Über das Gehirn von Petromyzon fluviatilis

von

Dr. **Karl Schilling.**

Das Gehirn dieses niedersten Vertebraten enthält eine solche Menge markloser Züge, daß es mit der heutigen Technik nicht gelungen ist, die Faserung vollkommen aufzuklären. Als wir vor kurzem durch S. Ramon y Cajal und durch Bielschowsky fast gleichzeitig Methoden für die Färbung des Achsenzylinders erhielten, lag es nahe, diese sofort zur Ausfüllung der viel empfundenen Lücke zu benützen. Über die hierher gehörigen Arbeiten aus unserem Laboratorium über *Amphioxus* und *Myxine* hat L. Edinger bereits berichtet. Was wir an *Petromyzon* ermittelten, soll hier vorgelegt werden.

Die Methode Bielschowskys gibt, vorausgesetzt, daß man bei diesen Gehirnen die von ihrem Entdecker angegebenen Zeitverhältnisse ändert und verfünffacht, außerordentlich klare Bilder von Fasern und Zellen, an Orten, wo bisher kaum etwas oder nur unsicheres zu sehen war. Der Vergleich der Abbildungen auf Tafel 17 mit den bisher vorliegenden Bildern bestätigt dieses sofort.

Das Zentralnervensystem der Petromyzonten ist zum erstenmale mit Hülfe mehr moderner Methoden von Friedrich Ahlborn (1) untersucht und beschrieben worden. Dieser klassischen Arbeit verdanken wir namentlich die beste Kenntnis der äußeren Form des Gehirnes. Von Faserzügen dagegen konnten nur wenige genauer verfolgt werden, immerhin noch bewundernswert viele für die Methode, mit der Ahlborn arbeiten mußte.

Über Vorder- und Zwischenhirn (wegen der Unsicherheit der Grenze werden in den Literaturangaben beide Teile zusammen genannt) finden wir folgende Angaben: Am Vorderhirn, über dessen Grenzen erst nach jahrelangem Bemühen einige Klarheit erlangt werden konnte, unterscheidet Ahlborn einen unpaaren Teil, die Lamina terminalis, und einen paarigen, beiderseits bestehend aus den beiden hintereinander liegenden frontalen Tumoren: Lobus olfactorius und Hemisphäre. Der als dorsale Fortsetzung der Lamina terminalis auftretende Plexus gehört dem Zwischenhirn als dessen Dach an. Der dem Vorderhirn zugehörende paarige Ventrikel, der sich an seinem Ende gabelförmig teilt, ist allseitig von kompakter Gehirnsubstanz umgeben und zeigt nirgends einen rein epithelialen Abschluß.

Nach Ahlborn hat dann Edinger (2) das Gehirn von *Ammocoetes* genauer beschrieben, nachdem bereits von Langerhans (3) die äußeren Formen geschildert worden waren. Speziell mit der Deutung des Hemisphärenabschnittes beschäftigen sich dann mehrere Arbeiten von

Studnička (4 und 5). Auch hier findet sich die Trennung des Hemisphärenhirns in Bulbus olfactorius und Hemisphäre, wie sie bereits von Ahlborn angegeben war. Aber noch eine zweite Ahlbornsche Ansicht wird wieder zu Ehren gebracht und mit neuen Beweisen unterstützt. Studnička wendet sich nämlich gegen die damals allgemein akzeptierte Ansicht, daß zu dem Hemisphärium nicht nur die allseitig geschlossene (von Studnička beschriebene) frontale Blase gehöre, sondern auch der caudal von ihr liegende und nur durch eine dünne Tela gedeckte Abschnitt, so daß also bei *Petromyzon* ebenso wie bei den Knochenfischen ein häutiges Vorderhirn-Pallium existiere (Edinger, Burckhardt, Rabl-Rückhardt). Diese Behauptung weist Studnička als irrig zurück und rechnet, ebenso wie es Ahlborn tat, den durch Tela gedeckten Abschnitt dem Zwischenhirn zu.

Auch die vorliegende Arbeit akzeptiert diese Deutung. Sie nimmt aber keine Stellung zu der damals ebenfalls vielfach erörterten Frage der Ableitung des Teleostier- und Ganoidengehirns aus dem der Petromyzonten, und betont nur, daß wesentliche Unterschiede directe Ableitung als fraglich erscheinen lassen. Es ist namentlich bemerkenswert, daß in der epithelialen Decke des Zwischenhirns jede Velumbildung, wie sie z. B. Amia und namentlich Lepidosteus hoch entwickelt zeigen, fehlt, und daß die Paraphysenausstülpung, übrigens sehr klein und wenig verzweigt, aus der Tela des Zwischenhirns hervorgeht. Wenn auch Vorder- und Zwischenhirndecke der eben genannten Ganoiden eine einheitliche Membran bilden, die nur durch das Velum transversum eine scheinbare Abgrenzung gegeneinander finden, so sind doch die frontalen Ansatzstellen der epithelialen Membran gänzlich verschieden. Der Lobus olfactorius des *Petromyzon* ist völlig frei von einer epithelialen Decke und die epitheliale Membran heftet sich an das Zwischenhirn an. Und selbst wenn man den auf den Lobus folgenden dorsalen Höcker, der von uns nach dem Vorgange von Studnička dem Zwischenhirn zugerechnet wird, als ein in seiner Lagerung zum Lobus olfactorius etwas atypisches Epistriatum betrachten sollte, bleibt diese Tatsache doch als ein wesentliches Moment völlig zu Recht bestehen (s. a. S. 432).

Eine im wesentlichen mit den Anschauungen von Ahlborn und Studnicka übereinstimmende Deutung der beiden frontalen Tumoren gibt Friedrich Mayer (7) in einer kurzen, aber inhaltsreichen Mitteilung aus dem Jahre 1897. Dagegen gelangt Johnston (8), welcher *Petromyzon* auf Grund von Golgipräparaten genau geschildert hat, insofern zu einem andern Schluß, als für ihn nicht nur Lobus olfactorius, Area olfactoria, Nucleus Taeniae und Corpus striatum das Vorderhirn bilden; er rechnet auch noch den caudal sich anschließenden Tumor dazu und identifiziert ihn mit dem Epistriatum.

Die beiden zuletzt genannten Arbeiten bringen neben den Ausführungen über die Deutung der einzelnen Gehirnabschnitte auch ausführliche Angaben über die Fasersysteme. Sie stützen sich auf die mehr und mehr ausgearbeiteten Golgimethoden. Auch Studnička hat über die Faserung Angaben gemacht und namentlich haben die Commissurensysteme durch ihn eine ausgezeichnete Darstellung erfahren.

Von besonderem Interesse sind auch die bis heute vorliegenden Ansichten über ein nervöses Pallium. Ahlborn bringt keine Angaben darüber, Johnston verneint die Existenz eines solchen. Studnička sieht die Anlage davon in der dorsalen Wand einer jeden Hemisphäre und gibt auch eine besondere Gruppierung der dort befindlichen Zellen an. Ähnlich spricht sich auch F. Mayer aus; nach ihm bilden dorsale und laterale Partien der Hemisphäre die Hirnrinde und der aus ihr entstehende Faserzug zum Ganglion habenulae der gegenüberliegenden Seite wird von ihm als Tr. cortico-habenularis bezeichnet.

Edinger (9) hat sich neuerdings in einer Arbeit namentlich mit der Riechfaserung bei *Petromyzon* beschäftigt. In dieser Arbeit wird (mit der Silbermethode Bielschowskys) nachgewiesen, daß aus dem frontalen Tumor, dem Bulbus olfactorius, Riechfasern in alle Teile des caudalen Tumors eintreten und damit wird dieser als Lobus olfactorius posterior gekennzeichnet; in ihm liegt ferner, wie schon durch Ahlborn bekannt ist, die Anlage des Corpus striatum. Diesen Komplex: Bulbus olfactorius Lobus olfactorius mit dem Corpus striatum und einem Nucleus Taeniae, der in der ganzen Vertebratenreihe wiederkehrt, nennt Edinger Hyposphärium und reserviert den Namen Episphärium für das sonst Pallium benannte Gebiet. Er vertritt in dieser Arbeit die Ansicht, daß *Petromyzon* weder ein häutiges noch ein massives Episphärium besitzt.

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden an mehreren Horizontal-, Frontal- und Sagittal-Serien gemacht, die zum Teil nach Bielschowsky, zum Teil nach Weigert (Markscheidenfärbung) gefärbt waren; zur genauen Orientierung über die Topographie der zelligen Elemente wurde eine Toluidinblau-Sagittalserie angefertigt, obwohl auch darüber die Weigert- und Silberpräparate bereits Aufschluß geben konnten.

Das Vorderhirn.

Nach Studnička, dem sich Edinger neuerdings anschließt, müssen wir in den Ausstülpungen, welche vorn jederseits aus der Schlußplatte hervorgehen, die Vorstufe der Hemisphärengehirne der höheren Vertebraten sehen, und als Zwischenstufen dürfen wir die Gehirne der Selachier und Amphibien betrachten. Dagegen bildet sich das Vorderhirn der Ganoiden und namentlich das der Teleostier in abweichender Weise, nämlich durch laterales Abbiegen der Seitenwände (Exversio) nach anderem Typ aus, steht also nicht innerhalb der Gesamtreihe. Das sekundäre Vorderhirn von *Petromyzon* steht im wesentlichen im Dienste der direkten Riechperception; es hat also nur Funktionen, die sich bei höheren Vertebraten in der Hauptsache auf den Lobus olfactorius und die Area olfactoria beschränken. Eine Weiterentwicklung des Episphäriums, wie wir sie dort konstatieren können, hat also hier noch nicht stattgefunden, oder ist gerade in ihrem Anfange zu finden. Was vom unpaaren Ventrikel des Proencephalon übrig bleibt, wird vorn von der Lamina terminalis begrenzt, während es sich nach hinten in dem Zwischenhirnspalte fortsetzt. Von außen legen sich an ihn die mächtigen Lobi olfactorii an, die sich noch weiter nach hinten erstrecken.

In seiner äußeren Gestalt stellt sich das Vorderhirn jederseits als zwei Tumoren dar, von denen der frontal gelegene Bulbus olfactorius den caudalen Lobus olfactorius posterior an Größe etwas übertrifft und von ihm durch eine seichte, fast coronal verlaufende Furche an der Außenseite des Gehirnes getrennt ist. In beide Tumoren erstreckt sich von dem Foramen Monroi aus der Ventrikel, der sich nach kurzem gemeinschaftlichem Verlaufe gabelförmig teilt, allseitig von kompakter Hirnsubstanz umgeben und nirgends von einfacher epithelialer Membran abgeschlossen (Taf. 17, Fig. 13).

Mikroskopisch zeigt sich, daß der Bulbus peripher die Formatio bulbaris enthält und zentral Zellen und Fasern, von denen die Zellen unvermittelt in die des Lobus olfactorius übergehen (Taf. 17, Figg. 3, 14 u. 15). Dieser selbst enthält, abgesehen von der Riechformation, das von allen Autoren beschriebene, im Anschluß an die Ventrikelauskleidung ventral sich erstreckende sog. Corpus striatum, ferner dorso-ventral und caudal die Zellen des Nucleus Taeniae, dorsal das System der vorderen Commissur und Tractus olfacto-tegmentalis cruciatus (Taf. 17, Fig. 3). Es zeigt sich ferner,

daß dem Dache des Lobus olfactorius medial ein sehr kleiner spitz zulaufender Höcker aufsitzt, der durch eine feine gefäßführende Furche nach der Seite hin abgegrenzt ist (Taf. 17, Fig. 3) und weniger Riechfasern aufnimmt

a) Formatio bulbaris, Tractus bulbo-corticalis (Edinger) [Tractus olfacto-corticalis superior und inferior, Mayer; von Johnston ebenfalls beschrieben, aber ohne besondere Bezeichnung] (Taf. 17, Figg. 1—3, 7 und 8, 13—15).

Die aus der Riechgrube in den Bulbus olfactorius eintretenden Olfactoriusfasern, welche als ein geschlossenes Bündel der Medianebene benachbart ankommen, verteilen sich in der gesamten Peripherie des Bulbus. In dieser Verteilung der einzelnen Bündel gibt sich insofern eine gewisse Regel zu erkennen, als dorsal eintretende Bündel namentlich zu ventralen Glomeruli hinziehen und mediale zu lateral gelegenen Teilen, so daß man wohl von einer Kreuzung der Fasern innerhalb eines jeden Nervus olfactorius reden kann, wenn auch dieses Verhalten nicht ganz regelmäßig angetroffen wird. Die einzelnen Fasern lassen sich zu den die gesamte Peripherie des Bulbus einnehmenden Glomeruli olfactorii verfolgen und innerhalb dieser Gebilde finden sie ihr Ende. Schon seit Ahlborn steht diese Annahme fest. Ihre Endverzweigungen bilden hier mit den Dendriten der Mitralzellen ein feines Netzwerk (Mayer, Retzius), und gerade diese spongiös erscheinende Masse charakterisiert diese im ganzen rundlich gestalteten Glomeruli, welche sich auf der dorsalen und lateralen Wand weiter caudalwärts erstrecken als medial und unten.

Der Formatio bulbaris schließt sich zentralwärts die Zone der Mitralzellen an: Ein schmaler Saum großer bisweilen multipolarer Ganglienzellen mit großem Kern, körniger Kernstruktur und scharf begrenztem Nucleolus. Innerhalb ihres Protoplasmaleibes läßt sich an vielen dieser Zellen ein feines Faserwerk der die Zelle durchziehenden Fibrillen erkennen. Vereinzelt fanden sich auf unsern Präparaten gleichartige Zellen auch peripher von der Hauptmasse der Glomeruli, ebenso innerhalb der eintretenden Olfactoriusbündel und hier und da selbst inmitten eines Glomerulus. Den Verlauf der Neuriten dieser Mitralzellen hat nach den gleichen Präparaten, die mir zur Verfügung standen, Edinger beschrieben. „Es läßt sich“ sagt er „zeigen, daß aus dem Bulbus olfactorius, wie bei allen Vertebraten, ein sekundärer Riechzug rückwärts zieht und daß dieser sich in der ganzen Oberfläche des hinteren Höckers auflöst. Damit ist diese Oberfläche als Riechlappenrinde charakterisiert . . . . .“ Diese Fasern bilden also einen den gesamten Lobus überziehenden Mantel und senken sich zum größten Teile von der Peripherie in die Tiefe. Aber nur an einigen Stellen ist diese in ihrer Gesamtheit Tractus bulbo-corticalis benannte Faserung als ein einheitliches und dichteres Bündel zu erkennen, so namentlich dorsal und ventral in geringer Entfernung vom Ventrikel (Tr. olf. cort. sup. et inf. Mayer). Die dorsale Faserung kreuzt im oberen Teil der Commissura anterior, wie auch Johnston fand. Nach der Kreuzung verteilen die Fasern sich über die ganze dorso-laterale Fläche des Riechlappen.

b) Lobus olfactorius, Commissura anterior, Tractus olfacto-habenularis Taeniae, Tractus olfacto-tegmentalis cruciatus, Tractus strio-thalamicus et strio-infundibularis (Taf. 17, Figg. 2—5, 7, 9, 10, 12—15).

Da die äußere Form des Lobus olfactorius bereits oben angegeben ist, so handelt es sich hier um seine Struktur. Mikroskopisch zeigt er, ebenso wie der Lobusanteil des Bulbus, zentral rundliche Zellen, die alle im Anschluß an das Epithel des Ventrikels mehr oder minder weit peripherwärts

reichen. Während sich aber innerhalb des Bulbus keine besondere Anordnung der zelligen Elemente erkennen läßt, zeigen diejenigen des Lobus olfactorius doch eine gewisse Gruppierung. In den dorsalen Teilen sind sie, wie namentlich Studnička hervorhebt, zu kleinen Gruppen angeordnet; ventral vom Ventrikel bilden sie eine größere einheitliche Masse und repräsentieren hier in ihrer Gesamtheit ein Corpus striatum. Es bilden ferner die Zellen, die sich dorsal unmittelbar an den Ventrikel anschließen, mit solchen, die lateral von ihnen liegen, insofern eine Einheit, als aus ihnen die Fasern der Taenia Thalami entspringen; daher darf man wohl diese Zellen, allerdings ohne sie scharf gegen die Nachbarschaft abgrenzen zu können, als Nucleus Taeniae bezeichnen. Es ist daher nicht richtig, wenn Johnston (l. c. S. 41), dem doch der Ursprung des Tractus olfacto-habenularis aus dem dorso-lateralen Vorderhirnteil nicht entgangen ist, nur eine kleine Zellansammlung nahe seinem Recessus praeopticus als Nucleus Taeniae bezeichnet, wenn auch daraus sich einige Fasern dem genannten Bündel zufügen. Im großen und ganzen bietet der Lobus olfactorius folgendes Bild: peripher ein Fasermantel aus den Elementen des Tractus bulbo-corticalis, in welchem die einzelnen Fasern meist der Oberfläche parallel verlaufen und sich von da in die Tiefe senken, zentral dagegen Zellen (die in der Peripherie nur spärlich angetroffen werden), in mehr oder minder deutlicher Gruppierung alle im Anschluß an die Ventrikelauskleidung, und außerdem zahlreiche Fasern, welche, verschiedenen Systemen angehörend und daher auch von verschiedenem Kaliber, mannigfach sich kreuzen und ein weitmaschiges Netzwerk bilden.

Das System der vorderen Commissur (Taf. 17, Figg. 2, 3, 7—10 und 14) entwickelt sich aus den zentralen Zellen des Bulbus und aus einem Teile der Zellen des Lobus. Als corpus callosum ist es am genauesten von Studnička beschrieben, doch finden sich auch bei Mayer, Johnston u. a. gute Darstellungen, denen die vorliegende Arbeit nichts Wesentliches hinzufügen kann. Median, in der Schlußplatte ein geschlossenes Bündel kräftiger Fasern, breitet sich die Commissur hauptsächlich oberhalb, vielleicht zum kleinen Teile unterhalb des Ventrikels strahlenförmig aus (Taf. 17, Fig. 14). Sie stellt Verbindungen dar zwischen Bulbus und Bulbus, und zwischen Lobus der einen Seite und dem Bulbus der anderen und umgekehrt. Verbindungen zwischen Lobus und Lobus konnten mit völliger Sicherheit nicht verfolgt werden; aber nach Bildern, die namentlich gute Horizontalschnitte boten, lassen sie sich nicht gänzlich in Abrede stellen.

Wie bereits erwähnt, befindet sich die mächtigere Verbindung dorsal vom Ventrikel, wenn sich auch ein Teil der Fasern in seinem Verlaufe ventralwärts senkt. Aber alle Teile, die durch die Commissur verbunden werden, sind durch die Riechfaserung als zum Riechapparat gehörend charakterisiert und daher ist der dorsale Abschnitt der Commissur von dem ventralen prinzipiell nicht zu trennen. Studnička und Kupffer bezeichneten ihn als Corpus callosum, was aber aus dem Grunde nicht richtig ist, weil man unter diesem Namen eine bilaterale Verbindung von einem den Riechfunktionen nicht dienenden Teil des Palliums versteht.

Ein zweites System, das den Zellen der Area olfactoria entstammt, ist der Tractus olfacto-habenularis Taeniae (Taf. 17, Figg. 3, 5, 7, 9, 10 und 13). Er stellt das Hauptkontingent der von den Autoren als Taenia thalami beschriebenen Faserung dar. Es handelt sich um ein sehr mächtiges Bündel, das zum großen Teil marklose Fasern enthält; daher leistete die angewandte Silbermethode zu seiner Erkennung vortreffliche Dienste. Als Ursprungsgebiet der Fasern kann man die Zellhaufen angeben, die sich dicht um das Ventrikelepithel des Lobus dorsolateral und und etwas nach unten und hinten erstrecken: deutlich ließen sich zu diesen Gebieten die

feinsten Bündel verfolgen, und insofern ist wohl für diesen Zellkomplex der Name eines Nucleus Taeniae gerechtfertigt. Als gemeinsame Masse läßt sich die Faserung erst dicht oberhalb des Seitenventrikels erkennen, wie auch Mayer und Johnston es fanden, ventral von den anderen hier verlaufenden Systemen, nämlich der Commissura anterior und einem Zuge zum Tegmentum, der später beschrieben wird (s. u.). Von da an zieht sie caudal- und dorsalwärts und die Fasern des nächst zu erwähnenden Tractus durchsetzend, dringt sie in das Zwischenhirn ein, bei dessen Beschreibung ihr weiterer Verlauf geschildert werden soll (S. 437).

Der Tractus olfacto-tegmentalis cruciatus, dieses dritte System der Area olfactoria, stellt sich als ein schmales Bündel sehr starker Fasern dar (Taf. 17, Figg. 3—7 und 10). Seine vordersten Fasern sind so innig mit denen der vorderen Commissur untermischt, daß eine Kreuzung dort möglich ist. Die Mehrheit der Fasern verläuft supraventriculär oberhalb der Taenia thalami, ein kleiner Teil aber hat einen subventriculären Verlauf. Es ist aber sicher, daß sie der Hauptsache nach dorsal im Lobus enden. Jedoch war es nicht möglich, die Fasern zu irgend einer Zellgruppe hin zu verfolgen. Der gesamte Tractus verläuft caudalwärts, durchsetzt am caudalen Ende des Lobus die Taeniafaserung,[1] zieht im Thalamus mehr und mehr lateralwärts, am ersten Kerne des Thalamus (siehe unten) und an dem Tractus habenulo-peduncularis vorbei, kommt im weiteren Verlaufe ventral und medial vom Tractus opticus zu liegen, vermischt sich dann innig mit den etwas dünneren Fasern des Tractus strio-infundibularis (siehe unten) und verliert sich schließlich kurz vor der Austrittsstelle des Nervus oculomotorius, dort wo der Hypothalamus in die Basis mesencephali übergeht.

Die aus dem Corpus striatum entstammenden, dem Zwischenhirn zuziehenden Fasern lassen sich bei *Petromyzon* ohne Zwang in zwei deutlich unterschiedene Züge trennen. Als breite Masse entspringt diese Faserung, die von allen Autoren gesehen wurde und durch Edinger eine genaue Beschreibung fand, aus den Zellen des sog. Striatum und verläuft caudalwärts, um sich sofort nach dem Eintritt in das Zwischenhirn in einen dorsalen Anteil (Tractus strio-thalamicus) und einen ventralen (Tractus strio-infundibularis, wohl Johnstons Tractus olfacto-lobaris) zu trennen (Taf. 17, Figg. 2—6, 7—10, 12). Der dorsale Teil, vielfältig untermischt mit Fasern des Tractus opticus, der thalamo-spinalen Faserung und mit Fasern der postoptischen Commissuren, läßt sich in der Hauptsache zu dem zweiten Kern des Thalamus (s. u.) verfolgen. Dabei soll nicht in Abrede gestellt werden, daß die Faserung sich fächerförmig ausbreitet und daß somit einzelne Teile bereits vorher enden, daß andere weiterziehen und erst in den Zellen ihr Ende finden, die hinter dem genannten Kerne vielfältig zwischen den Fasern der herabsteigenden Commissura posterior liegen.

Der ventrale Anteil der strio-thalamischen Faserung verläuft auf eine längere Strecke gemeinschaftlich mit dem Tractus olfacto-tegmentalis. Seine Fasern verlieren sich, fächerförmig auseinander tretend, nach und nach in den basalen Teilen des Zwischenhirns; einzelne lassen sich mit Sicherheit zu den Zellen verfolgen, die sich unmittelbar der epithelialen Auskleidung des Infundibulum anschließen. Sie berechtigen zu der Bezeichnung: Tractus strio-infundibularis. Jedoch umfaßt dieser Zug nur den größeren Teil der Faserung; andere Fasern laufen weiter caudalwärts, um entweder im Mittelhirn ein Ende zu finden oder gar gekreuzt mit den Haubenfasern weiter zur Oblongata hinzuziehen.

[1] Diese Olfacto-tegmentalisfaserung bis zu der Stelle, wo sie die Taeniafaserung durchsetzt, ist vielleicht identisch mit der Fornixfaserung, die Studnička beschreibt. Auch Johnston konnte die Bahn von dem supraventricularen Teil des Vorderhirns in dem hinteren Abschnitte der Lobi inferiores verfolgen. Er sah sie aber kreuzen in der Decussatio postoptica, was ich nicht bestätigen kann. (Tr. lobo-epistriaticus).

Das Zwischenhirn.

Gehen wir bei der Betrachtung des Zwischenhirns von dem Ventrikel aus, dessen Form und Ausdehnung wir am besten an dem beigegebenen Schema (Taf. 17, Fig. 7) übersehen können (siehe auch die Frontalschnittserie), so zeigt sich, daß der mittlere Teil, der die Fortsetzung des unpaaren Teiles des Vorderhirnventrikels bildet, nur ein relativ schmaler Spalt ist, eingeengt durch die mächtigen Massen des Praethalamus (s. u.) und des Thalamus, daß er sich dagegen dorsal und ventral zu dünnwandigen Höhlen erweitert, dorsal abgeschlossen von einem einfach epithelialen Dach und ventral von dem Infundibulum, dem sich als langgestrecktes Organ die Hypophysis anlegt.

Während nun die dorsale Höhle im ganzen einfach ist und nur durch zufällige Faltungen der Wand unregelmäßig abgeschlossen erscheint, zeigt der Ventrikel des Hypothalamus konstante Ausbuchtungen. Er setzt sich nämlich in der Medianebene in den caudalwärts gerichteten, engen und schmalen Recessus infundibularis fort, lateral in den Recessus Lobi lateralis, dessen caudale Fortsetzung als Recessus mammillaris zu bezeichnen ist.

Nach unten und hinten setzt der Recessus infundibularis sich in eine epitheliale Ausbuchtung fort, die sich noch in die knorpelige Schädelkapsel hinein erstreckt und als Vorstufe des Saccus vasculosus angesehen werden darf, obwohl der Name hier kaum am Platze ist, da die reiche Vascularisation, welche dieses Organ bei den höheren Fischen hat, hier noch, soweit ich sehe, fehlt. Auch auf der Außenseite treten durch die genannten Ausbuchtungen charakteristische Bildungen hervor und es sitzen dem Hypothalamus, der als ein im ganzen rundlicher Körper unter dem Tractus opticus hervortritt, lateral die Höcker des Lobus lateralis und Lobus mammillaris auf, deutlich abgegrenzt von der medio-ventralen Vorragung, die ich nach Goldstein als Lobus medialis hypothalami bezeichne.

Über die Benennung und Zurechnung der eigentlich thalamischen Teile, der Seitenwände des Zwischenhirns, die in ihrer äußeren Form sehr einfach und durch die früheren Beschreibungen zur Genüge bekannt sind, gehen die Ansichten der Autoren auseinander. Eine einfache Trennung eines die Mitte des Zwischenhirns ausmachenden Thalamus von einem dorsalen Epithalamus und einem ventralen Hypothalamus stieß auf Schwierigkeiten, an deren Beseitigung in den letzten Jahren gearbeitet wurde. Es erhebt sich nämlich lateral und caudal von der Lamina terminalis (dorsal vom Eingang in den Ventrikel) ein Höcker, welcher, in den Ventrikel des Zwischenhirns einragend, nach hinten an das Corpus habenulae grenzt und von diesem an der Innenseite durch eine tiefe dorsoventrale Furche getrennt wird. Um diesen Höcker drehte sich der Streit und man konnte sich lange Zeit nicht darüber einig werden, welchem Gehirnabschnitt er zuzurechnen sei. Edinger teilte ihn früher dem Vorderhirn zu und faßte die epitheliale Platte, welche den dorsal von diesem Hirnteile liegenden Ventrikel deckt, als epitheliales Pallium auf. Die gewichtigen Einwürfe von Studnička haben ihn zu einer Nachprüfung veranlaßt und ihn namentlich wegen der Lagebeziehungen dieses Wulstes zu der Überzeugung gebracht, daß es sich hier nicht um Vorderhirn, sondern um einen Übergangsteil zwischen Vorderhirn und eigentlichem Zwischenhirn handelt, der seiner Lage entsprechend als Praethalamus bezeichnet werden mag. Damit aber setzte sich Edinger in Gegensatz zu Johnston, der diesen Hirnteil als Epistriatum bezeichnete. Es ist nicht leicht, zu sagen, ob dieser Wulst mehr dem Zwischenhirn oder (was mehr wahrscheinlich ist) dem Vorderhirn zugehört, weil die konventionelle Grenze, das „Velum transversum", fehlt.

Dieser Praethalamus ist dorsal abgeschlossen durch eine kuppelartig gewölbte epitheliale Decke, auf welcher die Epiphysen ruhen (Kupffers Parencephalon, Ahlborns und Edingers Zirbel-

polster). Frontal geht dieses Hirndach nach Bildung der Paraphysenausstülpung (Burckhardt) in die glattgestreckte Lamina neuroporica (Burckhardt) über (Taf. 17, Figg. 7 und 10). Den dorso-caudalsten Abschnitt des Zwischenhirns aber bilden die von dem Praethalamus durch eine tiefe Ventrikelfurche getrennten Ganglia habenulae (Epithalamus), die weiter unten genauer beschrieben werden. Ventral schließt sich dem Epithalamus ohne deutliche Abgrenzung die mächtige Masse des eigentlichen Thalamus an, der dann nach unten ebenfalls unmerklich in den dünnwandigen Hypothalamus (die bereits beschriebene Infundibularregion) übergeht. Caudal wird das Zwischenhirn von der Commissura posterior, oben und unten von dem Haubenwulst begrenzt.

Die Kerne des Zwischenhirns. Infundibulum. Ganglia habenulae. Die Pinealorgane.

Zur besseren Orientierung über die Faserzüge, die durch den Thalamus verlaufen, teils auch hier entspringen oder ihr Ende finden, müssen zunächst einige Worte über die „Kerne" des Zwischenhirns gesagt werden. Ich gebe gerne zu, daß hier bei einer Trennung und Namengebung eine gewisse Willkür waltet, indem alle diese hier als Kerne bezeichneten und benannten Formationen sowohl unter sich selbst als auch mit den den Ventrikel auskleidenden zelligen Elementen in Verbindung stehen, wie das auch noch bei den Amphibien der Fall ist. Immerhin aber heben sich einige Zellengruppen etwas mehr von einander und von der Ventrikelauskleidung ab und lassen sich so deutlich als Anfangs- bezw. Endpunkte von Faserungssystemen erkennen, daß sie doch ein gewisses Recht auf den Namen eines „Kernes" haben, und daß ich Johnston in seiner völligen Verneinung distinkter Kerngebilde im Thalamus nicht beistimmen möchte.

Leichte Verdickungen der Ventrikelauskleidung finden sich bereits an der Übergangszone von Lobus olfactorius und Thalamus (Nucleus strati grisei centralis) (Taf. 17, Fig. 3); diese Verdickungen setzen sich dorsalwärts und caudalwärts fort. Nach oben hin gehen sie über in die zelligen Elemente des Praethalamus. In diesem Gebilde findet sich neben zahllosen zerstreuten Ganglienzellen auch ein einheitliches großes Kerngebilde, das als Nucleus magnus praethalami (Taf. 17, Fig. 5, Fig. 9) bezeichnet werden mag. Während die vereinzelt liegenden Zellen, die sich zum Teil als große, birnförmige, fibrillenhaltige Körper darstellen, den vorderen Teil des Praethalamus ausfüllen, liegt dieser Kern caudal, erstreckt sich dorso-ventral durch die ganze Länge des Thalamus und läßt sich medial in die Ventrikelauskleidung verfolgen. Seine Zellen zeigten in Form und Größe keine Besonderheiten. Es ließen sich aber auch keine sicheren Beziehungen dieser Zellmasse zu irgend welchen Fasersystemen feststellen. Durchzogen wird er von den hier noch getrennten Bündeln der Taenia thalami, die auf dem Wege durch die Zellmassen vereinzelte Collateralen abgeben, ohne daß man diese oder auch die Hauptfaser zu den Zellen hätte verfolgen können.

Wie der Praethalamus schon makroskopisch unmerklich in den Thalamus übergeht, so setzen sich auch die zelligen Elemente ohne genaue Abgrenzung in die dem eigentlichen Thalamus angehörenden Kerne fort. Hier finden wir am weitesten frontal ein Zellgebiet, das zwischen dem aufsteigenden Tractus olfacto-habenularis und dem Meynertschen Bündel (Tractus habenulo-peduncularis, s. u.) liegt; dieser Nucleus primus thalami (Taf. 17, Fig. 10, Fig. 13) zeigt dieselben rundlichen Zellelemente wie der vorbeschriebene Kern des Praethalamus. Außer einem caudal der Taenia thalami angeschlossenen Faserzug lassen sich zu diesen Zellen von vorne her die ersten striothalamischen Fasern verfolgen, und ferner finden hier vielleicht Fasern des von der Oblongata heraufziehenden Tractus spino-thalamicus ihr Ende.

Ein Kern von annähernd gleicher Größe und Beschaffenheit liegt caudal von diesem ersten Kerne zwischen den Faserzügen des Meynertschen Bündels und der hinteren Commissur; in ihm, dem Nucleus secundus thalami (Taf. 17, Fig. 10, Fig. 13), endet die Hauptmasse der strio-thalamischen Faserung.

Im Anschluß an diesen Kern finden sich zwischen den Fasern der hinteren Commissur verteilt zahlreiche zerstreute Zellen, welche unvermittelt in die Zellmasse des Mittelhirns übergehen. Diese Zellen können nicht unter einer einheitlichen Benennung zusammengefaßt werden, zumal da einzelne allerdings nicht genauer zu umgrenzende Abschnitte besondere Beziehungen zeigen. So findet in der mehr dorsalen und medialen Gruppe eine mediale Opticuswurzel ihr Ende, während in den mehr zerstreuten lateralen Zellen noch strio-thalamische und spino-thalamische Fasern ihr Ende finden. — Es sei aber nochmals betont, daß der erste und der zweite Kern faktisch ein großes Zellgebiet bilden, welches durch den durchtretenden Tractus habenulo-peduncularis nur teilweise in zwei Abschnitte zerlegt wird. Ebenso finden sich in den Wandungen des vorderen Hypothalamus zahlreiche zerstreute Zellen, deren Hauptmasse etwa zwischen den mächtigen Fasermassen der postoptischen Commissur liegt; man kann diese Zellen, die zum Teil einfache Rundzellen, zum Teil aber auch groß und deutlich polygonal sind, als die basalen Zellen des Thalamus zusammenfassen und nur von denen des Tuber cinereum abtrennen. Sichere Beziehungen dieser Zellen zu größeren Faserzügen konnten nicht ermittelt werden.

Die zelligen Elemente der Infundibularregion schließen sich alle den Zellen an, welche die Hohlräume an der Basis des Zwischenhirns auskleiden. Dabei ist bemerkenswert, daß die hohen Cilien, welche bei den höheren Fischen und auch bei *Amphioxus* in der Wand des Recessus infundibularis so deutlich vorhanden sind, sich bei *Petromyzon* nur sehr schwer und nur an vereinzelten Stellen nachweisen lassen. Wenn man nun doch trotz der beschriebenen Zellanordnung von einem Nucleus frontalis tuberis und einem Nucleus lateralis tuberis sprechen kann, so geschieht dies nur aus dem Grunde, weil man auf einigen Serien zu diesen unbedeutenden Zellanhäufungen mehr Fasern aus den Wandungen des Infundibulum verfolgen konnte, als zu den mehr vereinzelt liegenden Zellen dieser Region (Taf. 17, Fig. 9). Die erstgenannte Zellmasse liegt, der Medianebene benachbart, in der vorderen Wand des Tuber cinereum; der zweite „Kern" gehört der lateralen Wand an und entspricht etwa der makroskopischen Vorwölbung des Lobus lateralis. Die gesamten Zellen des Infundibulum sind zum größten Teile einfache Rundzellen; aber unter ihnen fanden sich vereinzelte große multipolare Ganglienzellen wie schon in den basalen Teilen des Thalamus. Wahrscheinlich leitet sich aus dem ganzen Zellkomplex die eigentliche Infundibularfaserung ab. Diese Faserung wird wohl am besten als eine einheitliche aufgefasst, die geflechtartig das ganze Infundibulum umzieht (Commissura infundibularis Mayer; allerdings wird von Mayer die Faserung aus dem Corpus striatum abgeleitet). Will man aber auf geringe Differenzen in der Menge der Fasern Gewicht legen, so kann man füglich die Fasern, welche in der Vorderwand hinabsteigen, als Tractus fronto-infundibularis von dem Tractus lateralis tuberis aus den lateral gelegenen Zellmassen trennen; der letztgenannte Zug entspräche etwa der von Mayer angegebenen Commissur. Es erübrigt noch, hinzuzufügen, daß innerhalb der Infundibularwand die Fasern oberhalb eines teilweise mehrschichtigen Epithels verlaufen: zwischen ihnen liegen die zerstreuten Zellen (Taf. 17, Figg. 4 5, 9 und 10).

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß der Nachweis einer sacco-thalamischen Bahn nicht gelungen ist und ebensowenig das afferente Bündel Johnstons gefunden wurde. Sicherlich verteilen sich

Fasern aus der postoptischen Commissur selbst und aus ihrer Umgebung reichlich im unteren Hypothalamusgebiet, doch war es nicht möglich, auch nur eine einzige bis zu den Saccuszellen zu verfolgen, ein Befund, der ihre Existenz doch sehr in Frage stellt.

Von den dorsalen Teilen des Thalamus ist der Praethalamus bereits beschrieben. Ihm schließen sich caudalwärts die Ganglia habenulae an, zuerst von Ahlborn auf das genaueste dargestellt dessen treffliche Angaben seitdem von allen Nacharbeitern bestätigt wurden. Schon makroskopisch in Hinsicht auf Größe und Form verschieden (Ahlborn), bieten sie auch histologisch nicht unbedeutende Differenzen. Das rechte Ganglion, welches das linke etwa um das drei- bis vierfache seines Volumens übertrifft, zeigt auf Frontalschnitten anfangs die Form eines gleichseitigen Dreiecks und nähert sich auf Schnitten, die weiter caudalwärts liegen, mehr und mehr der polygonalen Gestalt; das linke zeigt dagegen auf den gleichen Schnitten die Form eines nur wenig sich verändernden Keiles, dessen Spitze nach unten ragt (Taf. 17, Figg. 5 und 6).

Histologisch kann man das rechte Ganglion nur mit einigem Zwang in eine Pars commissuralis und in eine Pars peduncularis trennen. Die Pars commissuralis, charakterisiert durch den Durchtritt der Taeniabündel (welche in diesem Ganglion stärker aufgesplittert sind wie in dem kleineren linken) nimmt den hinteren Teil des Ganglion ein. Die Pars peduncularis wird danach genannt, daß in diesem Teile des Kernes das rechte Meynertsche Bündel, der Tractus habenulo-peduncularis entspringt; diese Ursprungsstelle ist auf der rechten Seite nicht nur (wie links) auf den vorderen Teil des Ganglion beschränkt, sondern reicht, der Medianebene zur Seite, von vorne an weit nach hinten, so daß diese Stelle sich auf Horizontalschnitten als eine lange, etwas geschlängelte Linie darstellt, während man auf Sagittalschnitten deutlich sieht, wie die aufsteigenden Fasern fächerförmig auseinanderstrahlen (Taf. 17, Fig. 10). Die Zellen der beiden Teile des Ganglion unterscheiden sich morphologisch nicht; hier wie dort haben wir die gleichen einfachen rundlichen Zellen mit großem Kern, an welchem keine Ausläufer zu erkennen sind.

Fig. 1.

Das linke kleinere Ganglion habenulae bietet histologisch drei deutlich gesonderte Abschnitte. Der gesamte hintere Teil bildet die Pars commissuralis, während wir im vorderen Abschnitte die medial gelegene Pars peduncularis von der lateral gelegenen Pars pinealis trennen, ein Gebiet, von welchem der Stiel des Parapinealorganes ausgeht. Dieses Areal ist etwas kleiner wie das ihm benachbarte Ursprungsgebiet des linken Tractus habenulopeduncularis und erstreckt sich nicht so weit nach vorne und nach unten. Die zelligen Elemente des ersten und dritten Teiles gleichen im wesentlichen denen des rechten Ganglion. Dagegen entspringt das linke kleinere Meynertsche Bündel gewissermaßen aus einem Hohlkegel großer birnförmiger Zellen,

welche einen großen Kern besitzen und einen prächtig imprägnierten Fortsatz, dessen Fibrillen innerhalb der Zelle mit feinem Fasernetz den Kern umspinnen. Sie sind scheinbar unipolar; doch wird diese Annahme dadurch fraglich, daß sich an einzelnen Fortsätzen bereits in kurzer Entfernung von der Zelle eine T-förmige Teilung erkennen ließ. Wie weit nun durch die zweite, wieder rückwärts verlaufende Faser eine Beziehung zu anderen Teilen des Ganglion habenulae hergestellt wird, hat sich nicht ermitteln lassen (Textfigur 1).

Im Anschluß und zum Teil in unmittelbarer Beziehung zu dem eben beschriebenen dorsalen Gebilde des Thalamus zeigen sich die Parietalorgane, die bei *Petromyzon* eine weitgehende Ausbildung erfahren haben. Die Literatur über diese Organe ist bereits sehr reich und in neuerer Zeit hat Studnička (6) alles zusammengefaßt, was über Entwicklung und Bau der Parietalorgane bekannt ist (in Oppels Lehrbuch der vergl micr. Anatomie, 1905). Auch hier hat Ahlborn vortrefflich vorgearbeitet. Er unterschied an der „Epiphyse" drei „gut voneinander abgegrenzte Teile: einen hinteren fadenförmigen Stiel und zwei vordere übereinander liegende Bläschen." Nach ihm verläuft dieser Stiel, der dem oberen Bläschen zugehört, in geringer Entfernung vor der Commissura posterior aus; Nervenfasern beschreibt Ahlborn nicht in demselben. Das untere Bläschen dagegen ist mit der polsterförmigen Terminalanschwellung des linken Ganglion habenulae fest verwachsen; auch in dieser Verbindung (einer Verbindung mit dem Zwischenhirn) werden keine Nervenfasern nachgewiesen. Dagegen werden diese einzelnen Teile der Pinealorgane makroskopisch und mikroskopisch so gut beschrieben, daß die späteren Autoren eigentlich nur mit Hülfe der besseren Methoden Neues über die feinere Struktur hinzufügen konnten. Retzius (1895) war dann der erste, der mittels der Golgi-Methode Nervenfasern im Epiphysenstiel nachwies, und Fr. Mayer bestätigte diesen Befund; auch Studnička sprach von einem Nervus pinealis. Später fanden sich auch in dem Stiele des unteren Bläschens, des Parapinealorganes, der von allen Autoren als in Verbindung mit dem linken Ganglion habenulae beschrieben wurde, Nervenfasern (Retzius u. a.).

Die Präparate, die mir zur Verfügung standen, lieferten für histologische Feinheiten keine instruktiven Bilder. Daher sollen hier hauptsächlich nur einige Angaben über Nervenbefunde in den Stielen gemacht werden. Nur eine Tatsache, die vielleicht für die Entwicklung der Organe von Interesse ist, mag vorher Erwähnung finden: In einer meiner Schnittserien zeigte sich, daß das dorsale Bläschen ganz isoliert, etwa um das Doppelte des eigenen Durchmessers entfernt von dem ventralen Bläschen lag. Beide können also nicht eo ipso zusammengehören, sind vielmehr spezielle Einzelapparate. Die Silbermethode ergab nun zum erstenmale mit völliger Gewißheit, daß in den Verbindungen der beiden Bläschen mit dem Gehirne Fibrillen verlaufen. Diese Tatsache ist insofern wichtig, als bisher die in den beiden Stielen verlaufenden Fasern wohl als Nervenfasern gedeutet, aber durch keine spezifische Nervenfärbung als solche bestätigt waren. Auch an den trefflichen Abbildungen von Retzius kann man nicht mit Sicherheit unterscheiden, wie weit hier Epithelendfäden oder Nervenfasern vorliegen. Da es nun scheint, daß die Bielschowski-Methode im wesentlichen nur nervöse Fibrillen färbt, da sie vor allen Dingen die Epithelendfäden nicht imprägniert, so konnte die Frage nach den Nervenfasern mit größerer Gewißheit als bisher beantwortet werden.

Es zeigte sich, daß aus der Pars pinealis des linken Ganglion habenulae feinste Nervenfasern dorsalwärts ziehen, zu einem soliden Strange vereint. Zwischen ihnen liegen vereinzelte zellige Elemente, und der ganze Komplex ist dicht dem kubischen Epithel der aufsteigenden Zwischenhirn-

Tela angelagert. Die Nervenfasern verteilen sich unmittelbar unterhalb des ventralen Bläschens in dem bereits von Ahlborn beschriebenen Ganglion parapineale (Taf. 17, Fig. 3). Dieses sitzt einer dorsal gerichteten Concavität der Telazellen auf, die hier eine mehr spindelförmige Gestalt angenommen haben. Das Ganglion zeigt auf Frontalschnitten drei nebeneinander liegende Zellgruppen und zwar je einen peripheren ringförmigen Komplex von Ganglienzellen und zentral eine spongiöse Schicht, in der sich vereinzelte imprägnierte Fibrillen erkennen lassen, offenbar das Verbreitungsgebiet der Stielnerven. Die Zellen sind meistens ansehnliche Elemente mit großem hellem Kern; an einigen Präparaten zeigten sie sich deutlich monopolar und der Achsenzylinder löste sich innerhalb der Zellen in ein feinstes, den Kern umspinnendes Netz auf. Andere Zellen erwiesen sich als rundlich und polygonal mit mehreren sehr feinen Ausläufern: Kugelzellen.

Fig. 2, Querschnitt.

Auch zu der eigentlichen Epiphyse gelangt ein Nerv, dessen Fibrillen in feinem Netzwerk den soliden Stiel, der die Epiphyse mit dem Mittelhirn verbindet, umspinnen (Textfigur 2). Sie lassen sich in die hintere Commissur verfolgen, zwischen deren Fasern sie in der Tiefe des Mittelhirns verloren gehen. Das periphere Netzwerk ist, wie die beigegebene Figur schön zeigt, durch quer und schräg verlaufende Brücken verbunden, welche in dieser Anordnung ebenfalls ein Fasernetz bilden. Sie umspinnen zellige Elemente, zum Teil rein epithelialer Natur von meist kubischer Form, zum Teil wohl Bindegewebszellen mit feinsten sich untereinander verbindenden Ausläufern.

Die dorsale Endigung der Nervenfasern des Stieles unter der „Retina", und die von Studnička, Retzius u. a. beschriebene Verbindung mit den Retinazellen konnte in unseren Präparaten nicht erkannt werden.

Die Fasersysteme des Zwischenhirns. Tractus olfacto-habenularis Taeniae (Commissura superior Autt.). Tractus habenulo-peduncularis. Die postoptischen Commissuren.

Ursprung und anfänglicher Verlauf der Taenia thalami wurde bereits bei der Beschreibung des Vorderhirns angegeben; ihr weiterer Verlauf gehört dem Zwischenhirn an. Sie durchsetzt, nachdem sie die Olfacto-tegmentalisfasern gekreuzt hat (siehe S. 430), nunmehr in einzelne Bündel angeordnet, mehr und mehr dorso-medialwärts strebend, in leichtem Bogen die obere Praethalamuswand und die stattliche Zellmasse des Nucleus magnus. Die Fasern sammeln sich, ohne daß eine Beziehung zu dem Kerne hätte nachgewiesen werden können, am dorso-caudalen Ende des Praethalamus zu einem erst dicht vor dem Ganglion habenulae gemeinschaftlichen starken Stamme, an welchen sich caudal ein aus dem Thalamus heraufsteigender Faserzug anlegt (Tractus thalamo-habenularis; von Studnicka als Zwischenhirnfasern der Commissura superior beschrieben). Diese vereinte Masse zieht dem hinteren Teile des Ganglion habenulae zu. Der Faserzug läßt eine gewisse Anordnung nicht verkennen: Es besteht eine Art Kreuzung insofern, als die Fasern, welche am weitesten caudal aufsteigen, am meisten nach vorne in die Pars commissuralis des Ganglion eintreten, und diejenigen, welche vorne und dorsal verlaufen, am weitesten nach hinten gelangen (Taf. 17, Fig. 9). Die dazwischen liegenden Fasern unterliegen je nach ihrer Lage der gleichen Regelmäßigkeit. Innerhalb des Ganglion habenulae löst sich der geschlossene Zug in viele einzelne Bündel auf, welche zusammen die mächtige Commissura bilden. Die genaue Beziehung der Taenia thalami zu den Zellen des Ganglion habenulae konnte

nicht ermittelt werden. Die gleiche Größe der beiderseitigen Stränge, sowie namentlich der Umstand, daß die Summe der Querschnitte der einzelnen das Ganglion durchziehenden Bündel schätzungsweise dem Querdurchschnitt durch den geschlossenen Tractus gleich ist, scheinen einer größeren Faserabgabe zu widersprechen. Immerhin wird dadurch eine Beziehung durch Collateralen nicht ausgeschlossen. Nun gilt die Taenia allgemein als ein Bündel zum Ganglion habenulae, von dem nur einzelne Fasern in eine Commissur (Commissura habenularis) übergehen sollen. Das geschilderte Verhalten bei *Petromyzon*, wo die Taenia sehr stark ausgebildet ist, spricht aber nicht in diesem Sinne; man hat vielmehr den Eindruck, daß es sich daneben um eine mächtige Commissur beider Riechregionen handelt, die durch das Ganglion habenulae zieht (Taf. 17, Figg. 4, 6, 7, 9, 10, 13—15).

Zwei Fasersysteme, die ihrem Ursprunge nach den Ganglia habenulae angehören, sind die „Meynertschen Bündel", die bereits von Ahlborn beschriebenen Tractus habenulo-pedunculares. In der Ausdehnung ihrer Ursprungslinie sehr verschieden (siehe S. 435), verläßt jeder dieser Faserzüge das Ganglion medial an seiner ventralen Fläche (Pars peduncularis), verläuft als kompakter Zug ventro-caudalwärts durch das Zwischenhirn, biegt an der Basis dieses Hirnteiles nach hinten um und zieht caudalwärts kreuzend dem Corpus interpedunculare zu. Das linke Bündel ist etwa um die Hälfte dünner wie das rechte. Beide bestehen nicht durchweg aus Fibrillen wie die anderen Bahnen; an keinem meiner Präparate haben sich sämtliche Teile imprägniert (Taf. 17, Fig. 6, 7, 10, 13 und 14).

Der Tractus opticus gehört mit seinem Ursprunge ganz dem Mittelhirn an und soll nur kurz seine Erwähnung finden, da er einen der best gekannten Züge darstellt. Dagegen darf das Fehlen eines Corpus geniculatum thalamicum, das übrigens nach Edinger auch bei *Myxine* nicht vorhanden ist, nicht unerwähnt bleiben. Denn diese Tatsache weist doch darauf hin, daß die Ausbildung einer Geniculatum-Endigung eine spätere Errungenschaft ist, welche Annahme auch durch Vergleichung höherer Fische mit der aufsteigenden Reihe der Vertebraten eine Bestätigung findet. Denn bei diesen letzteren tritt die Tectum-Endigung mehr und mehr zurück und beim Menschen wissen wir, daß die Geniculatum-Endigung bei weitem überwiegend ist.

Von den Wurzeln des Tractus opticus sei als wesentlich hervorgehoben, daß neben der großen lateralen eine viel kleinere mediale vorkommt, deren Kreuzung im oberen Teile des Chiasma unmittelbar unter der schmalen Ventrikelspalte liegt. Sie zieht zwischen der Ventrikelwand und der lateralen Wurzel nach oben, nähert sich schließlich derselben wieder und scheint mit ihr gemeinsam zu enden (Taf. 18, Fig. 9). Das gleiche Verhalten wurde von Kappers für die Teleostier *(Gadus)* beschrieben, wo die Zugehörigkeit dieses Bündelchens zum Opticus durch Degeneration völlig sichergestellt wurde.

Die mächtigen Commissuren im Anschluß an die optische Kreuzung haben bereits durch Ahlborn eine gute Darstellung erfahren. Zunächst beschreibt er Fasern, die aus der Regio thalamica des Zwischenhirns zu entspringen scheinen, die dann oberhalb des Chiasma an der vorderen Fläche der Commissura transversa Halleri eine Kreuzung erfahren und sich dann von oben her in den beginnenden Sehnerven einsenken, bevor derselbe das Gehirn verlassen hat. Der ganzen Beschreibung nach handelt es sich hier um das von uns als mediale Opticuswurzel aufgefaßte Bündel. Ferner gibt er an, daß „die optischen Fasern während der Kreuzung sich über die Basis und die vordere Fläche eines breiten commissurartigen Querbalkens verbreiten, der sich zwischen den beiden Sehnerven-Eintrittsstellen aus dem Boden des Gehirns erhebt ..... und so die Seitenwände des Zwischenhirns

eine Strecke weit miteinander verbindet. Seiner Lage nach ist dieser Querbalken offenbar der Commissura transversa Halleri gleichbedeutend." Johnston erwähnt nur, daß die postoptischen Commissuren kleiner sind wie bei allen anderen bisher bekannten Formen, und daß sie gänzlich aus Fasern aus dem Hypothalamus bestehen, die entweder dem Kleinhirn, dem Vorderhirn oder der Oblongata zustreben.

Die befremdenden Angaben Mayers, der hier von einem Stabkranz spricht, der mit der „Rinde" in Verbindung stehen soll, eignen sich nicht zu einer kurzen Wiedergabe.

Die Angaben der Autoren konnten nur insoweit bestätigt werden, als sich auch in unseren Präparaten die postoptischen Commissuren als ein im ganzen einheitliches Fasersystem im engsten Anschluß an die Opticuskreuzung selbst erwiesen, aus welchem sich auch bei genauester Untersuchung nur schwer einzelne Teile gesondert darstellen ließen.

Die Gesamtmasse der feinen Fasern zieht etwas nach innen vom Opticus und unterhalb desselben nach hinten und verliert sich unter dem hinteren Teile des Tectum opticum, wie es auch von Goldstein für die Teleostier und von Kappers für diese Fische und namentlich für die Selachier nachgewiesen wurde. Nun ist es zweifelhaft, ob alle diese Fasern als eine wirkliche Commissur betrachtet werden dürfen; wahrscheinlich verdient nur der tectale Teil diesen Namen und nicht die Teile, die bereits im vorderen Hypothalamus gekreuzt — vielleicht einzelne auch ungekreuzt — ihren Anfang oder auch ihr Ende haben. In dieser Auffassung stimme ich mit Johnston überein. Ferner ist nicht unwahrscheinlich, daß in der breiten Fasermasse auch bilaterale Verbindungen des Tuber cinereum mitlaufen, die bei höheren Fischen als Commissura tuberis ein recht charakteristisch abgegrenztes Bündel bilden. Die Fibrae ansulatae im Sinne Belloncis sind vielleicht durch vereinzelte Fasern, die in unmittelbarer Nähe des Ventrikels verlaufen,. Endlich konnte auch kein dem Tractus lobo-epistriaticus Johnstons entsprechendes, in der postoptischen Commissur kreuzendes Bündel gefunden werden. Vielleicht liegen die Verhältnisse bei *Lampetra Wilderi* anders. Da man an der Richtigkeit der Beschreibung nicht zweifeln kann, ist dieser Befund Johnstons äußerst wichtig für die Homologie des Tractus pallii bei den Selachiern. Höchstwahrscheinlich hat Johnston den von mir als Tractus olfacto-tegmentalis benannten Zug hier beschrieben.

Tractus spino- et bulbo-thalamicus et hypothalamicus. Tractus lobo-cerebellaris.

Diese wichtigen caudalen Verbindungen des Thalamus und der Lobi inferiores finden sich bei *Petromyzon* gut entwickelt. Die Fasern der erstgenannten Züge, des Tractus spino- et bulbothalamicus et -hypothalamicus, welche ihres longitudinalen Verlaufes wegen am besten an den Sagittalserien zu verfolgen sind, enden in dem gesamten mittleren Thalamus und Hypothalamus. Zu ziemlich dicken Bündeln vereinigt sieht man sie durch die Mittelhirnbasis hindurch in den Thalamus eintreten, in welchem sie zum Teil schon an der Mittelhirngrenze enden, zum Teil aber weiter ziehen, seitlich vom zentralen Höhlengrau bis unmittelbar an die postoptische Commissur, ohne daß sich Fasern in diese hinein hätten verfolgen lassen. Ein anderer Abschnitt durchzieht die Seitenwände des Hypothalamus, untermischt mit den Endfasern des Tractus lobo-cerebellaris. Ein absteigendes Bündel konnte nicht mit Sicherheit abgetrennt werden. In den hypothalamischen und namentlich den thalamischen Fasern dürfen wir die „Zwischenhirnschleife" sehen, die wohl hauptsächlich Impulse aus dem Bulbus, wohl auch aus dem Rückenmark, zum Zwischenhirn bringt.

Die Kleinhirnverbindung mit den Lobi inferiores ist nur schwach entwickelt, läßt sich jedoch bei genauester Nachforschung zweifellos als eine sehr feinfaserige Bahn nachweisen, die an den Seitenteilen

des sehr kleinen Cerebellum schräg nach unten zieht und sich anscheinend völlig ungekreuzt in den Wandungen des Hypothalamus verliert. Sie wurde von W. B. Clark und auch von Johnston gesehen. Dagegen hat sich eine gekreuzte Verbindung mit dem Mittelhirn nicht nachweisen lassen, aus welchem Umstande man vielleicht den Schluß ziehen darf, daß die hypothalamische Verbindung, die bei den höheren Vertebraten mehr und mehr zurücktritt, die phylogenetisch älteste ist, wofür bereits das Verhalten bei höheren Fischen spricht.

*

Zu den nunmehr folgenden Ausführungen über Mittelhirn und Medulla oblongata hat mir Herr Dr. Kappers seine umfassenden Vorarbeiten zur Verfügung gestellt, während ich mich bezüglich des Kleinhirnes darauf beschränke, die Angaben von Clark wiederzugeben.

Das Mittelhirn zeigt in seiner äußeren Form eine besonders auffallende Eigentümlichkeit, nämlich die, daß das Tectum kein geschlossenes nervöses Dach darstellt, sondern auf einer beträchtlichen Strecke von einer ependymalen Haut gebildet wird. Frontal stellt die Commissura posterior eine massive Brücke dar, die jedoch nicht dem Tectum zugerechnet werden darf, und caudal ist nur der hinterste Abschnitt nach oben durch nervöse Substanz abgeschlossen. Für diese Eigentümlichkeit ist *Petromyzon* das einzige bekannte Beispiel; das nach v. Kupffer in dem Stadium des Archencephalon stehende Gehirn des *Amphioxus* bleibt hier außer Betracht. Die ependymale Haut stülpt sich hoch dorsalwärts aus und ist mehrfach gefaltet. Der Boden des optischen Ventrikels bietet keine Spur von einem Torus semicircularis. Der Nucleus lateralis mesencephali, der ihn bei den Teleostiern bildet, ist hier entweder gar nicht vorhanden oder er ist, wie größtenteils bei den Selachiern, in der grauen Substanz des Ventrikelbodens enthalten. Obgleich diese Annahme auf Grund allgemeiner Betrachtungen wenig wahrscheinlich dünkt, hat man bis jetzt auch noch keinen Beweis gegen dieselbe, da die diesen Kern charakterisierende Verbindung, der Tractus vestibulo-mesencephalicus cruciatus, noch nicht nachgewiesen ist.

Die Untersuchung des nervösen Tectumrestes zeigt, daß die bei anderen Fischen so sehr regelmäßige Schichtung hier nur angedeutet ist, indem die Zellen viel dichter zusammenliegen und sich namentlich nahe dem Ependym anhäufen. Immerhin bilden auch hier die optischen Fasern die oberflächliche Schicht. Brachia tecti sind nicht ausgebildet; dieser Umstand ist bedingt durch das in seiner Bedeutung bereits oben gewürdigte Fehlen eines ausgesprochenen Corpus geniculatum laterale. Von der Lamina commissuralis tecti scheint ein Rudiment vorhanden zu sein, und zwar innerhalb der Commissura posterior. Denn es verlaufen, wie auch Johnston erwähnt, Fasern von der einen Seite des Tectum in diese Commissur, die aber höchst wahrscheinlich auf der anderen Seite wieder zum Tectum hinziehen. Dagegen läßt sich in dem hinteren Teile des Tectum eine bilaterale Verbindung der tiefen Schichten nachweisen.

Die Hauptmasse des Tectum unterhalb der optischen Fasern wird von den Tractus bulbo-tectales und Tractus tecto-bulbares gebildet, welche seitlich an dem Dachrande herunterziehen und zum Teil ungekreuzt, zum Teil auch gekreuzt caudalwärts in die Commissura ansulata ziehen. Es lassen sich zwei Kreuzungen nachweisen: eine basale und eine höher, unmittelbar unter dem hinteren Längsbündel gelegene. Die Commissura ansulata selbst erscheint durchaus einheitlich gebaut und liegt in der Basis des Mittelhirns etwa im Niveau des Nervus oculomotorius. Ihre Fasern lassen sich bis in die Oblongata verfolgen.

Ein vielfaches Interesse bietet die Commissura posterior, deren Verlauf gerade bei *Petromyzon* infolge der relativen Faserarmut dieses Gehirns mit großer Sicherheit festgestellt werden konnte. Der vordere Teil, der wohl dem Rudimente der Lamina commissuralis tecti gleich zu achten ist, schickt seine Fasern aus den tieferen Schichten des Tectum nach erfolgter Kreuzung in die gleichen Gebiete der anderen Seite. Die übrige stattliche Fasermasse läßt sich in zwei Teile sondern, die ihrer Lage entsprechend am einfachsten als Pars lateralis und Pars medialis bezeichnet werden. Die Pars lateralis strebt in ihrem Verlaufe nach hinten namentlich basalwärts und verliert sich, sich fächerförmig in dem Haubengebiet ausbreitend, unterhalb des caudalen Abschnittes des optischen Ventrikels, ein Verhalten, das man besonders deutlich auch beim Frosche finden kann.

Die Pars medialis, die sich unmittelbar dem vorgenannten Abschnitt anschließt, läßt ihre Fasern am weitesten caudalwärts verfolgen, und zwar bis in die Zellgebiete, die an der Grenze von Zwischen und Mittelhirn in nächster Nähe des Ventrikels liegen. Die meisten Zellen dieses Gebietes zeigten eine rundliche Form; daneben fanden sich aber vereinzelte multipolare Elemente und gerade zu solchen ließen sich ganze Büschel von feinen Fasern verfolgen. Vielleicht haben wir es in diesen Fasern mit den Endungen von Neuriten zu tun; daneben enthielt der Abschnitt auch Fasern von starkem Kaliber, die jedoch nicht in toto durch die ganze Commissur hindurch verfolgt werden konnten.

Die oben erwähnten spärlich vorhandenen multipolaren Ganglienzellen senden ihre Neuriten caudalwärts in das dorsale Längsbündel. Gerade bei *Petromyzon* läßt sich die intime Beziehung des Anfanges dieses Fasciculus longitudinalis dorsalis zu Anfang und Ende der Commissura posterior, sowie die räumliche Zusammengehörigkeit ihrer Kerne deutlicher nachweisen wie bei irgend einem anderen Tiere. Auch die großen vorderen Müllerschen Zellen, welche nahe dem Oculomotorius-Ursprung liegen, werden von den Endzweigen der hinteren Commissur umgeben, obwohl der Nachweis einer innigeren Beziehung nicht erbracht werden konnte. Die Neuriten der vorderen Zellen verlaufen ungekreuzt im hinteren Längsbündel caudalwärts. Es ist bekannt, daß von solchen Riesenzellen mit starken Neuriten bei höheren Fischen nur noch die Mauthnerschen Zellen des Vestibularisgebietes vorhanden sind. Der gleichen Kategorie von descendenten Hauptneuronen werden auch die ebenfalls bei diesen Tieren vorhandenen sehr großen Zellen des Dachkernes zugerechnet.[1] Bei *Petromyzon* findet sich dieser Dachkern nicht und ebensowenig ist eine absteigende mesencephalische Trigeminuswurzel nachweisbar.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß die von Johnston beschriebene Verbindung zwischen Tectum und Hypothalamus in unsern Präparaten nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Ihre Konstanz bei allen anderen Fischen macht ihre Existenz aber in hohem Grade wahrscheinlich.

Mit einigen Worten sei hier des Augenmuskelnerven, des Nervus oculomotorius Erwähnung getan. Er entspringt, wie es bereits Ahlborn beobachtet hat, aus zwei Kernen, ist gut entwickelt und besteht aus einer gekreuzten und einer ungekreuzten Wurzel. Die letztgenannte liegt weiter frontal und hat ihren Ursprung in einer Anhäufung multipolarer Ganglienzellen nahe der Austrittsstelle

[1] Es ist eigentümlich, daß die großen Ganglienzellen, wie wir sie auch bei manchen Evertebraten so häufig finden, im Verlaufe der höheren Entwicklung mehr und mehr verschwinden und allem Anscheine nach durch eine größere Anzahl kleinerer Zellen ersetzt werden. Möglicherweise hängt dies zusammen mit der größeren Differenzierung der Impulse, mit der größeren Mannigfaltigkeit der Wege bei den höheren Vertebraten, während wir bei den niederen Formen zwar sehr kräftige aber allgemein wenig differenzierte Reflexe finden. Schon B. Haller wies darauf hin.

des Nerven aus dem Gehirn und liegt somit weit peripher. Die gekreuzte Wurzel ist die caudalere; sie zieht an der ungekreuzten entlang nach oben der Mittellinie zu, tritt durch die Raphe zur anderen Seite und endet im contralateralen Kern. Dieser mediale Oculomotoriuskern liegt in einer schrägen Ebene zwischen der Raphe und dem lateralen Kern und zeigt seinen ansehnlichen Breitendurchmesser. Auch dieser Kern zeigt schon ausgebildete multipolare Ganglienzellen (Taf. 17, Fig. 16).

Der Kern des naturgemäß viel schwächeren Nervus trochlearis liegt beträchtlich weiter caudal und dorsal, nahe dem Aquädukt, unterhalb des Velum. Von der Kreuzung im frontalsten Abschnitte des Velum lassen sich die Fasern dieses Nerven leicht etwas frontal und nach unten verfolgen und erreichen bald eine Gruppe von etwa fünf bis acht großen multipolaren Ganglienzellen, die in der frontalen Fortsetzung des Trigeminuskernes liegen; in diesem als Isthmus zu bezeichnenden Teile sind die Verhältnisse bei *Petromyzon* sehr gedrängt.

Beide Kerne, namentlich aber der Doppelkern des Oculomotorius, erhalten Fasern aus dem dorsalen Längsbündel.

In der Gegend der Oculomotoriuskerne kreuzt eine Faserbahn X, deren enorm dicke Bündel jederseits aus einem Kern stammen, welcher weit lateral am frontalen Ende des Lobus staticus gelagert ist. Seine im wesentlichen spindelförmigen Zellen und die Bahn sind schon von Johnston gesehen worden. Nach der Kreuzung, die direkt hinter und unter dem Gebiet der Oculomotoriuskerne anfängt, sind die Fasern nicht mehr sicher von den spino-thalamischen zu trennen. Man hat den Eindruck, daß ein Teil derselben sich nach den Oculomotoriuskernen begiebt, ein anderer in den Thalamus gerät. Es ist schwer zu sagen, welches das Homologon dieses Zuges bei den anderen Vertebraten ist. — Johnston hält ihn für etwas nur bei den Cyclostomen vorkommendes, was wohl nicht zutreffend ist. Wohl wäre es möglich, daß die Ansicht von Clark zutrifft, daß wir hier den eigenartigen Zug vor uns haben, welcher bei Teleostiern (Goldstein) aus der Gegend des Ganglion isthmi zum Hypothalamus zieht.

Kappers aber sieht in ihm eine von dem Octavuskerngebiet stammende Bahn zu den Augenmuskelkernen, die er Tractus octavo-motorius (cruciatus) genannt und auch bei anderen Fischen beschrieben hat. — Ihr Homologon bei den Säugern findet er in den Fasern, welche den Deiters'schen Kern via dorsales Längsbündel mit dem Oculomotoriuskern und Umgebung verbinden (Cajal). Den hier geschilderten Ursprungskern bezeichnet er als Nucleus octavo-motorius anterior und nimmt an, daß er durch den langen Lobus acusticus von dem gleichartigen Nucleus posterior geschieden ist, mit ihm zusammen aber das System darstellt, welches im Deiters'schen Kern der Säuger wieder einheitlich geworden ist.

Cerebellum.

Das Cerebellum ist bei *Petromyzon* nur gering entwickelt, so gering, daß es bis zu Serres' Zeit diesem Tiere sogar abgesprochen wurde. Im caudalen Anschluß an Velum und Tectum zeigt es sich als kleiner Wulst, dessen Höhe noch nicht die Hälfte der Tectumhöhe erreicht. Auf Sagittalschnitten erweist es sich als eine fast gerade aufsteigende Platte, welche dorsal in das Ependym des vierten Ventrikels übergeht, und Frontalschnitte zeigen, daß es so schmal ist, daß es die Oblongata nicht überragt.

Seine histologische Struktur, sein Aufbau aus Granularzellen, deren größere Elemente wohl den Purkinjezellen entsprechen, und aus einer Molekularschicht, ist durch Schaper (9) bekannt.

Der Lobus acusticus, der unmittelbar hinter dem Kleinhirn beginnt, ist nicht verdickt, sondern erweist sich eher als eine sich nach oben verjüngende schmale Leiste, die nach innen umbiegend, allmählich in den dorsalen Abschnitt des Cervicalmarks übergeht. Die Lobi vagales bilden eine kaum gegliederte geringe Vorragung in den rhombischen Ventrikel. Nach hinten wird durch ihre gegenseitige Verschmelzung die Commissura infima gebildet.

Für die Verbindungen des Kleinhirns wird auf die Arbeiten von Johnston und Clark verwiesen. Des nur gering entwickelten Tractus cerebello-lobaris wurde schon bei der Beschreibung des Zwischenhirns gedacht.

Auch Johnston hat ihn erwähnt. Ein weiterer feinfaseriger Zug soll nach Clark in das Tectum des Mittelhirns gehen, Tractus cerebello-tectali[8]. Caudal davon giebt es nach Clark einen Tractus tegmento-cerebellaris, identisch mit Johnstons Bogenfasern zur Haube.

Aus sensibelem Gebiete treten in das Kleinhirn ein sehr dünner Tractus spino-cerebellaris und kräftige Faserzüge, welche die Hauptmasse des Kleinhirnmarkes bilden, aus dem Trigeminus und Acusticus.

Diese Züge kreuzen zumeist im Kleinhirn, das überhaupt kaum mehr ist als ein dünner Querlappen zwischen beiden Lobis staticis.

Oblongata.

Von den Bahnen der Oblongata sei das nachfolgende hervorgehoben. Den basalen und lateralen Teil der Oblongata nehmen die Tractus tecto-bulbaris und bulbo-tectalis ein; sie sind weit caudalwärts zu verfolgen. Die Mehrzahl ihrer Fasern scheint in dem Gebiete unterhalb der Octavus- und Lateraliskerne zu enden respektive anzufangen. Es war jedoch nicht möglich, hier genau Anfangs- oder Endpunkt festzustellen. Es ist aber bei *Petromyzon* zwischen den Eintrittsstellen von V und VIII eine basale graue Substanz deutlich entwickelt, die vielleicht die gleiche Bedeutung für die tecto-bulbaren Fasern haben wird, die für das basale Oblongatagrau in dieser Gegend bei andern Fischen nachgewiesen werden konnte.

Die mesencephalische und thalamische Schleife setzt sich größtenteils aus den feinkalibrigen Fibrae arcuatae zusammen, welche aus dem gesamten äußeren sensiblen Felde die Raphe überschreiten und sich fast alle in dem Schleifengebiet der Oblongata verlieren.

Sehr groß ist die Zahl der feinen Fibrae arcuatae dorsales in unmittelbarer Nähe des Octavuskernes, und hier dürften diese Fasern dem Fasciculus longitudinalis lateralis entsprechen, der sich bekanntlich auch bei anderen Fischen aus den dorsalen Bogenfasern dieser Gegend bildet und dann oberhalb der eigentlichen thalamischen Schleife, medial von den Tectumfasern, in dem hinteren Abschnitte des Graues am Boden des optischen Ventrikels endet. Als distinkter Fasciculus longitudinalis lateralis können sie aber mehr frontal bei *Petromyzon* nicht mit Sicherheit von den übrigen Schleifenfasern abgetrennt werden, ebensowenig wie wir einen Torus semicircularis erkennen konnten. Dieses Verhalten erinnert sehr an die Selachier, wo wir ebenfalls diese mehr diffuse Anordnung finden.

Die eigentliche thalamische Schleife entsteht vor allem aus den feinen Fibrae arcuatae mediales et externae ventrales, welche nach erfolgter Kreuzung in der Raphe unterhalb der Fibrae dorsales enden und welche ihren Ursprung namentlich in dem hinteren Abschnitt des äußeren sensiblen Feldes haben, nahe dem Kern der absteigenden sensiblen Trigeminuswurzel, dem Nucleus

spinalis N. VIII und den sog. Kernen der Hinterstränge. Aus diesem Grenzgebiet von Medulla cervicalis und oblongata kommt eine große Menge äußerer Bogenfasern, die an der Basis nahe der Austrittsstelle der Nn. occipito-spinalis kreuzen; sie bilden ein Vorstadium der Olivenzwischenschicht der höheren Vertebraten.

Von dem hinteren Längsbündel ist zu erwähnen, daß die großen Müllerschen Zellen, wie sie namentlich im Trigeminus- und Acusticusgebiet vorkommen, ihre Fasern in dasselbe hinein schicken. Da die Zahl dieser Zellen eine relativ geringe ist, ist dementsprechend auch die Anzahl der Fasern dieses Bündels nicht groß und es besteht in der Vertikalebene des N. octavus etwa aus sechs bis sieben dicken Fasern auf jeder Seite; nur ein Teil derselben hat sich gekreuzt. Dagegen wird das Bündel unmittelbar hinter dieser Ebene bedeutend verstärkt durch ebenfalls sehr dicke Fasern aus dem Tuberculum acusticum et laterale. Und ebenso wie der mächtige gekreuzte Zug aus dem vorderen Abschnitt dieses Tuberculum zu den Oculomotoriuskernen klar und deutlich zu verfolgen war, ließ sich auch diese Bahn besonders genau in ihrem Verlaufe erkennen. Dieser Umstand ist bedingt durch die äußerst geringe Entwicklung der eigentlichen Kleinhirnbahnen, die sonst das Studium dieser Systeme erschwerte.

Im caudalen Abschnitt des Octavosgebietes liegt ein Kern mit großen multipolaren Zellen. Dieselben senden ihre Achsenzylinder zu gleichen Teilen in und unter das Areal ees gleichseitigen und des contralateralen Längsbündels. Das so entstehende System umfasst mehr als zwei Drittel der hinteren Längsbündelfaserung, mit der es sich bis in die Ventralstränge des Rückenmarkes verfolgen läßt.

Gleichartige Verbindungen sind bekanntlich aus dem Deiters'schen Kern der Säuger zum Rückenmark beschrieben worden. Ebenso kennt man sie von Teleostiern, Selachiern und Amphibien Das vielleicht als Tractus octavo-spinalis zu bezeichnende System gehört sicher zu dem statischen Apparat des Rückenmarkes. Es ist mir wahrscheinlich, daß die oben beschriebene Bahn X der frontale Abschnitt desselben Systems ist. Ich (Kappers) habe beide schon früher als Tractus octavo-motorius zusammengefaßt.

Ein klares Bild läßt sich bei *Petromyzon* von dem gut entwickelten N. trigeminus entwerfen. Seine sensible Wurzel besteht aus zwei Teilen; von diesen schickt der vordere sofort nach dem Eintritt in die Oblongata seine Fasern nach oben in den frontalen Abschnitt des Lobus staticus und von da wie es scheint in das Cerebellum. Dort scheinen sie zu kreuzen. Dieser kleinere Teil der ganzen Wurzel wurde auch von Johnston und Clark beschrieben. Der weitaus größte Teil begibt sich unmittelbar nach seinem Eintritt in die Oblongata caudalwärts und bildet den Tractus descendens nervi trigemini. Er wird in seinem Verlaufe allmählich schmäler durch Abgabe von Fasern an die kleinen ihn begleitenden spindelförmigen Zellen, endet aber dennoch mit seiner Hauptmasse erst an der Grenze von Oblongata und Cervicalmark, wo der vierte Ventrikel sich bereits wieder geschlossen hat. An dieser Stelle liegen ihm medial die Endigung des absteigenden Octavus und Lateralis und der Nucleus funiculi posterioris (Johnston) an.

Die motorische Quintuswurzel besteht, wie schon Ahlborn erwähnt hat, ebenfalls aus zwei Teilen. Von diesen endet der obere nahe der Eintrittsstelle in den großen radiär gestellten Zellen, welche wie Säulen unter dem Ependym des vierten Ventrikels liegen (Taf. 17, Fig. 20). Der andere Teil begleitet ventral eine Strecke die sensible absteigende Trigeminuswurzel und endet in der Medulla spinalis und zwar in den großen ventro-lateralen motorischen Zellen. An dieser Tatsache,

die übrigens schon von Ahlborn konstatiert wurde, ließen unsere Präparate nicht zweifeln. Der Nachweis einer mesencephalischen Wurzel ist mir nicht gelungen.

Der Nachweis eines Nervus abducens stößt auf große Schwierigkeiten. Ahlborn verlegt seinen Ursprung in die Nähe des V. Kernes, Johnston beschreibt motorische Fasern aus der Region unterhalb des Facialiskernes als solche. Unsere Präparate zeigten in der Region des Facialis-Eintrittes zwischen der Wurzel dieses Nerven und der Mittellinie ganz feine Fasern, welche in die Oblongata ziehen und dort weit medial ihr Ende finden. Mit völliger Sicherheit können sie nicht als Abducens bezeichnet werden, namentlich da einige Präparate an dieser Stelle durch die Silbermethode geschwärzte feine Kapillaren zeigten, welche in der gleichen Richtung verliefen. Ein wohl abgegrenzter Kern läßt sich nicht finden. Da der periphere Nerv fast ganz mit dem V. zusammenläuft, dürften Zellen an der V. Region seinen Ursprung bilden.

Der Nervus octavus tritt gemeinsam mit dem Nervus lateralis anterior ein und zwar liegt seine Wurzel sowohl an der Eintrittsstelle als auch auf ihrem Verlaufe in der Oblongata unterhalb des vorderen Lateralis und etwas lateral davon (Taf. 17, Fig. 20). Auch erstrecken sich ihre Fasern weiter frontal als diejenigen des Lateralis. Sie ziehen eine Strecke frontal und senken sich dann in das Kleinhirn ein, wo sie kreuzen. Ein Teil der Fasern jedoch endet ungekreuzt auf der gleichnamigen Seite, wie es schon von Johnston und Clark beobachtet wurde. Die dorsal eintretende Wurzel gehört dem N. lateralis anterior zu und sie bleibt in ihrem ganzen Verlaufe deutlich oberhalb und etwas medial von den Fasern des Octavus. Ihre Fasern enden im Tuberculum acusticum der gleichen Seite, während sie sich schon auf dem ganzen Wege um die spindelförmigen und kleinen multipolaren Ganglienzellen herum aufsplittern, welche sie begleiten und in der Nähe der Austrittsstelle am reichlichsten sind. Beide Wurzeln aber geben wohl Endverästelungen oder Collateralen an den vorderen Octavo-motoriuskern ab.

Die absteigenden Wurzelbündel beider Nerven ziehen gemeinsam caudalwärts und in ihrem Umfange allmählich abnehmend geben sie Fasern oder Collateralen an den hinteren Octavo-motoriuskern ab. Sie enden, lateral begleitet von der absteigenden sensiblen Quintuswurzel, in dem medialen Teile des Endgebietes der Hinterstrangfasern, und zwar liegt der Nucleus spinalis Nn. VIII etwas dorsal von dem Trigeminuskern. Aus diesem caudalen Endgebiet der beiden Nerven sowie aus dem benachbarten Grau der Hinterstränge ziehen zahlreiche äußere Bogenfasern in das Areal der thalamischen Schleife.

Im Anschluß hieran soll der Nervus lateralis posterior Erwähnung finden, der gemeinsam mit dem Nervus glossopharyngeus eintritt und dann in dem unteren und lateralen Teile des sensiblen Feldes frontalwärts zieht. Seine Fasern liegen gänzlich peripher und enden etwas frontal von dem hinteren Octavo-motoriuskern in dem gleichen Gebiet, das von den absteigenden Fasern der oben erwähnten Nerven (VIII und lat. ant.) durchzogen wird. Als zentrales Gebiet der drei genannten Wurzeln müssen wir die zahlreichen kleinen runden Zellen betrachten, welche den Lobus staticus zwischen den beiden großen Kernen des Octavio-Motorius-Systemes füllen.

Der Nervus facialis besteht aus einer größeren motorischen und einer kleineren sensiblen Wurzel. Die motorischen Fasern verlaufen sowohl untermischt mit den sensiblen Fasern der absteigenden Trigeminuswurzel als auch oberhalb und vereinzelt unterhalb derselben. Ihre Ganglienzellen liegen zwischen den Wurzelfasern zerstreut dorsal von dem absteigenden sensibelen Quintuszuge. In den gleichen Zellen scheinen auch die mehr medial liegenden Fasern

zu enden, die einen etwas nach lateral gebogenen Verlauf zeigen. Eine Kreuzung konnte nicht konstatiert werden.

Die sensible Facialiswurzel ist, wie auch das ganze System des IX. und X. Nerven, welchen sie angehört, äußerst schwach entwickelt und besteht aus sehr feinen Fasern, die zwischen den oberen motorischen Fasern hindurch ziehen und in dem vorderen Abschnitt der Lobi des Vagus ihr Ende finden. Die Endigung liegt nahe der Eintrittsstelle und daher ist ein Verlauf nach rückwärts, wie wir ihn deutlich bei anderen Fischen finden, hier kaum angedeutet.

Wie oben erwähnt, sind die Wurzeln des N. glossopharyngeus und N. vagus sehr klein. Der erste Nerv verläuft in Begleitung des Nervus lateralis posterior und zwar erscheint sein sensibler Teil bedeutend größer als der mehr ventral eintretende motorische. Der Kern ist mehr dorsal gelagert und zeigt neben kleinen Zellen ein sehr feines Fasernetz. Der motorische Kern liegt unmittelbar neben dem sensiblen.

Die Vaguswurzeln sind noch kleiner als die vorgenannten; ihre Verfolgung ergab mit einiger Sicherheit einen gleichen Ursprung und gleiches Ende mit dem N. glossopharyngeus. Auch konnten keine sekundären Bahnen der beiden Nerven gefunden werden und ebensowenig fanden sich ein Rindenknoten, eine sogenannte Vago-trigeminalbahn oder ein Tractus gustatorius secund. descend. im Herrickschen Sinne.

Die Commissura infima kommt erst da zustande, wo sich die äußeren sensiblen Felder der Oblongata aneinander angeschlossen haben, und zwar bildet sie sich durch Vereinigung der feinen Netzwerke der sensiblen Vagusgebiete. Dabei treten Fasern der einen Seite auf die andere über, wahrscheinlich sekundäre Fasern aus den kleinen Zellen des Kernes. Dagegen lassen sich keine eigentlichen Wurzelfasern in die Commissur hinein verfolgen.

Schlussübersicht und Tafelerklärung.

(Taf. 17.)

In Folgendem soll eine Demonstration der Tafeln derart erfolgen, daß gleichzeitig das in der vorstehenden Arbeit überhaupt Erreichte kurz rekapituliert wird.

Fig. 1. Frontalschnitt durch die Bulbi olfactorii. Lateral: die Glomeruli und der Tractus bulbo-corticalis (b. c.). Medial: Commissura anterior (c. a.).

Fig. 2. Frontalschnitt durch den Lobus olfactorius. Dorsaler Verlauf der Commissura anterior (c. a.). Mittel- und Seitenventrikel.

Fig. 3. Frontalschnitt durch die Gegend des Praethalamus. Dorsal: der Epiphysennerv (E. N.), Praethalamus, caudaler Abschnitt des Lobus olfactorius, Tractus olfacto-habenularis und Tractus olfacto-tegmentalis. Ventral: der Tractus strio-thalamicus, die Decussatio supra-optica und das Chiasma. Man beachte auch unter dem Ventrikelepithel die Platte, welche den Kern des zentralen Höhlengraues bildet.

Fig. 4 und 5. Schnitte dicht vor dem Ganglion habenulae. Der Tractus olfacto-habenularis taeniae, Tractus olfacto-tegmentalis, die supra-optischen und optischen Kreuzungen. In Fig. 5: Kreuzung der Taenia im Ganglion habenulae.

Fig. 6. Schnitthöhe des Ganglion habenulae, Größe des rechten Ganglions, Ursprung des Tractus habenulo-peduncularis, Nucleus secundus-thalami. Lateral von ihm die Decussatio supra-optica. Der Tractus spino-thalamicus und der Tractus olfacto-tegmentalis nahe seiner Endigung. Besondere Entwicklung des zentralen Höhlengraues.

Fig. 7. Schema. In einen Sagittalschnitt sind die ermittelten Faserzüge eingetragen. Alle bezeichnet.

Fig. 8. Sagittalschnitt. Verlauf der Commissura anterior. Ursprung des Tractus strio-thalamicus gut sichtbar. An der Außenseite des Mittelhirns tritt der Opticus herab, zu welchem von hinten her die Fasern der Commissura postoptica streben. Ganz caudal die auf S. 441 beschriebene Faserung X.

Fig. 9. Sagittalschnitt weiter medial als 8. Im Vorderhirn: Commissura anterior und Traetus olfaeto-tegmentalis besonders deutlich. Im Hypothalamus: der Tractus fronto-infundibularis, der Tractus spino-thalamicus. Dorsal: die mächtige Einstrahlung der Taenia. Dahinter der Nucleus 1 und 2 thalami und die Commissura posterior. Am austretenden Oculomotorius ein Ganglion. Dicht davor eine Kreuzung des Tractus olfacto-tegmentalis (?). Caudal im Cerebellum die mächtige Octavus-Kreuzung.

Fig. 10. Sagittalschnitt nahe der Mittellinie. Außer den in Fig. 9 erwähnten Faserzügen Tractus habenulo-peduncularis, Commissura posterior. Man beachte die häutige Bedeckung des frontalen Tectumabschnittes und den Epiphysen-Nerven aus der Commissura posterior.

Fig. 11. Horizontalschnitt ganz basal. Opticus und Commissura postoptica. Einstrahlung spinaler und bulbarer Züge in den Hypothalamus. Austritt des Oculomotorius.

Fig. 12 und 13. Weitere Horizontalschnitte. Der von Fig. 13 geht durch die Commissura posterior. Alle Bezeichnungen sind eingeschrieben.

Fig. 14. Horizontalschnitt. Frontal die Commissura anterior, caudal die Commissura posterior.

Fig. 15. Horizontalschnitt ganz dorsal. Man erkennt hier vorn die Einstrahlung des Olfactorius, hinten am Vorderhirn das Verhalten der Riechstrahlung sehr gut. Man beachte das Einstrahlen und Kreuzen der Taenien.

Fig. 16—21. Frontalschnitte vom hinteren Abschnitt des Mittelhirns bis zur Vagusgegend.

Fig. 16. Geht durch die Ursprungsgegend des Oculomotorius. Die zerstreuten Zellen seines Kernes, die Kreuzung der Wurzeln sind bemerkenswert. Ventral von den letzteren die Kreuzung von der Bahn X. Dorsal Tractus spino- et bulbo-thalamicus und dorsales Längsbündel. Ganz dorsal strahlen der Opticus, Commissura posterior und Traetus teeto-bulbaris ein.

Fig. 17. Schnitt direkt vor dem Cerebellum. Trochlearis und eintretende Cerebellar-Wurzeln des Quintus. Kreuzung der tecto-bulbaren Fasern.

Fig. 18. Ursprungszellen der Bahn X und Cerebellargegend.

Fig. 19. Verlauf des Vestibularis nahe dem Kleinhirn. Motorischer V—VII-Kern und Wurzeln.

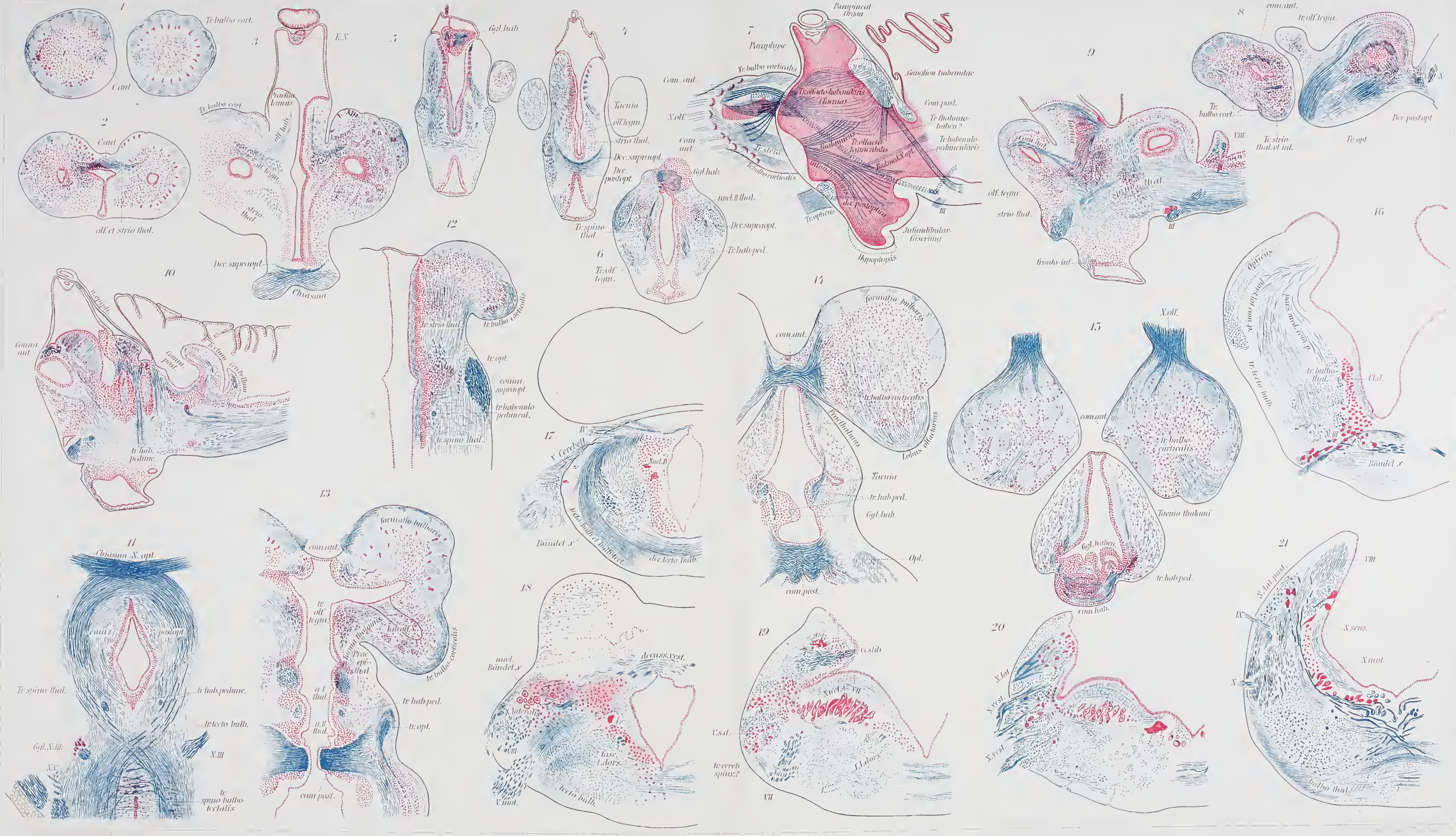
Fig. 20. Eintrittsgegend der Octavus- und Lateralis-Wurzeln. Fortsetzung der großen motorischen Kernsäule.

Fig. 21. Vagusgegend. Durchflochten von den mächtigen Fasern des vestibulo-spinalen Systems. Vaguskerne. Schleifen-Kreuzung.

Literaturverzeichnis.

1. Ahlborn, Friedrich: Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. („Zeitschr. f. wiss. Zool." Bd. 39. Litt.)
2. Edinger, L.: Untersuchungen über die vergl. Anatomie des Gehirns. 1. Vorderhirn. („Abh. d. Senck. Naturf. Gesellsch." Bd. 15, 1887/88.)
3. Langerhans: Untersuchungen über *Petromyzon planeri*. Freiburg, 1875.
4. Studnička, F. K.: Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Vorderhirns der Cranioten. I. u. II. („Sitz.-Ber. d. Kgl. böhm. Ges. d. Wiss., Math.-nat. Klasse." 1895 u. 1896.)
5. — Die Parietalorgane. (Fünfter Teil d. „Lehrb. d. vergl. micr. Anat. d. Wirbeltiere" [Dr. A. Oppel], 1905.)
6. Johnston, J. B.: The brain of *Petromyzon*. („Journal of the comparat. Neurol." XII. 1902.)
7. Edinger, L.: Über die Herkunft des Hirnmantels in der Tierreihe. („Berl. Klin. Woch.", 1905. [Nr. 43.])
8. — Die Deutung des Vorderhirns bei *Petromyzon*. („Anat. Anz." XXVI, 1905.)
9. Schaper: Zur Histologie des Kleinhirns bei *Petromyzon*. („Anat. Anz." XVI, 1899.)
10. Clark, W. B.: The cerebellum of *Petromyzon fluviatilis*. („Journ. of Anat. and Physiol." Vol. XI. 1906.)
11. Goldstein, K.: Untersuchungen über das Vorderhirn und Zwischenhirn einiger Knochenfische. („Arch. f. micr. Anat." Bd. 66. 1905.)
12. Ariens Kappers: The structure of the Teleostean and Selachian Brain. („Journ. of comp. Neurol." Vol. XVI. 1906.)
13. Mayer, Friedrich: Das Zentralnervensystem von *Ammocoetes*. („Anat. Anz." XIII. 1897.)
14. Guiseppe Sterzi: Morfologia e sviluppo della Regione infundibolare e dell' Ipofisi nei *Petromizonti*. („Arch. di Anat. et di Embr." III. 1904.)
15. Retzius, G.: Über den Bau des sog. Parietalauges von *Ammocoetes*. („Biol. Untersuch." N. F. Bd. VII. 1895.)

Druck von Aug. Weisbrod, Frankfurt a. M.


Tr. bulbo cort.
Cant.
olf. et strio thal.
Dec. supraopt.
Chiasma
Ggl. hab.
Taenia
olf. tegm.
strio thal.
Dec. supraopt.
Dec. postopt.
Ggl. hab.
Tr. spino thal.
Dec. supraopt.
Tr. hab. ped.
Paraphyse
Paraphyse
Paraphyse
Ganglion habenulae
Com. post.
Tr. opticus
Hypophysis
Com. ant.
N. olf.
olf. tegm.
strio thal.
fronto-int.
Tr. bulbo cort.
Tr. opt.
Dec. postopt.
Comm. ant.
Comm. post.
tr. hab. pedunc.
Chiasma N. opt.
comm. postopt.
Tr. spino thal.
Tr. hab. pedunc.
Tr. tecto bulb.
N. III
Ggl. N. III
formatio bulbaris
com. ant.
lob. olf.
tr. bulbo corticalis
tr. hab. ped.
tr. opt.
com. post.
tr. bulbo corticalis
tr. strio thal.
tr. opt.
tr. spino thal.
V. Cerebell.
Bündel x
dec. tecto bulb.
decuss. vest.
tecto bulb.
V. mot.
com. ant.
formatio bulbaris
tr. bulbo corticalis
Lobus olfactorius
Taenia
tr. hab. ped.
Ggl. hab.
Opt.
com. post.
N. olf.
com. ant.
tr. bulbo corticalis
Taenia thalami
Ggl. haben.
tr. hab. ped.
com. hab.
Opticus
Bündel x
v. stib.
f. l. dors.
N. lat.
N. vest.
VIII
X. sens.
X. mot.
bulbo thal.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft

Jahr/Year: 1906-1908

Band/Volume: 30_1906-1908

Autor(en)/Author(s): Schilling Karl

Artikel/Article: Über das Gehirn von Petromyzon fluviatilis 423-446