher nicht so glücklich, die Rosenthal-Reissner'schen Ganglienzellen zu finden. Dagegen ergab eine vergleichend anatomische Untersuchung unerwartete Resultate. Sie lehrte, dass dem 3. Hirnnerven nicht zerstreute Ganglienzellen, sondern ein ganzes Ganglion zukommt und dass dies Ganglion nichts Anderes ist, als das Ciliarganglion. Ermuthigt wurde ich in meinen Nachforschungen durch die interessante Arbeit von Milnes Marshall³⁾. Derselbe untersuchte die Entwicklung der Kopfnerven beim Hühnchen und kommt zu dem auffallenden Resultate, dass auch der Oculomotorius nach Art einer hinteren Spinalnerven-Wurzel entstehe. Ueberdies bildet er einen Sagittalschnitt durch den Kopf eines 96 Stunden alten Hühner-Embryo ab, in welchem der Oculomotorius sowohl an seiner Basis am Mittelhirn, wie an seinem entgegengesetzten im Schnitt enthaltenen Ende eine gangliöse Anschwellung besitzt (Fig. 22 III). Diese letztere Anschwellung soll der Stelle entsprechen, an welcher sich der 3. Hirnnerv in seinen Ramus superior und inferior theilt. Mag man nun auch die Angaben von Marshall über die erste Entstehung des N. oculomotorius nach Art einer hinteren Spinalnervenwurzel für nicht beweisend halten, da bedeutende Lücken in der Beobachtung noch nicht ausgefüllt

¹⁾ Anatomie der menschlichen Gehirnnerven S. 12.

²⁾ Ueber Nervenastomosen im Bereiche des Sinus cavernosus. Sitzungsberichte der Wiener Academie Bd. 77 III. Abth. März-Heft 1878. S. 4 und Fig. 1 und 2.

³⁾ The development of the cranial newer in the chick. Quart. Journ. of microsc. science 1878. p. 23—27.

sind, so hat man doch mit der Thatsache der gangliösen Anschwellung an der Theilungsstelle zu rechnen. Denn es ist doch nicht anzunehmen, dass ein gewissenhafter Forscher wie Marshall, dies Ganglion hineinphantasirt habe, um so weniger als ja ein solches Bild Aufsehen genug erregen musste, da es mit unseren geläufigen Vorstellungen sich anscheinend schwer vereinbaren lässt. Ich kann deshalb auch der Meinung von Kölliker nicht beipflichten, der sich darüber folgendermaassen äussert¹⁾): „eine Angabe, die ohne nähere Belege wohl wenig Glauben finden wird und der meine Angaben beim Kaninchen direkt widersprechen.“ Indem ich mir vorbehalte, diese entwicklungsgeschichtlichen Angaben von Kölliker und Marshall unten genauer zu besprechen und mit den von mir auf vergleichend-anatomischem Wege erhaltenen Resultaten zu vergleichen, bemerke ich im Voraus, dass das von Marshall beschriebene Ganglion nichts Anderes ist, als das Ciliarganglion. Dies lehrt die vergleichend-anatomische Untersuchung unzweifelhaft. Es kann dies Resultat auch nicht umgestossen werden durch eine kurze durch 2 Abbildungen illustrierte Angabe von Remak²⁾), der zu Folge das Ciliarganglion aus dem Ganglion Gasseri hervorgehn soll. Dem viel genauer gedenkt His³⁾ der Entwicklung des Ciliarganglions, und diese letztere Angabe ist durchaus nicht unvereinbar mit den von mir auf vergleichend-anatomischem Wege erhaltenen Resultaten, worüber unten ausführlicher.

Die Angaben von Marshall enthielten somit die Aufforderung, dies Ganglion des Oculomotorius, welches er beim 96tägigen Hühnchen nachweisen konnte, überall im entwickelten Oculomotorius aufzufinden. Diese Aufgabe glaube ich auf vergleichend-anatomischem Wege gelöst zu haben. Schon eine Durchsicht der äusserst zerstreuten Literatur bestärkte mich in meiner Meinung, noch mehr aber eigene Untersuchungen, welche ich bei Selachiern und Amphibien, sowie bei Vögeln und Säugethieren mit Erfolg anstellte. Mein Gedankengang war dabei folgender: Ist das Ciliarganglion dem Oculomotorius zugehörig, so wird sich bei denjenigen Thieren, welchen ein wohl abgegrenztes Ciliarganglion zukommt, kein anderes Ganglion im Stamme des 3. Hirnnerven finden; es muss dagegen der Oculomotorius bei denjenigen Thierformen, de-

1) Entwicklungsgeschichte des Menschen. 2. Auflage S. 622.

2) Entwicklungsgeschichte S. 37. Taf. IV, 37, 38.

3) Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Leipzig 1868. S. 106.

nen ein Ciliarganglion abgesprochen wird, ein im Stamm verborgenes Ganglion enthalten, und endlich zwischen diesen Extremen müssen sich Uebergangsformen nachweisen lassen. Diese Voraussetzung hat sich nun als vollkommen richtig herausgestellt, und ist es die wesentliche Aufgabe dieses Aufsatzes, das beweisende Material übersichtlich geordnet beizubringen. In einem zweiten Abschnitt soll dann auf Grund dieser Angaben ein allgemeines Bild von der Entwicklung des Ciliarganglions in der Wirbelthierreihe gegeben und mit den wenigen ontogenetischen Angaben verglichen werden. Den Schluss der Abhandlung bilden Betrachtungen über die Stellung des Oculomotorius in der Reihe der Kopfnerven, denen sich die Besprechung der Frage nach etwaiger Sensibilität einzelner Bündel des Oculomotorius anschliessen soll. Von einer eingehenden histologischen Untersuchung habe ich einstweilen abgesehen; desgleichen wurde die Untersuchung der Ciliarnerven sowie der übrigen Nerven der Orbita nur soweit durchgeführt, wie es zur Entscheidung der vorliegenden Frage nöthig war. Einige dabei gewonnene neue Resultate sollen an geeigneten Orte mitgetheilt werden.

Methode der Untersuchung. Wenn es sich bei der Präparation der Kopfnerven, speziell der Nerven der Orbita überall um Grössenverhältnisse handelte, die einer Verfolgung der Nervenbahnen mittelst des Scalpells keine wesentlichen Schwierigkeiten in den Weg legen, so würde es vollständig überflüssig sein, noch ein Wort über die Art der Darstellung der zu beschreibenden Nerven zu verlieren. Leider bieten aber die kleinen Dimensionen des Kopfnervensystems der Amphibien, der nächst den Seelachtern für unsere Frage wichtigsten Klasse, der gewöhnlichen Technik grosse Schwierigkeiten dar, die selbst von dem ausgezeichneten Fleiss und dem technischen Geschick Fischer's¹⁾ nicht vollständig überwunden sind. Wird dies schon beim Frosch in unangenehmer Weise bemerkbar, so gilt es noch viel mehr für *Salamandra maculosa*. Hier dürfte die Verfolgung der Kopfnerven auf dem gewöhnlichen Wege gewiss nur wenigen Bevorzugten gelingen. Ich habe mich deshalb nach einer Methode der Präparation für diese Objecte umgesehen, die es ermöglicht, sei es noch mit unbewaffnetem Auge, sei es mittelst der Lupe, ohne gewaltsame, oft genug künstliche Trennungen mit dem Messer vorzunehmen,

¹⁾ *Amphibiorum nudorum neurologiae specimen primum.* Berlini 1843.

dem Verlaufe der Kopfnerven bei den genannten Amphibien mit Leichtigkeit zu folgen. Diesen Anforderungen genügt in vorzüglicher Weise die bereits von Langerhans¹⁾ mit Erfolg für die Untersuchung des Nervensystems von *Petromyzon Planeri* sowie des *Amphioxus* verworthe Maceration in zwanzigprocentiger Salpetersäure. Es ist dasselbe Verfahren, welches von Reichert für die Isolirung quergestreifter Muskeln empfohlen wurde, ferner analog der von Kühne²⁾ für die Isolirung der Muskelfasern ausgeübten Methode, die dann Owsjannikow³⁾ für die Darstellung des Centralnervensystems von *Amphioxus* modificirt hat (Wasser, Alkohol und Essigsäure). Merkwürdiger Weise scheint sich diese von Langerhans geübte, so ausserordentlich erfolgreiche und leichte Methode bisher noch keiner allgemeinen Verbreitung zu erfreuen. So erklärt es sich, wenn dieselbe von Baudelot ganz kürzlich als vollständig neu angepriesen wird⁴⁾. Aus diesem Grunde dürfte es zweckmässig sein, noch einmal auf die grossen Vorzüge dieser Methode aufmerksam zu machen. Wie Langerhans legte ich die betreffenden Theile, entweder ganze Frösche und Salamander oder, als für meine speciellen Zwecke genügend, nur deren Köpfe, im frischesten Zustande sofort in 20procentige Salpetersäure und liess sie darin 2 bis 3 Tage verweilen, um sie dann einen Tag lang in Wasser auszuwaschen. Soll das Präparat zur Darstellung der Kopfnerven geeignet sein, so muss das Bindegewebe, abgesehen von den zelligen und elastischen Elementen, vollkommen zerstört sein, sodass nun die Epidermis sich leicht in Fetzen ablösen lässt, und die einzelnen Muskelindividuen leicht von einander getrennt werden können. Sämmtliche verknöcherte Partien des Skelets sind vollständig zerstört; dagegen findet man sowohl im Gebiet der Wirbelsäule als des Schädels noch Knorpel-

¹⁾ Untersuchungen über *Petromyzon Planeri*. Freiburg i./Br. 1873. S. 5 und: Zur Anatomie des *Amphioxus lanceolatus*, Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. XII. S. 295.

²⁾ Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. S. 11.

³⁾ Ueber das Centralnervensystem des *Amphioxus lanceolatus*. Bulletin de l'académie impériale des sciences de St. Petersbourg. T. XII. p. 287. 1868.

⁴⁾ Procédé relatif à la dissection du système nerveux chez les poissons. Journal de Micrographie. T II. N. 1. Janvier 1878. p. 31: „Mais jusqu' à présent personne n'a songé, en s'appuyant sur ses propriétés, à faire de l'acide azotique un agent de dissection pour l'ensemble du système nerveux.“

reste, die sich aber mit Leichtigkeit ohne Zerstörung der Nerven herausheben lassen. Nirgends ist also für eine Verfolgung der Nerven mit Präparirnadeln oder kleinen spitzen Messerchen ein erheblicher Widerstand zu finden; Vieles fällt auch schon bei vorsichtigem Schütteln in Wasser ab, und es gelingt so auf die eine oder andere Art das unversehrte schön conservirte Gehirn mit den sämtlichen Kopfnerven bis in deren periphere Verzweigungen zu gewinnen. Ja noch mehr: am peripheren Ende des Olfactorius erhält sich becherartig das Riechepithel, am Ende des Opticus die schalenförmige Retina, mit der Endausbreitung des Acusticus das häutige Labyrinth. Rathsam ist es indessen, mit dem Schütteln des Präparates vorsichtig zu sein, da mit den grösseren Muskeln auch deren Nerven häufig abreißen. Am sichersten ist deshalb die vorsichtige direkte Verfolgung der Nerven zwischen den weichen widerstandslosen Theilen, die hier um so leichter, erfolgreicher und sicherer ist, als man ja nie in die Lage kommen wird, Bindegewebsstränge als Nerven zu präpariren, da vom ganzen interstitiellen Bindegewebe nur die elastischen stets leicht erkennbaren Gefässröhren erhalten bleiben. — Auf einen wichtigen Punkt muss ich indessen bei der Anwendung der geschilderten Methode noch aufmerksam machen. Die äussere Temperatur ist selbstverständlich von grossem Einfluss auf das Zustandekommen eines gut macerirten Präparates. Zur Sommerzeit gelingen deshalb die Macerationen stets in der oben geschilderten einfachen Weise zu vollkommener Zufriedenheit, nicht aber im Winter. Bei niedriger Temperatur tritt im Gegentheil eine Erhärtung der Theile ein; die Objekte werden derb, lederartig. Man muss also im Winter die in der Salpetersäure liegenden Präparate erwärmen. Ich habe stets den erwünschten Erfolg, eine vorzügliche Zerstörung des Bindegewebes durch constantes Erwärmen der in der Salpetersäure befindlichen Objecte in einem Brütapparat auf 30 bis 40° C. erzielt. Am geeignetsten dürfte sich zweitägiges Verweilen bei 35° C. herausstellen.

Die mittelst Salpetersäure-Maceration dargestellten Gehirne, Rückenmark und Nerven lassen sich in absolutem Alkohol sehr gut conserviren, ohne dass sie in ihren Formverhältnissen wesentlich alterirt werden. Es eignen sich ferner die Nerven noch vortrefflich zur histologischen Untersuchung, indem sowohl Nervenfasern als Ganglienzellen deutlich erkennbar bleiben. Auch Baudelot¹⁾ führt

¹⁾ l. c. p. 32.

dies an und empfiehlt zum Zweck der histologischen Untersuchung dünnere Lösungen von 1 : 10 oder 1 : 15. Will man die herauspräparirten Nerven noch färben, so ist es zweckmässig, dieselben zunächst einige Minuten mit absolutem Alkohol zu behandeln und dann auf die gewöhnliche Weise mit Karmin zu tingiren.

Eignet sich somit die geschilderte Methode in vortrefflicher Weise zum Studium des peripheren Nervensystems, sowie der äusseren Formen des Gehirns und Rückenmarks, so sind damit noch nicht alle Vorzüge genannt. Thiere, die in der 20procentigen Salpetersäure macerirt wurden, eignen sich viel besser als frische, auch zu jeder makroskopischen zootomischen Untersuchung, die sich auf die Anordnung des Muskelsystems und der Eingeweide bezieht. Da das Bindegewebe zerstört ist, hat man nirgends Schwierigkeiten bei der Präparation. Ich möchte dies Verfahren besonders auch zur Anfertigung von Präparaten für zootomische Sammlungen empfehlen. So lassen sich z. B. die Muskelsegmente des Rückens der Salamandra mittelst der Salpetersäure-Methode vorzüglich darstellen, indem einfach die Epidermis und deren Drüsen abzuheben sind; das Präparat kann dann in Alkohol conservirt werden.

Ein Nachtheil unserer Methode ist hier nicht zu verschweigen. Es scheint dieselbe nach meinen jetzigen Erfahrungen nur für frische Objekte, nicht für Alkohol-Präparate, verwendbar zu sein. Wenigstens sind die wenigen Versuche, die ich bisher an Präparaten aus Alkohol angestellt habe, insofern erfolglos geblieben, als zwar ebenfalls eine genügende Erweichung eintrat, dabei aber zugleich eine auffallende Brüchigkeit, die eine Darstellung der Nerven auf weitere Strecken nicht gestattete und auch für die mikroskopische Untersuchung sich nicht geeignet erwies, indem die Formelemente sich nicht mehr erhalten zeigten. Ob die Erfolglosigkeit meiner Versuche in dieser Richtung etwa durch mangelhafte Conservirung der Objekte bedingt war, müssen weitere Versuche zeigen, die ich fortsetzen werde.

I. Beschreibender Theil.

In diesem Abschnitt werde ich das auf die von mir aufgeworfenen Fragen bezügliche Material, nach den Hauptgruppen der Wirbelthiere übersichtlich geordnet, zusammenstellen, eigene und fremde Untersuchungen in gleicher Weise berücksichtigend. Leider

ist es mir hier in Jena nicht möglich gewesen alle zootomischen Specialarbeiten, die das zu behandelnde Gebiet berühren, zu durchmustern. Dennoch glaube ich, alles Wesentliche gesammelt zu haben. Jedenfalls genügen die Beobachtungen früherer Forscher an Objekten, die von mir nicht untersucht wurden, um alle wesentlichen Lücken, die etwa meine eigenen Beobachtungen noch lassen könnten, in der Stammesentwicklung des Ganglion ciliare auszufüllen.

I. Cyclostomen.

Leider habe ich noch nicht Gelegenheit gehabt, an dieser wichtigen Gruppe eigene Beobachtungen anzustellen. Ich hebe deshalb aus der neuesten Arbeit, von P. Fürbringer¹⁾, die für unsere Frage wichtigen Thatsachen hervor. In derselben ist die ältere Literatur genügend berücksichtigt, so dass ich auf dieselbe nicht näher eingehe.

Den Myxinoiden fehlen nach allen darüber vorhandenen Angaben mit der mangelnden Ausbildung des Auges die Augenmuskelnerven gänzlich. Möglich ist indessen immerhin, dass eine vervollkommnete Methode der Präparation, wie die oben beschriebene, auch hier noch feine rudimentäre Nervenfäden aufzufinden gestattet. Aus der Neurologie der Petromyzonten ist hervorzuheben, dass alle drei Augenmuskelnerven existiren, dass der Oculomotorius durch eine besondere Oeffnung, Trochlearis und Abducens dagegen gemeinschaftlich mit dem Trigemini in die Orbita treten. Am Oculomotorius hat man zu unterscheiden: 1) einen Ramus posterior, der dem R. superior entspricht und den Musc. rectus superior innervirt; 2) einen Ramus anterior = R. inferior, bestimmt für die Musc. rectus anterior (medialis) und obliquus anterior. Fürbringer hat nachgewiesen, dass letzterer Muskel nicht, wie man bisher annahm (Schlemm und d'Alton, Stannius), dem Musculus obliquus superior der höheren Wirbelthiere entspricht, sondern dem Musc. obliquus inferior, so dass sich also der 3. Hirnnerv bei den Cyclostomen schon in derselben Weise verzweigt, wie beim Menschen, nur dass (nach den Angaben von Fürbringer) der Musc. rectus inferior nicht vom unteren Aste des Oculomotorius, sondern vom Abducens innervirt wird. Letzterer versorgt ausserdem, wie in allen Wirbelthierklassen, den M.

¹⁾ Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Muskulatur des Kopfes der Cyclostomen. Diese Zeitschrift Bd. IX.

rectus lateralis, während der Tröchlearis den Musc. obliquus posterior (= superior) innervirt.

Wenn nun auch noch Zweifel darüber möglich sind, ob die Nn. trochlearis und abducens von Ursprung an selbstständig sind (vergl. darüber P. Fürbringer l. c. p. 60), so ist die Selbstständigkeit des N. oculomotorius zweifellos sicher gestellt.

Ciliarnerven werden in der Literatur weder bei der Beschreibung des Oculomotorius noch des Trigeminus erwähnt, ebensowenig ein Ciliarganglion.

II. Fische.

Eigene Untersuchungen habe ich hier vor allen an Selachiern angestellt, die mir in einigen gut conservirten Species zur Verfügung standen. In Betreff der Teleostier stütze ich mich einstweilen auf Stannius¹⁾ sorgfältige Angaben; Ganoiden und Dipneusten bedürfen überhaupt in ihrem gesammten Kopfnerven-System einer neuen Untersuchung, die ich aus Mangel an geeignetem Material bisher noch nicht anstellen konnte.

a) Selachier.

Die untersuchten Species sind: *Acanthias vulgaris*, *Mustelus laevis*, *Scyllium catulus*, *Raja batis*, *Trygon pastinaca*, *Chimaera monstrosa*²⁾. Am leichtesten lassen sich die Augenhöhlen-Nerven bei *Mustelus laevis* verfolgen, den ich deshalb zunächst berücksichtigen will. Es ist hier der erste Ast des Trigeminus, der sog. Ramus ophthalmicus ein sehr zusammengesetztes Gebilde. Er entsteht 1) wie Gegenbaur³⁾ auch für *Hexanchus* findet und abbildet, mit einem grossen Theile seiner Fasern aus der hinteren Wurzelportion des Trigeminus, und zwar der dorsalen Abtheilung derselben; 2) aus einem Theil der vorderen mehr ventral gelegenen Wurzelportion. So betheiligen sich also beide Portionen der Trigeminuswurzel an der Bildung des Ramus ophthalmicus, was ich als allgemein bei den von mir untersuchten

¹⁾ Das peripherische Nervensystem der Fische, Rostock 1849.

²⁾ Ein sehr gut conservirtes Exemplar von *Chimaera monstrosa* verdanke ich der Güte meiner Freunde der Herren O. und R. Hertwig; die Köpfe der übrigen Selachier wurden in trefflich conservirtem Zustande aus der zoologischen Station in Neapel bezogen.

³⁾ Ueber die Kopfnerven von *Hexanchus* und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels. Diese Zeitschr. VI S. 501.

Selachiern vorkommend gleich hier hervorheben will. Allerdings ist es bei der ventralen vorderen Wurzel der kleinere Theil, welcher schräg nach oben und vorn innerhalb der Schädelhöhle aufsteigend sich zum Ramus ophthalmicus begiebt, während die Reste jener beiden Wurzelportionen sich zu dem gemeinsamen Stamme des Trigemini verbinden. Die beiden Wurzelbündel des Ramus ophthalmicus will ich hinfort als *Radix dorsalis* (posterior) und *ventralis* (anterior) ophthalmici bezeichnen. Bei *Mustelus* legen sie sich noch innerhalb des *Cavum cranii* innig an einander der Art, dass die *Radix ventralis* sich an der medialen und unteren Seite der grösseren *Radix dorsalis* befindet. Der gesammte Ramus ophthalmicus tritt sodann durch eine Oeffnung, die durch die Ursprünge der geraden Augenmuskeln von der für den Hauptstamm des Trigemini bestimmten getrennt ist, in die Orbita. Sehen wir ab vom *Abducens*, der für unsere Betrachtungen übergangen werden kann, so nimmt die Eintrittsstelle des Ramus ophthalmicus den hintersten Platz von den Eintrittsstellen der Orbitalnerven ein. Schon bei Betrachtung der cranialen Seite des Ophthalmicus-Kanals nimmt man eine weitergehende Spaltung des in ihm enthaltenen zusammengesetzten Nerven wahr. Es gabelt sich nämlich die *Radix ventralis* in 2 ungefähr gleich starke Zweige, von denen sich sofort nach dem Eintritt in die Orbita der obere der unteren medialen Fläche des aus der stärkeren *Radix dorsalis* hervorgegangenen Astes anschliesst und mit diesem unter dem medialen Rande des Orbitaldaches über sämmtlichen übrigen Inhaltstheilen der Orbita geradeswegs nach vorn zieht. Diesen demnach doppelten Zweig des N. ophthalmicus pflegt man als *Ramus superficialis* zu bezeichnen. Der andere tiefer gelegene, also untere Gabelast der *Radix ventralis* begiebt sich sofort nach ihrem Eintritt in die Orbita lateralwärts zum Anfangstheile der oberen Fläche des *Musculus rectus medialis* und dringt in der Nähe seines lateralen hinteren Randes dicht hinter dem N. oculomotorius zwischen 2 Portionen des genannten Muskels hindurch in die Tiefe, um zum *Ramus profundus* zu werden. Dieselbe tiefe ventrale Wurzel des Trigemini giebt dennoch sowohl zum *Ramus superficialis* ein Nervenbündel ab, als sie auch den gesammten *Ramus profundus* bildet. Beide Bestandtheile des *Ramus superficialis*, die ich als *Portio major* und *minor* bezeichnen will, bilden nun einen von beiden Seiten her abgeplatteten Stamm, innerhalb dessen sich aber der tiefere aus der ventralen Wurzel stammende Bestandtheil (*Portio minor*) stets mit Leichtigkeit bis zum vorderen

Ende der Orbita und darüber hinaus von dem grösseren der oberflächlichen Wurzel angehörigen (portio major) trennen lässt. Beide Bestandtheile verhalten sich auch insofern verschieden, als nur der letztere es ist, der 1) die bekannten Rami frontales, 2) einen Zweig zu der oberhalb des Auges gelegenen Haut (man könnte ihn Ramus palpebralis nennen) und 3) gleich am Anfange der Orbita einige Rami adiposi zu dem fetthaltigen Bindegewebe am Dach der Orbita entsendet. Aus der Portio minor entspringt innerhalb der Orbita nur ein Nerv, nämlich ein feiner Verbindungszweig zu dem unter ihm eintretenden Trochlearis und zwar zur peripheren Bahn des letzteren. Am vorderen Ende der Orbita angekommen, gelangen nun beide Bestandtheile des Ramus superficialis in einer Rinne auf der Oberfläche des knorpligen Craniums bis zu einer vor dem Geruchsorgan gelegenen Frontalebene, wo sie sich nunmehr mit einem Theile ihrer Fasern inniger verbinden und zu gleicher Zeit einen anderen Theil nahezu rechtwinklig divergiren lassen. Es ist dies die Stelle, welche gewöhnlich (vergl. Gegenbaur, Kopfnerven von Hexanchus S. 504) als Theilung des Ramus ophthalmicus beschrieben wird. Es lässt sich aber leicht zeigen, dass an dieser Theilung die Portio major nicht participirt, sondern in derselben Richtung mit ihrer ganzen Fasermasse zur Schnauzenspitze (Rostrum) weiter zieht. Es ist also nur die Portio minor, welche sich theilt und zwar nahezu unter einem rechten Winkel in einen vorderen Ast, der in inniger Verbindung mit der Portio major zur Schnauzenspitze verläuft und einen lateralen, der sich in der Haut der Nasenkapsel ausbreitet.

Wir haben vorhin den Ramus profundus bei seinem Durchtritt durch den Musculus rectus superior verlassen, dessen Lücke er hinter dem N. oculomotorius passirt. Er gelangt so mit letzterem in den unter den Musculi rectus superior und medialis befindlichen Raum und trifft hier alsbald auf den Oculomotorius, mit dem er scheinbar sich innig verbindet (Fig. 11 bei a). Diese Verbindung ist aber in der That nur eine scheinbare durch derbes Bindegewebe bedingte. Der gesammte Ramus profundus ophthalmici verläuft dabei über dem Oculomotorius nach vorn, ohne mit letzterem einen Faseraustausch einzugehen. Noch eine andere Verbindung ist hier störend. Kurz vor der Kreuzung mit dem Oculomotorius entsendet der Ramus profundus einen ansehnlichen Ramus ciliaris (Fig. 11 r. c.). Derselbe legt sich aber lateral zunächst eine Strecke weit dem Oculomotorius innig an, sodass es scheinen könnte, als wenn sein peripheres zum Bulbus ziehen-

des Ende aus dem Oculomotorius entstehe. Aber auch hier lässt sich bald zeigen, dass es sich nur um eine Anlagerung handelt, dass jener starke Ciliarnerv in der That aus dem Trigemini entspringt und sich innerhalb des Augenmuskelkegels als hinterer Ciliarnerv oberhalb der Horizontale des Opticuseintritts in die Sclera einsenkt, zuvor in 2 bis 3 feine Zweige gespalten. Nach Abgabe dieses Ramus ciliaris, nach der Kreuzung ferner mit dem Oculomotorius zieht nun der Ramus profundus über Augenstiel und Opticus, unter den Musc. rectus medialis und obliquus superior zur vorderen Wand der Orbita, während seines Verlaufes an der medialen Fläche des Bulbus oculi dieser nur durch lockeres Bindegewebe angeheftet. An der vorderen Wand der Orbita angelangt, betritt er einen eigenen etwa 12 Mm.¹⁾ langen Kanal, der den Nerven in sanft aufsteigender Richtung zur oberen Fläche der Ethmoidalregion gelangen lässt, wo er eine Strecke weit unter dem Ramus superficialis parallel mit diesem nach vorn verläuft und kurz vor dessen Endtheilung sich ebenfalls in einen vorderen und lateralen Zweig spaltet, von denen der erstere sich dem Rostralzweige des Ramus superficialis, der letztere dagegen dem lateralen oder Ethmoidalzweige anschliesst und dieselben verstärkt.

Der N. oculomotorius betritt bei *Mustelus* durch eine besondere etwa 4 Mm. nach vorn vom Orbitalloche des Ophthalmicus und etwa ebensoweit ventralwärts, also tiefer gelegene Oeffnung die Augenhöhle, verläuft sofort auf der oberen Fläche des M. rectus medialis zu dem vorhin bei der Beschreibung des Ramus profundus ophthalmici erwähnten Schlitz, durch welchen er in den Raum innerhalb des Augenmuskelkegels gelangt. Zuvor giebt er in folgender Reihenfolge 3 Zweige ab: 1) zur oberen Fläche des M. rectus medialis, 2) einen feinen langen Ramus ciliaris, der vor dem Ramus ciliaris trigemini ungefähr in derselben Horizontalebene wie dieser in die Sclera eintritt, 3) den Zweig zum Musc. rectus superior. Innerhalb des Augenmuskelkegels angelangt, wird er, wie oben schon besprochen wurde, durch festes Bindegewebe an den Ramus profundus ophthalmici geheftet, geht in Wahrheit aber unter diesem lateralwärts und ein wenig nach vorn. So gelangt er zum hintern Rande des Musculus rectus inferior, unter welchem Muskel, diesem Zweige abgebend, er nunmehr in gerader

¹⁾ Diese und die folgenden Maasse beziehen sich auf ein Exemplar, welches von der Schnauzenspitze bis zur Frontalebene des Spritzloches 10 Ctm. maass.

Richtung über dem Boden der Orbita nach vorn verläuft. Dabei liegt er ferner auch unter dem Augenmuskelstiel und dem Opticus und endet endlich im *Musc. obliquus inferior*.

Der *Trochlearis* endlich tritt durch eine noch weiter nach vorn gelegene gesonderte Oeffnung in die Orbita. Diese Oeffnung liegt etwa in derselben Horizontalebene wie das Foramen ophthalmici, aber 11 Mm. vor demselben, und zugleich in nahezu derselben Frontalebene mit dem nahe dem Boden der Orbita eintretenden Opticus. Nachdem er (s. oben) ein Verbindungsfädchen von der *Portio minor rami superficialis* erhalten hat, wendet er sich zur Mitte der oberen Fläche des *Musculus obliquus superior*, während seines orbitalen Verlaufes unter dem *Ramus superficialis ophthalmici* gelegen. Den Verbindungsfaden vom *Trigeminus* zum *Trochlearis* habe ich wie Mikluch¹⁾ auch bei *Scyllium* gesehen. Ich will hier gleich eine andere Bemerkung in Betreff des *N. trochlearis* anschliessen, die mir für seine Auffassung von Wichtigkeit zu sein scheint. Bei *Scyllium catulus* überzeugte ich mich (vergl. Fig. 9 s.) mit aller Bestimmtheit vom Vorhandensein eines feinen Zweiges, den der *Trochlearis* noch innerhalb der Schädelhöhle kurz vor der cranialen Oeffnung seines Austrittskanals nach vorn zum benachbarten *Endocranium* entsendet. Dieser Zweig, dessen Nervennatur ich übrigens durch mikroskopische Untersuchung sicher gestellt habe, kann seiner Endigung nach nur ein sensibler sein! Ich habe diesen Zweig in ähnlicher Weise bei *Raja* gefunden, bei *Mustelus* aber nicht konstatiren können.

Hat man sich nun einmal dies Schema der Augenhöhlennerven bei *Mustelus* eingepägt, so ist es nicht schwer, die Verhältnisse bei anderen Selachiern aufzufassen, die zur ersten Untersuchung sich weniger eignen, weil einige der genannten Zweige so fein sind, dass man sie leicht ohne vorherige Kenntniss übersehen wird. Ich will als ein zweites extremes Beispiel an der Hand der Fig. 9 noch kurz die Verhältnisse bei *Scyllium catulus* beschreiben, die sich an die von Gegenbaur bei *Hexanchus* gefundenen viel näher anschliessen.

Ramus ophthalmicus. Er entspringt auch hier mit 2 Wurzeln, einer hinteren *Radix dorsalis* und einer vorderen *Radix ventralis* s. *profunda* (Fig. 9 V, 1. a und b). Dieselben betreten aber die Orbita nicht durch einen gemeinschaftlichen Kanal, sondern durch 2 hinter einander liegende Oeffnungen, die

¹⁾ Diese Zeitschrift Bd. IV, S. 556.

durch eine etwa 3 Mm.¹⁾ weite Knorpelbrücke getrennt wurden. Die vordere dieser Oeffnungen dient für die vordere tiefe, die hintere für die hintere dorsale Wurzel; letztere Oeffnung liegt zugleich in einer etwas höheren Horizontalebene als erstere. Beide Wurzeln sind in der Orbita noch eine Strecke weit getrennt, legen sich dann aber in der bei *Mustelus* besprochenen Weise als *Portio minor* und *major* des *Ramus superficialis ophthalmici* an einander. Der weitere Verlauf unter dem medialen Rande des Orbitaldaches ist der bekannte. Von der *Portio major* sah ich die *Rami frontales*, einen *Ramus palpebralis* (vergl. oben *Mustelus*) und einen feinen Faden (Fig. 9 rechts) entstehen, den ich für einen *Ramus ciliaris* halte; da er auf der Oberfläche der *Sclera* verschwand. Die *Portio minor* vermittelt die Verbindung mit dem unter dem gesammten *Ramus superficialis* gelegenen *N. trochlearis*, dessen Kanal sich in dem untersuchten Falle 7 Mm. nach vorn vom Kanale der *Radix ventralis* befand. Auf das Verhalten beider Portionen des *Ramus superficialis* auf der Oberfläche der *Ethmoidalregion*, zu der sie in einer Rinne gelangen, brauche ich nicht näher einzugehen, da Figur 9 diese in Allem mit dem Befunde bei *Mustelus* übereinstimmenden Verhältnisse deutlich wiedergibt.

Wir haben aber auch bei *Scyllium* einen *Ramus profundus ophthalmici*. Derselbe (Fig. 10 r. o. p.) entsteht schon innerhalb der Schädelhöhle aus der *Radix profunda ophthalmici* (r. p.) und verläuft als ein feiner Nervenzweig durch ein eigenes Kanälchen in der Schädelwand zur Orbita, welches Kanälchen etwa in der Mitte zwischen beiden *Ophthalmicuskanälen* und zwar tiefer wie der hintere derselben gelegen ist. In der Orbita zieht dieser Faden zu einer Spalte nahe dem hinteren Rande des *Musculus rectus superior* und verbindet sich alsbald mit dem durch diese Spalte in das Innere des Augenmuskelkegels eintretenden *Oculomotorius* (bei a Fig. 10). Der letztere (III) zieht ebenfalls durch eine besondere unterhalb des vorderen *Ophthalmicus-Kanals* gelegene Oeffnung in die Augenhöhle, wendet sich über die obere Fläche des *Musc. rectus medialis* und *superior* hinweg nach hinten und tritt durch den genannten Schlitz des letzteren Muskels in die Tiefe (Fig. 9 links), dabei jenen Faden des *Trigeminus* aufnehmend. Während dieses ersten Theiles seines Verlaufes giebt er die Zweige 1) für den *Musc. rectus medialis*, 2) für den *Musc.*

¹⁾ Die Maasse beziehen sich auf ein Exemplar, dessen Kopflänge (bis zur Frontalebene des Spritzloches) $6\frac{1}{2}$ Ctm. betrug.

rectus superior ab. Innerhalb des Augenmuskelkegels angelangt, spaltet er sich hinter dem hinteren Rande des *Musc. rectus inferior* scheinbar wieder in 2 Zweige. Der eine, der eigentliche *Oculomotorius* tritt nach Abgabe eines *Ramus ciliaris* (c) unter den *Musc. rectus inferior*, giebt diesem Zweige ab und verläuft hart unter dem Augentiele und *Opticus* zum *Musc. obliquus inferior*, in welchem er endet. — Der andere Zweig entsendet zunächst einen *Ramus ciliaris* (c), tritt dann in die *Sclera* ein, verläuft innerhalb derselben, aber oberhalb des Sehnerven eine Strecke weit nach vorn, um wieder auszutreten (r. o. p^o) und die vordere Wand der *Orbita* oberhalb des Ursprungs des *Musc. obliquus inferior* zu erreichen und in einen Kanal derselben einzutreten. Es hat also dieser scheinbare Zweig des *Oculomotorius* ganz den Verlauf des *Ramus ophthalmicus profundus* und geht zweifellos aus dem vorhin erwähnten mit dem *Oculomotorius* sich vereinigenden Verbindungsfaden der *Radix profunda ophthalmici* hervor, sodass also auch hier nur eine Anlagerung stattfinden dürfte. Indessen habe ich hier nicht genau auf die feineren Verhältnisse geachtet. Auffallend bleibt, dass der zur *Sclera* tretende nach Art eines *Ramus profundus* verlaufende Zweig dicker ist als der *Ramus communicans*. Es schien mir jedoch diese Verdickung lediglich auf Rechnung des Bindegewebes zu kommen. Einen analogen Verlauf, wie ich ihn eben vom *Ramus ophthalmicus profundus* für *Scyllium catulus* beschrieben habe, beobachtete Gegenbaur bei *Hexanchus*¹⁾.

Endlich habe ich noch *Raja* und *Chimaera* eingehender auf den Verlauf der Augenhöhlennerven untersucht. Bei beiden ist der *Ramus profundus* wieder von grösserer Stärke, an die Verhältnisse bei *Mustelus* erinnernd, bei beiden verläuft er unter *M. rectus oculi superior*, *medialis* und *obliquus superior*, über Augentiel und *Opticus* zu einem Kanal, der an der vorderen Wand der *Orbita* beginnt. Eine *intraoculäre* Verlaufsstrecke fehlt wie bei *Mustelus*, und ein gleiches Verhalten zeigen nach *Stannius*²⁾ auch *Spinax*, *Carcharias* und *Torpedo*. Der *Oculomotorius* dagegen gelangt bei *Raja* um den hinteren Rand des *Musc. rectus superior*

1) Von einer Anschwellung, die derselbe hier innerhalb des Bulbus bildet, vermuthet Gegenbaur l. c. S. 503, dass sie vielleicht ein Ciliarganglion repräsentire. Aus meiner weitern Beschreibung geht hervor, dass man das Ciliarganglion bei Selachiern an einer ganz anderen Stelle, nämlich am *Oculomotorius* zu suchen hat.

2) l. c. S. 36.

herum zum M. rectus inferior, unter welchem er nach Abgabe kurzer Fäden an denselben, unterhalb des Schnerven zum Musc. obliquus inferior verläuft.

Bei Chimaera endlich (Fig. 12) findet sich die Eigenthümlichkeit, dass hier in Folge der weiten Entfernung des vorn unter dem Musc. obliquus superior entspringenden Musc. rectus medialis der Zweig zu letzterem (r. med.) ebenso lang ausgezogen erscheint, wie die Fortsetzung des Oculomotorius zum Musc. obliquus inferior. So kommt es, dass der Oculomotorius unmittelbar nach seinem Eintritt in die Orbita sich in 3 Zweige theilt, einen kurzen für den Musc. rectus superior (r. s.), einen langen für den Musc. rectus medialis (r. med.) und den Endast, der auf seinem Wege unter dem Musc. rectus inferior diesen versorgt (r. i.) und weit vorn im Musc. obliquus inferior endet. Ganz ähnlich wie bei Chimaera verhält sich nach Stannius' ¹⁾ Abbildung der Oculomotorius bei Calorhynchus.

Soviel über Verlauf und Anordnung der Augenhöhlennerven der Selachier. Ich habe dabei absichtlich nicht vom Ciliarganglion geredet, um die von mir gefundenen Thatsachen in Betreff dieses letzteren übersichtlich zusammenfassen zu können. Nach Stannius ²⁾ fehlt das Ciliarganglion den Plagiostomen vollständig. An einer anderen Stelle ³⁾ sagt derselbe von der histologischen Struktur der Augenmuskelnerven sogar ausdrücklich: „Nie finden sich in den Augenmuskelnerven gangliöse Elemente.“ Ich war daher sehr erfreut, meine Ansicht, die ich mir in Betreff der Selbstständigkeit des N. oculomotorius gebildet hatte, gleich bei der ersten Untersuchung eines Haifisches (Acanthias) bestätigt zu finden. Sämmtliche von mir untersuchte oben aufgezählte Selachier liessen eine Ansammlung von Ganglienzellen an bestimmten Stellen der Oculomotorius-Bahn und daneben auch einzelne zerstreute Ganglienzellen erkennen, diesem Nerven an- oder eingelagert. Ein Ganglion oculomotorii ist hier also in schönster Weise zu demonstrieren. Beim Niederschreiben dieser Abhandlung finde ich nachträglich, dass ein Forscher allerdings schon bei einem Selachier, *Raja clavata*, einen Theil dieser Ganglien gesehen hat. Es ist dies Bónsdorff ⁴⁾, der in seiner Arbeit nicht allein eine genaue

¹⁾ l. c. Tafel I.

²⁾ l. c. S. 40.

³⁾ ibidem S. 20.

⁴⁾ Jemförande anatomisk beskrifning of cerebral nerverna hos *Raja clavata*. Acta societatis scientiarum Fennicae Tomus V. 1858, p. 188.

Beschreibung der Cerebralnerven von Raja liefert, sondern ausdrücklich ein dem Zweige des Oculomotorius für den *Musc. obliquus inferior* angelagertes sehr kleines $\frac{1}{6}$ Mm. breites Ganglion beschreibt, das er als Ciliarganglion deutet. Er überzeugte sich davon, dass es wirklich Ganglienzellen enthielt. Leider übertrug er sofort wieder das Arnold'sche Wurzelschema auf dieses Ganglion und glaubt sich nicht nur von der Existenz einer kurzen motorischen Wurzel, sondern auch einer äusserst feinen Wurzel vom Trigemini überzeugt zu haben. Das Vorkommen einer sympathischen Wurzel lässt er allerdings fraglich. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass B o n s d o r f f hier wirklich das Ganglion gesehen hat.

Ich verfuhr, um es in seinen Beziehungen zum Oculomotorius deutlich zu machen, der Art, dass ich nach sorgfältiger Präparation der Nerven den gesamten Oculomotorius mit seinen Aesten aber ohne die Muskelenden der letzteren, herausschnitt, total mit Karmin färbte und dann einige Tage in Glycerin macerirte, um das umhüllende Bindegewebe abstreifen zu können. Bei dieser Gelegenheit lösten sich auch zugleich die scheinbaren Verbindungen mit dem *Ramus ophthalmicus profundus*, und es musste überhaupt Alles abgestreift werden, was nicht dem Oculomotorius selbst angehörte. Trotz dieser Manipulationen, durch welche ein nicht dem Oculomotorius angehöriges Ciliarganglion sicher entfernt wäre, gelang es mir nun überall, an einer, zwei oder sogar drei Stellen Ganglienzellengruppen dem Oculomotorius dicht an- oder eingelagert zu finden. Am reichlichsten fand ich dieselben bei *Scyllium*. Es bestanden hier (Fig. 1) drei solche Ansammlungen. Die erste bildete einen seitlich auf der Oberfläche des Nerven aufsitzen den Hügel (Fig. 1 a) gegenüber den hier sich vom Stamme abzweigenden Fäden für den *Musc. rectus inferior*. Von der Spitze des Hügels erhebt sich ein aus dünnen Nervenfasern zusammengesetztes kurz abgerissenes Stämmchen. Die Länge dieses Hügels betrug 0,88 Mm., die Breite 0,44 Mm. Mit ihm unmittelbar verbunden durch einen feine Nervenfasern und einzelne Ganglienzellen enthaltenden Faserzug ist eine auf der entgegengesetzten Seite des Nervenstammes gelegene kleine Ganglienzellen-Gruppe, die ich als abgelöste Partie des ersten Ganglions betrachte (Fig. 1 a'). Die zweite Gangliensammlung (Fig. 1 b) erhebt sich kaum über das Niveau des Oculomotorius, ist vielmehr als eine 1,2 Mm. lange, in der Mitte leicht eingeschnürte dünne Schicht der Oberfläche aufgelagert. Sie entspricht ungefähr der Stelle, wo der Nerv sich mit der *Art. ophthalmica magna* kreuzt in etwa 3 Mm. Entfernung vom ersten

Ganglion, und entsendet einige feine Aestchen. Das dritte Ganglion endlich (Fig. 1 c) liegt 3,5 Mm. weiter peripher und bildet einen 0,9 Mm. langen, 0,2 Mm. breiten spindelförmigen Körper, der kaum über das Niveau des Oculomotorius hervorragt, centralwärts in ein durch feinere Fasern ausgezeichnetes Bündel sich fortsetzt, peripher dagegen in 2 sich bald von der Oberfläche des 3. Hirnnerven abhebende anfangs noch mit Ganglienzellen besetzte Nerven ausläuft, die ebenfalls aus feineren Nervenfasern bestehen.

Bei *Mustelus* erhielt ich (Fig. 2) eine en face Ansicht des ersten Ganglions durch Compression des Nerven, die ich behufs totaler Durchmusterung desselben anstellte. Ich fand hier überhaupt nur 2 Ganglien. Das erste grössere (Fig. 2 a) lag an der Stelle, wo der Oculomotorius die Fäden für den *Musc. rectus inferior* entsendet, und bedeckte hier den Nerven in einer Ausdehnung von 1,6 Mm. Einzelne dünne, aus feinen Nervenfasern bestehende Nervenfasern entstanden aus der Ganglienansammlung. In 0,8 Mm. Entfernung peripher von dieser, also an dem für den *Musc. obliquus inferior* bestimmten Aste befand sich (Fig. 2 b) ein zweites kleines Ganglion von 0,96 Mm. Länge und 0,4 Mm. Breite, ganz nach Art des 3. Ganglions von *Scyllium* in ein aus feineren Fasern bestehendes Bündel eingeschaltet, das auch jenseits des Ganglion noch nicht sofort die Oculomotoriusbahn verlässt.

Bei *Chimaera* fand ich nur dies letztere Ganglion in weit nach vorn gerückter Lage. Es liegt hier als 0,3 Mm. langes, 0,128 Mm. breites spindelförmiges Ganglion (Fig. 3 c) an dem für den *Musc. obliquus inferior* bestimmten Aste und zwar an der in Fig. 12 mit g bezeichneten Stelle, in 9 Mm. Entfernung vom Abgange des Nerven für den *Musc. rectus inferior*. Es verhält sich bei *Chimaera* mit seinem aus feineren Fasern bestehenden Strange zu dem dickeren und aus breiten Fasern aufgebauten übrigen Theile des Oculomotorius, morphologisch ganz so wie eine hintere Wurzel mit ihrem Ganglion zu der vorbeipassirenden vorderen Wurzel. Die für die Breiten der Nervenfasern gefundenen Maasse sind bei *Chimaera*: 4 μ für die feinen Fasern des Ganglienstranges, 16 μ für die gröberen des vorbeiziehenden Nerven. Ganz dieselben Zahlen erhielt ich für die entsprechenden Faserkategorien bei *Scyllium catulus*.

Auch bei *Raja* und *Trygon* habe ich mich von der Existenz eines Oculomotorius-Ganglions überzeugt. Es liegt hier am *Ramus ad obliquum inferiorem* gleich nach Abgabe des Zweiges zum *Musc. rectus inferior*.

Was nun endlich die Ganglienzellen betrifft, so fällt zunächst auf, dass sie zu den kleineren Formen gehören. Sie erscheinen meist kuglig oder kurz oval und sind bei Chimaera 24μ breit, $28-36 \mu$ lang, bei Raja $24-32 \mu$ breit, $32-44 \mu$ lang; endlich bei Scyllium fand ich den kurzen Durchmesser $28-32 \mu$, den langen bis 48μ . Es weichen also die für die einzelnen Formen erhaltenen Zahlen nicht wesentlich von einander ab. Eine ebenso grosse Uebereinstimmung zeigen die Ganglienzellen in ihren Strukturverhältnissen. Dass sie stets von einer kernreichen Scheide umgeben sind, lässt sich leicht zeigen (vergl. Fig. 7 von Scyllium). Dieselbe erschwert sehr das Aufsuchen der Fortsätze. Da ich einer speziellen Histologie des Ganglions meine Zeit nicht widmen konnte, so vermochte ich bei flüchtiger Untersuchung nur zu constatiren, dass die Zellen im grössten Theile ihres Umfanges eine geschlossene Scheide besitzen; an einer Stelle dagegen öffnet sich die Scheide und lässt einen Fortsatz hervortreten (Fig. 7 A), der zuweilen sich sofort wieder in 2 zu spalten schien (Fig. 7 B). Die Fortsätze erscheinen deutlich fibrillär. Wenn also auch hier gewöhnlich von der Zelle sich zunächst nur ein Fortsatz entwickelt, demnach also diese Nerven als unipolar zu bezeichnen wären, so scheinen sie doch früher oder später in 2 Nervenfasern auseinander zu weichen in ähnlicher Weise wie es Freud¹⁾ kürzlich für die Zellen der caudalen Spinalganglien von Petromyzon gezeigt hat. Hier fand Freud alle Uebergangsformen von der unipolaren Zelle, deren Fortsatz sich erst in grösserer Entfernung von der Zelle in zwei theilt (tube en T von Ranvier), bis zur oppositipolen Zelle, welche bekanntlich für die Spinalganglien der meisten Fische charakteristisch ist.

Endlich noch einige Worte über die Kerne dieser Ganglienzellen mit Rücksicht auf die jetzt viel discutirte Frage der Kernstruktur. Scyllium und Chimaera sind in dieser Beziehung extreme Formen. Während nämlich Chimaera das bekannte Bild der Ganglienzellkerne mit scharfem Contur, hellem Inhalt und einfachem schönem kugeligen Kernkörperchen gewährt, zeigen die $0,016$ Mm. im Durchmesser haltenden Kerne der Ganglienzellen von Scyllium oft kein distinctes Kernkörperchen, wohl aber ein schönes Kerngerüst in ganz ähnlicher Weise wie es neuerdings besonders von Flemming²⁾ beschrieben und abgebildet ist. Die Abbildung Fig. 7

¹⁾ Ueber Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon. Sitzungsber. der Wiener Academie Bd. 78, III. Abth. Juli-Heft.

²⁾ Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen, Archiv f. mikrosk. Anat. XVI, S. 302 ff.

überhebt mich jeder eingehenden Beschreibung. Auf eine histologische Deutung dieser Befunde einzugehen, ist hier nicht der Ort. In Fig. 7 A ist neben dem Kerngerüst ein Kernkörperchen erkennbar, das jedoch nur eine stärkere Ansammlung derselben Substanz darstellt, aus welcher das Kerngerüst besteht.

Endlich sei noch erwähnt, dass die größeren Nervenfasern ausserordentlich leicht die Schmidt-Lantermann'schen Marksegmente zeigen. An allen Alkohol-Präparaten waren dieselben ausserordentlich deutlich. Es erschienen die betreffenden Fasern dadurch geradezu ziemlich dicht quergestreift, was dem ganzen Nervenstamm ein eigenthümliches Ansehen verleiht. Auch bei den Knochenfischen gelang mir die Darstellung jener Marksegmente sehr leicht nach Behandlung der frischen Köpfe mit $\frac{1}{2}$ Wasser, $\frac{1}{2}$ Salzsäure. Spült man diese Nerven in Wasser ab, so ergeben sich die zierlichsten Bilder, von denen eines in Fig. 8 dargestellt ist. Man erkennt, da das Mark zerstört ist, den Axencylinder und diesen in seinem ganzen Verlauf von trichterförmigen Manschetten umgeben; dieselben bestehen aus einer feinkörnig geronnenen Substanz, die wahrscheinlich als Rest der die Marksegmente verkittenden Substanz aufzufassen ist. Es ergibt also diese Methode für die markhaltigen Nervenfasern der Fische ähnliche Anschauungen, wie sie kürzlich L. Gerlach¹⁾ durch Anwendung der Silbernitrat-Methode gewonnen hat.

Die feinen Nervenfasern des Oculomotorius endlich lassen eine schöne mit Kernen besetzte Scheide erkennen, haben einen deutlich fibrillären Axencylinder und scheinen des Nervenmarks zu entbehren. Doch waren sichere Aufschlüsse über diesen Punkt an meinem Spiritus-Material nicht zu erhalten, und sind demnach noch Beobachtungen an frischem Material abzuwarten.

b) Teleostier.

Ein Fehlen sämtlicher oder einiger Augenmuskelnerven ist hier nirgends beobachtet, nach Stannius²⁾ wohl bei Amblyopsis zu vermuthen; möglichenfalls sind sie aber auch hier als feinste rudimentäre Fäden nachzuweisen. Ihre Stärke steht überhaupt im Allgemeinen im Verhältniss zur Stärke der Augenmuskeln und

¹⁾ Tageblatt der 51. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Cassel 1878, S. 262.

²⁾ l. c. p. 18.

diese wieder zur Grösse des von ihnen zu bewegenden Organes, des *Bulbus oculi*. Sehr fein sind die Augenmuskelnerven bei *Silurus glanis*. Der *Oculomotorius* verlässt hier durch eine eigene Oeffnung die Schädelhöhle. „Die feinen Wurzeln der *Nn. trochlearis* und *abducens* treten aber sogleich an den *N. trigeminus* heran, sodass man die Nerven zum *M. obliquus superior* und *M. rectus externus*, wenn man nicht ihre Wurzeln und deren Ursprungsstätten untersucht hat, für Zweige des *R. primus n. trigemini* halten muss.“ (Stannius l. c. p. 19).

Die Innervation der Augenmuskeln erfolgt durch die 3 Nerven in gewöhnlicher Weise, sodass also dem 3. Hirnnerven, der sich ebenfalls in oberen und unteren Ast theilt, die *Mm. rectus superior*, *rectus medialis*, *rectus inferior* und *obliquus inferior* zufallen, dem 4. Hirnnerven der *Musc. obliquus superior*, dem 6. der *Musc. rectus lateralis*.

Die Ciliarnerven erscheinen auch bei den Teleostiern noch in geringer Zahl. Constant sind zwei *Rami ciliares* vorhanden, von denen der eine, von Stannius¹⁾ als *Ramus ciliaris longus* bezeichnet, nur aus dem *Trigeminus*, der andere, *Ramus ciliaris brevis* hauptsächlich vom *Oculomotorius* und zwar von dessen unterem Aste stammt, überdies aber in der Mehrzahl der Fälle noch einen Wurzelfaden (*Radix longa*) aus dem *Trigeminus* erhält. Wo letzterer sich mit dem *Ramus ciliaris brevis* vereinigt, findet sich nach Stannius ein Ciliarganglion, aus dem 2 dünnere Fäden oder ein etwas stärkerer Nerv hervorgehen, um neben dem *N. opticus* in den *Bulbus* zu treten. Nur bei *Salmo* und *Coregonus* wurde, übereinstimmend mit den bei Selachiern geschilderten Verhältnissen, die lange (*Trigeminus*-Wurzel) des Ganglion ciliare vermisst und merkwürdiger Weise vermochte hier Stannius kein Ciliarganglion nachzuweisen.

Der Ursprung des *Ramus ciliaris longus* aus dem *Trigeminus* kann in sehr verschiedener Weise stattfinden. 1) Es kann ein *Truncus ciliaris*, wie bei der Gattung *Trigla*, selbstständig aus der *Medulla oblongata* hervorgehen. Derselbe beteiligt sich nicht an der Bildung des Ganglion Gasseri, schwillt vielmehr zu einem eigenen Ganglion an und entsendet sowohl den *Ramus ciliaris longus*, als die lange Wurzel des *Ramus ciliaris brevis*. Da an der Verbindungsstelle des letzteren mit der *Radix longa* sich ein Ganglion findet, so hat der *Truncus ciliaris* von *Trigla* zwei Ganglien. Es ist

¹⁾ l. c. p. 39.

jedoch nicht statthaft, beide mit Stannius als Ciliarganglien zu bezeichnen, da offenbar das erste grössere einer abgelösten Portion des Ganglion Gasseri entspricht. — 2) Bei den meisten Knochenfischen entsteht der Ramus ciliaris longus aus dem Ganglion Trigemini dicht neben dem Ramus ophthalmicus und giebt dann später die Radix longa ab. — 3) Die Abzweigung des Ramus ciliaris longus erfolgt vom Ramus ophthalmicus, wie in der Gattung *Salmo*. Der Eintritt des Ramus ciliaris longus in den Bulbus oculi findet bei den Knochenfischen im Zwischenraum zwischen den *Mm. rectus externus* und *superior* neben der Insertionsstelle des letzteren statt.

Verbindungen des Ciliarnervensystems mit dem Sympathicus sind bei Teleostiern mehrfach beobachtet: mit dem Truncus ciliaris bei *Trigla*, *Cottus*, *Belone*, *Gadus*; mit dem Ciliarganglion bei *Scomber*, *Cyclopterus* und *Esox*.

c) Ganoiden.

Sehr mangelhaft sind unsere Kenntnisse der Augenmuskelnerven und Ciliarnerven der Ganoiden. Bei *Accipenser* sind alle 3 Nerven selbstständig vorhanden und haben dasselbe Innervationsgebiet, wie bei Selachiern und Teleostiern; das Gleiche gilt für *Polypterus* nach den Abbildungen von J. Müller¹⁾. Bei *Lepidosteus* sollen nach J. Müller²⁾ der Oculomotorius und Trochlearis aus dem Ramus ophthalmicus trigemini entspringen. Wahrscheinlich handelt es sich hier aber nur um eine innige Anlagerung beider Nerven während des Durchtritts durch eine gemeinschaftliche Oeffnung. Wenigstens ist es mir gelungen, bei *Lepidosteus bison* einen selbstständigen Ursprung des Oculomotorius und Trochlearis aus dem Gehirn nachzuweisen, worüber an einem anderen Orte berichtet werden soll. In Betreff der Ciliarnerven und des Vorkommens oder Fehlens eines Ciliarganglions ist wenig bekannt. Nach Stannius entsteht der Ramus ciliaris trigemini, wie bei den Selachiern und bei *Salmo*, beim Stör aus dem Ramus ophthalmicus selbst und durchbohrt, wie bei den Knochenfischen die Sclera in dem Zwischenraum, der die *Mm. rectus externus* und *superior* trennt und zwar neben der Insertionsstelle des letzteren Muskels. Ob ein Ciliarganglion beim Stör vorkomme, sagt Stannius nicht.

¹⁾ Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden. Abhandlungen der Berliner Academie 1844. Tafel III Fig. 1.

²⁾ l. c. S. 213 Tafel IV Fig. 2.

d) Dipnoi.

Hier sind unsere Kenntnisse noch gänzlich ungenügend. Da Günther's Arbeit über *Ceratodus*¹⁾ leider nichts über Nerven berichtet, sind wir auf die Angaben von Hyrtl²⁾ und Humphry³⁾ über die Kopfnerven von *Lepidosiren* angewiesen. Nach beiden Forschern finden sich hier nur die 4 geraden Augenmuskeln und sollen die speciellen Augenmuskelnerven (3., 4., 6. Paar) einfach fehlen. Hyrtl vermuthet, dass 2 feine Zweige, welche vom Ramus ophthalmicus trigemini zur Faserkapsel des sehr kleinen Auges gehn, Ciliarnerven und zugleich Stellvertreter der fehlenden *Nervi oculomotorii* sind. Auch hier liegt die Annahme nahe, dass die eigentlichen Augenmuskelnerven wegen ihrer Feinheit übersehen sind.

III. Amphibien.

a) Urodelen.

Wir besitzen über diese Abtheilung der Amphibien die höchst sorgfältigen Untersuchungen von Fischer⁴⁾. Unter den Perennibranchiaten gelang es diesem Forscher die Selbstständigkeit und Verbreitung des Oculomotorius und Trochlearis bei *Siredon* nachzuweisen, während der Verlauf des Abducens nicht ermittelt werden konnte. Der Oculomotorius tritt durch einen eigenen hinter dem des Opticus gelegenen Kanal in die Augenhöhle und theilt sich in einen oberen Ast für *Musc. rectus superior* und *medialis* (!) und in einen unteren Ast für *M. rectus inferior* und *obliquus inferior*. Auch der *N. trochlearis* hat einen eigenen vor und über dem des Oculomotorius gelegenen Kanal und geht zum *M. obliquus superior*. Bemerkenswerth ist Fischer's Angabe: „Er scheint auch einzelne Fäden in die Haut oberhalb des Auges abzugeben.“ Auch für die übrigen Perennibranchiaten glaubt Fischer Selbstständigkeit und entsprechenden Verlauf behaupten zu können. Nach Schmidt, Goddard und van der Hoe-

1) *Philosoph. Transactions* 1871. Vol. 161 Part. II.

2) *Lepidosiren paradoxa* Prag 1845. p. 45 und 51.

3) The muscles of *Lepidosiren annectens*, with the cranial nerves. *Journal of anat. et physiol.* VI. p. 267.

4) 1) *Amphibiorum nudorum neurologiae specimen primum*. Berolini 1843. 2) *Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen*. Hamburg 1864. S. 127.

ven¹⁾ haben der Oculomotorius und Trochlearis auch bei *Cryptobranchus* einen selbstständigen Verlauf, während der Abducens aus dem Ramus nasalis trigemini entspringen soll.

Auch in Betreff der Kopfnerven der *Salamandrina* (*Salamandra maculosa*, *Triton cristatus*) verdanken wir Fischer genauere Nachrichten. Oculomotorius und Abducens sind hier selbstständig und gehen beide durch besondere Oeffnungen in die Orbita; die des Oculomotorius ist nahe dem Foramen opticum gelegen. Ein selbstständiger Trochlearis konnte nicht nachgewiesen werden, vielmehr entspringt nach Fischer sowohl der Muskelzweig zum *M. obliquus superior*, als auch der für den *M. rectus superior* aus dem 1. Ast des Trigeminus (*R. nasalis*). Der Oculomotorius besitzt demnach einen Nervenzweig weniger als bei den Perennibranchiaten. Der über den Ramus nasalis hinwegziehende obere Zweig entsendet nämlich nur noch den Faden zum *M. rectus medialis*, während der untere Ast in gewöhnlicher Weise die *Mm. rectus inferior* und *obliquus inferior* versorgt.

Ein Ciliarganglion wird nirgends erwähnt; von Ciliarnerven beschreibt Fischer nur bei *Menobranchus* und *Siredon* einen vom Ramus nasalis abgehenden Zweig, der bei *Siredon* vor dem *Musc. rectus superior* als Ramus ciliaris in den Bulbus eintritt.

Was nun meine eigenen Untersuchungen betrifft, die sich auf *Salamandra maculosa* beziehen, so habe ich mit Hülfe der Salpetersäure-Maceration vor allen Dingen die wichtige von Fischer constatirte Thatsache bestätigen können, dass dem Oculomotorius der Zweig zum *Musc. rectus superior* fehlt, dagegen seinen Zweig zum *Musc. rectus medialis* als ersten über den Ramus nasalis trigemini hinweg entsendet. Im weiteren Verlaufe kreuzt der 3. Hirnnerv zunächst den Ramus nasalis, unter demselben gelegen. Ob er hier von letzterem Nerven einen feinen Verbindungsfaden aufnimmt, habe ich nicht mit aller Sicherheit entscheiden können; es ist mir aber wahrscheinlich geworden. Jedenfalls liegen hier beide genannten Nerven bei der Kreuzung dicht an einander. Unmittelbar hinter der Kreuzung (von nun an bei Präparation von unten her am besten zu verfolgen) geht scheinbar vom Oculomotorius ein feiner langer Faden ab, der nach vorn zum Augapfel verläuft und an der unteren Fläche desselben zwi-

¹⁾ Aanteekeningen over de anatomie van *Cryptobranchus japonicus*. Natuurk. verhandel. d. Hollandsche maatschappij van wetenschappen te Haarlem. 2. Verz. 19 deel. 1864. War mir im Original nicht zugänglich, nach Fischer u. Hoffmann's Amphibien citirt.

sehen den Ansätzen des *Musc. rectus inferior* und *obliquus inferior* in denselben sich einseckt. Ich halte ihn für einen *Ramus ciliaris*, bin aber geneigt, ihn nicht vom *Oculomotorius* selbst abzuleiten, sondern vom *Ramus nasalis* und zwar aus dem feinen Verbindungsfaden, den der letztere zum *Oculomotorius* schickt. Wir haben dann ein ganz analoges Verhalten wie es oben für den *Ramus profundus ophthalmici* und seinen *Ramus ciliaris* bei *Mustelus* beschrieben und abgebildet ist (S. 184 u. Fig. 11).

Bald nach Abgang dieses somit wahrscheinlich aus dem *Trigeminus* stammenden *Ramus ciliaris* entsendet der *Oculomotorius* einen Zweig zum *Musculus retractor*, läuft dann eine Strecke weit ungetheilt nach vorn, um sich erst unterhalb des *Bulbus oculi* in seine beiden Endzweige für die *Musculi rectus* und *obliquus inferior* zu theilen.

Wenn es mir somit durch Anwendung einer besseren Methode gelang, die Angaben von Fischer über den *Oculomotorius* von *Salamandra* mehrfach zu erweitern, so ist mir dies auch für den sog. *Ramus nasalis trigemini* gelungen. Dieser *Ramus nasalis* verhält sich seiner ganzen Anordnung nach wie der *Ramus profundus ophthalmici* bei den Selachiern. Wahrscheinlich sind in ihm aber auch die Elemente der *Portio minor s. profunda* des *Ramus superficialis ophthalmici* der Selachier enthalten, wie ich aus seiner von Fischer (l. c. p. 27) beschriebenen Endausbreitung schliesse. Dass den *Rami frontales* der Selachier homologe Nerven auch hier nicht fehlen werden, halte ich für sehr wahrscheinlich. Kehren wir nach diesem Excursus zu den Orbitalnerven von *Salamandra* zurück, so beschreibt Fischer 3 innerhalb der *Orbita* vom *Ramus nasalis* entstehende Nervenfasern: 1) zum *Musc. rectus superior*, 2) zum vorderen Theile der *Palpebra superior* und 3) zum *Musc. obliquus superior*. Ich kann nun die Fischer'schen Angaben nach Untersuchungen an etwa einem Dutzend Exemplaren nur zum Theil bestätigen (vergl. Fig. 13 u. 14). Constant ist der Zweig zum *Musc. rectus superior* und ebenso der zum vorderen Theile der *Palpebra superior*, den ich über den *Musc. obliquus superior* hinwegziehen sah. Dazu gesellt sich nun noch als ein dritter beständiger von Fischer nicht beschriebener Zweig des *Ramus nasalis* ein feiner Nerv, der zwischen Ansatz des *Musculus obliquus* und *rectus superior*, also auf der oberen Seite des Augapfels in letzteren eindringt (Fig. 13 u. 14c). Es ist dies demnach ein *Ramus ciliaris*. Sehr bemerkenswerth ist nun, dass der Zweig zum *Musc. rectus superior* und der *Ramus*

ciliaris stets einen gemeinschaftlichen Ursprung besitzen, also Theiläste eines Nerven sind, während der Ramus palpebralis gewöhnlich selbstständig erscheint (Fig. 13), nur selten (Fig. 14) aus dem vorigen Nerven entspringt. — Nach Fischer entsteht endlich aber auch der Ast für den *Musc. obliquus superior* ganz aus dem Ramus nasalis. Es ersetzt also dieser Zweig den *N. trochlearis*, der von Fischer bei *Salamandra* nicht gefunden werden konnte. Mir ist es nun wieder mit Hilfe jener oben beschriebenen Macerationsmethode geglückt, den *Trochlearis* in einigen Fällen als einen vollkommen selbstständigen Nerven auch bei *Salamandra* nachzuweisen (Fig. 13, IV). Er entspringt in gewöhnlicher Weise auf der dorsalen Seite am hinteren Ende des Mittelhirns. Ob er durch eine besondere Oeffnung in die Orbita gelangt oder mit dem Ramus nasalis zusammen, habe ich an meinen Präparaten nicht sicher entscheiden können, halte aber Ersteres für wahrscheinlicher, da sich der *Trochlearis* unter spitzem Winkel mit dem Ramus nasalis kreuzt, wobei er über dem Ramus nasalis gelegen ist. Sein Ende findet der *Trochlearis* schliesslich im *Musculus obliquus superior*. Ist nun aber auch in diesen Fällen das Vorkommen eines selbstständigen *N. trochlearis* bei *Salamandra* zweifellos von mir nachgewiesen, so sind mir doch andererseits Fälle genug vorgekommen, in denen der für den *Musc. obliquus superior* bestimmte Zweig sich aus dem Ramus nasalis entwickelte und zwar noch dazu einen Zweig des Ramus palpebralis darstellte (Fig. 14). Ich muss aus diesen Befunden schliessen, dass der *Trochlearis* bei *Salamandra* in seinem Verlauf variiren kann, bald selbstständig gefunden wird, bald streckenweise in der Bahn des *Trigeminus* verläuft. In wie weit diese Beobachtungen geeignet sind, die morphologische Stellung des *Trochlearis* zu bestimmen, soll unten erörtert werden.

Es erübrigt endlich noch der Frage nach der Existenz eines Ganglion oculomotorii bei *Salamandra* zu gedenken. Ich habe Ganglienzellen an 2 Stellen an und im Stamme des *N. oculomotorius* gefunden; doch sind meine Untersuchungen darüber noch nicht abgeschlossen. Eine und zwar die grössere Ansammlung von Ganglienzellen findet sich, eine leichte Verdickung des Nerven erzeugend, zwischen Abgang des Zweiges zum *Musc. retractor* und Endtheilung des Nerven in die für die *Musculi rectus* und *obliquus inferior* bestimmten Zweige, aber näher der letzteren, oft bis nahe an diese Endtheilung heranreichend. Die Länge dieser Ganglienzellen bergenden Strecke betrug in einem Falle 0,72 Mm.

Sehr gewöhnlich zweigt sich aus dieser Ganglienstrecke ein feines Bündelchen ab, das durch Aufnahme einiger Ganglienzellen keulenförmig anschwillt und einige feinste mikroskopische Nervenfaserbündelchen entsendet. Ausserdem fand ich weiter centralwärts in der Strecke zwischen Ramus ciliaris und Zweig zum Retractor eine zweite kleinere Anhäufung von Ganglienzellen, die indessen nicht zu dem Ramus ciliaris in Beziehung zu stehen schien.

b) Anuren.

Die Augenhöhlennerven der Anuren sind mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Schon Volkmann¹⁾ gab eine Beschreibung der wichtigsten Verhältnisse bei *Rana*. Die genauesten und umfassendsten Untersuchungen verdanken wir aber wiederum Fischer²⁾. Dieselben beziehen sich auf die Gattungen *Bufo*, *Rana*, *Hyla*, *Pipa*, *Pelobates* und *Bombinator*. Weitere Ausführungen lieferten sodann Hjeilt³⁾ in einer unter Bonsdorff's Leitung ausgearbeiteten Dissertation, sowie Budge⁴⁾ in der bereits citirten Schrift.

Allgemein anerkannt ist, dass bei den Anuren Oculomotorius und Trochlearis selbstständig entspringende und verlaufende Hirnnerven sind. In Betreff des Abducens steht ebenfalls der selbstständige Ursprung aus dem Gehirn fest. Verschieden ist nur sein Verhalten zur peripheren Bahn des Trigemini, indem er bald vollständig unabhängig zu seinem Endmuskel (*Rectus lateralis*) weiter verläuft, bald sich in der Gegend des Ganglion trigemini diesem anlagert und somit erst später als Zweig des Ramus ophthalmicus von der Bahn des Trigemini sich wieder ablöst. Das Innervationsschema der Augenmuskeln der Anuren weicht in nichts von dem bekannten der höheren Wirbelthiere ab. Der Zweig zum *Mus. rectus superior* kommt auch hier wieder aus der Bahn des Oculomotorius. Der Ramus nasalis (ophthalmicus) trigemini zeigt in Wesentlichen die bei *Salamandra* geschilderten Verhältnisse, liegt unter dem Trochlearis und scheint demnach grösstentheils dem Ramus profundus ophthalmici der Selachier resp. dem Nasociliaris der höheren Wirbelthiere zu entsprechen. Als Aequivalent

¹⁾ Von dem Baue und den Verrichtungen der Kopfnerven des Frosches. Müller's Archiv 1838. S. 70 ff.

²⁾ l. c. p. 3 ff.

³⁾ De nervis cerebralibus parteque cephalica nervi sympathici *Bufo* cinerei adnotata quaedam. Helsingforsiae 1852.

⁴⁾ l. c. S. 38.

des Ramus superficialis ophth. constatirte ich einige vom Anfang des Stammes des Nasalis dorsalwärts sich wendende Rami frontales et palpebrales, vergleichbar den bei Salamandra erwähnten. Auch Fischer und Hjelt gedenken solcher Zweige, ohne sie für die Deutung des Ramus nasalis zu verwerthen.

Gar nicht erwähnt werden von Fischer Ciliarnerven und Ciliarganglien; auch Hoffmann¹⁾ übergeht in seiner Zusammenstellung die darauf bezüglichen Angaben. Diese lauten in Betreff des Vorkommens eines Ciliarganglions und von Ciliarnerven bestimmt genug. Stannius²⁾ sagt allerdings nur: „Der R. ophthalmicus N. trigemini bildet in Gemeinschaft mit einer Wurzel vom N. oculorum motorius ein Ganglion ciliare.“ Eine weitere Begründung dieses Satzes wird nicht geliefert. Dagegen findet sich bei Hjelt eine sehr genaue Beschreibung des Kopfnervensystems von Bufo cinereus, der leider keine Abbildungen beigegeben sind. Hjelt sagt vom Ramus inferior n. oculomotorii, nachdem er dessen Verlauf im Allgemeinen geschildert hat: „Emissis deinde ad musculos oculi ramusculis tenerrimis sua confert nervus ad formandum Ganglion ciliare, in quod totus abit.“ Es würde demnach hier der Oculomotorius nach Abgabe der Zweige zu den Musc. rectus medialis und inferior das Ganglion bilden, also mit seinem zum Musc. obliquus inferior ziehenden Endaste gänzlich in dasselbe eingehn. Denn anders kann ich Hjelt's Worte nicht verstehen. Das Ganglion soll dabei „haud procul e Ganglio Gasseri paene in fundo orbitae inter m. rectum oculi superiorem et m. rectum oculi inferiorem“ gelegen sein und eine intumescencia nodosa bilden. Ausserdem soll das Ganglion eine sehr feine Radix longa vom Ramus nasalis trigemini sowie einen sympathischen Faden aufnehmen und 2 Ciliarnerven an der lateralen Seite des Opticus zum Auge entsenden. Eine mikroskopische Untersuchung der Nerven scheint Hjelt nicht vorgenommen zu haben. — Ganz anders lauten Budgete's Angaben, der ebenfalls Ciliarnerven von Rana beschreibt und die Existenz eines Ciliarganglions für wahrscheinlich hält. Nach diesen durch eine Abbildung illustrierten Ermittlungen entspringt sowohl vom Ramus nasalis als vom Oculomotorius ein feiner Nerv, die Budgete als Radix longa resp. Radix brevis nervo-

¹⁾ Amphibien. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. S. 223.

²⁾ Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 2. Auflage. 1854. S. 150.

rum ciliarium bezeichnet. Sie vereinigen sich und „von dieser Vereinigungsstelle aus entstehen einige überaus zarte Fäden, welche neben den Ciliargefässen nach aussen vom N. opticus den bulbus durchbohren.“ In Betreff der Existenz eines Ciliarganglions sagt er ferner aus: „Ob ein Ganglion ciliare an der Vereinigungsstelle der beiden Ciliarnerven vorhanden ist, wage ich nicht mit Bestimmtheit auszusprechen. Es schien mir allerdings so zu sein, und zwar in der Weise, dass das Ganglion allein dem N. oculomotorius angehört und unmittelbar vor demselben die Radix longa dazu tritt. Jedoch ist es mir nicht gelungen, durch das Mikroskop mich davon zu überzeugen.“

Man sieht sofort, dass das, was Hjelt und Budge für ein Ciliarganglion halten, ganz verschiedene Dinge sind, dass ferner in keinem Falle der mikroskopische Beweis beigebracht wurde. Bei der Schilderung meiner eigenen Beobachtungen über die Orbitalnerven von *Rana esculenta* will ich mich auf die Mittheilung des auf den Oculomotorius und das „Ciliarganglion“ bezüglichen Materials beschränken.

Wenn man nach Maceration des Kopfes in 20procentiger Salpetersäure und Auswaschen mit Wasser den Oculomotorius mit allen seinen Zweigen herauspräparirt, in Alkohol gehärtet und durch Karmin gefärbt hat, so erkennt man vor Allem auf der Oberfläche des Nerven in 0,24 Mm. Entfernung peripher vom Abgange des Zweiges für den Musculus rectus superior eine Ansammlung von Nervenzellen, welche einen kleinen Hügel formirt (Fig. 4 b). Je nach der Anzahl der Ganglienzellen, die im gezeichneten Falle zu 18 gefunden wurde, aber auch viel geringer und umgekehrt viel bedeutender sein kann, prominirt dieser Hügel in sehr verschiedener Weise. Aus seiner Convexität gehen mehrere feinste Nervenfädchen hervor, die in der Figur nur angedeutet sind. Bei besonderer Grösse dieses Ganglions vertheilen sich noch einzelne Nervenzellen auf diese abgehenden Nervenfäden, die man wohl als Rami ciliares anzusehn hat. Ausser diesem sofort in die Augen fallenden Ganglienzellenhügel besitzt aber der Oculomotorius des Frosches noch an 3 Stellen Gruppen von Ganglienzellen, die entweder versteckt zwischen Nervenfasern liegen (a und d der Figur 4), oder flach der Oberfläche des Nervenstammes angeschmiegt sind (Fig. 4 c). Die erste dieser letzteren 3 Gruppen findet sich an der Abgangsstelle des Zweiges zum Musc. rectus superior (Fig. 4 a), dann folgt der schon beschriebene Ganglienhügel b, in 0,48 Mm. Entfernung davon die Gruppe c und

endlich am Abgang des Astes zum *Musc. rectus medialis* die letzte Nervenzellen-Ansammlung d. Zwischen den letzten beiden Gruppen fand ich einzelne zerstreut liegende Ganglienzellen. Die Grösse der Nervenzellen des Frosch-Oculomotorius ist eine sehr geringe; sie beträgt 0,02—0,025 Mm.

Es ist demnach auch beim Frosch eine mehrfache Einlagerung von Ganglienzellen in die Oculomotoriusbahn zu beobachten; es liegt aber die Ganglienzellen enthaltende Strecke weiter centralwärts wie bei den Selachiern und Salamandra. Dass unsere Oculomotorius-Ganglien von *Rana esculenta* nicht übereinstimmen mit dem, was Hjelte oder Budge für ein Ciliarganglion erklären, ist deutlich genug.

IV. Reptilien.

Am genauesten untersucht sind aus dieser Wirbelthierklasse mit Rücksicht auf ihr Nervensystem die Saurier und Krokodile. Es liegt hier die ausgezeichnete Arbeit von Fischer¹⁾ vor, während Chelonier und Schlangen einer weniger eingehenden Behandlung sich zu erfreuen hatten. Da die vorliegenden Arbeiten indessen genügten zum Verständniss des Ganglion ciliare der Reptilien, so habe ich von eigenen Untersuchungen abgesehen. In den folgenden Zeilen stelle ich das in den einzelnen Arbeiten enthaltene Material übersichtlich zusammen. Nirgends ist hier oder in den folgenden höheren Wirbelthierklassen mehr die Rede von einem Fehlen irgend eines der Augenmuskelnerven oder davon, dass der eine oder der andere in der Bahn des Trigemini verläuft.

a) Saurier.

Die Anatomie der Augenhöhlennerven wurde von Fischer besonders bei *Varanus Bengalensis* studirt. Der Oculomotorius giebt hier in der Orbita nach und nach 5 Zweige in folgender Reihenfolge ab: 1) zum *M. rectus superior*, 2) den *N. ciliaris*, 3) zum *M. rectus inferior*, 4) und 5) die beiden Endzweige zum *M. rectus medialis* und *M. obliquus inferior*. Bemerkenswerth ist hier zunächst der frühe Abgang des *R. ciliaris* vom Stamme, sodann, dass derselbe alsbald zu einem spindelförmigen Ganglion anschwillt (dem Ganglion ciliare der Autoren).

¹⁾ Die Gehirnnerven der Saurier anatomisch untersucht. Hamburg 1852.

Mit diesem Ramus ciliaris oculomotorii steht nun constant ein Zweig des Ramus ophthalmicus nervi trigemini in Verbindung, der gewöhnlich von dessen Ramus nasalis entspringt und feiner ist als der R. ciliaris des 3. Hirnnerven. Für die Deutung des Ganglion ciliare von grösster Wichtigkeit ist die verschiedene Art der Verbindung der Ciliarzweige vom Oculomotorius und Ophthalmicus. Bei *Varanus Bengalensis* findet die Verbindung im hinteren Theile des Gebietes der spindelförmigen Ganglienanschwellung statt. Bei den meisten übrigen von Fischer untersuchten Sauriern, die sonst nichts Abweichendes darbieten (*Varanus niloticus*, *Lacerta ocellata*, *Iguana tuberculata*, *Platy-dactylus guttatus*) mündet dagegen der Ciliarzweig von der Seite her in die Mitte oder den vorderen Theil des Ganglions ein. Vor Bildung des Ganglions treten die beiden Ciliarzweige zusammen bei *Salvator Merianae* und *Euprepes Sebae*. Aus diesem Ganglion geht ein einfacher Ciliarstamm hervor, der hinter und etwas unter der Eintrittsstelle des Opticus in den Augapfel sich einsenkt. Zu bemerken ist ferner, dass, während sonst bei allen Sauriern der Ramus ciliaris oculomotorii an Stärke den Ciliarast des Trigemini bedeutend übertrifft, bei *Euprepes Sebae* beide von gleicher Stärke sind und das Ganglion selbst so schwach entwickelt, dass es kaum noch eine Anschwellung genannt werden kann. — Angaben über einen zweiten selbstständig zum Augapfel verlaufenden Ramus ciliaris trigemini liegen nicht vor.

b) Krokodile.

Auch hier halte ich mich an die genauen Angaben von Fischer¹⁾, die ich hier wörtlich wiedergebe: „Die Krokodile (*Crocodilus biporeatus*) zeigen ein ziemlich abweichendes Verhältniss. Der einfache Stamm des Oculomotorius giebt sogleich nach seinem Eintritt in die Orbita einen längs der inneren Fläche des Bulbus aufsteigenden Zweig für den *M. rectus superior* ab. Nach seinem Abgange legt sich der Stamm hart an den eben aus seinem Ganglion entsprungenen R. nasalis des ersten Astes des Trigemini und schwillt ganz, an der Innenseite desselben liegend, zu einem flachen länglichen Ganglion an. In den vorderen Theil des letzteren tritt ein nicht unbedeutender Zweig des R. nasalis ein, der sich fast unmittelbar in den aus dem Ganglion austretenden Ciliarnerven verfolgen lässt. Aus dem angeschwellenen

¹⁾ l. c. p. 4.

Stamme des Oculomotorius selbst gehen folgende Zweige hervor: a) am weitesten nach innen der Ast für den *M. rectus internus* ¹⁾; — b) weiter nach aussen der unter dem Augapfel nach vorn verlaufende Ast für den *M. obliquus inferior*; — c) noch weiter nach aussen der von unten her in den *Rectus inferior* gehende Zweig; — d) am weitesten nach aussen der fast als Fortsetzung des erwähnten Astes vom *Trigeminus* erscheinende *Nervus ciliaris*. Dieser dringt nicht sogleich mit allen seinen Fasern in den Augapfel ein, sondern entlässt, unter dem *Opticus* fort nach aussen tretend, einen feinen Zweig, der neben dem Sehnerven in die *Sclerotica* eindringt; der grössere Theil des Nerven geht in zwei feine Zweige gespalten unter dem *Bulbus* und demselben hart anliegend schräg nach aussen und vorn bis zur *Cornea*, um hier, wie es scheint, ins Auge einzudringen.“ Fischer hebt selbst am Schluss dieser Beschreibung hervor, dass der ganze Stamm des *Oculomotorius* nach Abgabe des *Ramus ad musc. rect. superior.* zu einem Ganglion anschwellt, an dessen Bildung die Fasern des *Trigeminus* keinen oder doch nur geringen Antheil nehmen.

Aus einer kurzen Notiz, die sich bei *Stannius* ²⁾ in Betreff des Ciliarganglions vom Kaiman findet, ist nicht zu entnehmen, ob hier die Anordnung der von Fischer bei *Crocodylus* beschriebenen gleicht oder sich den Verhältnissen der Saurier anschliesst. Dagegen ist sehr bemerkenswerth eine andere an derselben Stelle enthaltene kurze Angabe von *Stannius*, dass beim Kaiman der *N. trigeminus* ausser der Wurzel zum Ganglion noch einen eigenen starken Ciliarnerven abgibt.

c) Ophidier.

In seiner *Neurologie von Python tigris* ³⁾ und in einer selbstständig erschienenen Abhandlung: *Zur Anatomie der Amphibien* (Bern 1839) erwähnt *C. Vogt* kein Ciliarganglion; er giebt dagegen eine Beschreibung des Verlaufs und der Verästelung des *N. ocu-*

¹⁾ Im Original steht „externus“, was offenbar irrthümlich ist, da Fischer auf S. 5 selbst angiebt, dass dieser Muskel, wie überall, vom *N. abducens* versorgt werde.

²⁾ Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846. S. 189. Anmerkung ¹⁾.

³⁾ *Müller's Archiv* 1839. S. 41 u. 42. Eine andere Arbeit von *Vogt*: „Beiträge zur Neurologie der Reptilien“, Neufchatel 1840, war mir leider nicht zugänglich.

lomotorius, die vielfach an Unklarheit leidet. Es soll der N. oculomotorius von Boa durch das Foramen opticum (?) in die Augenhöhle eintreten und sich hier oder „noch etwas früher im Schädel selbst“ in 3 Aeste theilen, zwei oberflächliche und einen tieferen, die Fortsetzung des Hauptstammes. Von den beiden oberflächlichen Aesten soll der eine über dem Musc. rectus superior hinweg zum „vorderen schiefen Augenmuskel“ gelangen, mit dem offenbar der Musc. obliquus superior gemeint ist; der zweite oberflächliche Ast versorgt den Musc. rectus superior selbst. Es ist indessen zu vernuthen, dass der zum M. obliquus superior verlaufende Nerv kein anderer ist, als der N. trochlearis, den Vogt ebenso wenig erwähnt, wie den N. abducens. — Der Hauptstamm des Oculomotorius tritt sodann unter den oberen geraden Augenmuskel und „legt sich auf den Sehnerven, indem er ganz dessen Richtung annimmt. Hier werden beide von dem ersten Aste des 5. Paares, welcher über sie weg unter dem geraden oberen Augenmuskel nach vorn verläuft, gekreuzt, und dieser Nerv giebt einen kleinen Verbindungsast von der Länge einer Linie an den Oculomotorius.“ An dem Punkte der Vereinigung mit diesem vom Trigemini entsandten Faden spaltet sich der Stamm des Oculomotorius in seine 4 Endäste, von denen Vogt indessen ¹⁾ nur 2 verfolgt hat, einen zum „hinteren geraden Augenmuskel“ (wohl M. rectus medialis) und einen zum Augapfel, also einen Ramus ciliaris. Die beiden nicht von Vogt verfolgten Zweige begeben sich zweifellos zu den Mm. rectus inferior und obliquus inferior. Wie unvollkommen auch immerhin diese Vogt'sche Darstellung sein mag, soviel geht daraus hervor, dass mit dem Oculomotorius sich ein Faden des N. trigeminus verbindet und dass aus dieser Verbindungsstelle ein R. ciliaris vom 3. Hirnnerven zugleich mit 3 anderen Nerven entsteht. Nehmen wir nun noch hinzu, dass die Abbildung, welche Vogt in seiner Figur 2 Tafel III mittheilt, an der Stelle, wo die Endtheilung des Oculomotorius stattfindet, eine leichte Verdickung zeigt, so ist der Gedanke sehr nahe liegend, dass an dieser Stelle gerade so wie beim Krokodil das sog. Ciliarganglion, also im Stamme des Oculomotorius selbst, gelegen ist.

d) Chelonier.

Wie der Oculomotorius der Schlangen in seinen Verbindungen

¹⁾ Neurologie von Python. S. 42.

und in seinem Verästelungsmodus sich den bei Krokodilen zu beobachtenden Verhältnissen anzuschliessen scheint, so stimmt nach den darüber vorliegenden Untersuchungen der Oculomotorius der Schildkröten mit dem der Saurier in den wesentlichsten Punkten überein. Eine klare knappe Beschreibung dieser Verhältnisse bei *Testudo mydas* finden wir schon bei Muck¹⁾. Demnach verhält sich hier Alles wie bei den Sauriern, d. h. der 3. Hirnnerv entsendet zunächst einen Zweig zum *Musc. rectus superior*, dann einen *Ramus ciliaris*, welcher zu einem Ganglion anschwillt und erst nach diesem die Zweige für die *Mm. rectus inferior*, *medialis* und *obliquus inferior*. Einen Verbindungszweig zwischen *Ramus ophthalmicus trigemini* und *Oculomotorius* erwähnt Muck nicht. Dagegen bildet Bojanus²⁾ in seiner Fig. 132 und 133 Tafel XXVI sowohl das Ganglion des *Ramus ciliaris oculomotorii* ab, als auch einen mit demselben sich verbindenden Faden vom *Trigeminus* und 3 aus dem Ganglion nach vorn sich entwickelnde Ciliarnerven. Auch Swan³⁾ giebt eine Darstellung der betreffenden Nerven von *Testudo mydas*, erwähnt und zeichnet aber kein Ganglion an der Verbindungsstelle des Zweiges vom *Trigeminus* zum *Oculomotorius*.

Uebersicht über Reptilien. Aus der in vorstehenden Zeilen gegebenen Zusammenstellung folgt, dass Krokodile und wahrscheinlich auch die Schlangen das Ciliarganglion im Stamm des *Oculomotorius* nach Abgabe des Astes zum *Musc. rectus oculi superior* an der Stelle besitzen, wo der *Oculomotorius* sich sofort in 4 Endzweige auflöst, von denen einer den *Ramus ciliaris* darstellt, und dass hier auch die Verbindung mit einem feinen Faden des *Trigeminus* erfolgt. Ein selbstständiger Ciliarnerv des *Trigeminus* wird nur für den Kaiman erwähnt. — Eine zweite Abtheilung der Reptilien, aus Sauriern und Schildkröten zusammengesetzt, zeigt in sofern abweichende Verhältnisse, als das Ganglion vom Stamme des *Oculomotorius* in den *Ramus ciliaris* desselben hineingerückt ist und überdies der letztere vor den 3 übrigen Muskelnerven abgegeben wird. Die Verbindung des *Ramus ciliaris oculomotorii* mit dem Verbindungsfaden vom *Trigeminus* findet bald am hinteren Ende,

1) *Dissertatio anatomica de ganglio ophthalmico et nervis ciliaribus animalium.* Landshuti 1815. p. 60.

2) *Anatome Testudinis Europaeae.* Vilnae 1819—21. p. 133, 134.

3) *Illustrations of the comparative anatomy of the nervous system.* London 1835. Tafel X. Fig. 2.

bald in der Mitte, bald am vorderen Ende des Ciliarganglions statt, sodass letzteres sich auch hier als eine Bildung des Oculomotorius, unabhängig vom Trigemini, erweist. Ein eigener vom Trigemini direkt zum Augapfel tretender Ciliarnerv wird für Saurier und Chelonier nirgends erwähnt.

V. Vögel.

Ans der Klasse der Vögel habe ich die Ausbreitung des N. oculomotorius und sein Ganglion bei der Gans und Schleiereule (*Strix flammea*) untersucht. Bei beiden sind die Verhältnisse im Wesentlichen übereinstimmend und schliessen sich eng an die Befunde bei den Sauriern an. Wie Fig. 15 zeigt, entsendet der Oculomotorius, nach seinem Eintritt in die Orbita unterhalb des *Musc. rectus superior* gelegen, zunächst einen Ast nach oben in die untere Fläche dieses Muskels (r. s.). Als zweiter Ast entsteht der höchst ansehnliche N. ciliaris (c), der an Dicke bei beiden untersuchten Vögeln die Aeste zu den äusseren Muskeln des Augapfels übertrifft. Er fällt um so mehr auf, als er alsbald (bei *Strix flammea*) in eine spindelförmige Anschwellung übergeht, während diese Anschwellung bei der Gans gleich den Abgang des *Ramus ciliaris* vom Oculomotorius markiert und peripher allmählig abnimmt. Diese Anschwellung enthält Ganglienzellen in ansehnlicher Menge und ist demnach das sog. Ciliarganglion (Fig. 15 g). Im ganzen übrigen Verlaufe des Oculomotorius waren keine Ganglienzellen vorhanden. Bei der Gans vermochte ich leicht nachzuweisen, dass diese Ganglienzellen des „Ganglion ciliare“ bis unmittelbar an den Stamm des Oculomotorius heranreichten, sodass hier von einer *Radix brevis ganglii ciliaris* keine Rede sein kann, vielmehr das Ganglion unmittelbar dem Oculomotoriusstamme anliegt. Aus seinem distalen Ende entwickelt sich ein kräftiger Ciliarnerv, der nun erst, also jenseit des Ganglions, einen feinen Verbindungsfaden vom *Nasociliaris* aufnimmt. Letzterer kann also auch nicht als ein *Radix longa ganglii ciliaris* bezeichnet werden, da er ja mit diesem Ganglion gar nichts zu thun hat. Eine Verbindung sympathischer Fäden mit dem Ganglion des N. oculomotorius vermochte ich ebenso wenig nachzuweisen. Ausser dem Verbindungszweig, welchen der *Nasociliaris* zum *Ramus ciliaris n. oculomotorii* entsendet, entspringt wenigstens bei der Gans noch ein feiner selbstständiger Faden vom *Nasociliaris* (c), der als *Ramus ciliaris trigemini* den Augapfel gewinnt.

Nach Abgabe des dicken Ramus ciliaris an der lateralen oberen Seite des Opticus zieht der Stamm des Oculomotorius unter dem Sehnerven nach vorn, um im Musculus obliquus inferior sein Ende zu finden. Auf dem Wege dahin giebt er erst einen Büschel feiner Fäden zum Musculus rectus inferior (r. i.), dann einen Zweig zum M. rectus medialis (r. med.) ab. Es scheint diese büschelförmige Entstehung der Nerven für den Musc. rectus inferior für die Vögel charakteristisch zu sein.

Ueber die Orbitalnerven der Vögel existirt eine verhältnissmässig reichhaltige Literatur¹⁾, die in untenstehender Anmerkung zusammengestellt ist. Man ersieht daraus, dass die Untersuchungen alle wichtigen Gruppen der Vögel umfassen. Nur über Kopfnerven der Ratiten habe ich in der mir zugänglichen Literatur keine Angaben finden können. Besonders werthvoll sind die Arbeiten von Muck und von Bönndorff. Es stellt sich heraus bei der Durchmusterung dieser Arbeiten, dass in der ganzen Klasse der Vögel die Anordnung des Ganglion oculomotorii und die Verbindung des Ramus ciliaris oculomotorii mit einem Zweige des Naso-

1) 1) Muck, l. c. p. 39—59 beschreibt Oculomotorius und Ciliarnerven von folgenden Vögeln: Falco palumbarius, tinnunculus, Aquila leucocephala, Strix aluco und bubo; Psittacus ararauna; Corvus corax, pica, monedula und glandarius; Columba domestica, Phasianus gallus, Meleagris gallopavo; Ardea cinerea, Vanellus cristatus, Gallinula pusilla; Sterna hirundo, Anas boschas, Anser domesticus, Mergus merganser. Abbildungen werden gegeben von Corvus corax, Meleagris gallopavo, Ardea cinerea und Anser domesticus. 2) Jacobson, De quinto nervorum pari animalium. Dissert. Regiomonti 1818. 3) Thuet, M. J. Disquisitiones anatomicae psittacorum. Dissert. inauguralis. Turici 1838. 4) Bamberg, De avium nervis rostri atque linguae. Dissert. Halis 1842. Beschreibt die Verzweigungen des Glossopharyngeus, Hypoglossus und Trigemini bei Anser domesticus, Colymbus cristatus, Fulica atra, Meleagris gallopavo, Gallus domesticus, Picus viridis, Corvus corone, Strix flammea, Falco buteo. 5) Ritzel, C. M., Commentatio de nervo trigemino et glossopharyngeo avium. Dissert. Fuldae 1843. (Anser, Anas boschas, Gallus, Columba, Corvus corax und glandarius, Picus viridis und minor, Turdus pilaris, Fringilla, Falco nisus et palumbarius. 6) Bönndorff, Symbolae ad anatomiam comparatam nervorum animalium vertebratorum. 1. Nervi cerebrales Corvi cornicis. Acta societatis scientiarum Fennicae. Tomus III, Helsingfors 1852, p. 505. N. 2. Nervi cerebrales Gruis cinerea. Ebenda p. 591. 7) Budge, l. c. S. 34 und 35. Ausserdem: Swan, Illustrations of the comparative anatomy of nervous system. London 1835. Stannius, Lehrb. d. vergl. Anatomie der Wirbelthiere 1846, S 282. Owen, II p. 122.

ciliaris im Wesentlichen dieselbe ist, wie sie von mir nach eigenen Beobachtungen beschrieben wurde. Untergeordnete Verschiedenheiten finden sich natürlich in mehrfacher Beziehung. Sie mögen zunächst hier in übersichtlicher Zusammenstellung folgen. 1) Die Farbe des Ganglions ist entweder röthlich, wie bei den meisten von Muck untersuchten Vögeln, oder gelblich weiss, wie bei der Taube und beim Huhn. 2) Die Gestalt ist bald spindelförmig oder eiförmig, wie bei den meisten Vögeln, oder dreieckig (*Corvus monedula* und *glandarius*), oder conisch (*Corvus corax*, *Vanellus*, *Gallinula*). 3) Die Grösse des Ganglions ist ausserordentlich verschieden. Als das interessanteste Resultat einer vergleichenden Uebersicht stellt sich heraus, dass die Grösse des Ciliarganglions gänzlich unabhängig von der Grösse der Augen ist: Vogel mit grossen Augen z. B. die Raubvögel (*Strix bubo*, *aluco*) können ein kleines, Vogel mit relativ kleinen Augen (die Arten der Gattung *Corvus*) ein grosses Ganglion besitzen. Dagegen scheint die Körpergrösse von Einfluss auf die Grössen-Entwicklung des Ciliarganglions zu sein. Bei grossen Vögeln (*Meleagris gallopavo*, *Ardea cinerea*, *Grus cinerea*) ist das Ciliarganglion relativ gross. Genauere auf Wägungen und Messungen basirte Angaben fehlen leider noch vollständig. 4) Verschiedenheiten finden sich ferner mit Bezug auf die Art der Verbindung des „Ganglion ciliare“ mit dem Oculomotorius. Wir haben schon gesehen, dass dasselbe bei der Gans bis unmittelbar an den Stamm des 3. Hirnnerven heranreicht, während es bei der Schleiereule mit einem kurzen Nervenstamm, einer *Radix brevis*, vom Oculomotorius entsteht. Unmittelbar dem letzteren ansitzend fand Muck das Ganglion, das er freilich nicht mikroskopisch untersuchte, bei *Falco palumbarius*, *Aquila leucocephala*, *Meleagris gallopavo*, *Ardea cinerea*, *Vanellus cristatus* und *Gallinula pusilla*. Mit einer *Radix brevis* aus dem Oculomotorius sah dagegen Muck das Ganglion entstehen bei allen untersuchten Arten der Gattung *Corvus* (Bonsdorff ebenso bei *Corvus cornix*), bei *Falco tinnunculus*, *Sterna hirundo*. Bei *Strix aluco* zeigten verschiedene Exemplare bald das erstbeschriebene, bald das letztere Verhalten. Wahrscheinlich werden auch in den meisten Fällen, wo eine kurze Wurzel aus dem Oculomotorius beschrieben wird, Ganglienzellen in derselben bis an den Hauptstamm heranreichen. So beschreibt z. B. Muck nach makroskopischer Betrachtung bei der Gans eine *Radix brevis*, während ich bei mikroskopischer Untersuchung Ganglienzellen bis an

den Stamm des Oculomotorius heranreichend fand. Budge¹⁾ bildet für die Ente sogar 2 Wurzeln des Ganglion ciliare ab. Eine mikroskopische Untersuchung dieser beiden Wurzelfäden scheint er nicht angestellt zu haben. — Es geht aus der eben gegebenen Zusammenstellung hervor, dass sich in der Klasse der Vögel alle Uebergänge von einem dem Stamme des 3. Hirnnerven seitlich unmittelbar ansitzenden Ganglion bis zu einem mit Radix brevis versehenen Ciliarganglion vorfinden. Ja es scheint bei einigen Vögeln noch ein einfacherer Zustand sich vorzufinden, der dem bei dem Krokodil von Fischer beschriebenen Befunde sich näher anschliesst. Thuet²⁾ beschreibt bei *Psittacus aestivus* das „Ciliarganglion“ als gänzlich im Stamme des Oculomotorius gelegen, als eine intumescencia ganglioformis von ungefähr $1\frac{1}{2}$ Linien Länge, aus der sich 2 Büschel von feinen Ciliarnerven entwickeln, während 2 Verbindungsfäden vom Ramus ophthalmicus trigemini sich in die Anschwellung einsenken³⁾. Leider vermisst man bei Thuet genügende Angaben über das für die Beurtheilung des Befundes so wichtige Lageverhältniss der Intumescencia ganglioformis zu den Zweigen des Oculomotorius. Es wird nur erwähnt, dass mit den Ciliarnerven Fäden zum Musculus rectus inferior aus der Intumescencia ganglioformis entspringen. 5) Sehr wichtig für die Deutung des „Ganglion ciliare“ der Vögel ist ferner die Art der Verbindung mit dem N. nasociliaris. Nach meinen oben mitgetheilten Beobachtungen verbindet sich ein feiner Zweig des Nasociliaris erst mit dem aus dem Ganglion austretenden N. ciliaris, sodass demnach der Trigemini ganz ausser Beziehung zum „Ganglion ciliare“ steht. Dies scheint bei den meisten Vögeln der Fall zu sein. Bei einigen jedoch kommt es vor (zuweilen bei der Taube, bei *Strix aluco*, bei der Gans und beim Truthahn nach Muck), dass der vom Trigemini entspringende Zweig in den vorderen Theil des Ganglions sich einsenkt. Man könnte dann von 2 Wurzeln des Ganglions, einer kurzen aus dem Oculomotorius

1) l. c. Fig. 12.

2) l. c. p. 30.

3) Thuet wendet sich mit diesen Angaben gegen die Beschreibung, welche sich (l. c. p. 44) bei Muck vom Ganglion ciliare des *Psittacus ararauna* vorfindet. Hiernach soll das Ganglion dem 3. Hirnnerven durch eine Radix brevis verbunden sein. Muck theilt aber an der citirten Stelle nicht eigene Beobachtungen mit, sondern eine briefliche Mittheilung Cuvier's an Soemmering, die ihm durch Tiedemann zur Kenntniss gebracht wurde.

und einer langen aus dem Trigeminus reden. Nach Bonsdorff finden sich beim Kranich noch complicirtere Verhältnisse. Es verbinden sich hier 2 Fäden des Trigeminus mit dem Ganglion und überdiess entsendet noch der N. abducens 2 Verbindungsfäden ab, von denen der eine in das Ganglion ciliare, der andere in den von diesem Ganglion ausgehenden Truncus ciliaris internus eingeht. Auch bei *Corvus cornix* findet sich ein Verbindungsfaden zwischen Abducens und dem aus dem Ganglion entsprungenen Truncus ciliaris internus, sodass hier also das Ganglion direkt unbetheiligt bleibt. 6) Eine Verbindung des Ganglions mit dem Sympathicus ist von keinem der Untersucher gesehen. Sie wird sogar von Budge auf Grund physiologischer Untersuchungen direkt in Abrede gestellt, und selbst Thuet, der, unter der Leitung von Fr. Arnold arbeitend für das Schema des Letzteren von vornherein eingenommen sein musste, hält es für wahrscheinlich, dass eine Verbindung mit dem Sympathicus fehle. 7) Am wechselndsten ist die Zahl der aus dem Ganglion zum Bulbus tretenden Ciliarnerven. Sie variirt nach Muck zwischen 1 und 5; nach den Untersuchungen Thuet's bei Papageien würde die Zahl sogar bis 7 betragen können. Nach Bonsdorff finden sich bei *Corvus cornix* sowohl wie bei *Grus cinerea* 2 vom vorderen Theile des Ganglions abgehende Ciliarnerven, die Bonsdorff als N. ciliaris internus und externus bezeichnet; sie verlaufen an der lateralen Seite des Opticus zum Bulbus. Ueber ihre Verbindung mit Fäden vom Trigeminus und Abducens wurde oben schon gehandelt. Ein Truncus ciliaris, wie ich ihn oben von Eule und Gans beschrieben, findet sich nach Muck noch vielfach (bei *Strix aluco* und *bubo*, *Gallus domesticus*, *Vanellus*, *Gallinula*, *Sterna*). Auch hier sind die Verhältnisse übrigens sehr variabel, sodass bei verschiedenen Individuen derselben Species (z. B. bei *Columba*, *Strix aluco*) bald nur ein dicker, sich später in 2 theilender Nerv, bald von Anfang an deren 2 vorhanden sind. Da diese Verhältnisse die mir gestellte Frage nicht berühren, so gehe ich darauf nicht weiter ein. 8) Dagegen muss ich noch ausdrücklich hervorheben, dass keiner der genannten Autoren den von mir bei *Anser domesticus* gefundenen selbstständigen Ramus ciliaris trigemini, der ohne Verbindung mit den Ciliarnerven des Ganglions zum Augapfel geht, erwähnt. Mit dem Nachweis dieses allerdings sehr feinen Fadens ist erst das Material für eine Vergleichung vollständig gegeben. Wie bei vielen Fischen haben wir bei den Vögeln: 1) einen Ramus ciliaris trigemini, 2) einen Ramus ciliaris oculomotorii, welcher

letztere sich jedoch vor seinem Eintritt in den Bulbus noch mit einem Faden aus dem Trigeminus vereinigt. Der erstere entspricht demnach unzweifelhaft einem N. ciliaris longus beim Menschen, der Truncus ciliaris des Ganglions dagegen den Nn. ciliares breves, sein Verbindungsweig mit dem Nasociliaris der Radix longa ganglii ciliaris des Menschen.

VI. Säugethiere.

Bei keiner Gruppe der Wirbelthiere kann man sich müheloser von der Zugehörigkeit des Ganglion ciliare zum N. oculomotorius überzeugen, als bei den Säugethiere. Gerade bei den am leichtesten zugänglichen Formen, unseren Hausthiere aus der Gruppe der Ungulaten und Carnivoren, sind die Beziehungen zum 3. Hirnnerven so innige, dass man wohl kaum zur Aufstellung jenes Wurzelschemas, zur Deutung des Ganglions als eines sympathischen oder dem Trigeminus angehörigen gelangt wäre, wenn nicht eben die Verhältnisse beim Menschen immer wieder einseitig auf die der übrigen Säugethiere übertragen wären. Bei den meisten Säugethiere kann man in der That nicht von einer Radix brevis aus dem Oculomotorius reden: es liegt hier das sog. Ciliarganglion dem Stamm des letzteren Nerven innig an, eine mehr oder weniger starke Anschwellung am Stamm oder an einem seiner Aeste, dem Ramus ad musculus obliquum inferiorem bedingend. Wie erwähnt, hat bereits Budgete¹⁾ diese Zugehörigkeit des Ganglions zum Oculomotorius hervorgehoben. Auch Owen²⁾ sagt: „The lenticular ganglion is not so well defined in some Mammals.“ Wenn trotz dieser Beobachtungen das Ganglion ciliare, obwohl es doch auch beim Menschen enger und reichlicher mit dem Oculomotorius, als mit den beiden anderen Nerven verbunden ist, immer wieder künstlich von diesem Nerven getrennt wurde, so war wohl der Hauptgrund ein theoretisches Bedenken, aus althergebrachten Vorstellungen entstanden, dass man nämlich nur wenig geneigt war, einen rein motorischen Nerven mit einem ihm eigenen Ganglion auszustatten; und doch hätte hier schon das Beispiel des Facialis mit seinem Ganglion geniculi zur Toleranz auffordern müssen.

Dass ein „Ciliarganglion“ allen Säugethiere zukommt, be-

¹⁾ l. c. p. 24.

²⁾ On the anatomy of vertebrates, Vol. III p. 150.

hauptet bereits Cuvier¹⁾. In der That, wo man bisher darnach gesucht hat, ist es gefunden worden, wenn auch in den allerverschiedensten Graden quantitativer Entwicklung. Bei manchen Säugethieren ist es ausserordentlich klein, wie z. B. bei den Nagethieren, und unter diesen wieder besonders klein beim Eichhörnchen, dem es deshalb auch von Muck²⁾ ebenso wie dem Murmelthier abgesprochen wurde. Nach Gumoëns³⁾ findet es sich aber auch bei Sciurus. Es ist deshalb wohl auch anzunehmen, dass es bei Arctomys vorkommt. Das Ganglion wurde ferner früher auch beim Pferde (Muck, l. c. p. 37) vermisst, später aber allgemein in inniger Anlagerung an den Oculomotorius gefunden; und ebenso folgten auf die negativen Befunde von Bruns⁴⁾ und Rapp⁵⁾, nach denen den Cetaceen das Ganglion fehlen sollte, die positiven genauen Angaben von Stannius⁶⁾, der dasselbe bei *Delphinus phocaena* auffand.

Wenn nun auch keine der über das Fehlen des Ciliarganglions bei diesem oder jenem Säugethiere aufgestellten Behauptungen sich bewährt hat, so ruht doch andererseits der Cuvier'sche Satz, dass das Ciliarganglion allen Säugethieren zukomme, keineswegs überall auf sicheren Beobachtungen. Es ist sehr zu bedauern, dass über die Verhältnisse des N. oculomotorius und seines Ganglions gerade bei den am Anfang der Säugethierreihe stehenden Gruppen, den Monotremen und Beutelhieren keine Untersuchungen angestellt sind. Wenigstens habe ich bei aller Mühe in den mir zugänglichen Werken keine Angaben darüber gefunden; die zerstreute französische und englische zootomische Literatur war mir allerdings nur zum kleineren Theile zugänglich. Das Gleiche gilt von Edentaten und Halbaffen. Unter den höher stehenden Ordnungen haben eine ähnliche Vernachlässigung erfahren die Insectivoren und Chiropteren, ja auffallender Weise sogar die Affen. Es war mir nun nicht möglich, in der Kürze der Zeit, Material

¹⁾ Leçons d'anatomie comparée recueillies et publiées par M. Duméril. T. III p. 194. Paris 1845.

²⁾ l. c. p. 21 und 22.

³⁾ De systemate nervorum sciuri vulgaris. Dissert. Bernae 1852, p. 24.

⁴⁾ De nervis cetaceorum cerebralibus. Dissert. Tubingae 1832, p. 22.

⁵⁾ Die Cetaceen. Stuttgart und Tübingen 1837, S. 120.

⁶⁾ Ueber die Augennerven des Delphins (*Delph. phocaena*). Müller's Archiv 1842, S. 387.

zu sammeln, um alle diese Lücken auszufüllen. Ich muss mich deshalb darauf beschränken, auf eigene und fremde Untersuchungen gestützt, die Anordnung bei Cetaceen, Ungulaten, Nagern und Carnivoren zu schildern und dieselbe mit den bekannten Verhältnissen beim Menschen zu vergleichen.

a) Cetaceen.

Es wurde oben bereits erwähnt, dass von *Brunns* und *Rapp*, die *Delphinus phocaena* untersuchten, ein Ciliarganglion bei diesem Thiere nicht gefunden werden konnte, während es *Stannius* gelang, dasselbe aufzufinden. Dasselbe bietet nach dessen Beschreibung mehrfache Eigenthümlichkeiten dar. Es liegt entweder unter dem Opticus oder etwas auswärts von ihm und in der Regel dicht am Stamme des Oculomotorius. Die Verbindung des Ganglions mit letzterem Nerven wird nach Abgabe des ersten Zweiges (zum *M. rectus superior* und *palpebralis superior*) an der Innenseite des Schnerven durch 2 dicht neben einander liegende äusserst kurze ziemlich starke Fäden, oder einen etwas längeren Faden oder Fädchen bewerkstelligt. Diese *Radix motoria* ist also der zweite Zweig, welchen der Oculomotorius entsendet. Ausser dieser innigen Verbindung mit dem Oculomotorius geht das Ciliarganglion noch constant eine Verbindung mit dem *Ramus externus ophthalmici*, bisweilen scheinbar mit dem *Abducens* ein. Eine sympathische Wurzel konnte nicht gefunden werden. Die Art der Verbindung des Ganglions mit dem *Trigeminus* ist sehr variabel, entweder durch einen starken Faden vermittelt, oder durch 2, von denen der feinere in das Ganglion selbst eintritt, der stärkere längere sich erst mit der vorderen Spitze desselben verbindet, ohne anscheinend in die eigentliche Substanz des Ganglions einzugehen. Endlich kommt ein dritter Fall vor, in welchem nur ein äusserst feiner Zweig vom *Trigeminus* zum Ganglion zieht. Dann ist aber stets die erwähnte Verbindung mit dem *Abducens* zu bemerken. Es scheint aber, als wenn dieser seine Fasern zum Ganglion ciliare dennoch aus dem *R. ophthalmicus* beziehe; denn in den Fällen, wo er sich mit dem Ganglion verbindet, erhält er zuvor einen anscheinlichen Verbindungsast vom *Ram. ophthalmicus*. Der Gedanke liegt also nahe, dass er diese Fasern zum Theil wieder an das Ganglion abgibt. Die Gestalt des Ganglions ist „bald länglich rund, bald mehr flach und linsenförmig.“ 3 bis 8 Ciliarnerven entspringen von ihm, die auf ihrem Wege zum Bulbus am Schnerven gewöhnlich Geflechte bilden. Vom *Ramus oph-*

thalmicus trigemini gehen an Zahl variable selbstständige feine Nn. ciliares zum Augapfel.

b) Ungulaten.

Meine eigenen Untersuchungen beschränken sich hier auf Schaf und Rind (Kalb), die wesentlich übereinstimmende Verhältnisse erkennen lassen. Da die Anordnung der Augenhöhlennerven im Allgemeinen hier aus den Lehrbüchern der Anatomie der Hausthiere bekannt ist, überdies über die Kopfnerven des Schafes eine genaue Arbeit von Bonsdorff¹⁾ existirt, so begnüge ich mich, an der Hand der Fig. 16 auf einige für die von mir zu behandelnde Frage nach der Zugehörigkeit des Ganglion ciliare wichtige Punkte aufmerksam zu machen. Vor Allem muss ich entgegen den gewöhnlichen Beschreibungen ausdrücklich hervorheben, dass weder beim Schaf noch beim Kalb das sog. Ciliarganglion eine Wurzel besitzt, sondern vielmehr unmittelbar dem Oculomotorius und zwar dem Anfange des zum M. obliquus inferior verlaufenden Endastes auf dessen oberer Seite anliegt. Wenn dennoch in den Lehrbüchern der Anatomie der Hausthiere, ferner bei Muck und Bonsdorff von einer kurzen Wurzel des Ganglions die Rede ist, so zeigt sich, dass diese Beschreibungen allzusehr durch die bekannten Thatfachen der menschlichen Anatomie beeinflusst sind. In der That, welcher unbefangene Beobachter würde in unserem Falle davon reden können, dass ein Zweig des Oculomotorius als kurze Wurzel zum Ganglion zieht? Der Endast des Oculomotorius bildet die Basis, auf welchem eine Seite des unregelmässig viereckigen Ganglions unmittelbar ruht. Auch die mikroskopische Untersuchung ergibt die unmittelbare Anlagerung des Ganglions an den genannten Endast des Oculomotorius (Fig. 6). In a b sieht man die am Ganglion vorbeiziehenden Faserbündel des Ramus ad musculum obliquum inferiorem, in das Ganglion, das mit seinen Nervenzellen-Gruppen bis zu diesen Faserbündeln heranreicht, eine Anzahl Nervenfaserbündel abgeben, die sofort nach ihrer Ablösung vom Stamme zwischen Ganglienzellengruppen eintreten. Sie sind also nicht als kurze Wurzeln eines Ganglions präparirbar, weil bis zu ihrer Ablösung vom Oculomotorius zwischen ihnen Ganglienzellen an letzteren heranreichen. Mit dem hinteren oberen

¹⁾ Anatomisk beskrifning af cerebral-nerverne hos fåret (Ovis aries). Acta societatis scientiarum Fennicae. Tomus II. Helsingforsiae 1847.

Winkel des Ganglions verbindet sich ein dünner Faden vom N. nasociliaris (Fig. 16 r. l.), vom vorderen oberen Winkel entsteht ein ansehnlicher von fester Scheide umschlossener Ciliarnervenstamm (c'), der sich gleich nach seiner Entstehung aus dem Ganglion aus 3 Nervenfäden zusammengesetzt zeigt, die sich bei ihrem weiteren Verlauf nach dem Bulbus oculi noch mehrfach theilen. Ein zweiter sehr feiner Ast des Ganglions (c'') verlief zum Opticus, unter dessen Scheide er einzutreten schien. Auf eine etwaige Verbindung des Ganglions mit feinen sympathischen Fäden habe ich nicht geachtet; auch Muck erwähnt eine solche nicht; dagegen beschreibt Bonsdorff Verbindungen mit dem Ganglion sphenopalatinum.

Wichtig ist nun ferner für die ganze Auffassung des Ganglions die Bestimmung des Platzes, welchen es längs des Oculomotorius einnimmt. Es wurde schon erwähnt, dass das Ganglion am Anfange des Zweiges für den *Musc. obliquus inferior* gelegen ist. Ein Blick auf die Fig. 16 zeigt jedoch, dass es centralwärts noch in das Gebiet des Ursprungs des Astes zurückgreift, der für den *Musculus rectus inferior* bestimmt ist (und Abzweigungen zum unteren Theil des *Musc. retractor bulbi* entsendet). Man kann also sagen, dass das Ganglion dem Oculomotorius an der Stelle seiner Endtheilung in die für die *Mm. obliquus* und *rectus inferior* bestimmten Zweige anliegt. Es wird deshalb von jedem dieser Zweige Fasern erhalten können, die allerdings wegen unmittelbarer Anlagerung des Ganglions für gewöhnlich keinen isolirten Verlauf zeigen. In selteneren Fällen können aber die Fasern vom Ast zum *M. rectus inferior* der gröberen Präparation zugänglich sein und sich als Faden isolirt darstellen lassen. Wenn dann auch die Verbindung mit dem Ast zum *Obliquus inferior* künstlich durch Abfasern als „Wurzel“ des Ganglions dargestellt ist, so erscheint das Ganglion mit zwei von verschiedenen Zweigen des N. oculomotorius stammenden sog. Wurzeln versehen, nämlich mit einer, die aus dem *Ramus ad musc. obliquum inferiorem* und einer, die aus dem Zweige zum *Musc. rectus inferior* stammt. Ich verweise in dieser Beziehung auf Fig. 6 Tafel II von Muck (l. c.), welche einen Fall illustriert, der auch durch die eigenthümliche zweizipfelige oder zweihörnige Form des Ganglions charakterisirt ist. Dass die sog. kurze Wurzel des Ganglions, welche die Muck'sche Figur abbildet, durch Ausfaserung dargestellt ist, in Wirklichkeit aber dem zum *M. obliquus inferior* ziehenden Zweige ebenso wie das Ganglion unmittelbar anliegt, habe ich schon angedeutet. Eine

Art kurze Wurzel kann beim Schaf und Rind aber noch durch ein anderes Verhalten vorgetäuscht werden, nämlich durch die Gestalt des Ganglions selbst. Dasselbe ist zuweilen an seiner dem Oculomotorius anliegenden Basis schmaler, als an seinem freien Ende und diese schmale Ganglienzellen enthaltende Basis kann dann für eine nur aus Nervenfasern bestehende „kurze Wurzel“ gehalten werden. Die mikroskopische Untersuchung ergibt auch hier innige Anlagerung des Ganglions an den Oculomotorius.

Endlich sei noch auf die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Zweige des Oculomotorius abgegeben werden, aufmerksam gemacht, da dieselbe im allgemeinen Theil zur Besprechung kommen wird. Dieselbe ist bei Schaf und Kalb übereinstimmend

- 1) zum *Musc. rectus superior* und *levator palpebrae superioris* zu gleicher Zeit;
- 2) zum *Musc. rectus medialis* unter dem *N. opticus* hindurch;
- 3) zum *Musc. rectus inferior* (und *retractor bulbi* untere Portion);
- 4) zum *Musc. obliquus inferior*.

Die Entfernung von 1) und 2) betrug in einem Falle beim Kalb 17 Mm., zwischen 2) und 3) nur 4 Mm. Es entstehen also die 3 Zweige des unteren Astes ziemlich rasch nach einander, durch eine ansehnliche Entfernung von der Abgangsstelle des oberen Astes getrennt. Die Lage des Ganglions zu jenen Zweigen ist schon oben beschrieben; es befindet sich dabei auf der lateralen Seite des *N. opticus* in dem Raume zwischen diesem und dem *Musc. retractor bulbi*.

Soviel über meine eigenen Beobachtungen. Aus Muck's Beschreibungen will ich noch hervorheben, dass zuweilen beim Rind und beim Hirsch neben dem grösseren Ganglion einige kleine präparirbar waren, die an Vereinigungsstellen von Fäden des *Nasociliaris* mit Ciliarnerven des Ganglion oculomotorii gelegen waren. Sie gehören also bereits einem Plexus der Ciliarnerven an und ich kann sie deshalb mit Muck nicht für äquivalent dem grösseren Ganglion, das dem Oculomotorius anliegt, halten, betrachte sie vielmehr als kleine sympathische dem Geflechte der Ciliarnerven eingeflochtene Ganglien. Muck beschreibt beim Rind 3, beim Hirsch 2 solcher kleiner Ganglien. Sehr schematisch schreibt er dem grossen Ganglion bei allen von ihm untersuchten Wiederkäuern (*Bos taurus*, *Ovis aries*, *Capra hircus*, *Cervus elaphus* und *capreolus*) eine oder mehrere Wurzeln vom Oculomotorius zu. Dass dieselben aber künstlich dargestellt sind, lehren seine Figuren, besonders Fig. 8 Taf. I von *Cervus elaphus*, wo das Ganglion

in unmittelbarer Anlagerung an den betr. Oculomotorius-Ast dargestellt ist, nichtsdestoweniger aber Wurzelfäden in letzteren hineingezeichnet sind. Eine Angabe Muck's verdient indessen noch Beachtung: in einem Falle bei *Cervus capreolus* sah er ausser der Verbindung des Ganglions mit dem Zweig zum *Musc. obliquus inferior* auch eine solche mit dem Ast zum *Musc. rectus inferior*.

Die Wiederkäufer, deren Ganglion oculomotorii in vorstehenden Zeilen geschildert wurde, nehmen gewissermassen eine vermittelnde Stellung ein zwischen 2 anderen Gruppen der Ungulaten, deren am besten untersuchte Repräsentanten Pferd und Schwein sind. Ersteres knüpft an niedere Zustände an, wenn wir als niederen Zustand die innigere Beziehung des Ganglion ciliare zum Oculomotorius betrachten, letzteres dagegen zeigt bereits einen höheren Grad der Ablösung des Ganglion von seinem Nerven. — Das Ciliarganglion des Pferdes, das von Muck¹⁾ nicht gefunden wurde, ist nach der Abbildung Leisering's²⁾ eine Anschwellung des unteren Astes vom Oculomotorius an der Stelle, wo derselbe rasch hinter einander in seine 3 bekannten Zweige zerfällt. Von einer *Radix brevis* kann also hier erst recht nicht die Rede sein. Es ist hier das Ganglion jedem unbefangenen Beobachter ein Ganglion oculomotorii. Dies erklärt auch, warum Muck, der es durch eine Wurzel mit dem 3. Hirnnerven verbunden suchte, das Ganglion nicht fand.

Beim Schwein dagegen scheint nach den vorliegenden Beschreibungen das Ganglion durch Auftreten einer wirklichen kurzen Wurzel eine grössere Selbstständigkeit zu besitzen und hier das Schema allenfalls zu passen, das man gewöhnlich der Beschreibung des menschlichen Ciliarganglions zu Grunde legt.

c) Carnivoren.

Ebensowenig wie bei den Hufthieren finden wir unsere aus der menschlichen Anatomie gewonnenen Vorstellungen von den Beziehungen des Ganglion ciliare bei den Raubthieren gerechtfertigt. Auch hier tritt das Ganglion in innigste Verbindung mit dem Oculomotorius, während seine Verbindungen mit *Trigeminus* und *Sympathicus* sehr fein sind und nur bei sorgfältigster Untersuchung constatirt werden können, ja bei manchen der untersuchten Thiere, z. B. bei der Katze überhaupt noch nicht constatirt

¹⁾ l. c. p. 37.

²⁾ Atlas der Anatomie des Pferdes und der übrigen Hausthiere. Taf. XXIX Fig. 5, 11.

sind. Sie sind deshalb auch Muck¹⁾, als ein so trefflicher Untersucher er auch sonst sich zeigt, gänzlich unbekannt geblieben. Dass sie aber wenigstens beim Hunde vorkommen, darüber kann gar kein Zweifel existiren, obwohl meine Beobachtungen an diesem Thiere in den Einzelheiten mit denen von Haartmann²⁾, der unter Bonsdorff's Leitung arbeitete, und Budge³⁾ nicht völlig übereinstimmen.

Ich will zunächst den Verästlungsmodus des Oculomotorius und das Verhalten seines Ganglions nach meinen eigenen Untersuchungen schildern. Nachdem der N. oculomotorius am Anfang der Orbita dicht neben einander die Nerven zum Musc. rectus superior und levator palpebrae superioris als Bestandtheile eines oberen Astes abgegeben hat, unter diesen Muskeln an der lateralen Seite des Opticus gelegen, zieht er mit der Fortsetzung des Stammes, die nun den unteren Ast repräsentirt, gerade nach vorn, sich allmählig zum Boden des Augenmuskelkegels senkend und gelangt so unter sehr spitzem Winkel zur Axe des Sehnerven unter diesen, um nach vorn zum Musculus obliquus inferior zu gelangen. Da wo der dritte Hirnnerv beginnt, sich unter den Sehnerven zu schieben, zerfällt er ziemlich schnell auf sehr engem Raume in die noch übrigen von ihm zu entsendenden Muskelzweige und bildet zugleich sein Ganglion (Fig. 17). Trotz dieser plötzlichen Auflösung in alle seine noch restirenden Aeste gelingt es dennoch leicht zu constatiren, dass zunächst ungefähr auf gleicher Höhe medianwärts der Zweig für den Musculus rectus medialis, lateral ein Büschel feiner Fäden für den unteren Theil des Musculus retractor bulbi abgegeben wird; dann folgt, aber in kaum messbarem Zwischenraum weiter nach vorn die Endgabelung in den Nerven für den Musculus rectus inferior und den für den Musculus obliquus inferior. Im Winkel, welchen diese beiden letzteren als Endzweige des N. oculomotorius mit einander bilden, liegt, scheinbar innig verschmolzen mit beiden und ihrem gemeinschaftlichen Stamme das Ganglion (g), wie eine axelständige Knospe. Es ist von ovalem oder kreisförmigem Umriss und lässt den freien Pol dieses Ovals oder dieses Kreises mehr oder weniger weit zwischen den beiden divergirenden Oculomotorius-Zweigen prominiren. Diese Form und Lage ist ganz charakteristisch für

¹⁾ l. c. p. 7—18.

²⁾ Anatomisk beskrifning öfver de sex första cerebral-nervparen hos hunden (*Canis familiaris*). Dissert. Helsingfors 1846.

³⁾ l. c. p. 27—29.

alle bis jetzt darauf untersuchten Raubthiere und kann geradezu als Raubthiertypus des Ganglion oculomotorii bezeichnet werden. Untersucht man nun genauer die Verbindungen des Ganglions mit dem Oculomotorius, indem man das umhüllende Bindegewebe aufhellt (Fig. 18), so erkennt man, dass das Ganglion nicht mit dem Stamme des Oculomotorius direkt in Verbindung steht, sondern nur mit seinen beiden Endästen; und zwar liegt die Gangliensmasse dem Ramus ad musc. obliquum inferiorem unmittelbar an, während sie vom Zweige für den Musc. rectus inferior eine kurze nur aus Nervenfasern bestehende Verbindungsbrücke erhält. Ausser dieser innigen doppelten Verbindung des Ganglions mit dem Oculomotorius findet sich noch eine ausserordentlich feine mit dem N. nasociliaris des Ramus ophthalmicus (Fig. 17. r. l.), repräsentirt durch einen sehr feinen Faden, welchen derselbe schon bei seinem Eintritt in die Orbita nach vorn entsendet. Es erreicht dieser Faden den hinteren medialen Abschnitt des Ganglions. Ausserdem sah ich aber mit dieser Gegend des Ganglions noch einen zweiten feinsten Faden (s.) in Verbindung, den ich geneigt bin, für einen sympathischen zu halten. Nach Budge¹⁾ ist eine solche Verbindung des Ganglion ciliare mit dem Sympathicus aus physiologischen Gründen zu erschliessen, kann aber anatomisch nicht nachgewiesen werden. Auch Haartmann gedenkt einer solchen nicht.

Vom convexen freien Rande des Ganglion oculomotorii entspringen nun 5 an Stärke sehr verschiedene Nerven, von denen ich nur die beiden stärksten als echte Ciliarnerven des Oculomotorius in Anspruch nehme (c'). Der eine derselben verläuft auf der oberen Seite des Opticus nach vorn und lateralwärts zum Bulbus, nachdem er sich zuvor mit einem feinen Zweige des Ramus ciliaris nervi nasociliaris (c) verbunden hat; der zweite aus dem Ganglion kommende Ciliarnerv verläuft unter dem Opticus nach vorn und medianwärts zum Augapfel. Es ist bemerkenswerth (Fig. 18), dass diese beiden Nerven dicht neben der Verbindung des Ganglions mit dem Ramus ad musculus rectum inferiorem aus dem Ganglion entspringen, sodass ein direkter Uebergang von Oculomotoriusfasern sehr leicht möglich ist. — Der dritte bedeutend feinere Zweig des Ganglions (c'') zieht direkt zum Opticus und konnte von mir makroskopisch bis unter die Duralscheide desselben verfolgt werden. Er wird also nicht bloss

¹⁾ l. c. p. 29.

Fäden zu dieser entsenden, sondern auch den feinen Nerven repräsentiren, der mit der A. und Vena centralis retinae in den centralen Bindegewebsstrang des Opticus hineindringt. Der 4. und 5. Zweig des Ganglions (c'') endlich sind ebenfalls fein; es gelang mir nicht, sie bis zum Bulbus zu verfolgen, sie schienen sich vielmehr in dem fetthaltigen Bindegewebe dieser Gegend zu verlieren und sind möglichenfalls reine Gefässnerven.

Soweit meine Beobachtungen über den Oculomotorius und sein Ganglion. In Betreff der übrigen Orbitalnerven des Hundes will ich nur noch erwähnen, dass der N. nasociliaris ausser dem feinen Faden zum Ganglion des Oculomotorius noch einen selbstständigen Ramus ciliaris (longus) auf der oberen Seite des Sehnerven zum Augapfel entsendet, der, wie schon erwähnt wurde, einen kurzen verbindenden Seitenzweig zu dem oberen Ciliarnerven des Oculomotorius entsendet. Sodann möchte ich noch auf die schöne Verbindung aufmerksam machen, welche der Ramus frontalis (supraorbitalis) des 1. Trigeminusastes innerhalb der Orbita mit dem Trochlearis einget. Letzterer erhält vom Frontalis einen anscheinlichen Zweig und erscheint deshalb von dieser Verbindungsstelle an peripher etwas dicker.

Mit der von mir entworfenen Schilderung des Ganglion oculomotorii des Hundes und seiner Verbindungen stimmt Haartmann's Beschreibung und Abbildung nahezu überein. Nur erwähnt er keines Fadens, der als sympathischer anzusprechen wäre. Dagegen weicht Budge¹⁾ wesentlich ab, indem nach ihm das Ciliarganglion (Ganglion superius) selbst gar keinen Verbindungsfaden vom Nasociliaris erhält²⁾, letzterer sich vielmehr mit einem vor dem Ganglion vom Oculomotorius selbst entspringenden Zweige verbindet. An dieser Verbindungsstelle liegt ein zweites kleineres Ganglion, von Budge bald als Ganglion ciliare inferius, bald als G. cil. externum bezeichnet. Offenbar ist dies letztere Ganglion in Budge's Falle nur als eine abgelöste Portion des Hauptganglions anzusehn. In der That, wenn man in Budge's Figur die Oculomotoriuswurzel des Ganglion inferius in peripherer Richtung

¹⁾ l. c. Fig. VII.

²⁾ Auch Adamük (Medic. Centralbl. 1870. N. 12. S. 179) konnte bei Hunden und Katzen weder eine Verbindung des Ciliarganglions mit dem Trigeminus, noch mit dem Sympathicus finden. Er folgert daraus, „dass bei den genannten Thieren das Ciliarganglion als reines Ganglion des N. oculomotorius angesehen werden kann, und dieser Nerv ist dann nicht ein rein motorischer Nerv.“

an Oculomotorius und Ganglion ciliare anlegt, so erhält man ganz die von mir und B o n s d o r f f beschriebenen Verhältnisse. Aehnliches findet sich nach M u c k ¹⁾ zuweilen beim Fuchs. Auch bei *Lutra vulgaris* erwähnt letzterer Forscher ein kleines secundäres Ganglion, das aber an der Vereinigung eines Ciliarnerven des Ganglions mit einem solchen des Nasociliaris gelegen ist.

Auf die verschiedenen Angaben der einzelnen genannten Autoren in Betreff der Zahl und Schicksale der Ciliarnerven will ich nicht eingehen, da bei der scheinbar grossen Variabilität dieser Verhältnisse eine Untersuchung nur weniger Individuen doch keine sichere Entscheidung gestattet. Nur sei erwähnt, dass nach M u c k die Zahl der vom Nasociliaris direkt verlaufenden Ciliarnerven, also der Nn. ciliares longi, um die in der menschlichen Anatomie übliche Terminologie zu gebrauchen, beim Hunde von 1 bis 3 variiren kann. Bei den übrigen von M u c k untersuchten heimischen Carnivoren (*Katze*, *Fuchs*, *Mustela foina* und *putorius*, *Lutra vulgaris*) finden sich 1 bis 2 solcher Nerven.

Bei diesen sind nun im Wesentlichen Gestalt und Anordnung des Ganglion oculomotorii dieselben, wie beim Hunde. Bei einigen wie z. B. bei *Mustela foina* und *putorius* ist aber die Verbindung des Ganglion mit dem Oculomotorius eine noch innigere. Es scheint dann das Ganglion gewissermaassen als eine Endknospe des unteren Astes jenes Nerven und entsendet nicht bloss die Ciliarnerven in bekannter Weise, es scheinen sogar die Zweige zum Musc. rectus inferior und obliquus inferior direkt aus ihm zu entspringen. Eine Verbindung des Ganglions mit dem Trigeminus wird bei keinem dieser Thiere von M u c k erwähnt. Auch B i d d e r und V o l k m a n n ²⁾ glauben sich, und zwar sogar durch mikroskopische Untersuchung der Umgebung des Ganglions, überzeugt zu haben, dass „weder der Trigeminus noch Zweige des an der Carotis aufsteigenden sympathischen Geflechts mit demselben in Verbindung stehen.“ B u d g e ³⁾ tritt dieser Behauptung bei. Auch S w a n ⁴⁾, der das Ganglion vom Jaguar beschreibt und abbildet, erwähnt keine anderen Verbindungen desselben, als mit dem Oculomotorius, dessen Ramus ad musc. obliquum inferiorem es unmittelbar ansitzt.

¹⁾ l. c. p. 13 Fig. 2.

²⁾ Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems. Leipzig 1842. S. 78 u. 79.

³⁾ l. c. p. 30.

⁴⁾ l. c. p. 265 u. Tafel XXXI Fig. 3.

d) **Pinnipedia.**

Für diese liegt meines Wissens nur eine Arbeit vor, von Staudinger ¹⁾ unter Bonsdorff's Leitung angefertigt, welche die 6 ersten Kopfuerven von *Halichoerus grypus* behandelt. Das Ganglion gleicht hier in Form und Lagerung nach Beschreibung und Abbildung (Taf. II, Fig. 1) des Autors so sehr dem der Landraubthiere, dass ein näheres Eingehn nur zu Wiederholungen führen würde. Zu bemerken ist, dass eine direkte Verbindung von Nasociliaris und Ganglion nicht gefunden wurde; dagegen beschreibt Staudinger einen Faden vom Ganglion sphenopalatinum zum Ganglion ciliare als Radix media des letzteren.

e) **Rodentia.**

Das Kaninchen ist aus dieser Gruppe fast das einzige sorgfältig untersuchte Thier. Auch meine eigenen Erfahrungen beschränken sich auf das Kaninchen. Alle Untersucher, Muck ²⁾, Budge ³⁾, W. Krause ⁴⁾ stimmen darin überein, dass das Ciliarganglion hier sehr klein ist, alle ausser Krause, dass dasselbe dem Oculomotorius so innig anliegt, dass von einer kurzen Wurzel nicht die Rede sein kann. Krause's kurze Beschreibung ist offenbar zu schematisch, durch die bekannten Verhältnisse des Menschen beeinflusst; denn in fast allen Punkten widerspricht sie dem von mir und Anderen beobachteten.

Der Oculomotorius schlägt auch beim Kaninchen, um zu seinem Endziele, dem *Musculus obliquus inferior* zu gelangen, in bekannter Weise den Weg unter dem *Opticus* ein, indem er von der lateralen Seite her sich spitzwinklig unter ihm nach medianwärts schiebt. Auf diesem Wege schickt er zunächst gleich am Anfang der Orbita seinen *Ramus superior* zum *Musculus rectus superior* und *levator palp. superioris*. Am lateralen Rande des Sehnerven angekommen entsendet er unter diesen medianwärts den Zweig zum *M. rectus medialis* und gleich darauf einen Nerven zum *Musc. retractor*, um endlich jenseits des *Opticus* seine Endtheilung in die für die *Mm. rectus inferior* und *obliquus inferior* bestimmten Nerven einzugehn.

¹⁾ Anatomisk beskrifning öfver de sex första cerebral-nervparen hos gråa hafsskålen (*Halichoerus grypus*). Helsingfors 1847.

²⁾ l. c. p. 19—22.

³⁾ l. c. S. 31—33.

⁴⁾ Die Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1868. S. 225, 226 u. 260.

Das sehr kleine Ciliarganglion (Fig. 5 g) liegt nun dem Oculomotorius an der Stelle an, wo er unter dem Opticus hindurchschlüpfend soeben am medialen Rande desselben wieder sichtbar wird. Seine Lage ist also, wie ich mit Muck und Budge finde, unter dem Sehnerven, nicht an dessen lateraler Seite, wie Krause ¹⁾ angiebt; und zwar findet sich das Ganglion innerhalb der Strecke, die zwischen den Zweigen zum Musc. rectus medialis + retractor und rectus inferior enthalten ist, näher dem Abgange der ersteren beiden, als des letzteren. Es erscheint dann als ein kugliges, frisch oft gelblich gefärbtes Körperchen von 0,48 bis 0,64 Mm. Durchmesser. Es ist also ansehnlich kleiner, als die Fortsetzung des Oculomotoriusstammes, dem es unmittelbar anliegt; denn letztere übertrifft mit 1,28 Mm. Durchmesser (wie das Ganglion durch Druck abgeplattet gemessen) den Durchmesser des Ganglions. Dass das Ganglion ungestielt dem 3. Hirnnerven aufsitzt, ist schon Krause gegenüber hervorgehoben. Eine Radix brevis existirt nicht; die Fasern, welche in das Ganglion vom Oculomotorius aus treten, sind sofort von Ganglienzellengruppen umgeben. Sie lassen sich als eigenthümlich gebautes Bündel eine Strecke weit centralwärts innerhalb des Oculomotorius verfolgen. Die Nervenfasern, welche dies Bündel zusammensetzen, sind überdies von wesentlich anderer Beschaffenheit, wie die am Ganglion vorbeipassirenden Nervenfasern des Oculomotorius. Während letztere bekanntlich breite markhaltige Fasern von 8 bis 16 μ Durchmesser darstellen, zeichnen sich die ebenfalls markhaltigen des Ganglienzellbündels durch ihre Feinheit und gleichmässige Breite von nur 4 μ Durchmesser aus. Auch ist die Schwann'sche Scheide der letzteren viel kernreicher, als die der gröbereren Fasern, sodass sie dadurch besonders leicht an Tinctionspräparaten unterschieden werden können.

So klein nun das Ciliarganglion ist, so erhält es doch eine ganz beträchtliche Zahl von Ganglienzellen. Also auch hierin befinde ich mich nicht in Uebereinstimmung mit Krause, nach dem es nur wenig Ganglienzellen enthält. Ich habe eine ungefähre minimale Schätzung der Zahl dieser Zellen angestellt und kann dieselben nicht unter 150 angeben. Die Zellen sind sehr klein, kuglig und messen 20 bis 24 μ im Durchmesser.

Erhält dies kleine winzige Ciliarganglion ²⁾ eine Radix longa

¹⁾ l. c. S. 260.

²⁾ Von Adamük (Medic. Centralblatt 1870. N. 12. S. 179) wird
Bd. XIII. N. F. VI, 2.

vom Nasociliaris? Nach Budge¹⁾ haben hier weder Trigeminus noch Sympathicus Antheil an der Bildung des Ganglion ciliare, nach Krause dagegen erhält es eine Radix longa vom Nasociliaris und Muck schreibt wenigstens dem nahe verwandten Hasen eine solche zu, während er ihrer beim Kaninchen nicht gedenkt. Ich selbst konnte durch gröbere Präparation eine solche nicht auffinden, muss auch mit Entschiedenheit die Verbindung mit irgend einem nervösen Faden für den grösseren Theil der Oberfläche des Ganglions in Abrede stellen, da man sich davon durch mikroskopische Untersuchung leicht überzeugen kann. Dagegen sieht man vom freien Pole des Ganglions 2—3 Nervenstämmchen sich entwickeln, von denen 2 nahe zusammenstehende wohl Ciliarnerven werden, die gewöhnlich indessen nur durch einen Faden repräsentirt sind. Der andere durch einen Zwischenraum von diesem Ciliarnervenursprung getrennte Faden könnte möglichenfalls als das Ende einer Radix longa angesehen werden, doch kann ich diese Angelegenheit nicht sicher entscheiden.

Dass vom Nasociliaris 1 bis 2 selbstständige Ciliarnerven abgegeben werden, von denen einer sich mit dem aus dem Ganglion oculomotorii entspringenden Nerven vereinigt, geben Muck und Budge an.

Wie beim Kaninchen scheint sich das Ciliarganglion nach Muck's Beschreibung beim Hasen zu verhalten. Auch hier ist es von sehr geringer Grösse, „adeo parvum, ut vix concipiat; sub nervo optico situm, tanquam macula lutea nervo tertio adhaeret²⁾.“ Diese geringe Grösse des Ciliarganglions scheint überhaupt für die Nagethiere charakteristisch zu sein und daraus erklärt es sich wohl, dass Muck dasselbe beim Eichhörnchen und Murmelthier nicht finden konnte, da er sich des Mikroskopes nicht bediente. Von Gumoëns³⁾ wird nun ein Ciliarganglion beim Eichhörnchen beschrieben und abgebildet. Ich möchte indessen nach Beschreibung und Abbildung vermuthen, dass das wahre Ciliarganglion diesem Forscher wegen seiner vermuthlich mikroskopischen Feinheit unbekannt geblieben ist, und dass das, was er abbildet und nicht durch mikroskopische Unter-

seltener Weise die Existenz dieses Ganglions bei Kaninchen, Meerschweinchen und selbst beim Schwein geleugnet!

¹⁾ l. c. p. 33.

²⁾ Muck, l. c. p. 20.

³⁾ De systemate nervorum sciuri vulgaris. Dissert. Bernae 1852. p. 24 u. Tafel II, Fig. 2a.

suchung geprüft hat, ein Kunstprodukt darstellt. Damit soll natürlich nicht die Existenz des Ganglions bei diesem Thiere überhaupt in Abrede gestellt werden; dass dasselbe auch hier unter wesentlich denselben Verhältnissen existirt, wie beim Kaninchen, wird ja leicht bei nächster Gelegenheit zu entscheiden sein.

II. Allgemeiner Theil.

In diesem Abschnitt werde ich die Resultate zusammenstellen, welche meiner Ueberzeugung nach mit Nothwendigkeit sich aus den im Vorstehenden mitgetheilten Thatsachen ergeben, sowie die Einwände erörtern, die man etwa gegen die von mir gezogenen Schlüsse vorbringen könnte.

I. Das Ciliarganglion ist ein Ganglion des Oculomotorius.

Ich glaube kaum nöthig zu haben, diesen Satz eingehend zu begründen, da schon eine oberflächliche Durchmusterung des von mir mitgetheilten Materials zu dieser Ueberzeugung drängt. Man hat bekanntlich meistens das Ganglion ciliare seit dem Vorgange Arnold's für ein sympathisches Ganglion erklärt (vergl. unter Anderen Rauber l. c. S. 28) und bei vergleichend-anatomischen Studien über die Kopfnerven mit dieser Annahme wie mit einer Thatsache gerechnet ¹⁾. Andere haben die Beziehungen des Ciliarganglions zum Trigemini für inniger gehalten, eine Annahme, die durch die Beschreibung des Ganglions im Kapitel Trigemini in den meisten Lehrbüchern der Anatomie sanctionirt wurde und für die besonders Remak's entwicklungsgeschichtliche Notizen zu sprechen schienen.

1) Ueberblicken wir nun unser Material zunächst mit Rücksicht auf die Frage nach einer Verbindung des Ciliarganglions mit dem Sympathicus, so ergiebt sich, dass diese erst in der Klasse der Säugethiere nachzuweisen ist. Dem theilweise erst durch meine Untersuchungen bekannt gewordenen Ciliarganglion der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel fehlt eine Verbindung mit dem Sympathicus gänzlich. Auch bei Säugethieren ist sie nicht überall nachgewiesen (Katze, Nagethiere).

¹⁾ Gegenbaur, Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels. Diese Zeitschrift VI. S. 546 Anmerkung.

Selbst beim Menschen verhält sie sich nach den neuesten Mittheilungen von Reichart¹⁾ nicht so, dass man von einer Radix sympathica im Sinne von Arnold reden könnte. Vielmehr gehen an der Stelle dieser nur wenige feine Fädchen von 0,1 bis 0,2 Mm. Dicke vom carotischen Geflecht zum Ganglion, während die grössere Anzahl von sympathischen Fasern dem Ganglion durch die Verbindung des Oculomotorius mit dem Plexus caroticus im Sinus cavernosus zugeführt wird. Nie ist es Reichart gelungen, eine sog. sympathische Wurzel als einfaches Nervenstämmchen mikroskopisch darzustellen. Wie dem aber auch sein mag, das Fehlen jeder Beziehung des Ganglions zum Sympathicus in den meisten Wirbelthierklassen verbietet schon von vornherein die Annahme, das Ciliarganglion gehöre zum Sympathicus.

2) Das Ciliarganglion gehört aber ebensowenig zum Trigemini. Denn auch diese beim Menschen so deutliche und ansehnliche Verbindung des Ganglions kommt nicht allgemein vor. Sie wird vermisst bei den Selachiern und Amphibien²⁾. Auch für einige Säugethiere (Katze, Kaninchen) wird sie in Abrede gestellt. Bei den übrigen untersuchten Säugethiern, bei Reptilien und Vögeln (desgl. bei Teleostiern nach Stannius) ist sie wie beim Menschen in aller Deutlichkeit vorhanden. Indessen, untersucht man die Art der Verbindung genauer, so ergeben sich auch hier vielfach Verhältnisse, welche nicht gerade mit einer Zugehörigkeit des Ganglions zum Trigemini, speciell dessen Ramus ophthalmicus vereinbart werden können. Ich mache in dieser Beziehung besonders auf die so variable Art der Verbindung bei Vögeln und Reptilien aufmerksam. Wo wie bei ersteren, ferner bei Sauriern und Cheloniern, das Ganglion als Anfangsanschwellung des starken Nervus ciliaris crassus erscheint, verbindet sich der Faden vom Nasociliaris meistens mit dem distalen Ende der Ganglienanschwellung oder mit dem aus derselben austretenden Ciliarnerven. Es steht also hier die sogenannte Radix longa des Ciliarganglions ganz ausser Beziehung zu letzterem. Aehnliches

¹⁾ Beitrag zur Anatomie des Ganglion ophthalmicum. München 1875. S. 19—20.

²⁾ Möglich wäre es allerdings immer noch, dass irgend einer der feinen von den Oculomotorius-Ganglien ausgehenden Fäden hier einen solchen Zweig des Trigemini im abgerissenen Zustande repräsentire; allein Niemand würde wohl, selbst wenn dies nachzuweisen wäre, alle die dem Oculomotorius bei Selachiern und Amphibien eingelagerten Ganglien dem Trigemini zuschreiben.

findet sich nach Fischer beim Krokodil, wo der Verbindungsfaden vom Nasociliaris ebenfalls erst das distale Ende der Intumescentia ganglioformis des Oculomotorius erreicht. Es bleiben also noch die Säugethiere für eine etwaige Zugehörigkeit des Ciliarganglions zum N. nasociliaris verwerthbar. Allein abgesehen davon, dass diese allein die angeregte Frage nicht entscheiden können, finden sich auch hier Verhältnisse, welche sich an die klaren Bilder bei Reptilien und Vögeln anschliessen lassen. Ich will gar nicht reden von dem angeblichen Fehlen einer „Radix longa“ bei der Katze und beim Kaninchen. Hervorheben möchte ich aber, dass fast allgemein der Verbindungsfaden vom Nasociliaris nicht an der dem Oculomotorius anliegenden Basis des Ganglions sich in dasselbe einsenkt, sondern an dessen entgegengesetzter Kante. Ich erinnere an die Verhältnisse bei Ungulaten und beim Menschen. Da nun am entgegengesetzten Winkel derselben distalen Kante die Ciliarnerven austreten, für die doch der Verbindungsweig vom Trigeninus bestimmt ist, so folgt daraus, dass auch hier der letztere Nerv sich am Aufbau des Ganglions nur in untergeordneter Weise betheiligen kann. Dass beim Menschen ferner das Verhalten der Radix longa ein sehr verschiedenes ist, dass sie bald durch einen stärkeren Faden, bald durch mehrere feinere repräsentirt wird, hat Reichart¹⁾ gezeigt.

Die vergleichende Anatomie lehrt also zweifellos, dass das Ciliarganglion auch kein Ganglion des Trigeninus sein kann, da es ja bei vielen Wirbelthieren überhaupt keinen Verbindungsfaden von diesem Nerven erhält. Mit diesem Resultat vergleichend anatomischer Untersuchung stehen einige Angaben über die Entwicklungsgeschichte dieses Ganglions in scheinbarem Widerspruch. Remak²⁾ macht über die Entwicklung des Ciliarganglions beim Hühnchen folgende aphoristische Angaben, die sich auf das Ende des 3. Tages der Entwicklung beziehen: „Der erste dieser Nerven, der Nervus trigeminus, ist der stärkste von allen. Das an seinem Hirnende befindliche runde Ganglion (Ganglion Gasseri) liegt genau auf der Grenze zwischen dem verlängerten Marke und dem kleinen Gehirn: es ist beinahe so gross wie das Ohrbläschen, in der Regel mit blossem Auge sichtbar. Der von ihm ausgehende kurze Stamm theilt sich in zwei unter spitzem Winkel aus einander weichende Schenkel. Der obere Schenkel (Anlage des ersten

¹⁾ l. c. p. 17.

²⁾ Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855. S. 37. Taf. IV. Fig. 37, 38 u. 49.

und zweiten Astes des Nervus trigeminus) verläuft zur oberen äusseren Fläche der Augenblase seiner Seite. Dasselbst schwillt er in ein halbmondförmiges, der Augenblase dicht anliegendes Ganglion (das Ganglion ciliare) an, welches dem Ganglion Gasseri an Umfang wenig nachsteht.“ Es wird sodann das Schicksal des unteren Schenkels besprochen, der zum dritten Ast wird. Kölliker, der selbst resultatlose Untersuchungen über das Ganglion ciliare anstellte¹⁾, acceptirt Remak's Angaben und deutet dieselben so, „dass das Ganglion ciliare aus dem Ganglion Gasseri ebenso hervorgewuchert sei, wie die zwei Aeste des Trigeminus.“ Ich kann weder in der Remak'schen Beschreibung, noch in seinen Abbildungen irgend etwas Beweisendes für die Annahme einer Abstammung des Ciliarganglions aus dem Trigeminus entdecken. Zunächst scheint mir die Deutung der einzelnen Theile gar nicht einmal sicher gestellt zu sein, da sich Widersprüche gegen bekannte Thatsachen nachweisen lassen. So soll der obere Schenkel den ersten und zweiten Ast des Trigeminus liefern und doch läuft er in Fig. 38 ganz über die dorsale Seite des Auges fort und schwillt an der dorsalen Seite des letzteren zu dem als Ciliarganglion gedeuteten Gebilde an. Sodann ist in den Figuren vom Oculomotorius nichts zu sehen; soll die Deutung Remak's richtig sein, so muss doch eine genetische Beziehung des Ganglions zum Oculomotorius ausgeschlossen sein. Man sieht, Remak's Angaben sind in keiner Weise zu verwerthen. Ich könnte es nun dabei bewenden lassen und mich auf die Thatsachen der vergleichenden Anatomie berufen, sowie auf die von Kölliker angefochtenen Angaben von Marshall über Vorkommen eines Ganglions im Oculomotorius beim Hühner-Embryo. Ich glaube aber noch mehr thun zu können: eine von Kölliker für diese Frage nicht verwerthete Arbeit enthält Angaben über die Entwicklung des Ciliarganglions beim Hühnchen, die sich sehr wohl mit den von mir auf vergleichend anatomischem Wege erhaltenen Ergebnissen vereinbaren lassen und meiner Ansicht nach auch in durchaus keinem principiellen Widerspruch zu den Angaben von Marshall sich befinden. Es ist dies His' Werk über die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Ich will hier ebenfalls das auf unsere Frage Bezügliche wörtlich anführen²⁾: „Der Zwischenstrang des Kopfes, von welchem die über den Augenblasen liegende Zellenmasse na-

1) Entwicklungsgeschichte. 2. Auflage. S. 615.

2) l. c. S. 106.

türlich nur einen Theil bildet, erfährt eine Gliederung in mehrere hinter einander liegende Segmente, die Anlagen der spinalen Kopfganglien. . . . Es sind ihrer 4 vorhanden, 2 vor dem Gehörbläschen und 2 dicht beisammen liegende hinter demselben. . . . Die vorderste von den Anlagen ist diejenige von den sensiblen Ganglien des Trigemini; sie ist bei weitem die umfanglichste. Sie läuft nämlich neben sämtlichen 3 vorderen Abschnitten des Gehirns her und endigt erst am hinteren Rand des Hinterhirns. Wir können an dieser Ganglienanlage einen vorderen und einen hinteren Abschnitt unterscheiden. Der vordere wird durch die so eben geschilderte Zellenmasse gebildet, welche der Innenseite der Augenblasen anliegt, aus ihm wird das Ganglion ciliare. Hinter der Augenblase verjüngt sich die Masse etwas, um am hintern Ende des Mittelhirns und neben dem Hinterhirn nochmals bedeutender anzuschwellen, und in den hintern Abschnitt, die Anlage des G. Gasseri überzugehen. Der vordere und der mittlere Theil dieser Ganglienanlage entfernt sich allmählig vom Gehirn, und der Zwischenraum wird von Gefässanlagen eingenommen. Am hinteren Ende dagegen erhält sich die Verbindung durch einen schmalen Substanzstreifen, welcher der oberen Rundung des Hinterhirns sich anlegt. Dieser Streifen bildet die Brücke, längs welcher die Wurzelfasern vom Ganglion zum Gehirn treten.“ Die Augenmuskelnerven leitet sodann His vom Medullarrohre selbst ab. Er sagt aber ferner (S. 107): „Allerdings werden die Bahnen, welchen diese Nerven bei ihrem Austritt aus dem Gehirn folgen, im Allgemeinen durch die Ganglien vorgezeichnet. Die Stellen, an welchen eine Zeit lang die Ganglienanlagen am Medullarrohre anliegen, sind zugleich diejenigen, an welchen die motorischen Wurzelfasern das Mark verlassen. In der Weise scheint die Anlage des G. ciliare, welche verhältnissmäßig spät vom Gehirn sich trennt, den vorderen Augenmuskelnerven, dem N. oculomotorius und dem Trochlearis den Weg zu weisen.“ Aus diesen bestimmten Angaben von His geht nun jedenfalls soviel hervor, dass das Ciliarganglion sich nicht aus dem Trigemini entwickelt, sondern aus dem „Zwischenstrange“ in ähnlicher Weise sich hervorbildet, wie das Ganglion Gasseri. Es ist also nicht ein Abkömmling des letzteren, sondern demselben morphologisch gleichwerthig. Es ergibt sich aus diesen His'schen Mittheilungen auch eine richtigere Erklärung der Abbildungen von Remak. Des Letzteren Ciliarganglion entspricht, trotz seiner sonderbaren Lage der Anlage des Ciliarganglions, der

verdickten Stelle des Zwischenstranges, sein Ganglion Gasseri der zur Bildung des letzteren führenden Verdickung des Zwischenstranges und der sog. obere Schenkel, der die Anlage des 1. und 2. Trigeminasastes enthalten soll, ist keins von beiden, sondern der nicht in die Bildung der Ganglien eingegangene Theil des Zwischenstranges, der somit von Anfang an eine Verbindung beider Ganglien darstellt. Setzt man nun für Zwischenstrang den von Balfour und Marshall für denselben Embryonaltheil acceptirten Ausdruck *Neuralleiste* (*neural ridge*), so ist die Uebereinstimmung in den Angaben von His und Marshall, was das Thatsächliche betrifft, auffallend genug. Beide finden im Bereich des Mittelhirns eine Anschwellung des Zwischenstranges (*very prominent outgrowth of the neural ridge*, Marshall l. c. p. 15). His deutet denselben als Anlage des Ciliarganglions, Marshall als erste Anlage des N. oculomotorius, der ganz und gar nach Art einer dorsalen Wurzel entstehen soll. So findet er es nach 29stündiger Bebrütung. Nach 96 Stunden dagegen zeigt sich bereits ein gut gesonderter von der Basis des Mittelhirns entspringender Nervenstamm, den Marshall seiner Lage- und Ursprungsverhältnisse wegen mit Recht für den Oculomotorius erklärt. Auffallend erschien nur eine Ganglienanschwellung an der Theilungsstelle des Nerven in 2 Aeste. Von einem Ciliarganglion erwähnt er nichts. Es kann aber dies Ganglion nach Allem nichts Anderes sein als das Ciliarganglion, das von seiner ursprünglichen dorsalen Bildungsstätte aus längs des Oculomotorius herabgewandert ist. Ob diese Bildungsstätte in analoger Weise, wie die des Ganglion Gasseri die *Portio major trigemini*, so hier den ganzen oder einen Theil des Oculomotorius liefert, wollen wir weiter unten erörtern. Hier genügt es nachgewiesen zu haben auf Grund vorhandener Beobachtungen: 1) dass das Ganglion ciliare nicht aus dem Trigemini hervorgeht, 2) dass es vielmehr im Gebiet des Mittelhirns in etwa derselben Frontalebene wie der Oculomotorius sich entwickelt. Diese beiden Behauptungen scheinen mir wenigstens durch die vorhandenen Beobachtungen zweifellos erwiesen. Wahrscheinlich ist ferner 3) dass der Verbindungsstrang zwischen beiden Ganglienanlagen zu der durch *Nasociliaris* und *Radix longa* vermittelten Verbindung des Ganglion Gasseri und Ganglion ciliare sich gestaltet. Die auffallende Dicke dieses jetzt noch kurzen Verbindungsstranges kann uns nicht verhindern, diese Deutung anzunehmen, da ja bekannt ist, dass embryonale Nerven und Ganglien sich im Allgemeinen relativ gross

zeigen, dass die späteren Wachstumsverhältnisse in der eingreifendsten Weise die Proportionen ändern können. Dies gilt auch von den Grössenverhältnissen des Ciliarganglions selbst, und zwar nicht bloss beim Hühnchen. Man kann sich leicht davon überzeugen, dass dasselbe bei jungen Thieren unverhältnissmässig gross ist. Schon Muck¹⁾ fiel auf, dass es bei neugeborenen Ziegen bereits dieselbe Grösse besitzt, wie bei erwachsenen. Ich selbst habe mich an menschlichen Foeten von der auffallenden Grösse des Ganglions überzeugt.

Entsteht nun das Ciliarganglion resp. der dasselbe bildende Theil des Oculomotorius, woran wohl kein Zweifel sein kann, im Gebiet des Mittelhirns durch seitliches Herabwuchern der dorsalen Neuralleiste (des Zwischenstranges), so wird dieser Vorgang allerdings sehr leicht zu constatiren sein, wo das Ciliarganglion eine gute Entwicklung zeigt, wie z. B. bei den Vögeln, ebenso wahrscheinlich auch bei Reptilien und Säugethieren. Bei Selachiern und Amphibien dagegen, wo die einzelnen Oculomotoriusganglien eine geringe Grösse zeigen, wird die Entstehung derselben und des dazu gehörigen Nervenstranges nach Art einer dorsalen Wurzel nur sehr schwer festzustellen sein wegen der geringen Grösse der in Betracht kommenden Theile. Dies macht es meiner Ansicht nach vollkommen verständlich, weshalb Balfour²⁾ bei Selachiern Goette³⁾ bei Batrachiern nichts von einem solchen Entstehungsmodus melden, weshalb ferner Kölliker's Untersuchungen beim Kaninchen, soweit dabei ein Ganglion des Oculomotorius, also das Ciliarganglion in Betracht kommt, erfolglos geblieben sind; denn gerade hier, wie bei allen Nagern ist das Ganglion ausserordentlich klein.

Endlich noch einige Worte über Marshall's Deutung der beiden aus der Ganglienanschwellung des Oculomotorius beim Hühnchen entspringenden Aeste. Er deutet den oberen als Ramus dorsalis, für den Musculus rectus superior bestimmt, den anderen als unteren Ast des Oculomotorius. Letztere Deutung ist unzweifelhaft richtig, erstere aber nicht. Marshall's oberer Ast ist vielmehr der dicke N. ciliaris (vergl. oben die spezielle Beschreibung). Denn der wahre Ramus superior geht stets vor dem Ganglion vom Stamme des 3. Hirnnerven ab.

1) l. c. p. 30 u. 31.

2) The development of Elasmobranch fishes. Development of the cranial nerves. Journal of Anat. & Physiol. XI. p. 457 ff.

3) Die Entwicklungsgeschichte der Unke. S. 628 u. 629.

Soviel über die Angaben in Betreff der Entwicklung des Ciliarganglions. Ich glaube nachgewiesen zu haben, dass sie den Resultaten meiner vergleichend anatomischen Forschungen jedenfalls nicht widersprechen, vielmehr ganz geeignet sind, dieselben nur zu bekräftigen.

3) Wenn nun das Ciliarganglion weder dem Sympathicus noch dem Trigemini angehört, so bleibt nichts weiter übrig, als dasselbe als ein Ganglion oculomotorii zu betrachten, zu welcher Auffassung man ja sofort durch den flüchtigsten Ueberblick der von mir mitgetheilten Untersuchungsergebnisse genöthigt wird. Denn nicht nur, dass die Verbindung mit dem Oculomotorius konstant sich findet, sie ist auch die innigste und in den meisten Fällen liegt sogar die Ganglienmasse dem Oculomotorius unmittelbar an oder innerhalb desselben, sogar über eine grössere Strecke des Nerven verstreut (Selachier, Amphibien). Wir können die verschiedenen Beziehungen des Ganglions zum Oculomotorius nach 3 Gesichtspunkten ordnen: 1) nach der Zahl der Ganglien des Oculomotorius; 2) nach der Art der Verbindung ganz im Allgemeinen; 3) nach dem Orte der Verbindung mit dem Oculomotorius.

a) Zahl der Ganglien.

Das Ganglion oculomotorii kommt bei den höheren Wirbeltieren von den Reptilien an aufwärts stets in einfacher Zahl vor. Denn die kleinen Ganglienansammlungen, welche in den Ciliarnerven und deren Plexus bei Säugethieren mehrfach beschrieben und neuerdings von Peschel¹⁾ beim Kaninchen einer besonderen Zählung unterworfen sind, haben nichts mit dem Oculomotorius und Ciliarganglion zu thun, sondern sind sympathischer Natur. Dagegen finden wir bei Selachiern und Amphibien an mehreren Stellen der Oculomotoriusbahn Anhäufungen von Nervenzellen und dazwischen einzelne Nervenzellen zerstreut. Man könnte hier von einem diffus über eine längere Nervenstrecke verbreiteten Ganglion reden. Die Zahl der einzelnen Ansammlungen von Nervenzellen erreicht, soweit meine jetzigen Ermittlungen gehen, ihr Maximum bei Rana. Hier konnte ich 4 Ganglien und überdies dazwischen zerstreute Ganglienzellen nachweisen. 3 Ganglien habe ich bei Scyllium, 2 bei Mustelus gefunden.

¹⁾ 60 Ganglien in dem Nervensystem des Kaninchenauges. Deutsche Zeitschr. f. praktische Med. N. 44. S. 519.

b) Art der Verbindung.

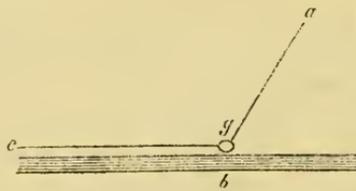
Was die Art der Verbindung des Ganglions mit dem Oculomotorius betrifft, so können wir alle möglichen Uebergänge von einer vollständigen Einlagerung seiner Ganglienzellen in den Stamm des Nerven bis zur Abgliederung eines gestielten, mit „Radix brevis“ versehenen Ciliarganglions beobachten. Ich bringe diese verschiedenen Differenzirungszustände in 4 Kategorien und zwar in folgender aufsteigender Reihe unter:

1) Das einfache oder mehrfache Ganglion liegt vollständig im Oculomotorius, mit seinen Ganglienzellen so zu sagen diffus zwischen den Nervenfasern verbreitet, oft über eine weite Strecke fleckweise vertheilt. Es gehören hierher die Mehrzahl der Ganglien bei *Rana* (N. 1, 3 u. 4), sowie die Ganglien des Oculomotorius von *Salamandra*, ferner das Ganglion oculomotorii der Krokodile und wahrscheinlich auch der Schlangen. Sind die Ganglien klein, so verursachen sie keine oder eine kaum sichtbare Anschwellung des Nerven, wie bei den Amphibien; bei grösserer Entwicklung erscheint das nunmehr einfache Ganglion als Intumescencia ganglioformis wie bei den Krokodilen, wahrscheinlich auch bei den Schlangen.

2) Das Ganglion liegt der einen Seite des Oculomotorius dicht an, eine oft nur mikroskopisch sichtbare geringe seitliche Anschwellung desselben bedingend. Häufig (Haie) finden sich mehrere (bis 3) kleinere Ganglien dem Oculomotorius angelagert. Die betreffenden Ganglien sind eingeschaltet in einen dünnen Strang feinerer Nervenfasern, der nebst den Ganglien an den dickeren aus gröbereren Nervenfasern bestehenden Theil des Oculomotorius in ähnlicher Weise sich anschmiegt, wie eine sensible Wurzel mit ihrem Spinalganglion an die zugehörige motorische (Haie, Rochen, Chimaera). Vergl. besonders Fig. 3 von Chimaera. Auch das zweite der von *Rana* beschriebenen Ganglien gehört in diese Kategorie. Wahrscheinlich ist aber die erste Kategorie von dieser zweiten nicht wesentlich zu unterscheiden. Denn es kann recht wohl sein, dass bei Amphibien und den genannten Reptilien eine genauere Untersuchung auch hier einen Ganglienzellen enthaltenden Nervenstrang innig angelagert an einen zweiten diese Zellen entbehrenden nachweisen wird. Ueberdies scheinen auch bei Haien einzelne zerstreute Ganglienzellen zwischen den Ganglienzellengruppen im Oculomotorius vorzukommen, analog den von mir für *Rana* erhaltenen Befunden.

3) Bei stärkerer Entwicklung des Ganglions tritt dasselbe als ansehnliche seitliche Anschwellung über die Oberfläche des Nerven mehr oder weniger weit hervor. Es beginnt zugleich der Prozess der Ablösung des Ganglions vom Nerven damit, dass die peripher aus ihm hervorgehenden Nervenfasern nicht mehr, wie z. B. bei Chimaera, an die Fortsetzung des Oculomotorius zunächst angelehnt bleiben, sondern sich sofort abheben, sodass also der Oculomotorius an seiner das Ganglion enthaltenden Stelle aus diesem einen resp. mehrere Seitenzweige entsendet. So verhält es sich z. B. bei den Nagethieren, ferner bei einem Theile der Ungulaten (Bos, Ovis). Denkt man sich die Form des Ganglions in diesem Falle weniger gedrunken, vielmehr in der Richtung des sich aus ihm abzweigenden Ciliarnerven lang ausgezogen, so erhält man die Anordnung, welche Saurier, Chelonier und Vögel erkennen lassen. Das Ganglion bildet ja hier eine kegel- oder spindelförmige Anschwellung am Anfange des dicken Ciliarnerven.

Dieser Zustand geht dann unmittelbar in den durch 4) repräsentirten über, der durch Vorhandensein einer Radix brevis charakterisirt ist. Aus den unter 2) und 3) geschilderten Zuständen ist dieselbe einfach in Folge einer fortschreitenden Ablösung abzuleiten. Sobald die Ablösung des Ganglienzellen führenden Bestandtheiles des N. oculomotorius auch das Ganglion selbst ergreift und über dasselbe centralwärts weitergreift, erhält man selbstverständlich eine Radix brevis. Es liegt auch nicht fern, die Wachstumsverhältnisse anzugeben, welche diese Ablösung möglicher Weise bewirken werden. Wenn die fixirten Enden (a) der das



Ganglion g verlassenden Nerven bei Fixirung des Oculomotorius in b im weiteren Verlaufe des Wachstums allmählig in stärkerem Grade sich von ihrem am Oculomotorius gelegenen Ausgangspunkt g entfernen, als die zwischen beiden fixirten Punkten gelegenen Nervenstrecke ag sich durch ihr Eigenwachsthum verlängern kann, so muss eine allmähliche Abschälung in der Richtung von g nach c stattfinden, die zunächst das Ganglion, dann aber centralwärts

fortschreitend die Strecke *gc* in grösserer oder geringerer Ausdehnung betrifft, eine längere oder kürzere *Radix brevis* erzeugend. Ueberblicken wir noch einmal mit Rücksicht auf das Vorkommen einer solchen die Wirbelthierreihe, so finden wir diesen Stiel des Ganglions in den verschiedensten Wirbelthierklassen, so bei Teleostiern (nach Stannius), ferner unter den Säugethieren bei Cetaceen (Stannius), einigen Ungulaten, Carnivoren und beim Menschen. Auch einige Vögel und Saurier mögen hierher gehören, nämlich alle die, bei denen die Ganglienzellen des *Ramus ciliaris crassus* nicht bis auf die Oberfläche des *Oculomotorius* reichen. Bei Carnivoren findet sich endlich insofern noch eine Besonderheit, als auch von dem für den *Musc. rectus inferior* bestimmten Zweige eine zweite „Wurzel“ für das Ciliarganglion abgegeben wird.

c) Ort der Verbindung des Ciliarganglions mit dem *Oculomotorius*¹⁾.

Das Ciliarganglion kann an den verschiedensten Stellen der *Oculomotorius*bahn angelagert sein. Nie findet es sich in der Strecke vom Austritt des *Oculomotorius* aus dem Gehirn bis zum Abgang des Zweiges für den *Musculus rectus superior*. Dieser Zweig wird in allen Abtheilungen der Wirbelthiere vor Auftreten, des *Oculomotorius* abgegeben, beim Vorkommen eines *Musc. levator palpebrae superioris* selbstverständlich auch der für diesen bestimmte Nerv. Alle übrigen peripher von dieser Stelle gelegenen Strecken des 3. Hirnnerven können das Ganglion enthalten. Man kann die einzelnen Befunde hier unter 5 Gruppen bringen:

1) Das Ciliarganglion liegt innerhalb der Nervenstrecke, welche sich zwischen Abgang des Zweiges für den *Rectus superior* und des für den *Musc. rectus medialis* bestimmten findet: Frosch, Chelonier, Saurier, Vögel.

2) Das Ganglion liegt an der Stelle, wo der Zweig zum *Musc. rectus medialis* abgegeben wird, sodass dieser wie die übrigen aus dem Ganglion zu entspringen scheinen. Letzteres ist also etwas weiter peripher verschoben, wie in 1). Hierher gehören: die Krokodile und wahrscheinlich auch Schlangen.

3) Das Ganglion liegt zwischen Abgang des Zweiges zum *Musc.*

¹⁾ Bei dieser Uebersicht über die Lagebeziehungen des Ganglions zu den Zweigen des *N. oculomotorius* ist der Zweig zum *M. retractor* nicht berücksichtigt, da er nicht allgemein vorkommt.

rectus medialis und zum *Musc. rectus inferior*: Salamandra, Nagethiere.

4) Das Ganglion liegt an der Gabelungsstelle resp. Endtheilung des *Oculomotorius* in die Zweige zu den *Musculi rectus inferior* und *obliquus inferior*. Haie, Carnivoren, Theil der Ungulaten. Es verbreitet sich dabei zum Theil auch auf den für den *Musc. obliquus inferior* bestimmten Zweig (Haifische).

5) Das Ganglion liegt dem für den *Musculus obliquus inferior* bestimmten Endzweige des *Oculomotorius* an, entweder ungestielt (Rochen, Chimaera) oder gestielt (Theil der Ungulaten, Mensch). Innerhalb dieser Gruppe kann aber die Anlagerungsstelle wieder vom Abgang des Astes zum *Musc. rectus inferior* mehr oder weniger weit peripher am Aste für den *M. obliquus inferior* verschoben sein; am weitesten ist diese Verschiebung (s. oben) bei Chimaera erfolgt.

Ueberblicken wir nun die verschiedenen Beziehungen, welche das Ciliarganglion nach Art der Verbindung und Ort der Lagerung mit dem *Oculomotorius* eingeht, so kann man wohl allenfalls, die Art der Verbindung betreffend, behaupten, dass eine Einlagerung des Ganglions in den Stamm resp. eine innige Anlagerung an denselben sich im Allgemeinen bei den niederen Formen des Wirbelthier-Stammbaumes findet, so bei Selachiern und Amphibien, während die höheren Formen durch ein stärkeres seitliches Hervortreten resp. Ablösung des Ganglions vom Stamme charakterisirt sind. Leider fehlen aber, um etwa nach dieser Richtung einen Stammbaum des Ciliarganglions aufzustellen, noch gänzlich Kenntnisse über das Verhalten desselben in den wichtigen Abtheilungen der Cyclostomen, Ganoiden, Dipneusten und unter den Säugethieren bei den Monotremen und Beutelthieren. Andererseits zeigen sich unter den Fischen die Teleostier, wie in so vielen anderen Beziehungen, so auch hier, divergent entwickelt.

Wenn wir nun auch mit Rücksicht auf die Art der Verbindung noch von niederen und höheren Entwicklungsstufen des Ganglions reden können, so ist der Ort, an welchem die Verbindung des Ganglions mit dem *Oculomotorius* stattfindet, jedenfalls nicht durch die niedere oder höhere Stellung im System bedingt, der Art, dass etwa die niederen Formen das Ganglion mehr central, die höheren dasselbe mehr peripher gelagert zeigen. Denn hier sind es neben den Amphibien auffallender Weise die Vögel und viele Reptilien, welche die am meisten centrale Lagerung des Ganglions besitzen, während umgekehrt die Selachier ihr erstes Ganglion

erst an der Endtheilung in die Zweige zum *Musc. rectus inferior* und *obliquus inferior* zeigen und *Chimaera* dasselbe weit an dem Aste zum *M. obliquus inferior* vorschiebt. Ich glaube, wir können uns eine befriedigende Vorstellung verschaffen von den Ursachen dieser verschiedenen Lagerung bei verschiedenen Thieren, wenn wir davon ausgehen, dass das Ganglion fast überall seine Nerven zum Augapfel in möglichst gesicherter Anlagerung an den *N. opticus* entsendet. Eine möglichst weit gehende Annäherung des Ganglions selbst an den *N. opticus* ist offenbar für jenen gesicherten Verlauf der Ciliarnerven Vorbedingung. Nun finden wir in der That fast überall das Ganglion ganz in der Nähe des Sehnerven, entweder auf dessen unterer oder lateraler Seite. Liegen Sehnerv und Oculomotorius von vornherein sehr nahe aneinander, ist ferner der ganze Augenmuskelkegel kurz und gedrungen, so wird das Ganglion eine mehr central gelegene Strecke des Oculomotorius einnehmen. So scheinen mir die Verhältnisse bei Amphibien und Vögeln verständlich. Wenn umgekehrt, wie bei den Selachiern, der *Opticus* weit nach vorn vom Oculomotorius in die Orbita eintritt und von hier aus transversal lateralwärts zum Augapfel verläuft, wird das Ganglion einen peripheren Theil des Oculomotorius einnehmen, wie dies besonders weitgehend bei *Chimaera* gefunden wird. Ueber die Richtigkeit dieser Vermuthungen können natürlich nur vergleichende Messungen entscheiden, welche die Abstände der einzelnen in Betracht kommenden Theile bei den verschiedensten Thieren festzustellen haben. Derartige Messungen werden auch Anhaltspunkte geben für das Verständniss des Verästlungsmodus des Oculomotorius. Denn da ja Anfang und Enden des Nerven in ihren Ursprungs- und Endtheilen fixirt sind, so muss ein verschiedenes Wachsthum der letzteren bei verschiedenen Thieren nothwendiger Weise einen verschiedenen Verästlungsmodus ergeben. Ich glaube, dass eine derartige Untersuchung auf andere Nerven und ihre Endorgane übertragen, uns vielfach verständlich machen wird, weshalb ein und derselbe Seitenzweig sich in dem einen Falle früher, im andern später vom Stamme ablöst. Auch hier werden scheinbar ganz geringfügige Veränderungen in einem Gebiet sehr mannigfache Modificationen in anderen Bezirken zur Folge haben können.

Am Schluss dieses Abschnittes, in welchem auf Grund eines reichen Beobachtungsmaterials der Nachweis geliefert wurde, dass das Ciliarganglion ein Ganglion oculomotorii ist, habe ich noch

ganz kurz der Verbindungen zu gedenken, die mehrfach zwischen dem N. abducens und dem Ciliarganglion resp. dessen Ciliarnerven beschrieben werden. Bonsdorff erwähnt derartige Verbindungsfäden beim Kranich und der Krähe, Stannius beim Delphin. Schon Stannius macht aber darauf aufmerksam, dass dieser Zweig vom Abducens wahrscheinlich aus dem Ramus ophthalmicus stammt, der zuvor einen Verbindungszweig zum Abducens abgegeben hat. Eine ähnliche Auffassung dürfte auch für die Fälle gelten, wo beim Menschen ein Verbindungsfaden des Ciliarganglions mit dem Abducens gefunden wurde¹⁾, was nach Adamük unter 42 Fällen drei Mal vorkam. Die Vermuthung, dass es auch hier nur Trigeminafasern sind, welche eine Strecke ihres Weges zum Ciliarganglion oder zu den Ciliarnerven in der Bahn des Abducens zurücklegen, wird durch 2 andere von Henle gesammelte Anomalien noch wahrscheinlicher. In dem einen dieser Fälle, der von Otto beschrieben wurde, entsprang der ganze N. nasociliaris vom Abducens. In dem anderen von Retzius beobachteten Falle fehlte die normale „radix longa“ vom Nasociliaris und wurde durch einen Nervenfaden aus dem N. abducens ersetzt. Wenn man bedenkt, dass der N. abducens während seines Durchgangs durch die Fissura orbitalis superior constant einen Faden vom Ramus ophthalmicus erhält²⁾, so erscheint das Vorkommen jener Varietäten nicht gerade wunderbar. Dem motorischen Abducens aber eine Rolle an der Constitution des Ganglions und der Ciliarnerven zuzuschreiben, dazu liegt auch nicht der geringste Grund vor.

II. Das Ganglion ciliare ist einem Spinalganglion homolog. Der Oculomotorius enthält die Elemente einer dorsalen und ventralen Wurzel und wird dadurch zu einem selbstständigen nach dem Typus der Spinalnerven gebauten Kopfnerven.

Im vorigen Abschnitt glaube ich die Zugehörigkeit des Ganglion ciliare zum Oculomotorius zweifellos erwiesen zu haben. Eine nothwendige Consequenz dieses Resultates ist, dass damit das Ganglion einem Spinalganglion vergleichbar wird, der Nerv dagegen in die Zahl der nach dem Typus der Spinalnerven gebauten Kopfnerven eingereicht und demnach vom Trigeminiis getrennt wer-

¹⁾ Vergleiche die Zusammenstellung in Henle's Nervenlehre. 2. Auflage, S. 406.

²⁾ Rosenthal l. c.

den muss. Diese Annahmen sind aber nicht bloss eine logische Folgerung des im vorigen Abschnitt Bewiesenen. Ich glaube sie auch durch Thatsachen hinreichend begründen zu können und will die letzteren in diesem Abschnitt übersichtlich zusammen stellen:

1) Das Ganglion oculomotorii verhält sich in Anordnung und Bau wie ein Spinalganglion. — Ich habe schon oben darauf aufmerksam gemacht, wie sehr das Ciliarganglion mit seinen aus- und eintretenden Nervenfasern innig dem Oculomotorius sich anschmiegend einem Spinalganglion mit seiner dorsalen Wurzel gleicht. Besonders deutlich ist dies in der Abbildung, die ich von Chimaera gegeben habe, zu erkennen. Es kann uns in dieser Vergleichung auch nicht das mehrfache Vorkommen von Oculomotoriusganglien bei Selachiern und Amphibien irre machen. Denn es ist ja bekannt, dass von den Spinalganglien der Rückenmarksnerven häufig sich kleinere Partieen ablösen als sog. Ganglia aberrantia und den hinteren Wurzeln anliegen. Ferner hat Freud (l. c. S. 57) neuerdings gezeigt, dass die hinteren Wurzeln der Caudalnerven von Petromyzon mit einzelnen Nervenzellen versehen sind, die gewissermaassen eine Verbindung zwischen den Ganglienzellen des Rückenmarks und der Spinalganglien herstellen und als Documente der Abstammung der hinteren Wurzeln und Spinalganglien von der Neuralleiste (vom Zwischenstrange) angesehen werden können. Die Verbreitung des Ganglion oculomotorii bei Selachiern und namentlich bei Amphibien erinnert offenbar sehr an diese embryonalen Verhältnisse.

Es wurde ferner auch für einige Säugethiere, z. B. das Kaninchen, hervorgehoben, dass sich vom Ganglion aus ein nur diesem angehöriges Nervenfaserbündel eine Strecke weit centralwärts verfolgen lässt. Das einzige wesentliche Bedenken, welches man gegen unsere Deutung des Ciliarganglions haben könnte, betrifft die eigenthümliche Lagerung. Wir sind geneigt, nach unseren Erfahrungen bei höheren Wirbelthieren die Theilung eines Spinalnerven in seinen dorsalen und ventralen Ast, überhaupt eine weitere Verzweigung des Nerven, erst nach der Vereinigung beider Wurzeln und Bildung des Spinalganglions durch die dorsale Wurzel eintreten zu lassen. Unser Ciliarganglion sehen wir aber im günstigsten Falle (bei Rana) unmittelbar nach Abgang des Astes für den Musc. rectus superior dem Oculomotorius-Stamme anliegen. Ich glaube nun aber, dass diese Thatsache

nicht geeignet ist, gegen unsere Auffassung zu sprechen. Denn bei vielen Fischen, bei Plagiostomen, Ganoiden, Cyprinen, Salmoniden können, wie Stannius fand¹⁾, vor der Vereinigung beider Wurzeln resp. vor Bildung des Ciliarganglions Zweige aus einer oder aus beiden derselben hervortreten. Aehnliches beschreibt und bildet ab v. Jhering²⁾ von Scyllium. Nach diesen Befunden ist wohl die Deutung unseres Ganglions als Spinalganglion nicht mehr anfechtbar, da es für echte Spinalnerven nachgewiesen ist, dass sie Zweige abgeben können vor Bildung des Ganglions.

Auch die Verhältnisse des feineren Baues des Ciliarganglions sprechen durchaus nicht gegen die Deutung desselben als Spinalganglion, sind im Gegentheil eher dafür zu verwerthen. In meiner vorläufigen Mittheilung habe ich schon erwähnt, dass die Nervenzellen aus dem Ciliarganglion der untersuchten Säugethiere (Kalb, Schaf) in Bau, Grösse und Beziehungen zu den Nervenfasern ganz denen gleichen, welche in den Spinalganglien der Säugethiere vorkommen und durch zahlreiche Untersuchungen bekannt sind. Wenn ich sie in meiner kurzen Mittheilung als unipolar bezeichnet habe, so gilt dies in dem Sinne, in welchem wir nach den Untersuchungen von Ranvier, sowie von Key und Retzius die Spinalganglienzellen der Säugethiere noch als unipolar bezeichnen können. Denn wie diese Forscher fanden, theilt sich der von der Zelle einfach entspringende Fortsatz in grösserer oder geringerer Entfernung von der Zelle in 2 (tubes en T von Ranvier). Da ich der Histologie des Ciliarganglions bisher nur nebenbei Aufmerksamkeit geschenkt habe, so ist es mir noch nicht gelungen, auch für das Ciliarganglion diese Spaltung des einfachen Ganglienzellenfortsatzes in 2 nachzuweisen. Die Isolirung wird hier durch ein ausserordentlich festes derbes Bindegewebe sehr erschwert; überdies ist jede Zelle von einer glashellen kernreichen Hülle umgeben, Alles Momente, welche eine Isolirung des Zellfortsatzes auf weite Strecken erschweren. Solche kernreichen Scheiden bildet auch Reichart von den Ciliarganglienzellen des Menschen ab (l. c. Fig. IV B). In derselben Figur ist aber bei x eine Zelle mit 2 Fortsätzen abgebildet. Wenn derartige Formen überhaupt vorkommen, so gehören sie jedenfalls zu den seltenen.

¹⁾ Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 2. Auflage, S. 140 und: Das peripherische Nervensystem der Fische. S. 117 und 118.

²⁾ Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere. Leipzig 1878, S. 225 und Tafel V Fig. 2.

Nur eine eingehende Untersuchung kann darüber definitiv entscheiden.

Auch bei den Selachiern (bei *Scyllium*, *Acanthias*, *Chimaera*) habe ich die Zellen des Ganglion oculomotorii untersucht (s. oben S. 192) und allerdings von dem gewöhnlichen Bilde der bipolaren Fisch-Spinalganglienzellen abweichende Bilder erhalten. Ich habe aber schon bei der Beschreibung derselben darauf hingewiesen, wie sehr diese Zellen den kürzlich von Freud aus den Caudalganglien von *Petromyzon* beschriebenen gleichen, sowie dass der genannte Forscher alle Uebergänge von diesen Formen zu den gewöhnlichen bipolaren Zellen der Fische constatiren konnte. Ich kann deshalb auch in diesem Verhalten keinen Grund finden, von einer Vergleichung des Oculomotorius-Ganglions mit Spinalganglien abzusehen.

2) Ist der Oculomotorius in der ganzen Wirbelthierreihe als ein selbstständiger Nerv nachzuweisen? Wenn der Oculomotorius durch den Besitz eines Spinalganglions in die Reihe der selbstständigen segmentalen Kopfnerven eintreten soll, so ist es ferner nothwendig, dass er sich in der gesammten Wirbelthierreihe als ein selbstständiger Nerv nachweisen lässt. Bekanntlich herrscht aber nicht bloss über den Oculomotorius, sondern über die 3 Augenmuskelnerven überhaupt eine andere Ansicht, die zuerst in Gegenbaur's¹⁾ Untersuchungen eine eingehende Begründung fand. Nach dieser Ansicht, die übrigens Gegenbaur selbst einer ferneren Begründung bedürftig hält, gehören namentlich der Oculomotorius und Abducens, aber auch der Trochlearis zum Trigemini, gewissermaassen abgelöste Theile desselben darstellend. Es gründet sich diese Anschauung auf die verschiedenen im speciellen Theile zusammengestellten Angaben über Fehlen des einen oder anderen Augenmuskelnerven und Ersatz durch einen entsprechend verlaufenden Zweig des Trigemini. Bei der Beurtheilung dieser Angaben sind selbstverständlich auszuschliessen alle diejenigen, welche Thiere mit rudimentären Augen und dementsprechend mangelhaft oder gar nicht entwickelten Augenmuskeln betreffen. Hierzu gehören unter den Cyclostomen die Myxinoiden, unter den Teleostiern *Amblyopsis*. Desgleichen sind die negativen Befunde nicht beweisend, welche sich auf Thiere

¹⁾ Ueber die Kopfnerven von *Hexanchus* und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels. Diese Zeitschr. Bd. VI, S. 548 ff, und das Kopfskelet der Selachier etc., S. 289.

beziehen, deren Augenmuskeln und Augennerven wegen besonderer Kleinheit des Auges sehr schwer zu untersuchen sind. So vermochte Fischer¹⁾ bei Proteus die Augenmuskelnerven nicht aufzufinden, ohne damit aber ihre Existenz in Abrede stellen zu wollen. Weniger vorsichtig ist Hyrtl in seinen vielfach citirten und verwertheten Angaben über Lepidosiren. Ich kann diesen Angaben schon aus dem Grunde keine Bedeutung zuschreiben, weil nach Hyrtl's eigenen Angaben die fraglichen zwei feinen Zweige des Ramus ophthalmicus, welche die Augenmuskelnerven ersetzen sollen, gar nicht zu den sicher constatirten 4 geraden Augenmuskeln sich verfolgen lassen; und dies müsste doch verlangt werden bei der Annahme, dass hier der Oculomotorius etc. aus dem Trigemini entspringen. Ferner vermisst man eine andere nothwendige Mittheilung gänzlich, nämlich die über die Austrittsstellen der Nerven aus dem Gehirn. Hier hätte sich zeigen müssen, ob wirklich an der gewöhnlichen Stelle die Wurzeln des Oculomotorius, Trochlearis und Abducens fehlten, und nur in diesem Falle, der aber noch dazu bei so kleinen Verhältnissen nicht leicht zu constatiren ist, hätte man Grund zu der Behauptung, dass die Augenmuskelnerven hier in der Bahn des Trigemini enthalten seien.

Somit bleibt für den Oculomotorius nur noch eine Angabe bestehen, welche geeignet scheinen könnte, ihm seine selbstständige Stellung in der Reihe der spinalen Kopfnerven streitig zu machen. Diese eine widersprechende Beobachtung verdient um so mehr Beachtung, als sie von J. Müller herrührt. In der oben S. 195 citirten Schrift über den Bau und die Grenzen der Ganoide gibt er klare Abbildungen über die Anordnung und den Verlauf der Kopfnerven bei Polypterus und Lepidosteus. Während bei ersterem Oculomotorius, Trochlearis und Abducens selbstständig verlaufen, werden bei Lepidosteus sowohl der Oculomotorius als Trochlearis als aus dem Ramus ophthalmicus entspringend dargestellt. Dagegen habe ich nun einfach anzuführen, dass nach meinen vorläufigen Ermittlungen, über die ich an einem anderen Orte genauer berichten werde, sowohl Oculomotorius als Trochlearis selbstständig aus dem Gehirn des Lepidosteus entstehen. Dann kann es aber sich nicht mehr um einen Ursprung dieser Nerven aus dem Trigemini handeln, sondern nur um eine partielle Anlagerung. Dieselbe ist etwa in fol-

¹⁾ Amphibiorum nudorum neurologiae specimen primum. Berolini 1843, p. 35.

gender Weise zu denken. Ich muss zum Verständniß dieser Erörterung zunächst an das eigenthümliche Verhalten der beiden Bestandtheile des Ramus ophthalmicus bei Selachiern erinnern. Wir haben hier einen ganz oberflächlich verlaufenden Ramus superficialis und einen über dem Opticus, aber unter den Musculi rectus superior und obliquus superior verlaufenden Ramus profundus, die am Anfang der Ethmoidalregion jene genauer beschriebene Verbindung eingehen. Ganz analog liegen nun nach J. Müller's Abbildung Tafel III Fig. 1 die Verhältnisse bei *Polypterus bichir*. Auch bei *Lepidosteus* sind diese beiden Nerven vorhanden: der dem Ramus superficialis entsprechende kommt aus dem „Hauptstamme des Trigemini“, der mit dem Ramus profundus zu vergleichende wird dagegen von J. Müller schlechthin als Ramus ophthalmicus bezeichnet, kommt durch eine besondere Oeffnung und liegt wie der Haupttheil des Ramus profundus mancher Schlachier (z. B. *Scyllium*) über den Augenmuskeln. Dieser Ast ist es nun, von welchem J. Müller den Oculomotorius entspringen lässt. Ich glaube also, dass es sich hier um eine Anlagerung des Oculomotorius an die Bahn des Trigemini handelt, vergleichbar der Scheinverbindung, wie sie sich bei den Selachiern zwischen Ramus profundus ophthalmici und Oculomotorius findet (vergl. oben S. 184). Man sieht, dass auch dieser scheinbar so wohl basirte Ursprung des Oculomotorius vom Trigemini bei *Lepidosteus* sich ganz anders auffassen lässt, ganz abgesehen davon, dass sowohl Oculomotorius als Trochlearis, wie ich gefunden habe, vollkommen selbstständig aus dem Gehirn austreten. Damit ist dann aber auch das letzte Beweismittel für eine Zugehörigkeit des N. oculomotorius zur Trigemini-Gruppe hinfällig geworden. Denn überall sonst ist er als selbstständig entspringender und selbstständig verlaufender Nerv nachgewiesen.

Ganz ähnlich steht es mit dem N. trochlearis. Denn in den meisten Fällen ist er ebenfalls in Ursprung und Verlauf selbstständig. Nur bei *Lepidosteus* entspringt er nach J. Müller aus dem Ramus profundus ophthalmici, bei *Salamandra* und *Triton* nach Fischer aus dem dem Ramus ophthalmicus entsprechenden Ramus nasalis. Ich habe aber oben gezeigt, dass er bei *Salamandra* auch selbstständig sein kann. Dies variable Verhalten spricht wohl sehr zu Gunsten der Annahme, dass er in jenen anderen Fällen dem Trigemini nur innig angelagert ist. Nur der sichere Nachweis des Fehlens einer Trochlearis-Wurzel an der gewöhnlichen Stelle würde für die Zugehörigkeit des Trochlearis

zum Trigemini entscheidend sein. Meine Ansicht über die Stellung des Trochlearis zum Oculomotorius und Trigemini werde ich unten erörtern.

Was endlich den Abducens betrifft, so theile ich hier unbedingt Gegenbaur's Anschauung und betrachte ihn als eine selbstständig verlaufende motorische Wurzel des Trigemini. Er gehört ja bereits in seinem Ursprung und Austritt ebenso wie der Trigemini dem Gebiete des Hinterhirns an und entspringt nach Art einer ventralen Wurzel. Dazu kommt, dass er bei den meisten Batrachiern nach Art einer vorderen Wurzel sich an das Ganglion trigemini anlagert, um erst jenseits desselben wieder selbstständig zu werden. Ich glaube diese Auffassung des Abducens um so weniger zu begründen nöthig zu haben, als sie ja der geläufigen Anschauung vollständig entspricht.

3) Hat der Oculomotorius Wurzeln, welche sich einer dorsalen und ventralen vergleichen lassen? Aus den bisher gegebenen Ausführungen geht jedenfalls soviel mit Sicherheit hervor, dass der Oculomotorius ein durch Besitz eines den Spinalganglien homologen Ganglions ausgezeichneter selbstständiger Kopfnerv ist. In so weit befinde ich mich in Uebereinstimmung mit Milnes Marshall. Ich kann aber dessen Ansicht nicht theilen, dass das, was er aus der 29. Stunde am Mittelhirn des Hühnchens als seitlichen Auswuchs der dorsalen Neuralleiste beschreibt, den gesammten Oculomotorius repräsentirt, der dann allmählich über die Seitenfläche des Mittelhirns zur Basis desselben herabwandere und somit das Verhalten einer ventralen (motorischen) Nervenwurzel annehme. Alle übrigen Kopfnerven, die von der dorsalen Seite des Medullarrohrs nach Art der dorsalen, (sensiblen) Wurzeln sich entwickeln, Trigemini, Facialis, Acusticus, Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius zeigen auch im entwickelten Verhalten Ursprungsverhältnisse, die viel mehr mit dem Verhalten der dorsalen (sensiblen) Wurzeln des Rückenmarks, als mit dem der ventralen (motorischen) übereinstimmen. Der Oculomotorius, Abducens und Hypoglossus dagegen zeigen in deutlichster Weise in der ganzen Wirbelthierreihe Ursprung und Austritt entsprechend dem Verhalten ventraler (motorischer) Wurzeln. Wie sind nun diese scheinbar so grossen Widersprüche zu lösen? Marshall's Ansicht, dass der gesammte Oculomotorius nach Art einer dorsalen Wurzel entspringe, bringt uns über dieselben nicht hinaus. Dagegen scheint mir Alles in der befriedigendsten Weise sich aufzuklären, wenn man die von mir auf vergleichend anatomi-

mischem Wege gefundene Thatsache berücksichtigt, dass der Oculomotorius aus 2 wesentlich verschiedenen Bestandtheilen sich zusammensetzt (vergl. besonders Selachier), einem gewöhnlich aus feineren Nervenfasern bestehenden Bündel, das zum Ganglion anschwillt, und einem bedeutend mächtigeren ohne jede Spur von Nervenzellen. Dass beide sich zu einander verhalten, wie dorsale und ventrale Wurzel an der Einlagerungsstelle eines Spinalganglions, habe ich schon früher hervorgehoben. Das erstere will ich mit dem indifferenten Namen: „Ganglienbündel des Oculomotorius,“ das letztere als „motorisches Bündel“ bezeichnen; denn für dies letztere lässt sich die motorische Natur aus den constanten Beziehungen zu den betreffenden Augenmuskeln in der ganzen Wirbelthierreihe mit Sicherheit erweisen. Erkennt man sich an diese Zusammensetzung des Oculomotorius, so lösen sich die oben erwähnten Widersprüche in der einfachsten Weise. Es ist dann der Nerv, welchen Marshall im Gebiet des Mittelhirns aus der Neuralleiste nach Art einer dorsalen Wurzel entstehen sah, nicht der gesammte Oculomotorius, vielmehr nur dessen Ganglienbündel, während das motorische Bündel des Oculomotorius zweifellos nach Art einer ventralen (motorischen) Wurzel sich entwickelt. Für diese Auffassung sprechen überdies die oben (S. 231) citirten Beobachtungen von His, denen zu Folge nur das Ciliarganglion aus dem Zwischenstrange entsteht, der Oculomotorius (unser motorisches Bündel) aber nicht; sondern nach Art von motorischen Wurzelfasern aus dem Medullarrohr hervorgeht und sich so zu sagen vom Ciliarganglion den Weg weisen lässt. Also auch entwicklungsgeschichtlich lässt sich schon jetzt, wenn nicht sicher beweisen, so doch jedenfalls als höchst wahrscheinlich hinstellen, dass der Oculomotorius mit 2 Wurzeln entsteht, einer schwächeren dorsalen, die das Ganglion ciliare bildet, und einer stärkeren ventralen, die bisher als einzige Wurzel des N. oculomotorius beim Erwachsenen beschrieben wurde. Letztere ist zweifellos motorischer Natur; über die möglichen physiologischen Qualitäten der ersteren werde ich nachher zu handeln haben.

Eine nothwendige Consequenz dieser Ansicht von der Constitution des 3. Hirnnerven ist nun, dass sich auch im entwickelten Zustande wenigstens Spuren einer dorsalen Wurzel nachweisen lassen. Selbstverständlich wird nach meinen bisherigen Auseinandersetzungen die dorsale Wurzel um so stärker sein, je kräftiger sich das Ciliarganglion entwickelt zeigt. Diese Anforderung er-

füllen am besten die Säugethiere, wo unter den bis jetzt untersuchten Thierformen mit Ausnahme der Nagethiere überall eine gute Entwicklung des Ganglions nachzuweisen ist. Ich habe mich deshalb bei dieser Untersuchung zunächst an die Säugethiere gehalten, um so mehr, da ja gerade das Interesse der menschlichen Anatomie dies besonders verlangte, und vor allen habe ich den Menschen berücksichtigt, über dessen Oculomotorius-Wurzeln ich deshalb in erster Linie berichten will.

Bekanntlich wird in allen neueren Lehr- und Handbüchern der Anatomie angegeben, dass der Oculomotorius nur mit einer aus einer Reihe feinerer Bündel sich zusammensetzenden ventralen Wurzel aus der Hirnsubstanz hervortritt. So sagt Henle¹⁾, der unter den Neueren wohl am Genauesten diese Verhältnisse bespricht: „Das dritte Paar tritt in geringer Entfernung vor der Brücke an der Grenze zwischen Basis und Haube aus dem Grosshirnschenkel mit einer Reihe von 9 bis 12 platten Bündeln hervor; jedoch entspricht diese Reihe nicht genau der Furche, welche Basis und Haube trennt, sondern schneidet dieselbe unter spitzem Winkel, sodass die hinteren Bündel auf das Tegmentum, die vorderen auf die Basis übergreifen. Ein vorderes Bündel ist zuweilen durch einen grösseren Zwischenraum von den übrigen geschieden. Bald nach dem Ursprung treten sämtliche Bündel zu einem cylindrischen Strang von 3,5 Mm. Durchmesser zusammen.“ Eine andere Wurzel des Oculomotorius erkennt Henle nicht an; denn er sagt in einer Anmerkung mit Rücksicht auf jenes zuweilen durch einen grösseren Zwischenraum getrennte vordere Bündel: „Dies mag Anlass gegeben haben, neben dem inneren Hauptstamm einen äusseren Stamm zu unterscheiden.“ Es bezieht sich diese Verwahrung Henle's auf bestimmte jetzt vergessene Angaben älterer Lehrbücher. Ich will hier einige derselben zusammenstellen, ohne damit zu beanspruchen, Alles gefunden zu haben, was sich in der Literatur auf diese Frage bezieht. Nach Meckel²⁾ gesellen sich der stärkeren einfachen Wurzel des Oculomotorius „gewöhnlich einige kleinere Fäden zu, welche an der unteren Fläche des Hirnschenkels, nahe am inneren Rande desselben entspringen.“ Nach Weber-Hildebrandt³⁾ entspringt der Oculomotorius „mit mehreren Wurzeln, deren einige weiter nach innen und hinten,

1) Nervenlehre, 2. Auflage, S. 198 und 199.

2) Handbuch der menschlichen Anatomie, III. Bd. 1817, S. 741.

3) Handbuch der Anatomie des Menschen, 1837 III. Bd., S. 442.

andere weiter nach aussen und vorn entspringen.“ C. Krause¹⁾ sagt über den Ursprung des 3. Hirnnerven: „er entspringt mit mehreren in einer Reihe stehender Fäden von den oberflächlichen Längenfäsern (Basis) des Pedunculus cerebri an dessen innerer Seite; einige Wurzelfäden kommen auch von den vorderen Pyramidenbündeln des Pons Varolii und erscheinen am oberen Rande der Brücke; andere ziemlich zahlreiche von der Haube des Hirnstiels nahe oberhalb der Substantia nigra.“ Die genaueste Beschreibung giebt Valentin²⁾. Nach Beschreibung der Hauptaustrittsstelle sagt er: „An dem unteren Ende der Spalte sind sowohl die vorderen als die hinteren Markbündel (fibrae anteriores et posteriores) in einen rundlichen inneren Hauptstamm (pars interna n. oculomotorii), welcher an seiner inneren Seite einen mehr scharfen Rand hat und auf seiner vorderen wie hinteren Fläche seine Abtheilungen in einzelne Nervenbündel durch Fissuren noch andeutet, vereinigt. Nach aussen dagegen tritt der äussere Stamm (pars externa) hinzu. Dieser entsteht aus Faserbündeln, welche fast sämmtlich aus dem inneren und unteren Theile der Grosshirnschenkel kommen und strahlig convergirend an der äusseren Seite in die Hauptpartie des Augenmuskelnerven eintreten.“ Hier bei Valentin wird also in der schärfsten Weise zwischen einem inneren aus vorderen und hinteren Wurzelbündeln bestehenden und einem äusseren Stamme unterschieden.

Ich habe nun an etwa 30 Gehirnen diese Verhältnisse einer genauen Untersuchung unterworfen und muss mich mit Bestimmtheit dahin aussprechen, dass in $\frac{2}{3}$ der Fälle dem Oculomotorius ausser dem längst bekannten und von Henle allein anerkannten medialen Wurzelstamm noch eine laterale Wurzel zukommt, entweder auf beiden Seiten oder nur einseitig, und selbst wieder ausserordentlich variabel. Ich habe einige der charakteristischsten Fälle in den Figuren 19—21 abgebildet. Man wird dabei sofort die Ueberzeugung gewinnen, dass keine Verwechslung mit etwa durch einen grösseren Zwischenraum getrennten vorderen Wurzelbündeln des medialen Wurzelstammes möglich ist; denn diese entspringen doch, mögen sie sich unmittelbar an die hinteren Wurzelbündel anschliessen oder davon getrennt sein, stets in einer und derselben Linie, die von vorn lateralwärts nach hinten medianwärts verläuft und im Allgemeinen dem medialen Rande der Pe-

1) Handbuch der menschlichen Anatomie, S. 1050.

2) Hirn- und Nervenlehre, 1841, S. 313.

dunculi cerebri (der Hirnschenkelbasis) entspricht. Das Bündel dagegen, welches in den citirten Figuren abgebildet ist und von mir als laterale Wurzel des Oculomotorius (1) bezeichnet wird, entspringt in einer Frontalebene mit den hinteren Wurzelbündeln des medialen Wurzelstammes und ist von letzterem durch einen grösseren oder geringeren Zwischenraum getrennt. In dem Fig. 19 abgebildeten Falle war diese Entfernung besonders gross und betrug 8 Mm.; ebensoviel betrug die Länge des medialen Wurzelstammes bis zur Vereinigung, während der laterale nur 2,5 Mm. lang war und sich der lateralen Seite der Hauptwurzel in peripherer Richtung anschloss. Zuweilen theilt sich die laterale Wurzel bei ihrer Anlagerung an die mediale in 2 Zweige, von denen der eine an der unteren Fläche, der andere an der lateralen Kante des medialen Stammes in peripherer Richtung weiter verläuft. In anderen Fällen ist die Austrittsstelle der lateralen Wurzel dem medialen Stamme bis auf 1 bis 2 Mm. Entfernung genähert; sie kann aber auch dann nicht in der Henle'schen Weise aufgefasst werden, weil sie stets in der Frontalebene der hintersten Wurzelbündel des medialen Stammes gefunden wird. Von diesem wird sie häufig durch einen Zweig der Arteria cerebri posterior getrennt, der ebenso wie letztere vor dem medialen Stamme des Oculomotorius verlaufende Arterie sich lateralwärts und nach hinten um den Pedunculus dorsalwärts herumbiegt. Die A. cerebelli superior dagegen liegt, soweit meine Untersuchungen reichen, stets hinter beiden Wurzelstämmen des Oculomotorius. Ebenso verschieden, wie in der Entfernung vom medialen Wurzelstamme zeigt sich die laterale Wurzel in ihrer Stärke. Von $1\frac{1}{2}$ Mm. Durchmesser kann sie bis zu einem kaum $\frac{1}{4}$ Mm. dicken feinen Faden herabsinken (Fig. 21 I') und wie gesagt, fehlt sie in $\frac{1}{3}$ der Fälle gänzlich. In letzter Beziehung thut allerdings ein vorsichtiges Urtheil Noth und will ich recht gern zugeben, dass bei ausschliesslicher Berücksichtigung absolut frischen Materials, die laterale Wurzel als feiner Faden ungleich häufiger beobachtet wird. Stellt sie nämlich nur einen feinen Faden dar, so löst sie sich bei nicht frischen Gehirnen auch bei noch so vorsichtigem Abziehen der Pia leicht von ihrer Austrittsstelle aus dem Pedunculus ab und ist dann von anderen constant an dieser Stelle vorkommenden Nervenfasern nicht zu unterscheiden. Diese Nervenfasern sind bisher ebenso wenig in den geläufigen Lehrbüchern berücksichtigt, wie die laterale Wurzel, obwohl sie an jedem Gehirn ohne Mühe nachzuweisen sind. Auch hier ist

es ähnlich ergangen, wie mit der lateralen Wurzel: alte Beobachtungen sind vergessen. Die fraglichen Fäden sind nämlich bereits im Jahre 1849 von Bochdalek¹⁾ nebst mehreren anderen interessanten Befunden richtig beschrieben und abgebildet. Nach Bochdalek entstehen von den Wurzeln der meisten Hirnnerven, selbst von denen der motorischen, Hypoglossus, Abducens, Oculomotorius, besonders aber vom Trigeminus und Vagus, schon makroskopisch sichtbare Fäden für Pia und Arachnoides, die sich in ersterer mit den die Arterien begleitenden sympathischen Fäden zu Plexus verbinden. Auch für die entsprechenden Häute des Rückenmarks erwähnt Bochdalek feine von Spinalnervenzwurzeln entspringende Fäden, ein Befund, der kürzlich von Hilbert²⁾ bestätigt wurde. Ich begnüge mich hier, meine Erfahrungen in Betreff d. N. oculomotorius mitzuthellen. Bochdalek bildet in seiner Fig. 1 jederseits 4 Pialfäden des Oculomotorius ab; linkerseits ist ihr Ursprung nicht in der Zeichnung zu erkennen; rechts dagegen entstehen sie sämmtlich aus einem Punkte an der lateralen Seite der Oculomotoriuswurzel. Ich finde nun diese Fäden ausserordentlich variabel. Constant scheint mir nur einer und zwar der vorderste zu sein (p), der nach vorn von der Vereinigungsstelle der lateralen und medialen Wurzel, resp. beim Fehlen derselben von einer entsprechenden Stelle, sich aus dem lateralen Rande des Oculomotorius entwickelt und entweder in Begleitung der A. cerebri posterior oder eines Zweiges derselben lateralwärts und nach hinten zur dorsalen Seite des Pedunculus zu gelangen sucht, aber nicht bis zum oberen lateralen Rande desselben zu verfolgen ist, sondern sich der makrosk. Betrachtung entzieht. Er scheint sich hier immer in feine mit den sympathischen Geflechten der Pialgefäße zusammenhängende Zweige aufzulösen. Leider erlaubte es der Zustand der von mir untersuchten Gehirne nicht mehr, sicher zu entscheiden, ob dieser Faden nicht auch Fasern erhält, die zwischen den Bündeln der Hirnschenkel hervortreten, weil eben diese letzteren an nicht mehr frischen Gehirnen gar zu leicht abreißen. Doch scheint mir die letztere Annahme aus folgenden Gründen sehr wahrscheinlich. In dem beschriebenen Faden ergibt die mikroskopische Untersuchung

¹⁾ Neue Beobachtungen^{*} im Gebiete der physiologischen Anatomie. I. Nerven der Hirnhäute. Prager Vierteljahrsschrift für die practische Heilkunde. VI. Jahrg. 1849. 2. Band, S. 119—129.

²⁾ Zur Kenntniss der Spinalnerven. Dissertation, Königsberg 1878.

neben marklosen und feinen markhaltigen Fasern von nur 4—6 μ Durchmesser, zahlreiche stärkere von 14 bis 16 μ Durchmesser, die in ihrer Dicke denen des medialen Oculomotoriusstammes nicht nachstehen. Aus den sympathischen Fäden der Pialgefäße sind dieselben nicht gut abzuleiten. Sie entspringen aber auch nicht aus dem medialen Wurzelstamm als rückläufige Fasern; denn es ist leicht zu zeigen, dass sie sich in peripherer Richtung dem Oculomotorius anschliessen, nicht aber centralwärts in die Wurzel des 3. Hirnnerven umbiegen. Sie verhalten sich also wie die vorhin beschriebene laterale Wurzel, die überwiegend gröbere Fasern enthält neben Bündeln feiner markhaltiger und markloser Fasern von entschieden sympathischer Natur. Somit bliebe für unseren Faden nur noch die Annahme, dass er aus dem Plexus cavernosus entspringe, sich dem Oculomotorius anschliesse und rückwärts von diesem zur Pia verlaufe, eine Annahme, die wohl aus denselben histologischen Gründen auf Bedenken stossen wird. Man sieht also, es bedarf einer Untersuchung an ganz frischem Material, um definitiv zu entscheiden, ob wir es hier mit einem reinen Pialfaden, oder einer lateralen Oculomotoriuswurzel zu thun haben. Dass solche feinen Wurzelfäden wirklich vorkommen, beweist Fig. 21 I', wo auf der einen Seite ausser jenem langen feinen Faden noch ein zweiter existirt, der deutlich aus dem Hirnschenkel hervortritt, sich alsbald in 2 Fäden spaltet, von denen der eine medianwärts zum Oculomotorius, der andere lateralwärts verläuft. Auf der anderen Seite waren in demselben Falle 3 aus einer Stelle des lateralen Oculomotoriusrandes entstehende Pialfäden vorhanden neben einer lateralen Wurzel.

Ueberblickt man die eben geschilderten Verhältnisse des Oculomotorius-Austritts, so ergibt sich als zweifellos, dass in der Mehrzahl der Fälle eine laterale Wurzel existirt, die sich oft in ansehnlicher Entfernung von der medialen Wurzelreihe aus der unteren Fläche des Grosshirnschenkels entwickelt; es ergibt sich ferner, dass in den Fällen, wo eine solche laterale Wurzel nicht zu finden ist, wenigstens jene von Bochdalek zuerst beschriebenen Pialfäden zur Beobachtung kommen. Endlich ist daran zu erinnern, dass man, je frischer das zu untersuchende Gehirn ist, um so sicherer auf die Existenz einer lateralen Wurzel rechnen kann, die demnach als feiner Faden oder stärkeres Bündel möglichenfalls constant ist. Dass unsere laterale Wurzel nichts mit den vorderen Bündeln des medialen Wurzelstammes zu thun hat (Henle), ist wohl aus Beschreibung und Abbildung klar geworden.

Ich halte es nun für höchst wahrscheinlich, dass wir in den beschriebenen lateralen Wurzeln des Oculomotorius bleibende Reste dorsaler Wurzeln zu erkennen haben, die nur durch die mächtige Entwicklung der Hirnschenkel einen Theil ihres oberflächlichen Verlaufes eingebüsst haben und überdies an der Seite des Mittelhirns mehr oder weniger weit ventral herabgerückt sind. Dass ein solches seitliches Herabwandern in der That vorkommt, beweist Kölliker's ¹⁾ Angabe. Derselbe berichtet, dass bei einem Kaninchen-Embryo von 12 Tagen und 5 Stunden und 7 Mm. Länge der Oculomotorius „genau an der Grenze zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn das centrale Nervensystem verlässt, jedoch nicht an der ventralen Seite, sondern ungefähr in halber Höhe der Seitentheile.“ Kölliker sagt ferner: „Im weiteren Verlaufe rückt nun der Oculomotorius ähnlich wie die gangliösen Kopfnerven und die sensiblen Spinalwurzeln nach der Ventralseite zu und fand ich denselben bei einem Kaninchenembryo von 14 Tagen und 15 Mm. Länge bereits an die ventrale Seite des Mittelhirns gerückt.“ Meiner Ansicht nach macht dies beobachtete Herabwandern auch des grösseren motorischen Oculomotorius-Bündels die eigenthümliche Anordnung der intracerebralen Wurzelfasern des 3. Hirnnerven verständlich, die bekanntlich an Querschnitten nicht senkrecht von ihrem Kern zur Basis des Mittelhirns herabsteigen, sondern um so stärker gekrümmte nach aussen convexe Bögen beschreiben, je weiter lateralwärts sie entspringen. Was nun wiederum unsere laterale Wurzel betrifft, so kann diese mit den äusseren convexen Bündeln der bekannten aus dem Kern entspringenden Oculomotoriuswurzel nicht zusammengeworfen werden, da letztere sämmtlich vor ihrem Austritt aus dem Mittelhirn sich zur Rinne zwischen Haube und Basis resp. deren nächster Nachbarschaft zusammendrängen, unsere laterale Wurzel aber aus dem Hirnschenkelfuss oft in weiter Entfernung von jenen Bündeln hervortritt. Ihr nächstes intracerebrales Stück muss sich also zwischen den Fasern der Hirnschenkelbasis hindurchdrängen. Wo ihr nächstes centrales Ende sich befindet, kann ich, da es mir bisher noch an geeignetem Untersuchungsmaterial fehlte, noch nicht sagen; jedenfalls wird aber diese Ursprungsstelle lateralwärts und nach oben vom bekannten Oculomotoriuskern gelegen sein. Ehe diese Frage nicht in diesem letzteren Sinne entschieden ist, bleibt natürlich meine Ansicht über die Bedeutung der late-

¹⁾ Entwicklungsgeschichte. 2. Auflage. S. 613.

ralen Oculomotoriuswurzel nur eine Vermuthung, wenn auch eine sehr wahrscheinliche. Aber selbst wenn die fernere Untersuchung derselben nicht die Bedeutung einer dorsalen Wurzel des 3. Hirnnerven zuschreiben sollte, so hätte man noch nicht die Hoffnung aufzugeben, dieselbe zu finden. Es ist in dieser Beziehung namentlich auf 2 Bogenfaserzüge des Mittelhirns die Aufmerksamkeit zu lenken, die in ihren Ursprüngen noch so gut wie unbekannt sind. Der eine derselben ist längst bekannt, schon von Malacarne in seiner *Nevro-Encefalotomia* 1791 S. 171 unter dem Namen „*nervi accessorii de' motori comuni*“ beschrieben. Er entsteht jederseits von der oberen Fläche der vorderen Kleinhirnschenkel (*crura cerebelli ad cerebrum*) und verläuft vor dem vorderen Ende der Brücke basalwärts um den Grosshirnschenkel herum bis in die Nähe der Austrittsstelle des Oculomotorius. Nach einer späteren Angabe von Malacarne¹⁾ sollen diese Faserzüge bei der jungen Ziege sogar mit den Oculomotorii sich vereinigen. Arnold²⁾ beschreibt sie als *Filamenta pontis lateralia* und Henle³⁾ als *Taenia pontis*. Einen oberflächlich gelegenen Zusammenhang mit dem Oculomotorius erwähnen diese Forscher nicht. Auch ich habe den genannten Faserzug stets in geringer Entfernung von der Austrittsstelle des 3. Hirnnerven und in einer weiter nach hinten gelegenen Frontalebene unter der Faserung des *Pedunculus* verschwinden sehen. Der Henle'schen Beschreibung, die am besten die betreffenden Befunde schildert, habe ich nur eins hinzuzufügen. Die *Taenia pontis* bezieht nicht nur von der oberen Fläche des vorderen Kleinhirnschenkels ihre Fasern; gar nicht selten sah ich ein Faserbündel, welches dem oberen lateralen Rande des Hirnschenkelfusses entsprach und in der Richtung dieses von vorn nach hinten verlief, am vorderen Rande des Brückenarmes angelegt, plötzlich ventralwärts umbiegen und einen Theil seiner Fasern der *Taenia pontis* zuführen.

Der zweite Bogenfaserzug, an welchen man beim Aufsuchen einer dorsalen Wurzel des Oculomotorius denken könnte, ist erst durch Gudden⁴⁾ bekannt geworden. Es ist der sog.

1) *Encefalotomia di alcuni quadrupedi. Trattato primo. Della encefalotomia del capretto.* — Rolando's Schrift, die Henle citirt, stand mir leider nicht zur Disposition.

2) *Handbuch der Anatomie des Menschen.* II. Band. 2. Abth. S. 720.

3) *Nervenlehre.* S. 148. Fig. 74.

4) Ueber einen bisher nicht beschriebenen Nervenfasernstrang im

Tractus peduncularis transversus, der bei vielen Säugethieren (Kaninchen, Ziege, Schaf, Schwein, Hund, Fuchs, Katze) constant vorkommt als ein scharf begrenzter Faserstreifen, der vor dem vorderen Vierhügel sich entwickelt und um den Hirnschenkel herum basalwärts mehr oder weniger weit gegen die Austrittsstelle des N. oculomotorius zu verfolgen ist, ohne dass es jedoch makroskopisch möglich wäre, ihn bis dahin zu verfolgen, weil er sich hier ebenfalls unter den Längsfasern des Pedunculus verkriecht. Nach meinen Untersuchungen am Hirn des Schafes besitzt er noch eine zweite feinere Wurzel, welche hinter dem hinteren Vierhügel entsteht und sich mit dem Hauptbündel in der in Fig. 22 dargestellten Weise vereinigt. Es ist nun eine sehr eigenthümliche Thatsache, dass beim Menschen, wo die oben beschriebene laterale Wurzel des 3. Hirnnerven so häufig ist, ein Tractus peduncularis transversus mit so langem offenem Verlauf wie bei den genannten Säugethieren sich kaum nachweisen lässt. Ab und zu erscheint auf eine kurze Strecke auf der seitlichen Oberfläche des Pedunculus ein jenem Faserzuge in seiner Lagerung etwa entsprechender Wulst, aber immer nur auf kurze Strecke, meist undeutlich und variabel. Umgekehrt habe ich beim Kalb, bei welchem Thiere nach Gudden der Tractus peduncularis meist undeutlich ist, eine laterale Wurzel des Oculomotorius nachweisen können. Unter diesen Umständen liegt wohl der Gedanke nahe, dass der Tractus peduncularis von Gudden dem Oculomotorius nicht so fern stehen möge. Aller weiteren Vermuthungen will ich mich enthalten, wie verlockend sie auch sein mögen, bis positive Beobachtungen vorliegen, die ich selbst noch nicht angestellt habe, um meine Arbeit nicht gleich allzuweit auszudehnen, um so mehr, da nach einer Notiz Forel's¹⁾ Mittheilungen über die feineren Verhältnisse des Tractus peduncularis von Seiten Gudden's in naher Aussicht stehen.

Daran zweifle ich aber nicht, dass wir in einem der 3 genannten Bündel (laterale Wurzel, Taenia pontis, Tractus peduncularis transversus) oder in mehreren derselben dorsale Wurzelfasern des Oculomotorius vor uns haben. Ich sage „dorsale Wurzelfasern“, da ich über ihre physiologische Qualität nichts aussagen kann. Bekannt ist, dass Valentin²⁾ dem Oculomotorius

Gehirne der Säugethiere und des Menschen. Archiv f. Psychiatrie II. S. 364 ff.

¹⁾ Untersuchungen über die Haubenregion etc. S. 432 Anmerkung.

²⁾ Hirn- und Nervenlehre. 1841. S. 323.

auch sensible Fasern zuschrieb, dass diesen Angaben jedoch von Longet¹⁾ und Arnold²⁾ widersprochen wurde, während andererseits Adamük³⁾ wieder für die Existenz sensibler Fasern eintrat. Physiologisch ist demnach die Frage nach der Existenz verschiedener Qualitäten von Nervenfasern im Oculomotorius noch nicht entschieden. Dass dagegen zwei morphologisch verschiedene Arten von Nervenfasern im 3. Hirnnerven vorkommen können, geht aus den Befunden bei Selachiern mit Sicherheit hervor. Die feineren Nervenfasern bilden hier ein geschlossenes Bündel, das die Ganglien des Oculomotorius enthält⁴⁾. Nach histologischem Bau und Verbindung mit den Ganglien ist wohl auf eine vom „motorischen Bündel“ des Oculomotorius verschiedene Function zu schliessen. Welcher Art dieselbe aber sei, wage ich nicht zu entscheiden. Liegt doch sogar die Möglichkeit vor, dass die Fasern dieses Bündels, welches ich von der dorsalen Wurzel ableite, dennoch motorisch sind. Diese Auffassung steht allerdings mit den traditionellen Anschauungen im Widerspruch. Ich bemerke deshalb Folgendes: Ein vergleichender Ueberblick zeigt, dass das Bell'sche Gesetz zwar für die Spinalnerven der meisten Wirbelthiere vollkommen gültig ist, dagegen für die Kopfnerven nur zum Theil zutrifft. Seit deren Rückführung auf dorsale und ventrale Wurzeln durch die entwicklungsgeschichtlichen Ermittlungen namentlich von His, Balfour und Milnes Marshall nahezu vollständig gelungen ist, lässt sich leicht zeigen, dass allerdings die nach Art ventraler Wurzeln entstehenden Kopfnerven: Oculomotorius (unser motorisches Bündel des Oculomotorius), Abducens und Hypoglossus motorisch sind, dass dagegen die nach Art dorsaler Wurzeln sich entwickelnden ein sehr verschiedenes physiologisches Verhalten aufzuweisen haben. Nur ein Theil derselben ist rein sensibel, wie die Portio major trigemini; ein anderer Theil z. B. der Vagus enthält motorische und sen-

1) Anatomie et physiologie du système nerveux. T. II. p. 381.

2) Anatomie. Bd. III. S. 915.

3) Neerlandsch archief voor genees- en natuurkunde. V, 424 n. Medicin. Centralblatt 1870. N. 12. S. 179.

4) Damit stehen in Uebereinstimmung einige Angaben, welche sich bei Bidder und Volkmann: „Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems“ finden (S. 23). Dieselben fanden im Oculomotorius des Hechts und der Katze neben den gewöhnlichen dickeren Fasern zahlreiche nur halb so dicke; dieselben dünnen Fasern enthielten nebst dicken auch die Ciliarnerven der Katze.

sible Fasern, und noch andere, wie der Facialis sind rein motorisch. Trotzdem entstehen alle diese Nerven nach Art hinterer Wurzeln. Dazu kommt nun noch, dass ein und derselbe Nerv, dessen Homologien durch seine Ursprungsverhältnisse festgestellt sind, bei einigen Wirbelthieren sensibel, bei anderen dagegen motorisch sein kann. Ein interessantes Beispiel hierfür liefert der Facialis der Petromyzonten, welcher nach P. Fürbringer¹⁾ ein rein sensibler Nerv ist. Es wäre also nach Allem jedenfalls sehr vermessen, aus rein morphologischen Verhältnissen eine bestimmte physiologische Qualität deduciren zu wollen. Umgekehrt wäre es aber auch durchaus ungerechtfertigt, auf Grund des Bell'schen Gesetzes an der Möglichkeit zu zweifeln, dass auch dorsale Wurzeln motorisch sein können. Denn das Beispiel des Facialis steht einer solchen dogmatischen Auffassung des Bell'schen Lehrsatzes nicht allein entgegen. Ist doch neuerdings dessen Gültigkeit auch für Spinalnerven hinfällig geworden. Besonders instructiv ist in dieser Beziehung *Amphioxus*, bei dem jedes Myomer nur einen Spinalnerven erhält und zwar einen oberen, während untere Spinalnerven hier ganz fehlen²⁾. Dieser dorsale Nerv muss also sowohl motorische als sensible Elemente enthalten. Man sieht, schon innerhalb des morphologisch und physiologisch bekannten Gebietes (und wieviel physiologisch Unbekanntes giebt es hier noch in der Reihe der niederen Wirbelthiere! —) findet sich vielfach Motilität und Sensibilität durchaus nicht einseitig an die ventralen resp. dorsalen Wurzeln geknüpft; vielmehr können die dorsalen Wurzeln bald nur motorische, bald nur sensible, bald beide Elemente enthalten. Beim *Amphioxus* ist ausschliesslich das Letztere der Fall. In der aufsteigenden Reihe der Wirbelthiere tritt dann mit der Entstehung ventraler Wurzeln zunächst für das Rückenmark (schon bei Selachiern und Ganoiden nach Stannius) auch der scharfe physiologische Gegensatz zwischen dorsalen und ventralen Wurzeln hervor, der Art, dass die letzteren ausschliesslich motorisch werden, die dorsalen dagegen sensibel. Am Kopftheile erhält sich dagegen gewissermaassen ein vermittelndes Uebergangsstadium, indem hier zwar alle ventralen Wurzeln motorisch, die dorsalen aber der verschiedensten Qualität sind.

Ich habe es für nöthig gehalten, etwas ausführlicher auf die

¹⁾ l. c. S. 67.

²⁾ Vergleiche darüber Balfour, On the spinal nerves of *Amphioxus*. Journ. of anat. et phys. X. Part. IV. p. 689 ff.

thatsächlichen Unterlagen einzugehn, welche einer dogmatischen Verallgemeinerung des Bell'schen Lehrsatzes entgegenstehn, weil ich nur so Vorurtheilen begegnen kann, die eine unbefangene Würdigung morphologischer Thatsachen verhindern. Dass aber gerade hier bei der morphologischen Deutung der Kopfnerven die stillschweigende Anerkennung der Allgemeingültigkeit des Bell'schen Lehrsatzes vielfach Verwirrung angerichtet und eine Zurückführung der Kopfnerven auf eine bestimmte Anzahl spinaler Nerven erschwert hat, lässt sich nicht in Abrede stellen. Man durchmustere nur die vielfachen Versuche, die in dieser Beziehung seit Arnold und J. Müller angestellt sind. Fast immer wird das Hauptgewicht auf die physiologischen Eigenschaften gelegt. Die motorischen Hirnnerven werden ohne Weiteres als vordere (ventrale) Wurzeln betrachtet; bei den gemischten Nerven (z. B. Vagus, Glossopharyngeus) suchte man künstlich eine Zusammensetzung aus 2 Wurzeln nachzuweisen. So kam es, dass beispielsweise der motorische Facialis von Stieda¹⁾ für eine ventrale Wurzel des Trigemini erklärt wurde, dass man das Ganglion geniculi, weil es dem motorischen Facialis anliegt, dem Sympathicus zuwies²⁾, während vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte lehren, dass der Facialis nach Art einer dorsalen Wurzel entsteht und ein eigenes Ganglion entwickelt, das höchst wahrscheinlich zum Ganglion geniculi wird. Wollten wir consequent verfahren in der Anwendung des Bell'schen Lehrsatzes, so müssten wir nunmehr, nachdem die Entwicklungsgeschichte der meisten Kopfnerven bekannt ist, mit demselben Recht die nach Art dorsaler Wurzeln entstehenden Kopfnerven für rein sensibel, die nach Art ventraler Wurzeln entstehenden für motorisch erklären können und wären damit wiederum in Collision mit thatsächlich Ermitteltem gekommen. Alle Schwierigkeiten schwinden, wenn wir von der vergleichend anatomischen Thatsache ausgehen, dass die einfachste Wirbelthierorganisation nur dorsale und gemischte Nervenwurzeln zeigt und uns deshalb der Balfour'schen³⁾ Ansicht anschliessen, nach welcher die ventralen rein motorischen Wurzeln secundäre Bildungen sind. Wir werden uns dann nicht wundern können, wenn wir die dorsalen Wurzeln bald gemischt, bald rein sensibel oder rein motorisch antref-

1) Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie XX. S. 445, 446.

2) His, Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. S. 107.

3) Journal of Anatomy and Physiology XI. p. 459.

fen. Auch die Ontogenie ist dieser Auffassung günstig, da ja bekanntlich zunächst die dorsalen Wurzeln und erst später die ventralen angelegt werden.

Die Aufgabe der vorstehenden Betrachtungen war es, den Boden zu ebenen für den Versuch einer morphologischen Deutung eines Kopfnerven, der vielfach in dieser Arbeit besprochen werden musste, nämlich des Trochlearis. Bekanntlich ist derselbe von Gegenbaur zur Trigeminiisgruppe gerechnet und wie der Oculomotorius und Abducens als motorische discret austretende Wurzel des Trigeminiis gedeutet worden. Ueber die Entwicklung des Trochlearis wissen wir nichts. Dagegen lehrt die anatomische Untersuchung, dass der Trochlearis trotz seiner motorischen Natur nicht nach Art einer motorischen (ventralen) Wurzel das Gehirn verlässt, sondern nach Art einer dorsalen. Einer vollständigen Homologisirung des Trochlearis mit einer dorsalen Wurzel stand aber abgesehen von seiner Motilität bisher die verbreitete Angabe entgegen (Meynert), dass der Trochlearis mit dem Oculomotorius aus einem gemeinschaftlichen Kern entspringe. Forrel¹⁾ hat nun aber gezeigt, dass der Kern des Trochlearis vollkommen von dem des Oculomotorius getrennt ist. Der Trochleariskern liegt in der Querebene der oberen Hälfte des unteren Zweihügels am lateral-dorsalen Winkel des hinteren Längsbündels. Der Oculomotoriuskern dagegen liegt in der ganzen Höhe der oberen $\frac{3}{4}$ des oberen Zweihügels medial und etwas dorsal vom hinteren Längsbündel dicht der Raphe an. Während also der letztere Kern der Lagerung nach den Kernen der ventralen Hirnnerven entspricht, erinnert der erstere in seiner Lage auffallend an die Kerne der nach Art dorsaler Wurzeln austretenden Hirnnerven. Es widersprechen demnach weder die Verhältnisse des Ursprungs noch des Austritts der Auffassung, dass der Trochlearis als eine dorsale Wurzel zu betrachten sei. Eine Sensibilität des Trochlearis zur weiteren Begründung dieser Ansicht zu verlangen, dürfte wohl nach den oben gegebenen Erörterungen nicht mehr am Platze sein. Ueberdies enthält ja wirklich der Trochlearis bei den Selachiern zweifellos sensible Elemente (s. oben S. 186), sodass auch die abweichenden physiologischen Eigenschaften nicht mehr ins Feld geführt werden können. Es fehlt also nur das Ganglion zur vollen Begründung der vorgetragenen Ansicht. Dieser Umstand lässt darauf schliessen, dass der Trochlearis nur

¹⁾ Haubenregion I. c. S. 440.

ein Theil einer dorsalen Wurzel sein kann. Erkennt man dies als richtig an, so hat man noch zwischen zwei Möglichkeiten zu wählen. Erstens wäre es möglich, dass sein Ganglion in die Bildung des Ganglion Gasseri eingegangen ist. Dann würde man den Trochlearis entschieden als eine abgelöste dorsale Wurzelportion des Trigemini zu betrachten haben und dafür das wechselnde Verhalten bei Salamandra verwerthen können. Eine andere Auffassung ist aber ebenso statthaft, dass nämlich der Trochlearis sich von der dorsalen Wurzel (Ciliarganglionstrang) des Oculomotorius abgelöst hat und demnach als eine dorsale selbstständig verlaufende Wurzel des Oculomotorius anzusehen ist. Man könnte dafür besonders den gemeinsamen Ursprung aus dem Mittelhirn anführen, müsste dann aber auch die absteigende Wurzel des Trigemini mit hinzurechnen, die ebenfalls aus dem Gebiet des Mittelhirns entspringt, deren peripherer Verlauf in der Bahn des Trigemini aber noch nicht bekannt ist. Für diese letztere Auffassung, welche den Trochlearis als ein dorsales Wurzelbündel des Oculomotorius in Anspruch nimmt, dürfte vor Allem der gemeinsame Ursprung beider Nerven aus dem Mittelhirn sprechen. Es wäre dann aber der Trochlearis auch zugleich ein selbstständig verlaufender dorsaler Ast des Oculomotorius.

Ueberblicken wir die Reihe von Thatsachen, welche ich in diesem allgemeinen Theile zusammengestellt habe, so ergibt sich wohl als zweifellos, dass der Oculomotorius nicht als ein Zweig der Trigemini-gruppe, sondern als ein selbstständiger segmentaler Kopfnerv angesehen werden muss. Denn wir konnten sowohl das Homologon eines Spinalganglions, als die Aequivalente einer dorsalen und ventralen Wurzel an ihm nachweisen. Ist der Oculomotorius aber ein selbstständiger segmentaler Kopfnerv, so folgt daraus mit Nothwendigkeit weiter, dass ihm ein besonderes vorderes Kopfsegment entspricht, aus dem die Augenmuskeln (excl. rectus lateralis) hervorgehen. Von Seiten englischer Forscher ist schon mehrfach auf die Existenz eines solchen Segmentes hingewiesen, so von Balfour¹⁾, ferner von Parker²⁾. Milnes Marshall³⁾ lieferte sodann auf entwicklungsgeschichtlichem Wege den

1) Development of Elasmobranch fishes. Journal of anat. et physiol. XI. p. 482.

2) The morphology of the skull. p. 334.

3) l. c.

Nachweis, dass der Oculomotorius sich wie ein segmentaler Nerv verhalte und betrachte den Ramus superior und inferior als vorderen und hinteren eine Visceralspalte begrenzenden Ast. Ich habe die Deutung dieser Aeste vermieden, da unsere Kenntnisse über das präorale Kopfsegment (Balfour) noch zu mangelhaft sind, um uns bereits einen sicheren Boden in dem von Marshall angedeuteten Sinne zu gewähren. Nur auf eine Thatsache möchte ich hinweisen. Marshall unterscheidet als Ramus anterior den Zweig zum *Musc. rectus superior*, und rechnet zum Ramus posterior alle übrigen Aeste des Oculomotorius. Es entspricht also sein Ramus anterior dem R. superior, sein R. posterior dem R. inferior der gewöhnlichen Beschreibung. In der That ist diese Beschreibung für die Amnioten vollständig zutreffend; der Ramus superior umfasst dann eventuell noch den Zweig zum *Musc. levator palpebrae superioris*. Bei den Selachiern dagegen stellt sich eine andere Anordnung ein. Hier ist der für den *M. rectus medialis* bestimmte Zweig überhaupt der erste, welcher vom Oculomotorius abgegeben wird (vergl. Fig. 9); gleich darauf entsteht der Zweig zum *M. rectus superior*. Damit steht im Einklang, dass die Augenmuskeln hier deutlich in zwei durch den Augapfel getrennten Etagen angeordnet sind, in einer oberen, gebildet durch die *Mm. obliquus superior, rectus medialis und superior* (in der Reihenfolge von vorn nach hinten aufgezählt) und in einer unteren, repräsentirt durch die *Mm. obliquus inferior und rectus inferior*. Beide Etagen werden nach hinten gegen die Kiefermuskulatur durch den *M. rectus lateralis* abgegrenzt. Hier gehört also, wie sein Nerv uns ebensodeutlich enthüllt, als die Lage des Muskels, der *Musc. rectus medialis* zur dorsalen Etage der Augenmuskeln. Auch bei *Salamandra* hat der Nerv des *M. rectus medialis* noch diese Beziehungen, indem er über dem *Opticus* zu seinem Muskel gelangt, während der Zweig zum *rectus superior* aus der *Trigeminusbahn* kommt. Von den *Batrachiern* an aufwärts findet sich dagegen allgemein das aus der menschlichen Anatomie bekannte Verästelungsschema; mit Ausnahme der Vögel wird aber auch hier der Ast zum *rectus medialis* wenigstens gleich nach dem *Ramus superior* abgegeben. Es dürften demnach jene Verhältnisse auf die Zugehörigkeit des *Musc. rectus medialis und superior* zu einer Muskelgruppe hinweisen, der sich dann als vorderstes Element noch der vom *Trochlearis* versorgte *Obliquus superior* anschliessen würde. Vergleichend anatomisch bilden also die Zweige des Oculomotorius zu den *Mm. rectus medialis und*

superior den Ramus superior (resp. anterior) des 3. Hirnnerven. Es scheint mir nun aber aus der ganzen Anordnung der Muskeln und Nerven wahrscheinlicher, dass dieser Zweig des Oculomotorius einem Ramus dorsalis eines segmentalen Nerven entspricht, als dass er mit Marshall als vorderer vor einer Kiemenspalte gelegener Ast betrachtet werden müsse. Es lassen sich bei dieser Annahme die oben geschilderten Verhältnisse des Baues des Oculomotorius, ferner seine Beziehungen zum Trochlearis und Ramus ophthalmicus besser verstehen. Letzterer ist offenbar aus 2 ganz verschiedenen Theilen zusammengesetzt, wie schon der verschiedene Ursprung, dann aber auch Verlauf und Endausbreitung lehren. Den Antheil des Ramus ophthalmicus superficialis der Selachier, welcher aus der Radix superficialis entsteht, halte ich für einen echten Ramus dorsalis und acceptire für diesen Theil ohne jedes Bedenken die von Gegenbaur gegebene Auffassung des Ramus ophthalmicus als Ramus dorsalis. Es entspricht dieser Zweig bei den höheren Wirbelthieren dem Nervus supraorbitalis resp. frontalis und zwar die Rr. frontales der Stirnausbreitung dieses Nerven, die Fortsetzung dagegen dem N. supratrochlearis. Einen ganz anderen Ursprung und eine ganz andere morphologische Bedeutung besitzt der aus der Radix profunda hervorgegangene Antheil des Ramus ophthalmicus, der mit einem Theil seiner Fasern sich an den Ramus superficialis anlegt, mit dem anderen als Ramus ophthalmicus profundus verläuft. Letzterer ist offenbar in allen wesentlichen Eigenschaften dem N. nasociliaris der höheren Wirbelthiere gleich zu stellen, während möglichenfalls die oberflächliche mit dem R. ophthalmicus superficialis verlaufenden Fasern dieser Wurzel einem N. infratrochlearis entsprechen. Ob nun aber Entstehung und Bedeutung des Nasociliaris resp. seines Homologons bei Selachiern und Amphibien in der Weise aufzufassen ist, wie es Milnes Marshall¹⁾ für den gesammten Ophthalmicus will, dass derselbe nämlich die persistirende embryonale Commissur (aus der neural ridge hervorgegangen) zwischen 5., 3. und Riechnerven sei, wage ich nicht zu entscheiden. Nur das möchte ich mit Bestimmtheit aus meinen Untersuchungen folgern, dass dies für den ganzen Ophthalmicus nicht richtig sein kann, da derselbe zweifellos zum Theil als Ramus dorsalis betrachtet werden muss.

¹⁾ l. c. p. 22.

Anhang.

Die Ciliarnerven.

Zum Schluss will ich noch anhangsweise in aller Kürze die Thatsachen zusammen stellen, welche die vorstehende vergleichend anatomische Untersuchung über die Ciliarnerven ergeben hat. Man hat deren drei verschiedene Arten zu unterscheiden, wie es am einfachsten die Selachier zeigen. 1) Ein Ciliarnerv aus dem N. oculomotorius, 2) ein Ciliarnerv aus dem Trigemini, 3) eine variable Zahl von Fädchen, welche aus dem Ganglion des Oculomotorius hervorgehen und entweder durchtretende Fasern des feinen (Ganglien-) Bündels dieses Nerven darstellen, oder aus den Ganglienzellen selbst entspringen. Wir dürfen wohl den ersten Nerven als den motorischen, den zweiten als den sensiblen Bulbusnerven und die feinen Ganglienzweige als Gefässnerven ansehen. Ganz ähnlich habe ich die Anordnung der Ciliarnerven bei Salamandra gefunden. Dies einfache Bild complicirt sich nun bei den höheren Wirbelthieren, indem vor Allem der selbstständige ausser aller Beziehung zum Ganglion stehende motorische Ciliarnerv des Oculomotorius fortfällt. Wir haben dann nur einen oder wenige Ciliarnerven vom Trigemini (Nn. ciliares longi) und eine verschiedene Zahl Ciliarnerven vom Ganglion (Nn. ciliares breves). Zweifellos ist aber, dass auf letzterer Bahn zahlreiche motorische Nervenfasern in den Augapfel gelangen und wir werden also diese als einfach durch das Ganglion hindurchtretende Nervenfasern ansehen, während die übrigen gangliospinale Fasern sind, vermuthlich der Hauptsache nach vasomotorischer Natur. Die Nn. ciliares breves der höheren Wirbelthiere enthalten somit die Elemente sowohl des selbstständigen Oculomotorius-Ciliarnerven der Selachier, als der aus dem Ganglion entspringenden Fasern. So gelingt es schon auf vergleichend anatomischem Wege eine grössere Klarheit in die Faserung des Ciliarganglions zu bringen. Leider fehlte es mir an Zeit, die Richtigkeit dieser Folgerungen auch durch genauere mikroskopische Untersuchung selbst zu prüfen. Für eine etwaige darauf gerichtete Untersuchung empfehle ich besonders das Ciliarganglion der Vögel, da wir hier schon von vornherein die Fasern vom Trigemini (Radix longa) eliminirt sehen; denn diese verbinden sich ja erst am peripheren Ende des Ganglions mit dem N. ciliaris crassus. Wir werden es also hier nur mit

durchtretenden Oculomotoriusfasern (möglichenfalls feinen und groben) und gangliosspinalen Fasern zu thun haben.

Ich glaube, dass wir auf diesem Wege der Trennung der einzelnen durch das Ganglion und unabhängig von diesem zum Augapfel verlaufenden Faserarten auch zu einem besseren Verständniss der Beziehungen gelangen werden, welche zwischen Grösse des Ciliarganglions und Grösse des Augapfels bestehen. Dass dieses Grössenverhältniss keineswegs ein constantes ist, liegt auf der Hand, wenn man z. B. das winzige Ganglion des Kaninchens und das ansehnliche eines Hundes mit den entsprechenden Augen vergleicht. Es ist klar, dass bei starker Ausbildung des vom Oculomotorius innervirten Muskelapparates im Innern des Auges, wie bei den Vögeln, auch der betreffende durch das Ciliarganglion ziehende Nervenantheil stark entwickelt ist. Wir sehen in Folge dessen einen starken Ramus ciliaris, der durch das Ganglion nicht sehr verdickt erscheint. Es ist ferner bei diesen Betrachtungen der Gefässapparat des Auges und sein Reichthum an muskulösen Elementen mit in Rechnung zu ziehen. Erst wenn man nach dieser Richtung eine Reihe positiver Angaben besitzt, wird sich über die Einflüsse, welche die Grössenentwicklung des Ganglion ciliare beherrschen, etwas Sicheres aussagen lassen.

Erklärung der Abbildungen

auf Tafel XII, XIII und XIV.

Tafel XII.

Fig. 1. Oculomotorius von *Scyllium catulus* mit seinen Ganglien. Vergrößerung 20 mal. o. Stamm des Oculomotorius; r.i. Ast zum *Musc. rectus inferior*; o.i. Endzweig zum *Musc. obliquus inferior*. a, a', b, c Ganglien des Oculomotorius; bei cil. ein stärkerer abgerissener Zweig des Ganglions a, wahrscheinlich ein Ciliarnerv. Desgleichen entspringen aus b und c feine Nerven, die makroskopisch nicht gefunden werden konnten.

Fig. 2. Theil des Oculomotorius von *Mustelus laevis*. 18 mal vergrößert. Bezeichnungen wie vorhin. 2 Ganglien, ein breites unteres a und ein oberes (mehr peripheres) b. Am Ast zum *Musc. obliquus inferior* (o.i.) macht sich auf der rechten Seite der Figur ein besonderes aus feinen Fasern bestehendes Bündel bemerkbar, das grösstentheils das Ganglion b zu bilden scheint.

Fig. 3. Theil des Oculomotorius-Zweiges zum *Musc. obliquus inferior* von *Chimaera*. Vergrößerung 20 mal. Ein kleines Ganglion liegt dem Nervenstamme an und entwickelt peripher den aus feinen Nervenfasern bestehenden Nervenfaden ci. a centrales, b peripheres Ende des abgebildeten Nervenstückes; c Ganglion.

Fig. 4. Oculomotorius vom Frosch (*Rana esculenta*), 20 mal vergrößert. Vertheilung der Ganglienzellen längs des Stammes. o Stamm des N. oculomotorius; r. s. Zweig zum *Musc. rectus superior*; r. med. Zweig zum *Musc. rectus medialis*; r. i. + o. i. Noch vereinigter Endzweig des Oculomotorius, der sich alsbald in die Zweige für die *Musculi rectus inferior* und *obliquus inferior* theilt. Bei a, c, d Ganglien-Ansammlungen und zerstreute Ganglienzellen im Stamm. Bei b kleines seitlich anliegendes und prominirendes Ganglion, aus dem sich einzelne feine Nervenfasern entwickeln.

Fig. 5. Theil des Oculomotorius mit Ciliarganglion von *Lepus cuniculus*. Vergrößerung 15 mal. o Stamm des Oculomotorius; r. med., retr., r. i., o. i., Zweige zu den *Musculi rectus*

medialis, retractor, rectus inferior, obliquus inferior. g Ganglion. ci. Ciliarnerven.

Fig. 6. Durchschnitt durch das Ciliarganglion vom Schaf. Schwache Vergrößerung. Man sieht wie das von reichlichem Bindegewebe durchsetzte Ganglion unmittelbar dem Nerven zum Musculus obliquus inferior ab aufsitzt. Im Ganglion zahlreiche Gruppen (g) und einzelne Ganglienzellen (g').

Fig. 7. Ganglienzellen aus den Oculomotorius-Ganglien von *Scyllium catulus*. A. mit nur einem Fortsatz und deutlicher kernhaltiger Scheide. B. mit einem Fortsatz, welcher sich in die Nervenfibrillen-Bündel f und f' zu theilen scheint. Deutliche Nervenzellenhülle. n, n in beiden Figuren Kerne dieser Hülle. Zeiss F. Oc. 2.

Fig. 8. Markhaltige Nervenfasern aus dem Oculomotorius von *Abramis vimba* nach 5tägiger Behandlung mit Salzsäure und Auswaschen mit Wasser. Mark bis auf die wohl isolirten Marktrichter (t, t) zerstört. a Axencylinder. Zeiss F. Oc. 2.

Tafel XIII.

Fig. 9. Kopf von *Scyllium catulus*. Dach des Cavum cranii und beider Orbitae entfernt. Blau: knorpliges Cranium. C¹ Grosshirn, C² Zwischenhirn, C³ Mittelhirn, C⁴ Cerebellum, C⁵ Medulla oblongata. II. Opticus. III. Oculomotorius, rechts noch bedeckt vom Ramus ophthalmicus trigemini (V, 1). Letzterer entsteht aus 2 Wurzeln, einer tiefen a und einer oberflächlichen hinteren b, die linkerseits nur in ihrem cerebralen Ende erhalten sind. IV. Trochlearis. Der Oculomotorius versorgt zuerst den Musc. rectus medialis (r. med.), dann den rectus superior (r. s.) und tritt durch eine Spalte dieses Muskels in die Tiefe. o. s. M. obliquus superior. r. l. Musculus rectus lateralis. s ist der feine Zweig, den der Trochlearis (IV) zur inneren fibrösen Auskleidung der Schädelkapsel entsendet.

Fig. 10. Weiterer Verlauf des Oculomotorius (III) bei *Scyllium*. II. N. opticus; b Bulbus oculi. V, 1. Ramus ophthalmicus trigemini mit Radix profunda (r. p.) und Radix superficialis (r. s.). Erstere entsendet den feinen Zweig r. o. p., dem Ramus ophthalmicus profundus entsprechend. Derselbe verbindet sich in a scheinbar mit dem Oculomotorius, verlässt aber dessen Bahn wiederum (r. o. p'), entsendet einen Ramus ciliaris (c) und verläuft nun eine Strecke weit unter der Sclera; dann wird er wieder frei (r. o. p'') und verlässt endlich bei x durch eine besondere Oeffnung die Orbita. Der Oculomotorius entsendet nach einander die Muskelzweige zum M. rectus medialis

(r. med.), rectus superior (r. s.), rectus inferior (r. i.), entsendet einen Ramus ciliaris (c') und endet im Obliquus inferior (o. i.). O. i. = Musculus obliquus inferior.

Fig. 11. *Mustelus laevis*. Scheinbare Verbindung des Oculomotorius (III) mit dem Ramus ophthalmicus profundus (r. o. p.) bei a. r. c. = Ramus ciliaris trigemini, der sich eine Strecke weit an den Oculomotorius anlegt.

Fig. 12. Orbitalnerven von *Chimaera*. C = Cerebellum, l. tr. = Lobus trigemini. II. N. opticus abgeschnitten. III. Oculomotorius mit seinen Zweigen zum Musc. rectus superior (r. s.), medialis (r. med.), inferior (r. i.) und obliquus inferior (o. i.). Bei g ist die Stelle markirt, an welcher das Ganglion oculomotorii liegt. IV. Trochlearis, unter dem Ramus ophthalmicus superficialis zum M. obliquus superior (o. s.) ziehend. V, s. Ophthalmicus superficialis mit r. fr. = rami frontales. V, p. Ophthalmicus profundus. V. Hauptstamm des Trigeminus.

Fig. 13. *Salamandra maculosa*. Vergrößerung 3 mal. II. Opticus in den Augapfel B übergehend. V. Trigeminus, n, dessen Ramus nasalis. Letzterer entsendet 2 Nerven: 1) mc. (N. musculociliaris), theilt sich in 2 Fäden, deren einer für den Musc. rectus superior (r. s.) bestimmt ist, der andere als Ciliarnerv (c) in den Bulbus eintritt; 2) Ramus palpebralis (r. p.). IV der selbstständige Trochlearis, der direkt zum Musc. obliquus superior (o. s.) verläuft.

Fig. 14. *Salamandra maculosa*. Vergrößerung 3 mal. Bezeichnungen wie in voriger Figur. Es fehlt aber ein Trochlearis; ein vom Ramus nasalis entspringender Zweig a entsendet nach einander den Zweig für den M. rectus superior, den N. ciliaris, den Zweig für den M. obliquus superior und den Ramus palpebralis.

Fig. 15. Oculomotorius der Gans. Er entsendet den Zweig für den M. rectus superior (r. s.), den dicken Ciliarnerven c' mit dem Ganglion g an seiner Basis, den Zweig für den M. rectus inferior (r. i.), rectus medialis (r. med.) und obliquus inferior (o. i.). n. c. Nervus nasociliaris mit Verbindungsfaden zum Ciliarnerven c' (Radix longa) und selbstständigem Ciliarnerven c.

Fig. 16. Verzweigung des Oculomotorius vom Schaf. r. s. Zweige zu den Musculi rectus superior und levator palpebr. sup. retr. Zweig zum M. retractor. g = Ganglion ciliare, r. l. dessen Radix longa; c' und c'' Ciliarnerven, letzterer zur Scheide des Opticus. Die übrigen Buchstaben wie vorhin.

Fig. 17. Oculomotorius (ocul.) vom Hund. op Sehnerv, h Augapfel. nc. Nasociliaris mit Radix longa (r. l.) zum Ganglion

ciliare (g) und selbstständigem Ciliarnerven (c). Letzterer verbindet sich mit einem der zwei dickeren Ciliarnerven (c') des Ganglion. Ausserdem entsendet das letztere einen feinen Faden c'' zur Scheide des Opticus und 2 feine Nerven c'''. s sympathischer Faden?. Bei a die beiden Muskeläste zum rectus medialis (der hintere) und rectus inferior (der vordere). Die übrigen Buchstaben wie vorhin.

Fig. 18. Ganglion ciliare vom Hund, $\frac{2}{1}$ natürlicher Grösse; das Bindegewebe aufgehellt. Bezeichnung wie vorhin.

Tafel XIV.

Fig. 19. Hirnbasis des Menschen. III N. oculomotorius, jederseits mit lateraler Wurzel l, links ausserdem noch eine zweite feinere Wurzel.

Fig. 20. Gegend zwischen Chiasma opticum und Pons vom Menschen. b. Arteria basilaris; c. s. A. cerebelli superior; c. p. A. cerebri posterior; letztere entsendet jederseits einen feinen Zweig durch die Lücke zwischen Hauptwurzel des Oculomotorius und laterale Wurzel (l). p. Pialfaden.

Fig. 21. Ebenso. l laterale Wurzel, daneben einige Pialfäden; l' sehr kleine laterale Wurzel mit Pialfaden; p Pialfaden.

Fig. 22. Seitliche Ansicht des Mittelhirns vom Schaf. t. p. Tractus peduncularis mit 2 Wurzeln entstehend, mit einer stärkeren vor dem vorderen Vierhügel a, mit einer schwächeren hinter dem hinteren Vierhügel b. V Trigeminus. p Brücke.

Fig. 10.

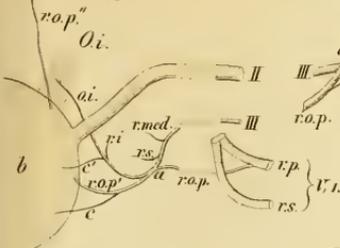


Fig. 11.

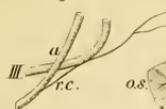


Fig. 12.

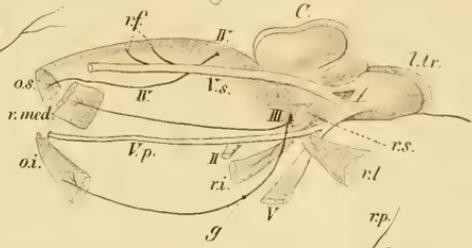


Fig. 13.

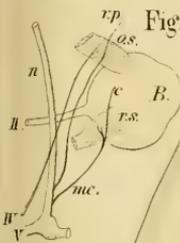


Fig. 14.



Fig. 9.

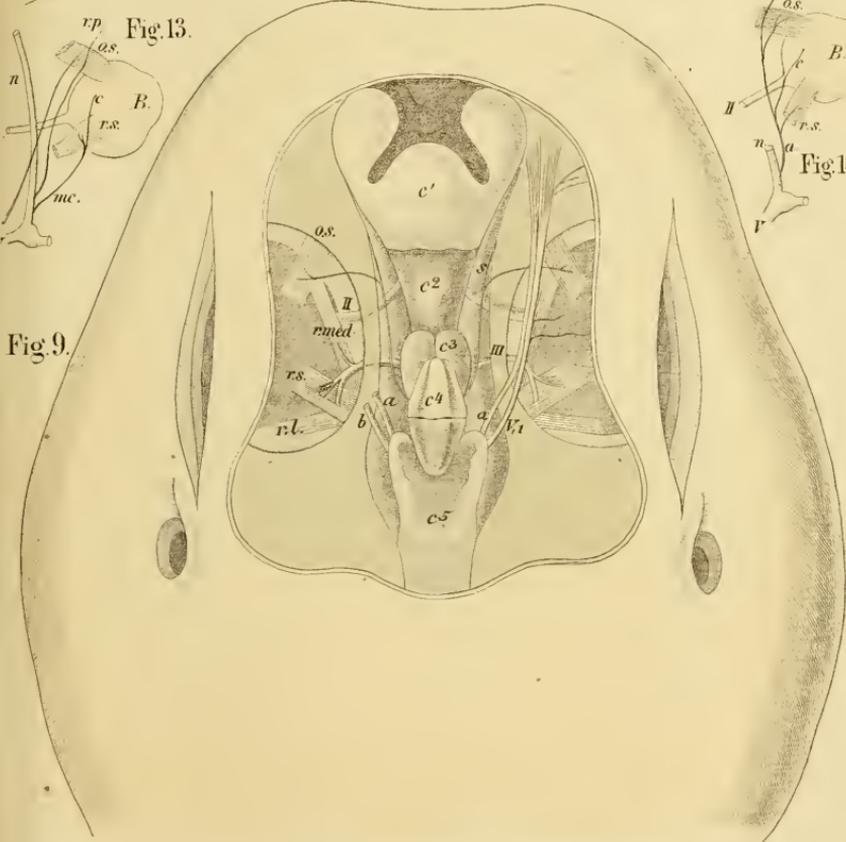


Fig. 16.

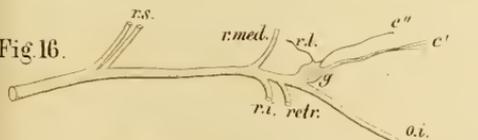


Fig. 15.

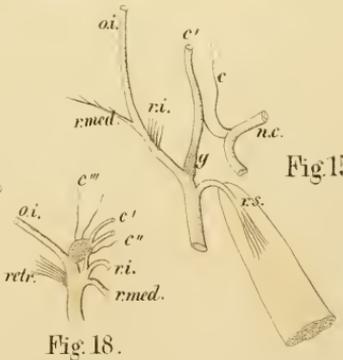


Fig. 17.

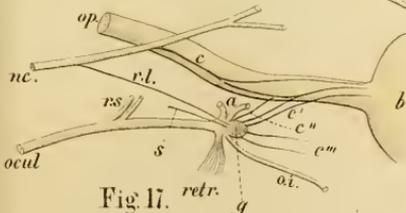


Fig. 18.

Fig. 19.

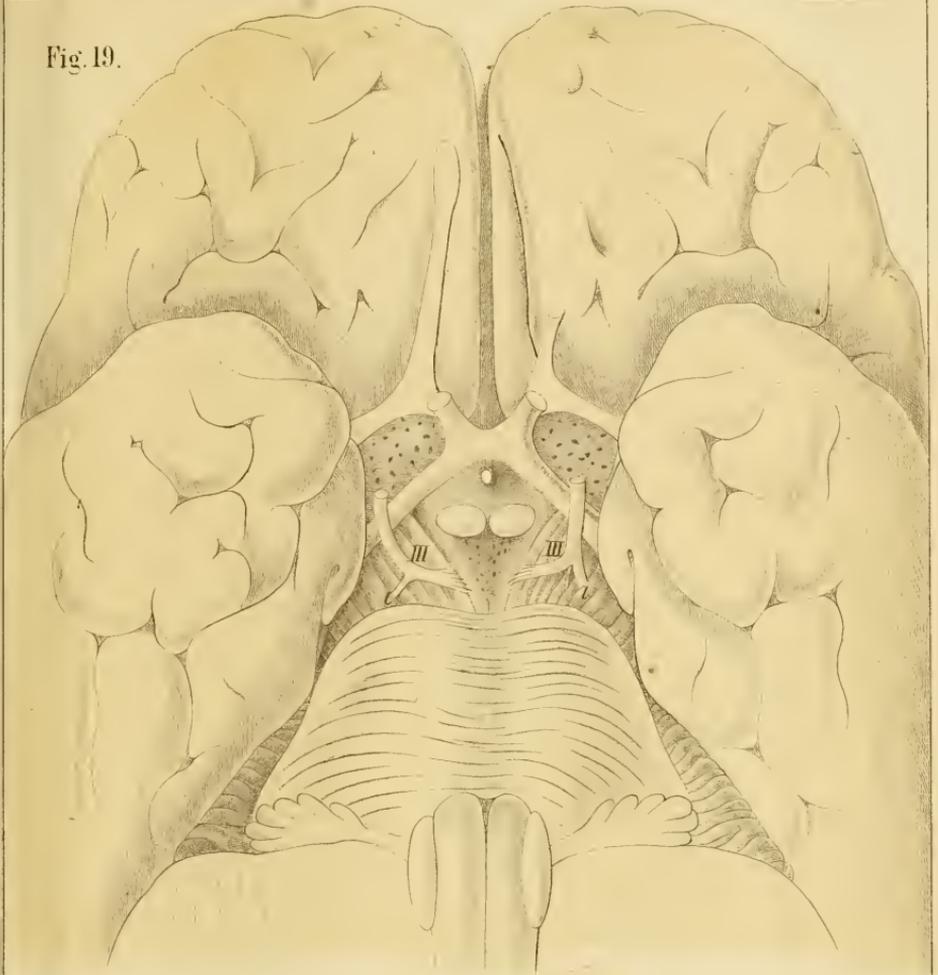


Fig. 22.



Fig. 20.

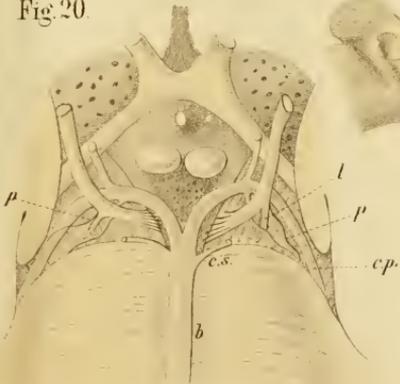


Fig. 21.

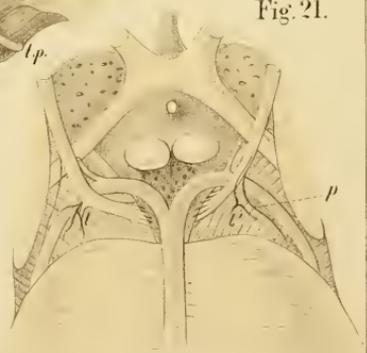


Fig. 1.

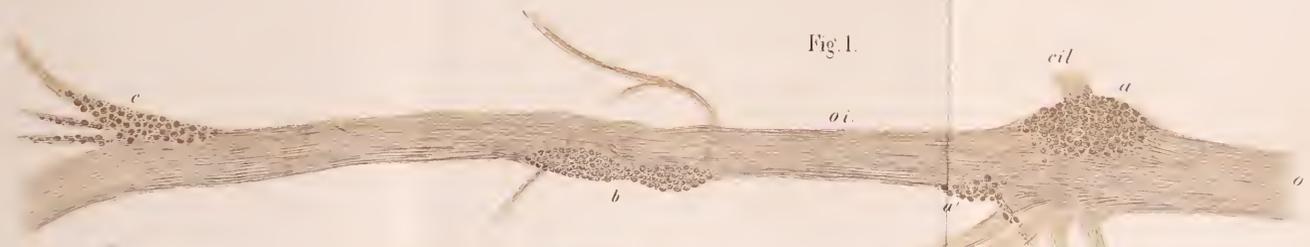


Fig. 3.

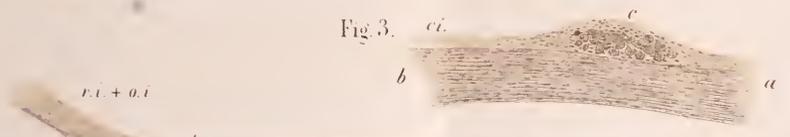


Fig. 4.

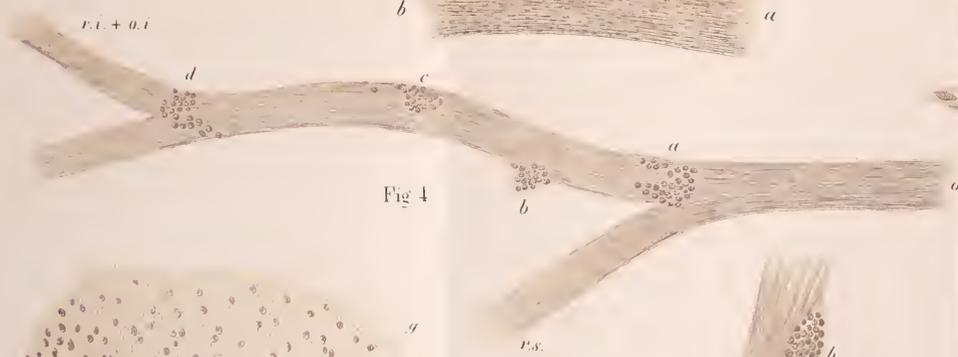


Fig. 6.

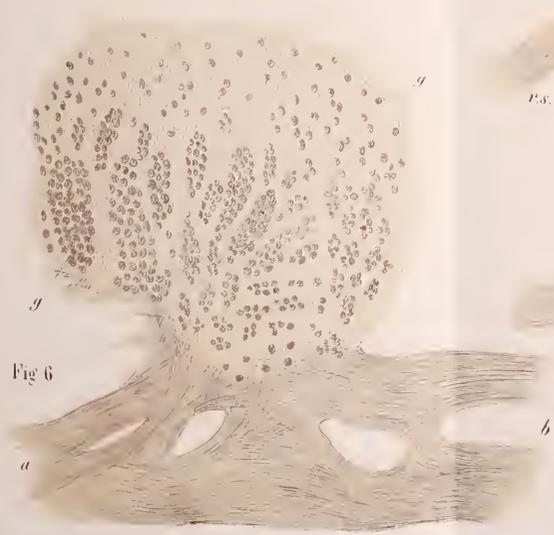


Fig. 2.

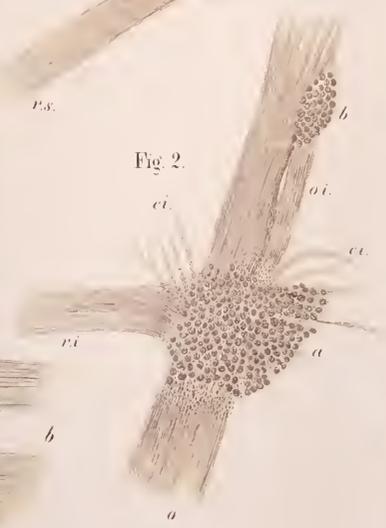


Fig. 7. B.



Fig. 7. A.



Fig. 8.



Fig. 5.

