

Vergleichend anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische mit besonderer Berücksichtigung der Cyprinoiden.

Von

Dr. P. Maysen,

Assistenzarzt a. d. Kreisirrenanstalt München.

Mit Tafel XIV—XXIII.

Erster Theil.

I. Allgemeines.

Die Litteratur über das centrale Nervensystem der Fische ist nicht unbeträchtlich und der Ausspruch HALLER'S¹, »Hic ager parum cultus fuit«, trifft heute kaum mehr zu. Ich unterlasse es, die einzelnen Autoren aufzuzählen; dieselben sind in den Arbeiten über das Fischgehirn, die ich im Folgenden citiren werde, ziemlich vollständig aufgeführt. Angesichts der Ansprüche, die man zur Zeit an eine Hirnuntersuchung stellt, interessiren ihrer vollkommeneren Methoden willen ganz besonders STIEDA², V. ROHON³ und FRITSCH⁴. Die beiden letzteren bedienen sich

¹ Oper. anatom. argument. minor. T. III. p. 198. Lausannae 1768.

² STIEDA, a) Über das Rückenmark und einzelne Theile des Gehirns von Esox Luc. Diss. inaug. Dorpat 1864. — b) Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische. Leipzig 1868. — c) Über den Bau des Rückenmarks der Rochen und Haie. Diese Zeitschr. Bd. XXIII. 1873. — d) Über die Deutung d. einzelnen Theile des Fischgeh. Loco eodem. — e) Studien über den Amphioxus lanceolatus. Memoires der St. Petersburger Akademie. VII. Serie. T. XIX. 1873. — Außerdem werden im Folgenden noch berücksichtigt: f) Über den Bau des centralen Nervensystems der Amphibien und Reptilien. Leipzig 1875. — g) Studien über d. centrale Nervensyst. der Vögel und Säugethiere. Leipzig 1868. — h) Studien über das centrale Nervensystem d. Wirbelth. Leipzig 1870.

³ Das Centralorgan des Nervensystems der Selachier. Wien 1877.

⁴ Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns etc. Berlin 1878.

Die Arbeiten von BAUDELOR: Étude sur l'anatomie comparée de l'encephale des poissons in Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Strassbourg

bereits des Mikrotoms, ROHON des von GUDDEN, FRITSCH des von ihm selbst angegebenen¹. Die Vortheile dieses Instruments haben sich hier gezeigt. ROHON hat für die Knorpel-, FRITSCH besonders für die Knochenfische zahlreiche Details aufgedeckt, die nicht nur den unvollkommenen Methoden der älteren Vorgänger, sondern selbst den neueren Autoren (BAUDELLOT, STIEDA, VIAULT) entgehen mussten. Außerdem stand Beiden in Bezug auf Zahl der untersuchten Arten ein reiches Material zur Verfügung. Diesem letzteren Umstände gegenüber bedarf es einer näheren Begründung, um nicht zu sagen Entschuldigung, dass ich mich auf die ausschließliche Untersuchung des Gehirns einiger Cyprinoiden und noch ein paar anderer Knochenfische beschränkte.

Wenn ich mir die Widerlegung der Bedenken, die FRITSCH speciell gegen die Untersuchung der Cyprinoiden äußert, auf die Besprechung der Untersuchungsmethode verspare, so fußt diese Begründung im Folgenden: Das von mir aufgegriffene Material umfasst diejenigen Arten von Knochenfischen, die man hier zu Lande am leichtesten bekommt. So klein es ist, so erwies es sich doch bald genug zu groß für eine erschöpfende Durchforschung geschweige denn Erkenntnis und mahnte von Schritt zu Schritt an die großen Schwierigkeiten histologischer hirnanatomischer Untersuchungen, die zu bescheidener Einengung der Themata zwingen. Es genügt aber, um darzuthun, dass FRITSCH, der in seinem wirklich reichen und schönen Werk den Bau des Knochenfischgehirns von allen Autoren am eingehendsten dargehan hat, dennoch mannigfachen Täuschungen unterlegen ist, und dass namentlich die vergleichend-anatomische Deutung, welche dieser Autor den einzelnen Abschnitten des Fischgehirns gegeben hat, in wichtigen Theilen eine unrichtige ist. Dies ist aber gerade der Angelpunkt, um den sich seit fast einem Jahrhundert die ganze Fischhirnanatomie dreht und mit größtem Rechte dreht. Denn um aus der Erkenntnis dieses Organs für die Erkenntnis des Hirns der höheren Vertebraten in specie des Menschen Vortheil ziehen zu können, bedarf es vor Allem einer zuverlässigen Homologisirung der einzelnen größeren Abschnitte.

Für einen großen Theil der alten Autoren nun war die Valvula cerebelli STIEDA hierbei ein wichtiger Stein des Anstoßes gewesen. Das

T. XVI. 1866—1870 und von VIAULT: Recherches histologiques sur la structure des centres nerveux des Plagiostomes in LACAZE-DUTHIERS Archives de Zoologie expérimentale et générale Bd. V. 1876, deren weder FRITSCH noch ROHON gedenken, sind mir erst nach Beendigung meiner Untersuchungen bekannt geworden; auf die Beobachtungen dieser Autoren ist jedoch im Folgenden Rücksicht genommen.

¹ Archiv für Anat. und Physiologie. 1874. p. 442 etc.

schönste Beispiel bietet K. E. v. BAER¹ in seinem berühmten Werk über Entwicklungsgeschichte der Thiere. Ihrer Lage vor dem Cerebellum und der äußeren Ähnlichkeit wegen, welche die Valvula vieler Knochenfische mit dem Corpus quadrigeminum der Säuger hat, hält BAER dieselbe fürs Mittelhirn, und, ob er gleich in der Entwicklungsgeschichte hierfür keine Bestätigung findet, glaubt er lieber an eine Lücke in seiner Beobachtung als an die Unrichtigkeit seiner vorgefassten Auffassung. »Wenn ich allein meinen Zeichnungen über die Ausbildung folgen wollte,« sagt er p. 309, »so würde ich CARUS beipflichten«². Diese Auffassung der Valvula cerebelli STIEDA als Corpora quadrigemina theilten CAMPER 1762 (nach CUVIER), EBEL³, CUVIER⁴, CUVIER et VALENCIENNES⁵, TREVIRANUS⁶, GOTTSCHKE a. a. O., HANNOVER⁷, VOGT⁸, KLAATSCH⁹, LEURET¹⁰, HOLLARD¹¹ und MAYER¹². Auch HALLER a. a. O.

¹ Über Entwicklungsgeschichte der Thiere. Beobachtung u. Reflexion. II. Thl. 1834 (1837).

² In seiner Arbeit: »Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte nebst einem Anhang über die Schwimmblase. Leipzig 1833«, hält BAER, wenn ich ihn recht verstehe, den Lobus opticus fürs Mittelhirn. Er untersuchte hier an *Cyprinus blicca*. Die Valvula der Cyprinoiden hat äußerlich keine Ähnlichkeit mit den Corp. quadrig. der Säuger. cf. GOTTSCHKE, Vergleichende Anatomie des Gehirns der Grätenfische in Archiv für Anatomie und Physiologie von J. MÜLLER. 1835. p. 278.

³ Observationes neurolog. ex anatome comparat. 1788 (n. CUVIER).

⁴ Lecons d'Anatomie comparée. T. II. p. 166.

⁵ Histoire naturelle des Poissons. T. I. Paris 1828.

⁶ a) Untersuchungen über den Bau u. die Funktionen d. Gehirns etc. Bremen 1820. p. 47. Vermischte Schriften. Bd. III. — b) Über d. hinteren Hemisphären d. Gehirns der Vögel, Amphibien und Fische. Zeitschrift f. Physiolog. Bd. IV. Leipzig 1834.

⁷ Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague 1844. p. 16 etc.

⁸ Embryologie des Salmones m. Atlas. 1842 in AGASSIZ: Histoire naturelle des Poissons d'eau douce de l'Europe centrale. p. 67. »Bientôt cependant, les quadrijumeaux se montrent sous la forme d'un petit renflement sur la paroi postérieure qui fait saillie en dedans. En même temps s'élève un second renflement de la base de mésencephale . . . les collicules ophthalmiques«. Man sieht schon hieraus, welche Vermengung von Namen und Begriffen bezüglich der Hirnentwicklung in dieser Arbeit herrscht.

⁹ De cerebris piscium ostacanthorum aquas nostras colentium. Halis 1850.

¹⁰ LEURET (et GRATIOLET), Anatomie comparée du Système nerveux. T. I. Paris 1839—1857.

¹¹ Recherches sur la structure de l'encéphale des poissons et sur la signification homologique etc. Journal de l'anatomie par ROBIN. 1866 (nach STIEDA).

¹² Über d. Bau des Gehirns d. Fische. Novor. actor. Academ. Caesar. Leopold. Carol. germanic. natur. Curiosor. T. XXX. Dresden 1864.

nennt die Valvula von *Salmo Umbra* corp. quadrig., aber allerdings ohne zu homologisiren.

Hand in Hand mit dieser Deutung wurde der Lob. opticus bald als Zwischenhirn, bald als Großhirn im engeren Sinne, bald als hinterer Antheil des letzteren (Treviranus) angesehen. Es ist BAUDELOT's a. a. O. und STIEDA's (Knochenfische)¹ Verdienst, die Zugehörigkeit der von STIEDA so benannten Valvula, die letzterer mit dem Velum medullare anterius der Säuger homologisirt, zum kleinen Hirn auf mikroskopischem Weg festgestellt zu haben. Bezüglich der von MIKLUCHO MACLAY² und GEGENBAUR³ angestellten Vergleichung des eigentlichen Cerebellum mit dem Mittelhirn der höheren Vertebraten dürfte in der Zukunft doch kaum ein Zweifel mehr statthaben⁴.

Nun ließen sich allerdings auch von den alten Autoren manche und gerade nicht die unbedeutendsten durch die äußere Ähnlichkeit der Valvula mit den Corp. quadrig. nicht täuschen und erkannten im Lob. optic. das Homologon des Mittelhirns. An ihrer Spitze nenne ich C. G. CARUS⁵. Sein von ihm selbst gepriesener Vorgänger war ARSAKY⁶, sein bedeutender Nachfolger TIEDEMANN⁷. SERRES⁸ und DESMOU-

¹ Schon VULPIAN, *Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux*. Paris 1866 macht in der 34. Leçon vom 23. août 1864 auf den gleichartigen Bau zwischen Kleinhirn und Valvula (STIEDA) aufmerksam und fügt p. 834 hinzu: »on s'era conduit à rattacher ces renflements, au moins en grande partie, au système du cervelet.

² Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Leipzig 1870.

³ Grundriss der vergleichenden Anatomie. 1874. In der zweiten Auflage, Leipzig 1878, p. 527—529 finde ich die Theile der drei abgebildeten Fischgehirne dreifach verschieden gedeutet. Bei *Heptanchus* ist z. B. der Lob. optic. als Zwischenhirn, bei *Scyllium* als Zwischen- und Mittelhirn, bei *Polypterus* als Mittelhirn angegeben.

⁴ Mit MIKLUCHO MACLAY und GEGENBAUR nahmen von den älteren Autoren auch PHILIPPEAUX und VULPIAN das Cerebellum fürs Mittelhirn: *L'Institut. Journal univers. d. sciences. I Section. T. XX. Paris 1852. p. 360 etc.*, in neuerer Zeit aber hat VULPIAN a. a. O. *Leçons sur la physiologie etc.* diese frühere Deutung widerrufen und sich für die später von STIEDA (Knochenfische) und BAUDELOT aufgestellte erklärt.

⁵ Versuch einer Darstellung des Nervensystems und insbesondere des Gehirns nach ihrer Bedeutung, Entwicklung und Vollendung im thierischen Organismus. Leipzig 1844. p. 435 etc.

⁶ *De piscium cerebro et med. spinali*. Halis 1813. Dissertation.

⁷ Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Foetus des Menschen nebst einer vergleichenden etc. Nürnberg 1816. p. 125 etc.

⁸ *Anatomie comparée du cerveau dans les quatre classes des animaux vertebrés*. T. I et II. Paris 1824—1826.

LINS¹ schlossen sich an. Indem nun aber diese Autoren die Lobi anteriores für die Homologa der Hemisphären, die Lobi optici für das Mittelhirn erklärten und auch das Cerebellum richtig deuteten, gab es für sie kein Zwischenhirn der Fische. CARUS und TIEDEMANN kennen überhaupt keinen Thalamus opticus, SERRES ist geneigt, die Lobi inferiores dafür zu nehmen.

Es war des Scharfblicks eines JOHANNES MÜLLER² würdig, trotz beschränkter Hilfsmittel die Zusammensetzung der Lobi optici aus Zwischen- und Mittelhirn zuerst zu erkennen. Die Auffassung MÜLLER's nähert sich bereits sehr der Deutung STIEDA's. Letzterer vergleicht die Lobi anteriores dem Vorderhirn, die Lobi optici im engeren Sinn, d. h. ohne Lobi inferiores und Trichter dem Mittelhirn und was zwischen Mittel- und Vorderhirn liegt, dem Zwischenhirn, während MÜLLER auch noch die Tori semicirculares Halleri zu letzterem rechnet. MÜLLER's Zwischenhirn ist also größer als STIEDA's. STANNIUS³ endlich, der die MÜLLER'sche Deutung für die Knochenfische acceptirt, deutet das Störgehirn fast ganz genau im Sinne STIEDA's und erkennt sogar die Zugehörigkeit der Valvula zum Kleinhirn.

Bei aller äußeren Verschiedenheit in der Deutung der Fischgehirntheile haben die bis jetzt aufgeführten Autoren dies unter einander so ziemlich gemein, dass sie in homologe Abschnitte auch homologe Details einzufügen bestrebt sind. Wenn z. B. GOTTSCHKE oder LEURET oder PHILIPPEAUX et VULPIAN die Lobi optici für die Hemisphären nahmen, so fanden sie darin auch Balken, Fornix, Stabkranz etc. BAER dagegen, der den gleichen Abschnitt fürs Zwischenhirn nimmt, kann (Entwicklungsgesch. p. 307) nicht glauben, dass der Fornix der Fische einerlei sei mit dem der Säuger, wenn auch ein ähnliches Gebilde, das sich so gut wie der Säuger-Fornix (bzw. Ammonshorn) aus einer Einsenkung entwickeln kann. CARUS, der die Lobi optici mit dem Mittelhirn homologisirt, sagt in Bezug auf die von den Autoren hervorgehobene äußere Ähnlichkeit der Lobi optici mit den Hemisphären (Corp. striat., Corp. callos, Fornix, Corona radiata etc. etc.) p. 156: »Freilich ist die Bedeutung aller dieser Theile hier eine ganz andere....«

In der That, man braucht kein Descendenztheoretiker zu sein, um

¹ DESMOULINS (et MAGENDIE), Anatomie comparée du système nerveux. Paris. T. I et II. 1824—1827.

² J. MÜLLER: a) Über den Bau des Gehörorgans bei den Cyclostomen. Abhandlungen der Akademie der Wissensch. Berlin 1837. — b) Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. Abhandlungen der Akademie der Wissensch. Berlin 1838.

³ STANNIUS: a) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846. p. 59. — b) Archiv für Anatomie und Physiologie von J. MÜLLER. p. 41. (Leider fehlten bei meinem Exemplar die angezogenen Tafeln.)

dies a priori zu erwarten. Wer will nicht Vogt beistimmen, wenn er a. a. O. p. 57 in der Anmerkung sagt: »Le développement prépondérant de l'une ou de l'autre partie du cerveau semble déjà se manifester de très bonne heure dans les embryons des vertébrés et détruire ainsi par des formations secondaires variées la simplicité du plan primitif, qui est sans doute le même dans tous les vertébrés. De là aussi les interprétations si variées et si contradictoires qui l'on a données aux espèces cérébraux des embryons« etc.

Trotzdem weicht FRITSCH, wie mir scheint, in seiner Deutung der Fischgehirntheile von der Idee des »plan primitif« so weit ab, dass man fast an den Ausspruch des SERRES erinnert wird, um dessen willen ihn LEURET a. a. O. p. 145 etc. so bitter tadelt. FRITSCH erklärt nämlich die Lobi anteriores für das sekundäre Vorderhirn (Großhirn im engeren Sinne), hält es aber als Vorderhirn weder für physiologisch zureichend noch anatomisch genug entwickelt und verlegt nun die Theile, die ihm zum Großhirn (im engeren Sinne) zu fehlen scheinen, gegen alle sonstige entwicklungsgeschichtliche Ordnung ins »primäre Vorderhirn«, d. h. ins Zwischenhirn, wofür er die Lobi optici erklärt. Somit wird das Tectum lobi optici zum Dach des III. Ventrikels, hat Hirnrindenstruktur und -Bedeutung, entwickelt einen Fornix, ein Corpus callosum, aber auch gleichzeitig einen Theil des Nervus opticus etc. Was anatomisch daraus folgt ist in die Augen springend: Der Fornix liegt hinter der Zirbel, der Linsenkern hinter dem Opticus, Balken und Commissura posterior gehen in einander über, die Commissura anterior liegt zum Theil dorsal vom MEYNER'Schen Bündel etc. etc. Ganz übel weg kommt das Mittelhirn. Es besteht aus zwei Nervenzellengruppen — vorderes und hinteres Vierhügelpaar — ohne eigenes Dach, nur durch die Valvula cerebelli STIEDA zur Bildung des Aquaeductus dorsal verbunden. Wir werden auf alle diese Einzelheiten im Text zurückkommen, einstweilen begnügen wir uns mit der Behauptung, dass FRITSCH zu dieser Deutung weder durch embryologische noch vergleichend-anatomische Betrachtungen genöthigt war.

Man hat eine Litteratur über die Entwicklungsgeschichte der Fische, die VAN BAMBEKE¹ mit 53 Nummern aufführt. Zwar bietet dieselbe nach dem, was ich darüber erfahren konnte, noch durchaus keine endgültige Aufklärung bezüglich der Hirnentwicklung, allein immerhin auch keine Stütze für die Auffassung FRITSCH'S².

¹ Recherches sur l'Embryologie des poissons osseux. Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers publiés par l'Académie royale des Sciences . . . de Belgique. T. XL. Bruxelles 1876.

² In neuester Zeit hat LÖWE, »Beiträge zur Anatomie und zur Entwicklungs-

BAER (Entwicklungsgeschichte der Thiere) sagt p. 309 wörtlich: »... man erkennt deutlich zwei Bläschen hinter einander, wovon das vordere ein wenig kleiner als das hintere ist. Beide haben eine Spur mittlerer Einsenkung, das hintere deutlicher. Jetzt rückt das Hirn rasch zusammen, man sieht nur noch ein Bläschen mit deutlicher mittlerer Einsenkung vor dem Hinterhirn. Es sieht so aus, als ob das Mittelhirn das Zwischenhirn unterdrückt habe — das kann ich nicht leugnen«. Dann ließ sich aber BAER, wie schon erwähnt, durch die Valvula cerebelli STIEDA irre leiten. In den »Untersuchungen über die Entwicklung der Fische nebst einem Anhang etc.« sagt er dagegen p. 48: »Die Decke des III. Ventrikels ist vorn, wo sie an die Hemisphären stößt, offen mit deutlicher kreuzförmiger Öffnung, wodurch sie allein von der beim Huhn etwas abweicht«; und p. 23: »am ersten Tag nach dem Auskriechen liegt vor dem Kleinhirn die große Blase des Vierhügels und vor dieser wie bei Vögel und Säugern in früher Zeit eine Zwischenabtheilung (= III. Ventrikel) mit aufgerissener Decke«. BAER'S Vorgänger, RATHKE¹, vergleicht die Lobi optici des *Blennius viviparus* direkt mit den Vierhügeln des Menschen (p. 45) und erklärt ihre Ausdehnung p. 48 also: »Der bedeutende Umfang hat seinen Grund hauptsächlich in einer rasch voreilenden Vergrößerung der oberen und dünneren Wand oder der Decke dieses Theiles, wodurch nun die angegebene Wand, indem ihr die obere Wand des Schädels mit ihrer Hauptbedeckung nicht hinreichend nachgiebt, genöthigt wird, theils seitwärts, theils aber auch, und mehr noch, nach hinten, sich auszubuchten und immer stärker sich auszudehnen.« Die Arbeiten von AUBERT², SCHAPRINGER³, WEIL⁴, OWSJANNIKOW⁵, VAN BAMBEKE a. a. O.

geschichte des Nervensystems der Säugethiere und des Menschen. Berlin 1880« die FRITSCH'SCHE Deutung richtig zu stellen gesucht. Bei dieser Gelegenheit giebt er p. 425 FRITSCH Recht, wenn er im Tectum opticum Hirnrinde erblickt, p. 426 aber STIEDA, dass er dasselbe zum Mittelhirn rechnet.

¹ Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungsgesch. des Menschen und der Thiere. II. Theil. Leipzig 1833.

² Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Fische. Diese Zeitschr. 1854 und 1856.

³ Über die Bildung des Medullarrohrs bei den Knochenfischen. Sitzungsber. der k. k. Akademie der Wissensch. Wien. 64. II. 1871.

⁴ Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Knochenfische. Sitzungsber. der k. k. Akademie der Wissensch. Mathem. naturw. Klasse. 1872.

⁵ a) Die Entwicklungsgeschichte der Flussneunaugen. Vorläufige Mittheilung. Bulletin de l'Académie imp. des sciences de St. Pétersbourg. T. XIV. 1869/1870. —
b) Über die ersten Vorgänge der Entwicklung in den Eiern des *Coregonus lavaretus*. Bulletin de l'Académie imp. des sciences de St. Pétersbourg. T. XIX.

beschäftigen sich nur mit den allerersten Entwicklungsvorgängen. Die Angabe von W. His¹, p. 114: »bemerkenswerth ist dabei der bedeutende, dem Vorderhirn beinahe gleichkommende Durchmesser des Mittelhirns« stimmt mit dem Verhältnis zwischen Lob. optic. und Hemisphären bei den Haien im Allgemeinen überein, wonach dann erstere als Mittelhirn aufzufassen wären. Endlich stützen auch KUPFFER'S² Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische die Deutung der Lobi optici im engeren Sinn als Zwischenhirn nicht.

Fassen wir nun aber die Resultate der Embryologen, BAER a. a. O., TIEDEMANN a. a. O., RATHKE³ GÖTTE⁴, MIHALKOVICS⁵, KÖLLIKER⁶ etc. zusammen, so vollzieht sich im Groben die Entwicklung der einzelnen primitiven Hirnblasen der Wirbelthiere derart, dass sich

1) aus der Mittelhirnblase ventral Haube und Pedunculus mit den Nerven III und IV, dorsal die Corpora quadrigemina entwickeln, deren vordere Grenze durch die hintere Kommissur, deren hintere durch die Kreuzung des vierten Nervenpaares gebildet wird, und dass

2) aus der Vorderhirnblase Zwischenhirn (primäres) und Großhirn im engeren Sinn (sekundäres Vorderhirn MIHALKOVICS, FRITSCH) entstehen. Die Basis des Zwischenhirns wird durchs Tuber cinereum, den Trichter, die Hypophysis, die Seitenwand durch eine gangliöse Anschwellung (= Thalamus opticus), die Decke aber abgesehen vom Recessus pinealis nur durchs Epithel des Plexus choroid. med. gebildet. Die vordere Grenze ist durch die vor der embryonalen Schlussplatte (MIHALKOVICS) entstehenden vorderen Kommissur, die hintere durch die hintere Kommissur angezeigt.

Aus dem sekundären Vorderhirn entwickelt sich der Großhirnmantel mit seinem Stabkranz und je nach der Höhe des Thieres Streifenhügel, Linsenkern, Ammonshorn, Fornix, Balken etc. Nirgends aber ist die Rede von wechselnder Versetzung irgend eines embryologisch oder anatomisch selbständigen oder wichtigen Theiles aus einer Blase in die andere, weder bei ein und derselben, noch bei unter ein-

¹ Über die Bildung der Haifischembryonen. Zeitschr. für Anatomie von His und BRAUNE. II. 1876/1877.

² Archiv für mikroskopische Anatomie. 1868. Die Arbeit über Laichen und Entwicklung des Ostseehärings war mir leider nicht zugänglich.

³ a) a. a. O. — b) Entwicklungsgeschichte der Natter. J. MÜLLER'S Archiv für Anat. und Physiol. 1838.

⁴ Kurze Mittheilungen aus der Entwicklungsgesch. d. Unk. Archiv für mikr. Anatomie. IX. 1873.

⁵ Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Leipzig. 1877.

⁶ Entwicklungsgeschichte des Menschen u. der höheren Thiere. Leipzig 1879.

ander verschiedenen Thierklassen. In der That ist dies a priori nicht und am allerwenigsten bei den niederen Klassen zu erwarten.

Wie die Embryologie, so liefert auch weder die systematische noch die vergleichende Anatomie Stützen für die von FRITSCH aufgestellte Deutung. Ich kann nicht finden, dass das Tectum opticum Großhirnrindenstruktur besitzt. Es lässt sich ferner nachweisen, dass die Columna fornicis FRITSCH zum Torus longitudinalis der Autoren nur theilweise in Beziehung steht und nichts Anderes ist als die Fortsetzung der Commissura horizontalis FRITSCH (MEYNERT's Opticuskommissur), die sich mit den Fasern des Crus cerebelli ad cerebrum directum FRITSCH vermischt, — indess wir werden im speciellen Theil von solchen Details zu sprechen haben.

Ich wüsste aber auch nicht, was in der vergleichenden Anatomie nöthigte, z. B. den Pedunculus und den Stabkranz der Großhirnhemisphären der Säuger im Lemniscus REIL (Olivarstrang TIEDEMANN) der Fische wieder zu finden. Hat man nicht eine einfache Darstellung des sog. Corpus callosum der Fische, wenn TIEDEMANN angiebt, dass die Fasern des Olivarstrangs zu den membranartigen Vierhügeln aufwärts steigen und »sich nach innen krümmen und von beiden Seiten mit einander zum Gewölbe der Vierhügel verbinden«? Sieht man noch davon ab, dass ein guter Theil der Commissura posterior in die vordersten Partien des Tectum, also der Hirnrinde FRITSCH, fällt, dass die Zirbel und der dorsale Eingang zum III. Ventrikel vor dieser Hirnrinde und diesem Balken liegen¹, so muss das Verhalten des Opticus die Deutung von FRITSCH umstoßen.

Es ist schon von den alten Autoren darauf hingewiesen worden, dass die Größe der Augen und der Optici bei Säugern im Allgemeinen² im direkten Verhältnis zur Größe des vorderen Vierhügel-paares, bei den übrigen Thierklassen des Lobus opticus (Corpora bigemina) steht. Auf die von physiologischer Seite sehr beachtenswerthe Thatsache, dass die Corpora quadrigemina (bzw. die Lobi optici) um so größer sind, je weniger sich der ganze Hirnbau entwickelt zeigt, hat meines Wissens zuerst TIEDEMANN hingewiesen. Relativ am kleinsten sind sie beim Menschen, viel größer bei den Nagern und Fledermäusen. Sie wachsen beträchtlich bei den Vögeln und nehmen

¹ Die Bedeutung der Epiphyse für die Trennung von Zwischen- und Mittelhirndecke bei den Fischen hat, so viel mir bekannt ist, von allen Autoren EHLERS am meisten betont und vergleichend-anatomisch bewiesen. Diese Zeitschr. Bd. XXX. Supplement. Die Epiphyse am Gehirn der Plagiostomen.

² Nicht im Einzelnen, z. B. Fuchs, Ratte, Maulwurf etc. haben im Verhältnis zum Nerv. II. große vordere Hügel.

im Allgemeinen nach abwärts an relativer Größe immer mehr zu und gerade bei den niederen Klassen, namentlich den Fischen, ist dann die Abhängigkeit ihrer Entwicklung von der Entwicklung der Nervi optici am allermeisten in die Augen springend (GOTTSCHÉ, a. a. O. und STANNIUS¹ p. 7). Je weiter man also bis zu einer gewissen unteren Grenze in der Reihe der Wirbelthierklassen nach abwärts steigt, um so mehr nähern sich die Gesamtform des Hirns und die Größenverhältnisse der einzelnen Abschnitte jenem embryonalen Zustand des Gehirns der höheren Vertebraten, wo die Mittelhirnblase durch ihre Größe alle übrigen übertrifft. (Siehe darüber Fig. 4—4 b und vgl. auch die Zeichnungen der Autoren, namentlich von LEURET und GRATIOLET a. a. O. T. II, III, IV etc.) Die Entwicklungsabhängigkeit der Corpora quadrigemina FRITSCH von der Größe der Augen und der Nervi optici, ja sogar ihr regelmäßiges Vorkommen im Fischgehirn geschweige denn bei anderen Klassen ist einstweilen noch zu beweisen.

Allerdings beschränkt sich die anatomische Bedeutung der Lobi optici (Corpora bigemina) der Fische durchaus nicht darauf, Ursprungsganglien der Nervi optici zu sein, allein eben so wenig ist dies der Fall bei denselben Organen der Reptilien und Vögel und den Corpora quadrigemina der Säuger. Nichtsdestoweniger wurden diese Gebilde bei den letztgenannten drei Thierklassen von fast allen Autoren (J. MÜLLER, BAER, BLATTMANN², TIEDEMANN, MECKEL³, WAGNER⁴, STANNIUS und SIEBOLD, STIEDA, GEGENBAUR etc.) für homolog erklärt und nur wenige, wie z. B. TREVIRANUS und LEURET glaubten darin Theile erkennen zu müssen, die bei Säugern zum Großhirn gehören. Das aber war die Folge mangelhafter Untersuchungsmethoden und theoretischer, durch Äußerlichkeiten gestützter Voreingenommenheiten. Wie könnte sonst LEURET a. a. O. p. 227 bei der Mittelfurche der Lobi optici der Reptilien an den Fornix und p. 280 bei der Kommissur der Lobi optici der Vögel an den Balken denken?

Sollten sich nun die Lobi optici (Corpora bigemina) der Fische auf einmal anders verhalten als die der Reptilien? sollte sich auf einmal da, wo man aufklärende Einfachheit erwartet, verwirrende Abweichung von der sonstigen Gesetzmäßigkeit zeigen? Wahrlich, die Lobi optici der Fische sind, so sehr ihre Entwicklung von der des Sehnerven offenbar abhängt,

¹ Das peripherische Nervensystem der Fische anatomisch und physiologisch untersucht. Rostock 1849.

² Mikroskopisch-anatomische Darstellung d. Nervensystems der Batrachier etc. Zürich 1850.

³ Anatomie des Gehirns der Vögel. D. Archiv für Physiol. II. Bd.

⁴ Lehrbuch der vergl. Anatomie.

zwar kein einfaches Ganglion des Nervus opticus, aber, wie man der Detailbeschreibung entnehmen wird, auch gewiss nicht wesentlich complicirter als das Mittelhirn der übrigen Wirbelthierklassen, das übrigens noch nach vielen Seiten hin der Aufklärung harrt, und jedenfalls hat man vergleichend-anatomisch keinen hinreichenden Grund, in ihnen Dach- und Seitenwand eines ungewöhnlichen Zwischenhirns zu erkennen. Sie sind das Mittelhirn der Knochenfische, ihr Dach in specie das Homologon des vorderen Vierhügels der Säuger.

Die *Lobi inferiores* homologisirt FRITSCH mit den Corpora mammillaria der Säuger. Die Corpora mammillaria der Säuger sind bekanntlich vorzüglich charakterisirt durch die Säulen des Fornix der Autoren (Fornix descendens MEYNERT und Funiculus VICQ D'AZYR). Die Angabe des TREVIRANUS, je größer die Einfachheit in den Windungen, um so flacher und inniger zu einer einzigen Masse verbunden seien die Corpora candicantia, besagt zwar nur im Allgemeinen die Abhängigkeit dieser Körper von der Entwicklung der Großhirnhemisphären (Ammonshorn, Fornix descendens), die bekanntlich auch im Verhältnis steht zur Ausbildung des Thalamus opticus, wclch letztere wieder die Größe des Funiculus VICQ D'AZYR einigermaßen bestimmt. Im Einzelfalle erlaubt jedoch das äußere Ansehen der Brusthöcker durchaus keinen sicheren Schluss auf die Ausbildung dieser Fasersysteme.

Den Vögeln werden äußerlich wahrnehmbare Corpora candicantia meist abgesprochen¹. Ob sie ein Äquivalent des Säuger-Fornix haben, ist einstweilen noch eine offene Frage. Jedenfalls entspricht die »strahlenförmige Scheidewand« der Autoren diesem Gebilde nicht. Die »patte d'oie« tritt vor den *Lobi optici* an der oberen äußeren Fläche des Thalamus opticus zu Tag, umschlingt unmittelbar vor dem Tractus opticus den Pedunculus cerebri von außen und zerfährt dann in der bekannten Weise an der medialen Oberfläche der Großhirnhemisphären. Eine homologe Bahn haben, wenn ich mich nicht täusche, auch die Reptilien. Reptilien und Amphibien werden Fornix und Corpora mammillaria gleichfalls ziemlich allgemein abgesprochen. Ich selbst habe diese Organe hier einstweilen nicht feststellen können. Auf einmal sollten nun mit den Knochenfischen absolut und relativ wirklich ganz bedeutende Brusthöcker auftreten. Ich habe bereits gesagt, dass der Fornix FRITSCH kein Homologon des Fornix ist. So weit sich der Vergleich hierauf stützt, ist er also hinfällig. Die *Lobi inferiores* der

¹ Zwei kleine Höckerchen hinter dem Chiasma nach außen vom Infundibulum und den Nervi oculomotorii finde ich regelmäßig. Fig. 2. Lob. inf. ?

Knochenfische haben Faserverbindungen mit allen Gehirnabschnitten, also auch mit den Hemisphären, und zwar sind diese letzteren sogar relativ beträchtlich. Es soll der Detailbeschreibung vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob sich unter ihnen ein dem Fornix vergleichbares System, und ferner, wie weit sich in den Lobi inferiores noch eine Ansammlung jener Systeme feststellen lässt, die außer Fornix und Funiculus VICO D'AZYR den Brusthöckern der Säuger zukommen.

Berücksichtigen wir einstweilen nur die örtlichen Beziehungen der Lobi inferiores zum Trichter, zum Tuber cinereum (Trigonum fissum GOTTSCHE) und zum III. Ventrikel, wonach sie zur Wand dieser Höhle zu rechnen sind, so haben wir in ihnen zunächst Ganglien des Zwischenhirns, also des Thalamus opticus im weitesten Sinn oder in specie Ganglien der Tubergegend, d. i. Homologa der Regio subthalamica, von Tuberganglien und eventuell der Corpora candicantia der höheren Thiere zu erkennen.

Die Tori semicirculares Halleri, die FRITSCH geradezu den Thalami optici vergleicht, vermag ich nicht hierfür zu halten. Einmal geht der Aquaeductus Sylvii erst vor ihrer größten Entwicklung in den III. Ventrikel über, welchen sie selbst direkt nirgends begrenzen (Fig. 54, 55, 57), und zweitens stehen sie nach hinten in naher örtlicher Beziehung zum Kleinhirn, bzw. der Valvula cerebelli (Fig. 48, 55). Vielleicht ist auch beachtenswerth, dass sich von der zwischen Tectum opticum, Torus semicircularis und Valvula cerebelli eingeschobenen Falte der Pia mater zahlreiche mächtige Bindegewebszüge und Blutgefäße tief zwischen diese drei Hirnthteile einsenken. Eine exakte Homologisirung der Tori semicirculares ist aber dadurch sehr erschwert, dass dieselben bei dem dicht in einander geschobenen Mittel- und Zwischenhirn den Übergang von dem einen in das andere theilweise vermitteln, und ferner dadurch, dass bei den höheren Thieren bezüglich der Nervenfaserbahnen im Mittelhirn noch sehr viel Unklarheit herrscht. So würde ich die Tori am liebsten um ihrer Beziehungen zum Opticus und zur Commissura transversa Halleri (Comm. inferior GUDDEN) willen, so wie wegen ihres topographischen Verhältnisses zur Seitenwand des III. Ventrikels (Thalamus opticus) mit den Corpora geniculata interna der Säuger vergleichen, allein die diesbezügliche Unsicherheit unserer Kenntnisse bei den letzteren beeinträchtigen sehr die Zuverlässigkeit des Vergleiches. Natürlich denkt man zunächst an die Seitenwandverdickungen in den Lobi optici der Reptilien¹ und an die Anschwel-

¹ Der Anschwellungen in der Corpora bigemina der Krokodile gedenkt bereits

lungen in den Sehlappen der Vögel. Jedenfalls sind die Tori partielle Verdickungen der Basis und Seitenwand des Mittelhirns in seinen hinteren Abschnitten. Dafür aber, glaube ich, fehlen die Beweise, dass man in ihnen weit nach hinten ausgezogene Thalami optici zu erkennen habe.

Nach dem Gesagten bietet die Fig. 48, ein nahe der Mittellinie geführter Sagittalschnitt von *Cypr. carpio*, der unsere Auffassung der einzelnen größeren Abschnitte des Knochenfischgehirns in übersichtlicher Weise darstellen soll, dem Verständnis keine Schwierigkeiten. Ihre Übereinstimmung mit dem von FOREL¹ gezeichneten Sagittalschnitt vom Kaninchen bedarf keiner Erläuterung.

Über Hinterhirn *H* und Nachhirn *N* (gekreuzt schraffirt) ist gar kein Zweifel. Die Grenze zwischen Mittelhirn *M* (schräg) und Zwischenhirn *Z* (vertikal schraffirt), welche durch das MEYNERT'sche Bündel ausgedrückt ist, hat zwar etwas Willkürliches, aber sie ist in so fern die relativ zuverlässigste, als das Bündel in Wirklichkeit der embryologischen Grenze ziemlich entspricht und, was hier noch werthvoller ist, durch sämtliche Wirbelthierklassen sich in gleicher Weise wiederfindet.

Wir werden also im Allgemeinen zum Mittelhirn rechnen, was dorsal, zum Zwischenhirn, was ventral von der Verlaufsebene des MEYNERT'schen Bündels liegt.

Auch die Grenze zwischen primärem *Z* (vertikal) und sekundärem Vorderhirn *V* (horizontal schraffirt) ist einigermaßen theoretisch konstruirt. Sie ist unmittelbar hinter der vorderen Kommissur gezogen in Berücksichtigung der embryologischen Thatsache, dass sich diese Kommissur unmittelbar vor der embryonalen Schlussplatte des Zwischenhirns bildet. In der That besteht die Kommissur² bei den darauf hin untersuchten Cyprinoiden zum guten Theil aus grauer

J. MÜLLER. RABL-RÜCKHARD zeichnet sie vom Alligator (diese Zeitschrift. Bd. XXX. Taf. XIX, Fig. 4 (48) ohne indess eine eingehende vergleichend-anatomische Deutung davon zu geben.

¹ Untersuchungen über die Haubenregion etc. Archiv für Psych. Bd. VII. T. IX, Fig. 27.

² Der faserige Theil der Commissura anterior besteht bei den Cyprinoiden aus einem größeren dorsalen Abschnitt, der eigentlichen Kommissur der Hemisphären, und einem von letzterem wohl getrennten schwächeren ventralen, dem Homologen der Pars olfactoria der Commissura anterior der Säuger (Fig. 48). cf. GANSER, Über die vordere Hirnkommissur der Säugethiere. Archiv für Psychiatr. Bd. IX; auch BAUDELLOT a. a. O. sagt bereits p. 103: la racine interne du nerf (statt tractus) olfactif s'avance jusqu'à la commissure interlobulaire; arrivée en ce point, une partie de ses fibres m'a semblé pénétrer dans cette commissure.

Substanz, die sich bei einer frontalen Karpfenreihe sogar bis auf die Basis fortsetzt und eine förmliche vordere Wand bildet. Die obere Grenze des Zwischenhirns ist zum Theil durch das aus der Zirbel kommende Homologon der Taenia thalami optici angezeigt.

Deutlich zeigt die Figur wie sich durch das starke Vordrängen des Mittelhirndaches Mittel- und Zwischenhirn bei den Knochenfischen in einander schieben.

II. Untersuchungsmaterial und Untersuchungsmethode.

Folgende Knochenfische habe ich mikroskopisch vorzüglich untersucht:

Esox lucius L.,
Salmo fario L.,
Cyprinus carpio L. (Fig. 4),
Barbus fluviatilis Ag.,
Abramis brama Flem.,
Leuciscus cephalus L.,
Cobitis fossilis L. (Fig. 5).

Außer diesen in einzelnen Theilen:

Leuciscus?,
Lucioperca sandra Cuv.,
Salmo salvelinus L.,
Gadus aeglefinus L.,
Gobio fluviatilis Flem.,
Alburnus lucidus Heck.

Zur makroskopischen Untersuchung standen mir zu Gebote außer den schon genannten die frischen Gehirne von:

Salmo salar L.,
Salmo hucho L.,
Solea vulgaris Quens.,
Pleuronectes platessa L.,
Thymallus vulgaris Nilss.,
Coregonus Wartmanni Bloch. (Fig. 40),
Cobitis barbatula L.,
Cobitis taenia L.,
Perca fluviatilis,
Carassius vulgaris Nilss.

Die meisten der zur mikroskopischen Untersuchung verwendeten Gehirne habe ich in wässriger Lösung von Kali bichromicum gehärtet, auf dem alten GRÜDEN'schen Mikrotom geschnitten, schnittweise mit Karmin tingirt und die Schnitte in der bekannten Weise durch Alkohol und Nelkenöl in den Kanadabalsam gebracht. Manche Reihen sind hierbei außerordentlich wohl gelungen. Es sind von

Esox lucius:

- 1 sagittale,
- 1 horizontale,
- 1 frontale (von Professor FOREL in Zürich); bei keiner ist das Vorderhirn vollständig erhalten.

Salmo fario:

- 1 frontale,
- 1 horizontale (beide ohne Vorderhirn),
- 1 schräge, von hinten oben nach vorn unten, durchs Zwischen-, Mittel-, Hinter- und einen Theil des Nachhirns,
- 1 schräg horizontale, in entgegengesetzter Richtung als die vorausgegangene durch Zwischen-, Mittel-, Nach- und einen Theil des Hinterhirns.

Cyprinus carpio:

- 1 frontale, durchs ganze Gehirn und einen Theil des Rückenmarks,
- 1 frontale, vom oculomotorius ins Rückenmark,
- 2 frontale, vom Vorderhirn in die Mitte des Nachhirns,
- 3 sagittale, durchs ganze Gehirn,
- 1 horizontale, durchs ganze Gehirn,
- 1 schräg horizontale, von hinten unten nach vorn oben ansteigend, durchs ganze Gehirn.

Barbus fluviatilis:

- 1 horizontale, durchs ganze Gehirn,
- 1 schräge, von hinten oben nach vorn unten, durch Vorder-, Zwischen-, Mittel- und den größten Theil des Hinterhirns,
- 1 schräge, in umgekehrter Richtung als die vorhergehende durch Zwischen-, Mittel- und den größten Theil des Nachhirns,
- 1 schräg horizontale, nach vorn oben ansteigend, durchs ganze Gehirn.

Abramis brama:

1 sagittale, durchs ganze Gehirn,

Leuciscus cephalus:

1 horizontale, durchs ganze Gehirn.

Außer diesen größeren Reihen habe ich noch eine Anzahl kleinerer, in den verschiedensten Richtungen ausgeführt durch den Bulbus olfactorius von Carpio und Barbus, frontale und horizontale durchs Vorderhirn derselben Thiere, und eine schräge, nach hinten oben ansteigende, durch die untere Olive von Barbus. Ferner von:

Lucioperca sandra:

1 sagittale (unvollkommen).

Salmo salvelinus:

1 horizontale (unvollkommen).

Gadus aeglefinus:

1 horizontale (unvollkommen).

Alburnus lucidus:

1 schräge, von vorn oben nach hinten unten abfallend, durch Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn.

Zu diesem Material aus normalen Gehirnen kommt von

Barbus fluviatilis:

1 frontale, mit Atrophie eines Nerv. opticus, durch Zwischen-, Mittel- und einen Theil des Hinter- und Nachhirns (Fig. 11 a),

1 schräge, nach vorn unten abfallende, mit Atrophie eines Opticus, durch dieselben Gehirntheile (Fig. 11 b) und von

Cobitis fossilis (Fig. 12):

1 frontale, durch das ganze Gehirn, mit Atrophie eines Nerv. opticus.

Neben diesen zahlreichen Karminreihen hatte ich eine einzige durchgehende doch nur zum Theil wohl gelungene, mit Übersmiumsäure behandelte und auf einem kleinen Mikrotom unter Alkohol geschnittene frontale Reihe von Barbus fluviatilis, eine zweite frontale von demselben Thier durch Zwischen- und Mittelhirn, eine dritte frontale durch Zwischen- und Mittelhirn von Gobio fluviatilis, ferner eine vierte frontale durch den größeren Theil der Oblongata von einer Laube,

endlich eine schräge, nach vorn unten abfallende durchs Vorder-, Zwischen-, Mittel- und einen Theil des Nachhirns von *Esox lucius* und eine zweite von demselben Thier und in derselben Richtung angelegte durchs Zwischen-, Mittel- und Hinterhirn.

An vergleichend-anatomischem Material standen mir zur Verfügung drei unvollkommene frontale Karminreihen von *Anguis fragilis* (Fig. 8), eine schräge, nach vorn und unten abfallende, von *Lacerta agilis*, eine unvollkommene horizontale von *Tropidonotus natrix* (Fig. 3) und einzelne reihenlose Schnitte von *Rana esculenta* und *Salamandra atra*; ferner eine von Professor FOREL in Zürich angefertigte frontale Reihe von *Columba domestica*, sowie zwei kleine (frontal und horizontal — letztere mit einseitig atrophischem N. opticus) von Direktor GRASHEV in Deggen-dorf aus freier Hand sehr gut geschnittene Orientirungsreihen von demselben Thier, und endlich von Säugern der ganze reiche Schatz der Münchener Kreisirrenanstalt. Für die unbeschränkte Benutzung des letzteren bin ich Herrn Professor VON GUDDEN zu hohem Danke verpflichtet.

Meine besten und wichtigsten Schnittreihen von Knochenfischen, die ich am eingehendsten untersucht habe und auf die sich auch die Detailbeschreibungen beziehen, sofern nicht ausdrücklich andere Objekte namhaft gemacht werden, sind die Cyprinoiden.

Ausgehend von der Überzeugung, dass sich die wesentlichen Grundzüge der Hirnarchitektur, deren Feststellung doch nächster und wesentlichster Zweck einer vergleichend-anatomischen Untersuchung des Fischhirns sein muss, in den verschiedensten Gattungen und Arten einer systematischen Ordnung oder Unterordnung gleich verhalten werden, hätte mich auch vor Beginn dieser Untersuchungen die Angabe von FRITSCH (a. a. O. p. 35), dass die Gehirne der Cyprinoiden »die schlechteste Grundlage allgemein gültiger Vergleichen geben«, nicht von dem besonderen Studium eben dieser Thiere abwendig machen können. Wer sich die Mühe nehmen will, die von mir untersuchten Fische nachzuuntersuchen, wird mit ein paar Reihen erkennen, wie sehr sich alle diese Thiere in der principiellen Anordnung ihrer Gehirnthteile unter einander gleichen. Er wird auch manche Irrthümer in den Detailangaben jenes Autors bezüglich der Cyprinoiden erkennen; er wird nämlich zwischen den hinteren Längsbündeln (Fasciculi teretes) keinen intermediären Zug (OWEN) eingeschaltet finden, wird nicht nur im Wesentlichen, sondern vielfach auch im Einzelnen dieselbe mediale Vereinigung der beiden Hälften des Tectum opticum wie bei anderen Gattungen (Hecht, Forelle) beobachten; er wird allerdings neben dem Tuberculum impar (Lob. trig. Fig. 18, 19, 25, 26, 27, 50), das übrigens

in der Mittellinie einer unvollkommenen bindegewebigen Scheidewand nicht entbehrt (Fig. 25)¹, auch eine partielle dorsale Vereinigung der Tubercula acustica (Fig. 19, 28, 29, 30) und Lobi vagi (Fig. 19, 22) entdecken, indess kann dies doch eben so wenig für eine wesentliche Störung der principiellen Anordnung erklärt werden als z. B. bei den Säugern die Vereinigung der Corpora mammillaria zu einem unpaaren Körper²; er wird allerdings bei den Cyprinoiden einzelnen Eigenthümlichkeiten begegnen, aber gerade in diesem abweichenden Verhalten gegenüber sonst ziemlich nahe stehenden Gattungen das Unwesentliche, Zufällige derselben erkennen und vor Täuschungen bewahrt bleiben, die äußerliche Ähnlichkeit so leicht hervorrufen und denen auch FRITSCH nicht ganz entgangen ist³.

Ein ausgesprochener Vorzug der Cyprinoiden, den man auch in jeder anderen Wirbelthierklasse mit besonderen Hoffnungen begrüßen würde, sind die relativ sehr bedeutenden Hirnnerven, namentlich Vagus, Acusticus und Quintus. Es sind ja gerade diese Nerven, die den Bau der Oblongata aufs wesentlichste beeinflussen und andererseits bei sämtlichen Wirbelthierklassen noch mangelhaft genug erkannt sind. FRITSCH hat auf ihre Mannigfaltigkeit, insonders auf die des Trigemini, bei den Knochenfischen überhaupt aufmerksam gemacht.

Wenn also bei den Cyprinoiden mit großen Schwimmblasen, einem ausgedehnten, durch Barteln etc. noch verbreiterten Tastbezirk und einem beträchtlichen Gehörapparat eine große Entwicklung der korrespondirenden Nerven Hand in Hand geht, so sind dagegen gewaltige Optici und Augenbewegungsnerve die Domäne der Raubfische. Man begreift die erstaunliche Sicherheit, mit der die Forelle eine Mücke im

¹ Schon VULPIAN sagt in den Leçons a. a. O. p. 822 vom Lobus trigemini des Karpfen: »le renflement offre même un très léger sillon antéro-postérieur, lequel indique la réunion de deux masses laterales en une seule«.

² Ich mache übrigens noch aufmerksam auf die Beobachtungen von BAUDELOT a. a. O. p. 76: le plus ordinairement les lobes postérieures sont bien développés et soudés sur la ligne médiane . . . par exemple chez la Perche, la Plie, l'Éperlan, l'Alose, le Merlan, l'Orphie, le Maquéreau, le Congre etc. Il est plus rare que le IV. ventricule reste complètement ouvert en arrière. Ferner p. 88: Dans la plupart des cas chaque lobe optique touche celui du côté opposé dans toute l'étendue de son bord interne . . . (Brochet, Perche, Saumon, Épinoche, Chabot, Merlan, Trigle, Véron etc.); mais d'autre fois il n'en est plus de même; ainsi chez le Hareng et l'Alose l'union des deux lobes . . . se fait . . . seulement dans leur moitié antérieure.

³ Auffällig in dieser Hinsicht erscheint mir, dass FRITSCH a. a. O. Fig. 14 und 15 die Seitenlappen der Valvula cerebelli bei den Cyprinoiden für die Tori semicirculares, bzw. für die Thalami optici hält.

Strudel erblickt und erschnappt, wenn man dieses kolossalen Opticus mit seinem Lobus ansichtig wird, allein man wundert sich auch nicht mehr darüber, dass dasselbe Thier einen goldenen Köder oder eine seidene Mücke ergreift, wenn man daneben seine unbedeutenden Hemisphären betrachtet¹. Für das Studium dieses außerordentlich ausgebildeten Sehreflexapparates sind allerdings die Raubfische den Cyprinoiden vorzuziehen.

Vielleicht noch fruchtbarer ist die Kehrseite dieser Betrachtung. Sie fußt in der GUDDEN'schen Exstirpationsmethode, die ich Archiv für Psychiatrie Bd. VII weitläufig beschrieben habe. GUDDEN selbst hat seine Methode bis jetzt nur auf Warmblüter (Säuger und Vögel) angewendet; ich freue mich sehr, auch ihre Anwendbarkeit auf die Kaltblüter (Amphibien und Fische) erfahren zu haben, wenn auch meine Beobachtungen einstweilen in Folge ungünstiger äußerer Bedingungen leider noch sehr unvollkommen sind.

Im Oktober und December 1878 habe ich einer Anzahl Individuen von *Barbus fluviatilis* mit einem Gewicht von circa 100—200 gr verschiedene Hirnnerven (*I, II, III, IV, VI, Äste des V. und X*) theils ausgerissen, theils dissecirt und die operirten Thiere innerhalb eines Behälters in einen Isarkanal versetzt. Die Wunden heilten sehr rasch; Lücken dagegen, wie sie z. B. nach Ausräumung einer ganzen Orbita entstanden, füllten sich langsam mit sulzigem Bindegewebe. Sämmtliche operirten Thiere, selbst die mit doppelseitiger Eucleation des Bulbus opticus, blieben den ganzen Winter vollständig gesund, nur magerten sie etwas ab, da sie keine Nahrung aufnahmen. Im Mai 1879, also nach fünf bis sieben Monaten, war ich genöthigt die meisten zu tödten. Mit Ausnahme eines einzigen, bei welchem sich nach Eucleation eines Bulbus opticus der entsprechende Nerv in seinem centralen Verlauf von gelbem Pigment durchsetzt zeigte, erschienen die Gehirne durchaus normal. Es sah aus, als wäre der Stoffwechsel der Thiere über den Winter ungemein herabgedrückt gewesen, als hätten sie eine Art von Winterschlaf durchgemacht und in Folge dessen keine sekundäre Entartung der angegriffenen Nerven erlitten. Hierfür spräche auch das sonstige Verhalten der Barben, wonach sich dieselben in der kalten Jahreszeit an tiefen Stellen der Flüsse in Haufen sammeln und, einer dicht an den anderen gedrängt, überwintern sollen.

¹ BAUDELLOT a. a. O. sagt p. 403: la destruction de ses lobes optiques jette, en effet, aussitôt le poisson dans la stupeur; tandis que l'ablation de ses lobes cérébraux paraît ne lui faire perdre aucune de ses facultés. Nach VULPIAN's Experimenten soll dagegen die Zerstörung der Hemisphären bei den Fischen den Verlust der willkürlichen Bewegungen zur Folge haben.

Zwei der operirten Thiere mit je einem enucleirten Bulbus opticus konnte ich dagegen bis Ende August 1879 (also nur noch über drei Monate) in einem Bassin weiter erhalten, worauf sie wider meinen Willen getödtet wurden. Leider kamen sie bereits etwas verwest in meine Hände, so dass die mikroskopischen Präparate weniger gut geworden sind, als dies sonst bei dieser Species der Fall ist. Jetzt war aber ein ziemlich beträchtlicher Unterschied zwischen den Nervi und Lobi optici beider Seiten zu konstatiren, wie er in den Figuren 11 a, 11 b, 13 a und 14 wiedergegeben ist.

Später hatte ich Gelegenheit, eine Anzahl ganz junger Lauben zu gewinnen. Diese jungen Thierchen eignen sich sehr zu Operationen besonders an den Centralorganen. Man sieht die einzelnen Hirnschnitte durch die Schädeldecke durchschimmern und kann mit einer Nadel oder mit einem feinen scharfen Messerchen leicht zu ihnen gelangen. Ein Theil der Thierchen erträgt die Wegnahme oder Zerstörung bestimmter Hirntheile ohne Gefahr fürs Leben. Einzelne sah ich nach Verletzung eines Lobus opticus ein bis zwei Tage lang in Korkziehtouren schwimmen. Die Drehungen erfolgten regelmäßig nach der verletzten Seite¹. Auch erwachsene Individuen von *Cobitis barbatula* und *taenia*, denen ich einzelne Hirntheile weggenommen hatte, fand ich nach über drei Monaten noch munter und scheinbar normal. Leider konnte ich die Gehirne in der Folge nicht näher untersuchen.

Von meinen Eingriffen bei älteren Thieren habe ich in der verhältnismäßig kurzen Zeit, welche dieselben nach der Operation noch zu leben hatten, nur eine theilweise Atrophie erwartet. In der That ist bei den beiden Barben Fig. 11 a und 11 b der atrophische Nerv mit seinem Lobus nur einfach kleiner als der normale mit seinem Lobus, außerdem aber finde ich keine sicheren Unterschiede; es sieht nicht anders aus als ob Nerv und Centrum einfach im Wachstum stillgestanden wären (Fig. 13 a und 14).

Auch bei zwei erwachsenen Schlammpeitzgern (*Cobitis fossilis*), die ich nach Entfernung eines Auges und einzelner die Orbita durchsetzender Äste des Quintus derselben Seite über ein Jahr lang (August 1879 bis September 1880) im Zimmeraquarium fütterte, erschienen die angegriffenen Nervi optici einfach kleiner (Fig. 12, 15) als die gesunden.

¹ Die Drehbewegungen nach Zerstörung eines Lobus opticus (Lobe bijumeau) sind bereits von FLOURENS beobachtet. Außerdem haben auch DESMOULINS, MAGENDIE, VULPIAN und BAUDELLOT Extirpationsversuche am Gehirn der Fische angestellt.

Ganz dieselbe Erscheinung bieten ferner die Sehnerven einiger ziemlich erwachsener Exemplare von *Salamandra atra*, die ich acht Monate nach Entfernung eines *Bulbus opticus* tödtete. Fig. 13 b zeigt die beiden Sehnerven eines Thieres in circa dreifacher Vergrößerung. Diese Experimente beweisen, dass auch die Amphibien trotz ihrer hohen Regenerationsfähigkeit der sekundären Nervendegeneration unterliegen und widerlegen wenigstens fürs erwachsene Thier die da und dort ausgesprochene Ansicht, dass sich bei ihnen sogar zerstörte Augen wieder neu ersetzen.

Auch in der Natur kommen normalerweise bei Knochenfischen einseitige Atrophien vor. Der rechte (obere) Nervus und *Bulbus olfactorius* der Schollen ist beträchtlich größer als der andere. An den Hemisphären habe ich jedoch bei den auf hiesigen Markt gebrachten halbverwesten Exemplaren fast keinen Unterschied bemerkt. Sofern sich dies auch an gutem Material bestätigt (siehe dagegen GOTTSCHE a. a. O. p. 479), spricht es, da die übrigen Hirntheile symmetrisch sind, für eine partielle Kreuzung der *Tractus olfactorii* innerhalb der *Commissura anterior*.

Auf der Weltausstellung in Paris im Jahre 1878 konnte man merkwürdige Monstrositäten bei Aquariumfischen sehen, z. B. Individuen mit einem großen stark hervortretenden und einem kleinen tiefer liegenden Auge. Zweifellos entsprechen diesen äußeren Asymmetrien auch solche der nervösen Centralorgane.

Wenn ich jetzt zum speciellen Theil dieser Arbeit übergehe, so bespreche ich vom Rückenmark ausgehend die einzelnen embryologischen Abschnitte des Gehirns in der Reihenfolge: Nachhirn, Hinterhirn, Mittelhirn, Zwischenhirn und Vorderhirn mit *Bulbus olfactorius*. Dabei denke ich mir den Fisch schwimmend und gebrauche die Ortsbezeichnungen:

hinten = caudal,
 vorn = nasal,
 oben = dorsal,
 unten = ventral,
 außen = lateral,
 innen = medial.

Nur wenige allgemein übliche Ausdrücke, wie z. B. Vorderstrang, Hinterstrang (statt Unterstrang, Oberstrang) etc., die gar kein Missverständnis zulassen, stehen mit diesen Ortsbezeichnungen in Widerspruch.

III. Specieller Theil.

a. Oblongata. Nachhirn. N.

Hinteres Längsbündel (FRITSCH, РОНОН), H. L. der Figuren,
 Vorderstranggrundbündel (FRITSCH),
 Centrales Längsbündel (STIEDA),
 Vordere Pyramiden, Eminentiae, Funiculi teretes der Autoren.

Mit Beginn der Oblongata (Fig. 21, 22) wird der Vorderstrang des Rückenmarks durch die ventralwärts sich ausdehnenden Vorderhörner und den austretenden vordersten Halsnerven (*I. sp.* [XII.]) vom übrigen Markmantel förmlich abgetrennt. Dieser abgeschlossene Vorderstrang ist durch die Fortsetzung der unteren Kommissur des Rückenmarks (Comm. accessoria MAUTHNER [*Comm. acc. M.* Fig. 20, 21], Comm. transversa STIEDA) in einen kleineren dorsalen und größeren ventralen Abschnitt getheilt, eine Anordnung, die sich fast bis ans Ende seiner Fortsetzung als hinteres Längsbündel der Oblongata erhält. Die vorherrschend dicken Fasern, wovon die dicksten und darunter auch die beiden MAUTHNER'schen (*M. F.*) im dorsalen Abschnitt liegen, bilden den Grundstock des letzteren. Die hinteren Längsbündel liegen dem entsprechend durch die ganze Oblongata unter der Fortsetzung des Centralkanals und zu beiden Seiten der Raphe.

Bedenkt man, dass das hintere Längsbündel auf seinem Weg vom Rückenmark ins Mittelhirn an Umfang bald zu- bald abnimmt, — die größte Ausdehnung erreicht es im Ursprungsgebiet des Nerv. acustic. und des motorischen Quintus, wobei ich selbstverständlich mit ihm verlaufende Wurzeln peripherer Nerven von seiner Betrachtung ausschließe — bedenkt man, dass das Bündel in der Höhe des Nerv. trochlearis, noch mehr aber vor seinem Ende jenseits des Oculomotorius trotz eines zweifellosen Zuschusses aus der Oblongata kleiner ist als beim Eintritt in die letztere, so folgt, dass das Plus von Fasern, das in seiner Bahn zwischen Rückenmark und centralem Ende verläuft, entweder unterwegs enden oder auf anderen Wegen vordringen muss. Diese Betrachtung veranlasst, die Beschreibung seines Verlaufs und seiner Endigung zu trennen.

Hinteres Längsbündel der Oblongata. Mauthner'sche Fasern. *M. F.* der Figuren.

Am hinteren Längsbündel in seinem Verlauf durch die Oblongata

interessiren uns zunächst ihrer ungewöhnlichen Größe willen die beiden MAUTHNER'schen Fasern (*M. F.*). Im Allgemeinen sind dieselben mehr ausgezeichnet durch den Umfang ihrer Markscheide als die Dicke des Achsencylinders. So finde ich im oberen Halsmark eines großen Karpfen den Achsencylinder kaum dicker als bei anderen dicken Fasern im Vorderstrang, die Markscheide aber sechs- bis achtmal so groß. In der Oblongata mittelgroßer Exemplare von Hecht und Bachforelle ist das Verhältnis zu Gunsten der Markscheiden fast noch günstiger. Bei einem jüngeren Individuum von *Cypr. carpio* ist hingegen eine mäßig große Scheide von einem kolossalen Achsencylinder fast ganz ausgefüllt.

Die Markscheide ist immer concentrisch stark geschichtet (zwiebel-schalenartig), der Achsencylinder bei der letzterwähnten Reihe auf dem Querschnitt fein getüpfelt, ein anderes Mal auf Horizontalschnitten gestrichelt, wie aus feinen Reiseren zusammengesetzt, in anderen Fällen endlich — und dies ist die Regel — hat er das weiche homogene Aussehen eines gewöhnlichen Nervenzellenfortsatzes und zeigt Schwankungen im Kaliber, die mindestens auffallend wären, wenn er aus einem Bündel primitiver Elemente bestände. Auf horizontalen Schnitten habe ich auch nie eine deutliche Abzweigung gesehen, auch nicht an einem Sagittalschnitt von *Abramis brama*, wo eine MAUTHNER'sche Faser vom Vagus kern an dem Rückenmark zu fast auf Centimeter Länge frei, wie präparirt, vorliegt. Dagegen sind bei meiner gelungensten frontalen Karpfenreihe in der Höhe des Vagus kerns mehrmals nach einander zwei Achsencylinder in derselben Scheide einer MAUTHNER'schen Faser und an anderen Frontal- und auch Sagittalschnitten von derselben Species gewahrt man kurze Ästchen, die sich vom Achsencylinder ähnlich wie die DEITERS'schen Fortsätze von den Nervenzellen erheben. Diese letztgenannten Thatsachen sprechen dringend zu Gunsten der von FRITSCH ausgesprochenen Vermuthung, dass die dem Schwanz zu sich verjüngende Faser Abzweigungen bilde.

Im Werk des eben genannten Autors ist mir aufgefallen, dass ihm das Ende der MAUTHNER'schen Fasern in der Oblongata und auch, dass ihm die Angabe STIEDA's, die Fasern enden daselbst in »gewissen sehr großen Zellen«, entgangen ist. Ich habe keine Reihe durch das verlängerte Mark, wo ihr Ende nicht mindestens einigermaßen deutlich wäre. Die MAUTHNER'schen Fasern kreuzen sich nämlich unter dem Epithel des IV. Ventrikels in der von den Autoren angegebenen Frontalebene (Fig. 34) und treten jederseits zu einem lateral vom hinteren Längsbündel liegenden Gebilde, das man allerdings für eine eigenthüm-

liche, sehr große Zelle halten muss (Fig. 16). Dieselbe hat eine starre weite Bindegewebskapsel, welche einen relativ kleinen Protoplasma-leib und zwei sehr große Fortsätze einschließt, einen lateralen (*L. F.*) und einen ventralen. An der Abgangsstelle des lateralen liegt in dessen Verlaufsrichtung ein langgestreckter, dichter, durch Karmin sehr stark gefärbter Kern mit einem ähnlichen Kernkörperchen. Vor ihrem Eintritt in das Endorgan schwillt die MAUTHNER'sche Faser, nachdem sie sich zuvor im Allgemeinen verschmälert hatte, noch einmal leicht spindelförmig an und hat hier wie auch der Zellenleib und die großen Fortsätze gerade an meinen deutlichsten Präparaten ein ausgesprochenes fibrilläres Aussehen. Dabei ist freilich zu beachten, dass die zu Faserverfolgungen günstigsten Karminpräparate einen leichten Grad von Schrumpfung zeigen und dass dies fibrilläre Aussehen eben so wie auch die Retraktion des Zellenleibes und der großen Fortsätze von der starren Kapsel vielleicht nur Folge der Präparation ist. An geschrumpften Präparaten erscheinen manchmal auch andere dicke Achsenzylinder fein längsgestrichelt.

Was nun die beiden großen Fortsätze betrifft, so sieht man nach dem Abgang vom Zellenleib ihr Protoplasma von der Kapsel durch körnige Substanz getrennt. Der laterale zieht zwischen den Fasern der gekreuzten absteigenden Acusticuswurzel (*N. VIII. β.*) nach außen und hinten und lässt sich bis nah an den Seitenrand, der andere nach unten und vorn bis nah an die Basis der Oblongata verfolgen. Hierbei zerspalten sie sich mehrfach unter sehr spitzen Winkeln; die Scheide der Abzweigungen ist gleichfalls durch körnige Substanz gebildet. An horizontalen, noch mehr aber an sagittalen Schnitten hat es den Anschein als ob von der Hauptverlängerung der Fortsätze markhaltige Nervenfasern abgehen und je nachdem lateral- oder ventral-nasalwärts in der Richtung gegen die Commissura anulata der Autoren weiterziehen. Diese Beobachtung ist jedoch nicht sicher.

Nach innen und oben liegt dem Leib unserer Zelle ein rundlicher, mit Karmin sich nur wenig färbender und an manchen Präparaten (Barbe) sogar entschieden gelblich (wie Pigment) aussehender Klumpen an, der mir viele Schwierigkeiten gemacht hat. Abgesehen von den zahlreichen Fortsätzen, wodurch die Zellenkapsel mit ihrer Umgebung und namentlich dem Ependym des vierten Ventrikels in Verbindung steht, sieht man nämlich noch von diesem Klumpen Ausläufer ausgehen. Dieselben sind weich, wechselnden Kalibers, dem Centrum zu sich stark verjüngend, gegen die Peripherie unregelmäßig anschwellend, von einer zarten Scheide umgeben. Ich konnte sie nie durch den Klumpen hindurch bis in den Zellenleib hinein verfolgen, auf der

anderen Seite aber haben sie wieder die größte Ähnlichkeit mit Achsencylindern. An feinen mit Überosmiumsäure behandelten Frontalschnitten sieht man, dass der Klumpen selbst sich aus Fasern und körnigen Molekeln zusammensetzt. Leider ist die ganze Untersuchung, die ich vornehmlich an Cyprinoiden vorgenommen habe, hier durch einen heillosen Zusammenfluss von Nervenfasern so erschwert, dass ich mich eines definitiven Urtheils enthalten muss.

Durch seine zahlreichen Fortsätze und die ihn umspinnenden Nervenfasern ist der ganze Endapparat der MAUTHNER'schen Fasern auf dem Horizontalschnitt nicht unähnlich einem Caput Medusae. Ich sehe ihn an manchen Präparaten mit freiem Auge. Mikroskopisch verfolge ich ihn an einer frontalen Karpfenreihe mit Sicherheit durch acht Schnitte. Wenn irgend ein Theil des Fischgehirns scheint mir dieses sonderbare Gebilde die Aufmerksamkeit der Histologen zu verdienen.

Interessant ist die Frage, ob die MAUTHNER'schen Fasern spezifische Gebilde oder einfach sehr große Nervenfasern sind, die sich von andern dicken Fasern des Vorderstranggrundbündels nicht wesentlich unterscheiden. Wenn es sich endgültig bestätigt, dass die Fasern dem Schwanz zu Abzweigungen bilden und wenn meine Beschreibung des Endapparats in der Oblongata auch den Beobachtungen späterer Untersucher gerecht wird, so haben wir es zum mindesten mit etwas Eigenthümlichem, bei höheren Thieren bis jetzt noch nicht Beobachtetem und, wie ich glaube, auch gar nicht Vorhandenem zu thun. STIEDA¹ vergleicht die Fasern mit den von JOHANNES MÜLLER² bei *Petromyzon* beschriebenen und nach ihm von OWSJANNIKOW³ benannten, deren auch REISNER⁴ und KUTSCHIN⁵ unter dem Namen der MÜLLER'schen gedenken. STIEDA, der in der eben citirten Abhandlung p. 45 bemerkt, dass die MAUTHNER'schen Fasern in gewissen sehr großen Zellen der Oblongata enden, betrachtet dieselben wie die MÜLLER'schen als sog. immanente Fasern, d. h. als lang ausgedehnte Kommissuren zwischen zwei sehr großen Nervenzellen; den letzteren schreibt er den Charakter der Sammelzellen⁶ zu. So wenig ich nun dieser STIEDA'schen

¹ a. a. O. Studien über d. Amphiox. p. 44—45.

² a. a. O. Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissensch. 1838. Vergl. Neurologie der Myxinoiden. p. 207.

³ *Disquisitiones microscop. de med. spinal. textura inprimis in piscibus factitatae. Dissertatio. Dorpat 1854. p. 19.*

⁴ *Archiv für Anat. und Physiol. von C. REICHERT und DUBOIS-R. 1860.*

⁵ Über den Bau des Rückenmarks der Neunaugen. Kasan. Dissertat. inaugural. 1863.

⁶ a. a. O. Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Leipzig 1870.

Deutung der MÜLLER'schen Fasern wenigstens in Bezug auf den Amphioxus entgegneten will, so muss ich doch auf Folgendes aufmerksam machen. Wenn man auch beim Vergleich der MAUTHNER'schen Fasern mit den MÜLLER'schen zugiebt, dass die große Markscheide der ersteren — die MÜLLER'schen haben keine Markscheide — der im Allgemeinen höheren Entwicklung der Knochenfische zuzuschreiben ist, so ist doch zu bedenken, dass beiderlei Fasern dem Schwanz zu immer feiner werden und dass die STIEDA'sche Ansicht erst dann eine sichere Stütze hätte, wenn man auch die fein gewordenen MÜLLER'schen oder MAUTHNER'schen Fasern schließlich in eine Zelle einmünden sähe. Denn nach dem Text, p. 44, und der Zeichnung, Taf. III, Fig. 17, sieht STIEDA beim Amphioxus immer nur »kolossale Fasern« im Zusammenhang mit kolossalen Zellen und der Vermuthung, dass die aufsteigenden Fasern sich hier eben so nach oben wie die absteigenden sich nach unten verfeinern, und dass STIEDA also immer nur eine einzige Art der Endigung gesehen hat, steht im Grunde nichts entgegen. A priori wäre es auch nicht abzusehen, warum eine sog. immanente Faser sich nach einer Seite hin regelmäßig verfeinern sollte.

Freilich hat es wohl die meiste innere Wahrscheinlichkeit für sich, dass die MAUTHNER'schen Fasern im Rückenmark mit Zellen in Verbindung treten, sei es nun direkte oder durch Vermittlung von Abzweigungen. Im letzteren Falle verdienten dann wohl die Endorgane in der Oblongata, sofern man überhaupt gegen ihren Nervenzellencharakter nichts einzuwenden hat¹, in vorzüglicher Weise den Namen Sammelzellen, wenn auch nicht ganz im Sinne STIEDA's.

Sind die MAUTHNER'schen Fasern nichts Anderes als zwei ungewöhnlich große Nervenfasern des Vorderstranggrundbündels, so hätte man in ihnen zwei, fast möchte ich sagen grobe Paradigmata für das Verhalten der Fasern dieses Bündels in der Oblongata. Nun sieht man zwar an Horizontalschnitten vielfach dicke Elemente lateralwärts abshwenken und theilweise sich zu den seitlich aufsteigenden Systemen gesellen, welche ihrerseits wieder dicke Fasern ans hintere Längsbündel abzugeben scheinen, andererseits aber findet man öfter, z. B.

¹ Gegenüber der nackten Angabe von STIEDA, die MAUTHNER'schen Fasern enden in »gewissen sehr großen Zellen der Oblongata«, berufe ich mich auf das Voraufgegangene, einstweilen freilich nur mit Rücksicht auf die von mir untersuchten Fische, obwohl zu erwarten ist, dass sich die verschiedenen Genera der Knochenfische hierin im Wesentlichen gleich verhalten werden. Beim Axolotl und Triton cristatus konnte STIEDA das Ende in der Oblongata nicht feststellen. Von Reptilien, Vögeln und Säugern glaube ich mit Sicherheit sagen zu dürfen, dass sie keine MAUTHNER'schen Fasern besitzen.

zwischen Vagus kern und Quintusaustritt, dass dicke Fasern ganz ähnlich den MAUTHNER'schen gegen die Mittellinie umbiegen und sich kreuzen, und wenn man vom Quintus gegen den Trochlearis zu an frontalen Schnitten untersucht (Fig. 33, 34, 35) und bei regelmäßigen Faserkreuzungen in der Raphe das hintere Längsbündel immer kleiner werden sieht, so meint man glauben zu müssen, die Fasern enden in den neben dem hinteren Längsbündel (motorisches Feld) liegenden Ganglienzellen; direkte Untersuchungen haben mich jedoch zu keinem Resultat geführt. Nun ist es ferner eine recht auffällige Thatsache, dass der größte Querschnitt des hinteren Längsbündels in der Oblongata ziemlich genau zusammenfällt mit der größten Entwicklung peripherer (motor.?) Nerven (Acusticus und motor. Quintus), ähnlich wie der Querschnitt des Vorderstrangs im Rückenmark da am mächtigsten ist, wo die stärksten Nerven abgehen (Hals- und Lendenanschwellung). In der That werden die folgenden Beobachtungen zeigen, dass wenigstens ein Theil der Fasern des hinteren Längsbündels die Aufgabe hat, verschiedene Querschnittsebenen des Gehirns mit einander, bzw. mit dem Rückenmark zu verbinden. Es ist nämlich eine bei sämtlichen Wirbelthierklassen leicht zu konstatirende Thatsache, dass sich das hintere Längsbündel bei Passirung des Oculomotoriuskerns nicht unbedeutend verjüngt. STIEDA (Knochenfische, p. 44) spricht die Ansicht aus, dass ein Theil der Fasern in den Nervus oculomotorius übergehe und FOREL a. a. O. sagt: »dass es (hinteres Längsbündel) an dieser Stelle Fasern zum Oculomotoriuskern, zum Nerv oder zur Raphe abgibt, ist höchst wahrscheinlich, doch kaum direkt nachweisbar«. Bei den Fischen seh ich nun eine große Zahl gerade der dicksten Fasern aus dem hinteren Längsbündel in den Oculomotoriuskern hineintreten. In ihrer ganzen Dicke doch ohne deutliche Markscheiden wenden sich dieselben zu Zellen des Kerns und zerfahren unmittelbar vor ihnen in eine Anzahl Äste, die den Zellenleib rings umklammern, ähnlich wie man einen Apfel mit der ganzen Hand umspannt (Fig. 17). Das ist nicht selten. Zuweilen sieht man aber auch einzelne Äste über das Gebiet einer einzigen Zelle hinausgreifen oder selbst ganze Fasern im centralen Höhlengrau sich zerspalten und die sekundären Fibrillen in die Raphe übergehen, ohne in nachweisbare Beziehungen zu Zellen zu treten.

Überhaupt lässt sich ein direkter Zusammenhang der sekundären Fasern mit dem Protoplasma der Oculomotoriuszellen nicht mit unanfechtbarer Sicherheit feststellen, vielmehr scheinen sich dieselben endgültig in dem Fasernetz des centralen Höhlengrau's zu verlieren. Bei schwächerer Vergrößerung oder etwas dickeren Schnitten, wo die ein-

zelen Verzweigungen nicht deutlich werden, hat man allerdings den Eindruck einer ganz plumpen Verschmelzung zwischen Zellen und Fasern. Am meisten empfiehlt sich zu diesbezüglichen Untersuchungen die Forelle um ihres großen Oculomotorius willen.

An Horizontalschnitten und noch mehr an Sagittalschnitten von *Cypr. carpio*, *Barbus* und *Abramis brama* verfolge ich einzelne Fasern aus dem Kern ins hintere Längsbündel und hier eine Strecke weit caudalwärts, also dass über ihr Herkommen kein Zweifel sein kann.

Wiederholt habe ich auch an anderen Stellen der Oblongata nach ähnlichen Endigungen gesehen, jedoch erfolglos. Zwar sieht man auch in den Trochleariskern Fasern aus dem hinteren Längsbündel eintreten, allein ihr ferneres Verhalten in demselben ist mir unbekannt geblieben. Nun ist freilich wohl zu beachten, dass nirgends im verlängerten Mark die räumlichen Beziehungen zwischen hinterem Längsbündel und Zellen der Nervenkerne so günstig sind wie beim Oculomotorius; findet man ja doch vielfach Oculomotoriuszellen mitten im hinteren Längsbündel selbst liegen. Dass mir die Untersuchung von Reptilien, Vögeln und Säugern kein sicheres, mit den Befunden an Knochenfischen übereinstimmendes Resultat ergab, ist vielleicht theilweise auf die ungleich größere Feinheit der Fasern zurückzuführen. Für die Fische aber wird es nach den mitgetheilten und wiederholt gemachten Beobachtungen wahrscheinlich, dass sich unter günstigen Umständen noch andere ähnliche Verbindungen werden finden lassen.

Ende des hinteren Längsbündels im Gehirn.

In einiger Entfernung vor der unteren Olive (ROBON) (*Ol. inf.* Fig. 24, 25, 50) beginnt das hintere Längsbündel der Oblongata sich an seiner ventralen Seite mit mitteldicken Fasern zu verstärken (Fig. 28, 29 etc.), über deren Herkunft ich nichts Sicheres angeben kann. Wenn man Sagittalschnitten, an welchen ihr Verlauf übrigens am besten zu überblicken ist, trauen darf, so treten sie aus dem motorischen Feld derselben Seite hinzu und, indem sie nach vorn im Allgemeinen an Menge zunehmen, bleiben sie bis ins Mittelhirn ein innig verbundener ventraler Antheil des hinteren Längsbündels. Es erhält sich also die schon zu Anfang erwähnte Faservertheilung, wonach die dicksten vorzüglich dorsal, die schwächeren ventral liegen, durch den ganzen Verlauf des Bündels. Ja gerade im Mittelhirn, und zwar unmittelbar bevor es durch die sich kreuzenden Bindearme durchbrochen wird, ist diese Faserordnung am prägnantesten ausgedrückt (Fig. 33, 34, 35). Von

hier ausgehend werden wir auch die centrale Endigung am besten studiren. Dieselbe geschieht folgendermaßen:

1) Eine Partie vorherrschend dicker Fasern setzt dicht am Boden des Aquaeductus über die Bindearmkreuzung hinweg, umgreift den Oculomotoriuskern von der Seite und zerfährt pinselförmig und ungekreuzt in einer Gruppe großer Ganglienzellen, welche dorsal vom MEYNERT'schen Bündel zwischen Commissura posterior und Oculomotoriuskern liegt und also zum Mittelhirn gehört, während sie FRITSCH, der diese Endigungsweise bereits angegeben hat, ein Zwischenhirnganglion nennt. An schräg von vorn oben nach hinten unten abfallenden Horizontalschnitten habe ich die Vereinigung von Zellen und Nervenfasern hier wiederholt mit Bestimmtheit konstatiren können (Fig. 54, 57).

2) Der mittlere und ventrale Abschnitt des hinteren Längsbündels, vornehmlich aus mittelstarken Fasern bestehend, wird durch die sich kreuzenden Bindearme in mehrere Bündel zerlegt, die sich auch jenseits der Bindearmkreuzung nicht wieder vereinigen. Diese Fasern größtentheils und einzelne aus dem dorsalen Abschnitt sind es, die vor dem Oculomotoriuskern jene Kreuzung eingehen, aus der nach FRITSCH die Homologa der MEYNERT'schen Linsenkerenschlingen hervorgehen (*H. L.* × Fig. 55, 57). Dieser Autor zeichnet a. a. O. Taf. VI, Fig. 36 die Kreuzung bei *Belone* mit großer Deutlichkeit; man verfolgt die Fasern auf der Zeichnung bis zum Nucleus corticalis FRITSCH, wo sie enden sollen.

Offenbar ist *Belone* hierfür ein sehr günstiges Objekt. Die Cyprinoiden eignen sich dagegen wenig; die mäßig starken Fasern verlaufen hier in sehr lockerer Anordnung. Besser ist die Forelle und auch der Hecht ist günstiger als die Cyprinoiden. Die gekreuzten Fasern ziehen im Bogen nach vorwärts, übersetzen das Bündel *clf* (*columna fornicis*) FRITSCH (= *Comm. hor. F. + Tr. c. ad Lob. opt.*, Fig. 54) in den hinteren Frontalebene der hinteren Kommissur, wenden sich an dessen äußerer Seite ventralwärts und treten, sich rasch verschmälernd, während im Allgemeinen die Richtung nach vorn immer beibehalten wird, in eine Nervenzellenansammlung ein, welche bei der Forelle nach außen und oben, beim Hecht mehr nach außen und vorn vom Nucleus rotundus FRITSCH und hinten oben und außen vom Corpus genic. extr. FRITSCH liegt, an der Stelle, wo sich das Tectum opticum von der Wand des III. Ventrikels erhebt. Diese Zellenansammlung entspricht der Lage nach so ziemlich dem Nucleus lentiformis FRITSCH. Einzelne Fasern sah ich bei der Forelle von hier aus nach außen gegen das Tectum umbiegen; möglicherweise thun dies alle und alsdann hätten sie Gelegen-

heit, sich mit daselbst liegenden großen Zellen zu verbinden, deren Gesamtheit FRITSCH *Nucleus corticalis* nennt. Eine thatsächliche Verbindung mit diesen Zellen habe ich indessen nie gesehen.

Dieser *Nucleus corticalis* FRITSCH, auf den wir an Ort und Stelle zurückkommen werden, besteht bei der Forelle aus einer beträchtlichen Menge meist schlanker, spindeliger oder pyramidenartiger, zum Theil aber auch mehr rundlicher Zellen, die in der mittleren grauen Schicht der vorderen und ventralen Bezirke des *Tectum opticum* einzeln oder in kleinen Gruppen beisammen liegen. Sie stellen also kein geschlossenes Ganglion vor und sind viel zu zahlreich, um etwa eine ausschließliche Endstation der Linsenkernschlinge FRITSCH zu sein¹. Auch beim Hecht liegen die übrigens kleineren und weniger zahlreichen Zellen im *Tectum* zerstreut und bei den Cyprinoiden lässt sich überhaupt kein *Nucleus corticalis* FRITSCH mit Bestimmtheit konstatiren, man müsste denn die in entsprechender Gegend vorkommenden Zellen, die etwas größer als die zahlreichen kleinen des Vierhügeldaches sind, dafür nehmen. Indessen kann man doch auch bei diesen Fischen Fasern aus der Linsenkernschlinge FRITSCH bis in die Nähe des *Tectum* verfolgen. — Ähnlich wie mit dem *Nucleus corticalis* verhält es sich mit dem *Nucleus lentiformis* FRITSCH. Diese großen Zellen, wie sie jener Autor von seinem *Nucleus lentiformis* beschreibt, lassen sich zwar bei Hecht und Forelle regelmäßig finden, allein sie bilden gleichfalls kein streng abgeschlossenes Ganglion, noch sind sie allgemein vorhanden. Sie vermischen sich mit kleineren Nervenkörpern und stehen in kontinuierlichem Verband mit jenen zellenhaltigen grauen Massen, die sich zwischen vordere (*N. II. a*) und hintere (*N. II. b*) Opticuswurzel einschieben und neben anderen auch Fasersystemen den Ursprung geben, die FRITSCH zu seinen Associationsfasern des *Lobus centralis* (*Cingulum* FRITSCH, *br. ant.*, *br. p.*) zählt; sie stehen hierdurch, was bei Cyprinoiden deutlich wird, ferner im Zusammenhang mit der zelligen Umgebung des *Nucleus rotundus* FRITSCH (*Nuc. rot. F.*) und der Endstation seines *Crus cerebelli ad cerebrum directum* (*Tr. c. ad lob. opt.*); in Kurzem, sie sind ein Theil jener Ganglienmassen in der Seitenwand des III. Ventrikels, welche den *Thalamus opticus* mit den vorderen Partien des Vierhügeldaches verbinden und also auch das *Corpus geniculatum externum* FRITSCH (*C. gen. ex. F.*) in sich schließen; ich nenne dieselben in

¹ Es scheint eher, als stehe die Zahl und Ausbildung dieser Zellen im Verhältnis zur Größe des Opticus. Übrigens findet man in den mittleren Schichten der vorderen ventralen Partien des *Tectum opticum* auch bei anderen Wirbelthierklassen, z. B. bei den Vögeln, durch ihre Größe hervorstechende Ganglienzellen.

ihrer Gesammtheit *Corpus geniculatum externum* im weiteren Sinne (*c. gen. ex. s. l.*) und verstehe darunter weniger ein Homologon als eine wegen ihrer Lage und Beziehungen zum Opticus dem äußeren Kniekörper der Säuger analoge Masse (Fig. 14, 15, 53, 54). Ich sage nicht, dass dieselbe als Ursprungsherd so differenter Bahnen ein einziges gleichartiges Ganglion vorstelle. Im Gegentheil, man beobachtet allerdings Differenzirung (größere und kleinere Gruppen größerer und kleinerer Zellen), aber abgesehen von einigen Partien, z. B. dem *Corpus geniculatum externum* FRITSCH, ist dieselbe bei den verschiedenen Fischen nicht konstant, zum Theil durch den, fast möchte ich sagen zufälligen Verlauf einzelner Faserbündel bedingt. Wir werden auch auf diese Verhältnisse an Ort und Stelle zurückkommen. Wie sehr übrigens auch andere Ganglien bei verschiedenen Gattungen an Ausdehnung, Gestalt und Lage wechseln, zeigt z. B. das Verhalten des *Nucleus rotundus* FRITSCH, der sich bei den Cyprinoiden als ziemlich kleiner fast drehrunder Kern zwischen vorderen Ast des Opticus, *Corpus geniculatum externum* FRITSCH und die eben besprochene, hier sehr undeutlich gegliederte Nervenzellenansammlung einkeilt (Fig. 50, 53, 56), während er z. B. beim Hecht als mächtige langgestreckte Walze unterhalb der letzteren bis weit nach hinten in den *Lobus inferior* hineinreicht.

Natürlich suchen wir den Linsenkern nicht im Zwischen- oder Mittelhirn, falls er aber wirklich hier zu suchen und ein so elementarer Theil des Gehirns wäre, dass ihn der Knochenfisch mit dem Menschen gemein hätte, dann würde ich ihn auch bei allen Knochenfischen und bei allen anderen Wirbelthieren im Wesentlichen so ziemlich an derselben Stelle des Gehirns und mit denselben Charakteren ausgestattet erwarten, so wie man die bekannten, Mensch und Fisch gemeinsamen Theile nicht bloß bei den Fischen, sondern durch die ganze Reihe der Wirbelthiere im Wesentlichen an derselben Stelle wiederfindet: das Ganglion *interpedunculare* (*G. int.*), die Zirbel (*Zb*), die Trochleariskreuzung (*Dec. N. IV*), die Kreuzung der Bindearme (*B. A.*), die *Commissura posterior* (*Comm. post.*) etc. etc.

3) Einzelne dicke Fasern enden gekreuzt oder ungekreuzt in großen, vielstrahligen, theilweise durch auffallend lange Protoplasmafortsätze ausgezeichneten Zellen, die vor der Kreuzung der Linsenkernschlingen FRITSCH (*H. L. X*) in nächster Nähe des MEYNERT'schen Bündels liegen (Fig. 55). Sie gehören noch zum Mittelhirn. Andere kleine feinerfaserige Fascikelchen seh ich an Sagittalschnitten bis ins Zwischenhirn vordringen. Dieselben enden vermuthlich im *Thalamus opticus*.

Seitenstrang des Rückenmarkes.

1) Ein dickfaseriger Antheil der ventralen Seitenstrangpartien erhält sich an der Außenseite des vordersten motorischen Halsnerven (*I. sp.* [XII.]) bis in die Oblongata hinein und lässt sich hier in toto bis jenseits der unteren Olive verfolgen (Fig. 22, 23, 24, 25). Vor der Olive theilt sich das Bündel in ein ventrales und dorsales. Das ventrale gelangt in seinem Verlauf nach vorn ganz an die Peripherie der Oblongata und verliert sich hier bald. In seiner Verlängerung entwickelt sich der Lemniscus REIL (lateraler Theil der Schleife, Olivarschicht TIEDEMANN, *L. R.*); es ist unwahrscheinlich, dass diese Fasern aus dem Rückenmark ununterbrochen in die Bahn des Lemniscus eingehen. Der dorsale Antheil zerfährt nach vorn bündelweise im motorischen Feld (Fig. 50).

2) Ein zweiter dickfaseriger Theil der mittleren Seitenstrangpartien erhält sich in der Oblongata im Winkel zwischen den sich differenzirenden Vorder- und Hinterhörnern zur Seite des hinteren Längsbündels bis ins Hauptgebiet des Quintus. Diese Fasern bilden ein wesentliches Contingent des motorischen Feldes. In ihrer Verlängerung liegt der Funiculus lateralis (FRITSCH, ROHON, das laterale Längsbündel STIEDA's, *L. L.* der Figuren 23, 24, 26, 29, 31, 32, 33, 35, 48, 49, 50, 55, 57), indessen ist unwahrscheinlich, dass Fasern davon auf diesem Weg direkt in die vorderen Hirntheile gelangen. Die Elemente dieses lateralen Bündels beunruhigen, wie wir oben sahen, vielfach das hintere Längsbündel; sie scheinen auch die anatomische Bedeutung der dicken Fasern des letzteren zu haben.

Hinterstrang des Rückenmarkes. *F. p.*

Aufsteigende Quintuswurzel. *N. V. asc.*

Die Besprechung des Restes der Rückenmarkslängsfasern fällt zusammen mit der Beschreibung der aufsteigenden Quintuswurzel. Hier bemerke ich noch einmal, dass ich mich wie im Allgemeinen, so auch bei den peripherischen Nerven ganz vorzüglich an die Cyprinoiden halte und nur, wenn es zur Klärung nothwendig ist, auch andere Gattungen heranziehen werde.

Hinterstrang. *F. p.*

Der Hinterstrang (*F. p.*) des Rückenmarks ist bei *Carpio* vor dem vordersten sensiblen Halsnerven (*I. sp. p.* Fig. 4) sehr schwach. Um so mehr setzen die sehr feinen markhaltigen Fasern der Verfolgung Schwierigkeiten entgegen. Auf Horizontal- und Sagittalschnitten scheinen sie

in den nach vorn gewaltig anschwellenden Hinterhörnern zu verschwinden, an Frontalschnitten aber sieht man sie von oben und von unten (besonders von oben) Bögen um die Hinterhörner herum beschreiben, wodurch sie dann mit der nach außen liegenden aufsteigenden Quintuswurzel in Berührung kommen (Fig. 21). Ihr definitives Schicksal ist unklar. Ein Theil scheint in die Hinterhörner, ein Theil in die aufsteigende Quintuswurzel (*N. V. asc.*) überzugehen. Den Zug, den man mit freiem Auge von hinten oben um die Medulla herum biegen und zur unteren Olive ziehen sieht (Fig. 4), kann ich mikroskopisch nicht verfolgen.

Hinter dem vordersten sensiblen Rückenmarksnerven nimmt der Strang ziemlich rasch zu und zwar theilweise durch Quintusfasern, die sich von oben her zu ihm gesellen. Eine natürliche Trennung in zwei, dem *gracilis* und *cuneatus* vergleichbare Stränge gelingt nicht. Das was vorhanden ist halte ich für dem Hinterstranggrundbündel homolog. Der GOLL'sche Strang scheint also zu fehlen; auch bei den Reptilien finde ich ihn nicht, bei der Taube ist eine Trennung angedeutet.

Aufsteigende Quintuswurzel. *N. V. asc.*

Die aufsteigende Quintuswurzel ist bei den untersuchten Fischen aus verschiedenartigen Fasern zusammengesetzt. Dieselben vermischen sich zwar unter einander, aber es giebt doch Stellen, wo sie ohne Zwang eine Trennung dieser Wurzel in wohl charakterisirte Bündel gestatten. Im hinteren Vagusgebiet (Fig. 22, 23) hat man beim Karpfen von außen nach innen:

1) ein Bündel ziemlich feiner, theils mit schmalen Markscheiden versehener, theils markloser Fasern. An Karminpräparaten hat das Bündel in Folge dessen einen charakteristischen Rosaton (*N. V. asc. I*);

2) ein Bündel mittelstarker und mit breiten Markscheiden versehener Fasern (*N. V. asc. II*);

3) ein ausschließlich aus sehr feinen Fasern bestehendes Bündel (*N. V. asc. III*).

Während die aufsteigende Trigeminuswurzel unter dem Vagusknötchen wegläuft (Fig. 4, 5, 22—26), wobei sie vielfach von Bündeln dicker Vagusfasern durchbrochen wird, verlässt ein Theil der marklosen Fasern des ersten Bündels, vermischt mit feinen (sensiblen) Vagusfasern die Oblongata (Fig. 4). Dabei scheinen dieselben Mark anzunehmen, möglicherweise wird dies aber durch eingeschobene Vagusfasern nur vorgetäuscht. Im letzteren Falle hätte man es mit von FRITSCH so benannten gelatinösen Zügen zu thun.

Am hinteren Rand der Lobi vagales biegt die Wurzel nach oben um und die drei Bündel liegen dann über einander (Fig. 24). Im Verlauf nach hinten beherrscht das erste, an den Hinterstrang angelehnt, die obere Seite des Hinterhorns (Subst. gel. ROLANDO), das zweite liegt seitlich. Die Fasern beider dringen fascikelweise in die Substantia gelatinosa ein und beschreiben hier Bogentouren, welche die graue Substanz derart in rundliche Felder theilen, dass man an die Glomeruli der Bulbi olfactorii erinnert wird (Fig. 50). Ich zweifle nicht, dass die immer feiner werdenden Fasern in den kleinen Zellen der Gelatinosa enden¹. Diese Zellchen sind festleibig und mit mehreren Fortsätzen versehen, oder weich und spindelförmig mit relativ sehr großem Nucleus und wenig Protoplasma.

Die Bildung der aufsteigenden Quintuswurzel beschränkt sich auf das Rückenmark. Das hinterste Ende der zwei ersten Bündel (*I* und *II*) lässt sich nur einigermaßen durch das Anschwellen der Hinterhörner bestimmen. Bezüglich des zweiten kommt man um so weniger aus dem Zweifel, als an die Stelle der verschwindenden Quintusfasern gleichkaliberige Seitenstrangfasern treten.

Das dritte Bündel verfolgt man nach hinten ventral vom zweiten.

¹ Diese Frage ist entschieden, wenn weitere und auch mit anderen Methoden gemachte Beobachtungen die Resultate von BELLONCI bestätigen. BELLONCI's diesbezügliche Arbeiten sind: 1) Ricerche intorno all' intima tessitura del cervello dei Teleostei. Memorie della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVI. 1878—1879. Roma. — 2) Ricerche comparative sui centri nervosi dei Vertebrati. Memorie della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVII. 1879—1880. Roma. — 3) Contribuzione all' istologia del cervelletto. Memorie della R. Accademia dei Lincei. 1881. — 4) Über den Ursprung des Nerv. opt. und den feineren Bau des Tectum optic. der Knochenfische. Diese Zeitschrift. Bd. XXXV. 1881. — Leider sind mir dieselben so spät bekannt geworden, dass ich ihnen die verdiente Berücksichtigung nicht mehr angeeignen lassen konnte und hier nur das Wesentlichste referire. Nach BELLONCI lösen sich in allen Wirbelthierklassen alle centripetal-leitenden Nervenbahnen beim Eintritt in ihr Centrum (Ganglion) in ein Fasernetz auf (GERLACH). Dies Fasernetz steht einerseits in Verbindung mit den Verästelungen der Ausläufer kleiner Zellen, die neben großem Kern und wenig Protoplasma auch nur wenig Fortsätze haben und sich in charakteristischer Weise mit Übersmiumsäure nicht schwärzen (sensible Zellen); auf der andern Seite steht das Netz in Verbindung mit den Verästelungen der zahlreichen Fortsätze anderer Nervenzellen, die sich charakteristisch mit Übersmiumsäure schwärzen (motorische Zellen). Die schwarzen motorischen Zellen sind nichts Anderes als Durchgangspunkte mehr oder weniger zahlreicher Fibrillen aus jenem Netz (M. SCHULTZE). Sie haben einen Achsencylinderfortsatz und es gehen Fasern aus jenem Netz in dessen Bildung über.

BELLONCI zeichnet speciell die Endigung des sensiblen Vagus in der Substantia gelatinosa der Vagusknotten bei *Cypr. carassius* (Tessitura del cervello dei teleostei Tav. V und Ricerche comparative. fig. 54).

An seiner Stelle erhalten sich feinste Fasern, wenn man die beiden ersten Bündel bereits nicht mehr erkennt. Dieselben sind im hinteren Theil des Seitenstrangs halbmondförmig angeordnet. Die Konkavität des Halbmondes sieht nach oben, das innere Horn stößt an die ROLANDO'sche Substanz; es ist annähernd die Stelle, wo man beim Säuger die Pyramidenbahn suchen würde (Fig. 20, *N. V. asc. III.*?).

Das dritte Bündel gehört nicht eigentlich zum Quintus; sein letztes Schicksal ist mir unbekannt. Ich glaube nicht, dass seine hintere Fortsetzung eine kontinuierliche ist, halte das Bündel vielmehr für eine sekundäre Bahn der aufsteigenden Trigeminuswurzel. Die Gründe dafür liegen im Folgenden.

Die aufsteigende Quintuswurzel liegt in der Oblongata im Allgemeinen nach außen und etwas nach oben von der sekundären Vagus- und Trigeminusbahn (*Sec. V. T. B.*, Fig. 22—33), im Einzelnen aber sind ihre örtlichen Beziehungen zu dieser Bahn mannigfachen Schwankungen unterworfen. Die feinsten Fasern der Wurzel (*N. V. asc. III.*) vermischen sich im Aufsteigen untrennbar mit der sekundären Vagus-Trigeminusbahn, indem sie dieselbe von oben her in Bögen umziehen oder einfach von außen in sie einbrechen. Ferner scheinen sich zahlreiche Fasern aus dem zweiten Bündel (*N. V. asc. II.*) an der Innenseite der sekundären Vagus-Trigeminusbahn zu etabliren, doch kehrt von diesen sicher ein Theil in die austretende Wurzel zurück. Jedenfalls wird diese letztere durch in der Oblongata erlittene Verluste etwas geschwächt.

Sie verlässt diesen Gehirntheil als eine der vordersten Quintuswurzeln unter spitzem Winkel und mit ausgesprochener Richtung nach vorn. Die Fasern haben jetzt mittelstarkes Kaliber und wie mir scheint auch sämmtlich (jedenfalls ganz überwiegend) Markscheiden (Fig. 33).

Brama und Barbus verhalten sich wie Carpio. Bei Salmo und Esox ist die Zusammensetzung aus zweierlei Fasern fast noch auffälliger als bei den Cyprinoiden. Das Schicksal der feinsten (drittes Bündel) habe ich nur bei Carpio studirt.

Vorderstes Halsnervenpaar *1. sp. (XII.)*, *1. sp. p.*

Des vordersten Halsnervenpaares will ich mit ein paar Worten gedenken.

Die obere Wurzel (*1. sp. p.*, Fig. 4) entspringt ein klein wenig hinter der unteren. Sie sammelt ihre feinen Fasern aus dem Hinterstrang und dem Hinterhorn, biegt im Bogen über das dorsale Bündel der

aufsteigenden Quintuswurzel (*N. V. asc. I*) nach außen hinweg und verlässt die Medulla lateral-dorsal.

Die dicken Fasern der unteren (*I. sp.* [XII.], Fig. 4, 5, 22, 23, 50) entspringen aus großen Zellen der Vorderhörner und deren Fortsetzung bis zur Höhe der entwickelten unteren Olive. Diese Wurzel ist mindestens in ihrem vorderen Abschnitt ein Homologon des Nervus hypoglossus der Säuger; ihre Übereinstimmung mit dem entsprechenden Nerv der Reptilien und Vögel ist evident. Es ist möglich, dass sich bei den Fischen Fasern in der Commissura transversa STIEDA (*Comm. acc. M.*) kreuzen, die direkte Untersuchung ließ mich aber im Stich. Gewöhnlich biegen sie vor der Raphe in den Vorderstrang um. Zum Austritt ziehen die vorn entspringenden Fasern vor und zu beiden Seiten der Vorderhornspitze caudalwärts, die wenigen hinten entspringenden auf kurze Strecke im Vorderstrang nasalwärts. Die in den Austrittsebenen haben natürlich den kürzesten Weg. Sämtliche Fasern sammeln sich zu einer einzigen Wurzel und verlassen die Medulla lateral-ventral mit ausgesprochener Richtung nach hinten. Diese Verhältnisse übersieht man am besten an etwas schräg laufenden Sagittalschnitten (Fig. 50).

Lobi vagales (OWEN, FRITSCH), *Lob. vag.*,

Lobi posteriores (Autoren),

Lobi vagi (CUVIER, GOTTSCHÉ),

und

Lobus n. trigemini, *Lob. trig.*,

Pons mammillaris (HALLER),

Tuberculum impar (Autoren).

HALLER (a. a. O., p. 203) hat die Lobi vagi des Karpfen unter dem Namen Tubercula striata in klassischer Kürze beschrieben. Auch des CARUS (a. a. O., p. 452) weitläufigere Beschreibung ist gut, das einschlägige Bild (Taf. II, Fig. X) aber etwas undeutlich. GOTTSCHÉ's Cyprinoidenzeichnungen sind recht primitiv und die bereits citirten von FRITSCH weder ganz getreu noch sehr belehrend. Gegenüber STIEDA's summarischer Beschreibung (Knochenfische, p. 59 ff.) bemerke ich hier, dass sich die Kleinhirnrinde (Molecularschicht) nur auf die Oberfläche der Tubercula acustica fortsetzt und dass nur diese seitlich ohne scharfe Grenze ins Kleinhirn übergehen (Fig. 27, 50). Man überblickt die tatsächlichen Verhältnisse leicht an der Figur 49, die einen schräg von unten nach oben ansteigenden Horizontalschnitt von *Cypr. carpio* schematisirt. Subst. gelat. ROLANDO des Rückenmarks (*S. gel.*), Lobi vagi (*Lob. vag.*) und Lobus trigemini (*Lob. trig.*) hängen kontinuierlich mit

einander zusammen und haben auch denselben histologischen Bau. Von der äußeren Oberfläche der ersten sehen wir die aufsteigende Wurzel des Quintus (*N. V. asc.*), von der der zweiten die feinfaserigen (sensiblen) Vaguswurzeln (*I*, Fig. 49), von der des dritten die dorsale gekniete Wurzel des Trigemini (*N. V. gen. dors.*) ausgehen. Stellte man sich vor, dass die Substantia gelatinosa der Hinterhörner, um zur Bildung der Lobi vagi Raum zu gewinnen, in der Mittellinie aus einander wiche und andererseits von vorn wieder durch die Tubercula acustica (*Tub. ac.*) in die dadurch entstandene Lücke zurückgedrängt würde, so hätte man eine mechanische Erklärung der in Fig. 49 dargestellten Verhältnisse. Zwischen den Lobi vagi et trigemini einerseits und den Hörhöckern andererseits besteht keine Gewebskontinuität, vielmehr sind sie durch Bindegewebe und die austretenden Nervenwurzeln von einander getrennt.

CARUS (a. a. O.) zeichnet Taf. II, Fig. X, wie sich der Centralkanal hinter den Vagusknoten als IV. Ventrikel öffnet. Dem ist nicht so. Allerdings klafft mit der Ausbildung der ROLANDO'schen Substanz zu Kernen der äußeren aufsteigenden Quintuswurzel die obere Längsfissur des Rückenmarks weit aus einander (Fig. 24), aber in der Tiefe ist der Centralkanal geschlossen und öffnet sich erst zwischen den Vagusknoten (Fig. 23), deren hinterster Theil gleichfalls noch über dem Centralkanal verschmolzen ist, was ich LEURET gegenüber betonen muss, der (a. a. O. p. 450) sagt: »jamais on ne les trouve soudés ceux du côté droit à ceux du côté gauche«. HALLER (a. a. O.) kannte diese Verbindung bereits und nannte sie Commissura cerebri infima (*Comm. cer. inf. H.*, Fig. 48, 49, 22, 50).

REISSNER'scher Faden. *R. F.*

In dieser Gegend finde ich regelmäßig den REISSNER'schen Faden (*R. F.*, Fig. 20, 21), den STIEDA (Knochenfische) im Rückenmark nie vermisst, und den ich an Sagittalschnitten nach vorn sogar bis in die Frontalebene des Trigeminaustritts verfolgen konnte; vielleicht reicht er noch weiter. Karminpräparaten nach glaubt man alles Recht zu haben, diesen sonderbaren Faden mit seinem Entdecker (a. a. O. p. 552) gegenüber STIEDA (Knochenfische, p. 43) und VIAULT (a. a. O.) für einen präformirten zu halten. An einem Horizontalschnitt von *Carpio* finde ich ihn hinter den Vagusknoten auf eine lange Strecke in weichen Biegungen geschlängelt und an einer Stelle sogar aufgerollt. Sollte ein Gerinnungsprodukt innerhalb des ganz geraden Centralkanals solche Formen annehmen können? Für einen Achsencylinder erscheint er allerdings zu starr. An Osmiumpräparaten bin ich über sein Verhalten

nicht klar geworden. Man darf vielleicht von der Entwicklungsgeschichte Aufschlüsse über seine Bedeutung erwarten.

Commissura cerebri infima Halleri. Comm. cer. inf. H.

Die hintere Verbindung der Lobi vagi der Cyprinoiden, die *Commissura cerebri infima* HALLER's, ist, wenn überhaupt, nur zum Theil eine Commissur. Das Gros der Fasern sind gekreuzte Vagusfasern meist feinen Kalibers, doch findet man in den ventralsten Partien auch dickere, die wahrscheinlich von den unter der *Comm. infima* liegenden großen Zellen entstehen und zum motorischen Vagus gehören (Fig. 22). Ferner sieht man aus der Gegend der Kommissur ein Bündel feiner Nervenfasern zur Innenseite der aufsteigenden Vaguswurzel ziehen, wo jetzt die Bildung der sekundären Vagusbahn beginnt. Mit ihm zieht ein markloses Bündel, ein gelatinöser Zug (FRITSCH), der indess, wenn ich mich nicht täusche, die Oblongata mit sensiblen Vagusfasern verlässt. Der hinterste Abschnitt der Kommissur endlich imponirte mir zum Theil als eine Kreuzung von Fasern des *N. V. asc.*, zum Theil als eine nach hinten konkave Kommissur der Hinterhörner (*S. gel.*):

Kehren wir zur schematischen Figur 49 zurück! Man unterscheidet an den Vagusknöten von außen nach innen gehend:

1) Die Hauptmasse der feinfaserigen (sensiblen) Wurzeln (1)¹. Diese mächtige Lage setzt sich eigentlich aus zwei Faserschichten zusammen, einer dickeren äußeren markhaltigen, und einer dünneren inneren marklosen. Sie entspringen aus der nächstfolgenden Schicht (2), an welcher sie durch ihre Ursprungsfascikel wie mit Füßen haften. Ihre Faserbündel schlingen sich zopfartig durch einander und indem sie an der Oberfläche der Lobi direkt ventralwärts steigen (Fig. 22—26) verleihen sie ihnen das charakteristische streifige Aussehen, um dessen willen HALLER sie *Tubercula striata* nennt. Die marklosen Bündel haben die Charaktere der gelatinösen Züge (FRITSCH).

2) Die zweite Schicht ist die der gelatinösen Substanz (2). Sie besteht aus dichtem Grundgewebe mit zahlreichen eingestreuten Nervenzellen, wie wir sie bei der aufsteigenden Quintuswurzel beschrieben haben. Im innern Drittheil dieser Schicht findet sich eine Anzahl solitärer Bündel feiner Vagusfasern, die sich erst an der Basis zur ersten Schicht gesellen (Fig. 23, 24, 25). Das ganze

¹ Nicht bei allen Cyprinoiden ist dies der Fall. Bei einzelnen Arten entspringt die Mehrheit der sensiblen Fasern von der Innenseite der Substantia gelatinosa z. B. bei *Carassius*. cf. BELLONCI: Ricerche intorno all' intima tessitura del cervello dei Teleostei. Taf. V.

Areal der Substantia gelatinosa ist im Wesentlichen gleichartig, an der innern Grenze aber ist die Grundsubstanz am wenigsten dicht, so dass man die Zellen hier am besten untersuchen kann.

3) Die dritte Schicht ist die der sekundären Vagusbahn (3). Ihre Bündel verlaufen in der spongiösen Substanz, die sich einwärts von der Substantia gelatinosa (2) entfaltet und in welcher sich noch weiter medianwärts der motorische Vagus Kern (4) etablirt. Sie verschwinden zum Theil in der Substantia gelatinosa, zum Theil in der spongiösen Substanz selbst, die als centrales Höhlengrau zu betrachten ist (Fig. 24, 25; in Fig. 23 zu sehr schematisirt). Fast auf allen meinen Karminpräparaten von Cyprinoiden, besonders den sonst gelungensten, hat die *Sec. V. B.* bei schwächeren Vergrößerungen einen lichtgelben Ton wie ein Bündel feinsten markhaltiger Nervenfasern. Bei stärkeren Vergrößerungen aber gelingt es erstens nicht, Markscheiden deutlich zu erkennen, und zweitens zeigen die Fasern, die sich einzeln auch in der Verlaufsrichtung nur auf kurze Strecken verfolgen lassen, öfter unsichere Konturen und scheinen wie aus fein granulirter Masse bestehend; ein ander Mal dagegen sind sie ziemlich starr und homogen. Auf Schnitten, welche die Bahn in ihrem Verlauf zum Kleinhirn quer treffen, sieht man einmal die bekannten Sonnenbildchen feinsten Nervenfasern, dann die Querschnitte zarter stark lichtbrechender Fibrillen von kleinen leeren Höfen umgeben oder in dichte, ziemlich stark gefärbte, granulirte Substanz eingebettet.

An Osmiumpräparaten sind die Bündel der dritten Schicht eben so geschwärzt wie Bündel markhaltiger Nervenfasern und da sie gleichzeitig scharf begrenzt sind, so gelingt es, sie auf weitere Strecken zu verfolgen. Häufig sieht man an ihnen Anschwellungen, wie sie den mit Überosmiumsäure behandelten markhaltigen Nervenfasern zukommen. Und noch mehr! Bei einer Laube (besonders gut gelungene Frontalreihe) erweitern sich manchmal die schwarzen Schläuche ampullenartig, indem sie ein relativ beträchtlich großes Klümpchen granulirter Substanz (Protoplasma) umschließen. Am entgegengesetzten Pol des Klümpchens verschmälern sie sich eben so plötzlich wieder, zuweilen um in nächster Nähe das Gleiche zu wiederholen. Allem Anschein nach hat man es hier mit zellenartigen Einschaltungen zu thun.

Auf Querschnitten im Verlauf der *Sec. V. B.* kommen ähnlich wie an Karminpräparaten erstens die Querschnitte markhaltiger Fasern, dann geschwärzte Fibrillen in freien Höfen oder in helleren gelblich gefärbten Scheiden, endlich leere Höfe allein zur Beobachtung.

Berücksichtige ich jetzt noch, dass die Bahn in ihrem Verlauf durch die Oblongata bei einzelnen Schnittreihen durch Karmin einen

exquisiten Rosaton annimmt, so geht meine Ansicht dahin, dass sich dieselbe aus markhaltigen und marklosen Fasern zusammensetzt.

4) Die vierte Schicht entspricht dem Ursprungsgebiet der dickfaserigen (motorischen) Vaguswurzeln (4). Die Zellen des motorischen Kerns treten mit der *Comm. cer. inf. H.* lateral-dorsal vom Centralkanal auf und reichen bis ins Gebiet des Lobus trigemini (Fig. 22—25). Seine größte Ausdehnung fällt annähernd in die Mitte der Lobi vagi (Fig. 24). Da er zugleich nach vorn und hinten abnimmt, so resultirt auf dem Horizontalschnitt in toto eine Halbmondform.

Die Zellen des motorischen Vagus Kerns sind unter einander verschieden: mittelgroß, groß, sehr groß. Letztere sind beim Karpfen größer als die großen Zellen der Rückenmarksvorderhörner und liegen vorzüglich ventral-medial, also in der Nähe des Centralkanals, bzw. der Oberfläche des vierten Ventrikels, und in der hinteren Kernhälfte (Fig. 22, 23). Die übrigen vermischen sich ziemlich regellos; man kann nur sagen, dass die mittleren und dorsalen mehr rundlich sind und ihre Fortsätze zu einer Art Netzwerk verflechten, während die ventral gelegenen eckiger, fortsatzreicher und außerdem durchgängig bestrebt sind, ihre langen Protoplasmafortsätze zur Innenseite der *Sec. V. B.* zu schicken. Überhaupt ist es eine besondere Eigenthümlichkeit der von mir darauf hin untersuchten Knochenfische, dass die Zellen der einzelnen motorischen Nervenkerne der Oblongata ihre Protoplasmafortsätze in auffälliger Weise nach ein und derselben Richtung aussenden (Fig. 25, 27, 28, 29, 32, 33).

5) Die fünfte Schicht ist Ependym mit Epithel (5).

Die Anordnung der besprochenen Fasersysteme und den Abgang der peripheren Nerven in frontalen Ebenen zeigen Fig. 22—25. In dieselben ist auch die Fortsetzung der Commissura accessoria MAUTHNER des Rückenmarks eingezeichnet. Diese Kommissurenfasern der Vagusgegend haben zweierlei Kaliber. Ausgenommen die Kreuzungen, welche aus dem Rückenmark (vornehmlich Seitenstrang, *L. L.*) kommende Nervenfasern hier eingehen, halte ich nach meinen direkten Beobachtungen die feinen für sich kreuzende sensible, die dicken für sich kreuzende motorische Vagusfasern. Man verfolgt nämlich einerseits Bündel in die Kerne und andererseits sieht man solche aus der Kommissur in die peripheren Nerven übergeben; den direkten Übergang einer Faser aus einem Kern in eine Wurzel der anderen Seite habe ich allerdings nie gesehen. Nichtsdestoweniger möchte ich eine partielle Kreuzung wenigstens der motorischen — die überwiegende Mehrheit der motorischen Wurzeln ist zuverlässig ungekreuzt — besonders in den vorderen Frontalebene der Lobi für nahezu sicher erklären. Berücksichtigt man dazu noch die

Kreuzungen in der *Comm. cer. inf. H.*, so hat man den Vagus der Cyprinoiden im Ganzen als einen partiell gekreuzten Nerv zu betrachten. — Die aus dem Rückenmark kommenden Fasern, die sich in der *Comm. acc. M.* kreuzen, treten ins motorische Feld ein, wo sie vermuthlich auch endigen. Der Rest der Kommissurenfasern endlich scheint in die Längsfasersysteme der Oblongata umzubiegen. Möglicherweise betheiligen sich auch Bündel der *Sec. V. B.* an der Bildung der Kommissur, wenigstens sieht man an Frontalschnitten die feinen Kommissurenfasern von den ventralwärts zur sekundären Bahn ziehenden Bündeln wegtreten.

Eine Lösung dieser Fragen wird am ehesten von der Exstirpationsmethode zu erwarten sein. Es ist nicht schwer, zu einem großen Theil des peripheren Vagus zu gelangen, wenn man die hintere obere Anheftung des Kiemendeckels trennt. Alsdann liegen die Nerven oberhalb der Kiemenbögen unter der Haut. Ich sah eine Barbe die Ausreißung eines großen Theils des X. Nerven ganz gut überstehen; auch dieses Thier wurde zu früh getödtet.

Endlich mache ich noch darauf aufmerksam, dass man an Karmin- und Osmiumpräparaten die beiden Kerne derselben Seite (motorischen und sensiblen) durch seltene markhaltige und zahlreiche marklose (Protoplasmafortsätze?) Fasern mit einander verbunden sieht (Fig. 24). Stellt dies eine leitende Verbindung vor? cf. BELLONCI: *Cervello dei Teleostei a. a. O.* Taf. V.

Der Lobus trigemini der Cyprinoiden ist an Größe und Form bei den verschiedenen Arten etwas verschieden. *Cobitis fossilis* hat unter den von mir untersuchten den relativ größten. Bei *Carpio*, dem *Barbus* und *Brama* diesbezüglich sehr nahe stehen, ist das Tuberculum impar fast sphärisch, ventral und hinten etwas abgeplattet, oben und vorn etwas zugespitzt. Das unpaare Ganglion manifestirt seine bilaterale Zusammensetzung äußerlich durch eine wechselnd tiefe Einkerbung am hintern untern Rand und innerlich durch eine Ansammlung von Bindegewebe in der Mittellinie, die einer unvollkommenen Scheidewand entspricht (Fig. 25, 26). Das Bindegewebe hat die Qualität des Ependyms des Ventrikels; es enthält zahlreiche Gefäße.

Das Tuberculum impar dient der dorsalen geknieten Quintuswurzel (*N. V. gen. dors.*) und einer sekundären Bahn zum Ursprung (*Sec. T. B.*). Die Anordnung der Fasersysteme ist im Wesentlichen wie bei den Vagusknötchen: außen die peripheren, innen die sekundären (Fig. 25, 26, 27, 50). Sämmtliche ausschließlich feine Elemente der dorsalen Kniewurzel des Quintus (*N. V. gen. dors.*) sammeln sich zu einem fast dreh-runden Bündel am vorderen Rand des Knötchens. In der Seitenwand des

vierten Ventrikels, nur durch das Ependym von dessen Oberfläche getrennt, zieht die Wurzel nach vorn, umgreift von innen das gleichseitige Tuberculum acusticum in zierlichem Bogen, durchbricht es nach außen umbiegend in seinem vorderen Dritttheil und verlässt mit der Richtung nach vorn und außen als größte Quintuswurzel die Oblongata, dorsal von ihrem ventralen motorischen Gespann und hinter der aufsteigenden (Fig. 27—32). Der ganze Verlauf der Wurzel innerhalb des verlängerten Marks fällt so ziemlich in dieselbe Horizontalebene und hat eine ausgesprochene S-Form.

Die sekundäre Faserbahn des Lobus trigemini (*Sec. T. B.*) tritt direkt ventralwärts zur *Sec. V. B.* (Fig. 26, 27). Sie unterscheidet sich histologisch von dieser eben so wenig als sich sensible Vagusfasern und Quintusfasern aus dem Tuberculum impar von einander unterscheiden. Sekundäre Vagus- und sekundäre Trigeminiusbahnen verschmelzen untrennbar zu der einzigen *Sec. V. T. B.* (Fig. 26—34). Die Zuschüsse aus den verschiedenen Lobi stehen im direkten Verhältnis zu deren Größe.

Das Tuberculum impar besitzt namentlich dorsal und auch ventral Fasern, die seine Mittellinie durchsetzen und als gekreuzte betrachtet werden können. Die dorsalen schließen sich der peripheren, die ventralen der sekundären Bahn an (Fig. 26, 27). Wie sich die Fasern im Centrum des Lobus trigemini verhalten, entzieht sich wegen ihrer Feinheit und der Dichtigkeit der Grundsubstanz der genaueren Erkenntnis. Bei *Cobitis fossilis* sehe ich inmitten des mehrhöckerigen Lobus trigemini Bündel aus beiderlei Systemen die Mittellinie überschreiten. Restümirend muss man also sagen, dass bei Weitem der größte Theil sowohl der peripheren als sekundären Bahnen ungekreuzt entspringt, ein kleiner Theil jedoch die Mittellinie des Tuberculum impar übersetzt.

Die Kommissurenfasern im Gebiet des Pons mammillaris Halleri gehören zum kleineren Theil diesem selbst, zum größeren den Lobi vagi und den Hörhöckern zu, zwischen welche der Pons eingeschaltet ist. Die ihm eigenthümlichen haben feines Kaliber; sie treten wie beim Vagus von der Fasermasse weg, die zur sekundären Bahn zieht (Fig. 26). Ihre Bedeutung ist vermuthlich dieselbe wie beim Vagus.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so finden wir bei den Cyprinoiden drei sehr beträchtliche Hirnnervenwurzeln, die fast möchte ich sagen aus gemeinsamem Kern, nämlich der zusammenhängenden Substantia gelatinosa der Oblongata und des Rückenmarks entspringen: die aufsteigende und die dorsale gekniete Quintuswurzel, ferner der sensible Vagus (Fig. 49). Die centrale Differenzirung dieser funktionell

so verschiedenen Nerven ist hier also sehr unvollkommen. Beim Karpfen z. B. vermischen sich an den Übergangsstellen der Vagusknotten ins Tuberculum impar Vagus- und Quintusfasern so wie die Bündel der sekundären Bahnen derart mit einander, dass eine exakte Trennung gar nicht mehr möglich ist. Auch der Bau der Substantia gelatinosa ist im Wesentlichen durchaus derselbe, nur bei *Cobitis fossilis* finde ich im Lobus trigemini neben den bereits an der *S. gel.* des Rückenmarks beschriebenen kleinen noch eine ziemliche Anzahl größerer, meist zu langen Spindeln ausgezogener Nervenzellen. Auf ein weiteres Beispiel unvollkommener Differenzirung werden wir sogleich zu sprechen kommen. Die aufsteigende und die dorsale gekniete Trigeminiwurzel zusammen betrachte ich als das Homologon der aufsteigenden Quintuswurzel der höheren Wirbelthiere. Sie sind zugleich die zwei größten und einzigen sensiblen Trigeminiwurzeln. Der größere Theil ihrer Äste ist nach ENUCLEATION eines Bulbus opticus operativen Eingriffen sehr zugänglich. Ihre sensible Natur hat STANNIUS (a. a. O. das peripherische Nervensystem, p. 23 etc.) im Wesentlichen und zwar auf experimentellem Weg nachgewiesen. Es wäre wirklich wichtig und zweifellos lohnend, die Experimente dieses Forschers noch einmal zu wiederholen. Ich habe mich wiederholt davon überzeugen können, wie sehr sich die Fische für centrale Reizungen eignen. Wenn man einer fingerlangen Laube das Schädeldach in zwei Sitzungen abträgt, d. h. zuerst einen sagittalen Schnitt durch den Knochen führt, und dann nach ein paar Tagen die getrennten Theile entfernt, so schwimmt das Thier mit seinem offen daliegenden Gehirn ruhig umher.

Nervus glossopharyngeus. N. IX.

Bezüglich des Nervus glossopharyngeus der Fische herrscht bei den Autoren Unklarheit.

J. MÜLLER (a. a. O.) kennt bei *Petromyzon fluviatilis* einen Nervus facialis und hypoglossus, aber keinen Glossopharyngeus; eben so schreibt er den Myxinoiden einen Facialis aber keinen Glossopharyngeus zu. Die Rami pharyngei branchiales kommen vom Vagus.

Auch nach SCHLEMM und D'ALTON (a. a. O.) hat *Petromyzon* keinen selbständigen Nervus IX.

CUVIER (et VALENCIENNES a. a. O.) sagt p. 436: il y a d'ordinaire en avant de la VIII (vagus) un nerf particulier qui repond au glossopharyngien.

TREVIRANUS (a. a. O. Bau und Funktionen etc.) sagt p. 52: »Nach SCARPA (de auditu et olfactu) werden bei den Grätenfischen von

diesem (Trigeminus) zugleich die Theile versorgt, zu welchen bei den höheren Thieren der Glossopharyngeus geht.« TREVIRANUS selbst schreibt den Teleostiern zwar einen Facialis aber keinen Nervus IX zu.

E. H. WEBER (Über vier Längsnerven etc. Archiv für Anatomie und Physiol. 1827. II) findet beim Wels keinen Glossopharyngeus.

Nach CARUS (a. a. O. p. 346) entspricht das siebente Nervenpaar bei den Knochenfischen mehr dem Glossopharyngeus als dem Communicans faciei.

GOTTSCHÉ (a. a. O. p. 477) lässt zwischen Quintus und Acusticus den Nervus primus branchialis entstehen, der auch als erster Vagusast vorkommen soll und sagt: »CUVIER vergleicht ihn dem Glossopharyngeus.« Hierin täuscht sich aber GOTTSCHÉ, denn CUVIER's Glossopharyngeus entspringt zwischen Acusticus und Vagus.

LEURET (a. a. O. p. 149) ist vorsichtig: ils (les glossopharyngiens) sont chez les poissons assez intimement liés aux nerfs pneumogastriques pour que leur existence comme nerfs distincts soit au moins douteuse.

STANNIUS (a. a. O. p. 74) schreibt der Mehrzahl der Fische einen vollkommen selbständigen Glossopharyngeus zu; eben so

BÜCHNER¹ den von ihm untersuchten Thieren. In gleicher Weise beanspruchen

BAUDELLOT (a. a. O. p. 70),

FÉE² und

VIAULT (a. a. O. p. 462) für die Knochen- und Knorpelfische eine einfache aber selbständige Glossopharyngeuswurzel, die ventral von der vorderen Vaguswurzel dieser Autoren die Oblongata verlassen soll.

STIEDA (Knochenfische p. 28) betrachtet den »Glossopharyngeus der Autoren« als eine dritte Wurzel des Vagus. Auf seinen schematischen Figuren 16 und 17 ist dieser Nerv der hinterste Ast des Acusticus. Auf Fig. 1 und 2 in der Dissertation über *Esox lucius* ist er dagegen ein gesonderter zwischen Vagus und Acusticus entspringender Nerv.

Nach ROHON (a. a. O. p. 23) entspringt der Nervus IX der Selachier mit einer Wurzel an der ventralen Fläche des Nachhirns. An seinen Zeichnungen 10 und 20 sieht man ihn lateral abgehen.

FRITSCH (a. a. O.) zeichnet bei den Selachiern den Nervus IX an

¹ Mémoire sur le système nerveux du Barbeau in Mémoires de la société du Muséum d'histoire naturelle de Strassbourg. T. II. 1835.

² Recherches sur le système lateral du nerf pneumogastrique des poissons in Mémoires de la société des sciences naturelles de Strassbourg. T. XVI. 1866 bis 1870.

der Stelle wie ROHON oder GEGENBAUR (a. a. O. p. 543, Fig. 290), bei seinen Teleostiern vermisst man ihn aber regelmäßig. Im Kontext, p. 88, nennt FRITSCH die obersten (vordersten) als gesonderter Stamm verlaufenden Vaguswurzeln »Glossopharyngeus der Autoren« und lässt in dessen Bildung (Fig. 36) ein dickfaseriges Bündel *d. gl.* eingehen, das im hinteren Längsbündel von vorn nach hinten verläuft und sich vor seinem Austritt in der Mittellinie mit seinem Partner kreuzt.

Es ist also weder die Frage definitiv entschieden, ob die Fische einen Glossopharyngeus haben, noch ob dieser Nerv, wenn er vorhanden ist, selbständig oder ein partieller, bzw. totaler, Abkömmling des Vagus ist. A priori erwarten wir, dass das neunte Hirnnervenpaar auch bei den Fischen zwischen dem achten und zehnten und nicht, wie z. B. GOTTSCHKE anführt, zwischen dem fünften und achten von der Oblongata abgeht. An ersterer Stelle haben die Cyprinoiden drei besondere Nerven, einen feinfaserigen sensiblen, einen grobfaserigen motorischen und eine nach hinten ziehende Wurzel aus dem Tuberculum acusticum, den Ramus lateralis vagi nach STANNIUS. Die beiden ersten treten nach Art der Spinalnerven vor dem Vagus zu einander (Fig. 27, 28, N. IX. s. und N. IX. mot.). Sie stellen also einen gemischten, vom Vagus und Acusticus wohl getrennten Nerv vor, den man der Lage nach für den Glossopharyngeus erklären kann, wie dies z. B. BÜCHNER und STANNIUS thun, verfolgt man nun aber die Wurzeln centralwärts, so sieht man die größere sensible gerade unter dem Ramus lateralis vagi (STANNIUS) weg nach hinten und einwärts ziehen und in den vordersten Partien des gleichseitigen Vagusknotens verschwinden (Fig. 27, N. IX. s.). Die kleinere motorische andererseits entspringt aus dem vorderen Theil des motorischen Vaguskerne (*Nuc. N. IX. mot.*, Fig. 25), zieht dem hinteren Längsbündel lateral-dorsal dicht anliegend nach vorn, biegt hinter dem vorderen Kern der ventralen Kniewurzel des Quintus gleichfalls im Knie nach außen ab und gelangt zu ihrem dorsalen Gespann, indem sie unter der ventralen Kniewurzel lateral-ventral-caudalwärts im Bogen wegzieht, wobei sie die Bahn der aufsteigenden Trigeminiwurzel durchbricht (N. IX. mot., Fig. 25, 26, 27, 28, 50). Es ist möglich, aber unwahrscheinlich, dass sich einzelne ihrer Fasern vor dem Austritt in der Raphe kreuzen.

Schon bei den Säugern, wo doch die einzelnen Hirnnerven viel differenzirter auftreten, behandelt MEYNER¹ das IX., X. und XI. Paar wegen ihrer innigen Vermischung gemeinsam als »seitlich gemischtes

¹ Vom Gehirn der Säugethiere in STRICKER'S Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1870. p. 787 etc.

System«. Bei den Cyprinoiden ist die Differenzirung möglichst unvollkommen. Vagus und Glossopharyngeus entspringen im Wesentlichen aus denselben Kernen und man thäte vielleicht besser, den letzteren einfach als aufsteigende Wurzeln zu der großen Vagusgruppe (im Sinne GEGENBAUR's) zu zählen, so wenig ich seine physiologische Gleichwerthigkeit mit dem Glossopharyngeus der höheren Vertebraten gegen STANNIUS und BÜCHNER bestreiten will. Ist nicht der motorische Antheil des Glossopharyngeus der Autoren hier ganz bedeutend im Vergleich zu den Säugern, wo dieser Nerv für einen fast ausschließlich sensiblen gilt? und sollte man nicht vermuthen, dass der sehr große motorische Kern des Vagus der Cyprinoiden auch den Accessorius der Säuger wenigstens zum Theil ersetze?

Abgesehen von diesen vordersten zwei Vaguswurzeln haben die Cyprinoiden keinen Nerv, der sich mit dem Glossopharyngeus vergleichen ließe. Das Bündel *d. gl.* FRITSCH, auf das wir später zurückkommen werden, gehört, sofern wir uns in der Identität nicht täuschen, nicht hierher.

STIEDA (Knochenfische, p. 34) scheint in der Detailbeschreibung auch die hintere Acusticuswurzel, bzw. den Ramus lateralis vagi (STANNIUS), zum Glossopharyngeus zu rechnen.

Ventrale gekniete (*N. V. gen. vent.* [VII.]) und absteigende bzw. transversale Wurzeln des Quintus.
(*N. V. trans. und desc.*)

Wie sich der Typus der Rückenmarksnerven, d. h. die Zusammensetzung aus dorsalen sensiblen und ventralen motorischen Wurzeln an den Nerven der Vagusgruppe wiederholt, so entsprechen auch den sensiblen Wurzeln der Trigeminiisgruppe periphere motorische Bahnen, nämlich der aufsteigenden die absteigenden, bzw. transversalen Wurzeln, und der dorsalen geknieten die ventrale, d. i. das Homologon des Facialis.

Die grobfaserige ventrale gekniete Quintuswurzel (*N. V. gen. vent.* [VII.]) kennt STIEDA (p. 35 und 55, Knochenfische) und FRITSCH (a. a. O. p. 85). Die Wurzel bildet sich bei Cyprinoiden aus zwei hinter einander entspringenden Bündeln. Das hintere legt sich der Außenseite der aufsteigenden motorischen Vaguswurzel (*N. IX. mot.*) an und kommt aus dem hinteren Trigeminiiskern STIEDA's und einer Ansammlung sehr großer blasenförmiger Zellen, welche zwischen den Kommissurenfasern und zu beiden Seiten des hinteren Längsbündels liegen (*Nuc. N. V. gen. vent. post.*, Fig. 27); das vordere entspringt in derselben Weise da, wo die aufsteigende motorische Vagus-

wurzel (*N. IX. mot.*) nach außen umbiegt (*Nuc. N. V. gen. vent. ant.*, Fig. 29). Vereinigt ziehen beide, fast nur vom Epithel des Centralkanals bedeckt und mit dem hinteren Längsbündel außen oben innig verbunden nach vorn, biegen etwas vor der Umbeugungsstelle der dorsalen Kniewurzel plötzlich unter rechtem Winkel nach außen um, wobei sie den *N. V. asc.* und die vordersten Partien der vorderen Acusticuswurzel (*N. VIII. ant.*) durchbrechen (Fig. 27—31).

Die Gruppen großblasiger Zellen sind für jedes Bündel durch zwischengeschobene Kommissurenfasern getrennt und ausgezeichnet durch wahrlich enorme Protoplasmafortsätze, die sie über die Raphe und zur Innenseite der *Sec. V. T. B.* ausstrecken (*Nuc. N. V. gen. vent. ant. und post.*, Fig. 27 und 29). Der hintere Trigeminuskern STIEDA'S (*Nuc. N. V. gen. vent.*, Fig. 27 und 28) ist dagegen beiden Bündeln gemeinsam. Der große einzige Kern liegt an der Innenseite der *Sec. V. T. B.* und besteht aus langgestreckten fortsatzreichen Zellen.

Wie der Verlauf der ventralen Kniewurzel dem des *N. facialis* der höheren Wirbelthiere ungemein ähnlich ist, so kann dieser letztere Kern dem Facialiskern mit allem Recht verglichen werden. Die Art und Weise wie sich die von ihm entspringenden Nervenfasern neben dem hinteren Längsbündel sammeln, erinnert durchaus an die Bildung des *Facialis* beim Kaninchen. Die beiden Gruppen großblasiger Zellen sind dagegen dem *Facialis* der Fische mindestens eigenartig. —

Dass sich einzelne Fasern der ventralen Kniewurzel kreuzen, ist möglich; die direkte Beobachtung ergibt dafür keinen positiven Anhalt. Die weit überwiegende Mehrzahl ist jedenfalls ungekreuzt.

Zu der von FRITSCH beschriebenen transversalen Wurzel mit ihrem Kern *n. tr₁* FRITSCH muss ich Folgendes bemerken:

Der Kern ist bei Cyprinoiden jederseits doppelt und jeder einzelne hat seine Eigenthümlichkeiten. Beide liegen hinter einander an der Innenseite der *Sec. V. T. B.*, der hintere etwas ventraler als der vordere. Der hintere (*Nuc. N. V. trans. post.*, Fig. 32) besteht ausschließlich aus großen langgestreckten Ganglienzellen. Seine Fasern umziehen die *Sec. V. T. B.* von oben im Bogen und treten so ziemlich in ihren Ursprungsebenen von der Oblongata weg, indem sie sich dem *N. V. asc.* von vorn anschließen. Ein Theil derselben kreuzt sich höchst wahrscheinlich vor seinem Austritt in der Raphe. Man sieht ganz zweifellos Fasern aus dem Kern in die *Commissura transversa* und aus dieser solche in die Wurzel ziehen. Die Wurzel verdient wirklich den Namen einer transversalen (Fig. 32).

Der vordere Kern (*Nuc. N. V. trans. ant.*) verhält sich im Großen wie der hintere, nur hat er innen und oben eine Anzahl sehr großer

blasiger Zellen ähnlich den bei der ventralen Kniewurzel beschriebenen. Indem sich seine Wurzel gleichfalls um die *Sec. V. T. B.* herumschlägt und jener aus dem hintern Kern anschließt, wird ihr Verlauf etwas absteigend (Fig. 33). Zu ihr gesellt sich ein Bündelchen sehr dicker Fasern, die man mit der Commissura transversa bis ins hintere Längsbündel verfolgen kann (gekreuzt?), und außerdem höchst wahrscheinlich die absteigende Quintuswurzel im engeren Sinn, wiewohl ich dies nicht sicher beweisen kann.

Übrigens hat man wohl ein Recht, diese letztere der äußeren absteigenden Wurzel der Säuger zu vergleichen. Sie ist sehr schwach und besteht aus locker angeordneten dicken Fasern. Diese verfolgt man nicht ganz in der Höhe des Aquaeductus, ohne dass sie mit Zellen in Berührung kämen, bis an die Seite des hintern grobfaserigen Antheils der Commissura posterior (also nicht bis ins Zwischenhirn, wie FRITSCH angiebt). Hier herrscht aber ein solches Gemisch dicker Fasern aus dem hinteren Längsbündel und der genannten Kommissur, dass mich das Suchen nach einer Verbindung mit Nervenzellen im Stiche ließ. Ich stehe indessen nicht an, hierfür Elemente in Anspruch zu nehmen, die im centralen Höhlengrau in der Nähe der Kommissur, ja sogar zwischen deren Fasern liegen und die frappanteste Ähnlichkeit mit den Zellen des äußeren absteigenden Quintus der Säuger haben. Sie liegen in Gruppen von zwei bis sechs beisammen; ihr Leib ist rund; am einen Pol sieht man den Nucleus, am andern sehr häufig den DEITERS'schen Fortsatz: das Ganze gleicht einer Johannisbeere an ihrem Stielchen. Der Achsencylinder ist jedoch nicht der einzige Fortsatz; an guten Präparaten sah ich wiederholt vom entgegengesetzten Pol mehrere feine Protoplasmafortsätze abgehen. Anordnung und Verbreitung dieser Zellen lässt sich am besten an schräg nach vorn und oben ansteigenden Horizontalschnitten studiren (Fig. 57, *Nuc. N. V. desc.*). —

FRITSCH sagt p. 83, dass er bei den Knochenfischen keine Zellen gefunden habe, welche den Zellen des äußeren absteigenden Quintus der Säuger ähnlich seien. Ich muss die Existenz der oben beschriebenen vor der Hand für die untersuchten Cyprinoiden und den Hecht entschieden vertreten.

Die gekreuzten Fasern, die sich, wie FRITSCH gefunden hat (p. 84), zur absteigenden Trigeminuswurzel im engeren Sinn gesellen, lassen sich beim Karpfen sehr schön beobachten, ich habe aber nie deutlich gesehen, dass sie die Oblongata als peripherer Nerv verlassen. Dagegen käme jetzt noch in Frage, ob sich nicht die Fasern aus den beerenförmigen Zellen zum Theil in der Commissura posterior kreuzten. Ich sehe sie manchmal den Weg nach der Kommissur einschlagen, meist

aber ziehen sie von der Zelle weg ventralcaudalwärts in der Richtung der Wurzel.

Einen Faserzuschuss zu unserer Wurzel, der lateral von der Columna fornicis FRITSCH nach oben und hinten zöge (FRITSCH p. 83), habe ich nicht beobachtet.

Die periphere Verbreitung der einzelnen absteigenden, bzw. transversalen Wurzeln des Trigemini lässt sich wohl nur durch die GUDDENsche Exstirpationsmethode befriedigend darthun.

Abducens. N. VI.

Acusticus. N. VIII.

Um die Beschreibung der Nerven der Trigemini-Gruppe sogleich zu Ende zu führen, sind noch ein ventraler Antheil, der N. abducens, und ein dorsaler, der N. acusticus, zu betrachten, welche letzteren man gewöhnlich (GEGENBAUR) mit dem N. facialis verbindet. Ich wüsste wirklich nicht, was der Auffassung dieses Nerven als dorsalen Astes der Quintusgruppe im Wege steht, wenn man nur im Auge behält, dass sich derselbe und sein Kern durch spezifische Differenzirung auszeichnen. Die morphologische Übereinstimmung beider Kniewurzeln mit einem gewöhnlichen Spinalnervenpaar ist in die Augen springend und doch unterscheidet sich der dorsale Ast, der die tastenden Organe des Gesichts mit Nerven zu versehen hat, durch seine ausschließliche Entstehung aus der Substantia gelatinosa von einer gewöhnlichen sensiblen Spinalnervenwurzel. Ähnlich steht es um den Acusticus. Bei aller spezifischen Differenzirung, sogar beim Mangel eines peripheren Ganglion, bleibt doch als einheitliche Regel, dass die centripetal leitenden Nerven aus der dorsalen, die centrifugal leitenden aus der ventralen Wand des primitiven Medullarrohrs entstehen. Wir werden deshalb, um dies gleich hier zu sagen, auch die Sehnervengruppe unter diesem Gesichtspunkt betrachten und in den Nervi trochlearis und oculomotorius den ventralen, im Nervus opticus selbst den dorsalen Antheil des peripheren Nervensystems des Mittelhirns beschreiben. Ja, ich möchte noch weiter gehen und die ganze dorsale Wand der drei hinteren Hirnblasen für eine im Wesentlichen sensible, d. h. auf centripetale Reize thätige, die ventrale für eine im Wesentlichen motorische Platte erklären, und was sich zwischen beiden an Fasersystemen einschaltet, mag vornehmlich den zweifellos sehr mannigfaltigen Reflexen zur Leitung dienen.

Abducens. N. VI.

Die Nervi abducentes sind bei den von mir untersuchten Fischen

immer beiderseits doppelt vorhanden als zwei dünne, ziemlich nahe hinter einander von der ventralen Fläche der Oblongata abgehende Nervenfasern (Fig. 1, N. VI.). Der Ursprung des hinteren fällt beim Karpfen annähernd in die Umbeugungsfrontalebene der dorsalen, der des vorderen in die Umbeugungsfrontalebene der ventralen Kniewurzel des Trigemini, ein Umstand, der die Homologie dieses Nervs mit dem Facialis der Säuger noch mehr erhärtet (Fig. 30 und 31). Beide Kerne liegen im ventralen Dritttheil der Oblongatabasis in einiger Entfernung von der Raphe, also ganz anders als bei den Säugern und als es FRITSCH p. 86 für die Knochenfische angiebt. Auch bei der Blindschleiche und der Taube liegen sie nicht im Bodengrau des Ventrikels. Die Kerne bestehen je aus einer kleinen Zahl großer fortsatzreicher Ganglienzellen vom Charakter der motorischen. Die Richtung der austretenden Nerven ist ventral mit unbedeutender Neigung nach vorn. Von den Kernen sieht man regelmäßig feinere Fasern zur Raphe ziehen, sichere Verbindungen mit anderen Hirnthteilen habe ich aber nicht beobachtet.

Acusticus. N. VIII.

Der Nervus acusticus der Cyprinoiden ist ein mächtiger Nerv, was übrigens von den Autoren für die Knochenfische im Allgemeinen angegeben wird. Sein Kern ist im Wesentlichen das Tuberculum acusticum (*Tub. ac.*, Fig. 19, 27—32, 50). Dies ist eine Anschwellung der ganzen Seitenwand des IV. Ventrikels, welche ventral von der *Sec. V. T. B.*, hinten von den zusammenfließenden Lobi *trigemi*, vorn vom Cerebellum (Rindenknoten der *Sec. V. T. B.*) begrenzt wird. Die dorsale Kniewurzel des Quintus verläuft, wie schon erwähnt wurde, ein Stück weit an seiner Innenseite. Dieselbe trennt dem Ventrikel zu ein Ganglion ab, das im Bau mit dem Tuberculum übereinstimmt und also wahrscheinlich auch zu ihm gehört (Fig. 30, *y*). Die Tubercula beider Seiten sind vor dem Lobus *trigemi* über dem IV. Ventrikel durch eine breite graue Brücke mit einander verbunden und an ihrer dorsalen Oberfläche, wie bereits erwähnt wurde, von einer Fortsetzung der radiär gestreiften Kleinhirnrindenschicht (Molecularschicht) überzogen. Nur unmittelbar hinter dem Kleinhirn ist die IV. Hirnkammer auf eine kurze Strecke geöffnet (Fig. 19). Das Tuberculum acusticum ist durchsetzt von zahlreichen Nervenzellen, Nervenfaserzügen und Blutgefäßen, wodurch es sich leicht von seiner Kleinhirnrindendecke trennen lässt. Die Zellen sind meist ziemlich klein, rundlich oder eckig mit mehreren Fortsätzen, die ein reichmaschiges Netzwerk formiren. Nur in der Umgebung der austretenden dorsa-

len Kniewurzel des Quintus findet sich eine ansehnliche Menge großer, mit ungemein langen Protoplasmafortsätzen ausgestatteter Elemente (Fig. 30). —

Die Faserzüge des Tuberculum setzen dasselbe in Verbindung mit den verschiedensten Hirnthteilen und sind von eingreifender Bedeutung für die Entwicklung der Oblongata (Pars commissuralis STIEDA). Ich unterscheide eine kleinere hintere (*N. VIII. post.*) und eine größere vordere (*N. VIII. ant.*) Acusticuswurzel, ferner sich kreuzende ventrale und dorsale Fasersysteme und endlich Bündel aus der unteren Olive (V. ROHON), also Antheile des Corpus restiforme, welche das Tuberculum einfach durchziehen und auf die wir bei der Besprechung jener Bahn zurückkommen werden (*St. Z.*).

Hintere Acusticuswurzel. *N. VIII. post.*
(Ramus vagi lateralis.)

Die hintere kleinere Acusticuswurzel, die aus mittelstarken Nervenfasern besteht, verlässt die Oblongata ein klein wenig dorsal-nasal von der aufsteigenden sensiblen Vaguswurzel (*N. IX. s.*) in ausgesprochener Richtung nach hinten. Indem sie innerhalb des Tuberculum nach vorn, oben und innen ansteigt, spaltet sie sich circa im hinteren Drittheil desselben in zwei Arme, von denen sich der eine medianwärts verliert, der andere aber nach vorn und oben weiter zieht und zum Theil bis in die nächste Nähe des Kleinhirns verfolgt werden kann.

Die Angabe des STANNIUS in seinem vortrefflichen Werk über das peripherische Nervensystem der Fische p. 92: »Die vorzüglichste Quelle des Seitennervensystems ist . . . eine eigene . . . über der Wurzel des *N. glossopharyngeus* aus . . . dem sogenannten Lobus posterior der Oblongata entspringende einfache Wurzel¹«, hat die Vermuthung in mir

¹ Mit dieser Beschreibung des STANNIUS stimmen auch die Angaben der späteren Autoren (BAUDELLOT, FÉE, VIAULT) überein. Ich gebe hier nur die Worte FÉE's, der in seiner Monographie sur le système du nerf pneumogastrique a. a. O. zwar die periphere Vertheilung dieses Systems in sehr übersichtlicher Weise dargethan, bezüglich seines centralen Ursprungs aber nur wenig Neues erbracht hat. FÉE erklärt (wie auch BAUDELLOT und VIAULT) den Truncus lateralis für la racine antérieure du pneumogastrique und sagt, dieselbe verlasse das Gehirn z. B. bei *Leuciscus rutilus* . . sur les côtés de la moelle allongée en arrière du glossopharyngien et de l'acoustique, au dessus desquels elle semble se continuer jusqu'à la grosse racine du trijumeau, par l'intermédiaire d'un renflement allongé de substance grise.

BAUDELLOT verwundert sich zwar darüber, dass er Fasern seiner vorderen Vaguswurzel bis zum Kleinhirn verfolgen konnte und macht die Physiologen auf diese Beobachtung aufmerksam, denkt aber nicht daran, dieselbe mit dem Acusticus in Verbindung zu bringen.

erregt, es möchte der von mir als hintere Acusticuswurzel erkannte Nerv der Cyprinoiden identisch sein mit dieser von STANNIUS angegebenen Hauptwurzel des lateralis. Es kam dazu, dass ich bereits beim Schlammpeitzger, bei der Barbe, bei Leuciscusarten etc., auch wenn die Hirnnerven nur auf kurze Strecken erhalten waren, makroskopisch dasselbe Verhältnis der hinteren Acusticuswurzel zum Vagus gesehen hatte, wie es STANNIUS, Taf. II Fig. 4, bei *Spinax acanthias* vom Ramus lateralis zeichnet. Als ich nun einige frische Cyprinoiden (zwei Exemplare von *C. barbatus*, ein *Carassius vulgaris*, zwei *Chondrostoma nasus*, zwei Leuciscusarten) eingehender auf dieses Verhältnis untersuchte, beobachtete ich Folgendes: Von dem großen Ganglion Gasseri zieht eine aus Nervenfasern und grauer Masse bestehende Fortsetzung der Oblongatabasis entlang nach rückwärts und theilt sich vor den Vaguswurzeln in zwei Äste, von denen der eine unter, der andere über diesen Wurzeln weiter zieht; es ist der untere und der obere Recurrens der Autoren (BÜCHNER, a. a. O. p. 48, STANNIUS). Zum oberen gesellt sich die hintere Acusticuswurzel¹. Beide zusammen, Recurrens superior und hintere Acusticuswurzel, bilden nach ihrem Austritt aus dem Schädel den Stamm des Nervus lateralis. Der Nervus lateralis besteht also aus zweierlei Fasern. Nach STANNIUS' Untersuchungen sind die aus dem Trigemini kommenden fein und verbreiten sich vornehmlich in der Haut des Rumpfes, die aus dem eigentlichen Ramus lateralis (hintere Acusticuswurzel) breit und enden in den Schleimkanälen des Operculum, der Ossa suprascapularia und supratemporalia CUVIER's und der Seitenlinie des Rumpfes.

Inzwischen haben die schönen Untersuchungen LEYDIG's² dargethan, dass man in diesen Kanälen nothwendig spezifische Sinnesorgane erkennen muss und zwar denkt dieser Autor vornehmlich an Tastorgane. Berücksichtigt man aber, dass die Nerven aus dem Tuberculum acusticum, also aus einem zweifellosen Acusticuskern kommen, dass ihre Wurzel der eigentlichen (vorderen) Acusticuswurzel histologisch durchaus ähnlich ist, dass nach STANNIUS' Untersuchungen bipolare Ganglienzellen in die Fasern eingeschoben sind, wie es FRITSCH im

¹ BÜCHNER, der diese Wurzel »la racine supérieure du nerf vague« nennt, giebt davon eine Zeichnung. Fig. XI, b. 2. Die Zeichnung von E. H. WEBER, Taf. IV, Fig. 26. 46 in dem Aufsatz über das Geschmacksorgan des Karpfen in MECKEL's Archiv für Anat. und Phys. 1827 ist ungenau.

² Über die Schleimkanäle der Knochenfische. Archiv für Anat., Physiol. und wissensch. Medic. von J. MÜLLER. 1850.

Anschluss an M. SCHULTZE für den Stamm des Acusticus angiebt¹, so hat man gewiss alles Recht, hier zunächst an ein accessorisches Gehörorgan zu denken. Diese Vermuthung erhält eine bedeutende Stütze durch den eigenthümlichen histologischen Bau der Schleimkanäle, von welchem LEYDIG (a. a. O. p. 480) sagt: »Schon eine einfache vergleichende Beobachtung zwischen einem Bogengang des Gehörorgans mit seiner Ampulle und einer sogenannten Schleimröhre muss die wesentlich ähnlichen Beziehungen, die beide Organe mit einander gemein haben, anerkennen. Hier wie dort haben wir Röhren aus Bindegewebe bestehend mit zahlreichen Gefäßen, und die von mir entdeckten Nervenknöpfchen entsprechen vollkommen der Ausbreitung des Gehörnerven in der Ampulle.« Auch die späteren Untersuchungen von F. E. SCHULZE² stimmen damit überein: er sagt p. 762: »... man sieht eigenthümliche, in Mitte mit einer Konkavität versehene, zellige Hügel und aus dieser Konkavität eine Menge starrer parallel stehender Haare in das umgebende Wasser hinausragen, welche Haare mit den in den Ampullen des Gehörorgans beschriebenen ziemlich übereinstimmen«. Endlich spricht für die Auffassung der Schleimkanäle als Organe des Gehörsinns ihre Verbindung mit knöchernen Rinnen und Kanälen (am Schädel die Ossa nasalia, infraorbitalia und supratemporalia CUVIER). Zwar ist LEYDIG der Ansicht, dieselben dienten bloß als »Stützen und Schutz« für die Nerven Ausbreitung, allein man kann auch geltend machen, dass sie beim Aufenthalt im Wasser, also bei ausgeschlossener direkter Luftleitung die Schallleitung besser übernehmen als z. B. die sehr elastische Lederhaut. Ja, gerade diese Ansicht erklärt wenigstens einigermaßen ungezwungen die von LEYDIG wiederholt ausgesprochene Bemerkung, dass man es hier mit einem speciell für den Wasseraufenthalt berechneten Sinnesorgan zu thun habe. —

Die weiteren von F. E. SCHULZE a. a. O. an Amphibien und von LEYDIG³ an Amphibien, Reptilien und selbst wirbellosen Thieren gemachten und in Beziehung zu den Schleimkanälen der Fische gebrachten Beobachtungen sprechen nicht gegen die Auffassung derselben als Organe des Gehörsinnes. Gegenüber der von LEYDIG wiedergegebenen

¹ STANNIUS selbst (Periph. Nervensystem, p. 45) giebt an, im Bereich des Acusticus nie Ganglienkörper wahrgenommen zu haben.

² Über die Nervenendigung in den sogenannten Schleimkanälen der Fische und über entsprechende Organe der durch Kiemen athmenden Amphibien. Archiv für Anatomie, Physiol. und wissenschaft. Medic. von REICHERT und DU BOIS-REYMOND. 1864.

³ Über Organe eines sechsten Sinnes. Novor. Actor. Academ. Caesar. Leop. Carol. germanic. naturae curiosor. XXXIV. 1868.

Angabe des STANNIUS, wonach die Schleimröhren des Kopfes der Fische von den Rami frontalis et buccalis trigemini versorgt werden, mache ich auf Folgendes aufmerksam: Auch diese Schleimröhren haben nach STANNIUS nur breite Nervenfasern und zwar aus der II. Wurzel des Trigemini. Die II. Quintuswurzel des STANNIUS entspringt aus dem Tuberculum acusticum und ist bei den Cyprinoiden, wie jener Autor p. 28 sagt, »fast ganz verdeckt von der III. Wurzel«, d. h. unserer dorsalen geknieten. Bedenkt man jetzt, dass STANNIUS als I. Wurzel unsere aufsteigende mit den absteigenden (bzw. transversalen), als IV. die ventrale gekniete behandelt, so kann man unter seiner II. nur einen Acusticusantheil oder jene unklaren Wurzeln, innere aufsteigende und gekreuzte absteigende, verstehen, die jedenfalls beim Austritt vom Acusticus nicht zu trennen sind. Wir werden sogleich auf sie zu sprechen kommen. An einer frontalen Karpfenreihe sehe ich auch dorsal von der III. Wurzel des STANNIUS und mit ihr vereinigt dicke Acusticusfasern aus dem Hörhöcker austreten.

Sind nun ferner nach STANNIUS die breiten, für die Kopfschleimröhren bestimmten Fasern seiner II. Quintuswurzel keine motorischen, so betheiligen sie sich andererseits auch nicht an der Bildung des GASSER'schen Knotens; sie haben vielmehr gleich wie die hintere Acusticuswurzel (Ramus lateralis vagi nach STANNIUS) eingeschaltete Ganglienzellen und ich glaube also, wenn auch einstweilen der strikte Beweis noch aussteht, dass man sie gleichfalls für Acusticusfasern halten muss. Somit spreche ich die Ansicht aus, dass die Schleimkanäle der Fische nichts Anderes sind als ein weit über die Körperoberfläche ausgebreitetes accessorisches Gehörorgan, von dem ich gerade nicht behaupten will, dass es Schallempfindungen zu vermitteln habe, dessen Funktion aber in den Bereich des zur Zeit noch unvollkommen erkannten Gehörsinns fallen wird.

Vordere Acusticuswurzel. *N. VIII. ant.*

Das Austrittsgebiet der großen vorderen Wurzel liegt unmittelbar vor der Austrittsstelle der aufsteigenden Vaguswurzeln (*N. IX. s.* und *mot.*) und also ventraler als das der hinteren (Fig. 1, 29, 30, 31, *N. VIII. ant.*). Nach ihrem Eintritt ins Tuberculum fahren die vornehmlich mittelstarken Fasern der Wurzel bündelweise wirt durch einander, wobei sie das ganze Tuberculum durchsetzen und zum Theil bis ins Kleinhirn vorzudringen scheinen, was übrigens um so schwerer zu konstatiren ist, als der Hörhöcker ganz verloren in die Körnerschicht des Cerebellum übergeht. Innerhalb des Tuberculum wird die Wurzel in ihren vorderen Partien von der dorsalen Kniewurzel des Quintus durch-

brochen. — Außer diesem notorischen Trigemusantheil drängen sich aber noch drei (*N. VIII. α. dors.*, *N. VIII. α. vent.* und *N. VIII. β.*) durch ihren Verlauf ausgezeichnete Bündel dicker Nervenfasern in sie ein, die mir besonders dadurch Schwierigkeiten bereitet haben, dass ich nicht ins Klare kommen konnte, ob sie wirklich zum Acusticus oder zum Trigenimus gehören. Zwei dieser Bündel, ein dorsales und ein ventrales (*N. VIII. α. dors.* und *vent.*), verbinden die Acusticuswurzel mit caudalwärts, das dritte mit nasalwärts vom Hörhöcker gelegenen Hirntheilen (*N. VIII. β.*). — FRITSCH (a. a. O. p. 88, Fig. 36 nicht bezeichnet) kennt das dorsale von den beiden ersten, leitet es aus dem hinteren Längsbündel ab und lässt es in der »Nachbarschaft des Acusticuskerns« endigen. FRITSCH sagt, STIEDA lasse diesen Faserzug in den Quintus übergehen. Ich muss gestehen, dass mir die Identität der von STIEDA Knochenfische p. 35 (FRITSCH citirt p. 88 Anm. 3 eine falsche Seite) zu Anfang beschriebenen Wurzel bei *Gadus lota* mit unserem dorsalen Bündel durchaus nicht zweifellos ist. Dieses ist nämlich sehr klein, sehr locker, während die STIEDA'sche Wurzel den größten Theil seines »hinteren Trigenimus« ausmacht. Dass dieselbe gerade aus dem hinteren Längsbündel komme, sagt STIEDA zudem nicht.

Beim Hecht leitet STIEDA (p. 55) eine starke grobfaserige Quintuswurzel aus den »Längsfasern unterhalb und seitlich vom Ventrikel« her; diese muss man nothwendig für meine ventrale gekniete halten. Unser dorsales Bündel zum Acusticus ist auch beim Hecht recht klein und jedenfalls kleiner und undeutlicher als die ventrale Kniewurzel. Eben so verhält es sich bei der Forelle, wo das Bündel noch relativ am stärksten ist.

Bei den Cyprinoiden besteht das Bündel *N. VIII. α. dors.* aus wenigen — man könnte sie zählen — und sehr locker vereinigten Fasern. Sie dringen nahe hinter der austretenden ventralen und unterhalb der dorsalen Kniewurzel des Quintus in die verschlungenen Bündel der vorderen Acusticuswurzel ein, nachdem sie vorher die aufsteigende Trigeminiwurzel übersetzt haben (Fig. 30). Bis zur Peripherie konnte ich sie indessen nie ganz verfolgen und so wäre es entsprechend der Ansicht FRITSCH's wohl möglich, dass sie in großen Zellen enden, welche sich zwischen den Acusticusbündeln eingestreut finden.

Aber auch das caudale Ende des Bündels ist mir nicht klar geworden. Die Hauptrichtung geht vom Acusticus aus geschlängelt gegen den hinteren Kern der ventralen Kniewurzel (Fig. 27). Vielleicht enden hier einzelne Fasern in großen Zellen, die zwischen hinterem und lateralem Längsbündel liegen; ich sehe einmal den DEITERS'schen Fortsatz einer solchen Zelle sich zu unserem Bündel gesellen. Die Mehrzahl der Fasern

zieht jedoch im hinteren und wie es scheint auch im lateralen Längsbündel unbestimmbar weit nach hinten. In einer Karpfenreihe bleibt ein Theil des Bündels an der oberen Seite der sekundären Vagus-Trigeminusbahn bis zum Anfang des motorischen Vagus-kerns, wo er dann in Gesellschaft von Kommissurenfasern medianwärts ins hintere Längsbündel abschwenkt und wahrscheinlich die Mittellinie überschreitet.

Das ventrale Bündel (*N. VIII. α. vent.*) ist mächtiger als das dorsale. Die Fasern ziehen locker geordnet lateral-ventral vom hinteren Längsbündel durch die Oblongata (Fig. 25, 27, 28). Nach hinten verlieren sie sich zwischen den Fasern des absteigenden Nervus hypoglossus, bzw. des Vorderstrangs der Medulla, nach vorn sammeln sie sich in der Höhe des hinteren Abducens zu zwei Bündeln, kreuzen sich in der Raphe und ziehen theils unter, theils durch die sekundäre Vagus-Trigeminusbahn zur Peripherie, wo sie sich gleichfalls mit Acusticusfasern vermischen (Fig. 30). Ihr Abgang von der Oblongata als peripherer Nerv lässt sich darum nicht ganz absolut sicher stellen, ist aber im höchsten Grad wahrscheinlich.

Auch dieses Bündel ist bei der Forelle wieder verhältnismäßig groß.

Beide Bündel haben ganz und gar das eigenthümliche Aussehen von Nervenwurzeln, allein was wird aus ihnen? Stellen sie aufsteigende motorische Quintuswurzeln, ventrale Partner der aufsteigenden sensiblen Wurzel vor, die den Acusticus einfach durchsetzen, oder sind es wirkliche Acusticuswurzeln? Ich kann nicht glauben, dass Hörnervenwurzeln aus ventralen Theilen des Medullarrohrs entspringen. Oder sind es absteigende Wurzeln des Acusticus? Nach Cuvier's Angabe gehen Fasern vom ventralen Ast des ersten motorischen Spinalnerven (*I. sp. [XII.]*) zur Schwimmblase, die bekanntlich mit dem inneren Gehörorgan in Verbindung steht; Stannius erklärt sie jedoch für motorische.

Das dritte Bündel (*N. VIII. β.*) verlässt zuverlässig die Oblongata als peripherer Nerv und zwar hinter der ventralen Kniewurzel des Quintus und innig vermischt mit dem vorderen Acusticus. Seine Fasern umziehen in der Richtung von hinten ventral nach vorn oben die sekundäre Vagus-Trigeminusbahn im Bogen, um sich in der Raphe zu kreuzen. Hierbei werden sie von der ventralen Kniewurzel durchsetzt (Fig. 34) und umspinnen in der früher beschriebenen Weise das Endorgan der MAUTHNER'schen Faser. Gekreuzt ziehen sie im hinteren und lateralen Längsbündel nach vorn und scheinen in den großen Nervenzellen zu enden, welche in den Frontalebene der transversalen Quintuswurzel auf der grauen Scheidewand zwischen hinterem und lateralem Längs-

bündel liegen (Fig. 32, 33, *Nuc. N. VIII. β .?*). Allein dies ist nicht sicher; möglicherweise gehen die Fasern dorsalwärts aufsteigend in die vorderen Theile des Tuberculum acusticum über, möglicherweise ziehen sie noch weiter nach vorn.

Ein Faserantheil der Wurzel *N. VIII. β* . streicht Anfangs ungekreuzt nach vorn und überschreitet die Raphe erst in der Gegend der genannten großen Zellen.

Wieder steht man vor der Frage: haben wir es hier mit einer Hörnervwurzel, oder mit einer den Acusticus einfach durchsetzenden Quintuswurzel zu thun? Wenn es sicher stände, dass sie aus den großen Zellen der Oblongatabasis entspringt, so würde ich sie für eine Trigeminiwurzel erklären.

Unter den von FRITSCH beschriebenen Bahnen finde ich zum Vergleich mit diesem ziemlich starken *N. VIII. β* . nur den Zug *d. gl.*, Taf. VI² Fig. 36. Allerdings ist bei letzterem der Bogen nach hinten viel größer, wie auch FRITSCH sein Bündel *d. gl.* zu den vordersten Vaguswurzeln (Glossopharyngeus) ziehen lässt, allein die Kreuzungsstelle ist ziemlich genau dieselbe. Alsdann wäre auch der Querschnitt VI? FRITSCH vielleicht in Beziehung zum Endorgan der MAUTHNER'schen Faser zu bringen, denn die Abducenskerne liegen wenigstens bei den von mir untersuchten Fischen viel zu nahe der Basalfläche der Oblongata, als dass sich vollends der Nerv schon in dieser Horizontalebene zeigte.

Die im Vorstehenden beschriebenen drei Bündel (*N. VIII. α . dors.*, *N. VIII. α . vent.* und *N. VIII. β .*) haben drei Eigenschaften mit einander gemein, die einigermassen für ihren Charakter als Acusticuswurzeln sprechen, nämlich:

- 1) den Übergang in die große vordere Hörnervwurzel,
- 2) das starke Kaliber ihrer Fasern und
- 3) die Kreuzung in der Raphe, die wenigstens für das zweite und dritte Bündel zuverlässig, für das erste wahrscheinlich ist.

Dass sich bei Vögeln, Reptilien und Fischen ein guter Theil des Hörnerven kreuzt, steht nach meinen Untersuchungen außer Frage, aber nicht weniger auch, dass bei den Fischen von den bekannten motorischen Quintuswurzeln jedenfalls nur ein kleiner Fasertheil die Mittellinie überschreitet. — Kehren wir zum Tuberculum acusticum zurück! Wir haben oben zwischen ventralen und dorsalen Faserkreuzungen bei den Cyprinoiden unterschieden.

Dorsale Faserkreuzungen im Acusticusgebiet.

N. VIII. γ . Sec. A. B.?

Ich nenne von den letzteren zunächst ein System mittel-

starker Fasern, die sich bündelweise im Kleinhirn kreuzen und zwar zwischen der *cm. p. 1* FRITSCH' (Kreuzung der sekundären Vagus-Trigeminusbahn) (vorn) und den gegen die Spitze des Kleinhirns ansteigenden Faserbündeln des gekreuzten Bindearms (hinten) (*N. VIII. γ*, Fig. 32 und 33). FRITSCH hat den Verlauf dieses Systems im Kleinhirn (p. 85) so zutreffend beschrieben, dass es gar nicht verkannt werden kann; er hält es für eine Trigeminuswurzel. Ich finde dasselbe besonders schön entwickelt bei der Forelle und auch beim Hecht, weniger bei den Cyprinoiden, muss es aber nach vielfachen und in den verschiedensten Schnittrichtungen angestellten Untersuchungen für eine Hörnervenwurzel erklären. Man sieht bei Cyprinoiden einen Theil der Fasern in den vordersten Partien des Tuberculum acusticum verschwinden; der größere Rest zieht in zwei annähernd gleich großen Bündeln (Fig. 50) nach rückwärts. Das tiefer gelegene senkt sich vor der ausbiegenden dorsalen Kniewurzel des Quintus ventralwärts, um sich mit Acusticusfasern untrennbar zu vermischen, das höhere zieht über die Kniewurzel weg nach hinten und schließt sich theilweise dem Zug der hinteren Acusticuswurzel an, zum Theil verliert es sich zwischen anderen Fasern des Hörnervhöckers.

Die übrigen dorsal sich kreuzenden Fasern des Tuberculum übersetzen den IV. Ventrikel; es sind dem Kaliber nach zweierlei. In den hinteren, vor den Lobi vagi et trigemini gelegenen Partien (Fig. 28, 29, 30) kreuzen sich Bündel mäßig dicker Acusticusfasern, in den vorderen Partien aber (Fig. 30) gewahrt man eine ziemlich beträchtliche Kreuzung feinsten Elemente, die in eine eigenthümliche Beziehung zum Kleinhirn treten. Die Fasern sammeln sich nämlich aus den obersten Lagen des Hörnervknotens und treten in ziemlich groben Bündeln direkt unter der (aus dem Kleinhirn herüber ziehenden) Rindenschicht (Molecularschicht) zur Kreuzung zusammen. Gekreuzt ziehen sie an der Innenseite der Ventrikelwand immer dicht unter der Rindenschicht sich haltend und also leicht vom Grau der Tubercula zu trennen nach vorn, um an der Stelle, wo Seitenwand des IV. Ventrikels (Corpus restiforme der Autoren) und Kleinhirn winklig zusammenstoßen, in zierlichen Bögen nach außen umzubiegen. Sie verschwinden alsdann in einer Partie der Körnerschicht des Kleinhirns, welche oben und außen vom vorderen Ende des Tuberculum acusticum und unmittelbar hinter dem Rindenknoten der sekundären Vagus-Trigeminusbahn liegt (Fimbria cerebelli FRITSCH nach BUSCH). Auf ihrem Weg längs der Ventrikelwand schließen sich ihnen zahlreiche Bündel von derselben Beschaffenheit an, die in derselben Weise aus den vorderen, über dem IV. Ventrikel nicht verbundenen Theilen der Hörnervhöcker wie jene aus den hinteren kommen,

aber erst im hintersten und ventralsten Theil des Kleinhirns zur Kreuzung gelangen, ein Fasersystem formirend, das FRITSCH als Tractus fimbriae oder Commissura corporis restiformis OWEN beschreibt (Fig. 19, 31, 32, *Tr. fimb. F.*). Wie alle diese Fasern in den Fimbriae BUSCH enden, kann ich nicht angeben. In der Umgebung der Körner finden sich zahlreiche Ganglienzellen, die in den ventralen Theilen den kleinen Zellen des Hörnervhöckers, oben und vorn aber den PURKINJE'schen Zellen des Kleinhirns ähnlich sehen. Beide dürfen an dieser Übergangsstelle des Tuberculum ins Cerebellum nicht befremden.

Wichtiger als die Frage nach der Endigung dieser Fasern erscheint mir die Aufklärung ihrer Beziehungen zum Nervus acusticus. Hat man es hier mit einer gekreuzten feinfaserigen Kleinhirnacusticuswurzel zu thun oder stellt dies Fasersystem eine gekreuzte sekundäre Verbindung zwischen Cerebellum und Kern des Nervus acusticus vor (*Sec. A. B. ?*), wie die sekundäre Vagus-Trigeminusbahn eine gekreuzte Verbindung zwischen diesem und den Kernen des sensiblen Vagus und Trigeminus vorstellt? Direkt lassen sich die Bündel nicht über das Tuberculum acusticum hinaus aber auch nicht in den Hörnerv hineinverfolgen und andererseits muss die Betrachtung des Hörnervs selbst ergeben, dass dies beträchtliche System feinsten Fasern unmöglich in denselben übergegangen sein kann, wenn die Fasern nicht vorher stärkeres Kaliber angenommen haben. Allerdings sieht man, besonders an sagittalen Schnitten, den Nervus acusticus bei seinem Abgang aus dem Tuberculum acusticum von Bündeln feinsten Fasern durchsetzt, allein dieselben gehören, wie wir im Folgenden sehen werden, der Oliven-Kleinhirnbahn an (*St. Z.*).

Ventrale Faserkreuzungen im Acusticusgebiet.

Die ventral sich kreuzenden Fasersysteme des Hörnervknotens sind die sog. Kommissurenfasern desselben. Sie sind bei den Cyprinoiden so beträchtlich, dass dieser Theil der Oblongata (Fig. 28—33) ganz besonders die von STIEDA dafür eingeführte Bezeichnung der Pars commissuralis verdient. Die ziemlich dicken Kommissurenfasern sind zum Theil gekreuzte Acusticusfasern, zum Theil sind es Fasern aus dem Tuberculum acusticum, die sich nach vorheriger bündelweiser Kreuzung in der Raphe an der Bildung des hinteren Längsbündels und noch weit mehr der lateralen Längsfasersysteme der Oblongata (laterale Längsbündel) in deutlicher Weise betheiligen und centralwärts weiter ziehen. Im Bereich des Hörnervknoten hat, wie wir oben sahen, neben dem lateralen Längsbündel auch das hintere Längsbündel den größten Querschnitt, der sich allerdings nach vorn zu durch gekreuzt

abgehende Fasern wieder verringert. Ich will auch die Möglichkeit nicht leugnen, dass ein Theil dieser sog. Kommissurenfasern die Tubercula acustica mit den Zellen der Oblongatabasis gekreuzt verbindet, eine wirkliche kommissurenartige Verbindung beider Hörnervknoten unter einander selbst ist mir dagegen unwahrscheinlich.

Sekundäre Vagus-Trigeminusbahn. *Sec. V. T. B.*

Wir kehren zurück zu der Beschreibung der sekundären Vagus-Trigeminusbahn, die wir in der Höhe des Tuberculum impar verlassen haben (Fig. 27). Ich denke, man hat volles Recht diese Bahn eine sekundäre zu nennen. Ihre Fasern entspringen an der Innenseite desselben Ganglion, von dessen Außenseite der periphere Nerv abgeht, aber sie ziehen dem Centrum, d. h. dem Gehirn zu. Die Bahn liegt seitlich ventral in der Oblongatabasis, nach innen — unten von der aufsteigenden Quintuswurzel (Fig. 26—33). Bei Carpio und Barbus hat sie auf Frontalschnitten eine plumpe Halbmondform mit medianwärts gerichteter Konkavität, in welcher eine schwächere Bahn größerer markhaltiger Nervenfasern verläuft, die sich mit ihr innig vermischt und nasalwärts immer enger von ihr umschlossen wird (x der Figuren). Beide zusammen machen in der Höhe der vorderen Acusticuswurzel fast $\frac{1}{4}$ der Oblongatabasis aus; gewiss ein sehr mächtiges Fasersystem (Fig. 29, 30).

Vor der Austrittsstelle der aufsteigenden Quintuswurzel erhebt sich die feinfaserige Bahn fast rechtwinklig (Fig. 33) und dringt, indem sie sich dorsalwärts verbreitert, in einen großen, rundlichen nach außen und oben etwas zugespitzten grauen Knoten ein, der an der Basis des Kleinhirns, und zwar an der Grenze zwischen eigentlichem Cerebellum und Valvula cerebelli liegt (Fig. 34). Aus dem Knoten, dessen Gewebsstruktur im Wesentlichen mit derjenigen der Kleinhirnrinde (Molecularschicht) übereinstimmt, ziehen die Fasern zur Mittellinie und kreuzen sich über dem IV. Ventrikel mit denen der anderen Seite, um alsdann in der Richtung nach vorn zwischen den Zellen zu verschwinden, von denen der Rindenknoten durchsetzt und (besonders am vorderen Rand) reichlich eingefasst ist. Ob sich alle Fasern kreuzen, ist unmöglich mit Sicherheit zu sagen; die lateralsten marklosen verbleiben anscheinend auf derselben Seite. Die Nervenzellen in und um den Knoten sind in der Mehrzahl klein, mit ziemlich großem Kern und punktförmigem Nucleolus, rund, spindelrig oder mehrstrahlig, meist mit einem bis drei Fortsätzen versehen; in der Minderzahl haben sie die Charaktere der PURKINJE'schen Elemente. Der ganze Knoten ist, ausgenommen die ventrale und theilweise auch die äußere Seite, von den verschiedenartigsten Kleinhirnfasern umspinnen (Fig. 34, 50).

Die Kreuzung der feinfaserigen sekundären Vagus-Trigeminusbahn liegt zwischen der Trochleariskreuzung und der Kreuzung *Vc.*? FRITSCH (Kreuzung der Wurzel *N. VIII. γ*). Sie findet sich bei allen von mir darauf hin untersuchten Fischen und ihre Größe steht im Verhältnis zum Vagus und zur dorsalen Kniewurzel des Quintus. Es ist die *cm. p. 1* (Commissura posterior 1) von FRITSCH, eine Bezeichnung, die nach dem Gesagten schwer haltbar erscheint.

Nervenfaserbahn α (Fig. 27—50).

Was nun die an der Innenseite der sekundären Vagus-Trigeminusbahn verlaufende Bahn α betrifft, so sind ihre Fasern dicker und stehen lockerer als bei jener und außerdem haben sie alle deutliche Markscheiden. Um so unklarer ist dagegen ihre Entstehung. Sie verlieren sich nach hinten im Bereich der großzelligen Kerne der ventralen Kniewurzel des Quintus (*facialis*) und des gemeinsamen motorischen Vagus und Glossopharyngeus. Erst nach Passirung des motorischen Vago-Glossopharyngeuskerns beginnt die Hauptentwicklung der Bahn (Fig. 26); dies ist aber zugleich die Gegend, wo dickere Fasern aus der aufsteigenden Quintuswurzel in die sekundäre Vagus-Trigeminusbahn überzugehen scheinen. Andererseits kann man sich vorstellen, dass unser Bündel aus den genannten motorischen Kernen vielleicht durch Vermittlung der in sehr auffälliger und regelmäßiger Weise an die sekundäre Vagus-Trigeminusbahn herantretenden Büschel von Protoplasmafortsätzen entsteht (Fig. 27, 28, 29, 32, 33). Zuweilen scheint es auch als kommen Fasern aus der Raphe (sog. Kommissurenfasern) dazu.

An der Stelle, wo sich die sekundäre Vagus-Trigeminusbahn in ihren Rindenknoten erhebt (Fig. 33), löst sich das Bündel α von ihr los und biegt an der Innenseite vom lateralen Längsbündel in schönem Bogen über die Commissura ansulata der Autoren (*Comm. ans.*) hinweg ventralwärts, um sich vermischt mit einer später zu behandelnden Bahn aus dem Kleinhirn (*Tr. c. ad lob. inf.*, Fig. 48, 49, 50, 56, 57) zwischen den zahlreichen Nervenzellen zu verlieren, welche nach oben außen und hinten von dem großen Ganglion des Lobus inferior und nach außen vom Stiel des Nucleus rotundus FRITSCH (*Ped. nuc. rot. F.*) liegen (Fig. 50, α in die Figur geschrieben und 56). Wie dieser Stiel äußerlich an den Funiculus VICQ D'AZYR der Säuger, so erinnert dieser Bogen an das vom Funiculus VICQ D'AZYR nach hinten in die Haube umbiegende Fasersystem beim Kaninchen (Sagittalschnitte¹). Die Nerven-

¹ GUDDEN, Beitrag zur Kenntnis des Corpus mammillare und der sog. Schenkel des Fornix. Archiv für Psych. Bd. XI. Taf. VII, Fig. 46 HB.

zellen sind fast durchweg ziemlich klein, haben einen festen Leib und mehrere Fortsätze.

Ich habe die eben beschriebene Bahn nur bei den Cyprinoiden näher studirt, da mir diese hierfür am geeignetsten erschienen.

Untere Oliven (*Ol. inf.*), Olivenkleinhirnbahn
(*St. Z.*).

Die grauen Massen des Nachhirns, welche VIAULT a. a. O. und V. ROHON a. a. O. als untere Oliven der Selachier beschreiben und letzterer Taf. VII Fig. 52 (*uo*) zur Darstellung bringt, finden sich auch bei den Teleostiern. Die unteren Oliven und die aus ihnen entspringenden Nervenfaserbahnen zum Kleinhirn, das Stratum¹ zonale Arnoldi (*St. Z.*), sind also ganz elementare Hirngebilde, die sich auch bei Reptilien und Vögeln finden und deren genauere Kenntniss bei den Säugern wir den glänzenden Untersuchungen O. DEITERS¹ in erster Linie verdanken. Sie zeigen sich bei den verschiedenen Arten von Knochenfischen verschieden entwickelt und besonders mächtig bei den Cyprinoiden, in specie den Karpfen (Fig. 1, 24, 25, 50, *Ol. inf.*). Bei diesen Thieren haben HALLER² (a. a. O. p. 204 etc.), CARUS (a. a. O. p. 453) und GOTTSCHÉ (a. a. O. p. 466) das äußere Aussehen der Oliven bereits beschrieben. Die beiden letzteren geben auch Zeichnungen, worunter die von CARUS (Taf. II Fig. 9 *m*) ziemlich gut gelungen ist. Sie betrachten die Oliven mit ihren Querfaserzügen als eine untere Kommissur der Vagusnoten; eben so BÜCHNER a. a. O. Fig. XV, *b. ζ*.

Ich verstehe unter der unteren Olive der Cyprinoiden eine Ansammlung grauer Substanz, die sich annähernd im Bereich des mittleren Drittheils der Vagusnoten an der Basis der Oblongata und neben der Raphe ausbreitet. Dorsal steht dieselbe in direkter Verbindung mit einer starken Lage sog. gelatinöser Substanz, welche von unten her ans hintere Längsbündel stößt und nach vorn ziemlich weit über die Oliven hinausreicht. Nach außen werden die letzteren von Längsfaserzügen, medial von den sich bildenden Basalsträngen der Oblongata (untere Pyramiden der Autoren, *U. P.*), bzw. in den hinteren Frontalebene von der Raphe begrenzt (Fig. 24, 25).

¹ Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Braunschweig 1865.

² Inferius hae eadem columnae in ea sede uniuntur, quo superius tubercula striata ad sedem cerebelli adnascuntur; ibique calamus scriptorius inferior ab aliquo spatio interrumpitur, cum pons aliquis fiat, quo fasciae exteriores, in arcem circumdatae, sub calamo se decussant.

Die Oliven besitzen zahlreiche kleine Nervenkörper, zu denen sich am Rand Körner gesellen, wie sie in der Pia und zwischen den Fasern peripherer Nerven zu sehen sind. In der darüber liegenden gelatinösen Substanz dagegen scheinen die Nervenzellen ganz zu fehlen.

Das Verhalten der aus den Oliven entspringenden Nervenfasernzüge stimmt überein mit dem bei höheren Thieren (Vögeln und Säugern) beobachteten. Einerseits sieht man nämlich spärliche Züge feiner Fasern von hinten oben im Bogen um die Oblongata herum ziehen und in diesen Ganglien verschwinden, nachdem sie sich, wenn ich mich nicht täusche, vorher in der Raphe gekreuzt haben. Es ist möglich, dass sie aus den Rückenmarkshintersträngen kommen, ihre Verfolgung dahin ist mir jedoch nicht gelungen. Andererseits entspringen aber aus den unteren Oliven zahlreiche, zum Theil ziemlich mächtige Bündel, die sich in der Raphe kreuzen und dann fächerartig über die ventrale Fläche der Oblongata weg nach vorn und oben verbreiten (Fig. 1, 24, 25). Indem sie hierbei theils über, theils zwischen den Wurzelbündeln des Hörnervknotens wegsetzen, theils die Quintuswurzeln umschlingen, dringen sie in die Körnerschicht des Cerebellum ein (Fig. 24—35) und kennzeichnen sich durch diesen Verlauf als Homologon des Stratum zonale ARNOLDI (*St. Z.*) der höheren Thiere.

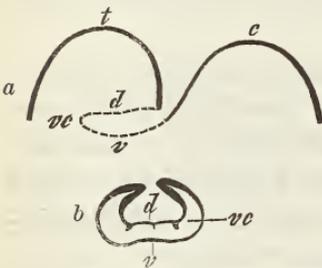
Unter den Bogenfasern ins Kleinhirn befinden sich auch marklose Züge, wie sie von FRITSCH mit dem Namen der gelatinösen belegt werden. Insbesondere sind es zwei ziemlich starke Bündel, die unmittelbar hinter der Austrittsstelle der aufsteigenden Trigemiuswurzel fast unter rechtem Winkel dorsalwärts umbiegen und hinter dem Rindenknoten der sekundären Vagus-Trigemiusbahn aufsteigend in jene große Markmasse des Cerebellum gelangen, welche dorsal vom Knoten die Seitenlappen der Valvula (*Vc*) mit dem eigentlichen Kleinhirn (*Klh*) verbindet (Fig. 34, 50). Hier verliert sich ein Theil der Fasern, einen anderen Theil aber verfolge ich nach oben in die Körnerschicht des Mittellappens der Valvula, während der Rest (namentlich vom hinteren, bzw. lateralen Bündel) auf einmal ein ganz struppiges Aussehen gewinnt, starke Karminfärbung zeigt und, aus groben Ästen in feinere Reiser zerfahrend, von beiden Seiten gegen die Mittellinie der Valvula zustrebt.

Außer dem eben beschriebenen kenne ich bei den Cyprinoiden kein Fasersystem, das von hinten aus der Oblongata, bzw. dem Rückenmark ins Kleinhirn aufsteigt; Hecht und Forelle habe ich diesbezüglich nicht genau genug untersucht, um mir ein definitives Urtheil zu erlauben. Ich muss daher die Möglichkeit wohl zugeben, dass sich bei günstigen Specien weitere Bahnen werden auffinden lassen.

b. Cerebellum. Hinterhirn.

Cerebellum (*Klh*), Verbindung der Valvula (*V. c.*) mit dem Tectum opticum (*T. opt.*)

Das Kleinhirn der Knochenfische bietet bei der relativen Durchsichtigkeit seiner übrigens reich gegliederten Architektur kein geringes Interesse. Aus seiner Betrachtung dürfte sich vielleicht mancher Fingerzeig für die Erkenntnis dieses anatomisch wenig aufgeklärten Hirnthails der Säugethiere ergeben. Dasselbe makroskopisch näher beschreiben, hieße wiederholt besser Gesagtes noch einmal wiederholen. Hemisphären sind bekanntlich keine vorhanden¹. Die Hauptmasse (*Klh*) entspricht dem Wurm der Säuger, die Valvula (*Vc*), wie bereits STIEDA dargethan hat, dem Velum medullare anterius. Für die Cyprinoiden glaube ich die Größenverhältnisse, die Vertheilung von Körnerschicht und Rindenschicht (Molecularschicht), den Zusammenhang mit den übrigen Hirnthteilen durch die schematischen Figuren 48, 49, 36—47 dem Verständnis genügend zu erschließen. Ich bemerke dazu nur Folgendes:



das Kleinhirn der Cyprinoiden ist am schmälisten und niedrigsten beim Übergang des eigentlichen Cerebellum (*Klh*) in die Valvula (*Vc*, Fig. 40). Die letztere ist hier dreilappig in seitlicher Anordnung, der Mittellappen viel kleiner als jeder der seitlichen. Ihre Entstehung kann man sich so vorstellen: Wenn *t* und *c* der nebenan-

stehenden Figur *a* (Tectum lobi optici und cerebellum) die sagittal getroffenen Decken zweier zusammenhängender Blasen sind und es schiebt sich von *c* eine Falte in die Blase *t* vor, so hat diese Falte (*vc* = Valvula cerebelli) ein ventrales (*v*) und ein dorsales (*d*) Blatt. Stellt man sich nun vor, dass diese Falte *vc* (in Fig. *b* frontal getroffen) nach der Seite stärker wachse als nach vorn, aber, durch die Wände der Blase *t* an ihrer Ausdehnung gehindert, sich seitlich nach oben umschlage derart, dass ihre Seitenränder sogar gegen einander konvergiren (Fig. *b*), und stellt man sich jetzt vor, dass aus dem ventralen Blatt die Gewebeelemente des Kleinhirns in ihrer typischen Anordnung (nach außen Rinde, nach innen Körnerschicht) entstehen, so hat man die Valvula der Cyprinoiden. Ich möchte zum Voraus glauben,

¹ VIAULT (a. a. O.), der sich sonst in der Deutung der einzelnen Gehirnthteile STIEDA anschließt, ist der Meinung, dass das Cerebellum der niederen Vertebraten nicht dem Wurm allein, sondern dem ganzen Kleinhirn der Säuger entspreche.

dass sich die Sache entwicklungsgeschichtlich wenigstens theilweise¹ so verhalten wird, wenn auch die fachmännische Bestätigung einstweilen noch aussteht. Eine Art anatomischer Probe müsste darin bestehen, dass sich das nicht als Kleinhirnmasse entwickelte dorsale Blatt beim Erwachsenen wenigstens in Form von Epithel der Pia erhalte, welches Epithel kontinuierlich in das des Tectum opticum überginge.

Die schematische Fig. 47 stellt einen schrägen Sagittalschnitt von *C. carpio* vor. Man sieht wie sich die Körnerschicht des Mittellappens der Valvula nach hinten oben membranartig auszieht und unter der Pia (*p*), welche beim Karpfen zum Theil die ausschließliche Decke des Lob. optic. bildet, eben so verliert, wie sich weiter nach vorn der Torus longitudinalis (*Tor. long.*, Fornix der Autoren) wieder unter derselben hervorildet, allein einen kontinuierlichen Übergang von Epithel habe ich hier nicht gesehen und ist dies bei den geübten Präparationsmethoden auch nicht zu erwarten².

FRI TSCH, der sich a. a. O. p. 33 gegen die STIEDA'sche Darstellung³, nach welcher Valvula und Tectum in nervöser Gewebekontinuität mit einander stehen, erhebt, führt die bindegewebige Verbindung mit dem Kleinhirn als Beweisgrund gegen die Auffassung des Tectum opticum als Dach der Vierhügelblase auf. Hiergegen bemerke ich: Auch bei den Säugern reichen die eigenthümlichen Gewebselemente des Kleinhirns nicht über die Lingula hinaus; Dach der Vierhügelblase und Kleinhirn gehen nicht direkt sondern mittelst des Velum medullare anterius in einander über. Es lässt sich aber bei den Vögeln sehr leicht und aufs deutlichste nachweisen, dass das vordere Marksegel zwar in seinen hintersten Partien noch die Gewebselemente des Kleinhirns enthält, nach vorn aber eine durchaus bindegewebige Platte wird, unter welcher sich z. B. die Nervi trochleares kreuzen, und welche als solche erst weit vorn in das Tectum opticum übergeht.

In ähnlicher Weise vollzieht sich der Übergang bei den Knochenfischen. Zu Unrecht erklärt also FRI TSCH einen »wirklich nervö-

¹ Theilweise umgekehrt, indem sich das frühe sehr rasch wachsende Tectum über das Cerebellum biegt. cf. RATHKE a. a. O.

² FRI TSCH giebt p. 33 das Bestehen des Epithels auf der Verbindungsbrücke ausdrücklich an, eben so STIEDA Knochenf. p. 43. Beim Hecht habe ich den kontinuierlichen Übergang selbst gesehen. Die Karpfen sind für diese Untersuchungen sehr ungünstig, weil die Seitenhälften des Tectum opticum und die Tori longitudinales durch die gewaltigen Seitenlappen der Valvula weit aus einander getrieben werden, und sich nun statt ihrer dem Messer eine feine, elastische, lose über die Höhle des Lobus opticus gespannte Membran darbietet. Bessere Präparate als die Karpfen liefert *Abramis brama*.

³ Knochenfische. Taf. II Fig. 28 und 32.

sen« Übergang vom Cerebellum auf das Tectum für wünschenswerth, um letzteres für einen Theil des Mittelhirns ansehen zu können.

Schichten des Kleinhirns.

Die Schichtung des Kleinhirns beschränkt sich im Wesentlichen auf Körner- und Rindenlage. Ausgenommen die Nervenfasersammlungen dorsal vom Rindenknoten der sekundären Vagus-Trigeminusbahn und dem Corpus quadrigeminum posterius FRITSCH (*Ü. G.*) (Fig. 33, 34, 35, [48, 49, 55]) haben die Cyprinoiden keine Markschrift wie die höheren Thiere, vielmehr zerfahren die Faserbahnen in der Körnerschicht in mehr oder weniger starken Bündeln.

Über die feinere Histologie der die Kleinhirnschichten konstituierenden Elemente unterlasse ich nähere Angaben. Auffällig in hohem Grade ist das wirklich enorme Fasernetz in der moleculären Schicht, das durch die Bindegewebsfortsätze und die Blutgefäße aus der Pia noch complicirt wird. Wenn ich die letzteren von der Betrachtung ganz ausschließe, so sind hier wesentlich zwei Systeme von Fasern zu unterscheiden, nämlich

1) ein System vornehmlich radiär (senkrecht zur Oberfläche der Körnerschicht) verlaufender, relativ dicker und mit Karmin sich stark färbender Fibrillen, die für Abkömmlinge der Protoplasmafortsätze der PURKINJE'schen Elemente angesprochen werden müssen und

2) ein gleichfalls sehr mächtiges System feinsten, die Molecularschicht bündelweise und in wagrechter Richtung durchsetzender, offenbar nervöser Fibrillen. Diese sind sehr deutlich an Präparaten, die mit Überosmiumsäure behandelt wurden (in Fig. 55 angedeutet). Man sieht sie in die Körnerschicht übertreten. cf. BELLONCI . . *istologia del cervello* Fig. 4, b.

Die Anordnung der PURKINJE'schen Zellen ist bei verschiedenen Geschlechtern verschieden. Bei *Esox* und *Salmo* z. B. bilden diese Zellen wie bei den höheren Vertebraten eine scharfe Grenzlinie zwischen Körner- und Molecularschicht, während bei den Cyprinoiden und namentlich bei den Karpfen stellenweise die ganze Rindenschicht, besonders die der Valvula, von jenen Zellen durchsetzt ist. Dies veranlasst die zierlichsten mikroskopischen Bilder. Man sieht nämlich zahlreiche einzelne Nervenfasern in ihren Markscheiden wie auf gelben Straßen in die Molecularschicht eindringen, um zu den Zellen zu gelangen.

Beim Hecht findet man in der Rinde an der vorderen und hinteren Seite des eigentlichen Cerebellum (*Klh*) auffallend viele kleine mit Höfen versehene Zellen, die sich auch in die Rinde des Tuberculum acusticum

fortsetzen. Ferner beobachtet man bei allen von mir darauf untersuchten Fischen eine besondere Verdickung der Molecularschicht über den sich kreuzenden Tractus Fimbriae FRITSCH. Dieselbe verliert sich in der Rinde des Hörnervhöckers.

Corpus quadrigeminum posterius FRITSCH. Ü. G.

Jene Ansammlung von Nervenzellen, die FRITSCH als Ganglion des hinteren Vierhügels beschreibt, hat bei den Cyprinoiden eine sehr beträchtliche Ausdehnung und greift dergestalt auf das Cerebellum über, dass die Frage entsteht, ob dieselbe wirklich zum Mittelhirn oder zum Hinterhirn zu rechnen sei.

Nimmt man die Kreuzung des vierten Hirnnervenpaares als starre Grenze, so gehört das Ganglion beiden Hirnabschnitten an, denn diese kleinen Zellen setzen sich, wenn auch an Zahl abnehmend, an der Basis des Cerebellum nach hinten fort, umgeben von oben außen und innen den Rindenknoten der sekundären Vagus-Trigeminusbahn und sammeln sich hinter diesem noch einmal in größerer Menge an (Fig. 33, 34, 35, 48, 49, 50, Ü. G.). Bei Hecht und Forelle ist die Ausbreitung nach hinten zwar vorhanden, aber bedeutend schwächer; sie scheint von der Entwicklung der sekundären Vagus-Trigeminusbahn abzuhängen, während die Ausdehnung der vorderen Ansammlung (Corpus quadrigeminum posterius FRITSCH) mehr von der Größe der Valvula cerebelli abzuhängen scheint. So sehr es nun auf der einen Seite keinem Zweifel unterliegen kann, dass dieses Ganglion dem anatomischen Begriff eines hinteren Zweihügels nicht entspricht — nach den bisherigen Beobachtungen ist der letztere bei den Säugern durch die untere Schleife und den Arm zum inneren Kniehöcker charakterisirt, bei den übrigen Wirbelthierklassen aber überhaupt noch nicht festgestellt, — so sehr es auf der anderen Seite im Kleinhirn der höheren Wirbelthiere Nervenzellensammlungen giebt, die nicht aus PURKINJE'schen Elementen oder einfachen Körnern bestehen (Nucleus dentatus, Dachkerne), so finde ich einstweilen doch keine zuverlässigen Vergleichungspunkte zwischen diesem Ganglion und einem Kleinhirnganglion bei anderen Vertebratenklassen und nenne es deshalb »Übergangsganglion« zwischen Mittel- und Hinterhirn (Ü. G., Fig. 33, 34, 35, 48, 49, 50).

Nervenfasersysteme des Kleinhirns.

Die Nervenfasersysteme des Kleinhirns der Cyprinoiden sind von relativ großer Klarheit. Bereits haben wir darunter in der Reihenfolge von hinten nach vorn kennen gelernt:

1) die Kreuzung der Tractus fimbriae FRITSCH (Comm.

corp. restiformis OWEN), die wahrscheinlich einer sekundären Acusticus-kleinhirnbahn entspricht (Fig. 34, 32, 33);

2) die Kreuzung einer Hörnervwurzel, welche FRITSCH zum Trigemini zählt (Fig. 33, 50, N. VIII. γ .);

3) die bei den Cyprinoiden kolossale Kreuzung der sekundären Vagus-Trigeminusbahn (Fig. 34), die FRITSCH für eine Commissur jener Gegend ansieht (cm. p. 1.).

Vor der letzteren liegt 4) die Kreuzung der Nervi trochleares (Dec. N. IV., Fig. 48).

Abgesehen von diesen vier regelmäßig wiederkehrenden Bahnen übersetzen verhältnismäßig wenige Nervenfasern die Mittellinie des Kleinhirns selbst in deutlich erkennbarer Weise.

Man beobachtet nämlich 1) ein bei den Cyprinoiden relativ stark entwickeltes System von Fasern, die sich nach hinten und oben von der Kreuzung der Wurzel N. VIII. γ . und zwar zwischen den zur Kuppe des eigentlichen Kleinhirns aufsteigenden Crura cerebelli ad cerebrum directa FRITSCH inmitten der Körnerschicht kreuzen und, wie ich glaube, die eine Kleinhirnhälfte mit den vorderen Abschnitten des entgegengesetzten Übergangsganglion verknüpfen; die Kreuzung selbst geschieht unter einem nach vorn offenen Bogen; und

2) ein bei der Forelle relativ stark entwickeltes Fasersystem, das sich dicht unter der Rindenschicht der Valvula in einem nach hinten offenen Bogen kreuzt und gleichfalls zum Übergangsganglion zieht.

Auf der anderen Seite aber kreuzen sich die Verbindungsbahnen des Kleinhirns auf ihrem Verlauf; freilich nicht ausnahmslos, wie dies bei den Säugern angenommen wird. Die Kreuzung der Olivenkleinhirnbahn (St. Z.) stimmt überein mit dem Verhalten des Stratum zonale ARNOLDI bei den Säugern. Die nächste Frage ist nach der Brücke.

Pons Varoli. P?

Den Vögeln wird von den Autoren eine Brücke abgesprochen. Vielleicht muss man die vordersten Fibrae arcuatae des wohl entwickelten Stratum zonale ARNOLDI (bei der Taube) dem Corpus trapezoides, eine Ansammlung von Nervenzellen in dieser Gegend der oberen Olive der Säuger vergleichen. Auch bei den Reptilien habe ich keine Brücke gefunden. VIAULT (a. a. O.) vergleicht bei den Selachiern einen Theil der Fibrae arciformes (Stratum zonale ARNOLDI) mit dem Pons Varoli der Säuger. FRITSCH nennt p. 74 die Commissura ansulata der Autoren »ein exquisites Commissurgebilde wie die Brücke höherer Wirbelthiere« und vergleicht sie dem Pons Varoli, ohne sie jedoch, wie man hätte erwarten

sollen, in Beziehung zum Kleinhirn zu bringen, bzw. die *Processus cerebelli ad pontem* bei den Fischen festzustellen. Indessen spricht schon die Lage der *Commissura ansulata* durchaus nicht für die Auffassung derselben als Homologon der Säugerbrücke. Die Säugerbrücke liegt zwischen *Ganglion interpedunculare* und dem sechsten Hirnnervenpaar, also hinter dem Mittelhirn; die *Commissura ansulata* dagegen liegt vor jenem *Ganglion*, ist durchbrochen vom *N. oculomotorius* und gehört also zum Mittelhirn. Allerdings vergleicht FRITSCH (a. a. O. p. 44) seinen *Conus praecommissuralis*, der vor der *Commissura ansulata*, bzw. dem *N. oculomotorius* liegt, mit dem *Ganglion interpedunculare* GUDDEN, jedoch mit Unrecht. Das *Ganglion interpedunculare* GUDDEN liegt hinter dem dritten Nervenpaar und ist charakterisirt durch seine Beziehungen zum MEYNERT'schen Bündel, die auch beim Fisch existiren. Die *Commissura ansulata* der Autoren ist also keinesfalls ein Homologon des *Pons Varoli*; dass sie auch kein »*exquisites Kommissurgebilde*« ist, werden wir an Ort und Stelle erfahren.

Die Cyprinoiden haben eine Bahn, bei deren Betrachtung im frontalen Querschnitt man sofort an den *Pons Varoli* erinnert wird. Es sind Bündel ziemlich starker Nervenfasern, die unmittelbar hinter dem Rindenknoten der sekundären *Vagus-Trigeminusbahn*, also etwa im vorderen Drittheil des eigentlichen *Cerebellum* die äußersten Partien des Übergangsganglion (*Ü. G.*) durchbrechen, an der Außenseite des austretenden *N. V. asc.* in die *Oblongatabasis* herabtreten und hinter dem *Ganglion interpedunculare* (*Conus postcommissuralis* FRITSCH, *G. int.* der Figuren) nahe der ventralen Oberfläche zur *Raphe* ziehen, um sich mit denen der anderen Seite in zierlichen *Achtertouren* zu kreuzen (Fig. 33). Gerade dies letztere Verhalten erinnert lebhaft an die Kreuzung der Brückenfasern bei den Säugern. Das Woher und Wohin der Bündel ist mir nicht klar geworden. Nach dem Ansehen an horizontalen Schnitten zu schließen ziehen die gekreuzten Fasern in der *Oblongata* nach vorn.

Bei *Esox* und *Salmo* finde ich diese Bündel nicht; eben so wenig das Homologon bei Reptilien und Vögeln. So gern ich also diese Bahn der Cyprinoiden für einen *Pons Varoli* erklärt hätte, so muss doch ihr beschränktes Vorkommen einstweilen davon abhalten.

Es ist einigermassen befremdend, bei der relativ beträchtlichen Kleinhirnentwicklung der Knochenfische den *Pons* ganz zu vermissen. Allerdings besitzen diese Thiere keine Kleinhirnhemisphären und auch keinen *Pes Pedunculi*, in welchen die Fasern der Brückenarme bei den Säugern theilweise übergehen sollen, andererseits aber ist die Möglichkeit wohl zu betonen, dass sich vielleicht noch unter den im Folgenden

zu betrachtenden Verbindungen wenigstens partielle Äquivalente des Processus cerebelli ad pontem werden finden lassen.

Frontale Bahn aus der Valvula.

In weiter nach vorn gelegenen Frontalebene beobachtet man feinfaserige, aus der Valvula heraustretende und den vorderen Theil des Übergangsganglion (*Ü. G.*) durchsetzende Bündel, die sich theils der hinteren, theils der vorderen Portion (hinter und vor dem *N. oculomotorius*) der *Commissura ansulata* anschließen (Fig. 35 nicht bezeichnet). Beide schlagen die Richtung gegen die Raphe ein. Die hinteren scheinen die Mittellinie zu überschreiten, die vorderen verfolgt man bis in den Winkel zwischen Lobus inferior und Basis des Mittelhirns (*Pars peduncularis STIEDA*), wo man Fasern nach ein- und aufwärts umbiegen und unter kleinen Nervenzellen verschwinden sieht, die zwischen *Tractus cerebelli ad lobum inferiorem* (*Tr. c. ad lob. inf.*) und *Tractus cerebelli ad lobum opticum* (*Crus cerebelli ad cerebrum directum FRITSCH*) liegen. Die Identität dieser Fasern mit unsern Bündeln aus dem Kleinhirn steht jedoch nicht außer Zweifel. Der Verlauf des ganzen Systems erinnert an den Faserzuschuss aus der Hirnklappe zum unteren Schleifenblatt bei den Säugern (MEYNERT, a. a. O. p. 756; FOREL, a. a. O. p. 43).

Gekreuzter Bindearm. *B. A.*

Eine zuverlässige Homologisirung gestattet dagegen der zwischen beiden soeben beschriebenen Bahnen eingeschaltete gekreuzte Bindearm (*B. A.*). Der Bindearm hat bei den Cyprinoiden nach den gekreuzten Trochlearis- und Acusticuswurzeln die dicksten Nervenfasern, die im Kleinhirn vorkommen. Dieselben sammeln sich vorzüglich aus den mittleren Partien des eigentlichen Cerebellum und der Valvula und lassen sich bis zur Lage der PURKINJE'schen Zellen verfolgen. Der Hauptantheil aus dem eigentlichen Cerebellum steigt hinter, der kleinere vor der Kreuzung der sekundären Vagus-Trigeminusbahn (Fig. 34, 35), der Antheil aus der Valvula vom Mittellappen dieses Organs (Fig. 48) im Bogen um den *Aquaeductus* herum zur Kreuzung hinter dem *Oculomotorius*. Die Kreuzung beginnt, wenn man von hinten nach vorn geht, mit den dorsalsten Bündeln und schließt mit den ventralsten, die bis in die *Commissura ansulata* herabreichen. Nach der Kreuzung scheint ein Theil der Fasern in der Richtung nach außen und vorn zu zerfahren, um vermuthlich in den vorderen Partien der Mittelhirnbasis und in den hinteren des Zwischenhirns (*Pars peduncularis STIEDA*) vielleicht auch im *Torus semicircularis* der Autoren zu endigen (Fig. 48, 57). Ein an-

derer Theil zieht in sagittalen Ebenen nach vorn, der Bahn des MEYNERT'schen Bündels theilweise folgend, theils dieselbe kreuzend. Diese Fasern verfolgt man in den Thalamus opticus, bzw. in eine graue Masse, die ventral vom MEYNERT'schen Bündel und etwas caudalwärts vom Ganglion habenulae liegt, eine große Menge kleiner Nervenkörper enthält und die Seitenwand des III. Ventrikels bilden hilft. Ventral davon steigen die Stiele der Hemisphären an. Während nun die Fasern aus dem Bindearm meist zwischen den kleinen Zellen verschwinden, sieht man beim Hecht einzelne darunter sich an die Großhirnstiele anlehnen, und manchmal konnte ich sie ein Stück weit in der Bahn derselben verfolgen (Sagittalschnitte). Es wäre demnach möglich, wenn auch sehr unwahrscheinlich, dass von hier aus Kleinhirnfasern in die Hemisphären gelangen.

Unweit vor dem Oculomotorius passiert das MEYNERT'sche Bündel ein namentlich bei Hecht und Forelle schön entwickeltes Ganglion, das sich aus großen Nervenzellen zusammensetzt. In diesen Zellen endet ein Theil der das marklose MEYNERT'sche Bündel begleitenden markhaltigen Nervenfasern.

Das Ganglion erinnert durch seine Lage und großen Nervenzellen einigermaßen an den rothen Kern der Haube bei den Säugern.

Die Bindearmkreuzung wird in ihren ventralen Partien komplicirt durch ein von der unteren Pyramide der Autoren (*U. P.*) aufsteigendes feinfaseriges Bündel, das sich unter fast rechtem Winkel in die Kreuzung erhebt und mit seinen Partner einen leierförmigen Bogen bildend nach vorn und außen in eine Nervenzellengruppe eintritt, welche nach innen vom *Crus cerebelli ad cerebrum directum* FRITSCH (*Tr. c. ad lob. opt.*) in der Frontalebene der hinteren Längsbündelkreuzung (Fig. 55, 57) liegt.

Crus cerebelli ad cerebrum directum FRITSCH.

Tr. c. ad lob. opt.

Sehr interessant durch seinen Verlauf ist das schon wiederholt genannte Fasersystem aus dem Kleinhirn, das FRITSCH als *Crus cerebelli ad cerebrum directum* bezeichnet, aus dem Kleinhirn in den vorderen Theil seines Thalamus opticus (*Torus semicircularis* der Autoren) verfolgt und für einen ungekreuzten Theil des Bindearms erklärt (a. a. O. p. 82). Dies System ist bei den Cyprinoiden ziemlich stark, stärker als beim Hecht, aber schwächer als bei der Forelle, bei welcher mir auch das Faserkaliber stärker erscheint. Ich glaube nicht, dass man ein Recht hat, die Bahn mit FRITSCH für einen ungekreuzten Theil des Bindearms zu nehmen. Die Fasern des gekreuzten Bindearms sind viel

stärker, wenigstens bei den Cyprinoiden; auch FRITSCH betont p. 82 die Feinheit der Fasern seines Bündels *cr. c₁*, ferner haben beide Bahnen einen gesonderten Ursprung. FRITSCH denkt an eine Kreuzung im Kleinhirn, allein eine solche existirt nicht, jedenfalls nicht in direkt erkennlicher Weise. Nur in den obersten Theilen der Kleinhirnkuppe sieht man einzelne Fasern dieser Bahn die hier kaum festzustellende Mittellinie und zwar direkt unter der Rindenschicht übersetzen.

Das *Crus cerebelli ad cerebrum directum* FRITSCH (*Tr. c. ad lob. opt.*) bildet sich bei den Cyprinoiden aus einer Anzahl kleiner Bündel¹, die, so ziemlich in derselben sagittalen Ebene über einander liegend, oben außen und vorn vom Hauptantheil des eigentlichen Bindearms (*B. A.*) aus den seitlichen Theilen des Cerebellum herabsteigen, den Rindenknoten der sekundären Vagus-Trigeminusbahn überschreiten und vor diesem den vorderen Theil des Übergangsganglion *Ü. G.* (*Corp. quadrig. post.* FRITSCH) im Bogen durchbrechen (Fig. 50). Hierdurch in die Basis des Mittelhirns (*Pars peduncularis* STIEDA) gelangt (Fig. 49, 55) vereinigen sie sich mit einander und gewinnen, indem sie einen Bogen mit sanfter ventraler Konvexität beschreiben, den vorderen inneren Rand des *Torus semicircularis* der Autoren seitlich vom dickfaserigen Antheil der hinteren Kommissur (Fig. 50). Auf diesem Wege stößt zu ihnen die *Commissura horizontalis* FRITSCH, nach diesem Autor ein Homologon der MEYNERT'schen Opticuskommissur.

Commissura horizontalis FRITSCH. *Comm. hor. F.*

Die *Commissura horizontalis* FRITSCH verläuft nur eine kurze Strecke weit um das *Tuber cinereum* (*Trigonum fissum* GOTTSCHÉ) herum (Fig. 55) in horizontalen Ebenen, dann erhebt sie sich, biegt von hinten im weit nach vorn offenen Bogen dorsalwärts um das große Ganglion des *Lobus inferior* herum und vereinigt sich mit der in Frage stehenden Kleinhirnbahn an der ventralsten Stelle ihres Verlaufs (Fig. 50).

Auch bei den Thieren, wie z. B. *Esox*, *Lucioperca*, wo der *Nucleus rotundus* FRITSCH an der von diesem Autor angegebenen Stelle liegt, endet die *Commissura horizontalis* nicht wie jener Autor angiebt in diesem, sondern durchsetzt ihn dorsalwärts umbiegend und in mehrere Fascikel getheilt². Die Fasern der *Commissura horizontalis* verlaufen zum Theil zwischen den Bündeln, größtentheils aber an der Außenseite

¹ Bei *Esox* und *Salmo* verläuft dies Fasersystem im Kleinhirn geschlossener als bei den Cyprinoiden.

² Die Möglichkeit, dass Fasern im *Nucleus rotundus* F. zurückbleiben, muss ich wohl zugeben. Dann liegt der Gedanke an eine gekreuzte Verbindung von Zwischen- und Mittelhirn nahe.

des Crus cerebelli ad cerebrum directum FRITSCH nach vorn (Fig. 54, 57, *Tr. c. ad lob. opt. + Comm. hor. F.*).

Am vorderen inneren Rand des Torus semicircularis Halleri (*Tor. sem.*) löst sich von dieser gemischten Faserbahn eine innere Abtheilung los und schwenkt gegen die Mittellinie ab, um sich vor dem dickfasrigen Antheil der hinteren Kommissur mit seinem Partner von der anderen Seite zu kreuzen, also selbst einen Theil der hinteren Kommissur konstituierend. Es ist sehr schwer zu entscheiden, was das für Fasern sind, die in die Kreuzung eingehen, und trotz wiederholter und an den verschiedensten Reihen angestellter Versuche bin ich zu keinem sicheren Resultat gekommen. Es gesellen sich nämlich unterwegs außer der Commissura horizontalis noch Fasern aus der Mittelhirnbasis, bzw. dem Lobus inferior zur Kleinhirnbahn, die höchst wahrscheinlich auch an der Kreuzung Antheil nehmen. Ferner wird die Sache noch dadurch complicirt, dass die vereinigten Bündel nahe der Stelle, wo sich die Fasern zur Kreuzung erheben, vom gekreuzten Theil des hinteren Längsbündels (Linsenkernschlinge FRITSCH, *H. L.* \times) in frontalen Ebenen durchsetzt werden (Fig. 54) und dass anderweitige Querfaserzüge aus der Innenseite des Tectum opticum (tief liegendes Mark) über die Umbeugungsstelle hinwegstreichen. Nur das Faserkaliber erlaubt die Systeme wenigstens einigermaßen zu trennen. Die Fasern aus dem hinteren Längsbündel sind nämlich die stärksten, die der Kommissur die feinsten, die übrigen wenig unter einander verschieden¹.

A priori darf man erwarten, dass sich die Commissura horizontalis an der Kreuzung nicht betheiligen wird². In der That sieht man auf sagittalen Schnitten die aus dem Lobus inferior heraufkommenden Bündel der Kommissur sich vor dem tiefen Marklager des Tectum opticum erheben und in das Vierhügeldach übertreten; auf horizontalen verfolgt man sie hier nach vorn und etwas nach einwärts bis dicht hinter die vordere Opticuswurzel (*N. II. a.*). Möglicherweise enden auch Fasern im Corpus geniculatum externum s. l. (Zwischenhirn).

Nach den direkten, besonders an schräg von vorn oben nach hinten unten abfallenden Schnitten gemachten Beobachtungen und in Berücksichtigung des Umstandes, dass die gemischte Bahn mit der Kreuzung mehr abnimmt als dem Abgang der neben der Commissura horizontalis zugeschossenen Fasern entspricht, wird es sehr wahr-

¹ Hierin herrschen übrigens Verschiedenheiten bei den verschiedenen Familien. So sind z. B. bei *Esox* die Fasern der Kommissur ziemlich viel stärker als die der Kleinhirnbahn.

² Ein Bündelchen feiner Fasern (wie Kommissurenfasern), das die Mittellinie an der kritischen Stelle übersetzt, kommt offenbar nicht aus der Commissura horizontalis FRITSCH.

scheinlich, dass ein Theil der Kleinhirnbahn die Mittellinie überschreitet, ehe er mit dem ungekreuzten Rest in den oberen Partien des Corpus geniculatum externum s. l. endigt.

Die Umbiegung der Fasern zur Kreuzung in der Commissura posterior zeichnet FRITSCH Taf. VIII, Fig. 41. Er bezeichnet sie mit *cl. f.* (Columna fornicis) und lässt die Fasern ungekreuzt als *Fo* (Fornix) in den Torus longitudinalis Halleri eintreten. Aus anderen Figuren seines Werkes, z. B. Fig. 34, 40, 45, geht hervor, dass das Bündel *cl. f.* FRITSCH nichts Anderes ist als die durch den Nucleus rotundus dorsalwärts umbiegende Commissura horizontalis FRITSCH und also den Namen Columna fornicis sehr zu Unrecht führt. Vergleicht man jetzt die von mir gemachten Angaben mit der Darstellung durch FRITSCH, so ist

1) das Crus cerebelli ad cerebrum directum dieses Autors (*Tr. c. ad lob. opt.*) eine wahrscheinlich theilweise gekreuzte, also indirekte Verbindung zwischen Kleinhirn und Zwischenhirn (bzw. Corpus genic. extern. im weiteren Sinn).

2) Der Verlauf der Commissura horizontalis FRITSCH rechtfertigt ihren Namen nicht. Dieselbe hat, da ihr aufsteigender Theil fast in eine und dieselbe sagittale Ebene fällt, in toto annähernd die Gestalt des Schlüsselbeins einer Gans und ist eine basale Kommissur des Tectum opticum (?).

3) Die Columna fornicis FRITSCH entspricht dem aufsteigenden Theil seiner Commissura horizontalis, was aber gegen die Mittellinie umbiegt, bzw. nach FRITSCH in den Fornix (Torus longitudinalis der Autoren) überzugehen scheint, gehört nicht der Kommissur an, sondern sehr wahrscheinlich dem Crus cerebelli ad cerebrum directum FRITSCH (*Tr. c. ad lob. opt.*) und einem schwachen mit diesem vermischten und durchaus ungeschlossen aus der Mittelhirnbasis, bzw. dem Lobus inferior stammenden Faserantheil. Von einem Homologon der Fornixsäule der Säuger kann also nicht die Rede sein, ganz abgesehen davon, dass wir im Torus longitudinalis der Autoren als einem Antheil des Vierhügeldaches keinen Fornix, bzw. kein Ammonshorn erwarten dürfen. Dagegen ist jetzt die Frage von Interesse, wie sich die als Fornix FRITSCH gegen die Mittellinie umbiegenden Fasern zum Torus longitudinalis verhalten? —

Ich habe an sehr günstigen Präparaten nie einen Übergang derselben in das Längsfasersystem des Torus sehen können; Alles scheint theils hinter, theils quer durch den letzteren die Mittellinie zu übersetzen; auch entsprächen z. B. bei Karpfen und Barbe sämtliche Längsfasern des Torus durchaus nicht der Gesamtheit der hier in Frage kommenden Nervenfasern.

Immerhin will ich die Möglichkeit, dass ein Theil darunter in die Längsfasern übergehe, nicht bestreiten, im Übrigen aber bin ich der Ansicht, dass man das schwache Längsfaserbündel des Torus (Fig. 51) im Wesentlichen für einen separirten Theil der longitudinalen Schicht des tiefliegenden Markes (im Tectum opticum) zu halten hat.

Tractus cerebelli ad lobum inferiorem.

Tr. c. ad lob. inf.

Der beträchtlichen Entwicklung der Valvula cerebelli entspricht bei den Cyprinoiden eine zweifellos ungekreuzte Kleinhirnbahn von besonderer Mächtigkeit, nämlich eine Verbindung zwischen Valvula und Lobus inferior. Das Gros dieser Bahn liegt nach außen und hinten von der soeben abgewandelten, jedoch nicht genug, um Kollisionen mit jener zu entgehen. Dieselben entstehen einmal dadurch, dass die Faserbündel der Bahn zum Unterlappen theils über, theils im vorderen Abschnitt des Übergangsganglion von den Bündeln der Bahn zum Zwischenhirn durchbrochen werden, und dann dadurch, dass beide so ziemlich in derselben Sagittalebene nach vorn und unten ziehen (Fig. 49, 50, 57).

Die Bahn zum Lobus inferior hat zweierlei Fasern: feine, die vornehmlich nach außen, und stärkere vom Kaliber der Bindearmfasern, die nach innen liegen; noch weiter der Mittellinie zu findet man wieder feine. Während sich die feinen besonders aus den hinteren und seitlichen Partien der Valvula-Seitenlappen sammeln, sieht man die Bündel der dickeren an Sagittalschnitten von vorn (Mittellappen) kommen und zierliche nach vorn offene Bögen bildend in die Bahn übergehen (Fig. 50).

Nach dem Durchtritt durchs Übergangsganglion vermischt sich der Tractus cerebelli ad lobum inferiorem innig mit der Bahn α , zieht mit dieser nach vorn und unten und verliert sich mit ihr zwischen den zahlreichen hinter dem großen Ganglion des Lobus inferior zerstreut liegenden Nervenzellen (Fig. 50, 56). Bei der Einstrahlung in den Lobus inferior halten sich die Fasern der Bahn α im Allgemeinen am meisten dorsal und bestreichen die Übergangspartie zwischen jenem und der Mittelhirnbasis (Pars peduncularis STIEDA), während man aus der Kleinhirnbahn manche beträchtliche feinfaserige Bündel bis in die ventralen Partien des Unterlappens verfolgt. Der Bahn α schließt sich bei dieser Gelegenheit ein Bündel mittelstarker Fasern aus einer Gruppe mäßig großer Zellen an, die ich Fig. 35 zwar ventral vom Übergangsganglion gezeichnet, aber nicht bezeichnet habe. Die vergleichend-anatomische Bedeutung derselben ist mir unklar.

Einzelne dickfaserige Bündel aus dem Tractus cerebelli ad lobum

inferiorem theiligen sich an den ventralsten Kreuzungen des Bindearms, bzw. gehen sie in die Commissura ansulata über; über ihr weiteres Geschick weiß ich nichts anzugeben; ich betrachte sie als Nachzügler des eigentlichen Bindearms (Fig. 49). —

Fibrae propriae des Kleinhirns.

Über die Verbindungen der Kleinhirnthteile unter einander will ich rasch hinwegkommen, so sehr sie in der That durch ihre Mächtigkeit imponiren. Sie bestehen alle aus Fasern feinen Kalibers. Es sind

a) Züge zwischen eigentlichem Cerebellum und Valvula, nämlich:

1) Ein ziemlich starkes Bündel, das bis in die Kuppe des eigentlichen Cerebellums verfolgbar nach innen vom Hauptantheil des Bindearms unter der Kreuzung der sekundären Vagus-Trigeminusbahn wegzieht und von unten in den Mittellappen der Valvula einstrahlt (medial).

2) Eine Anzahl feinerer Bündel aus den vorderen Partien der seitlichen Theile des Cerebellum in die Seitenlappen der Valvula; an sagittalen Schnitten die dorsalsten, theilweise marklos (lateral) (Fig. 50).

b) Züge zwischen eigentlichem Cerebellum und Übergangsganglion, nämlich:

1) Kleinere Bündel, die aus dem hinter dem Rindenknoten der sekundären Vagus-Trigeminusbahn liegenden Theil des Übergangsganglion in die seitlichen Theile des Cerebellum umbiegen (Fig. 50).

2) Bündel von ähnlichem Verlauf wie diejenigen der Bahn ins Zwischenhirn, bis in die vordersten Theile des Übergangsganglion verfolgbar und wie es scheint theilweise gekreuzt.

c) Züge zwischen Valvula und beiden Abschnitten des Übergangsganglion.

Diese Verbindungen sind wirklich relativ sehr mächtig. Dabei verflechten sich die Faserzüge in den verschiedensten Richtungen unter einander und mit den bereits beschriebenen Bahnen. Berücksichtigt man dabei, dass Valvula und eigentliches Cerebellum so wie die beiden Theile des Übergangsganglion durch den Rindenknoten der sekundären Vagus-Trigeminusbahn wie durch ein Bollwerk von einander getrennt sind, so müssen natürlich die Stellen hinter, vor und über demselben wahre Brennpunkte von Nervenfasern sein (Fig. 33, 34, 35, 48, 49, 50, 55).

Übergangsganglion. Ü. G. der Figuren.

Um noch ein Wort über das Übergangsganglion zu sagen, so gehört dieses Corpus quadrigeminum posterius FRITSCH durch seine Verbin-

dungen fast ganz dem Kleinhirn an. Allerdings beobachtet man Faserzüge zwischen seinen beiden Abschnitten (vor und hinter dem Rindenknoten der sekundären Vagus-Trigeminusbahn), die ihm vielleicht eigenthümlich sind. Bündel, welche in die bei den Knochenfischen so gewaltige Commissura transversa Halleri (Commissura inferior GUDDEN) übergehen (Fig. 55), oder unter dem Aquaeductus Sylvii weg in frontalen Ebenen um den Kern des Nervus oculomotorius herumbiegen (Fig. 49), entspringen in seiner nächsten Nähe, sehr unwahrscheinlich aus ihm selbst. Nervenfaserbündel endlich, die von ihm ausgehend die hintersten Abschnitte des Torus semicircularis quer nach außen zu durchsetzen und an die Innenseite des Tectum opticum zu gelangen scheinen, kommen wenigstens theilweise (Forelle, Osmiumpräparate vom Hecht) aus der Valvula cerebelli selbst, indem sie das Ganglion einfach durchsetzen und den Eindruck von einer Verbindung zwischen Kleinhirn und Vierhügeldach hervorrufen (radiatio thalami FRITSCH).

Schlussbetrachtung über das Kleinhirn.

Ich kann über die Beschreibung des Kleinhirns nicht hinwegkommen, ohne noch eine kurze anatomisch-physiologische Reflexion daran zu knüpfen. Das Cerebellum mit der Valvula ist seinem histologischen Baue und seinen Faserverbindungen nach ein specifischer Theil des Medullarrohrs.

Kein peripherer Nerv hat in ihm seine nachweisbare Entstehung. Nichtsdestoweniger kommt auch dem Cerebellum und zwar in höherer Dignität die charakteristische Bestimmung der dorsalen Hälfte des Medullarrohrs zu, nämlich centripetal leitende Nervenbahnen in sich aufzunehmen. Wiederholen wir noch einmal seine Fasersysteme und wir haben

- 1) eine Verbindung mit dem Hörnervknoten (Tractus fimbriae FRITSCH, Sec. A. B. ?);
- 2) eine Verbindung mit den Kernen der centripetal-leitenden Nerven der Eingeweide, des Herzens, der Respirationsorgane, der Haut des Gesichtes und des Rumpfes (sekundäre Vagus-Trigeminusbahn);
- 3) eine Verbindung mit den unteren Oliven, die nach DEITERS' Untersuchungen die Vermittelungsganglien zwischen Hintersträngen und Kleinhirn vorstellen (Stratum zonale ARNOLDI);
- 4) eine Verbindung mit dem Zwischenhirn, bzw. dem Corpus geniculatum externum im weiteren Sinn, also möglicherweise eine Verknüpfung mit dem Nervus opticus, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird (Tractus cerebelli ad Lobum opticum);
- 5) eine für die Cyprinoiden freilich nicht bewiesene Verbindung

mit dem Tectum opticum, die allerdings im Verhältnis zur Größe des Nervus opticus sehr schwach ist (Bündelchen aus der Valvula ins Tectum);

6) der gekreuzte Bindearm, der durch seine theilweise Endigung im Zwischenhirn eine weitere Verknüpfung zwischen Kleinhirn und Sehnervenkern vorstellen könnte, was gleichfalls aus dem Folgenden hervorgehen wird;

7) die übrigen Verbindungen des Kleinhirns mit anderen Hirntheilen, z. B. mit dem Lobus inferior, der Commissura ansulata etc. gestatten einstweilen keine physiologische Verwerthung. —

Allein auch wenn diese Letztern, und wenn selbst alle gröber faserigen, vermuthlich aus der Schicht der PURKINJE'schen Zellen entspringenden Züge keine Verknüpfungen des Cerebellum mit Kernen centripetalleitender Bahnen vorstellen sollten, so genügten doch schon die feinfaserigen Systeme und namentlich seine mannigfaltige und innige Verbindung mit dem Tuberculum acusticum¹, dem Kleinhirn den Stempel eines von der Peripherie aus erregbaren Centrums höherer Dignität (Bewegungsregulator?) aufzudrücken, wobei sich dann physiologischerseits wieder Faserverbindungen mit den verschiedenartigsten Theilen des Gehirns erwarten lassen.

Interessant bleibt dabei in hohem Maße, dass das große Cerebellum der Knochenfische nach meinen Untersuchungen jedenfalls keine nachweisbaren und im günstigsten, jedoch unwahrscheinlichen Fall nur ganz unbedeutende direkte Verbindungen mit den Hemisphären hat.

c. Corpora quadrigemina. Mittelhirn.

Lobi optici. Corpora bigemina.

Dem Mittelhirn in charakterisirender Weise eigenthümlich sind die Nerven des Gesichtssinnes: der Nervus opticus als dorsaler, die Augenbewegungsnerve (Oculomotorius und Trochlearis) als ventraler Antheil dieses peripheren Systems. Die Entwicklung des letzteren wechselt mit der Entwicklung der Augen und findet am Hirn ihren direkten und deutlichsten Ausdruck in der Größe der Lobi optici (Corpora bigemina). Denn nicht nur sind die Corpora bigemina das wesentlichste Centrum der Sehnerven, sondern es stehen auch diejenigen Fasersysteme, die neben dem Opticus ins Dach der Lobi eintreten, wie ich glaube wenigstens theilweise im direkten Größenverhältnisse zum Augennerven.

¹ Nicht ohne Interesse erscheint mir eine Untersuchung der Größenverhältnisse zwischen Tuberculum acusticum und Kleinhirn (namentlich dessen hinterem Abschnitt) bei den niederen Vertebraten.

Ich denke hier zunächst an die Associationsfasersysteme (Cingulum) FRITSCH, die ich aus später anzugebenden Gründen Arme des Tectum opticum nenne. Ob und in wie weit auch die Verbindungen der Vierhügel mit der Oblongata (Lemniscus REIL, Commissura ansulata) von der Ausbildung des Gesichtssinnes abhängen, muss an einem umfangreicheren Material als dem von mir untersuchten entschieden werden. Ich kann einstweilen nur sagen, dass die Anordnung der verschiedenen Fasersysteme in der relativ dünnen Mittelhirndecke so dicht gedrängt und eigenthümlich ist, dass man unwillkürlich auf die Idee ihrer anatomischen und physiologischen Zusammengehörigkeit verfällt.

Tectum opticum. *T. opt.*

Durch alle Wirbelthierklassen hindurch zeigen die Lobi optici, bzw. der vordere Vierhügel, einen principiell übereinstimmend geschichteten Bau. Die Schichtung wird im Allgemeinen um so deutlicher, je tiefer das untersuchte Thier steht. STIEDA und FRITSCH haben dieselbe bei den Knochenfischen in kongruenter Weise beschrieben. In der That kann man sich schon an wenig glücklichen Präparaten überzeugen, dass ihre Angaben in Bezug auf Zahl und Folge der Schichten richtig sind; anders steht es allerdings um die anatomische Deutung.

Ich schicke bei dieser Gelegenheit gleich voraus, dass ich mittelst der mir augenblicklich zur Verfügung stehenden normalen und hemiatrophischen Reihen zu keinem endgültigen Abschluss in der Erkenntnis des Sehnervenurprungs gelangen konnte und behalte mir eine letzte Entscheidung darüber für Untersuchungen an Fischen vor, die einmal mit großen Optici ausgestattet und nach der GUDDEN'schen Exstirpationsmethode (Fortnahme eines Auges am jungen Thier etc.) für die Untersuchung vorbereitet sind¹. Indessen ist eine, wenn auch nur kurze Beschreibung des Opticusursprungs zum Verständnis des Daches der Lobi optici unerlässlich. Ich erwarte aber um so weniger, dem Leser mit dem Folgenden eine deutliche Vorstellung vom centralen Verlauf des Sehnervs zu verschaffen, als ich der Überzeugung bin, dass auch die genaueste und zutreffendste Beschreibung dieses complicirten Nervs das Selbststudium der Präparate unmöglich ersetzen kann.

Nervus opticus. *N. II.*

An schräg nach unten und vorn abfallenden Horizontalschnitten sieht man bei Cyprinoiden den Nervus opticus von außen um den

¹ Als solche Augenthierie empfehlen sich besonders die Forellen, die nach meinen Erfahrungen Operationen leicht überstehen und in der Gefangenschaft fressen.

Pedunculus der Hemisphären (*Ped.*) herumbiegend¹ sich im Ganzen steil nach oben und außen erheben (Fig. 50, 54). Nur ein verhältnismäßig schwaches Faserkontingent schwenkt gegen die Mittellinie ab und senkt sich ungefähr in den Frontalebene der Zirbel in die Seitenwand des III. Ventrikels (*Thalamus opticus*) ein (*N. II. c.*, Fig. 54, 52, 53).

Die Hauptmasse des Nervs aber stößt am unteren vorderen Rand des Tectum, also an der Übergangsstelle der III. Ventrikelwand (*Thalamus opticus*) in das Dach des Mittelhirns auf jene Nervenzellenmassen, die ich in ihrer Gesammtheit »*Corpus geniculatum externum* im weiteren Sinne« genannt habe und zwischen welche sich bei den Cyprinoiden auch noch der fast sphärische *Nucleus rotundus* FRITSCH einschaltet (Fig. 50, 53, 56). Durch sie wird der breite Strom der Sehnervenfasern in zwei große Arme abgelenkt, welche die vordere oder obere (*N. II. a.*) und die hintere oder untere (*N. II. b.*) *Opticuswurzel* vorstellen. Die vordere etwas schwächere Wurzel steigt an der vorderen und inneren Seite des *Corpus geniculatum* in die Höhe und verbreitet sich in den vorderen und oberen Bezirken des Tectum (Fig. 50, 54, 57); die hintere zieht am unteren Rand des Mittelhirndaches nach hinten und senkt sich in die hinteren Theile desselben ein (Fig. 50, 52, 53, 54, 55, 56). In beide Wurzeln drängen sich aus dem *Corpus geniculatum* s. l. kommende Fasersysteme ein; es sind die Arme des Tectum *opticum*, die *Associationsfasern* (*Cingulum*) FRITSCH.

Über die Vertheilung dieser verschiedenen Systeme innerhalb des Tectum kann man schwerlich ins Klare kommen, wenn sich dieselben nicht durch gewisse histologische Eigenthümlichkeiten von einander trennen lassen. Glücklicherweise ist dies theilweise der Fall, doch verhalten sich verschiedene Familien hierin ziemlich verschieden. Am günstigsten erschien mir die Forelle. Die Sehnervenfasern haben hier dickere Achsencylinder und schmalere Markscheiden als die Fasern der Arme. In Folge dessen unterscheidet sich die vordere *Opticuswurzel* *N. II. a.* der Forelle bei schwächeren Vergrößerungen in auffallender Weise durch ihren röthlichen Ton von dem hellen Gelb des sie begleitenden vorderen Armes. Undeutlicher sind diese Unterschiede beim Hecht und noch undeutlicher bei den Cyprinoiden. —

Am *Opticus* selbst beobachtet man dreierlei Arten von Sehnerven-

¹ Ein kleiner Theil des *Opticus* durchbricht merkwürdigerweise regelmäßig die Seitenwand des III. Ventrikels, bzw. den *Pedunculus cerebri* von innen nach außen (Fig. 54, *N. II. b.*) und schließt sich in mehreren Bündeln caudalwärts ansteigend der hinteren Sehnervenwurzel an (Fig. 56). Wie ich finde, kommt diesem gesonderten *Opticusantheil* auch ein gesonderter Antheil der *Commissura transversa Halleri* (*Comm. inferior* GUDDEN) zu.

fasern, nämlich dicke, mitteldicke und feine; die ersteren sind bei der Forelle, die letzteren bei den Cyprinoiden besonders deutlich. Das Gros der Fasern hat bei allen darauf untersuchten Fischen mäßig starkes Kaliber. Dass sich die Sehnervfasern von anderen in ihrer Nähe verlaufenden Systemen, z. B. der Commissura inferior GUDDEN (Comm. transversa Halleri) unter Anderem auch durch Anschwellung des Achsencylinders unterscheiden, darauf hat bereits GUDDEN¹ aufmerksam gemacht. Endlich sehe ich besonders deutlich an einer schräg nach vorn abfallenden Barbenreihe zahlreiche bipolare Zellen in den Tractus opticus eingeschaltet.

Vordere obere Wurzel des Opticus (*N. II. a.*) und
vorderer Arm des Tectum opticum (*br. ant.*).

In Berücksichtigung der angegebenen Merkmale beobachtet man bei der Forelle im Tectum die folgende Ausbreitung der vorderen (oberen) Opticuswurzel und des sie begleitenden Systems aus dem Corpus geniculatum externum im weiteren Sinne.

1) Unmittelbar auf die äußere schmale Rindenschicht des Mittelhirndaches folgt ein ziemlich dünnes Stratum ungewöhnlich dicker, mit schmalen Markscheiden und knotenförmigen Anschwellungen des Achsencylinders versehener zweifelloser Opticusfasern (2, Fig. 54). Diese Fasern übersetzen, um ins Tectum zu gelangen, den Kniehöcker von vorn. Im Bereich des Corpus geniculatum externum FRITSCH durchbrechen sie ein aus feinen Fasern bestehendes System, das in eben diesem Ganglion seinen Ursprung zu nehmen scheint, nach unten und hinten zieht und auf die Seitenwand des Tectum übergeht (*n.*)². Die dicken Fasern verbreiten sich in ziemlich gleichmäßiger Vertheilung über die Fläche des Tectum als äußerste Längsfaserschicht. Hierbei verlieren sie ihre Markscheiden. Ihre letzte Endigung ist unsicher.

Dass sie in die äußere, sehr zellenarme Rindenschicht übergehen, ist nach Karminpräparaten und noch mehr nach Osmiumschnitten von anderen Knochenfischen höchst unwahrscheinlich. Dem äußeren Anscheine nach enden sie in der äußeren Lage der mittleren Rindenschicht des Tectum.

¹ Archiv für Ophthalmologie. Bd. XXV. 4.

² Dies System ist mit Bündeln aus dem unteren Dacharm schon äußerlich und mit unbewaffnetem Auge zu konstatiren. Es liegt an der Vorderseite des Lobus opticus als hintere obere Seite eines Dreiecks dem durch die aus einander weichenden Opticuswurzeln gebildeten Winkel gegenüber. Vor, bzw. ventral von ihm und also innerhalb des Dreiecks sieht man zuweilen mit großer Deutlichkeit ein graues Knötchen, das dem Corpus geniculatum externum FRITSCH entspricht.

Unter den untersuchten Fischen haben die Forellen diese Schicht am meisten ausgebildet.

2) Die nächste, viel mächtigere als die voraufgegangene, aber unmittelbar auf sie folgende Längsfaserschicht wird durch den vorderen Arm des Tectum (*br. ant.*, Cingulum FRITSCH) und zahlreiche Faserbündel aus der vorderen Opticuswurzel gebildet (3, Fig. 51). Der vordere Arm erhebt sich an der äußeren Seite der vorderen (oberen) Opticuswurzel und versendet seine Fasern aus der Nähe der Mittellinie über das Tectum, also dass die Schicht um so schwächer wird, je weiter sie sich von der Mittellinie, und in der Nähe der Mittellinie selbst, je weiter sie sich von dem Ursprung der Bahn und dem Opticusabgang nach hinten entfernt. Ich bin der Ansicht, dass auch diese Fasern in der äußeren Lage der mittleren Rindenschicht enden.

Der vordere Arm kommt aus den hinteren Partien des Corpus geniculatum externum s. l. und zwar bei der Forelle aus einer anscheinend rundlichen Zellenansammlung¹.

Allem Anschein nach steht der vordere Arm im direkten Größenverhältnis zu der vorderen Opticuswurzel. Er ist bei den Cyprinoiden viel schwächer als bei der Forelle. Bei Karpfen und Barbe geht unter spärlichem Faserzuschuss durch den vorderen Arm fast die ganze vordere (obere) Sehnervwurzel in der Bildung der zweiten Längsfaserschicht auf.

3) Auf diese zweite Längsfaserschicht folgt nun keine Faserschicht mehr, sondern die mittlere, bzw. die eigentliche Rindenschicht des Vierhügeldaches (4. a. und 4. b. Fig. 51). In diese dringen in ähnlicher Verbreitung wie bei der zweiten Längsfaserschicht Bündel aus der oberen Opticuswurzel ein. Außerdem aber sieht man Faserzüge aus dieser Wurzel an der Innenseite jener Rindenschicht und selbst an der Innenseite der auf diese Schicht folgenden Querfaserschicht (5. a.) in longitudinalen Zügen sich verbreiten (5. b. Fig. 51).

Bei Hecht und Forelle gewahrt man aber leicht, wie sich von diesen inneren Zügen Faserbündel ablösen und nun von innen nach außen in die äußere Lage der mittleren Rindenschicht eindringen; auf die innersten werde ich besonders zu reden kommen.

¹ Wiederholt schon ist die Vermuthung in mir aufgetaucht, es möchte der vordere Arm des Tectum (*br. ant.*) nichts Anderes sein als ein von unten und ziemlich weit hinten jäh nach vorn und oben umbiegenes Bündel der vorderen Opticuswurzel, bei welchem das helle Gelb, die feineren Achsencylinder und die scharfe Umgrenzung, wie sie Fig. 51 zeigt, einzig durch die Schnittrichtung veranlasst würden. Ich konnte mich indessen nie hiervon überzeugen. Sagittalschnitte dürften die beste Auskunft geben.

Endlich mache ich darauf aufmerksam, dass ein Theil der vorderen Opticuswurzel das Corpus geniculatum externum s. l. so durchsetzt und umflieht (Fig. 53), dass eine Verbindung mit demselben wahrscheinlich erscheinen muss. Strikte Beweise fehlen.

Untere hintere Opticuswurzel (*N. II. b.*) und hinterer Arm des Tectum opticum (*Br. post.*).

Während sich die untere (hintere) Wurzel zwischen Corpus geniculatum externum s. l., unterem Rand des Tectum opticum und Commissura inferior GUDDEN (Comm. transversa Halleri) hindurchzwängt (Fig. 44, 53, 56), und während sie am unteren Rand des Mittelhirndaches frei nach hinten zieht, wobei sie bekanntlich eine theilweise Umdrehung ihrer Faserbündel von außen nach innen erfährt, wird sie schichtweise (ähnlich dem Sehnervenchiasma der Reptilien und Vögel) von den Zügen des unteren (hinteren) Tectumarmes (*Br. post.*) durchbrochen, welche vom Corpus geniculatum externum s. l. nach außen und hinten ziehen und an der Außenseite der Sehnervenzurzel ins Vierhügeldach übergehen (Fig. 53, 54, 56). Zu ihnen gesellen sich auch Fasern aus der Commissura inferior GUDDEN. Allein da sich der Übertritt ins Tectum nicht auf einmal vollzieht, so sammelt sich am hinteren unteren Rand des Mittelhirndaches — also im Winkel zwischen Tectum und Torus semicircularis Halleri — eine gemischte Fasermasse an (Fig. 53, 55, 56), die jener am vorderen oberen Rand, aus vorderem Arm- und vorderer Opticuswurzel zusammengesetzten (Fig. 54, 53), ähnlich ist.

In ziemlich übereinstimmender Weise mit jener vollzieht sich auch hier der Übertritt ins Mittelhirndach und nur so viel glaube ich beifügen zu müssen, dass sich die Armfasern ganz vorzüglich in den mittleren Bezirken der Tectumseitenwand verbreiten (Fig. 53, 54, 56).

Die äußerste dickfaserige Opticusschicht nimmt von vorn nach hinten rasch an Mächtigkeit ab.

FRITSCH lässt p. 64 die ganze untere (hintere) Sehnervenzurzel vom unteren (hinteren) Rand des Tectum weg auf den Torus semicircularis Halleri (Thalamus opticus FRITSCH) hinübertreten und von dessen Außenseite medianwärts umbiegend in einem Ganglion des Torus endigen, das er dem vorderen Vierhügel der Säuger vergleicht¹, obwohl nach seiner Ansicht die untere Opticuswurzel der Fische dem zum Corpus geniculatum internum ziehenden Sehnervenantheil der Säuger entsprechen soll. Der Schwerpunkt seiner Angaben liegt jedenfalls in der

¹ a. a. O. Fig. 42, 43, 44 etc.

Behauptung, dass Sehnervenfasern auf den *Torus semicircularis Halleri* übergehen. Entgegen seiner Erklärung p. 64, dass dies keineswegs schwer zu beobachten sei, erschien mir die Lösung gerade dieser Frage mit großen Schwierigkeiten verknüpft, die sich in befriedigender Weise wahrscheinlich nur durchs Experiment (Wegnahme eines Auges) werden überwinden lassen. Das Thatsächliche ist Folgendes.

Stratum zonale des Torus semicircularis. St. Z. T.

Die Fasern der unteren Sehnervenwurzel sind nach FRITSCH (p. 69) im *Stratum zonale des Torus semicircularis* enthalten (*St. Z. T.*). Dieses *Stratum* besteht, so weit es sich um annähernd longitudinal (schräg horizontal) verlaufende Fasern handelt (die anderen gehören dem sog. Stabkranz des *Lobus opticus* an), aus zwei auf und etwas hinter einander liegenden Schichten, von welchen die innere vordere fast durchaus feine, die äußere hintere etwas dickere Nervenfasern hat. Da die Markscheiden der Fasern beider Schichten im entsprechenden Verhältnis stehen, so hat die innere (vordere) an Karminpräparaten im Groben einen mehr röthlichen, die äußere (hintere) einen hellgelben Ton. Beide sind annähernd von derselben Mächtigkeit. Die Fasern beider Schichten sieht man besonders gut bei Cyprinoiden an nach unten und vorn abfallenden Schrägschnitten bündelweise gegen die Mittellinie umbiegen und zwischen zahlreichen kleinen Nervenzellen vorzüglich im hinteren und oberen Theil des *Torus* verschwinden (Fig. 55). Einen Übergang in ein bestimmtes von seiner Umgebung exakt trennbares Ganglion habe ich hier nicht beobachtet.

Was nun die innere feinfaserige Schicht des *Stratum zonale* anbetrifft, so gehört dieselbe der *Commissura transversa Halleri* (*Comm. inferior* GUDDEN) an¹; nichts ist leichter, als an den eben erwähnten Schrägschnitten ihren Zusammenhang mit dieser Kommissur zu konstatiren (Fig. 55). Allerdings glaubt FRITSCH mit den alten Autoren, die *Commissura inferior* bestehe vorwiegend aus Sehnervenfasern, und nennt es in der Anmerkung p. 58 eine Ansicht GUDDEN's, dass diese

¹ Jedenfalls zum größten Theil, indessen beobachtet man auch Bündel, die, obwohl sie in der Bahn der *Commissura transversa Halleri* verlaufen, doch nicht zu dieser gehören, vielmehr im *Tuber cinereum* und zwar nahe der Mittellinie in einer Zellenansammlung enden, ohne vorher die Medianlinie überschritten zu haben. Andererseits scheint es, als gehen Nervenfasern aus dem gleichseitigen *Lobus inferior* in die innere Schicht des *Stratum zonale* über und endlich drängen sich in dieselbe noch dickere Fasern aus einem System ein, das sich ein wenig dorsal und caudal von der *Commissura inferior* in der Mittellinie kreuzt und das ich der von GANSER, »Untersuchungen über das Gehirn des Maulwurfs. München 1880. p. 32«, so benannten »vorderen Kreuzung der *Regio subthalamica*« vergleiche.

Kommissur nichts mit dem peripheren Nervus opticus zu thun habe. Indessen dürfte eine Thatsache, die wie nur wenig andere in der Hirnanatomie durch schlagende Beweise gestützt ist, doch etwas mehr sein als die »Ansicht« eines Autors.

Die äußere (hintere) Schicht des Stratum zonale nimmt nachweisbar zunächst Faserzüge auf, die an nach außen geneigten Sagittalschnitten von der äußeren Seite der vorderen Opticuswurzel, bzw. des sie begleitenden oberen Arms des Tectum direkt nach hinten auf den Torus semicircularis umbiegen, wobei sie natürlich die untere Opticuswurzel mit dem unteren Tectumarm durchbrechen müssen (Fig. 53, 56, *nl*). Die Züge beschreiben also einen nach vorn konvexen Bogen. An frontalen Schnitten sieht man sie aus der vom unteren Opticus und dem unteren Tectumarm gebildeten Fasermasse medianwärts durchbrechen. Dem Anschein nach stammen sie aus dem Corpus geniculatum externum s. l. und zwar bei den Cyprinoiden zum Theil aus den Zellen in der Umgebung des Nucleus rotundus FRITSCH; indessen ist auch die Möglichkeit nicht ganz auszuschließen, dass sie aus der vorderen Opticuswurzel nach hinten herabsteigen.

Immerhin sind diese Bündel nicht mächtig genug, um die ganze äußere (hintere) Schicht des Gürtellagers zu repräsentiren und in der That sieht man, zumal an Frontalschnitten auch noch andere Züge von der Innenseite der aus unterer Opticuswurzel und unterem Tectumarm gebildeten Fasermasse aufs Stratum zonale übertreten, allein es ist die Frage, gehören dieselben dem Opticus an oder sind sie den Fasern des Dacharnes gleichwerthig, bzw. kommen sie aus dem äußeren Kniehöcker im weiteren Sinn oder stehen sie vollends mit anderen Gehirntheilen in Verbindung und durchsetzen einfach das Opticusgebiet? Nach immer und immer wieder an Karmin- und Osmiumreihen, an normalen und hemiatrophischen Objekten angestellten Untersuchungen kann ich nur Folgendes sagen:

Für den Übergang von Sehnervenfasern sprechen

1) die direkten Untersuchungen (namentlich an Sagittalschnitten), die sich auf die histologischen Merkmale der Opticusfasern, in specie die Anschwellungen der Achsencylinder stützen. Allerdings werden diese an sich schon etwas unsicheren Unterscheidungen noch unsicherer, je näher man dem centralen Ende der Fasern kommt.

2) Durch die Umdrehung nach einwärts gelangt ein Theil der unteren Wurzel an die Innenseite der aus dieser und dem unteren Tectumarm bestehenden Fasermasse; von der Innenseite derselben geschieht aber der Faserübergang aufs Stratum zonale.

3) Das Stratum zonale ist um so mächtiger, je größer der Nervus opticus. —

Dagegen kann man freilich bemerken, dass auch die Systeme aus dem Corpus geniculatum s. l. dem Anschein nach im Größenverhältnis zum Sehnerv stehen. Außerdem lässt sich bei meinen drei Reihen mit hemiatrophischem Opticus kein deutlicher Unterschied in der Mächtigkeit der Gürtellager beider Seiten feststellen. Freilich ist bei keiner derselben die Atrophie eine totale, andererseits aber erscheint mir die hintere Opticuswurzel auch bei Reptilien und Vögeln aufs Mittelhirndach beschränkt und bei einer Taube finde ich trotz totaler Atrophie eines Opticus einstweilen nur eine Atrophie der äußeren Faserschicht des Sehlappens. Doch sind auch hierin die Untersuchungen nicht abgeschlossen.

Die Frage nach der Beteiligung des Opticus an der Bildung der Gürtelschicht des Torus semicircularis bleibt also vor der Hand eine offene, wenn auch die vorgebrachten Gründe theilweise zu Gunsten dieser Ansicht sprechen. Zweifellos erscheint mir aber nach meinen Untersuchungen an normalen und einseitig blinden Knochenfischen und in Berücksichtigung meiner auch an Reptilien und Vögeln über die hintere Opticuswurzel gemachten Erfahrungen¹, dass sich mindestens ein beträchtlicher Theil derselben im Tectum Lobi optici, d. i. im Mittelhirndache, verbreitet.

Kehren wir wieder zur Betrachtung des Tectum opticum zurück. Das Dach hat bei demselben Individuum an verschiedenen Stellen verschiedene Dicke, die theilweise durch die Faseransammlungen bedingt ist, außerdem aber zeigen verschiedene Familien auch hierin ein verschiedenes Verhalten, auf dessen Beschreibung ich jedoch verzichte. Ich muss nur Angesichts der aus FRITSCH's Werk bereits zu Anfang citirten Angaben (FRITSCH, p. 35) darauf aufmerksam machen, dass bei einzelnen Cyprinoiden, z. B. Carpio und Barbus, die einen mäßig großen Opticus aber eine relativ sehr beträchtliche Valvula cerebelli besitzen, die beiden Seitenhälften des Tectum durch die Valvula in der Mittellinie weit aus einander gedrängt werden, so dass die Tori longitudinales Halleri zwischen den Innenrändern der beiden Dachhälften frei liegen und mit den über sie wegziehenden Querfaserzügen und der Pia mater den ganzen dorsalen Verschluss der Höhle der Lobi optici bilden. Andere Cyprinoiden dagegen, wie z. B. die Leuciscusarten, unterscheiden sich in dieser Hinsicht kaum von Esox oder Salmo.

¹ Bei beiden Thierklassen lassen sich am Opticus eine vordere obere und hintere untere Wurzel unterscheiden. Die Verbreitung der vorderen Wurzel im Tectum hat namentlich bei Reptilien und Fischen eine ganz frappante Ähnlichkeit

Tiefes Marklager des Tectum opticum.

a) Querfaserschicht. 5. a.

In Beziehung auf die feinere Struktur des Tectum opticum haben wir bis jetzt von außen nach innen gerechnet folgende an verschiedenen Stellen wechselnd dicke Schichten kennen gelernt:

- 1) einen schmalen Rindensaum (1.);
- 2) eine dünne Schicht dicker Opticusfasern (2.);
- 3) eine dickere Schicht von Fasern der Tectumarme und des Opticus (3.);
- 4) eine breite Rindenschicht, die sich aus einer
 - a) helleren, von Arm- und Opticusfasern und zahlreichen Nervenzellen durchsetzten, äußeren (4. a.) und einer
 - b) dunkleren, dichteren, gleichfalls mit Zellen und Nervenfasern ausgestatteten inneren (4. b.) Lage zusammensetzt.

Die nächstfolgende fünfte Schicht wird abermals durch Nervenfasern und zwar vorzüglich durch Querfaserzüge gebildet, zu welchen sich schwächere mehr longitudinal verlaufende Bündel gesellen. Die Querfaserschicht geht nach vorn direkt über in den vorderen Theil der hinteren Kommissur (Fig. 57). FRITSCH vergleicht diese Züge, so weit sie die Mittellinie überschreiten, mit dem Balken im Großhirn der Säuger, und den sich anschließenden vorderen Theil der Commissura posterior rechnet er zur Commissura anterior (*cm. a. 1.*), obwohl die Zirbel vor demselben liegt. Indessen stellt die Querfaserschicht des Tectum — ganz abgesehen davon, dass wir weder im Mittelhirn einen Balken, noch hinter der Zirbel eine vordere Kommissur erwarten — in Wirklichkeit nichts Anderes vor als eine Verbindung des Tectum mit weiter nach hinten gelegenen Theilen des Nervencentralorgans, die also, so weit sie die Mittellinie überbrückt, keine Kommissur, sondern wie auch der größere Theil der hinteren Kommissur selbst eine Kreuzung markhaltiger Fasern ist. Allerdings gesellen sich zu dieser Kreuzung im Dach noch marklose Bündel, die aus der äußersten Rindenschicht des Tectum entspringen und diese, wie ich glaube, mit der Körnerschicht (sechste Schicht) der entgegengesetzten Seite verbinden. Auf die Bedeutung der mehr longitudinal verlaufenden Züge, die sich mit der Querfaserschicht mischen (5. b.), werden wir später zu sprechen kommen.

Die beträchtliche Querfaserschicht im Tectum der Knochenfische entspricht im Allgemeinen den Querfaserzügen des tiefliegenden Markes im Mittelhirndach der übrigen Wirbelthierklassen. Sie enthält, da sie vorzüglich aus der Oblongata kommt und hier, wie es scheint, zum

größeren Theil auch entspringt, bzw. endet, die Homologa jener Fasersysteme, welche das Mittelhirndach mit dem Nachhirn verbinden. Leider sind dieselben bei den höheren Thieren wenig erkannt. Speciell bei den Säugern beschränken sie sich auf die obere und untere Schleife, deren Endigungen noch festzustellen sind. Über die fontainenartige Haubenkreuzung MEYNERT's, über die mit dem tiefliegenden Mark zusammenhängenden Bogenfasern der Mittelhirnbasis, über etwaige Beziehungen der ventralen Haubenkreuzung zu den Vierhügeln sind die Akten kaum eröffnet (FOREL a. a. O. p. 49 etc.). Ich halte es somit für zweckmäßiger, bei den Fischen die Verbindungen des Mittelhirndaches mit den weiter nach hinten gelegenen Theilen des Nervencentralorgans im Folgenden einstweilen für sich und ohne Berücksichtigung der möglichen Homologien zu betrachten. Dieselben sind vornehmlich enthalten im Lemniscus REIL und der Commissura ansulata der Autoren, welche das Mittelhirndach mit der Oblongata, und in der Radiatio thalami FRITSCHE, welche das erstere mit dem Torus semicircularis und der Valvula cerebelli, bzw. dem Übergangsganglion verbindet.

4) Lemniscus REIL. L. R.

Die REIL'sche Schleife präsentirt sich makroskopisch als annähernd dreieckiger Markbeslag an der ventralen Oberfläche der Oblongata. Die abgestumpfte Spitze des Dreiecks ist der unteren Olive zugekehrt, seine Basis fällt so ziemlich zusammen mit den Querfaserzügen der Commissura ansulata der Autoren. In welcher Weise sich die Fasern an der ventralen Oberfläche sammeln, ob sie etwa aus den zahlreichen Nervenzellen der Oblongatabasis, bzw. des motorischen Feldes hervorgehen, kann ich nicht angeben. Sie haben verschiedenes, durchschnittlich aber mittleres Kaliber; die dicksten liegen am meisten nach innen. In den Frontalebene des Ganglion interpedunculare erhebt sich der Lemniscus REIL nach außen oben und vorn und strahlt durch die ganze Länge des Torus semicircularis Halleri bündelweise auf die Innenseite des Tectum opticum über (Fig. 56, 57).

Diesen Stabkranz REIL's der alten Autoren vergleicht auch FRITSCHE der Ausstrahlung des Pedunculus in die Hemisphären bei höheren Thieren (Radiatio peduncularis FRITSCHE), während er Corona radiata die Durchflechtung nennt, welche seine Balkenfasern mit den aufsteigenden Stabkranzfasern eingehen (a. a. O. Fig. 44, 42, 43, 44, 45, 46).

Im Einzelnen vollzieht sich der Übertritt des Lemniscus REIL auf das Mittelhirndach bei den Cyprinoiden derart, dass die hintersten Stabkranzfasern von der äußeren Oberfläche der Mittelhirnbasis weg direkt

ins Tectum aufsteigen; je weiter man aber nach vorn geht, um so mehr müssen die Bündel das Stratum zonale und den Torus semicircularis selbst der Quere, ja die vordersten sogar der Länge nach durchbrechen. Die vorderen Bündel sind aber ziemlich beträchtlich und da der Torus nach vorn nicht bis ans Tectum heranreicht, so haben dieselben nach ihrem Austritt aus demselben die Höhle des Lobus opticus eine geraume Strecke weit fast frei, nur vom Ependym und der Körnerschicht locker umhüllt zu durchsetzen (cf. Fig. 54, 55, 57). Die vortrefflichen Zeichnungen in FRITSCH's Werk, Taf. III—XI, sind in diesem Punkte wirklich sehr wahrheitsgetreu und instruktiv.

Es ist schon in der Art dieser Vertheilung begründet, dass die für die hinteren Abschnitte des Tectum bestimmten Bündel an der Oberfläche, die für die vorderen Abschnitte aber mehr im Innern der Mittelhirnbasis und zwar im Wesentlichen unten und außen vom Funiculus lateralis in den Maschen der netzförmig zerklüfteten grauen Substanz verlaufen (Fig. 35, 48, 49). Ja sogar von der Innenseite des seitlichen Längsbündels (*L. L.*) und von diesem selbst gehen Fasern in diese Stabkranzbündel über, so dass man also alles Recht hat, zwischen einem oberflächlichen ventralen und einem tieferen dorsalen Antheil des Lemniscus REIL zu unterscheiden¹. Außerdem gesellen sich zum Olivarstrang TIEDEMANN's (*L. R.*) die Komponenten der Commissura ansulata der Autoren.

2) Commissura ansulata der Autoren. *Comm. ans.*

Ich habe bereits bei der Besprechung des Kleinhirns darauf aufmerksam gemacht, dass FRITSCH p. 74 die Öhrkommissur der Autoren ein »exquisites Kommissurgebilde« nennt; sie ist aber im Gegentheil, so weit Fasern die Mittellinie überschreiten, eine exquisite Kreuzung. An ihrer Bildung betheiligen sich wesentlich

- α) die untere Pyramide der alten Autoren (*U. P.*) und
- β) ein zwischen dieser und dem Lemniscus REIL gelegenes intermediäres System durch ihre Dicke ausgezeichnete Nervenfasern (*I. S.*).

α) Intermediäres System. *I. S.*

Das letztere markirt sich erst in den vordersten Abschnitten der Oblongata deutlich als mäßig starkes und wenig geschlossenes Bündel (Fig. 33, 34, 35), dessen Fasern bezüglich ihrer Herkunft höchst wahr-

¹ Auch FRITSCH p. 74 und 75 theilt seinen Pedunculus (*p 1*) in diese zwei Theile. Die ventrale oberflächliche Schicht nennt er hinteren absteigenden Thalamusstiel, die tiefere innere vergleicht er der Pyramide der Säuger.

scheinlich mit denen des Lemniscus REIL übereinstimmen. Dieselben treffen unmittelbar vor dem Ganglion interpedunculare und also unmittelbar hinter den austretenden Augenbewegungsnerve zur Kreuzung in der Mittellinie zusammen, wobei sie die unteren Pyramiden der Autoren durchbrechen (Fig. 48, 56)¹. Nach der Kreuzung ziehen sie zunächst gerade nach außen, gelangen aber nicht sofort ins Tectum, sondern biegen vorher in die Bündel des Lemniscus um und gelangen mit diesen, den Torus semicircularis durchsetzend, in die vorderen Partien der Tectumseitenwand.

Diese Kreuzung bildet den hinteren Theil der Commissura ansulata der Autoren. In sie drängen sich, wie wir bereits oben erwähnt haben, auch Bündel aus dem Kleinhirn, bzw. der Valvula und dem Übergangsganglion, so wie aus dem Bindearm ein. Wenn man den direkten Untersuchungen trauen dürfte, so biegen dieselben nach der Kreuzung im Torus semicircularis dorsalwärts in eine Ansammlung kleiner Nervenzellen ein, welche nach außen vom Funiculus lateralis und nach außen und unten vom Übergangsganglion (Corpus quadrigeminum posterius FRITSCHE) liegt (Fig. 48). Die Richtung dahin nehmen auch Fasern aus dem Stratum zonale Tori (*St. Z. T.*) (Fig. 55) und andererseits entspringen daselbst Bündel, die aufs Tectum übergehen (Radiatio thalami FRITSCHE) Fig. 48, 49, 55.

β) Untere Pyramiden der Autoren. *U. P.*

Die unteren Pyramiden der Autoren, die aus feineren Fasern bestehen als das intermediäre System, präsentiren sich an der ventralen Oberfläche der Oblongata als zwei ziemlich ansehnliche Bündel zu beiden Seiten der Raphe genau an der Stelle, wo bei den Säugern die Pyramiden liegen. Sie entstehen zwischen den vorderen Abschnitten der unteren Oliven (Fig. 25) und zwar unter den sich daselbst vollziehenden Kreuzungen des Stratum zonale ARNOLDI so, dass man meinen könnte, sie gehen selbst aus diesen hervor. Im Verlauf nach vorn nehmen sie langsam aber stetig an Größe zu, ohne dass man erfahren könnte, woher der Faserzuschuss eigentlich kommt (Fig. 25—35). Im Mittelhirn umgehen sie das Ganglion interpedunculare von beiden Seiten und durchsetzen die Kreuzung der intermediären Systeme, indem sie sich selbst dabei in einem nach vorn spitzigen Bogen kreuzen (Fig. 48, 49, 56)². Nach der Kreuzung biegen sie, meist in mehrere Bündel ge-

¹ Die lateralsten Fasern des intermediären Systems kreuzen sich nicht, sondern gehen ungekreuzt in den gleichseitigen *L. R.* über (Fig. 56).

² In Fig. 56 sind der vordere und der hintere Kreuzungswinkel der unteren Pyramiden viel zu spitzig gezeichnet.

theilt, ziemlich horizontal und parallel dem hinteren Antheil der Commissura ansulata vor den austretenden Augenbewegungsnerve nach außen und oben und treten ins Tectum über (Fig. 49, 56). Sie beschreiben also nach vorn und oben konkave Bögen und müssen den Torus und das Stratum zonale desselben theilweise durchbrechen (Fig. 49). An der Basis bilden sie den vorderen Theil der Commissura ansulata und zugleich die Grenze zwischen Mittelhirn und Lobi inferiores. Die Fasern des intermediären Systems vermischen sich innerhalb der Öhrkommissur zuweilen mit den Bündeln der unteren Pyramiden und umgekehrt, jedoch immer nur auf kürzere Strecken. Auch an diesem vorderen Theil der Öhrkommissur betheiligen sich, wie wir oben erfahren, Bündel aus dem Kleinhirn, bzw. aus der Valvula cerebelli und vom Bindearm (Fig. 49).

3) Radiatio thalami FRITSCHE.

Es ist in hohem Maße wahrscheinlich, dass eine ansehnliche Zahl von Fasern aus den soeben beschriebenen Kontingenten des Stabkranzes der Autoren (*L. R., I. S., U. P.*) im Torus semicircularis ihr nächstes Ende findet, wenn sich dies auch durch direkte Untersuchungen schlechterdings nicht feststellen lässt. Auf der anderen Seite gehen, wie bereits erwähnt wurde, Faserbündel aus den hinteren dorsalen Partien dieses Gehirntheles in den Stabkranz über, ein System formirend, das FRITSCHE als Radiatio thalami bezeichnet. Bei Forelle und Hecht glaubte ich namentlich an Osmiumpräparaten ganz bestimmt zu sehen, dass ein Theil dieser Bündel aus der Valvula cerebelli und dem hinteren und vorderen Vierhügelganglion von FRITSCHE stammt. Nach diesen Präparaten bin ich auch zu der Überzeugung gekommen, dass jene Züge, die FRITSCHE aus seinem Ganglion des vorderen Vierhügels in die hintere Opticuswurzel verfolgt, nicht in diese Wurzel, sondern aufs Tectum opticum übergehen, vorausgesetzt, dass ich mich in der Identität des Ganglions nicht täusche.

Die übrigen Antheile der Radiatio thalami FRITSCHE entspringen vermuthlich aus den schon erwähnten kleinen Zellen in den mittleren Bezirken des Torus semicircularis. Von hohem Interesse ist die Frage nach dem Schicksal der sog. Stabkranzfasern im Mittelhirndach.

Stabkranz. *St. K.*

Zum Studium derselben eignen sich Osmiumschnitte ungleich besser als mit Karmin gefärbte. Zunächst sieht man wie die Bündel die Körnerschicht ohne Faserverlust durchsetzen und sich alsdann an der Innenseite der mittleren Rindenschicht des Tectum (*4. b.*) dorsalwärts er-

heben (Fig. 35, 48, 49, 54, 55, 57). Hier werden sie successive kleiner, je weiter sie in die Höhe steigen, indem sie unterwegs Fasern an die Rinde abgeben. Einen kleinen Rest verfolgt man indessen schon in den hinteren Frontalebene des Lobus opticus bis zum Torus longitudinalis Halleri, über den die Fasern hinwegsetzen, um in die andere Tectumhälfte zu gelangen. Zweifellos und massenhaft präsentirt sich diese letztere Erscheinung in den vorderen Frontalebene und besonders deutlich an nach hinten schräg abfallenden Reihen von kleinen Gehirnen, z. B. von *Cobitis fossilis*.

Diese die Mittellinie überschreitenden Züge gehen untrennbar über in den vorderen Theil der sog. hinteren Kommissur (Fig. 57).

Das sog. Corpus callosum der Knochenfische ist also keine Kommissur, sondern eine Kreuzung; was für Fasern sind es aber nun, die sich hier kreuzen? A priori erwarten wir, dass die aus der Commissura ansulata hervorgegangenen Bündel im Mittelhirndach nicht noch einmal die Mittellinie überschreiten werden. Auf der anderen Seite ist der Nachweis unschwer zu erbringen, dass die mächtigen vordersten Bündel des Corpus callosum vornehmlich aus dem inneren dorsalen Theil des Lemniscus REIL (*r. p.* FRITSCH), bzw. aus den Faserbündeln hervorgehen, welche in den vorderen Frontalebene der Ohrkommissur unten und außen, ja theilweise sogar nach innen vom lateralen Längsbündel und selbst mit demselben verlaufen. Ist also mit dieser Thatsache wenigstens eine partielle Kreuzung des Lemniscus außer Zweifel gestellt, so stützt die nach hinten fortschreitende Abnahme des Corpus callosum die Annahme, dass auch die Fasern des ventralen äußeren Theils der Schleife (hinterer Thalamusstiel FRITSCH) die Mittellinie des Mittelhirndaches überschreiten.

Über die Beziehungen der Radiatio thalami FRITSCH (aus dem Torus semicircularis, bzw. der Valvula, dem Ganglion des hinteren und vorderen Vierhügels nach FRITSCH) zu seinem Corpus callosum weiß ich nichts Bestimmtes anzugeben. Dass sich übrigens dieselbe auf die hinteren und seitlichen Theile des Tectum beschränke, wurde bereits angegeben.

Endigung der Stabkranzfasern.

Was nun die letzte Endigung der Stabkranzfasern anlangt, so sieht man solche namentlich gut an Osmiumpräparaten in die innere dichtere Lage der mittleren Rindenschicht (4. b.) eintreten, ja einzelne lassen sich sogar in die äußere hellere verfolgen. Ich bin also der Ansicht, dass sie vorzüglich in dieser inneren Lage enden werden, denn diese ist keineswegs arm an Zellen, wenn sich dieselben auch bei der dichten

Grundsubstanz vielfach der Beobachtung entziehen. Außerdem gewahrt man namentlich bei Cyprinoiden innerhalb des tiefen Marklagers selbst zahlreiche kleinere und größere Nervenzellen, die vielleicht als Endstationen von Fasern dieser Schicht betrachtet werden können. Ich habe sie Fig. 52 ihrer Massenhaftigkeit wegen mit 4. c. = innerste Rindenschicht bezeichnet.

Die Nervenzellen des Mittelhirndaches sind abgesehen von denen des Nucleus corticalis FRITSCHE (siehe oben) überwiegend ziemlich klein. Sie haben meist einen gestreckten Leib und zwei oder auch mehr Fortsätze. Besonders häufig begegnet man der reinen Spindelform. Solche Spindeln stellen sich mit ihren ausgezogenen Spitzen gerade senkrecht zur Ausbreitungsebene des Rindengrau. Da aber außerdem von der Pia und den Körnern der äußeren Rindenschicht Kapillargefäße, Bindegewebsfibrillen, und Zellfortsätze stiftförmig ins Tectum eindringen, und umgekehrt von den Zellen der inneren Körnerschicht Fortsätze in entgegengesetzter Richtung nach außen ziehen, so erhält das Dach dadurch eine radiäre Streifung, die nur durch die sehr prägnante Schichtung verwischt wird. Wenn also schon die auffallenden örtlichen Beziehungen der Längs- und Querfaserschicht zu einander, so erleichtern die senkrecht zwischen beide Marklager eingeschalteten Nervenzellen die Vorstellung, dass man es hier mit einem vermittelnden Centralapparat (Reflexapparat) zu thun habe¹. Dafür, dass Fasern der Querfaserschicht auch in der Körnerschicht (sechsten Schicht) endigen, habe ich zwar keine sicheren Anhaltspunkte, bin jedoch weit entfernt, die Möglichkeit dieser Endigung zu bestreiten.

b) Längsfaserzüge. 5. b.

Zur eigentlichen Querfaserschicht des tiefen Marklagers gesellen sich Züge, die innerhalb des Tectum einen mehr longitudinalen, bzw. schräg von außen oben und hinten nach innen unten und vorn absteigenden Verlauf zeigen (Fig. 51, 52, 5. b.). Sie bestehen bei den Cyprinoiden aus den feinsten markhaltigen Nervenröhren, die im Mittelhirndach vorkommen und nehmen von hinten nach vorn an Menge zu. Nach meinen Beobachtungen gehen die hintersten in die Commissura inferior GÜDDEN (Fig. 54 nicht bezeichnet), die weiter vorn in die Wand des III. Ventrikels (Thalamus opticus) (Fig. 51, 52, 5. b.), die vordersten direkt in den Sehnerven über (Fig. 51, 5. b.).

Was die ersten anlangt, so will ich gerade nicht behaupten, dass

¹ Den feineren histologischen Bau des Tectum opticum siehe diese Zeitschrift Bd. XXXV. BELLONCI, a. a. O. Taf. II, Fig. 1 und 2.

dieselben auch wirkliche Kommissurenfasern vorstellen, denn die bei den Knochenfischen so gewaltige *Commissura transversa Halleri* (*Commissura inferior GUDDEN*), die in zahlreichen Bündeln von den äußeren (*Stratum zonale*) und inneren Bezirken des *Torus semicircularis Halleri*, von der Seitenwand des *Tectum opticum* und des III. Ventrikels zur vorderen Seite des *Tuber cinereum* herabsteigt, enthält nicht nur, wie ich bereits bemerkte, einen Faserantheil, der ungekreuzt ins *Tuber cinereum* umbiegt, sondern es gehen sogar möglicherweise Fasern davon in den *Pedunculus cerebri* über.

Der Eintritt der weiter vorn herabsteigenden Bündel in die Seitenwand des III. Ventrikels (*Thalamus opticus*) ist über jeden Zweifel erhaben (Fig. 51, 52). Sie gehen größtentheils in dieselbe graue Masse über, aus welcher die *Thalamuswurzel des Opticus* (*N. II. c.*) hervorgeht und vielfach ist ein direkter Zusammenhang beider Faserarten zweifellos nachweisbar; andere Fasern enden etwas dorsaler und theilweise erst, nachdem sie die Mittellinie innerhalb der *Commissura posterior* überschritten haben, wenigstens sieht man Bündelchen zu dieser Kommissur hinziehen (Fig. 51, 52). Ich bin also der Meinung, dass diese letzteren dorsalen (ungekreuzten und gekreuzten) Züge eine Verbindung des *Tectum* mit dem *Thalamus opticus* vorstellen und vielleicht auch zum Theil in den *Pedunculus cerebri* (Stiel der Hemisphäre) übergehen, während die ersteren ventralen in die *Thalamuswurzel des Opticus* eintreten und somit die Wand des III. Ventrikels einfach durchsetzen.

Jedenfalls gesellen sich die vordersten der longitudinalen Züge im tiefen Marklager ganz zuverlässig und zwar direkt zum Sehnerven; schräg nach vorn abfallende Osmiumschnitte zeigen dies aufs deutlichste. Wie wir bereits oben angegeben haben, sind diese Bündel bei Hecht und Forelle sehr beträchtlich (Fig. 51). Außerdem haben die Fasern hier das Kaliber mittlerer *Opticusfasern*, während bei den Cyprinoiden entsprechend dem kleineren *Opticus* die Bündel viel schwächer und zudem die Fasern feiner und überhaupt die feinsten des Sehnerven sind. Ferner wurde eben daselbst angeführt, dass bei Hecht und Forelle Bündel dieser *Opticusfaserzüge* im tiefen Mark von innen nach außen in die mittlere Rindenschicht eindringen. Bei den Cyprinoiden konnte ich dies nicht beobachten, vielmehr treten hier die Fasern in sehr nahe örtliche Beziehung zur sechsten Schicht (*Körnerschicht*). Ich bin der Meinung, dass diese Fasern der Cyprinoiden nicht beim *Opticus* verbleiben, sondern in weiter nach vorn gelegenen Frontalebene in die *Commissura inferior* abschwenken.

Körnerschicht. 6.

Die sechste Schicht ist die mehrerwähnte Körnerschicht. Die Elemente dieser großen Schicht sind viel größer als die Körner des Cerebellum. Es sind Zellen mit großem Kern, kleinem Protoplasmaleib und deutlichen Fortsätzen, wie man sie im centralen Grau des III. Ventrikels, in der Zirbel, in der Umgebung des Ganglion interpedunculare u. s. w. in großer Menge findet. Unter den äußersten, d. h. unter den dem tiefliegenden Marklager zunächst liegenden sieht man größere, vermuthlich zur Rindenschicht 4. c. (Fig. 52) gehörige Exemplare, welche die größte Ähnlichkeit mit typischen Ganglienzellen haben. Die Ausläufer der Körner dringen radienartig ins Tectum ein.

Für den Ursprung größerer Markmassen aus der ihrer Ausdehnung nach so beträchtlichen sechsten Schicht bieten meine Präparate keine Anhaltspunkte.

Auf die Körnerschicht folgt Ependym mit zahlreichen Blutgefäßen und auf dieses eine Epithelschicht als nächste Einfassung des ventrikelartig ausgedehnten Aquaeductus Sylvii.

Résumé über den Bau des Mittelhirndaches.

Rekapituliren wir jetzt noch einmal in Kurzem unsere Angaben über den Bau des Mittelhirndaches, so setzt sich dasselbe in folgender Weise zusammen. Von außen nach innen gezählt hat man

- 1) eine äußere schmale Rindenschicht mit wenig Körnern, sehr seltenen Opticusfasern und Nervenzellen;
- 2) eine schmale Längsfaserschicht aus dicken Opticusfasern;
- 3) eine stärkere Längsfaserschicht gebildet durch die Arme des Tectum opticum und Fasern des Opticus;
- 4) eine breite Rindenschicht bestehend aus
 - a) einer äußeren helleren Lage mit zahlreichen Nervenzellen und Fasern = wahrscheinliche Endstation der Arme des Tectum, des Opticus, der Commissura horizontalis FRITSCH und vielleicht einzelner Bündel aus der Commissura transversa HALLERI (p. 342);
 - b) einer inneren dichteren Lage mit Zellen und Fasern = wahrscheinliche Endstation der Quersfaserschicht des tiefen Marklagers;
 - c) einer namentlich bei den Cyprinoiden bemerkenswerthen Menge in das tiefe Marklager eingestreuter Nervenzellen

= innerste Rindenschicht, vermuthlich Endstation von Fasern des tiefliegenden Markes;

5) eine starke Nervenfaserschicht, das tiefe Marklager, bestehend aus

- a) Querfaserzügen = Verbindung des Tectum opticum mit weiter nach rückwärts gelegenen Hirnabschnitten (Oblongata, Valvula cerebelli, Torus semicircularis, Ganglion des vorderen und hinteren Zweihügels nach FRITSCH);
 - b) Längsfaserzügen = Verbindung des Tectum mit der Commissura inferior, mit dem Thalamus opticus, bzw. den Hemisphären (Pedunculus cerebri) und mit dem Nervus opticus;
- 6) eine starke Körnerschicht;
- 7) das Ependym mit dem Epithel.

N. trochlearis (*N. IV.*) und *N. oculomotorius* (*N. III.*).

Dem dorsalen, d. i. sensiblen Nervus opticus entsprechen als ventrale, d. i. motorische Antheile die Nerven der Mittelhirnbasis, Oculomotorius und Trochlearis. Zu den von FRITSCH hierüber gemachten Angaben bemerke ich das Folgende.

Trochlearis. *N. IV.*, Fig. 48.

Der Kern des Trochlearis lässt sich an frontalen Reihen vom Karpfen und der Forelle vom Kern des Oculomotorius trennen. Einmal nämlich stellt der erstere ein rundliches, oben und außen vom hinteren Längsbündel und dicht unter dem Aquaeductus liegendes Zellennest vor; ferner schiebt sich zwischen ihn und den hinteren oberen Rand des Oculomotoriuskerns eine zungenförmige Fortsetzung des Übergangsganglion (*Corpus quadrigeminum posterius* FRITSCH); endlich sind die Zellen des Oculomotorius, die bei der aufsteigenden Untersuchung frontaler Schnittebenen zuerst erscheinen, durch ihre Größe und ihre exquisit rundliche Form leicht von denen des Trochlearis zu unterscheiden. Die ausstreichende Wurzel des Trochlearis biegt aus der Mitte des Zellennestes im Bogen um den Aquaeductus nach oben, kreuzt sich mit ihrem Gespann in der Valvula cerebelli vor der Kreuzung der sekundären Vagus-Trigeminusbahn (Fig. 48) und verlässt, im Bogen nach hinten und abwärts ziehend, die Valvula unmittelbar hinter dem Torus semicircularis. Dies ist die Regel wenigstens bei den Cyprinoiden, allein es giebt Ausnahmen. Die Kreuzung ist bald höher bald tiefer und einmal, bei einem Karpfen, sah ich die Nerven unmittelbar nach der Kreuzung senk-

recht in die Höhe steigen und an der oberen Seite der Valvula austreten. Immer ist die Kreuzung eine totale; darüber kann gar kein Zweifel sein und dies stimmt auch ganz überein mit dem Verhalten der übrigen Wirbelthierklassen. Namentlich sind die Vögel geeignet, einen hiervon zu überzeugen, da bei diesen (Taube) die Trochleares unmittelbar von den ganz oberflächlich liegenden Kernen weg zur Kreuzung über dem Aquaeductus zusammentreten.

Oculomotorius. N. III., Fig. 48, 49.

Der ungleich mächtigere Kern des Nervus oculomotorius ist bei den von mir untersuchten Fischen ausgezeichnet durch verschiedenerlei Zellen, die sich von innen halbmondförmig ums hintere Längsbündel herumlegen (Fig. 49). Das obere spitze unter dem Aquaeductus liegende, und das untere stumpfe Horn des Halbmondes enthalten bei den Cyprinoiden vornehmlich mittelgroße, denen im Trochleariskern ähnliche Nervenzellen von gestreckter Form, während sich in dem schmalen nach innen vom hinteren Längsbündel liegenden Mittelstück zahlreiche beträchtlich große, rundliche Elemente vorfinden, die bei der Forelle auch im Querschnitt des hinteren Längsbündels selbst vorkommen. Endlich begegnet man zwischen beiden ventralen Hörnern einer Anzahl auffällig kleiner Zellen, die sich an Frontalschnitten von der Forelle und an Sagittalschnitten von *Esox* bei schwächeren Vergrößerungen ungewein scharf von den darüber liegenden großen abheben.

Die grobfaserigen Oculomotorii treten nach vorn divergirend aus, indem sie, wie wir bereits sahen, die Commissura ansulata der Autoren durchsetzen (Fig. 48, 49, 56). Der von FRITSCH ausgesprochenen Vermuthung, dass sich die Oculomotoriusfasern der Knochenfische zum Theil in der Raphe kreuzen, muss ich unbedingt beipflichten; ich müsste mich auch sehr täuschen, wenn dasselbe bei den Vögeln (Taube) und den Reptilien (Eidechse, Blindschleiche) nicht gleichfalls stattfände. Für die Säuger (Kaninchen) hat GUDDEN¹ die partielle Kreuzung vor Kurzem unanfechtbar nachgewiesen. Bei den untersuchten Fischen ist der direkte Nachweis an frontalen (Fig. 49) und horizontalen (Fig. 57) Schnitten gerade nicht schwer zu führen. Es sind die vordersten und ventralsten Faserbündel des Nervs, die sich kreuzen.

4) Dorsale Längsfasersysteme der Mittelhirnbasis.

a) Funiculus lateralis (FRITSCH).

Laterales Längsbündel (STIEDA). L. L.

Die ansehnlichste Faserverbindung zwischen Mittelhirnbasis und Oblongata wird gebildet durch den Funiculus lateralis FRITSCH (laterales

¹ Archiv für Psych. Bd. XI. Über den Tractus peduncularis transversus.

Längsbündel STIEDA, *L. L.* der Figuren). Das Bündel, welches, wie wir oben sahen, aus der Fortsetzung des Rückenmarkseitenstrangs hervorgeht, liegt seitlich in einiger Entfernung vom hinteren Längsbündel, seine Fasern haben vorwiegend mittelstarkes Kaliber. Ich kenne kein Homologon davon bei den Säugern, wenn man nicht willkürlich einige Bündel der *Formatio reticularis* (motorisches Feld) unter seinem Namen zusammenfassen will.

In den vorderen Frontalebene des Hörnervknotens (Fig. 34—33) vollzieht sich an ihm fast plötzlich eine ziemlich beträchtliche Querschnittszunahme. In derselben Gegend sieht man auf Horizontalschnitten viele sog. Kommissurenfaserbündel aus dem *Tuberculum acusticum* ins laterale Längsbündel umbiegen (Fig. 28—31). Ich halte das seitliche Längsbündel gerade aus diesem Grunde für sehr interessant, weil es unter Anderem den Hörnervhöcker mit dem Mittelhirn zu verbinden scheint. Allerdings treten im weiteren Verlauf nach vorn (Fig. 32—35) wieder Fasern von ihm weg um durch andere ersetzt zu werden. Jedenfalls übertrifft es, je weiter nach vorn, um so mehr das hintere Längsbündel, mit dem es im Übrigen viele Ähnlichkeit hat, an Mächtigkeit (Fig. 48, 49, 55, 57).

Das Ende des lateralen Längsbündels im *Torus semicircularis* ist durch FRITSCH bekannt. Aus seiner nächsten Umgebung gehen Fasern mit dem dorsalen Theil des *Lemniscus REIL* in die vorderen Abschnitte des *Tectum opticum* über; seine Hauptmasse endet fast plötzlich im *Torus* vorn oben und innen (Fig. 57), vermuthlich in den daselbst zahlreich liegenden Nervenzellen, die manchmal durch besonders intensive Färbung der Grundsubstanz den Eindruck eines eigenen Ganglions des lateralen Längsbündels erwecken. Ein ziemlich beträchtlicher Antheil des Bündels verbreitet sich endlich nach außen oben und hinten (Fig. 55). Insbesondere durch das letztere kommt das laterale Längsbündel in die nächste Beziehung zur Endstation des *Stratum zonale*, d. i. eventuell eines Theils der hinteren *Opticuswurzel*.

b) *Commissura posterior. Comm. post.*

An horizontalen und schräg nach hinten abfallenden Schnitten sieht man in der Mittelhirnbasis zwischen hinterem und lateralem Längsbündel, also parallel der absteigenden *Quintuswurzel* aus der *Oblongata* heraufsteigende Bündel dicker Nervenfasern, von denen die lateralsten in den hinteren Frontalebene der *Commissura posterior* unmittelbar vor der Endigung des *Funiculus lateralis* nach außen ins *Tectum opticum* umbiegen, während die inneren mit den entsprechenden der anderen Seite unter einem nach vorn konvexen Bogen frei in der Mittel-

linie zusammentreffen, sich kreuzen und zwischen mittelgroßen Nervenzellen verschwinden, die ziemlich dicht hinter dieser Kreuzung liegen (Fig. 57). Die Kreuzung selbst ist nichts Anderes als der hintere dickfaserige Theil der Commissura posterior, die Faserbündel aber stammen aus dem motorischen Feld, bzw. der Formatio reticularis. Ich halte sie im Wesentlichen für gleichwerthig mit den Fasern im hinteren und lateralen Längsbündel.

Im Gegensatz zu diesem dickfaserigen Antheil der Comm. post. gewahrt man — um dies gleich jetzt abzumachen — unmittelbar hinter den Polstern der Zirbel (Ganglion habenulae) eine nach vorn konkave Brücke über dem Aditus ad Ventriculum tertium, die aus feinen Nervenfaser besteht (Fig. 54, 52). Dies ist der vorderste Theil der hinteren Kommissur und zugleich der einzige, der mir den Namen einer Kommissur zu verdienen scheint, indem ich ihn für eine einfache Verbindung der beiden Seitenwände des III. Ventrikels halten zu müssen glaube. Die übrigen Kontingente der mächtigen Commissura posterior sind, wie wir bereits erfahren haben, nichts Anderes, als dem tiefliegenden Mark des Mittelhirndaches angehörige Faserkreuzungen (Fig. 54, 52, 57).

2) Ventrale Längsfasersysteme der Mittelhirnbasis.

In den ventraler gelegenen Horizontalebene der Mittelhirnbasis beobachtet man ein System ziemlich dicker Fasern, welches die Commissura ansulata in den Sagittalebene des von mir so genannten intermediären Systems übersetzt und bis in die Seitenwand des III. Ventrikels (ventral vom Ganglion habenulae) verfolgt werden kann (Fig. 56 nicht bezeichnet).

Andere Längsfaserbündel gesellen sich in der Sagittalebene der unteren Pyramide der Autoren zum MEYNERT'schen Bündel, das sie jedoch nicht bis ins Ganglion habenulae begleiten, sondern früher verlassen, um ähnlich dem eben erwähnten System im Thalamus opticus zu verschwinden.

MEYNERT'sches Bündel. *M. B.*

Das MEYNERT'sche Bündel selbst, d. i. jene Faserbahn, welche das Ganglion habenulae (Polster der Zirbel) mit dem Ganglion interpedunculare GUDDEN verbindet, besteht, wie auch Osmiumschnitte beweisen, bei den Knochenfischen aus marklosen Fasern. Es entspricht dem Vinculum gelatinosum centrale + dem Vinculum gelatinosum intermedium von FRITSCH. Ich finde keine Veranlassung, das Bündel in zwei Theile zu zerlegen. Es ist ein einziges Bündel, das vom Ganglion habenulae

ausgehend unter der Commissura posterior weg nahe der Mittellinie nach hinten und unten zieht (Fig. 54, 52, 54, 55), die Commissura ansulata der Autoren einwärts vom Oculomotorius in mehreren Fascikeln durchbricht (Fig. 48) und an den Conus postcommissuralis FRITSCH (Ganglion interpedunculare) herantritt (Fig. 35, 56). Ein kleiner medialer Antheil der Fasern wird hier grob und rauh, kreuzt sich mit dem entsprechenden der anderen Seite und verliert sich im vordersten Abschnitt des Ganglion interpedunculare, woselbst zahlreiche kleine körnerartige Zellen liegen, an denen ich zuweilen zarte Fortsätze beobachtete. Das Gros der Fasern, das sich nach Durchbrechung der Öhrkommissur wieder zu einem einzigen Bündel sammelt, biegt in horizontalen Ebenen um den Conus herum und kreuzt sich unmittelbar hinter diesem, zum Theil auch noch in dessen hinterstem Abschnitt mit seinem Partner von der anderen Seite (Fig. 56). An einer schräg nach hinten abfallenden Horizontalreihe von *Cyprinus barbatus* sieht diese Kreuzung so aus, wie wenn man die Finger beider halb hohl gemachten Hände zwischen einander steckt. Dabei legen sich die Fibrillen dicht an einander, so dass man gar keine einzelnen Fasern mehr erkennt, vielmehr das Ganze ein granulirtes protoplasmaartiges Aussehen gewinnt. Im Kreuzungsgebiet selbst zeigen sich nur sehr wenige der erwähnten kleinen Zellen. Die Hauptmasse des Conus postcommissuralis FRITSCH selbst hat Eiform und besteht aus einer feinkörnigen dichten Grundsubstanz mit zahlreichen Kapillargefäßen und verhältnismäßig wenig Zellen. Mehr kann ich bei den Cyprinoiden nicht sehen. Wie endet nun also hier das MEYNERT'sche Bündel? Wenn man auch annehmen darf, dass sich die medialen Fibrillen mit den Zellen des Ganglion interpedunculare verbinden, was wird dann aus den zahlreicheren lateralen? Gehen sie von beiden Seiten in einander über, oder enden sie gekreuzt in Zellen, die sich in diesem dichten und stark gefärbten Gewebe dem Auge entziehen, oder steigen sie endlich nach der Kreuzung zu jenen kleinen körnerartigen Elementen in die Höhe, welche in den nächsten Frontalebene hinter dem Ganglion interpedunculare dicht gedrängt zu beiden Seiten der Raphe liegen? Das letztere ist jedenfalls sehr unwahrscheinlich.

FRITSCH vergleicht das marklose MEYNERT'sche Bündel der Knochenfische jenem Antheil des MEYNERT'schen Bündels der Säuger, der sich bei Kaninchen, Hund und Affe an Karminpräparaten durch seine intensive Färbung ganz distinkt von den zweifellos markhaltigen Fasern jenes Bündels unterscheidet, und den FRITSCH um dieser Eigenschaft willen gleichfalls für marklos hält. Ich glaube, dass der Autor hierin Recht hat, so wenig ich verkenne, dass man vermittelst der Ammoniak-

Karminmethode die Marklosigkeit nicht zuverlässig feststellen kann. Da nun aber auch bei den Fischen, wie wir bereits gesehen haben, markhaltige Faserzüge in der Bahn des sonst marklosen Bündels verlaufen, sich jedoch nicht ins Ganglion interpedunculare einsenken, so ist FRITSCH der Meinung, dass auch bei den Säugern die markhaltigen Fasern des MEYNERT'schen Bündels höchst wahrscheinlich nicht im Ganglion interpedunculare enden, sondern vorher in die Längsfasersysteme der Mittelhirnbasis, bzw. der Oblongata abschwanken werden. Diese Ansicht (FRITSCH, p. 45) wird widerlegt durch die im Archiv für Psych. Bd. XI niedergelegten Untersuchungen GUDDEN's, wonach sich das ganze MEYNERT'sche Bündel im Ganglion interpedunculare dieses Forschers kreuzt. Außerdem scheint seine durchweg nervöse Natur durch den sekundären Schwund nach Zerstörung des Ganglion habenulae bewiesen.

Ganglion habenulae. *Gang. hab.*

Der Zirbel zu wird der Querschnitt des MEYNERT'schen Bündels größer durch Fibrillen, die aus den kleinen, mit deutlichen Fortsätzen versehenen Zellen der Wand des Aquaeductus, bzw. des III. Ventrikels hinzutreten (Fig. 51, 52, 53). Unmittelbar vor der Commissura posterior dringen die Fasern ins Polster der Zirbel ein. Das MEYNERT'sche Bündel bildet den vornehmsten Theil des Stiels dieses Polsters und an dessen frei nach vorn und innen vorspringenden Bohnengestalt gleichsam die Narbe. Die Tubercula intermedia GOTTSCHKE (Ganglion habenulae, Polster der Zirbel) besitzen in einer mäßig dichten Grundsubstanz zahlreiche körnerartige Zellen in eigenthümlicher Gruppierung, die wahrscheinlich durch die Vertheilung der Fasern bedingt ist.

Kommissur des Ganglion habenulae (*Comm.*).

Außer durch das MEYNERT'sche Bündel steht das Ganglion habenulae mit seiner Nachbarschaft durch marklose Züge in Verbindung, welche von ihm aus vorzüglich in sagittalen Ebenen nach hinten, nach unten, und nach vorn ausstrahlen. Dieselben vereinigen sich am seitlichen Rand des Ganglion und erheben sich in demselben, um mindestens zum Theil mit den entsprechenden der anderen Seite über den beiden Zirbelpolstern hinweg zu einem gar zierlichen Bogen zusammenzutreten (Fig. 53). Hierbei fassen sie ein schwaches aber zweifellos markhaltiges Nervenfaserbündel in sich, das aus den Lobi anteriores (Hemisphären) entlang dem oberen Rand der III. Ventrikelwand zur Zirbel verfolgt werden kann und als Homologon der *Taenia thalami optici*¹ be-

¹ Dies Bündel war bereits BAUDELLOT bekannt; er sagt a. a. O. p. 98: Chez certains espèces on voit partir de l'extrémité antérieure de chaque tubercule pédon-

zeichnet werden muss. Für die Ansicht GANSEK'S (a. a. O. p. 25), dass sich bei den Säugern (Maulwurf, Maus, Kaninchen) die Fasern der Taenia theilweise kreuzten, bieten meine Fischpräparate keine Anhaltspunkte, vielmehr habe ich von dieser Zirbelbrücke den Eindruck einer reinen Kommissur (Fig. 53, *Comm.*).

Nachtrag.

Die Arbeit von SANDERS: Contributions to the Anatomy of the central nervous System in vertebrate Animals ist mir leider nicht zugänglich gewesen.

München, im März 1884.

Erklärung der bei den Abbildungen gebrauchten abgekürzten Bezeichnungen.

V, Vorderhirn;	M, Mittelhirn;	N, Nachhirn;
Z, Zwischenhirn;	H, Hinterhirn;	R, Rückenmark.

Aq. S., Aquaeductus Sylvii;
B. A., Bindearm;
Bulb. olf., Bulbus olfactorius;
Br. ant., Brachium anterius (vorderer Arm des Tectum opticum);
Br. p., Brachium posterius (hinterer Arm des Tectum opticum);
Chias., Chiasma nervorum opticorum;
Comm., Kommissur der Zirbelganglien (*Commissura tenuissima* GOTTSCHKE);
Comm. acc. M., *Commissura accessoria* MAUTNER;
Comm. ans., *Commissura ansulata*;
Comm. ant., *Commissura anterior*;
Comm. cer. inf. H., *Commissura cerebri infima* Halleri;
Comm. hor. F., *Commissura horizontalis* FRITSCH;
Comm. post., *Commissura posterior*;
Comm. tr. H., *Commissura transversa* Halleri;
C. gen. ex. F., *Corpus geniculatum externum* FRITSCH;
C. gen. ex. s. l., *Corpus geniculatum externum sensu latiore*;
Dec. I. S., *Decussatio* (Kreuzung) der intermediären Systeme;
Dec. M. B., Kreuzung der MEYNER'Schen Bündel;
Dec. N. IV., Kreuzung der Nervi trochleares;
Dec. U. P., Kreuzung der unteren Pyramiden;
Ep., Ependym;
F. p., *Funiculus posterior* (Hinterstrang);

culaire (ganglion habenulae) un petit filet medullaire qui se porte en avant le long du bord supérieur du pédoncule cérébral et va se perdre vers la base de l'hémisphère correspondant.

- Gang. hab.*, Ganglion habenulae ;
G. int., Ganglion interpedunculare ;
H. L., hinteres Längsbündel ;
H. L. X, gekreuzter Theil des hinteren Längsbündels ;
Hem., Großhirnhemisphäre ;
Inf., Infundibulum ;
I. S., intermediäres System ;
I. S. X, intermediäres System vor (d. h. dem Vorderhirn zu) der Kreuzung ;
K., Körnerschicht im Cerebellum ;
Klh., eigentliches Kleinhirn (d. h. ohne Valvula) ;
L. F., lateraler Fortsatz des Endorgans der MAUTHNER'schen Faser ;
L. L., laterales Längsbündel ;
L. R., Lemniscus Reili ;
Lob. inf., Lobus inferior ;
Lob. trig., Lobus trigemini ;
Lob. vag., Lobus vagi ;
M. B., MEYNERT'sches Bündel ;
M. F., MAUTHNER'sche Faser ;
n., eine Nervenfaserbahn vom Corpus geniculatum externum s. I. zum Tectum opticum ;
n. 1, eine Nervenfaserbahn vom Corpus geniculatum externum s. I. zum Torus semicircularis ;
N. II., Nervus opticus ;
N. II. a., vordere Opticuswurzel ;
N. II. a. d., rechte vordere Opticuswurzel ;
N. II. a. s., linke vordere Opticuswurzel ;
N. II. b., hintere Opticuswurzel ;
N. II. b. d., rechte hintere Opticuswurzel ;
N. II. b. s., linke hintere Opticuswurzel ;
N. II. c., Innere (Thalamus-) Wurzel des Opticus ;
N. II. d., rechter Nervus opticus ;
N. II. s., linker Nervus opticus ;
N. III., Nervus oculomotorius ;
N. IV., Nervus trochlearis ;
N. V., Nervus trigeminus ;
N. V. asc., aufsteigende Trigeminiwurzel ;
N. V. asc. I., äußerer oberer Theil der aufsteigenden Trigeminiwurzel beim Karpfen ;
N. V. asc. II., innerer unterer Theil dieser Wurzel bei demselben Thier ;
N. V. asc. III., feinfaseriges mit der aufsteigenden Trigeminiwurzel verlaufendes und in die sekundäre Vagus-Trigeminibahn übergehendes Bündel bei demselben Thier ;
N. V. gen. dors., dorsale gekniete Wurzel des Trigemini ;
N. V. gen. vent. (VII.), ventrale gekniete Wurzel des Trigemini (Nervus facialis) ;
N. V. trans. post., hintere quere Wurzel des Trigemini ;
N. VI., Nervus abducens ;
N. VI. post., hintere Wurzel des Abducens ;
N. VIII., Nervus acusticus ;
N. VIII. ant., vordere Wurzel des Acusticus ;
N. VIII. post., hintere Wurzel des Acusticus ;
N. VIII. a. dors., dorsale aufsteigende Acusticus-(?) Wurzel ;
N. VIII. a. vent., ventrale aufsteigende Acusticus-(?) Wurzel ;
N. VIII. β., absteigende Acusticus-(?) Wurzel ;
N. VIII. γ., im Kleinhirn sich kreuzende Acusticuswurzel ;
N. IX. mot., motorische aufsteigende Vaguswurzel (motorischer Glossopharyngeus-Antheil) ;
N. IX. s., sensible aufsteigende Vaguswurzel (sensibler Glossopharyngeus-Antheil) ;
N. X. mot., motorischer Theil des Nervus vagus ;

- N. X. s.*, sensibler Theil des Nervus vagus;
Nuc. N. III., Nucleus nervi oculomotorii;
Nuc. N. IV., Trochleariskern;
Nuc. N. V. asc., Kern der aufsteigenden Trigeminuswurzel;
Nuc. N. V. desc., Kern der absteigenden Trigeminuswurzel;
Nuc. N. V. gen. vent. (VII.), Kern der ventralen geknieten Trigeminuswurzel (Facialiskern);
Nuc. N. V. gen. vent. post., hinterer Kern der ventralen geknieten Trigeminuswurzel;
Nuc. N. V. gen. vent. ant., vorderer Kern der ventralen geknieten Trigeminuswurzel;
Nuc. N. V. trans. post., Kern der hinteren transversalen Trigeminuswurzel;
Nuc. N. V. trans. ant., Kern der vorderen transversalen Trigeminuswurzel;
Nuc. N. VI. post., Kern der hinteren Abducenswurzel;
Nuc. N. VI. ant., Kern der vorderen Abducenswurzel;
Nuc. N. VIII. β.?, Kern (?) der absteigenden Acusticus-(?) Wurzel;
Nuc. N. IX. mot., Kern der motorischen aufsteigenden Vaguswurzel (motorischer Glosso-pharyngeus);
Nuc. N. X. mot., Kern des motorischen Nervus vagus;
Nuc. rot. F., Nucleus rotundus FRITSCH;
Ol. inf., untere Olive;
p., Pia mater;
P.?, Pons Varoli?;
Ped., Pedunculus cerebri;
Ped. med., medialer Theil des Pedunculus cerebri;
Ped. l., lateraler Theil des Pedunculus cerebri;
Ped. nuc. rot. F., Pedunculus nuclei rotundi FRITSCH;
R., Rindenschicht im Cerebellum;
R. F., REISSNER'Scher Faden;
S. gel., Substantia gelatinosa;
Sec. T. B., sekundäre Trigeminusbahn;
Sec. V. B., sekundäre Vagusbahn;
Sec. V. T. B., sekundäre Vagus-Trigeminusbahn;
St. K., Stabkranz;
St. Z., Stratum zonale ARNOLDI;
St. Z. T., Stratum zonale tori semicircularis;
T. opt., Tectum opticum;
Tor. long., Torus longitudinalis Halleri;
Tor. sem., Torus semicircularis Halleri;
Tub. ac., Tuberculum acusticum;
Tub. cin., Tuber cinereum;
Tr. c. ad lob. inf., Tractus cerebelli ad lobum inferiorem;
Tr. c. ad lob. opt., Tractus cerebelli ad lobum opticum;
Tr. fimb. F. (Sec. A. B.?), Tractus fimbriae FRITSCH (sekundäre Acusticusbahn?);
Tr. olf., Tractus olfactorius;
Ü. G., Übergangsganglion;
U. P., untere Pyramide;
U. P. X., untere Pyramide vor (d. h. dem Vorderhirn zu) der Kreuzung;
V. c., Valvula cerebelli;
α, an der Innenseite der sekundären Vagus-Trigeminusbahn verlaufende Nervenfaserbahn;
γ, durch die dorsale gekniete Wurzel des Trigeminus abgetrenntes Stück des Tuberculum acusticum Fig. 30;
Zb., Zirbel;
1. sp. (XII.), erster motorischer Spinalnerv (Hypoglossus);
1. sp. p., erster sensibler (hinterer) Spinalnerv;
+, und; z. B. *N. II. a. + br. ant.* Fig. 57 = vordere Opticuswurzel und vorderer Arm des Tectum;
×, gekreuzt; z. B. *H. L. X* Fig. 57 = gekreuzter Theil des hinteren Längsbündels.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIV—XXIII.

Fig. 1. Gehirn von *Cyprinus carpio* von der ventralen Oberfläche aus gesehen. Vergrößerung 4/1.

Fig. 2. Gehirn von *Gallus domesticus* in derselben Ansicht. Vergr. 4/1.

Fig. 3. Gehirn von *Tropidonotus natrix* in derselben Ansicht. Vergr. 2/1.

Fig. 4. Gehirn von *Bombinator igneus* in derselben Ansicht. Vergr. 2/1.

Fig. 5. Gehirn von *Cobitis fossilis* in derselben Ansicht. Vergr. 2/1.

Fig. 6. Gehirn von *Mus decumanus* von der Seite aus gesehen. Vergrößerung 4/1. Der hintere Abschnitt der Großhirnhemisphären ist entfernt, um das Zwischenhirn (*Thalamus opticus*) zur Ansicht zu bringen.

Fig. 7. Gehirn von *Gallus domesticus* in derselben Ansicht. Vergr. 4/1.

Fig. 8. Gehirn von *Anguis fragilis* in derselben Ansicht. Vergr. 2/1.

Fig. 9. Gehirn von *Bombinator igneus* in derselben Ansicht. Vergr. 3/1.

Fig. 10. Gehirn von *Coregonus Wartmanni* in derselben Ansicht. Vergrößerung 4/1.

Fig. 11a. Gehirn eines jungen *Barbus fluviatilis* circa 9 Monate nach Enucleation des linken Auges, von der dorsalen Oberfläche aus gesehen. Vergr. 4/1. Der rechte Lobus opticus im Ganzen und namentlich auch in seinem hinteren Abschnitt kleiner als der linke; die am medialen Rand des *Tectum opticum* verlaufende vordere Opticuswurzel ist rechts beträchtlich schmaler als links.

Fig. 11b. Gehirn eines jungen *Barbus fluviatilis* in ähnlicher Weise operativ vorbereitet wie Fig. 11a und in derselben Ansicht gezeichnet. Vergr. 2/1. Auf die Atrophie der rechten Hemisphäre bei diesem Thier werde ich an einem anderen Ort zu sprechen kommen.

Fig. 12. Atrophie des linken Nervus opticus ein Jahr nach Enucleation des linken Auges bei einem (erwachsenen) Schlammpeitzger von der ventralen Gehirnoberfläche aus gesehen. Vergr. 3/1.

Fig. 13a. Querschnitte der normalen und atrophischen zu Fig. 11a und 11b gehörigen Nervi optici vor (dem Auge zu) der Kreuzung.

Fig. 13b. Atrophie des Nervus opticus 9 Monate nach Enucleation des entsprechenden Auges bei einem jüngeren Exemplar von *Salamandra atra*.

Fig. 14. Frontalschnitt durch den Lobus opticus von Fig. 11a. Die Atrophie der vorderen oberen und der hinteren unteren Opticuswurzel auf der einen Seite ist ersichtlich.

Fig. 15. Schrägschnitt (von vorn oben nach hinten unten) durch den Lobus opticus von Fig. 12. Atrophie der Opticuswurzeln auf der einen Seite.

Fig. 16. Endorgan der MAUTHNER'schen Faser mit dem lateralen Fortsatz, einem Horizontalschnitt von *Cyprinus barbus* entnommen.

Fig. 17. Aus dem hinteren Längsbündel in den Oculomotoriuskern übertretende Fasern, einem Frontalschnitt vom *Salmo fario* entnommen.

Fig. 18. Sagittalschnitt von *Cyprinus carpio* nahe der Mittellinie zur schematischen Darstellung der Topographie der einzelnen Gehirnabschnitte bei den Knochenfischen.

Fig. 19. Schematische Darstellung der Topographie der Lobi vagi et trigemini einerseits, des Tuberculum acusticum und Kleinhirns andererseits, einem schräg von vorn oben nach hinten unten abfallenden Horizontalschnitt von *Cyprinus carpio* entnommen.

Fig. 20—35 und 48—49. Frontalschnitte durchs Rückenmark, die Oblongata, das Kleinhirn und Mittelhirn von *Cyprinus carpio*, ein und derselben Reihe entnommen und bei derselben Vergrößerung gezeichnet. Näheres im Text!

Fig. 36—45. Schematisirte Frontalschnitte von *Cyprinus carpio* zur Darstellung der Topographie des Kleinhirns und der Valvula cerebelli bei den Cyprinoiden.

Fig. 46. Ein schematisirter Frontalschnitt durch den Lobus opticus von *Gobio fluviatilis* zur Darstellung der topographischen Beziehungen der Val-

vula cerebelli zum Torus longitudinalis Halleri und dem Tectum opticum überhaupt.

Fig. 47. Ein schematisirter Sagittalschnitt durchs Kleinhirn und Tectum opticum von *Cyprinus carpio* zu demselben Zweck wie Fig. 46.

Fig. 50. Ein Sagittalschnitt durchs Gehirn von *Cyprinus carpio*. Näheres im Text.

Fig. 51. Ein Schrägschnitt (von hinten oben nach vorn unten) durch den vorderen Theil des Lobus opticus von *Salmo fario*. Näheres im Text.

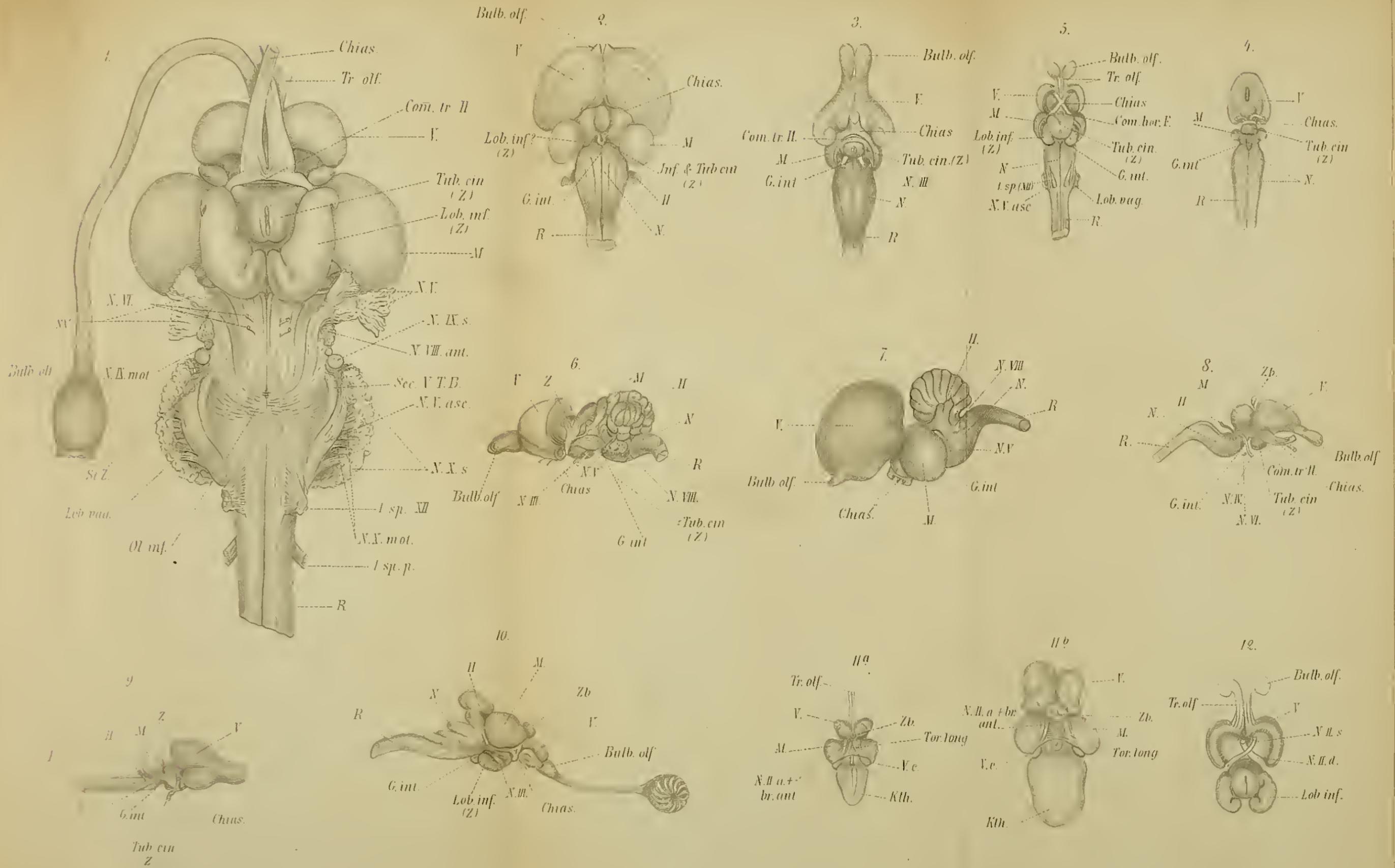
Fig. 52. Ein dergleichen von *Barbus fluviatilis*. Näheres im Text.

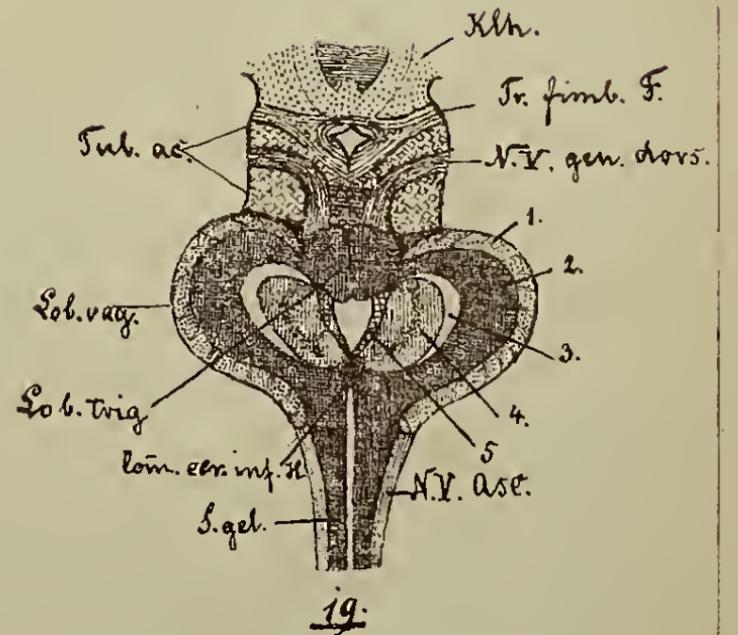
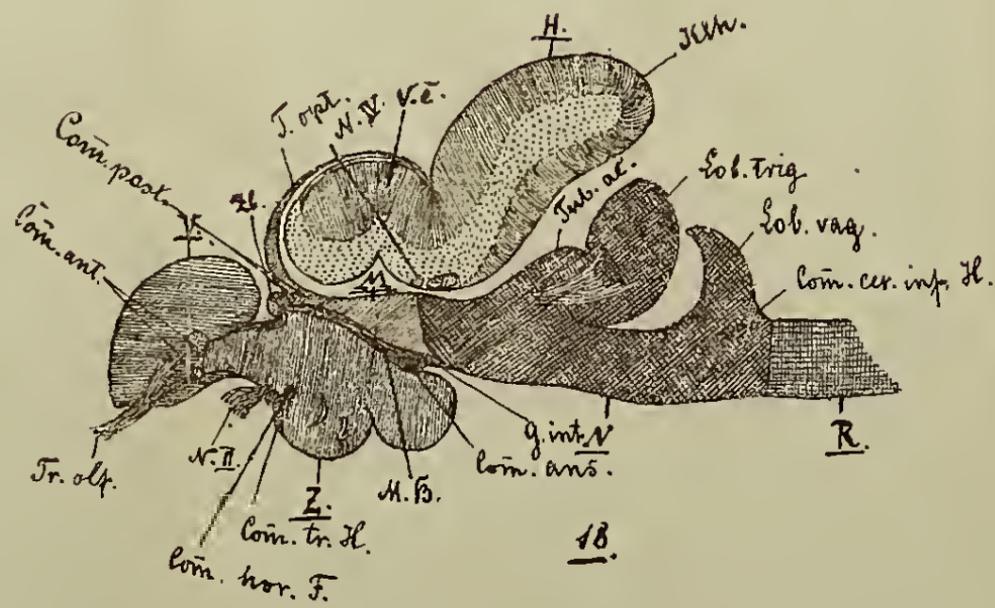
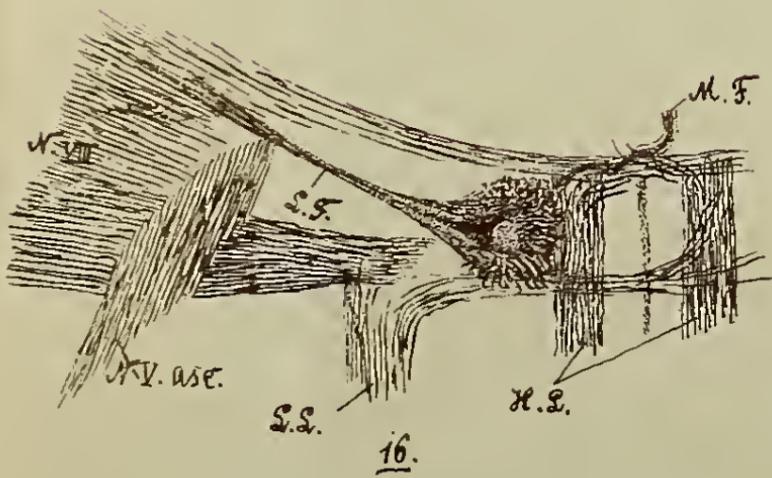
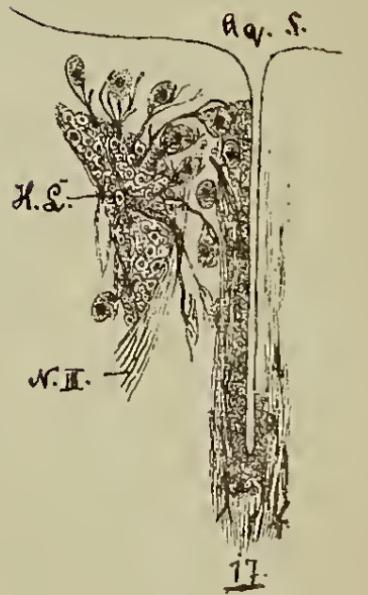
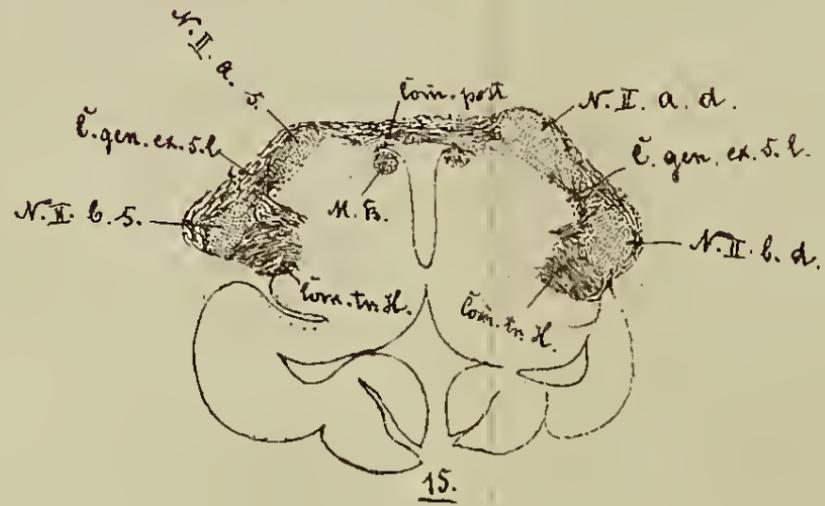
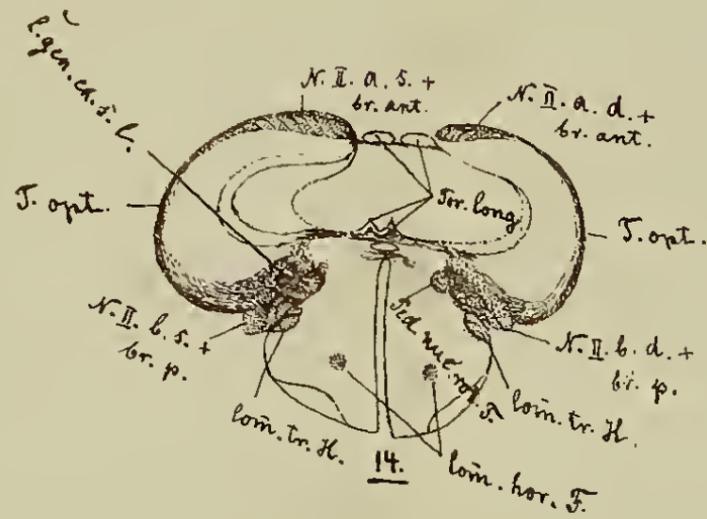
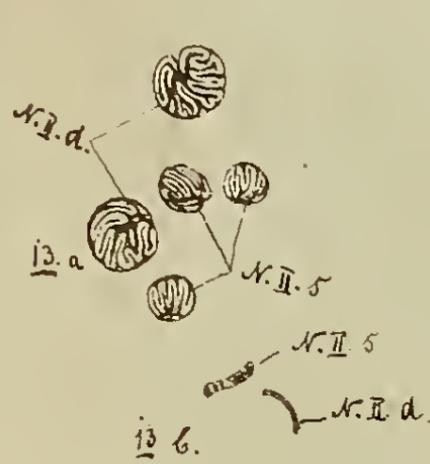
Fig. 53. Ein Schrägschnitt (in entgegengesetzter Richtung von Fig. 51 und 52) durch den vorderen Theil des Lobus opticus von *Barbus fluviatilis*. Näheres im Text.

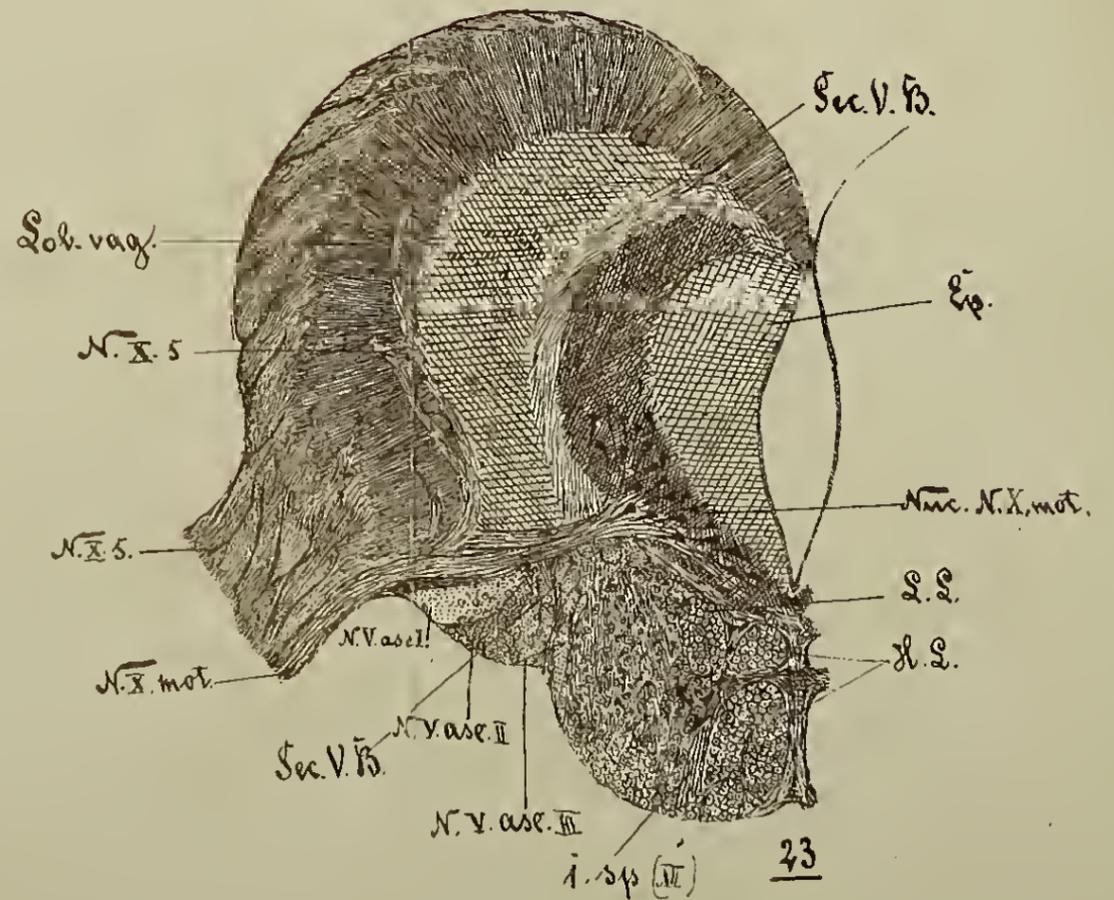
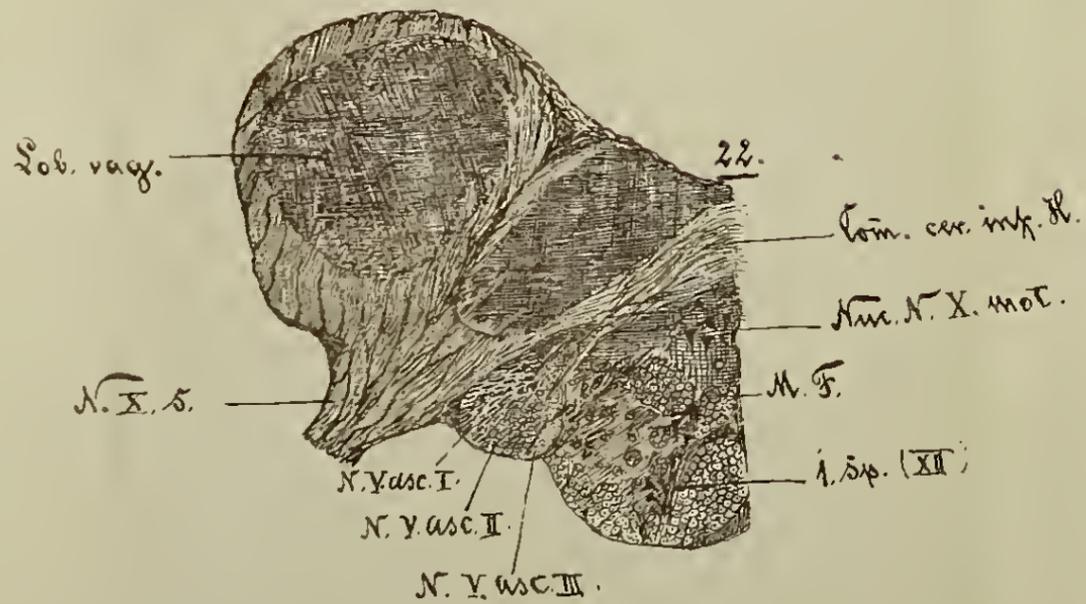
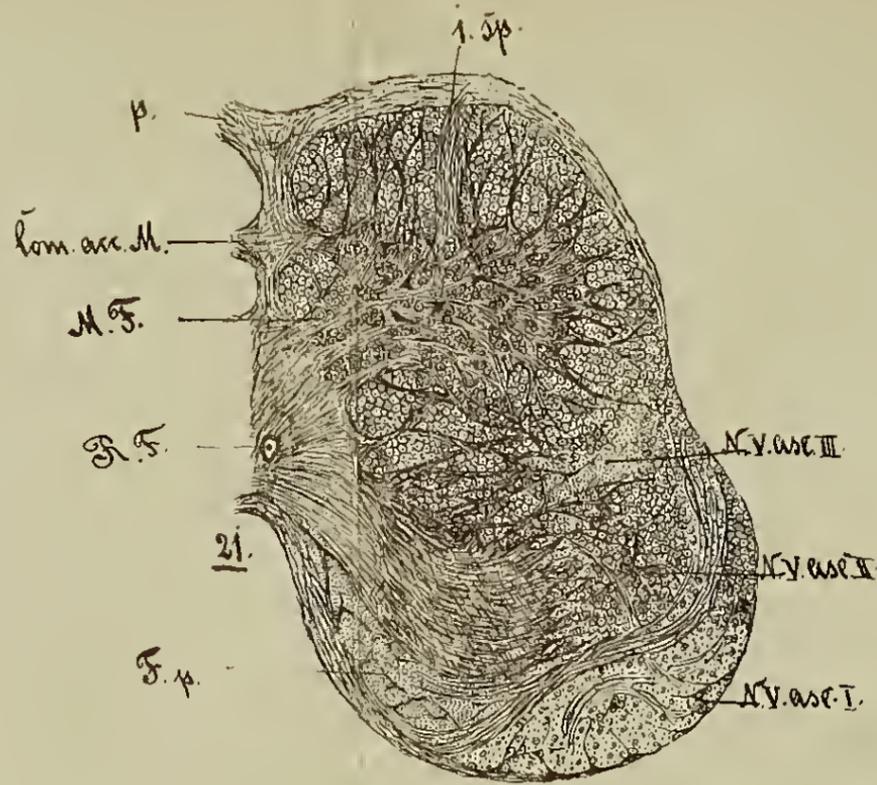
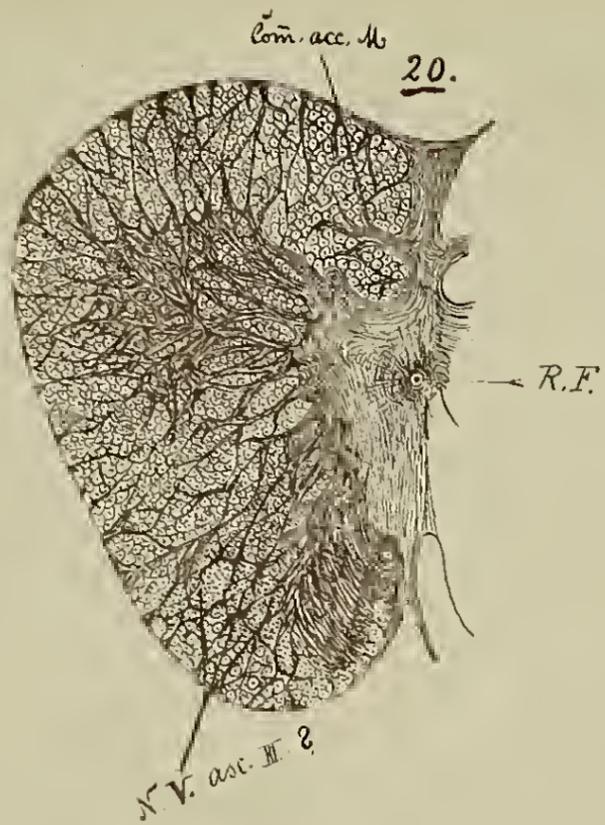
Fig. 54 und 55. Schrägschnitte (von hinten oben nach vorn unten) durch die hinteren Abschnitte des Lobus opticus aus derselben Reihe von *Barbus fluviatilis*. Näheres im Text.

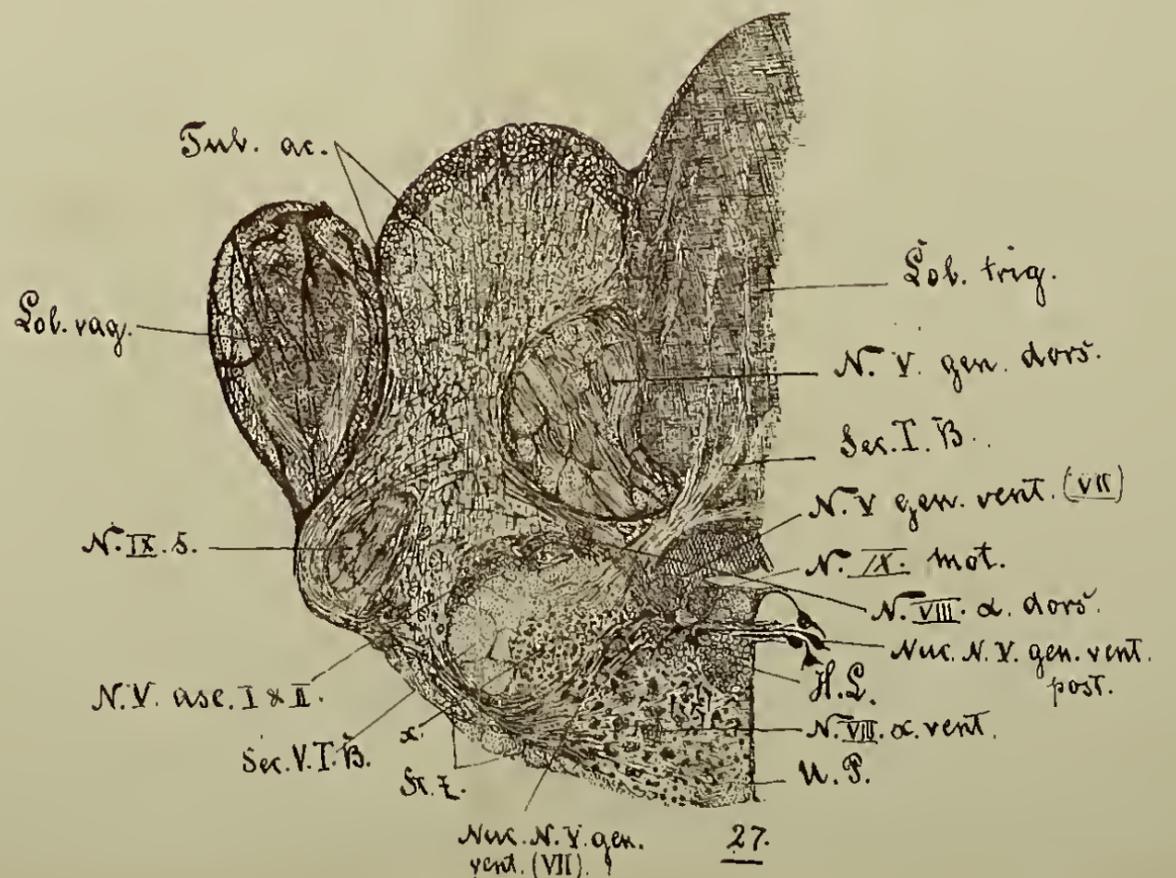
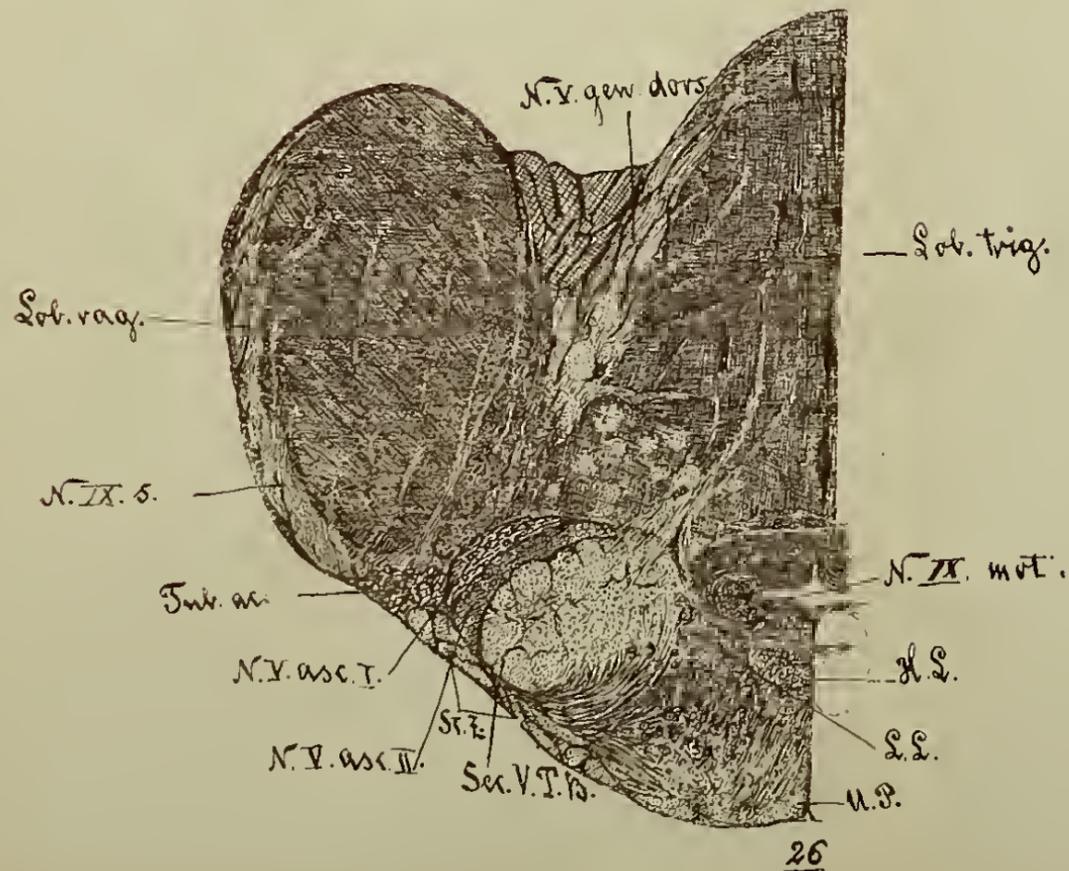
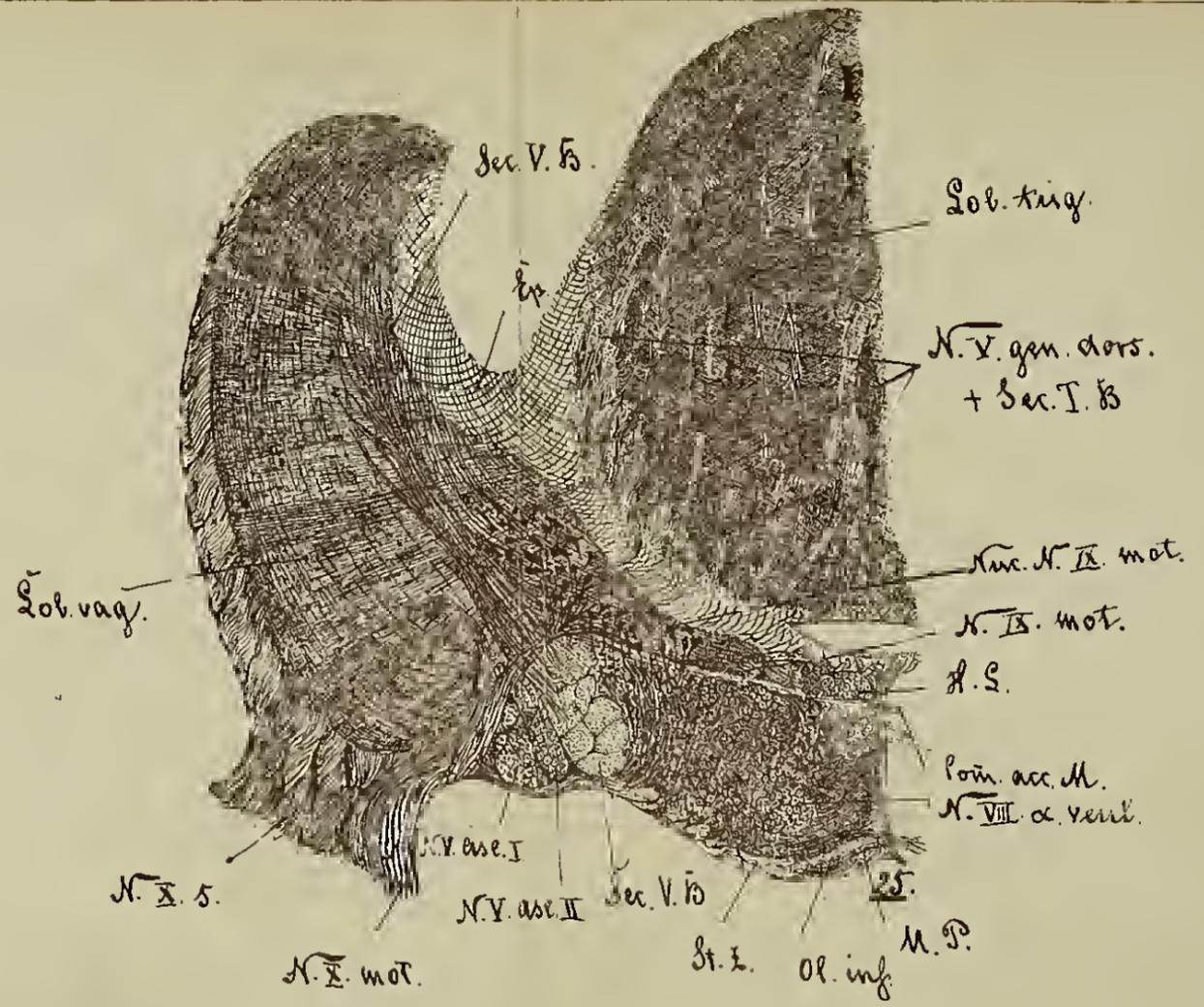
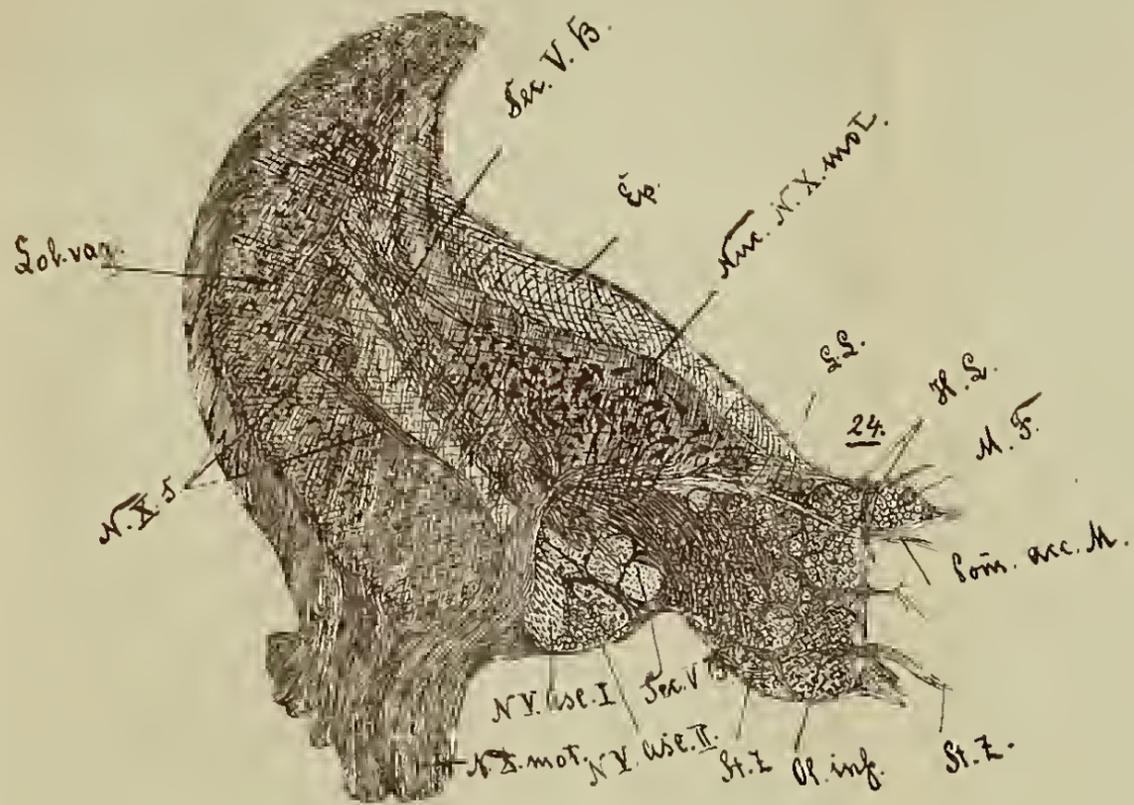
Fig. 56. Ein Horizontalschnitt nahe der Basis durchs Gehirn von *Barbus fluviatilis*. Näheres im Text.

Fig. 57. Ein Schrägschnitt (von vorn oben nach hinten unten) von *Barbus fluviatilis*. Näheres im Text.

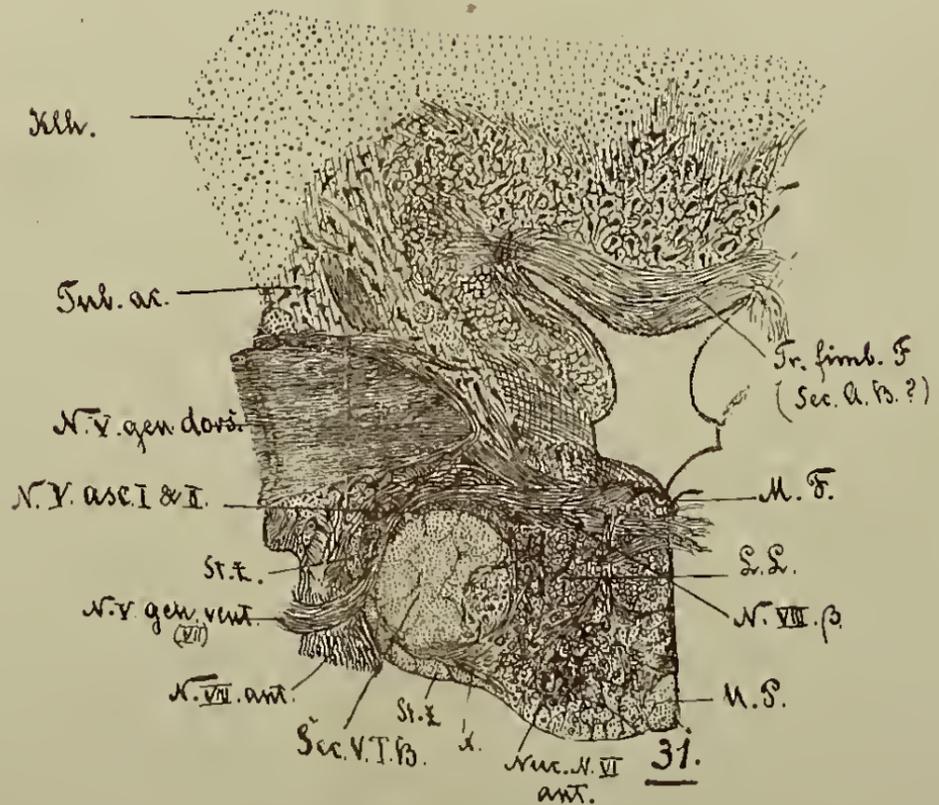
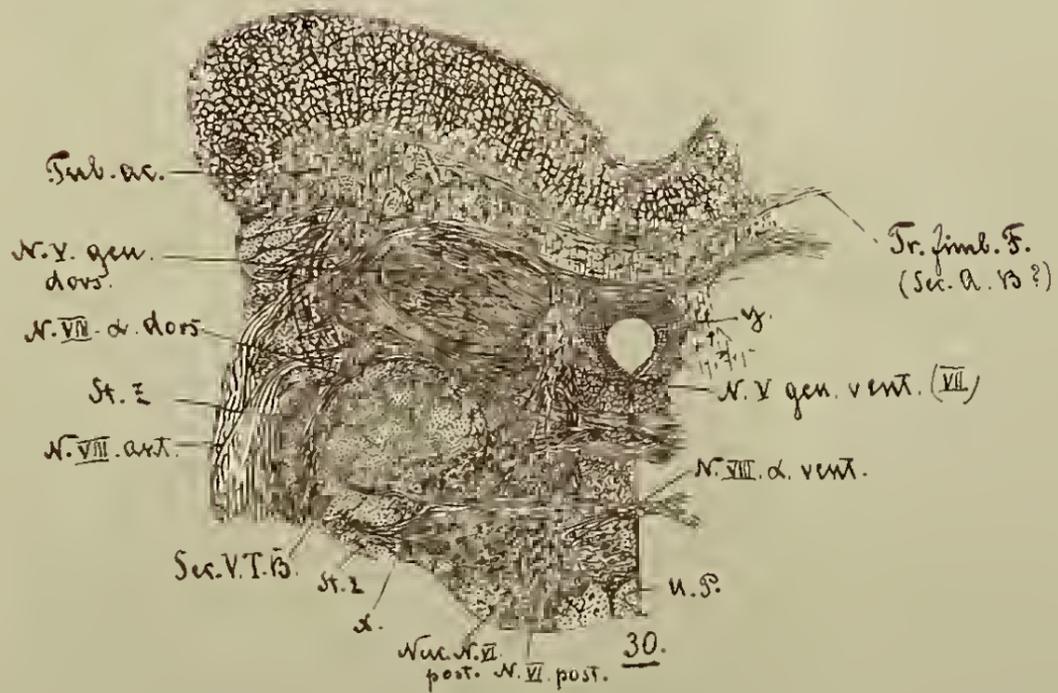
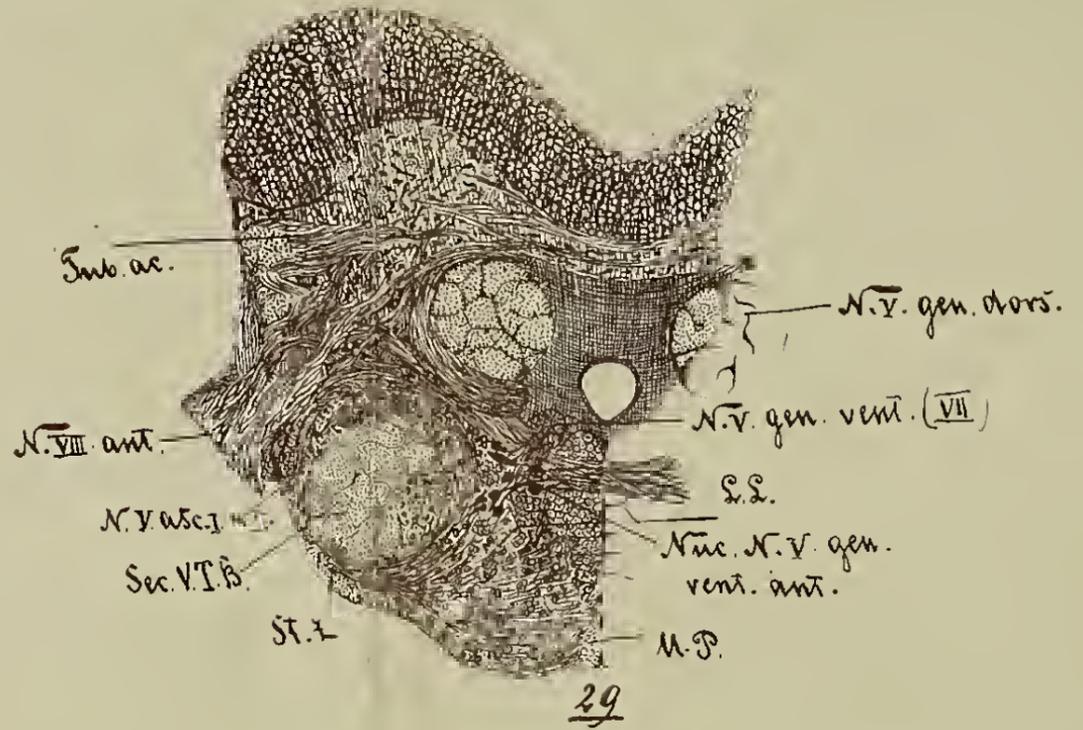
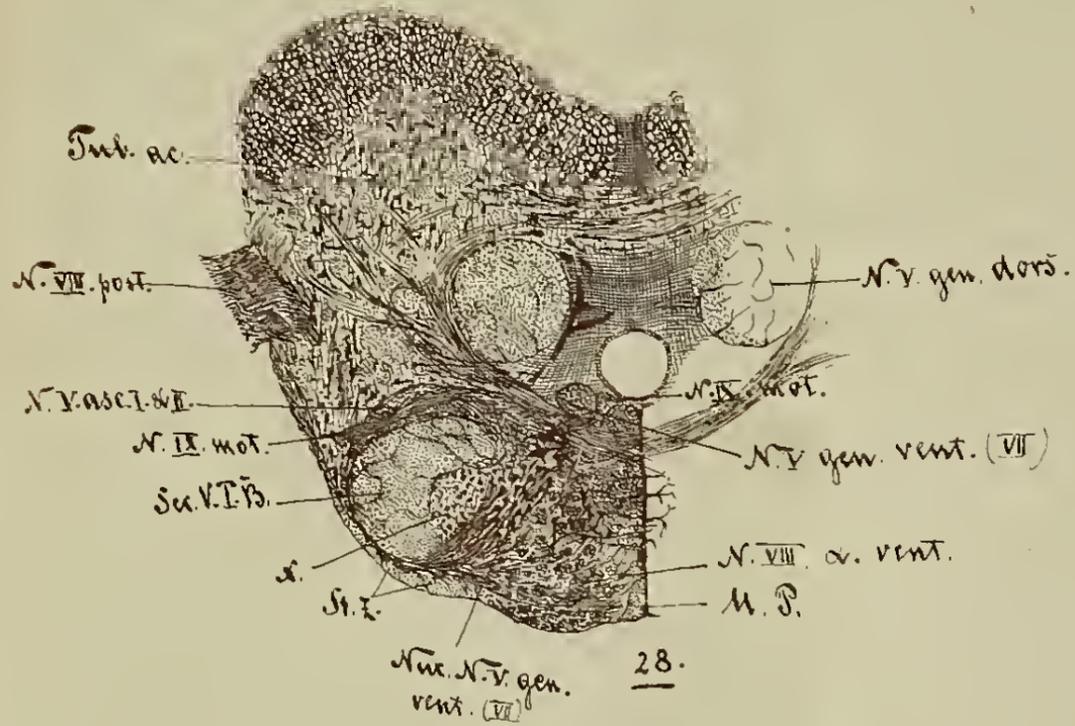


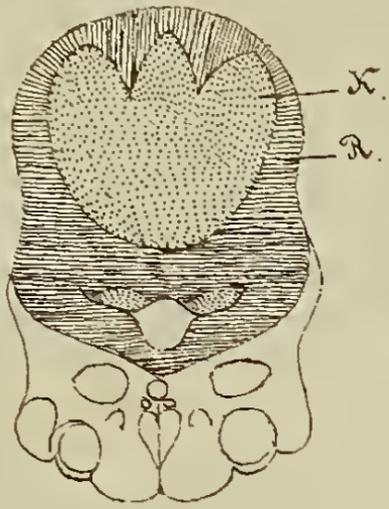




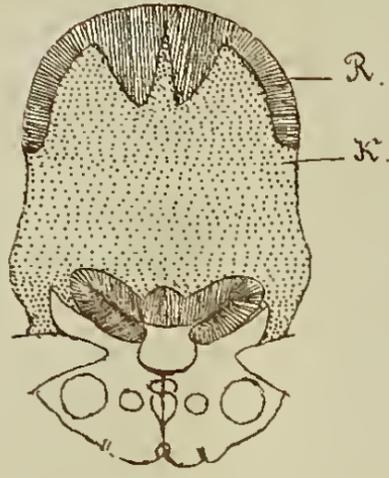




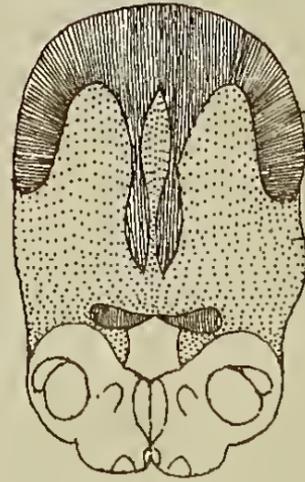




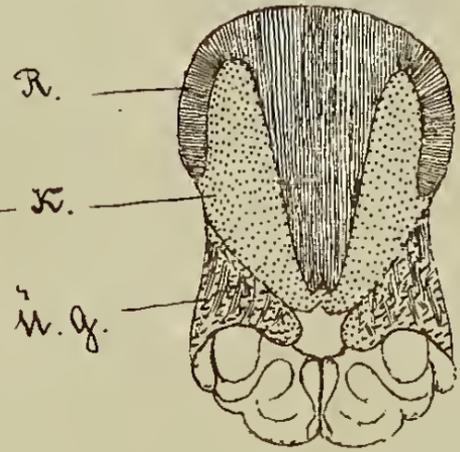
36.



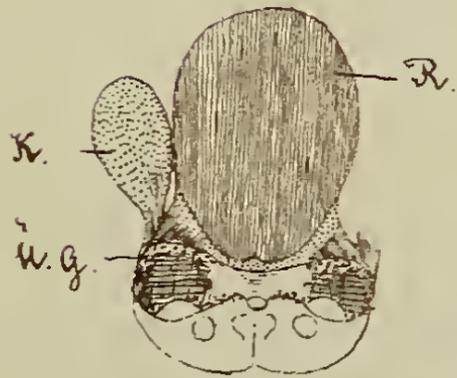
37



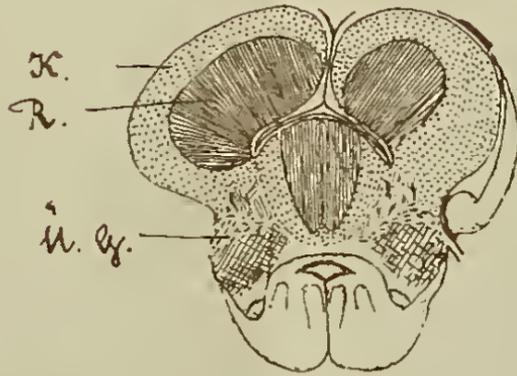
38.



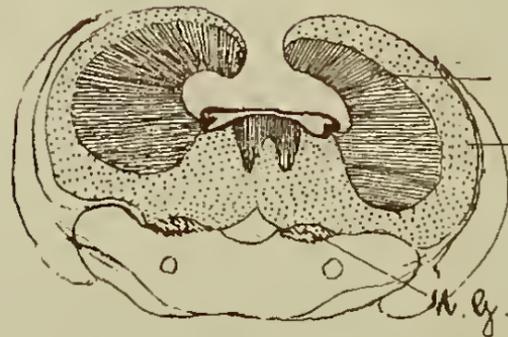
39.



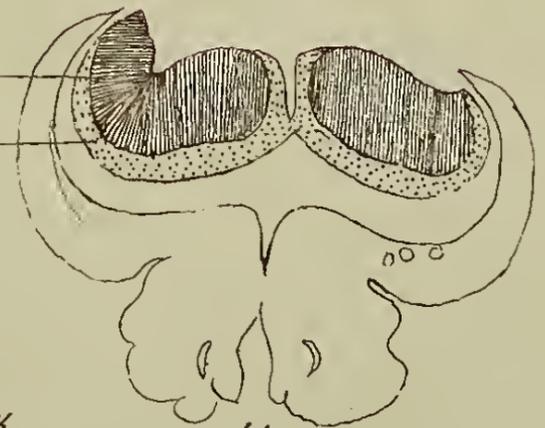
40



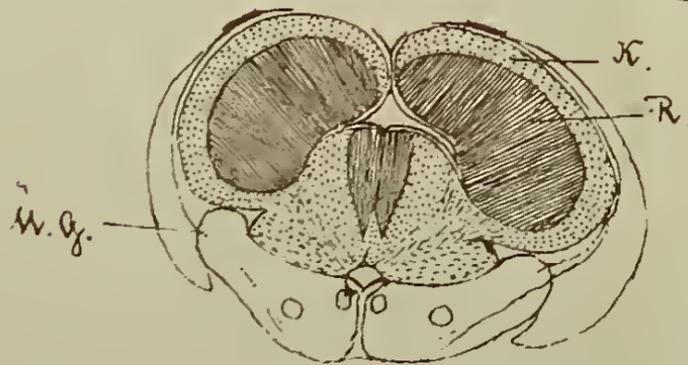
41



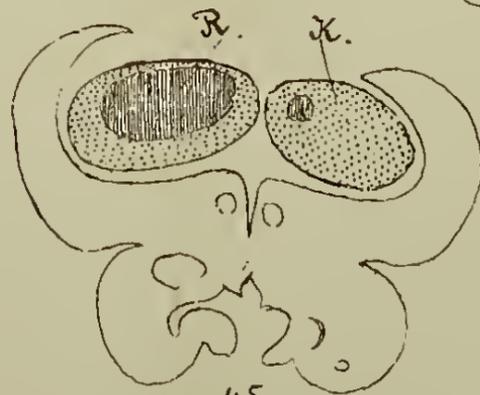
43.



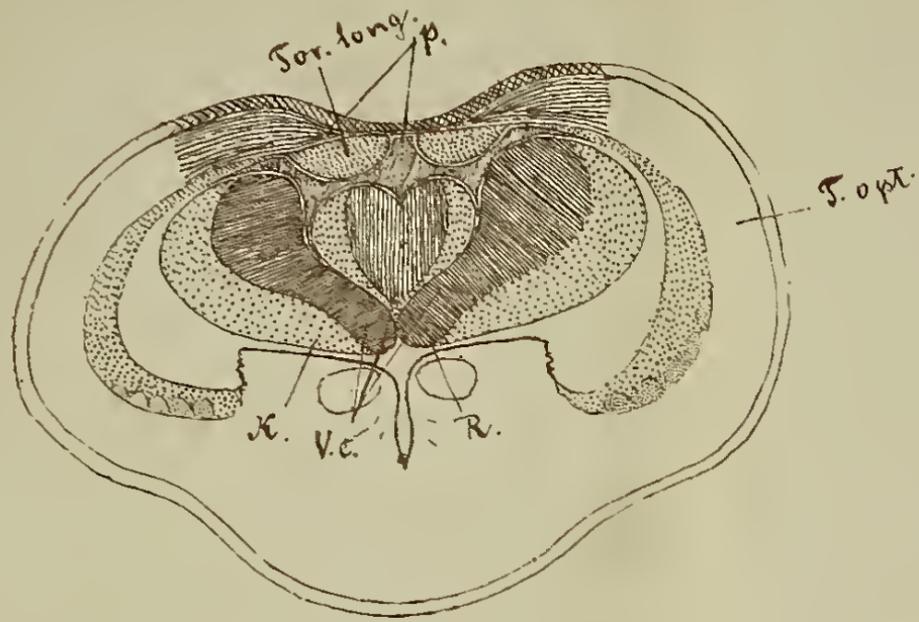
44.



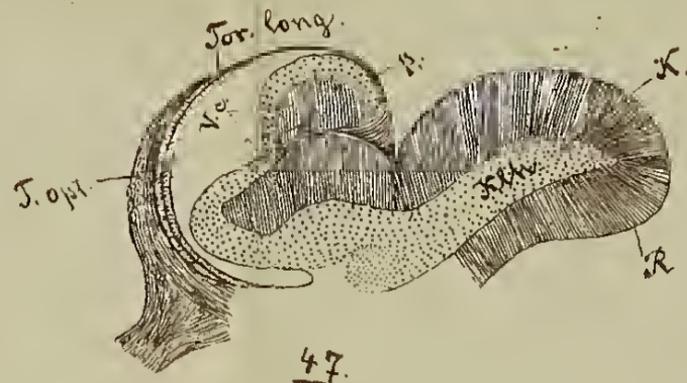
42



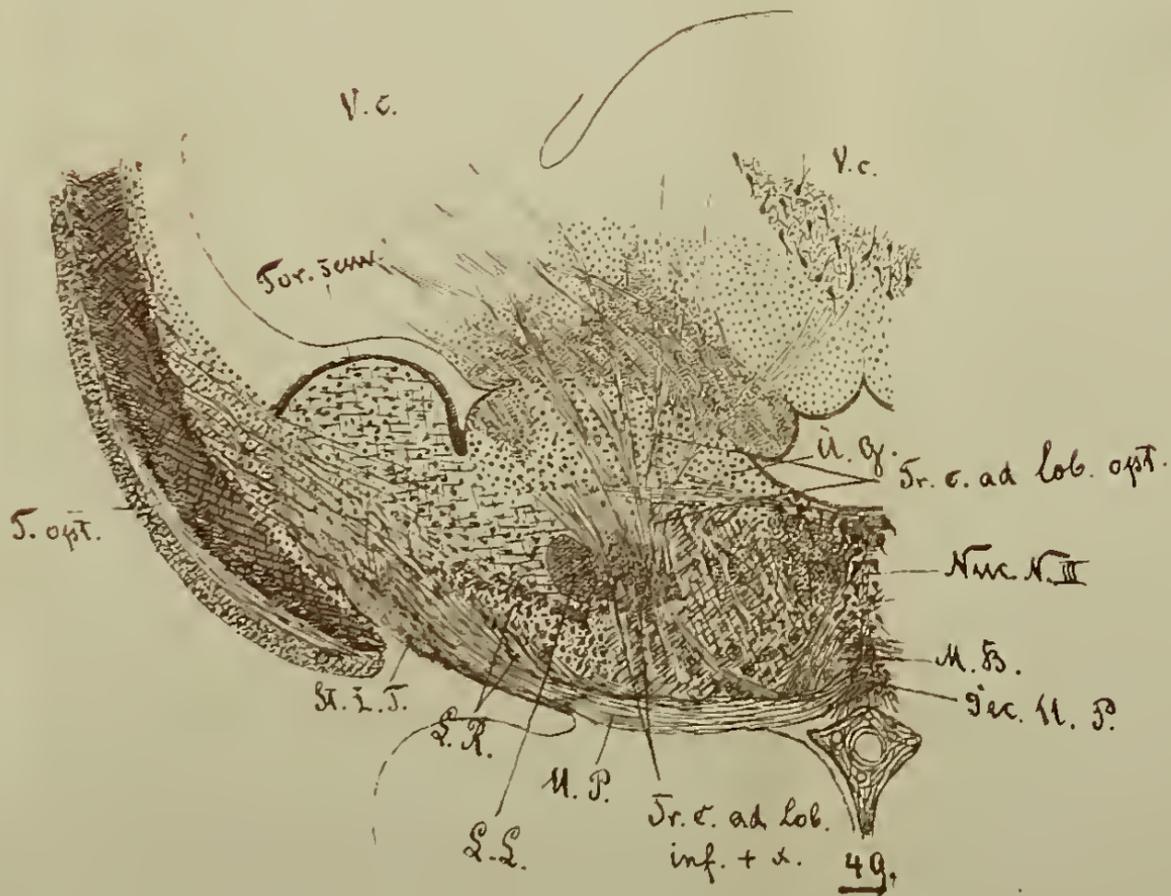
45



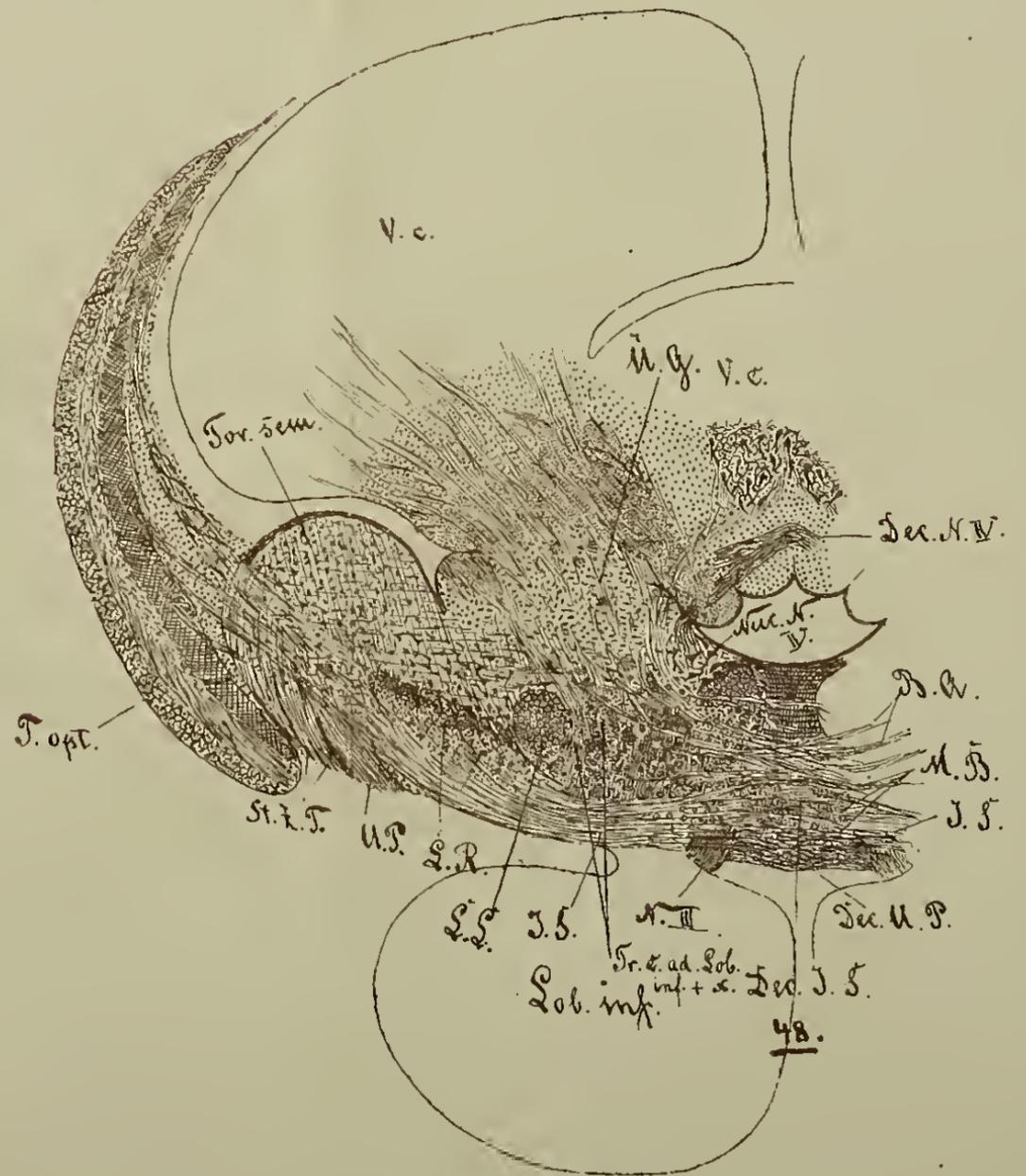
46.



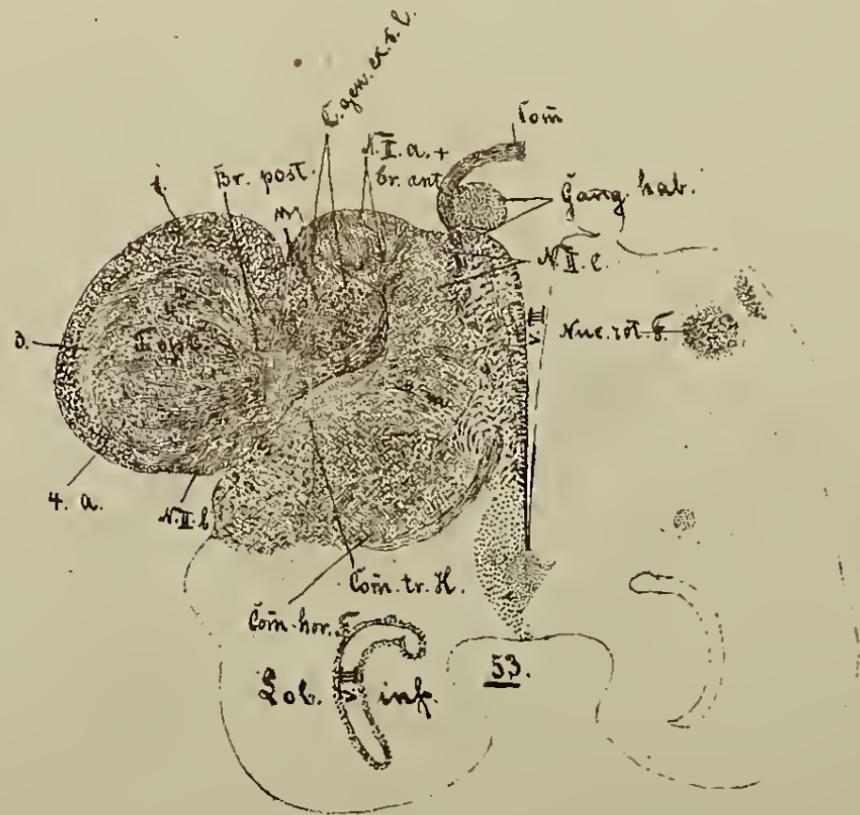
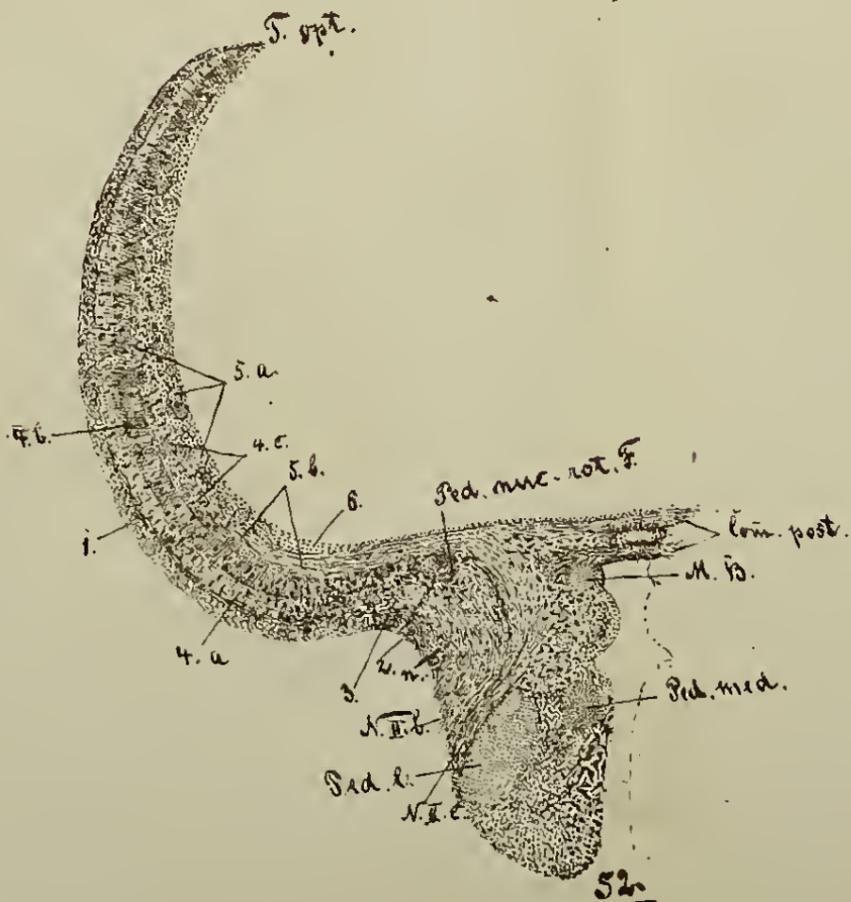
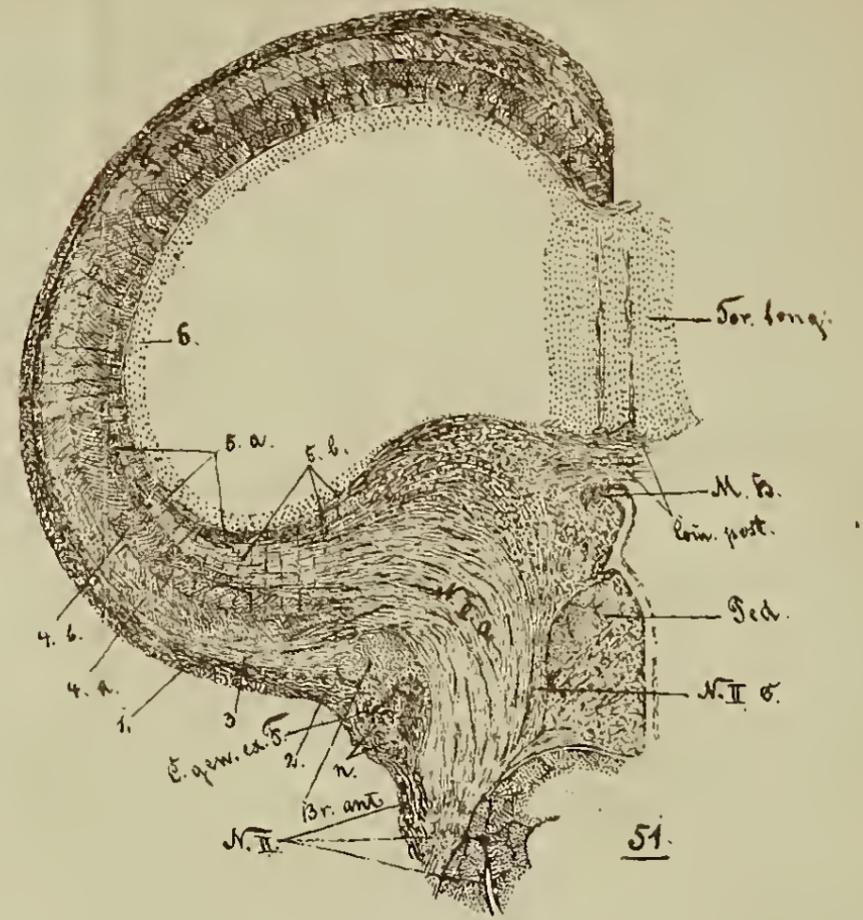
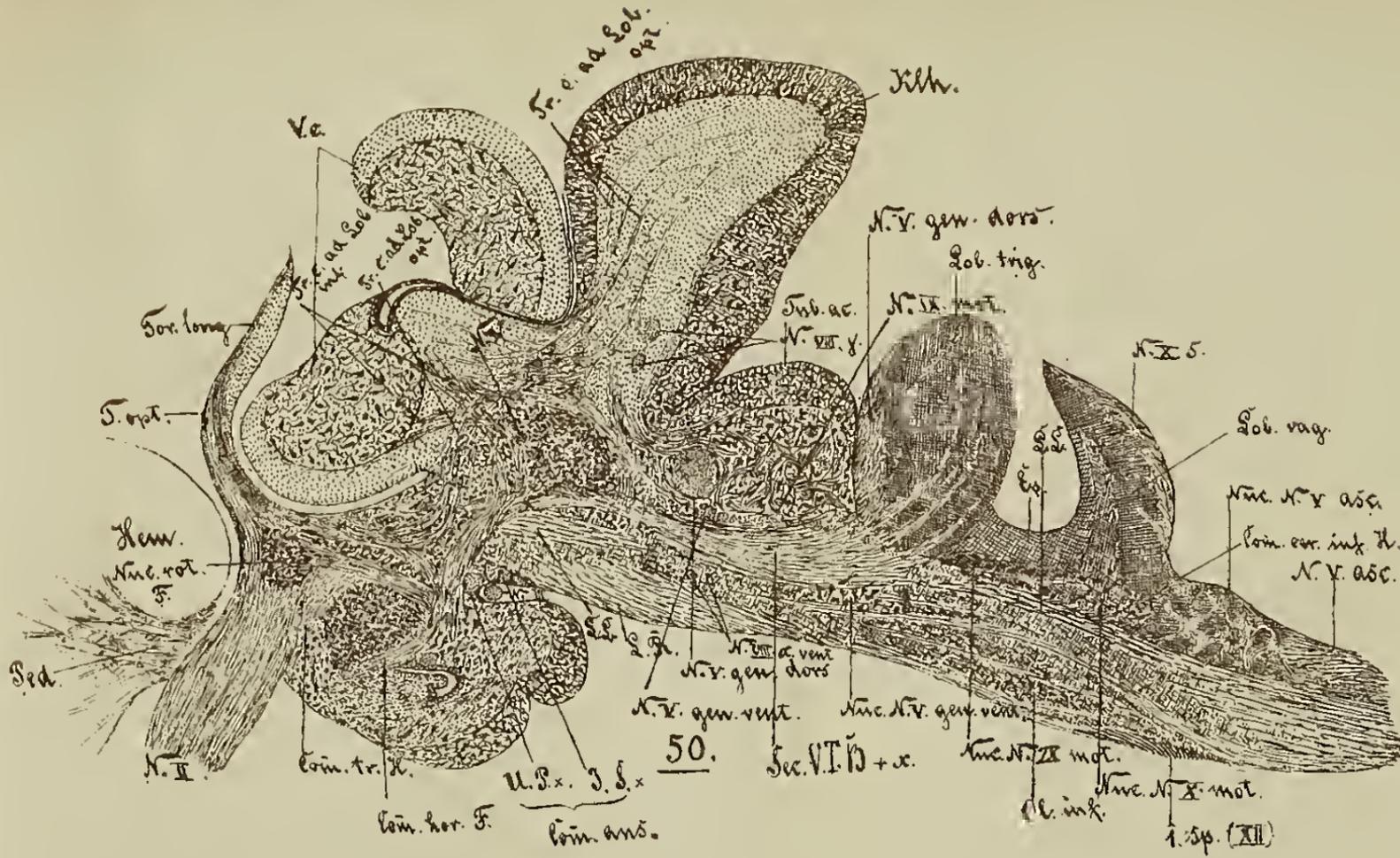
47.

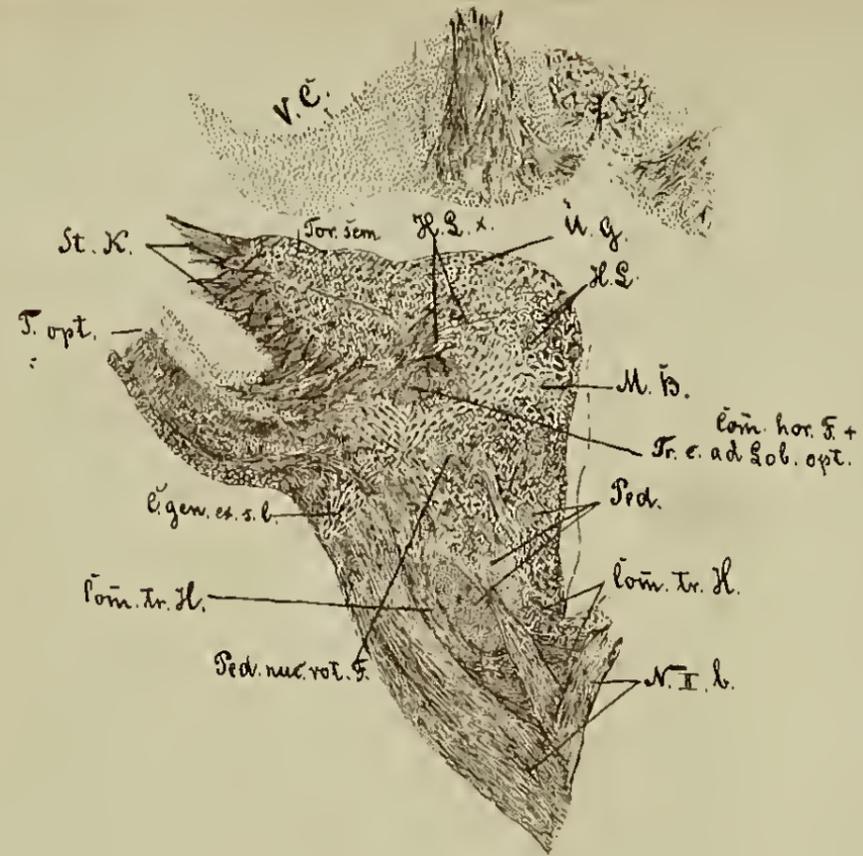


49.

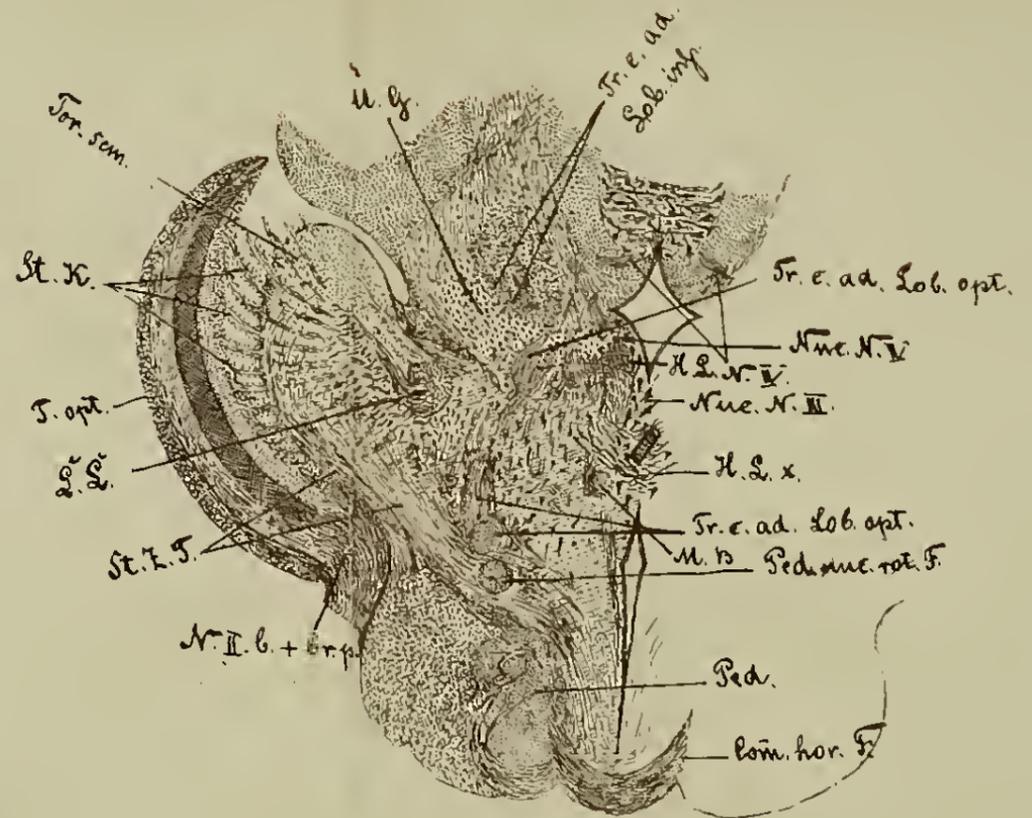


48.

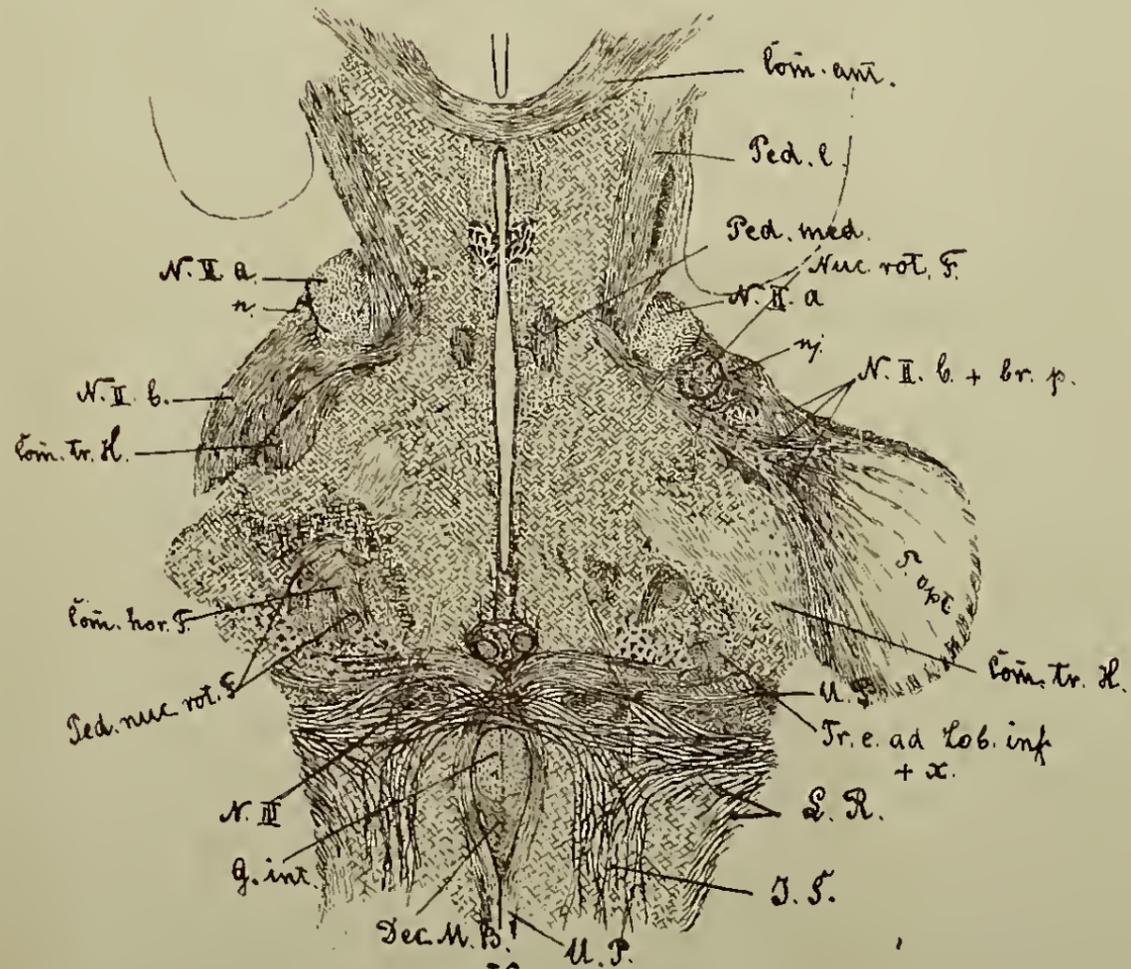




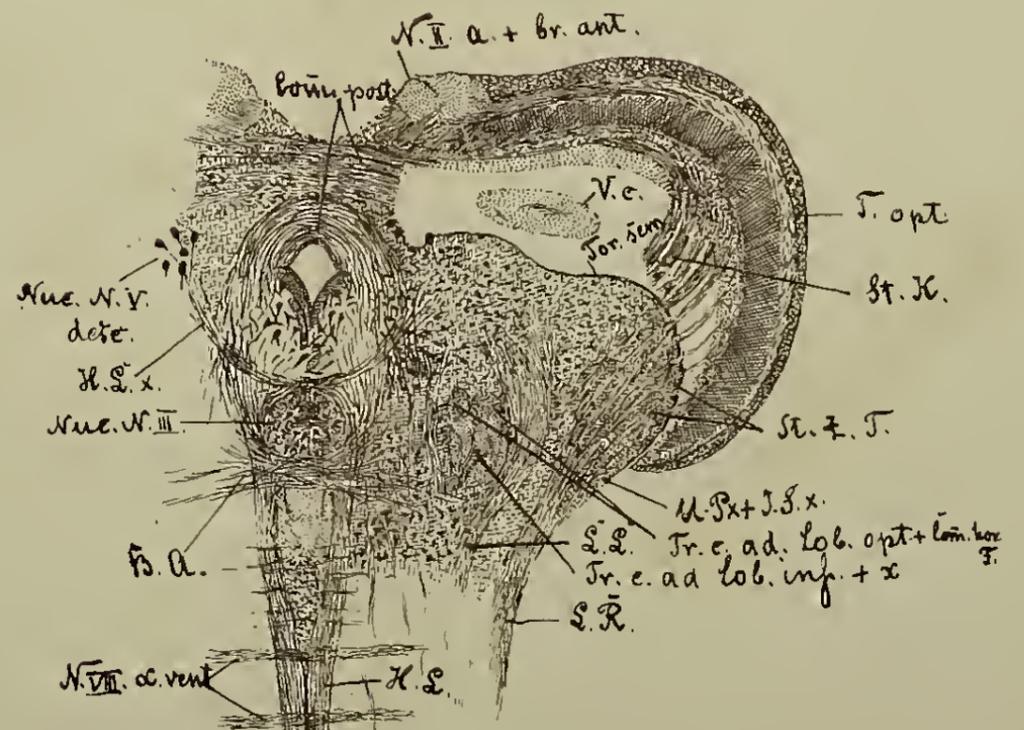
54.



55.



56.



57.