

Ralph J. Meader

Received from the author March 25, 1933.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 60. N:o 7.

qQL
638.15
.M9
H65
1919
FISH

ZUR ANATOMIE DES GEHIRNS VON MYXINE

VON

Dr. NILS HOLMGREN

MIT 27 TEXTFIGUREN

STOCKHOLM

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN

R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON

WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS

LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

Faint header text at the top of the page, possibly including a date or page number.

Main body of faint text, likely the primary content of the document, possibly a list or a series of entries.

Faint text at the bottom of the page, possibly a footer or concluding remarks.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 60. N:o 7.

ZUR ANATOMIE DES GEHIRNS VON MYXINE

VON

Dr. NILS HOLMGREN

MIT 27 TEXTFIGUREN

STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1919

18
29
54

THE HISTORY OF THE CITY OF BOSTON

BY

JOHN B. HENNING



Die Kenntnis der Cyclostomengehirne ist in der letzten Zeit durch die Arbeiten von JOHNSTON (1902, 1912) in hohem Grade befördert worden. Seine Studien über die Gehirne einiger Petromyzonten scheinen der Art zu sein, dass sie auf die Deutung des *Myxine*-Gehirnes Einfluss ausüben könnten. JOHNSTON hat, wie es scheint, gezeigt, dass bei *Petromyzon* der »Präthalamus« der Autoren als ein Primordium hippocampi aufgefasst werden kann. Dies scheint eine Nachprüfung an *Myxine* zu indizieren.¹

Der feinere Bau des Gehirns von *Myxine* ist noch zu wenig bekannt, um einen genaueren Vergleich mit anderen niederen Vertebraten zu gestatten. Um einen festen Boden für den Vergleich zu gewinnen, habe ich eine Durcharbeitung des *Myxine*-Gehirns vorgenommen. Dabei wurde aber das Myelencephalon ziemlich ausser Acht gelassen, indem über dieses Gebiet schon die sehr guten Studien von WORTHINGTON (1905), AYERS und WORTHINGTON (1908, 1911), KAPPERS und RÖTHIG (1914) vorliegen.

Als Grundlage für diese Studie liegen mir ca. 40 Cajal-Serien und ca. 200 Golgi-Serien vor. Ausserdem besitze ich einige Serien für Zellstudien (Kresylviolett-färbung) und einige nach gewöhnlichen histologischen Methoden behandelte Schnittreihen.

Die besten Resultate mit der Cajal-Methode bekam ich an Gehirnen, welche längere Zeit in 96 % Spiritus aufbewahrt gewesen. Solche Gehirne wurden 4 Tage in 1 % Silbernitratlösung bei ca. 38° C behandelt. Paraffinschnitte von 15—25 μ Dicke wurden angefertigt.

Die Golgische Methode gab erstaunlich schöne Bilder mit wenigen Niederschlägen, wenn die Gehirne erst 24 Stunden in 10 % Formalin (nicht neutralisiert) gelegen hatten und dann nach flüchtiger Wässerung in das Bichromat-Osmiumgemisch gebracht wurden. Hier lagen sie 4—6 Tage. Celloidineinbettung. Schnittdicke 100—150—200 μ .

Da die äussere Konfiguration des *Myxine*-Gehirns wohlbekannt ist, verzichte ich auf eine Beschreibung derselben und gehe sogleich auf die feineren Bauverhältnisse ein.

¹ Ich muss aber gestehen, dass JOHNSTON's Auseinandersetzungen mich nicht ganz befriedigen. Ich hege nämlich den Verdacht, dass das Primordium hippocampi von *Petromyzon* eine ganz andere Bedeutung haben kann, nämlich diejenige eines Vorderteils der Eminentia thalami. Mein Verdacht hat aber noch nicht genügend klare Formen angenommen, dass ich ihn auf meine *Myxine*-Studien sollte einwirken lassen. Ohne Reservation kann ich aber ein Primordium hippocampi (in echtem Sinne) bei *Myxine* nicht annehmen, obschon ein Teil vorkommt, der mit JOHNSTON's Primordium hippocampi homolog ist.

Das Ventrikelsystem.

Obschon das rudimentäre Ventrikelsystem des *Myxine*-Gehirns mehrmals Gegenstand von Darstellungen gewesen ist, scheint es mir, als wären hier einige damit zusammenhängende Punkte noch nicht ganz klar. Indem das Verhalten dieses Systemes im Zwischenhirn auf die Deutung von gewissen Gehirngebieten bedeutend einwirkt, folgt nun hier schon eingangs eine kritische Darstellung desselben.

Mit Ausnahme von ANDERS RETZIUS (1822) scheinen alle Autoren, welche sich mit dem Gehirn von *Myxine* beschäftigt haben, wenigstens Teile des Ventrikelsystems gesehen zu haben. JOHANNES MÜLLER (1838) fand keine Ventrikelteile ausser denjenigen, welche mit dem Zentralkanal in direkter Verbindung stehen. WILHELM MÜLLER (1874) kannte schon das Hauptsächliche des Ventrikelsystems, wie es von späteren Verfassern beschrieben worden ist. Im vorderen Teil des Diencephalon, in der Gegend des Opticus, beschrieb er als Trigonum cinereum ein Überbleibsel des 3. Ventrikels. Dieses soll durch einen bogenförmigen Kanal mit dem Infundibulum verbunden sein. Mit diesem Kanal soll das übrige Ventrikelsystem verbunden gewesen, indem eine Reihe von zerstreuten Zellen den Weg indizieren soll, welchen diese Verbindung einst genommen hat.

Zu dieser Beschreibung haben G. RETZIUS (1893) und SANDERS (1894) sehr wenig nachzutragen. SANDERS scheint nicht einmal das Trigonum cinereum gesehen zu haben.

Die ausführlichste der älteren Beschreibungen des Ventrikelsystemes ist diejenige von HOLM (1901). Wie schon aus den Arbeiten von W. MÜLLER und RETZIUS hervorgeht, variiert die Konfiguration des Ventrikelsystemes bei verschiedenen Tieren recht beträchtlich.

HOLM (l. c.) hat eine genaue Beschreibung des Ventrikelsystemes geliefert, der ich folgendes entnehme. Der Zentralkanal teilt sich an dem vorderen Rand des Acusticum in einen dorsalen und einen zentralen Kanal. Der dorsale verschmälert sich nach vorn und obliteriert fast vollständig, kann aber bis in das Tectum opticum verfolgt werden, wo er sich erweitert, um endlich in die Fossa rhomboidalis zu münden. Die Form der Fossa rhomboidalis variiert. Am meisten entwickelt treibt sie einen Vorsprung gegen die Basis des Gehirns. Sie sendet einen Kanal nach vorn gegen das Habenularganglion und einen in das Tectum opticum. »In some individuals the canal first mentioned, which is generally considered homologous with Aqueductus Sylvii, is not entirely obliterated but may be followed below the Gang. haben. where, after widening into a small cavity, the canal bends into right angle towards the base of the brain. After about two thirds of the distance towards the base another canal leaves this one and leads in straight line and rostral direction to the Trigonum cinereum, which is thereby connected with the ventricular system, this last canal is not uncommun and it has existed in at least half the brains investigated. I call this canal 'Canalis connectens' and the vertical which gradually widens

towards the base of the brain and enters the infundibular cavity 'Canalis ventriculi tertii'.»

Durch diese Untersuchung HOLM's wurde also ein zusammenhängendes Ventrikelsystem konstatiert. Dieses System, das nach HOLM hauptsächlich aus engen, oft obliterten Kanälen besteht, wurde von EDINGER (1906) näher studiert. Er kam bei diesen Studien zu einer ganz anderen Auffassung, indem er bedeutende Überreste von Ventrikeln dort zu finden glaubte, wo die früheren Verfasser keine gefunden hatten. Auf genau orientierten Sagittalschnitten »sieht man deutlich, wenn man von dem Aquaeductus frontalwärts ausgeht, dass zunächst eine kleine, allen Autoren — auch STUDNIČKA — bisher entgangene Epiphysenausstülpung existiert, die ich übrigens nur an zwei Exemplaren sicher fand, dass aber dann ein breites Feld aus Epithelzellresten auftritt, welches genau Lage und Form des Vertebratenventrikels hat. Dorsal erstreckt es sich in das Corpus habenulae hinein, an dessen frontalem Ende es von der Commissura habenularis überquert wird. Ventral erweitert sich der sonst überall verklebte Ventrikel zu einem deutlichen Recessus preopticus — und zu einem schönen Recessus infundibularis. In der Gegend, wo der Haubenwulst erwartet werden sollte, war auch an dem besten meiner Schnitte die Grenze unsicher. Besonders interessant aber ist die frontale Ventrikelgrenze. Hier hört die Epithelplatte genau so auf, wie bei allen Vertebraten, hier liegt eine echte Lamina terminalis vor. In dieser Lamina terminalis verlaufen denn die Fasern der Commissura anterior, und in ihrer caudalen Fortsetzung liegt an der Basis die Chiasmplatte, die hier auch zum ersten Male gezeichnet wird. Man wird bemerken, dass etwa vom Centrum dieses grossen Ventrikels sehr viel weniger Epithelreste vorhanden sind. Hier berühren sich zwei mächtige Ganglien des Thalamus, um ziemlich innig mit einander zu verschmelzen.» »Die paarigen Zwischenhirnkörper, welche in der Mittellinie durch die Ventrikelreste nur partiell von einander getrennt sind, sind an ihrer ganzen Frontalseite von ebensolchen Epithelresten überzogen, wie sie im unpaaren Ventrikel gefunden wurden. Diese jederseits von der Schlussplatte ausgestülpten Epithelmassen müssen den Ventriculi laterales angehören. Sie sind immer gut von dem medialen Ventrikel her in die Lobi olfactorii lateralwärts zu verfolgen.»

Ich habe diese Angaben EDINGER's wörtlich wiedergegeben, indem sie von der grössten Bedeutung für die Identifikation einiger Strukturen im Prosencephalon (Vorderhirn + Zwischenhirn) zu sein scheinen. EDINGER hat auch darauf wichtige Schlussfolgerungen gegründet, welche später Erwähnung finden werden.

Oben erwähnte Arbeiten beziehen sich alle auf die Verhältnisse bei *Myxine*. WORTHINGTON's und STERZI's Arbeiten behandeln die Anatomie des Gehirnes von *Bdellostoma* (*Homea*) und berühren dabei auch die Ventrikelverhältnisse bei dieser Gattung. Diese Untersuchungen haben gezeigt, dass bei *Bdellostoma* das Ventrikelsystem prinzipiell ganz so ausgebildet ist, wie es von HOLM bei *Myxine* dargestellt wurde. Als »Ventricolo mesencephalico» wird von STERZI die Fossa rhomboidalis von HOLM bezeichnet, während der etwas erweiterte Zentralkanal in der Oblongata als »Ventriculo rhombencephalico» beschrieben wird.

Von der allergrössten Bedeutung für die Beurteilung des Ventrikelsystems ist

die ontogenetische Untersuchung, welcher v. KUPFFER (1916) das Gehirn von *Bdellostoma* unterzogen hat. Diese Untersuchung ist freilich nicht vollständig, indem in der Embryonalserie mehrere recht bedeutende Lücken geblieben sind, und es ist eigentlich nur ein Stadium, das hier interessiert. Es handelt sich um einen Embryo nahe dem Ausschlüpfen. v. KUPFFER bildet einen Sagittalschnitt durch diesen Embryo ab. Aus dieser Abbildung und dem beigelegten Text geht nun hervor, dass das Ventrikelsystem hier prinzipiell so entwickelt ist wie beim erwachsenen Tier, nur dass die Ventrikel nicht kanalförmig sind, sondern breite flache Spalträume darstellen, welche von einer epithelialen Schicht umkleidet sind. Die allgemeine Form der Ventrikel ist aber ganz dieselbe wie bei dem Erwachsenen. Weiter zeigt dieser Embryo, dass die Lamina terminalis schon auf diesem Stadium *nicht* wie bei anderen Vertebraten gestaltet ist, sondern teils aus einem ventralen, den Recessus opticus bildenden, dünnwandigen Teil, teils aus einem dorsalen, stark verdickten, die Commissura anterior und eine »Commissura pallii anterior« enthaltenden, mit dem Habenu-larganglion zusammenhängenden Teil besteht. Von Ventriculi laterales erwähnt v. KUPFFER in diesem Stadium leider nichts.

Es stehen also hier zwei Auffassungen über das Ventrikelsystem einander gegenüber: diejenige der älteren Forscher und diejenige von EDINGER. EDINGER's Auffassung ruht auf dem Nachweis von Epithelresten von einem ausgedehnten, medialen Ventrikelraum und ausserdem von lateralen Ventrikeln. Über die Untersuchung dieser verödeten Ventrikel sagt EDINGER: »Nur muss man sorgfältige Zellfärbungen haben, die gestatten, Epithelreste von Ganglienzellen jedesmal zu unterscheiden, eventuell muss man mit der Ölimmersion Zweifelhaftes aufklären«. Es scheint also, als wären diese Epithelreste nicht besonders auffallende Strukturen, welche sich als solche sofort dokumentieren. Die Möglichkeit scheint mir deshalb a priori nicht ausgeschlossen zu sein, dass diese als Epithelreste aufgefassten Zellen eine Deutung in EDINGER's Sinne nicht notwendig machen. Besonders scheint mir das von v. KUPFFER (1906) beschriebene *Bdellostoma*-Stadium wenigstens nicht zu Gunsten der EDINGER'schen Auffassung zu sprechen.

Um das Ventrikelsystem nebst eventuellen Epithelresten zu studieren, habe ich zahlreiche Schnittserien in verschiedenen Richtungen von verschieden alten Tieren angefertigt und an diesen Zellfärbungen ausgeführt. Ich werde nun über meine diesbezüglichen Studien berichten.

Untersuchungen an grossen *Myxine*-Hirnen, welche ich vorgenommen, konnten mir keine bestimmte Auffassung von dem Ventrikelsystem nebst eventuellen Epithelresten geben. Wohl fand ich schon an solchen Gehirnen keine Verhältnisse, welche für solche ausgedehnte Ventrikelreste sprechen, wie sie EDINGER angegeben hat, im Gegenteil sprechen meine Schnitte für eine ganz andere Auffassung. Nachdem meine Aufmerksamkeit darauf gelenkt worden war, dass das Ventrikelsystem vielleicht nicht so gedeutet werden konnte, wie es EDINGER getan, wurden hauptsächlich jüngere Tiere zur Untersuchung gebraucht. Von solchen *Myxine*-Jungen besass ich einige von recht kleinen Dimensionen von 75 mm—100 mm. (Das 75 mm-Exemplar ist das kleinste, das bisjetzt an der schwedischen Westküste erbeutet ist.)

An solchen Jungen konnte nun folgendes konstatiert werden:

1:o. *Das Ventrikelsystem ist bei den jüngsten Tieren schon röhrenförmig.*

Bei den jüngsten Tieren ist das Ventrikelsystem grösstenteils röhrenförmig, *zusammenhängend*. Es besteht also aus einem dorsalen, einem fast vertikalen und einem ventralen Teil. Der Dorsalteil bildet eine direkte Fortsetzung des Zentralkanals des Rückenmarkes und verhält sich, wie es von früheren Verfassern beschrieben wurde. Dieser Dorsalteil erstreckt sich fast bis zum hinteren Rand des Ganglion habenulae. Hier fehlte stets eine Epiphysenausstülpung des vorderen Endes des Mesencephalonventrikels, wie sie EDINGER von älteren Tieren beschrieben hat. Von der Spitze dieses Ventrikels geht aber der vertikale Teil des Ventrikelsystems hervor. Dieser bildet bei verschiedenen Exemplaren eine Röhre von abwechselndem Kaliber, die von dem dorsalen Teil oft fast rechtwinklig nach unten abbiegt, oft aber, ehe sie nach unten kehrt, sich bis zur Mitte des Unterrandes des Habernularganglion fortsetzt. Der obere Teil dieser Partie des Ventrikelsystems ist bisweilen etwas geschlängelt, dringt aber nie in die Habenula hinein, welche stets als kompakte Ganglionmasse dorsal vom Ventrikel ganz intakt liegt. Der vertikale Teil des Systemes, der dem Ventriculus tertius entspricht, gabelt sich weiter unten und bildet einen hinteren Infundibularteil und einen vorderen Recessus preopticus. Sowohl der Preopticusteil wie auch besonders der Infundibularteil können obliteriert sein. Solchenfalls bilden diese Partien auf Sagittalschnitten eine bandförmige epitheliale Bildung, welche vorn und hinten in den stets offen stehenden Preopticus- und Infundibulum-Ventrikeln endet. Dieser obliterierte Teil, wo die Seitenwände der Ventrikelhöhlung gegen einander gedrückt sind, bildet eine bogenförmige Brücke über diejenige Gehirnabteilung, welche als Chiasmabalken bezeichnet wurde. Bezüglich des Verhaltens dieser ventralen Ventrikelteile existiert schon bei den jüngsten Exemplaren eine bedeutende Variation. Bald ist der Preopticuszweig (von der Verzweigungsstelle an) offen, bald der Infundibulumzweig. Nie fand ich beide gleichzeitig offen, bezweifle aber nicht, dass bei ausgedehnteren Untersuchungen dieser Fall auch gefunden werden könnte. Der vertikale Ventrikel variiert ebenfalls bedeutend. Meistens ist er geschlossen, bei dem jüngsten Stück fand ich ihn in der dorsalen Partie offen, sonst geschlossen. Bandförmig erschien er aber nie.

Wenn die Ventrikeln geschlossen sind, enthalten sie Epithelreste.

2:o. *Eine verödete Ventrikelzone im Sinne EDINGER's existiert hier nicht.*

Bei *Myxine*-Jungen kommen solche ausgedehnte Epithelrestmassen, wie sie EDINGER bei älteren Tieren erwähnt, nicht vor. Wenn Epithelreste vorkommen, befinden sie sich im Inneren von bestimmt begrenzten, von den Seiten zusammengedrückten Ventrikeln, nie als zerstreute Reste in dem Sagittalplan des Vorderhirns. Bei jungen Tieren fand ich solche Epithelreste nur in den ventralen Ventrikelästen.

3:o. *Weder Seitenventrikeln noch Reste von solchen existieren.*

Bei den jungen Tieren existieren keine bedeutenderen Bildungen, welche als Seitenventrikeln oder Reste von solchen gedeutet werden können. Bei erwachsenen Tieren hat aber EDINGER solche beschrieben. Wenn solche wirklich bei den Erwachsenen vorkommen, so ist es vollständig unverständlich, dass sie bei den Jungen fehlen.

Es wäre wohl durchaus zu erwarten, dass sie bei jenen noch deutlicher vorkommen sollten, was aber tatsächlich nicht eintrifft.

Bei erwachsenen Tieren fand ich folgendes betreffs des Ventrikelsystems.

1:o. Das Ventrikelsystem im Vorder- und Zwischenhirn bildet keine zusammenhängende Röhre. Offen sind höchstens nur die Infundibular- und Preopticus-Partien sowie bisweilen einige kleinere ampullenartige Reste des vertikalen Ventrikelteils. Eine offene Verbindung zwischen dem dorsalen Ventrikelraum und dem vertikalen wurde nie gefunden. An denjenigen Stellen, wo das Ventrikelsystem obliteriert ist, befinden sich Epithelreste, welche die Ventrikelampullen mit einander verbinden.

2:o. Es existiert also eine verödete Ventrikelzone. Diese gewinnt aber nie eine so grosse Ausdehnung, wie es EDINGER gefunden hat, sondern beschränkt sich auf ein Gebiet, das genau demjenigen entspricht, das bei den jüngsten Tieren von der Ventrikelröhre eingenommen ist. Besonders hebe ich hervor, dass die Ventrikelreste nie bis zur nächsten Nähe des Vorderrandes des Sagittalschnittes sich erstrecken, und dass keine solche Epithelreste im basalen Teil des Ganglion habenulae vorkommen.

3:o. Reste von Seitenventrikeln kommen nicht vor.

Nach dem Obenstehenden geht hervor, dass bei *Myxine* die Lamina terminalis nicht ohne weiteres als eine gewöhnliche Lamina terminalis aufgefasst werden kann.

Was sind denn die als Seitenventrikeln beschriebenen Bildungen?

Es versteht sich natürlich von selbst, dass bei *Myxine* Strukturen vorkommen müssen, welche Seitenventrikeln wenigstens vortäuschen können. Hat doch EDINGER solche Bildungen beschrieben und vorzüglich abgebildet. So lange ich meine Untersuchung auf nur erwachsenen Tieren basierte, galt es für mich als sicher, dass die von EDINGER als Reste von Seitenventrikeln aufgefassten Bildungen auch solche seien. Aber sobald ich die Untersuchung auf ein junges Tier erweitert hatte, wurde es mir sofort klar, dass diese »Ventrikelreste« eine ganz andere Bedeutung haben. Es zeigte sich nämlich, dass sie bei Jungen recht weit von dem hier wenig obliterierten Ventrikelsystem gelegen sind, und dass kein Zusammenhang damit existiert. Bei älteren Exemplaren aber treten Lageverschiebungen ein, welche dazu führen, dass die »Seitenventrikeln« nach hinten verschoben werden und in die Nähe des vertikalen Ventrikels kommen.

Um die in Frage stehenden, seitenventrikelähnlichen Bildungen zu erklären, will ich an einige Verhältnisse erinnern, welche teils schon an dem intakten Gehirn, teils an präzis orientierten Sagittalschnitten hervortreten. An einem von oben gesehenen Gehirn fällt beiderseits der Ganglia habenulae jene tiefe Furche ins Auge, welche das Ganglion vom Vorderhirn trennt. Im Sagittalschnitt bemerkt man, wie vom vorderen Rand des Gehirns unmittelbar unterhalb der Habenula eine tiefe, schmale Einsenkung vorkommt, welcher dorsal die Vorderpartie des Meynertschen Bündels dicht anliegt. Diese Einsenkung und die lateralen Grenzfurchen der Habenula hängen mit einander lateral zusammen. An einem Querschnitt (Fig. 1) durch das Gehirn, der durch den vorderen Teil der Habenula geht, bemerkt man nun besonders bei den jüngsten Tieren, dass die Grenzfurche (Gf) sich tief in das Gehirn

beiderseits des Meynert'schen Bündels hinein senkt. Unterhalb der Habenula ist das Lumen der Einsenkung freilich obliteriert, behält aber in der Anordnung der Wandzellen derselben seinen Charakter als Einstülpung bei. Etwas tiefer unterhalb des Meynert'schen Bündels sieht man nun, wie die Zellschicht der Wand der Einsenkung nach beiden Seiten umbiegt (d. Umb.) und in fast horizontaler Richtung lateralwärts zieht. Ebenso bemerkt man, dass eine Schicht von ähnlichen, mit der vorigen Schicht in Kontakt stehenden Zellen von der Seite nach der Mediallinie kommt (v. Umb.). Diese beiden Schichten, die dorsale und die ventrale, stellen die Wände

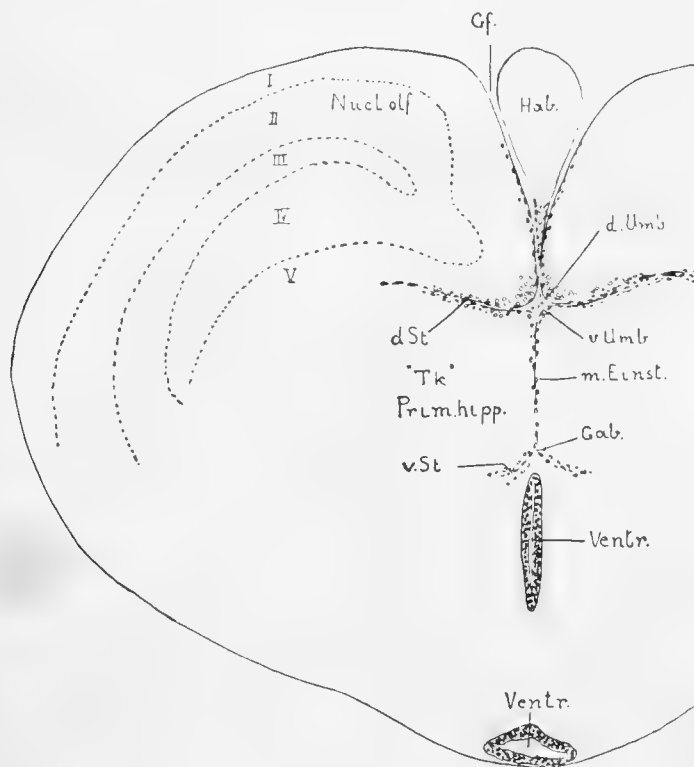


Fig. 1. Querschnitt durch die Hemisphäre, um die mediale Einstülpung, welche das »verödete Ventrikelfeld« bildet, zu zeigen. d. Umb. = dorsale Umbiegung der Einstülpung. d. St. = dorsale Seitentasche. Gab. = Gabelung der Einstülpung. Gf. = Grenzfurche des Habenularganglions. Hab. = Habenularganglion. m. Einst. = mediale Einstülpung. Nucl. olf. = Nucleus olfactorius. Prim. hipp. = Primordium hippocampi = »Tk.« = »Thalamuskern«. Ventr. = Ventriculus. v. St. = Ventrale Seitentasche. v. Umb. = ventrale Umbiegung. I—V = Schichten der Hemisphärenwand.

einer obliterierten, flachen Seitentasche der medialen Einsenkung dar. Diese Seitentaschen (d. St.) stellen teilweise die von EDINGER beschriebenen Seitenventrikel dar. Damit ist aber die Natur der medialen Einsenkung nicht klargelegt, denn unterhalb der Ausgangsstelle der Seitentaschen setzt sich die Medialeinsenkung, freilich ohne Lumen und ohne regelmässige Begrenzungsschichten und nur von länglichen Zellkernen und dorsiventral verlaufenden Blutgefässen markiert, weiter ventralwärts fort (m. Einst.). Bald ehe sie den Preopticusast des Ventrikelsystemes erreicht hat, gabelt sie sich (Gab.) und die Spaltreste umfassen den »Thalamuskern« auch von der Ventralseite. Ich betone aber, dass die Ventralpartien des Medialspaltes durch Ver-

wachung der beiden Seitenpartien auf kleine aber jedoch ziemlich deutliche Reste reduziert sind (v. St.).

Der oben beschriebene Medialsplatt trennt somit die Vorderhirnklappen teils von einander, teils von der Habenula, umgreift dann mit seinen dorsalen und ventralen Seitentaschen den »Thalamuskern« oben und unten. Auch vorn schlägt sich eine Erweiterung der dorsalen Seitentasche über den »Thalamuskern«. Lateralwärts ist der Kern mit dem Vorderhirnklappen intim verlötet.

In Fig. 1 ist ein Querschnitt abgebildet worden, der die Verhältnisse so zeigt, wie sie betreffs des Spalt-systems im Mikroskop hervortreten. Daneben ist derselbe

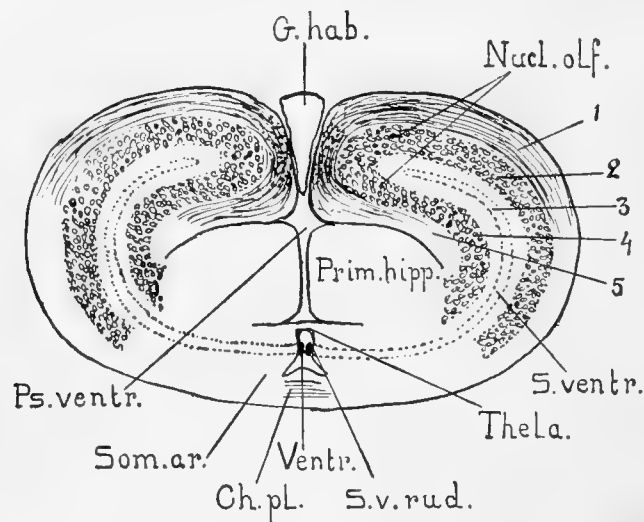


Fig. 2. Schematischer Querschnitt, zum Vergl. mit Fig. 1. Ch. pl. = Chiasmabalken; G. hab. = Ganglion habenulæ; Nucl. olf. = Nucleus olfactorius; Prim. hipp. = Primordium hippocampi; Ps. ventr. = falscher Ventrikel; Som. ar. = somatische Area; S. ventr. = hypothetischer Seitenventrikel; S. v. rud. = rudimentärer Seitenventrikel; Thela = Thela (chorioidea); Ventr. = Ventriculus.

Schnitt nach Schematisierung des Spalt-systems dargestellt worden (Fig. 2). Ein Vergleich dieser Abbildungen klärt die Verhältnisse besser als meine Beschreibung es vermag.

Ehe ich auf die durch die dargelegten Bauverhältnisse indizierte Umdeutung des dorsalen Vorderhirns von *Myxine* eingehe, möchte ich vorgreifend einige Punkte berühren. Ich möchte auf das bei *Myxine* alleinstehende Verhalten des Cortex olfactorius die Aufmerksamkeit richten. Bei *Myxine* unterscheidet man fünf Schichten (Fig. 2): 1:o eine 1., 3. und 5. Faserschicht und 2:o eine 2. und 4. Zellschicht. Die Faserschichten 1 und 5 und die beiden Zellschichten stimmen je mit einander vollständig überein. Am oberen medialen Rand des Vorderhirnklappens, wo diese das Habenularganglion berühren, biegt die Schicht 2 über in die Schicht 4. Diese beiden Schichten dokumentieren sich hierdurch als zusammengehörig. Die 1. und die 5. Faserschicht gehen auch an derselben Stelle teilweise in einander über. Die Fasern verlaufen in der 1. Schicht transversal. Wenn sie an die Habenula kommen, biegen sie nach unten und gehen hier zum Teil in die 5. Schicht über. Über die Verhältnisse dieser Schichten siehe weiter unten!

Hier ist darüber nur so viel mitgeteilt, was für das Verständnis der nächsten Abteilung notwendig ist.

Die Morphologie des Vorderhirns von Myxine.

Ehe ich auf eine Umdeutung des *Myxine*-Gehirns eingehe, möchte ich ein Paar von den mehr repräsentativen Auffassungen über dasselbe kurz referieren: diejenigen von HOLM und EDINGER.

HOLM (1901) unterscheidet im Telencephalon mit Ausnahme der »olfactory lobes» einen Kern, den er als Epistriatum bezeichnet. Er liegt »near the lateral surface of the brain». »The Nucleus becomes less defined when approaching the ventral part and could perhaps be considered homologous with the Striatum itself, or it is perhaps more probable that Striatum and Epistriatum are not differentiated from each other in *Myxine*.» Ein Cortex cerebri oder Pallium fehlt »naturally» bei *Myxine*. Den »Thalamuskern», der oben erwähnt wurde, betrachtet HOLM als mit dem Nucleus rotundus der Knochenfische homolog.

EDINGER unterscheidet, abgesehen von der *Formatio bulbaris*, einen *Cortex lobi olfactorii*, welcher die Hauptmasse der Oberfläche des Telencephalon bildet. Das Zentrum des Vorderhirns wird von dem Nucleus corporis striati eingenommen. Auch ein Nucleus taeniae soll vorkommen, aber ein solcher wurde von EDINGER nicht abgegrenzt. »So rechtfertigt sich der Schluss, dass das Vorderhirn von *Myxine* alle Teile des Hyposphäriums der Vertebraten in sich vereinigt, also ein Hyposphärium ist. Ein Episphärium fehlt vollständig, wenn man nicht die ganz kurze mediale Epithelplatte dicht vor dem Ganglion habenulae so bezeichnen will.» Seine Auffassung von dem Vorderhirn gründet EDINGER zum Teil auf das Ventrikelsystem, wie er es beschrieben hat.

Ich gehe nun zur Darstellung meiner eigenen Auffassung über.

Bei der Deutung des Vorderhirns von *Myxine* messe ich dem Verhalten des Ventrikelsystems und der oben beschriebenen dorsalen Medialeinstülpungen die grösste Bedeutung bei. Wie von KUPFFER, halte ich diejenigen Gehirnteile, welche am Medialschnitt vor dem 3. Ventrikel gelegen sind, für Bestandteile des Vorderhirns.¹ Unter diesen Teilen befindet sich der »Thalamuskern», der deswegen als einen Vorderhirnkern aufgefasst werden soll.

Diese Meinung gewinnt bei Berücksichtigung des mehrerwähnten Dorsalspaltes volle Bestätigung. Denn durch diesen Spalt wird die Deutung des »Thalamuskerns» als einen ursprünglich oberflächlichen, dorsalen Kern notwendig. Durch eine Hyperinversion der dorso-medialen Ränder des Vorderhirns ist dieser Kern zu einer zentralen Lage im Vorderhirn vor dem Ventrikelsystem geführt worden. Dieser Inversion wird ein grosser Anteil an der Reduktion des Ventrikelsystemes zugeschrieben, indem sie zur Verdrängung des Medialventrikels nach unten und hinten führte. Ausserdem hat sie wahrscheinlich für das Verschwinden der Seitenventrikel Bedeutung gehabt.

¹ Diese Auffassung ruht aber hier auf der Voraussetzung, dass das Primordium hippocampi von *Petro-myzon* (JOHNSTON) einem Primordium hippocampi wirklich entspricht.

Dass diese Inversion wirklich stattgefunden hat, dafür spricht ausser der Medialfurche, welche an und für sich beweisend erscheint, die dorsale Umbiegung der Schicht 2 (4) der Vorderhirnklappen und die Tatsache, dass die Schicht 4 ventral in den »Thalamuskern« hinein umbiegt. Hierfür spricht ausserdem das analoge Verhalten der transversalen Faserschicht 1. Weiter unten werden noch einige wichtige Verhältnisse behandelt werden, welche die Theorie unterstützen.

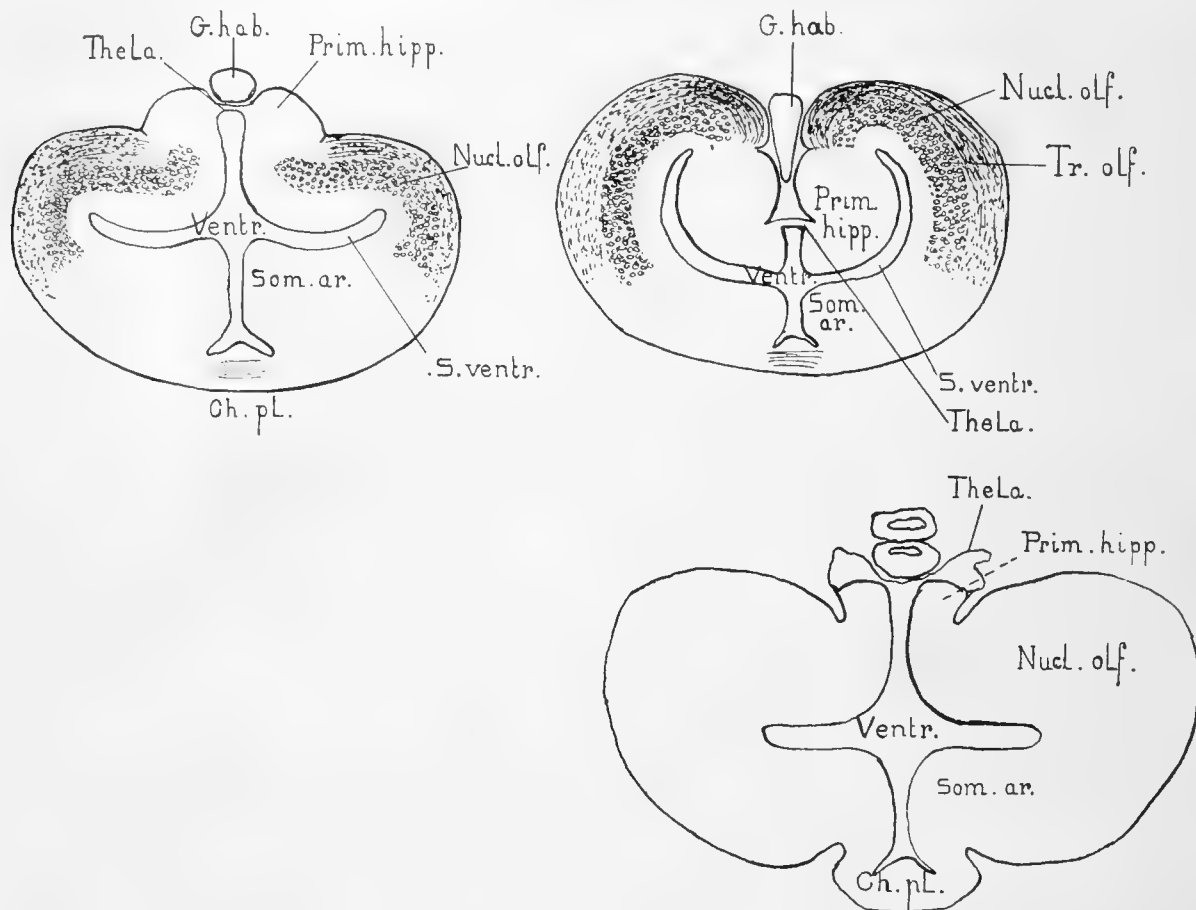


Fig. 3, a, b. Schema der Inversion des Vorderhirns. c Schematischer Querschnitt durch das Gehirn von *Petromyzon*, zum Vergleich mit Fig. 3 a. Bezeichnungen wie auf der Fig. 2.

Eine Vorstellung vom wahrscheinlichen Verlauf der Inversion wird an den Schemata Fig. 3 a—b, Fig. 2 gegeben. Zu der Figur 2 möchte ich beifügen, dass dem Ventrikel hier die Form gegeben ist, welche ich bei dem jüngsten meiner Stücke gefunden habe. Der Querschnitt liegt durch den präoptischen Rezess, der hier umgekehrt Y-förmig ist. Die Form der Seitenventrikel in Fig. 3 a und b ist willkürlich gezeichnet. Dass wirklich Seitenventrikel (S. ventr.) einst existiert haben, beweist v. KUPFFER'S Darstellung über die Embryonalentwicklung von *Bdellostoma*. Aus dieser Darstellung ist aber leider nichts über die Form der Seitenventrikel zu holen.

Bei dem kleinsten Stück (und nur bei diesem), das zu meiner Verfügung stand, sind auch Gebilde vorhanden (Fig. 2, Ventr.), welche ich als Reste der Seitenventrikel deuten muss. Sie liegen genau an der Stelle des Recessus preopticus, wo sie theoretisch erwartet werden sollten. An der Vorderseite des Recessusventrikels (»Trigonum cinereum«) befinden sich symmetrisch zur Mediallinie zwei kleine aber deutliche, zugespitzte Ependymverdickungen, welche bei allen älteren Tieren verschwunden sind. Nach v. KUPFFER entstehen bei *Petromyzon* die Seitenventrikel eben als Ependymverdickungen und bei Teleostiern bleiben von reduzierten Seitenventrikeln Ependymverdickungen als Zeugnisse ihres einstweiligen Vorhandenseins zurück. Dies unterstützt meine Auffassung von den Verdickungen des Ependyms bei *Myxine* als Ventrikelreste.

Wickeln wir nun nach den Abbildungen (Fig. 2, 3 a—b) die Gehirnversion auf, kommen wir zu einer Gehirnform, wie sie in Fig. 3 vertreten ist. Hier liegen nun keine Schwierigkeiten der Deutung von den verschiedenen Teilen vor. Diese hypothetische Ausgangsform stimmt nämlich erstaunlich gut mit dem *Petromyzon*-Gehirn überein. Zum Vergleich ist (Fig. 3 c) ein Querschnitt durch ein solches mitgeteilt.

Jederseits der Gangl. habenulae findet sich das Primordium hippocampi von JOHNSTON. Die beiden Seitenwölbungen des Gehirns vertreten die olfactorischen Kernen. Unterhalb der Seitenventrikel liegt die somatische Area (und Striatum) und unterhalb des medialen Ventrikels die postoptischen Kommissuren und das Chiasma opticum. Überführen wir nun diese Bezeichnungen auf die Fig. 3 c, so kommen wir zu folgenden Hauptpunkten:

- 1:o. Der »Thalamuskern« ist mit dem von JOHNSTON bei *Petromyzon* beschriebenen Primordium hippocampi homolog.¹
- 2:o. Der olfactorische Kern, d. h. das Pallium, ist doppelt umgebogen, wodurch die eigenartige Schichtung desselben entstanden ist.
- 3:o. Die Seitenventrikel sind meistens vollständig verschwunden.
- 4:o. Die dorsale Schlussplatte ist bis zur ventralsten Teil des Gehirns verlagert.
- 5:o. Die somatische Area ist bis auf unbedeutende Reste lateral vom Recessus preopticus reduziert.

Telencephalon.

Bulbus olfactorius oder Formatio bulbaris.

Das »Riechhirn« von G. RETZIUS oder »olfactory lobe« von HOLM ist besonders von dem letzteren Verfasser studiert worden. Er hat gezeigt, dass dieser Teil

¹ Ich werde den »Thalamuskern« im folgenden als Primordium hippocampi bezeichnen. Ich betone aber, dass diese Bezeichnung auf der Voraussetzung ruht, dass, was bei *Petromyzon* früher als Præthalamus beschrieben wurde, wie JOHNSTON bewiesen zu haben scheint, dem Primodium hippocampi entspricht. Künftige Untersuchungen werden diese Auffassung JOHNSTON's bestätigen oder verwerfen. Im letzteren Fall wird es für *Myxine* nötig werden, die eingeführte Bezeichnung (Prim. hipp.) mit einer anderen auszutauschen. Im übrigen bleibt aber meine Darstellung unberührt.

dieselbe Anordnung wie bei höheren Vertebraten aufweist. Er unterscheidet folgende Schichten: Stratum der Fila olfactoria, Stratum glomerulosum und Stratum griseum. Letzteres entspricht bei den höheren Tieren dem Stratum moleculare und der Schicht von Mitralzellen: »but in *Myxine* it is impossible to find any subdivision, the mitral cells being close to the Stratum glomerulosum». In der Schicht hinter den Glomeruli fand HOLM zwei Sorten von Mitralzellen, teils eine mit nur einem Dendriten, der in einen Glomerulus eindringt, teils eine mit mehreren Dendriten. Die Verbindung des letzteren Zelltypus mit den Glomeruli wurde nicht festgestellt. Diese letztere Sorte liegt von dem Stratum glomerulosum etwas entfernt. Schon RETZIUS hatte gezeigt, dass der Bau der Glomeruli bei *Myxine* sich ganz so verhält wie bei übrigen Wirbeltieren. HOLM bestätigt diesen Befund.

Über die *Formatio bulbaris* von *Myxine* teilt EDINGER nur sehr wenig mit. Nach ihm liegen die Mitralzellen unter den Glomerulis, »und unter ihnen die fast immer spindelförmigen Zellen des Lobus olfactorius».

Über den feineren Bau des Bulbus olfactorius von *Myxine* finde ich weiter keine nennenswerten Angaben in der Literatur.

Über den Bulbus olfactorius von *Bdellostoma* teilt aber WORTHINGTON (1915) einiges mit. Sie beschreibt genau die äussere Gestalt der »Olfactory lobes» und zeigt, dass die Glomeruli an den ventralen und lateralen Teilen der Lobi sich fast zu dem Hinterrand der Lobi erstrecken, während sie auf der Dorsalseite früher aufhören. Abgesehen von der Glomerularschicht bestehen die Lobi aus einer losen Masse von Zellen und Fasern. Die Zellen sind von zwei Sorten, teils grössere, teils kleinere. Sie sind nicht regelmässig angeordnet.

Lage und Anordnung der Glomeruli bei Myxine.

Die Anordnung der Glomeruli bei *Myxine* stimmt gut mit derjenigen von *Bdellostoma* überein. Sie liegen hier wie dort in vier Gruppen zusammen: eine dorsomediale, eine dorsolaterale, eine ventrolaterale und eine mediale. Von diesen 4 Gruppen erstrecken sich die dorsomediale und die ventrolaterale am weitesten nach hinten. Von diesen beiden zeigt es sich, dass die letztere sich etwas weiter nach hinten erstreckt als die erste. Die ventrolaterale Gruppe, die weiter nach vorn die untere Ecke des Bulbus einnimmt, nähert sich gegen den Hinterrand des Bulbus an der Medianlinie immer mehr, ohne diese jedoch zu erreichen. Die letzten Glomeruli dieser Gruppe liegen in einer Ebene, welche durch den Vorderrand des Recessus preopticus geht. Hier befinden sich diese Glomeruli sehr nahe dem Recessus. Diese Verhältnisse stimmen vollständig mit denjenigen bei *Bdellostoma* überein, wo nach WORTHINGTON (1905) die ventralen und lateralen Glomeruli sich am weitesten nach hinten erstrecken. Gemeinsam ist aber für beide Gattungen, dass die Glomerularregion nicht die ganze Oberfläche des Bulbus olfactorius einnimmt, sondern einen glomerulusfreien, caudalen Ring aufweist.

Bei dem jüngsten *Myxine*-Stück, das mir zur Verfügung stand, konnte konstatiert werden, dass die mediale Glomeruligruppe sich weiter nach hinten erstreckt als die ventrolaterale, welche jedoch hier bedeutend mehr caudal kommt als beim Er-

wachsenen. Letztere findet man nämlich hier noch in der Höhe des mittleren Teils des Recessus preopticus. In der stärkeren, caudalen Ausdehnung der medialen Gruppe spiegelt sich wahrscheinlich ein ursprünglicher Zustand ab, denn ähnlich verhält sich *Petromyzon*. Bei Ammonoeten erstrecken sich nämlich die medialen Glomeruli weiter nach hinten, sogar bis in die nächste Nachbarschaft des Recessus neuroporicus, als beim Erwachsenen (JOHNSTON 1912).

Feinerer Bau des Bulbus olfactorius.

Die Riechnervenfasern lösen sich in den Glomeruli eben so auf, wie es RETZIUS nach Golgi'schen Präparaten abgebildet hat. Unter den Glomeruli liegen, wie HOLM (1901) und EDINGER (1906) übereinstimmend mitgeteilt haben, Mitralzellen. Diese Mitralzellen bezeichne ich als interglomerulare Mitralzellen. Ausserdem gibt es aber eine andere Sorte, welche mehr caudal liegt. Diese Zellen, welche von HOLM vielleicht schon gesehen sind, bezeichne ich als postglomerulare Mitralzellen. Unter den postglomerularen Mitralzellen gibt es noch andere Zelltypen, welche mit einander jedoch stark übereinstimmen. Die Zellen sind kleiner als die Mitralzellen und entsprechen wahrscheinlich denjenigen kleineren Zellen, welche WORTHINGTON von *Bdelostoma* erwähnt. Ebenso scheint es sehr wahrscheinlich, dass sie identisch sind mit den »fast immer spindelförmigen Zellen des Lobus olfactorius«, welche EDINGER erwähnt. Diese Zelltypen bezeichne ich als »Sternzellen«. Sie gehören dem Bulbus olfactorius an.

Die interglomerularen Mitralzellen.

Die interglomerularen Mitralzellen entsprechen den von HOLM (1901) beschriebenen, in der Nähe der Glomeruli gelegenen Mitralzellen. Sie sind meistens so gebaut, wie HOLM sie beschrieben hat. Die Lagerung dieser Zellen im Verhältnis zu den Glomeruli ist recht verschieden. Bald liegen sie zwischen den Glomeruli, bald vor, bald hinter denselben und je nach der Lage wird der Hauptdendrit tangential zur Bulbusoberfläche, nach hinten oder nach vorn ausgeschickt. Jeder Glomerulus ist von einem unregelmässigen Kreis von solchen Zellen umgeben, welche ihre Dendriten in denselben hineinschicken und sich hier in sehr dichten Verzweigungen auflösen. Die interglomerularen Mitralzellen haben fast stets nur einen Dendriten (Fig. 4 a—d). Dieser ist von verschiedener Länge, meist jedoch ganz kurz. Er ist grob und verzweigt sich anfangs dichotomisch (Fig. 4 a). Die Glomeruli-Verzweigungen sind stets sehr dicht, so dass das vollständig imprägnierte Dendritensystem einen dichten Ball bildet. Die Grösse der in Frage stehenden Zellen ist ziemlich variabel. Ganz kleine Zellen kommen zusammen mit den grösseren aber in beschränkter Zahl vor. Unter solchen kleinen Zellen fand ich solche, bei denen mehrere Dendriten von dem Zellkörper hervortreten. Solche Zellen liegen den Glomeruli unmittelbar an und ihre

Dendriten dringen sofort in die Glomeruli hinein (Fig. 4 c). In allen denjenigen Fällen, wo ich die Neuriten der interglomerularen Mitralzellen studieren konnte, verlassen sie die Glomerularschicht und begeben sich nach hinten. Es scheint mir deswegen ausgeschlossen zu sein, dass diese interglomerularen Mitralzellen interglomerulare Assoziation besorgen könnten, wie es bei den Säugetieren der Fall ist.

Bemerkenswert scheint es zu sein, dass der Neurit dieser Zellen oft auffallend grob ist.

Die postglomerularen Mitralzellen.

Zwischen diesen Zellen und den interglomerularen besteht kein prinzipieller Unterschied. Beide sind sie typische Mitralzellen. Die hauptsächlichlichen Verschiedenheiten hängen von der verschiedenen Lagerung derselben im Verhältnis zu der Glomerulusschicht ab. Zwischen beiden Zellenformen liegt eine Reihe von Übergängen vor.

Postglomeruläre Mitralzellen sind hinter der Glomerularschicht im ganzen Bulbus olfactorius vorhanden; am zahlreichsten scheinen sie aber im ventralen Teil dieser Gehirnpartie zu sein.

Diejenigen Zellen, welche der Glomerularschicht am nächsten liegen, unterscheiden sich von den interglomerularen Mitralzellen, indem die unverzweigten Hauptdendriten je länger sind, je weiter die Zellen von der Glomerularschicht abgelegen sind (Fig. 5 a). Es kommen aber schon unter diesen solche Zellen vor, deren Dendrit sich schon ziemlich basal in zwei Hauptstämme teilt, die nach zwei verschiedenen Glomerulen ziehen. Es kommt sogar vor, dass die Zelle tripolar ist, d. h. zwei getrennte Hauptdendriten nebst dem Neuriten entsendet.



Fig. 4, a—d. Interglomeruläre Mitralzellen. a—b Tangential gelegene Zellen; c Zellen mit nach vorn gerichteten Dendriten; d mit nach hinten gerichteten Dendriten.

Die caudalsten der postglomerularen Mitralzellen sind meistens bipolar, aber drei- und sogar vier-polige Zellen kommen oft vor. Sie sind durch ihre langen, groben, bis zum Endpinsel unverzweigten Dendriten sehr charakteristisch. Die Endverzweigungen sind weniger dicht als diejenigen der interglomerularen Mitralzellen. Besonders eigenartig verhält sich der Neurit dieser Zellen. Er zerfällt nämlich in einen ziemlich langen, groben, basalen Teil, der von einem Dendriten nicht unterschieden werden kann, und eine sehr feine Partie, welche den eigentlichen Achsenzylinder ausmacht. Der dendritenartige Basalteil spitzt sich plötzlich zu und geht in diese feine Faser über. Wenn die Färbung des schmalen Teils ausbleibt, was am gewöhnlichsten ist, sieht es aus, als wären die Zellen mit zwei polständigen Dendriten begabt. Studiert man aber den caudalen dieser »Dendriten« näher, findet man ihn stets scharf zugespitzt. (Auf diese Spitze sollte die feinere Partie des Neuriten eingelenkt sein, wenn die Färbung vollständig wäre.)

Die Abbildung, welche HOLM von der von ihm im Bulbus olfactorius gefundenen, zweiten Zellform gibt, scheint mir nicht zu einem Vergleich mit den postglomerularen Mitralzellen einzuladen. Diese postglomerularen Mitralzellen scheinen also für unsere Kenntnis neu zu sein. Dies ist aber eine Sache von wenig Belang. Wichtiger ist, dass durch den Nachweis dieser Zellen die hintere Grenze der *Formatio bulbaris* viel weiter nach hinten verlegt wird, als es früher gedacht wurde. Tatsächlich gibt es Mitralzellen im ganzen, auswendig abgegrenzten Bulbusteil des Gehirns. Diejenigen »spindelförmigen Zellen des Lobus olfactorius«, welche EDINGER unter den Mitralzellen findet, haben deshalb deutlicherweise eine andere Bedeutung als die echten Lobus olfactorius-Zellen.



Fig. 5. Postglomerulare Mitralzellen. *a* = bipolare Zellen; *b* = tripolare Zellen (unvollständig); *n* = Neurit.

Die Sternzellen.

Die Sternzellen, welche oben erwähnt wurden, scheinen von zwei Typen zu sein, welche sich nur in ihrem Verhalten zu den Glomeruli von einander unterscheiden. Die »glomerularen Sternzellen« treten mit Dendriten zu den Glomeruli in Beziehung, die übrigen scheinen keine solche Beziehungen zu haben. Morphologisch sind sie aber nicht verschieden.

Die Lage der Sternzellen im Bulbus ist keine besondere. Sie kommen im ganzen Bulbus vor, von dem Gebiet der Glomeruli bis zu den hintersten Partien desselben. Die Grösse der Zellen wechselt recht bedeutend. Es lässt sich aber keine ausgeprägte

Lagerung der verschiedenen Grössen nachweisen. Es scheint jedoch, als ob die kleinsten Zellen im vorderen Teil des Bulbus lägen. Diese Zellen entsprechen höchst wahrscheinlich den spindelförmigen Zellen des Lobus olfactorius, welche EDINGER

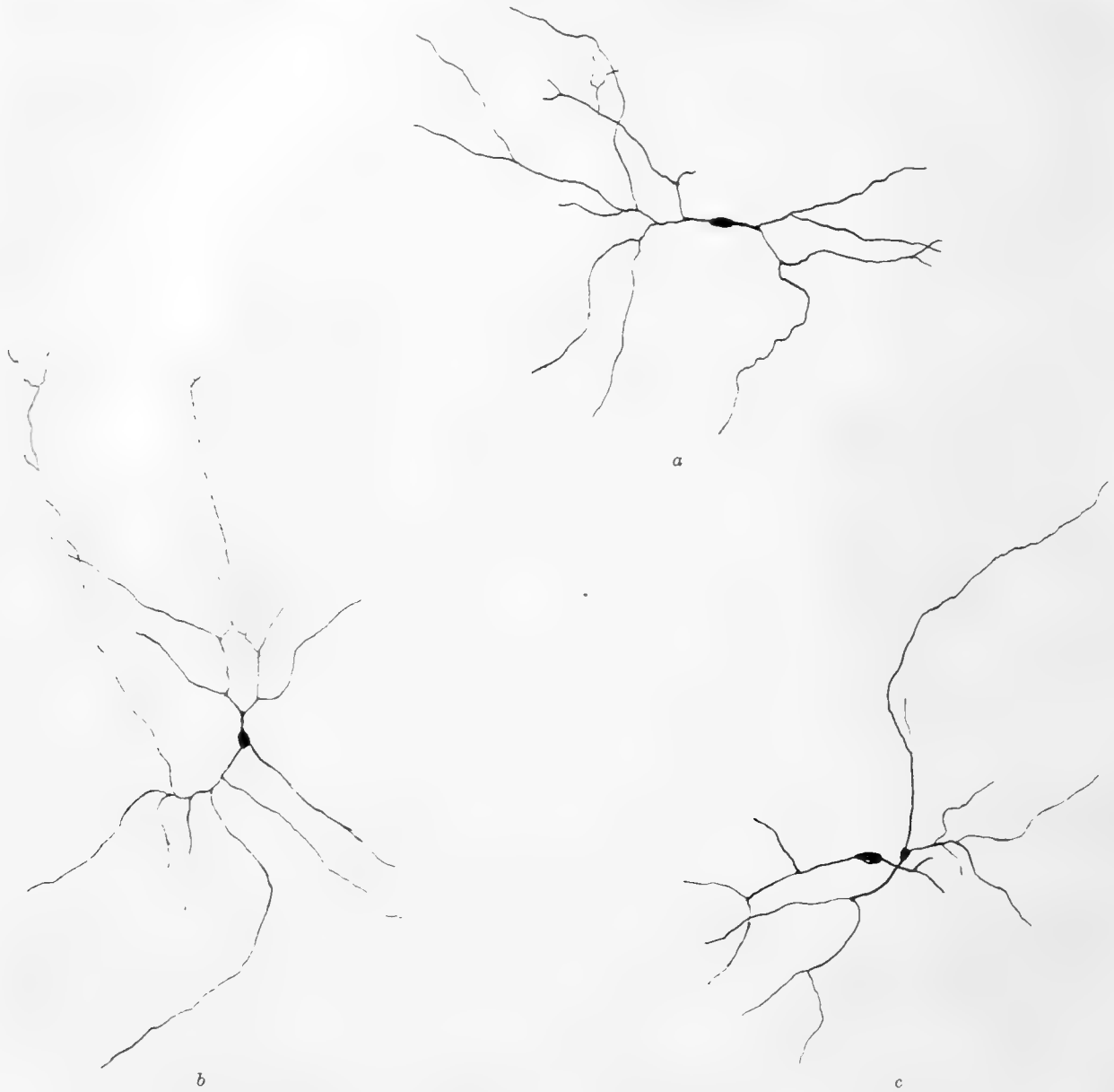


Fig. 6. *a-c* Sternzellen aus dem Bulbus olfactorius. *a-b* Grössere Sternzellen. *a* = bipolar; *b* = tripolar; *c* kleinere Sternzellen.

erwähnt. HOLM's zweite Mitralzellensorte scheint, nach der Abbildung zu urteilen, Sternzellen zu sein. Der kleinere Bulbuszelltypus von WORTHINGTON (bei *Bdellostoma*) vertritt auch sicherlich Sternzellen.

Die Formen und der Verzweigungstypus der Sternzellen sind sehr charakteristisch (Fig. 6 *a-c*). Meistens sind sie bipolar (Fig. 6 *a, c*), bisweilen tripolar (Fig. 6

b, c), mehr selten quadripolar. Der bipolare Typus ist der gewöhnlichste und kommt in allen Teilen des Bulbus vor. Die Verzweigungen beider Fortsätze sind dichotomisch mit einer oft sehr ausgeprägten Dichotomie (Fig. 6 *a, b*). Wenigstens einige der Dentriten enden in Glomeruli, entweder mit wenigen, feinen Endverzweigungen oder mit relativ dichten, typischen Glomerularverzweigungen (Fig. 7). Diese sind aber bei weitem nicht so dicht wie diejenigen der Mitralzellen. Durch diese Verzweigungen (Fig. 7) dokumentieren sich diese Zellen als eine Art von Mitralzellen. Der Neurit, der übrigens nur selten dargestellt wurde, geht von einem der Dentritenstämme hervor.

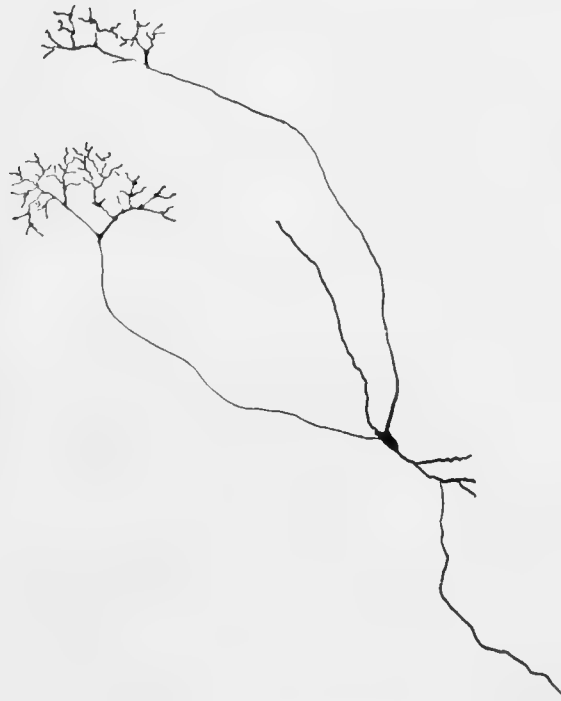


Fig. 7. Zwischenstufe zwischen Mitralzelle und Sternzelle.

Die am meisten zentral gelegenen Sternzellen scheinen zu den Glomeruli keine Beziehungen zu besitzen und ihre Dendritenverzweigungen enden frei in das Neuropil des Bulbus olfactorius. Solche Zellen weichen aber im Bau von den übrigen Zellen nicht ab. *Auch sind sie nicht von den vorderen Zellen der Vorderhirnloben verschieden*, und machen deswegen den Eindruck, als handele es sich um Zellen, welche aus dem Vorderhirn ausgewandert sind. Man könnte deshalb denken, die Sternzellen stellten in der Tat nur solche Zellen vor, welche sich sekundär mit dem Glomerulus-Apparat verbunden und deswegen allerlei Umbildungen erlitten haben. Wenigstens scheinen von den Vorderhirnzellen zu den Mitralzellen alle Übergänge vorzuliegen, welche den phylogenetischen Gang dieser Umbildungen abspiegeln können. Es verhält sich wohl unzweifelhaft so, dass die *Formatio bulbaris* eine Differenzierung des Vorderhirns ausmacht. Deshalb erscheint es um so mehr plausibel, die Verhältnisse im

obigen Sinn zu erklären. Wenn eine solche Differenzierung wirklich einst geschah, so wäre es ja erklärlich, dass die Spuren einer solchen eben bei einem Tier von solcher niederen Stellung wie *Myxine* noch geblieben wären.

Die Verbindungen des Bulbus olfactorius.

Die Verbindungen des Bulbus olfactorius mit caudaleren Zentren bestehen nach HOLM (1901) aus drei Bündeln. Diese entspringen vermischt von der »Area olfactoria« d. h. von dem Bulbus olfactorius. Einen dieser Tracti benennt er *Tractus bulbo-epistriaticus*. Dieser passiert anfangs zusammen mit den beiden anderen nach hinten, kehrt dann plötzlich lateralwärts und tritt in das Epistriatum des genannten Autors hinein. Der andere Tractus ist *Tractus olfacto-habenularis*. Anfangs läuft dieser zusammen mit dem vorher erwähnten, und tritt in das Ganglion habenulae hinein. Teilweise dekussiert der Tractus im Ganglion habenulae und von diesem Kern streben Fasern nach dem Thalamus, von dessen Zellen sie wahrscheinlich entspringen. Das dritte Bündel hält HOLM für einen unteren Ast des Tractus olfacto-habenularis. Er sah diesen Tractus in Sagittalschnitten. Er verlässt das Ganglion habenulae und zieht nach unten nach dem unteren Teil des Bulbus olfactorius.

Die Bulbi sind nach HOLM durch eine Kommissur, Ramus connectens bulbi olfactorii, mit einander verbunden, »that passes first caudally to the Lamina terminalis, where it turns and passes in a rostral direction to the other lobe, the tract thus obtaining a shape resembling a horseshoe«. »In *Myxine* the cortical tracts of the Commissura anterior are naturally absent, but I have also been unable to find signs of any tracts connecting the Epistriata«

EDINGER (1906) fand, dass von den Mitralzellen »sich einzelne Fibrillen entwickeln, welche, bald längeren, bald kürzeren Verlaufes, jedesmal innerhalb dieser Rinde (Cortex olfactorius) und der ihr frontal vorgelagerten unregelmässigen homologen Formation enden«. Diese Faserung bezeichnet er als einen echter *Tractus bulbo-corticalis*. EDINGER hält diese Faserung für mit HOLM's *Tractus bulbo-epistriaticus* homolog.

Indem ich den der olfactorischen Rinde vorgelagerten unregelmässigen Teil nicht als einen Lobus olfactorius, sondern als einen Bulbusteil betrachte, so gehört ein Teil der Hemisphärenfaserung von EDINGER dem Bulbus an und wird deshalb hier erwähnt. Ein Teil der »Taenia« (*Tractus olfacto-habenularis*) dürfte deswegen als eine Bulbusbahn gelten.

Bei *Bdellostoma* fand WORTHINGTON zwei Verbindungen der »Olfactory lobes«: *Tractus olfacto-habenularis* und *Tractus olfacto-cerebellaris*. Über den ersteren dieser Tracti sagt die genannte Verfasserin: »The tractus olfacto-habenularis leaves the olfactory lobe at the median dorsal angle and goes directly to the habenula ganglion, without any way station in the forebrain as is usual in the higher forms.«

Der *Tractus olfacto-cerebellaris* »leaves each lobe at about the middle of the caudo-ventral border, and courses back, through the floor of the tween brain, ascending finally to the roof of the cerebellum«.

Dies ist das hauptsächlichliche von den literarischen Angaben über die Verbindungen vom Bulbus olfactorius (EDINGER's *Formatio bulbaris* + *Lobus olfactorius* = = HOLM's und WORTHINGTON's »olfactory lobes«). Es sind also folgende vorher beschriebene Faserverbindungen zu berücksichtigen: 1) *Tractus bulbo-corticalis* von EDINGER (nach EDINGER = HOLM's *Tr. bulbo-epistriaticus*), 2) *Tractus olfacto-habenularis* (wenigstens teilweise zusammenfallend bei HOLM, EDINGER und WORTHINGTON), 3) *Tractus olfacto-cerebellaris* (WORTHINGTON), 4) *Tractus bulbo-epistriaticus* (HOLM) und 5) *Ramus connectens lobi olfactorii*, eine Kommissur zwischen den beiden Bulbi.

Ich werde nun unten diese verschiedenen Tracti kritisch ins Auge fassen.

1. *Tractus bulbo-corticalis* von EDINGER.

Ich suchte diesen *Tractus* vergebens sowohl in Cajal-Präparaten wie in Golgi'schen. Neuriten von Mitralzellen können aber, wenn sie von der Schnittebene abgeschnitten worden sind, einen solchen *Tractus* vortäuschen. Solche »Verbindungen« können in fast jedem Schnitt, der gleichzeitig den Bulbus und den vordersten Teil des *Cortex olfactorius* (EDINGER) berührt, beobachtet werden. Aber wirkliche von Mitralzellen stammende Fasern, welche Endverzweigungen in dem *Cortex olfactorius* besitzen, und zugleich den Verlauf haben, wie ihn EDINGER beschreibt, kommen nicht vor. Dagegen kann man in jedem gelungenen Golgi-Schnitt konstatieren, dass Dendriten von Sternzellen im *Bulbus olfactorius* sich in den *Cortex olfactorius* hinein erstrecken und sich mit den Dendriten von den *Cortexzellen* verflechten. Ebenso wurde sehr oft beobachtet, dass Dendriten von *Cortexzellen* sich in den *Bulbus* hinein erstrecken. D. h. mit anderen Worten, es gibt keine bestimmte Grenze zwischen dem *Bulbus* und dem *Cortex olfactorius*.

Ob HOLM's *Tractus bulbo-epistriaticus* ohne weiteres mit EDINGER's *Tractus bulbo-corticalis* gleichzustellen ist, erscheint mir sehr fraglich. Wenigstens gibt es in EDINGER's Beschreibung seines *Tractus bulbo-corticalis* keine Haltepunkte für eine solche Auffassung. EDINGER's Beschreibung nach, soll diese Verbindung aus einzelnen Fibrillen bestehen, während HOLM's *Tractus bulbo-epistriaticus* ein geschlossener *Tractus* mit sehr charakteristischem Verlauf (siehe oben!) ist. (HOLM's Abbildung Taf. XIX, Fig. 9 zeigt dies auch sehr gut.) Ich werde unten den *Tractus bulbo-epistriaticus* näher berücksichtigen.

2. *Tractus olfacto-habenularis* der Autoren.

Ehe ich auf den *Tractus olfacto-habenularis* der Autoren eingehe, möchte ich eine allgemeine Definition dieses *Tractus* vorausschicken. Diese Definition könnte kürzlich lauten: *Der Tractus olfacto-habenularis oder Taeniae besteht aus olfactorischen, absteigenden Neuriten dritter Ordnung, welche einen Kern (Nucleus taeniae oder (?) somatische Area) des Vorderhirns mit dem Ganglion habenulae verbinden.*

Wir wollen nun gegen diesen Hintergrund den *Tractus olfacto-habenularis* der Autoren etwas beleuchten.

a) HOLM'S und WORTHINGTON'S *Tractus olfacto-habenularis*.

Dieser kommt zusammen mit dem Tractus bulbo-epistriaticus von vorn und dekussiert teilweise in dem Ganglion habenulae, von wo Fasern nach dem Thalamus hinstreben, *von deren Zellen sie wahrscheinlich entspringen*. Nach der letzteren Angabe zu urteilen sollte dieser Teil (der dorsale) von HOLM'S Tractus olfacto-habenularis unmöglich ein solcher sein können, denn solchenfalls wäre er ein aufsteigender Tractus. Ich glaube aber, dass die kursivierte Angabe nicht auf Beobachtung beruht, was ja im übrigen durch das »wahrscheinlich« angedeutet ist. Es stimmt besser mit meinen Befunden, wenn wir diesen letzten Satz streichen und HOLM'S Beobachtungen so deuten, dass sein dorsaler Tractus olfacto-habenularis wie sein ventraler von dem Bulbus olfactorius entspringt. Nach einer solchen Deutung von HOLM'S Befunden stimmen sie gut mit denjenigen von Miss WORTHINGTON, die aber nur einen solchen Tractus fand. Über diese zwei HOLM'Sche Tracti möchte ich aber bemerken, dass sie sicherlich nicht als gesonderte Bündel existieren, sondern nur verschiedene Partien desselben Tractus ausmachen. HOLM bildet sie nach Golgi'schen Präparaten ab, was wohl erklärt, dass sie als getrennte Bahnen hervortreten können, indem unvollständige Färbung in solchen Präparaten die Regel ist.

Unter der Annahme, dass HOLM'S und WORTHINGTON'S Tractus olfacto-habenularis von Mitralzellen des Bulbus olfactorius stammt, was durch meine Untersuchung bestätigt wird, so muss dieser Tractus aus Neuronen 2:ter Ordnung bestehen. Mit der oben gegebenen Definition eines wahren Tractus olfacto-habenularis, ist es ohne weiteres klar, *dass HOLM'S und WORTHINGTON'S Tractus kein Tractus olfacto-habenularis ist*. Dies scheint auch Miss WORTHINGTON vorgeschwebt zu haben, indem sie besonders bemerkt, dass ihr Tractus »goes directly to the habenular ganglion, without any way station in the fore brain as is usual in the higher forms«.

b) EDINGER'S *Tractus olfacto-habenularis*.

Der vordere, medialere Teil des Tractus olfacto-habenularis von EDINGER, der dem Bulbus olfactorius (nach der neuen Umgrenzung desselben) entstammt, fällt mit HOLM'S und WORTHINGTON'S gut zusammen. Dieser ist eine sekundäre, absteigende Riechbahn und kann deshalb nicht als ein Tractus olfacto-habenularis gelten.

3. *Tractus olfacto-cerebellaris* von WORTHINGTON.

Ein entsprechender Tractus kommt bei *Myxine* vor. Soweit ich aber herausfinden konnte, stammt dieser von dem Cortex olfactorius von EDINGER und wird später als Bestandteil des Tractus strio-thalamicus als Tractus cortico-cerebellaris behandelt werden. Ausgeschlossen erscheint aber nicht, dass in diesem Bündel auch Fasern von dem Bulbus olfactorius vorkommen.

4. *Tractus bulbo-epistriaticus* von HOLM.

Der *Tractus bulbo-epistriaticus* von HOLM ist unzweideutig eine Bulbusbahn von grosser Bedeutung. Ich habe sie auch wiedergefunden, obschon nicht ganz wie sie HOLM beschrieben hat. Ich werde diese Bahn unten näher beschreiben. Hier möchte ich mich damit begnügen, eine Veränderung der Nomenklatur vorzunehmen. Da *Epistriatum* ein für die niederen Vertebraten kaum definierbarer Begriff ist, halte ich es für das beste, ihn auch für *Myxine* auszuschalten. Indem dieses *Epistriatum* dem Cortex olfactorius von EDINGER entspricht, sollte das Bündel eigentlich *Tractus bulbo-corticalis* heissen. Eine solche Benennung ist aber von EDINGER für seinen *Tractus bulbo-corticalis* antizipiert und dürfte deswegen nicht für diese morphologisch anderswertige Bildung benutzt werden. Da der in Frage stehende *Tractus* besonders von den Lateralteilen des Bulbus olfactorius stammt, und ausserdem aus Gründen, welche unten weiter entwickelt werden sollen, dem *Tractus olfactorius lateralis*, der lateralen Riechstrahlung, von niederen Vertebraten entspricht, benenne ich ihn *Tractus olfactorius lateralis*.

5. *Ramus connectens lobi olfactorii* von HOLM.

Dieses Bündel, das ich in sowohl Cajal- wie Golgi-Präparaten wiederfand, ist nichts anders als der vorderste Teil von HOLM's *Tractus olfacto-habenularis*, d. h. eine Bulbusbahn, die im vorderen Teil der Habenula dekussiert. Diese Kommissur wird von HOLM als *Commissura anterior* bezeichnet, indem er jedoch betont, dass sie keine Cortexelemente enthält. Sie wird weiter unten behandelt werden.

Ehe ich auf meine eigenen Untersuchungen betreffs der Bulbusverbindungen eingehe, möchte ich der *Commissura anterior* einige Worte eignen.

Eine *Commissura anterior* wurde bei *Bdellostoma*-Embryonen von v. KUPFFER beschrieben. Sie liegt hier unmittelbar vor dem präoptischen Recessus und ist relativ schwach entwickelt. Näheres über diese Kommissur führt er nicht an. HOLM's Auffassung nach liegt die *Commissura anterior* von *Myxine* dorsal, unmittelbar vor der Habenula. Siehe oben! EDINGER endlich scheint dieselbe Kommissur wie v. KUPFFER als *Commissura anterior* aufzufassen. Jedoch existiert in EDINGER's Arbeit eine bedeutende Unsicherheit betreffs dieser Kommissur, indem ihre Lagerung in Sagittalschnitten durchaus nicht mit derjenigen der Querschnitte übereinstimmt.

Am Sagittalschnitt (EDINGER: Tafel I, Fig. 3) liegt die Kommissur in der *Lamina terminalis*, also vor dem präoptischen Recessus, am Querschnitt (Tafel II, Fig. 6) befindet sich aber das Ventrikelsystem dorsal von der Kommissur, d. h. sie liegt hinter dem präoptischen Recessus. Die Beschreibung im Texte bezieht sich auf diese letztere Kommissur. Es sind also bei EDINGER zwei »Kommissuren« zusammengeworfen worden, welche nichts mit einander zu tun haben: eine Kommissur in der *Lamina terminalis* und eine in dem Chiasmabalken. Die Herkunft der Fasern der ersten Kommissur wird nicht angegeben.

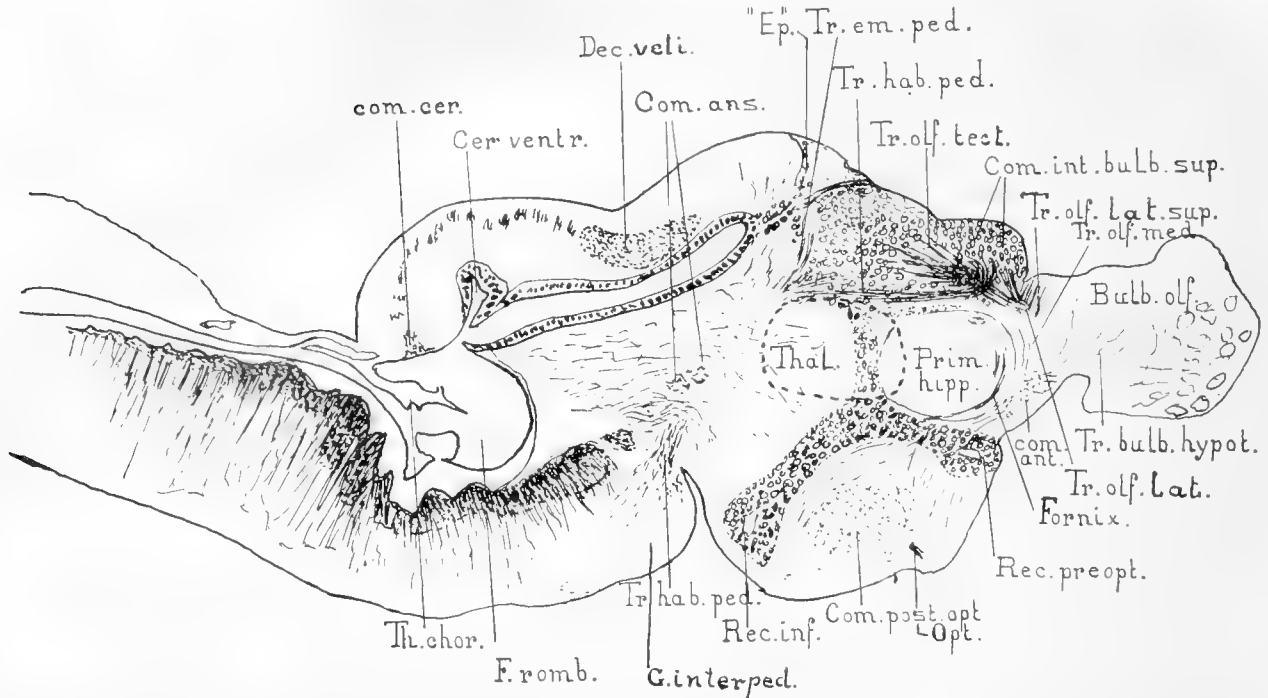


Fig. 8. Sagittalschnitt durch das *Myxine*-Gehirn; Bulb. olf. = Bulbus olfactorius; Cer. ventr. = Cerebellarventrikel. Com. ans. = Commissura ansulata; Com. ant = Commissura anterior; Com. cer. = Commissura cerebellaris; Com. int. bulb. sup. = Commissura interbulbaris superior; Com. post. opt. = Commissura ventralis (postoptica); Dec. veli = Decussatio veli; »Ep.» = »Epiphyse» von EDINGER; Fornix = Fornix(?); F romb = Fossa rhomboidalis; G. interped. = Ganglion interpedunculare; Opt. = Nervus opticus; Prim hipp. = Primordium hippocampi; Rec inf = Recessus infundibuli; Rec. preopt. = Recessus preopticus; Thal. = Thalamus. Th. chor. = Thela chorioidea; Tr. bulb. hypot. = Tr. bulbo-hypothalamicus; Tr. em. ped. = Tractus eminentia-peduncularis; Tr. hab ped. = Tr. habenulo-peduncularis = Meynert's Bündel; Tr. olf. lat. = Tr. olf. lat. sup. = Tr. olfactorius lateralis superficialis; Tr. olf. med. = Tr. olfactorius medialis; Tr. olf. tect. = Tr. olfacto-tectalis.

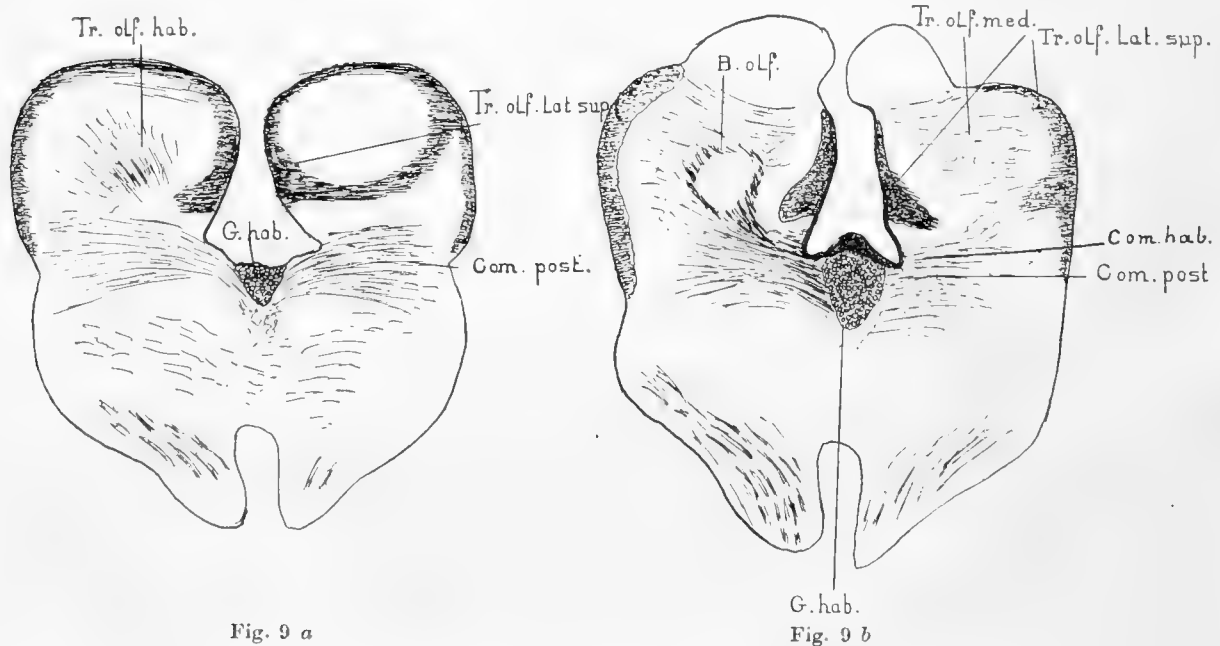


Fig. 9 a

Fig. 9 b

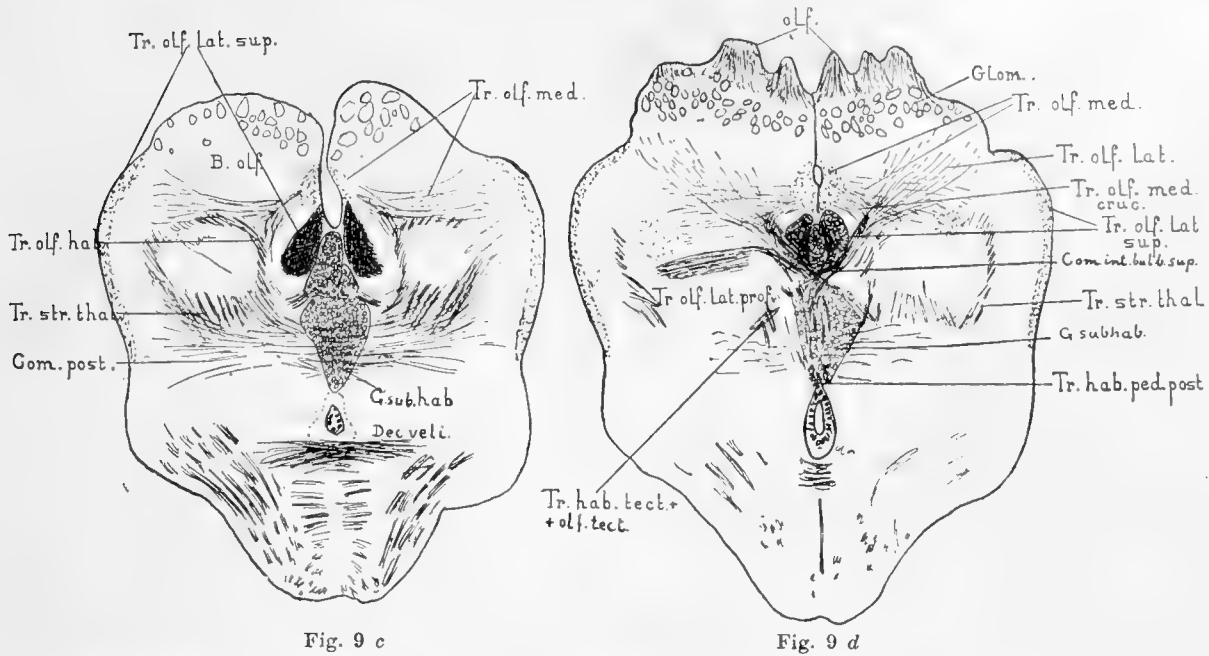


Fig. 9 c

Fig. 9 d

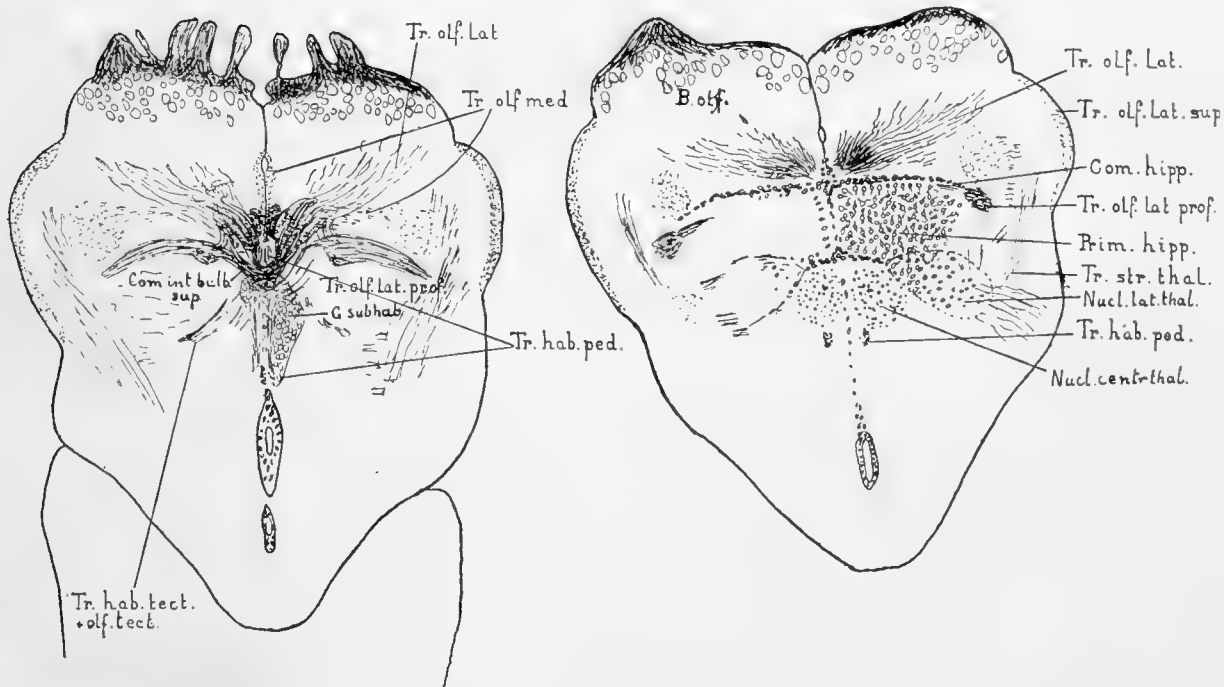


Fig. 9 e

Fig. 9 f

Fig. 9. a-f Horizontalschnitte durch des *Myxine*-Gehirn. B. olf. = Bulbus olfactorius; Com. hab. = Commissura habenularis; Com. hipp. = Commissura hippocampi; Com. int. bulb. sup. = Commissura interbulbaris superior; Com. post. = Commissura posterior; G. hab. = Ganglion habenulae; Glom. = Glomeruli olfactorii; G. subhab. = Ganglion subhabenulare; Nucl. centr. thal. = Nucleus centralis thalami; Nucl. lat. thal. = Nucleus lateralis thalami; Prim. hipp. = Primordium hippocampi; Tr. hab. ped. (post.) = Meynert's Bündel; Tr. hab. tect. + olf. tect. = Tr. habenulo-tectalis + olfacto-tectalis; Tr. olf. hab. = Tractus olfacto-habenularis (»tæniæ»); Tr. olf. lat. = Tractus olfactorius lateralis; Tr. olf. lat. prof. = Tr. olfactorius lateralis profundus; Tr. olf. lat. sup. = Tr. olfactorius lateralis superficialis; Tr. olf. med. = Tractus olfactorius medialis; Tr. olf. med. cruc. = gekreuzter Tr. olf. med.; Tr. str. thal. = Tractus strio-thalamicus.

Hier möchte ich auch die Aufmerksamkeit auf die Commissura anterior von *Petromyzon* lenken. Über diese Kommissur, welche der Lamina terminalis-Kommissur von *Myxine* entspricht, sagt JOHNSTON (1912): »This commissure is rather small in cyclostomes. It lies in the lamina terminalis in front of the preoptic recess as in all vertebrates. Its constitution is not at all clearly known. Its fibers probably come from the basal (lateral) olfactory area and the so-called 'striatum'.« Aus diesem Zitat geht hervor, dass die Natur der Commissura anterior von *Petromyzon* tatsächlich ebenso unbekannt ist, wie diejenige von *Myxine*. TRETJAKOFF's Commissura anterior entspricht der Commissura pallii anterior und seine histologischen Angaben über die Commissura anterior beziehen sich auf die Commissura pallii anterior.

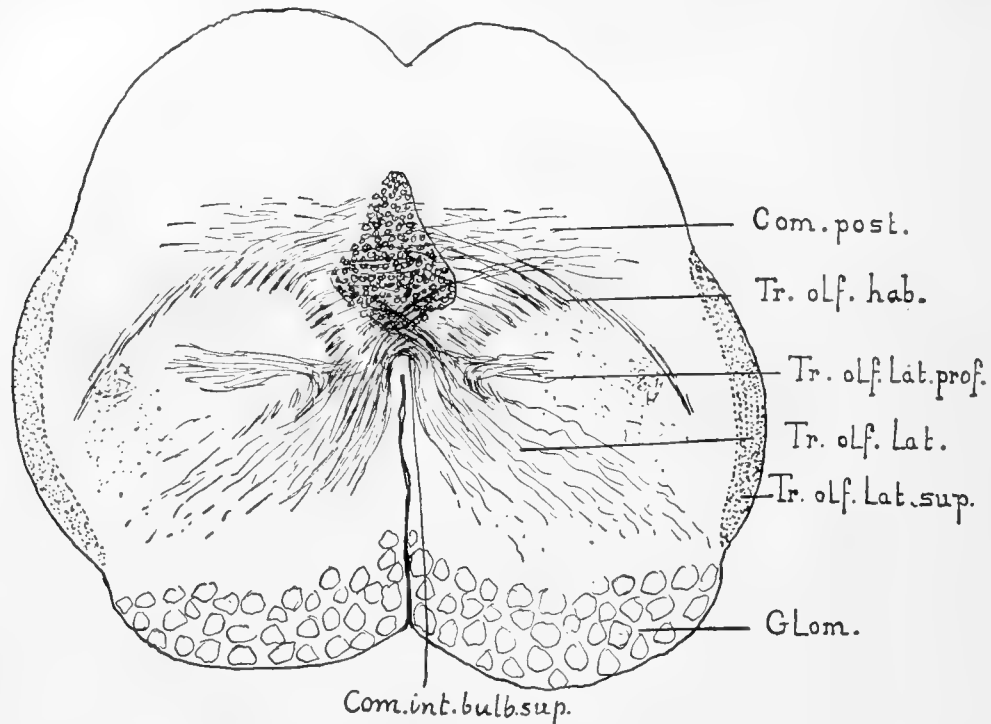


Fig. 10. Nach vorn stark geneigte Horizontalschnitt. Bezeichnungen wie an der Figur 9.

Eigene Beobachtungen.

1. **Tractus olfactorius lateralis** (= Laterale Riechstrahlung).
(Fig. 8 Tr. olf. lat., Fig. 9 d–f, Fig. 10.)

Dieser Bündelkomplex umfasst HOLM's und WORTHINGTON's ebenso wie den Vorderteil von EDINGER's *Tractus olfacto-habenularis*, HOLM's *Tractus bulbo-epistriaticus* und HOLM's *Ramus connectens lobi olfactorii* (Commissura anterior).

Der Tractus olfactorius lateralis enthält folgende bedeutende Faserelemente:

- a) Tractus olfactorius lateralis superficialis (Fig. 8, Tr. olf. lat. sup., Fig. 9 a–f; Fig. 10; 11).

b) Tractus olfactorius lateralis profundus (Fig. 9 *d—f*, Tr. olf. lat. prof., Fig. 10; 11).

c) Commissura interbulbaris superior (Fig. 8, Comm. int. bulb. sup.; Fig. 9 *d, e*; 10; 12; 13).

a) *Tractus olfactorius lateralis superficialis.*

Wie schon gesagt, sammeln sich die Neuriten der Bulbuselemente besonders von der Lateralseite des Bulbus zu einem nach hinten, nach oben und medialwärts gerichteten Bündel. Dieses Bündel enthält die Elemente von allen drei Komponenten der lateralen Riechstrahlung. In die Höhe des Vorderrandes der Habenulaganglien gekommen, biegen die Fasern des superficialen Bündels gerade nach oben um, legen

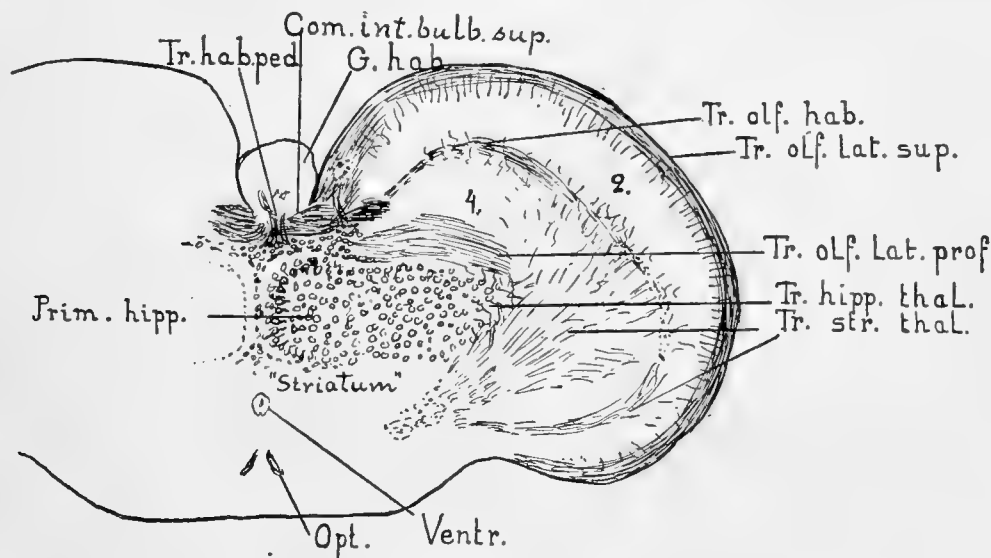


Fig. 11. Querschnitt durch das Gehirn. Opt. = Opticus; Tr. hipp. thal. = Tractus hippocampo-thalamicus; Ventr. = Ventrículus. Übrige Bezeichnungen wie auf Figur 9.

sich über die äussere Oberfläche der Hemisphärenwand und stellen eine dichte Schicht von transversal verlaufenden Fasern dar, welche die oberflächliche Schicht des sogenannten Cortex olfactorius bilden. In dieser verlaufen die Fasern dieses Bündels mit einander parallel. Solche Fasern konnten in Golgi'schen Präparaten bis in die ventrolateralen Partien des Cortex und in die Basalarea verfolgt werden. Unterwegs senden sie senkrecht nach innen gerichtete kurze Kollateralen ab, welche sich in der Schicht II des »Cortex« auflösen. Diese Schicht ist die äussere Ganglienzellschicht der Hemisphäre, die also als der Endkern eines Teiles der sekundären Riechneuronen betrachtet werden muss.

Oben ist die superficielle Riechbahn so beschrieben worden, als bestände sie aus nur direkten Neuriten der Bulbuszellen. So ist aber nicht immer der Fall. In Golgi'schen Präparaten kann man sich nämlich sehr oft (Fig. 12; 13) davon überzeugen, dass auch Kollateralen von den beiden übrigen Komponenten des gesammelten Riechtractus an der Bildung desselben sich beteiligen. Ebenso ergeben solche

Präparate, dass die direkte superficielle Bahn Kollateralen zu den beiden übrigen abzweigt. Hierdurch erklärt sich, dass ich alle Elemente unter einer gemeinsamen Hauptbenennung zusammengeführt habe.

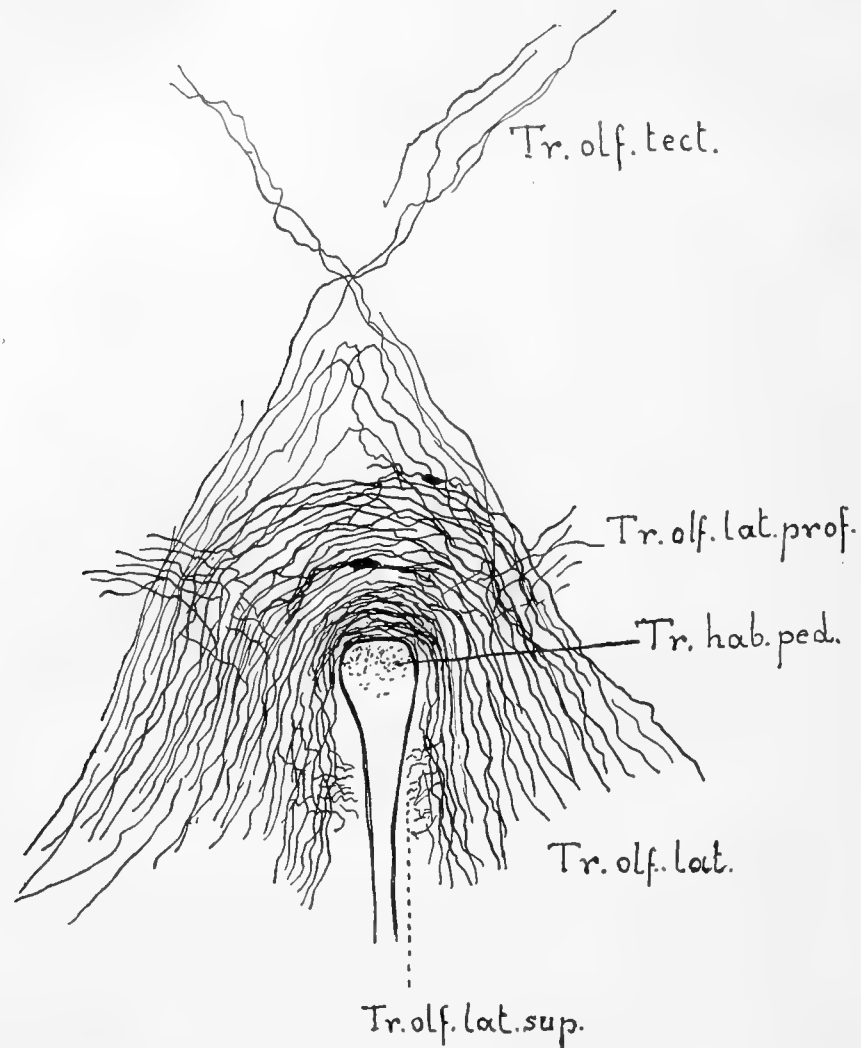


Fig. 12. Horizontalschnitt durch die Commissura interbulbaris superior. Golgi-Methode. Bezeichnungen wie auf Figur 9.

b) *Tractus olfactorius lateralis profundus.*

Dieses Element der lateralen Riechstrahlung zweigt sich wie das vorige kurz vor den Habenularganglien von dem Haupttractus ab. Die Fasern biegen aber nach unten und lateralwärts um und stellen eine ziemlich parallelfaserige Schicht dar, welche das Primordium hippocampi oben und an der Lateralseite umgibt. Diese Faserschicht ist die Schicht V. Endverzweigungen und Kollateralen dieser Fasern werden nach aussen abgegeben. Sie kommen deshalb in der zweiten Ganglienzellschicht der Hemisphäre zu liegen. Von Interesse scheint die Beobachtung zu sein,

dass eine Faser, die in die oberflächliche Faserschicht (I) hineintritt, einen Kollateralen in die Schicht V hineinsenden kann und umgekehrt.

Obschon ich es nicht unzweideutig in Golgi'schen Präparaten gesehen habe, so halte ich es nach Cajal-Bildern für sicher, dass Fasern der V. Schicht, d. h. Fasern des profunden Riechtractus, normal von der Seite her in das Primordium hippocampi eindringen. Das Primordium hippocampi enthält also zum Teil den Endkern einer sekundären Riechbahn. Indem ich in meinen Golgi-Präparaten nie die vollständige Kontinuität von solchen Endverzweigungen mit Tractusfasern bekam, weiss ich

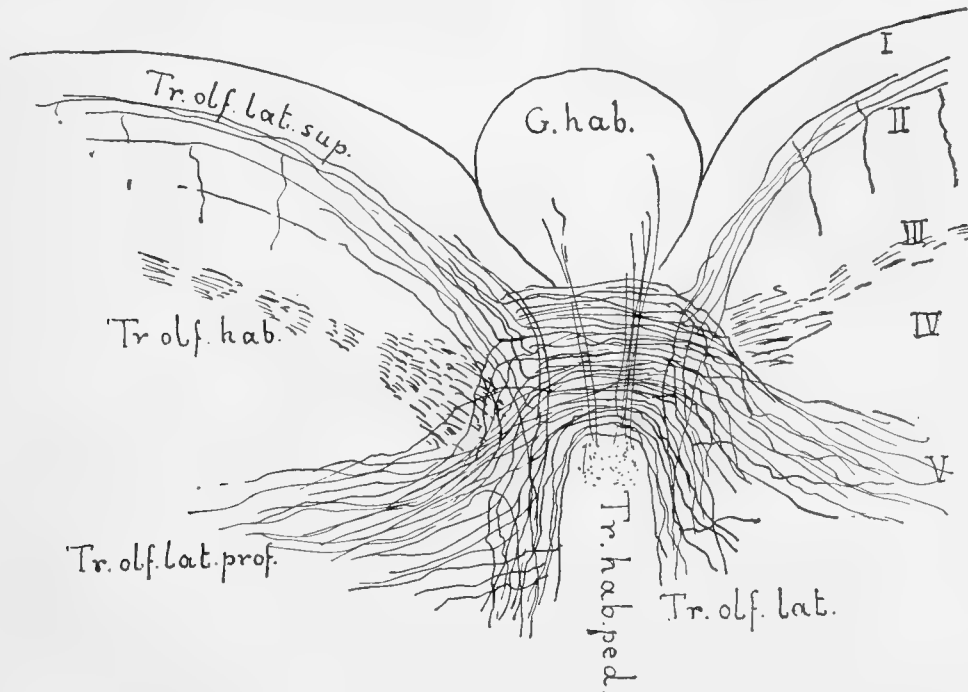


Fig. 13. Querschnitt durch die Comm. interbulb. superior. Golgi-Methode. Bezeichnungen wie vorher.

nicht, ob eine direkte oder eine gekreuzte Bulbusbahn vorliegt. Die Bahn benenne ich *Tractus bulbo-hippocampalis*. Ebenso finde ich, dass Fasern des Tractus ventral in die Basalarea hineinkommen und hier enden. Diese Area muss deshalb z. T. als ein olfactorischer Kern betrachtet werden.

c) *Commissura interbulbaris superior.*

Wenn der gesammelte Riechtractus in das Gebiet vor den Habenularganglien kommt, zweigt sich von demselben ein kräftiges Bündel ab, das nach dem anderen Bulbus olfactorius zieht, d. h. eine Kommissur in den Ganglia habenulae bildet. Diese Kommissur ist HOLM's *Ramus connectens lobi olfactorii*. Solche Kommissurenfasern zweigen oft Kollateralen nach den beiden übrigen Riechbündelkomponenten ab, oder sie können Kollateralen von solchen Komponenten sein. Wenn solche Kollateralen abgegliedert werden, handelt es sich entweder um eine Abzweigung, welche stattfindet,

ehe das Bündel in die Kommissur hineintritt, oder um eine Abgliederung, welche nach der Passage der Kommissur stattfindet. Im letzteren Fall handelt es sich also um die Bildung von *gekreuzten Bahnen des Tractus olfactorius lateralis superficialis und profundus*. Solche gekreuzte Bahnen treten besonders in Cajal-Präparaten deutlich hervor. Die Kreuzung liegt hinter der Interbulbarkommissur, und eine grosse Menge von solchen Kreuzungsfasern dringt in die Habenularganglien hinein. Auch Fasern der Interbulbarkommissur kommen im vorderen Teil der Habenularganglien vor.

Kreuzungsfasern wie die oben erwähnten sind es wahrscheinlich, welche HOLM in seiner Abbildung Taf. XIX, Fig. 9, Tract. olf. hab. dargestellt hat.

In der Commissura interbulbaris superior liegen Zellen, welche weiter unten mit dem Cortex olfactorius behandelt werden sollen.

2. Tractus olfactorius medialis. (Fig. 8, Tr. olf. med.; Fig. 9 b—e.)

In Querschnitten durch den Bulbus olfactorius, welche unmittelbar vor und in der Höhe der Commissura anterior geführt sind, bemerkt man im unteren medialen Umfang des Bulbus, wie sich Mitralzellenneuriten zu einem Bündel vereinen, das längs der Medialwand des Bulbus emporsteigt, um sich dorsal in die oberflächliche Faserschicht der Hemisphäre zu vertiefen. Dieses Bündel stellt das direkte mediale Riechbündel dar.

Es gibt aber auch ein *gekreuztes, mediales Riechbündel* (Fig. 9 d, Tr. olf. med. cruc.), indem Fasern des soeben erwähnten Tractus teils in der Commissura anterior teils und vor allem in der Habenula nach der Gegenseite überkreuzen, um weiter dorsalwärts nach dem Cortex olfactorius zu ziehen.

3. Commissura interbulbaris inferior. (Fig. 8, comm. ant.)

In die Commissura anterior treten Bulbuselemente ein, welche eine ventrale Interbulbarkommissur bilden. Die Fasern dieser Kommissur entstammen Mitralzellen und sternförmigen Zellen, welche im unteren, medialen und vorderen Teil des Bulbus gelegen sind. In die Kommissur treten nicht nur Neuriten dieser Zellen ein, sondern auch, und in recht grosser Ausdehnung, Dentriten. Es gibt hier auch Zellen vom Stern- oder Spindelzellentypus, welche mitten in der Kommissur gelegen sind.

4. Tractus bulbo-hypothalamicus. (Fig. 8, Tr. bulb. hyp.)

In Sagittalschnittserien, welche nach der Cajal'schen Methode behandelt sind, sammeln sich medial im Bulbus olfactorius zahlreiche Fasern zu einem Bündel, das ventrolateral von dem Primordium hippocampi und lateral von dem Recessus preopticus nach dem Hypothalamus zieht. Der Faserkomplex passiert dabei dorsal von den postoptischen Kommissuren. Dieses Bündel entspricht wohl denjenigen Komponenten der medialen Riechstrahlung, welche bei *Osmerus* (nach meinen Befunden) einen ähnlichen Verlauf nehmen.

5. *Tractus olfacto-tectalis*. (Fig. 8, Tr. olf. tect.; Fig. 9 d, e, Tr. hab. tect.+olf. tect.)

Mit der medialen Riechstrahlung folgen bei *Myxine* Fasern, welche zum Teil in die Habenula eindringen, zum Teil lateral von diesem Ganglion verlaufen, und welche, zu kleinen Bündeln vereint, gerade nach hinten ziehen, um in das Mesencephalon einzudringen, wo sie sich offenbar zu dem Tectum mesencephali begeben. Diese Verbindung des Bulbus olfactorius mit dem Tectum opticum entspricht höchst wahrscheinlich dem bei Knochenfischen von FRANZ entdeckten *Tractus olfacto-tectalis*, der einen Teil des lateralen Vorderhirnbündels ausmacht.

Vergleich zwischen dem Bulbus olfactorius von *Myxine* und demjenigen von *Petromyzon*.

1. Die Zellenformen des Bulbus olfactorius.

Bei *Petromyzon* hat JOHNSTON gezeigt, dass es zwei Sorten von Zellen gibt: Zellen der Mitralzelltypus und sternförmige oder spindelförmige Zellen. Die Mitralzellen sind nicht typische Mitralzellen: »The most striking fact is that there are no well developed mitral cells to be found». Ihre Dendriten sind gegen die Mitralzellschicht gerichtet. Das Dendritensystem ist meistens wohlentwickelt, mit mehreren Hauptzweigen.

Die von JOHNSTON beschriebenen Mitralzellen haben bei *Myxine* offenbar ihre Gegenstücke in denjenigen Sternzellen, deren Dendriten mit dichten Endbäumen in Glomerulen enden. Echte Mitralzellen, wie sie bei *Myxine* vorkommen, sollten also bei *Petromyzon* fehlen. Ich finde aber in einer Golgi'schen Schnittserie durch den Bulbus olfactorius von *Petromyzon*, dass hier auch echte Mitralzellen in grosser Zahl unter den Glomeruli liegen. Diese sehen meistens so aus wie bei *Myxine*, nur kommt es bei *Petromyzon* viel öfter vor, dass die Hauptdendriten verästelt sind.

Die Stern- und Spindelzellen der beiden Tierarten verhalten sich ganz übereinstimmend.

Der Bulbus olfactorius bei Myxine enthält also ganz dieselben Zellentypen wie bei Petromyzon.

2. Verbindungen des Bulbus olfactorius.

Bei *Petromyzon* verhalten sich die Neuriten der Bulbuselemente folgendermassen:

1:o. Neuriten gehen (SCHILLING, JOHNSTON, TRETJAKOFF u. a.) direkt zum Lobus olfactorius (*Ungekreuzter Tractus olfactorius*).

2:o. Neuriten gehen (nach SCHILLING) durch die Commissura pallii anterior nach dem Lobus olfactorius der Gegenseite (*gekreuzter Tractus olfactorius*).

3:o. Neuriten gehen (SCHILLING) durch die Commissura pallii anterior nach dem Bulbus olfactorius der Gegenseite (*Commissura interbulbaris superior*).

4:o. Neuriten gehen (JOHNSTON) durch die Commissura pallii anterior nach dem Primordium hippocampi der Gegenseite (*gekreuzter Tractus bulbö-hippocampalis*).

5:o. Neuriten gehen (JOHNSTON) von der somatischen Area durch die Commissura pallii anterior (»Corpus callosum«).

6:o. Neuriten gehen nach der somatischen Area.

7:o. Neuriten gehen (eigene Beobachtung!) durch die Commissura anterior nach dem Bulbus olfactorius der Gegenseite (Commissura interbulbaris inferior).

8:o. Durch die Commissura anterior treten Neuriten, welche »probably come from the basal (lateral) olfactory area (JOHNSTON, HOLMGREN) and the so-called 'striatum'« (JOHNSTON).

Von diesen bei *Petromyzon* gefundenen Verbindungen liegen bei *Myxine* folgende vor:

1:o. Ungekreuzter Tractus olfactorius lateralis pars superficialis und profundus = Tractus olfactorius bei *Petromyzon*.

2:o. Gekreuzter Tractus olfactorius lateralis pars superficialis und profundus = gekreuzter Tractus olfactorius bei *Petromyzon*.

3:o. Commissura interbulbaris superior = Commissura interbulbaris superior bei *Petromyzon*.

4:o. Tractus bulbo-hippocampalis (vielleicht gekreuzt) = gekreuzter Tractus bulbo-hippocampalis bei *Petromyzon*.

5:o. »Corpus callosum« = »Corpus callosum« bei *Petromyzon*? Siehe unten!

6:o. ?

7:o. Commissura interbulbaris inferior = Commissura interbulbaris inferior (anterior) bei *Petromyzon*.

8:o. ?

Bei *Petromyzon* passieren die kommissuralen oder gekreuzten Bündel 2, 3, 4 und 5 durch die *Commissura pallii anterior*. Die entsprechenden Bündel (möglicherweise mit Ausnahme von 4) bei *Myxine* passieren durch die von früheren Verfassern als *Commissura superior* oder *habenularum* bezeichnete Kommissur und nehmen hier den vorderen Teil ein.

Aus diesem Vergleich folgt nun: Bei *Myxine* existiert eine *Commissura pallii anterior*, welche soweit bisjetzt bekannt, nur solche Komponenten enthält, wie sie in der *Commissura pallii anterior* bei *Petromyzon* vorkommen. Diese *Myxine*-Kommissur liegt aber innerhalb der *Ganglia habenulae* und ist nicht wie bei *Petromyzon* unabhängig, von den *Ganglia habenulae*.

Das System der *Commissura pallii anterior* ist bei *Myxine* aus der ursprünglichen Lage, getrennt vom Ganglion *habenulae*, so weit nach hinten gewandert, dass Fasern in das System der *Commissura superior* eingedrungen sind. Diese Wanderung scheint mir von so grossem theoretischen Interesse zu sein, dass es sehr wünschenswert erscheint, sie sicher festzustellen. Es liesse sich ja denken, dass *Myxine* den ursprünglichen Zustand beibehalten habe, und dass solchenfalls die *Petromyzon*-Kommissur nach vorn gewandert ist. Glücklicherweise ist es möglich, einen bestimmten Standpunkt zu dieser Frage einzunehmen. Es hat nämlich v. KUPFFER für *Bdellostoma* gezeigt, dass es embryonal eine *Commissura pallii anterior* gibt, welche von der *Commissura habenularum* sehr deutlich getrennt ist. Jene

Kommissur entsteht hier in einer Lage, welche derjenigen bei *Petromyzon* ziemlich gut entspricht. Während der Ontogenese wird die Kommissur bis in Kontakt mit der Habenularkommissur geführt. Wenn also eine ontogenetische Wanderung konstatiert worden ist, scheint die entsprechende phylogenetische sehr plausibel.

Betreffs der Commissura anterior scheint die Homologie derselben bei *Petromyzon* und *Myxine* wenigstens bei der jetzigen Kenntnis kaum bezweifelt werden zu können. Diese Kommissur ist aber gegenwärtig zu wenig bekannt, besonders bei *Petromyzon*, um einen vollständigen Vergleich zu erlauben. Das Verhältnis aber, dass bei beiden Formen darin eine Interbulbarverbindung vorkommt, lässt vermuten, dass auch übrige Elemente als vergleichbar sich einmal herausstellen werden sollen.

Bei einem mehr detaillierten Vergleich der Bulbusverbindungen von *Myxine* und *Petromyzon* fällt es besonders auf, dass die direkte Riechbahn sich bei den beiden Formen recht verschiedenartig verhält. Bei *Petromyzon* besteht diese Bahn aus gerade nach hinten verlaufenden Mitralzellenneuriten, während sie bei *Myxine* auf eine superfizielle und eine profunde Partie verteilt ist. Ebenso fällt die geringe Transversalbreite der Commissura pallii anterior bei *Myxine* ins Auge. Wie sollen nun diese Verschiedenheiten erklärt werden?

Die Erklärung liegt, glaube ich, in der oben nachgewiesenen, starken Inversion der Hemisphären. Bei dieser Inversion wurde das ursprünglich lateral gelegene Riechbündel nach der Mediallinie und hier sogar in die Tiefe geführt. Die Hyperinversion des Cortex olfactorius war unzweifelhaft der triftige Grund zur Aufteilung in eine oberflächliche und eine tiefe Partie des Nervenbündels. Die ursprüngliche rostro-caudale Verlaufsrichtung der Olfactorius-Fäden wurde bei dieser Einrollung der Hemisphären zu einer transversalen verändert. Ebenso muss die transversale Abkürzung der Commissura pallii anterior von dieser Einrollung abhängig gewesen sein.

Die Hemisphären (Lobus olfactorius, Area olfactoria, Cortex olfactorius).

Die ältesten Angaben über den feineren Bau der Lobi olfactorii, welche ich gesehen habe, sind diejenigen, welche G. RETZIUS als Figurenerklärung zu zwei groben Querschnittsabbildungen beifügt. Diese lautet: »Die der Oberfläche der beiden Stammganglien (»Corpora striata») parallelen, dunklen Bänder sind in den Carminpräparaten durch eine stärker röthliche Farbe angegeben.« Weiteres wird nichts über diese eigenartigen Bänder gesagt. Diese Bänder sind es, welche ich oben als 1. und 5. Schicht der Riechrinde bezeichnet habe.

HOLM's Darstellung über die Hemisphären ist auch sehr summarisch. Er erwähnt diese Bänder nicht, beschreibt aber einen Kern, *Epistriatum*, in der Hemisphärenwand. Dieser Kern liegt nahe der lateralen Oberfläche des Gehirns. »The Nucleus becomes less defined when approaching the ventral part and could perhaps be considered homologous with the Striatum itself, or it is perhaps more probable that the Striatum and Epistriatum are not differentiated from each other in *Myxine*.« Dieses »Epistriatum« entspricht, nach HOLM's Abbildungen zu urteilen, ohne Zweifel den Schichten 2 und 4, welche oben erwähnt wurden. Eingeschlossen von den Hemisphären liegt »Nucleus rotundus« (= Primordium hippocampi).

EDINGER schreibt über den Bau der Hemisphäre folgendes: »Auf eine kaum Nervenfasern enthaltende feinkörnige Schicht (= meine Schicht 1) — Molecularschicht — folgt eine mächtige Platte von im Wesentlichen pyramidalen, bipolaren Zellen» (= meine Schicht 2). »Unter dieser Schicht, die man als Cortex olfactorius bezeichnen muss, liegt eine grosse Anzahl von feinen Nervenfasern (= meine Schicht 3), die alle aus der *Commissura anterior* stammen.» »Das Centrum des Vorderhirns wird von grösseren, unregelmässig gelagerten Zellen eingenommen (= den Hinterteil des Bulbus olfactorius und meine Schicht 4). Sie müssen in ihrer Hauptmasse als *Nucleus corporis striati* angesehen werden. Denn ihnen und einer mehr lateral gelegenen Zellsammlung derselben, welche HOLM als Epistriatum bezeichnet, entstammt ein geschlossener, auch von HOLM gesehener Faserzug zum Hypothalamus, dessen mehr dorsale Fasern auch in Thalamus selbst verloren gehen.» Umschlossen von den Hemisphären liegt im Querschnitt der »Thalamuskern» (= Primordium hippocampi).

Die beste Darstellung über die Schichten der Hemisphären verdanken wir WORTHINGTON, welche sie bei *Bdellostoma* untersucht hat. Die Hemisphären bestehen aus »an other shell» und »a small inner core». Die Schale besteht aus 1) einer äusseren Schicht von Gliafasern und Dendriten aber wenigen Zellen; 2) einer Schicht von dichtstehenden, radiär angeordneten Zellen; 3) einer Schicht wie die erste; 4) einer zweiten Zellschicht und 5) einer Faserschicht. Dann folgt der innere Kern, der dem Primordium hippocampi entspricht. Die Schichten der Rinde entsprechen genau denjenigen, welche ich oben erwähnt habe.

Eigene Beobachtungen.

Die Grenze zwischen Bulbus olfactorius und den Hemisphären.

Die äussere Grenze zwischen Bulbus olfactorius und der Hemisphäre ist durch die bekannte Quersfurche, Sulcus rhinencephalicus dorsalis, markiert. Im Inneren ist die Grenze auch ziemlich deutlich. Es ist deswegen leicht zu konstatieren, dass die Bulbusformation sich jederseits als ein stumpfspitziger Kegel nach hinten erstreckt. In den dorsalen Teilen ist die Grenze sehr deutlich, im unteren Teil wird sie aber ziemlich undeutlich, und die Bulbusformation fliesst hier in die basalen Gehirnteile ziemlich ohne Grenze über. In allen Horizontalebene verhält es sich ausserdem so, dass die Grenze gegen die Spitze des Bulbuskegels allmählich undeutlicher wird. Dies hängt davon ab, indem die kaudale Partie des Bulbus hauptsächlich nur sternförmige Zellen enthält, welche von demselben Typus sind, wie die Zellen der angrenzenden Hemisphärenteile und ausserdem ebenso dicht liegen wie jene. In mehr oberflächlichen Teilen des Bulbus liegen die Zellen viel dichter als in den angrenzenden Hemisphärenteilen, und unter ihnen kommen ausserdem noch Mitralzellen hinzu.

Im ventralen Teil, wo die Grenze stets undeutlich ist, hängt dies davon ab, dass die Zellenformen und die dichte Lagerung derselben im basalen Vorderhirn fast dieselben sind wie im hinteren Teil der Bulbusformation.

Besonders im hinteren Teil der Bulbusformation ist also die Begrenzung wenig deutlich. (Dies hängt besonders davon ab, indem hier beiderseits der Grenze dieselben stern- und spindelförmigen Zellen vorhanden sind.) Dies Verhältnis deutet nun an, dass die Bulbusformation nur eine spezialisierte vordere Hemisphärenpartie ist, welche sich im Zusammenhang mit dem Hineinwachsen der Riechnerven als Rezeptionsapparat der Riecheindrücke differenziert hat. Solche Differenzierungen können Schritt für Schritt im Bau der Bulbuselemente verfolgt werden. Es existieren bei *Myxine* Übergänge zwischen den stern- und spindelförmigen Zellen der Hemisphärenwand und des hinteren Bulbusteils zu den interglomerularen Mitralzellen, welche eine so ununterbrochene Serie, wie sie kaum bei anderen Vertebraten vorkommt, bilden.

Die hintere Partie des Bulbus olfactorius ist es, welche EDINGER als »Striatum» bezeichnet.

Die Kerne der Hemisphären.

Die Schichteneinteilung der Hemisphärenwand ist schon vorher erwähnt worden. Hier sollen zunächst die Schichten, welche hauptsächlich von Ganglienzellen bestehen, nämlich die Schichten 2 und 4, näher behandelt werden. Diese beide Schichten gehen, wie schon früher erwähnt, lateral von den Habenularganglien direkt in einander über. An der Übergangsstelle ist die Kontinuität der Zellenlagen nicht in allen Querschnitten vollständig, sondern hier ist der Zusammenhang dadurch stellenweise gelockert, indem hier Faserbündel, welche sonst zwischen den beiden Schichten an den Umbiegungstellen, in medialwärtiger Richtung verlaufend, liegen, durchtreten. An derjenigen Stelle, wo die Commissura pallii anterior die Mediallinie passiert, wird jederseits eine Zellpartie von der Umbiegungsstelle losgelöst. Diese Partie erstreckt sich medialwärts in die Kommissur hinein und liefert die dort gelegenen Zellen.

Basal geht die 2. Schicht ohne Grenze in die Basalarea des Gehirns über. Die 4. Schicht geht auch in diese Area über, hängt aber ausserdem basal mit den hinteren, ventro-lateralen Partien des Primordium hippocampi (Thalamuskern von EDINGER, Nucleus rotundus von HOLM) zusammen.

In den Faserschichten 1, 3 und 5 sind auch Zellen vorhanden. Besonders ist dies der Fall in der 3. Schicht.

Ich gehe nun zur Beschreibung der Zelltypen der Ganglienzellschichten über.

Schicht 1. Nach EDINGER besteht diese Lage aus einer mächtigen Platte »von im Wesentlichen pyramidalen, bipolaren Zellen. Die grösseren derselben senden alle in die Molecularschicht einen Spitzenfortsatz hinein, der dort mit wenig Reisern aufzweigt; viele kleinere Zellen liegen nach allen Richtungen des Raumes orientiert». EDINGER hat seine Resultate vermittelst der Bielschowsky-Methode gewonnen. Seine



Fig. 14. Partie aus der Schicht 2 des »Cortex olfactorius». Golgi-Methode. Querschnitt.

Zellbilder sind deshalb unvollständig. Was er mitteilt, ist aber zutreffend. Ich beschränke mich deshalb auf die Beschreibung von einigen Zellen dieses Gebietes.

Die Zellen der Schicht 1 sind von verschiedenen Formen und Grössen. Meistens sind sie verhältnismässig klein, bi- oder tripolar (Fig. 14). Die meisten Dendritenverzweigungen sind gegen die Gehirnoberfläche gerichtet, wo sie in die Schicht 1 eindringen. Die so gerichteten Zweige sind meistens wenig divergierend. In den äusseren Schichten der Zellage sind jedoch Zellen vorhanden, welche stärker diver-

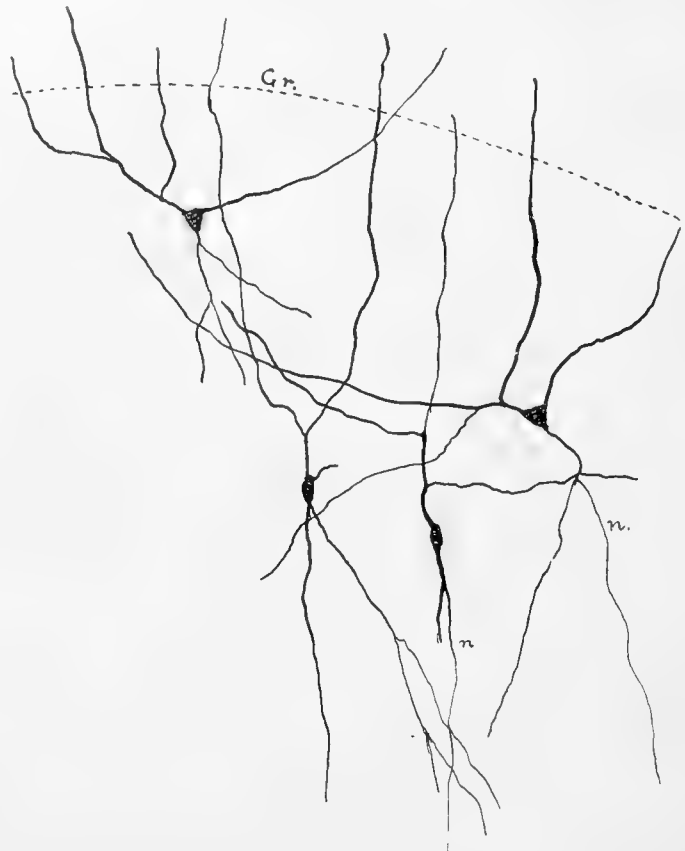


Fig. 15. Zellen, der Schicht 2 angehörig, welche in die Schicht 3 und 4 heruntergesunken sind.
n = Neurit; Gr. = Grenze zur Schicht 2. Golgi-Methode Querschnitt.

gierende Dendritenäste besitzen, ja die äusserst gelegenen Zellen können sogar mit der Oberfläche parallel verlaufende Dendriten haben. Solchenfalls ist der Zellkörper meistens spindelförmig und tangential gelegen. Ausser den nach aussen gerichteten Dendriten, welche ziemlich dick und etwas uneben sind, gibt's auch meistens Dendriten, welche nach innen gerichtet sind und in die Schicht 3 eindringen. Solche Dendriten sind schmaler als die vorigen und verzweigen sich reicher aber fast stets mit langen dichotomisch verzweigten Ästen.

Die Zellen der Schicht 1 können wohl nicht als Pyramidenzellen gelten, sie zeigen jedoch in der Anordnung der nach aussen gerichteten schwach divergierenden, langen,

wenig verzweigten Dendriten gewisse Ähnlichkeiten mit solchen von niederen Vertebraten. Vielleicht können sie aber als Übergangszustände von gewöhnlichen Sternzellen zu Pyramidenzellen gelten.

Im vordersten Teil der Hemisphären, an der Grenze zum Bulbus olfactorius, sind die Zellen der ersten Schicht Sternzellen von ganz demselben Typus, wie sie im hinteren Teil der Bulbusformation vorkommen (Fig. 6).

Unter den oben beschriebenen kleinen Zellen der Schicht 2 gibt es grössere, mit fast parallelen oder mit weit ausgesperrten, groben Dendriten. Diese Zellen sind meistens tripolar oder bipolar. Einige Dendritenzweige derselben können parallel mit



Fig. 16. Zellengruppe von der Stelle, wo die Schicht 2 in die Schicht 4 umbiegt. Golgi-Methode. Querschnitt.

der Gehirnoberfläche verlaufen. Bisweilen sind solche Zellen, welche gewöhnlich an der unteren Grenze der Schicht 2 gelegen sind, unterhalb dieser Schicht hineingesunken und liegen somit in der 3. oder sogar in der 4. Schicht. Solche Zellen sind in der Abbildung Fig. 15 veranschaulicht. Unter diesen aus der 2. Schicht hervorgetretenen Zellen des soeben beschriebenen Typus liegen grosse Zellen, welche an die kleinen Normalzellen der 2. Schicht stark erinnern, und welche deshalb als nach unten gewanderte, grössere »Pyramidalzellen« gelten können. (Solche grosse Zellen kommen übrigens, wie oben gesagt, in der 2. Schicht vor.)

Mehr unregelmässig geformte Zellen kommen medio-dorsal am Übergang von der 2. bis 4. Zellschicht vor. Die Abbildung Fig. 16 gibt eine Vorstellung von solchen Zellen. Sie sind durchschnittlich grösser als die Normalzellen der 2. Schicht und nähern sich den grossen Zellen derselben.

Oben wurde gesagt, dass eine Zellpartie an der Übergangsstelle der Schichten 2 und 4 sich von dieser ablöst und in das dorsale Kommissursystem eindringt. Die Zellen sind hier spindelförmig mit Dendriten, welche sich in die Richtung der Kommissuralfasern erstrecken. Dendriten treten deshalb von der einen Hemisphäre nach der anderen hinüber. Je weiter lateralwärts eine solche Zelle liegt, je mehr erinnert sie an eine gewöhnliche Sternzelle.

Über die Neuriten der Zellen der 2. Schicht kann ich mich nur wenig äussern, indem sie bei dem Golgi-Verfahren nur stumpfenweise imprägniert werden. Oft treten sie direkt vom Zelleib hervor, oft von dem Basalteil eines Dendritenstammes.



Fig. 17. Partie aus der Schicht 4 des »Cortex olfactorius«. Golgi-Methode. Querschnitt.

Sie sind von den Dendriten nur mit Schwierigkeit zu unterscheiden. In Golgipräparaten glänzen die Neuritenstümpfe etwas und enden zugespitzt. Das ist alles, was sie von Dendriten unterscheidet. Die Neuriten der Zellen der 2. Schicht sind meistens nach unten oder nach innen gerichtet.

Die Schicht 2 ist von langen, mit der Gehirnoberfläche parallel verlaufenden Neuriten des Tractus olfactorius lateralis pars superficialis durchzogen. Auch *striothalamicus*-Fasern kommen hier vor.

Schicht 4. Schon aus gewöhnlichen Tinktionspräparaten geht hervor, dass die Anordnung der Zellen in der 4. Schicht nicht so regelmässig ist, wie die der 2. Besonders unregelmässig liegen die Zellen im ventralen Abschnitt der Zelllage, wo überdies diese mit der Zellenmasse des Primordium hippocampi und der Basalpartie des Gehirns zusammenfliesst. In Übereinstimmung mit der unregelmässigen Zell-

ordnung steht, dass die Zellentypen hier ziemlich abwechselnd sind. In den oberen zwei Dritteln der Schicht, wo noch einige Regelmässigkeit vorhanden ist, lässt sich konstatieren, dass die gröberen Dendritenstämme nach innen gerichtet sind, d. h. in einer Richtung, welche entgegengesetzt derjenigen ist, welche die gröberen Dendriten in Schicht 2 einnehmen. Siehe die Abbildung Fig. 17.

Was die Form der Zellen betrifft, so ist sie sehr abwechselnd. Meistens sind die Zellen bi- oder tripolar. Diejenigen Dendriten, welche nach der Gehirnoberfläche sich erstrecken, sind meistens fein, ziemlich lang und dichotomisch verästelt. (Die Anordnung ist also die umgekehrte der Schicht 2.)

In dieser Schicht kommen auch grössere Elemente vor, von denen einige der 2. Schicht entstammen, andere aber wahrscheinlich in der 4. endemisch sind.

Die Neuriten sind entweder nach aussen und oben oder nach unten gerichtet.

Im unteren Teil der Schicht 4 sind die Zellen sternförmig oder spindelförmig.

Die Schicht 4 ist von langen Neuriten durchzogen, welche teils dem Tractus olfactorius lateralis pars profundus angehören, teils *strio-thalamicus*-Fasern sind.

Ich bitte hier hervorzuheben, dass das Verhältnis, in dem die Hauptdendriten der Zellen der Schichten 2 und 4 nach entgegengesetzten Richtungen orientiert sind, einen guten Beweis für die früher vorgelegte Theorie der Hyperinversion des Myxinehirns ausmacht. Es ist dies eben, was man aus der Theorie erwarten sollte!

Vergleich zwischen dem Bau der Hemisphären von *Myxine* und *Petromyzon*.

Bei *Petromyzon* lassen sich in der Hemisphärenwand drei Schichten deutlich unterscheiden; 1:o Eine äussere Faserschicht (TRETJAKOFF's pericortikales Plexus) mit in Cajal-Präparaten deutlich hervortretender, mehr oder weniger transversale Faserrichtung. Diese Faserrichtung hängt davon ab, indem die Bulbusfasern (2. Ordnung) beim Übertreten aus der Hemisphäre sich seitwärts biegen. In Horizontalschnitten kann man sich von diesem Verhältnis leicht überzeugen. 2:o. Eine innere Zellschicht, welche sich bis zur Nähe des Seitenventrikels erstreckt. Diese Schicht enthält sternförmige und bipolare Zellen mit langen, weit sich erstreckenden Dendriten (JOHNSTON, 1912, TRETJAKOFF 1909). 3:o. Eine um das Ventrikellumen herum gelegene dünne Schicht von Neuriten, welche die Neuriten des *Tractus olfacto-habenularis* und *Strio-thalamicus* enthält.

Vergleichen wir unter Berücksichtigung der Hyperinversion die Schichten der Hemisphärenwand von *Myxine* mit den oben erwähnten, so ergibt sich eine gute Übereinstimmung sowohl in der allgemeinen Anordnung wie in Einzelheiten. In der Faserschicht bei *Myxine* ist die transversale Anordnung der Bulbusfasern mehr regelmässig transversal, was als eine Folge der Inversion betrachtet werden kann.

In der Zellschicht existieren wohl Verschiedenheiten bei den beiden Gattungen, sie scheinen jedoch von wenig Bedeutung zu sein. Bei *Myxine* liegen die Zellen viel dichter. Sie sind hier ausgeprägte Sternzellen oder bipolare Zellen, während bei *Petromyzon* die Sternzellen mehr an Pyramidenzellen erinnern. Zellen eines solchen Typus sind aber auch bei *Myxine* vorhanden.

In der inneren Faserschicht liegt der Unterschied vor, dass bei *Myxine* viel mehr Fasern hier vorkommen als bei *Petromyzon*. Diese Verschiedenheit lässt

sich aber durch die Inversion des *Myxine*-Hirns zwanglos erklären, indem hier die Schicht eigentlich eine Doppelschicht ist.

Aus diesem Vergleich geht hervor, dass im Rindenbau der Hemisphären bei Myxine und Petromyzon keine prinzipiellen Verschiedenheiten vorhanden sind.

Die Verbindungen der Hemisphären.

Die einzige Verbindung der Hemisphären, mit Ausnahme der oben behandelten, welche von HOLM kurz beschrieben wurde, ist der Tractus strio-thalamicus. Ausserdem hält HOLM es für möglich, »that a connection may exist between the striata or epistriata throug a commissure situated somewhat above and caudally to the Chiasma nervorum opticorum and probably homologous to the Commissura postoptica superior described by HALLER in Seyllium».

Über die Verbindungen der Hemisphären teilt EDINGER in der Hauptsache folgendes mit:

Unter dem Cortex olfactorius »liegt eine grosse Anzahl von feinen Nervenfasern, die alle aus der Commissura anterior stammen. Sie treten zu den Zellen der Rinde, wie ihr Aufwärtsbiegen in der Rindenrichtung zeigt, in Beziehung.»

Oben wurde gezeigt, dass es sich hier sicher nicht um Fasern der Commissura anterior handelt, sonder um Fasern, welche in die Commissura postoptica eintreten.

»Aus dem Lobus olfactorius stammen noch dünnste Faserbündel, welche nahe der Hirnbasis caudal verlaufen und im Zwischenhirnboden der Verfolgung sich entziehen.» *Tractus olfacto-tegmentalis.*

Von dem »Nucleus corporis striati» und dem, von HOLM als Epistriatum bezeichneten Kern stammt nach EDINGER »ein geschlossener, auch von HOLM gesehener Faserzug zum Hypothalamus, dessen mehr dorsale Fasern auch im Thalamus selbst verloren gehen». Dieser Zug ist jedenfalls der bei allen Vertebraten wiederkehrende Tractus strio-infundibularis, ein Teil des *Tractus strio-thalamicus*.

Die *Taenia thalami* — Tractus olfacto-habenularis — besteht nach EDINGER aus einem von oben und einem von unten zum Ganglion habenulae hinziehenden, grossen Bündel. Die beiden Bündel vereinen sich dicht vor der Habenula mit einander.

Ausser diesen Bündeln wird noch ein Tractus olfacto-hypothalamicus auf Tafel III, Fig. 15 abgebildet. Dieses Bündel findet im Text keine Erwähnung. Dasselbe Schicksal erleidet der mit Tr. bulbo-olf. in Fig. 14 bezeichnete Faserzug. Diese ist aber der Tractus olfactorius lateralis.

Nach WORTHINGTON ist »the inner core» von der 4. Schicht der Hemisphäre durch Faserbündel getrennt. »Of these, the most conspicuous one leaves the dorsal part of the primary cell layer, and runs caudo-ventral, lateral of the core. As it nears the ventral surface it turns mesad, crossing to the other side in the postoptic decussation, and distributes itself in the floor of the tween brain.»

Bemerkungen zu den von früheren Verfassern dargestellten Hemisphärenbahnen.

1. *Tractus strio-thalamicus* von HOLM. Dieser ist nach HOLM wenig gut definiert und erscheint als ein diffuses Bündel, das von dem unteren, rostralen Teil des Gehirns ausgeht und gegen den Thalamus verläuft. Von einem Parasagittalschnitt hat HOLM diesen Tractus abgebildet. Daraus erhellt, dass er nur den ventralen Teil des in Frage stehenden Bündels gesehen hat. Sein wirklicher Ursprung blieb HOLM unbekannt. Ebenso scheint HOLM von dem Tractus nur wenige Faserzüge gesehen zu haben.

2. Die kommissurale Verbindung der Striata oder Epistriata (d. h. der Hemisphären), welche HOLM gesehen hat, entspricht höchst wahrscheinlich der Kreuzung der beiden Tracti strio-thalamicici, welche in entsprechender Lage in der Chiasmplatte verlaufen.

3. Diejenige *Commissura anterior* von EDINGER, welche in Beziehung zu den Zellen der Hemisphärenrinde tritt, hat, wie schon oben gezeigt wurde, nichts mit der wirklichen Commissura anterior zu tun, sondern vertritt, wenigstens zum Teil, die Kreuzung der beiden Tracti strio-thalamicici. Die Kreuzung liegt, wie aus den Abbildungen von EDINGER mit aller wünschenswerten Klarheit hervorgeht, in der Chiasmplatte.

4. *Tractus olfacto-tegmentalis* von EDINGER. Diejenigen dünnsten Faserbündel, welche EDINGER so bezeichnet, und welche von dem Lobus olfactorius, d. h. dem hinteren Teil des Bulbus olfactorius, stammen, konnten nicht wiedergefunden werden. In ähnlicher Lage, aber mit Ursprung von dem Vorderteil der Hemisphären, verläuft ein ventraler Abschnitt des Tractus strio-thalamicus. Dieser Abschnitt ist derselbe, den HOLM als *Tractus strio-thalamicus* beschrieben hat. Ich glaube deshalb, dass EDINGER'S Tr. olfacto-tegmentalis zu dem System des Tractus strio-thalamicus gehört.

5. *Tractus strio-thalamicus* von EDINGER ist nach der Beschreibung zu urteilen der wahre ungekreuzte Tractus strio-thalamicus. In EDINGER'S Abbildungen figurirt der Tractus aber in einer sehr regellosen Weise. In Fig. 1 (Sagittalschnitt) ist er richtig wiedergegeben. In Fig. 5 (Querschnitt) heisst er Commissura anterior. Ebenso teilweise (wenigstens) in Fig. 6. In Fig. 7 ist ein Tectumbündel als *strio-infundibularis* (ein Teil von Tr. strio-thalamicus) bezeichnet. In Fig. 14 heisst der *Tractus olfacto-habenularis* — Tr. strio-thalamicus. In Fig. 16 enthält die als *Tractus strio-thalamicus* bezeichnete Faserpartie ausserdem den Tractus olfacto-habenularis und endlich in Fig. 15 ist das Bündel richtig wiedergegeben.

6. Die Taenia thalami — Tractus olfacto-habenularis — von EDINGER hat nichts mit einer Taenia thalami oder Tractus olfacto-habenularis zu tun. Dieses Bündel soll aus einem unteren und einem oberen zum Ganglion habenulae hinziehenden Teil bestehen. Diese Teile, welche in seinen Figuren 4 und 5 in Übereinstimmung mit der Beschreibung veranschaulicht sind, sind Tractus olfactorius lateralis superficialis und profundus und haben also nichts mit einer Taenia zu tun. In Fig. 5 ist aber ein Irrtum vorhanden, indem ein Teil der »Taenia« als Tractus bulbo-corticalis figurirt. Diese ventral gelegene Partie ist nämlich nur die Fortsetzung der

»Taenia« derselben Abbildung, welche die ganze Hemisphärenfläche überdeckt. Durch ungleichmässige, defekte Imprägnierung, wie sie bei der Bielschowsky-Methode sehr oft vorkommt, ist der Zusammenhang korrumpiert worden. Die »Taenia« in Fig. 2 ist der hintere Teil des *Tractus olfactorius lateralis*. Die »Taenia« in Fig. 6 scheint mir der *Tractus olfacto-peduncularis* zu sein; sie ist allerdings keine Taenia. Die beiden »Taeniae« in Fig. 16 sind *Tractus olfactorius lateralis* und *medialis*. EDINGER hat die Taenia überhaupt nicht gesehen.

Das von WORTHINGTON erwähnte Hemisphärenbündel ist der *Tractus strio-thalamicus*.

Eigene Beobachtungen.

1. *Tractus olfacto-habenularis*. (Fig. 9 a—c, Tr. olf. hab.; Fig. 10; 11.) In der Schicht 3 der Hemisphärenwand sammeln sich grosse Fasermassen, welche dorsal und medial sich zu einem kräftigen Bündel vereinen (Fig. 11). Dieses Bündel ist der *Tractus olfacto-habenularis*. Medial und dorsal zieht der Tractus durch die Habenula nach der Gegenseite und stellt die wahre *Commissura superior* dar (Fig. 9, Comm. hab., Fig. 11). In der Schicht 3 liegen die Fasern des Tractus mit den Fasern des *Tractus strio-thalamicus* zusammen und wurden von z. B. EDINGER als diesem angehörig aufgefasst. Der Tractus entstammt Zellen sowohl der Schicht 2 wie 4 und ist eine Riechbahn dritter Ordnung, wie es der *Tractus olfacto-habenularis* bei den übrigen Wirbeltieren ist. Die vordersten Fasern des Bündels laufen zusammen mit dem *Tractus olfactorius lateralis*, wodurch der Vorderteil der *Commissura superior* mit der *Commissura pallii anterior* verbunden wird.

2. *Tractus strio-thalamicus*. (Fig. 9, c, d, Tr. str. thal.; Fig. 11.) (*Tractus strio-thalamicus* der Autoren.) Als *Tractus strio-thalamicus* fasse ich einen Faserkomplex zusammen, dessen Fasern nach verschiedenen Richtungen hin verlaufen. Folgende Komponenten wurden mit Reservation für die Verlaufsrichtung der Fasern konstatiert.

a. *Tractus cortico-thalamicus* wird von dorsalen Fasern des Bündelkomplexes gebildet. Ob diese Fasern wirklich in Thalamus Halt machen, ist sehr unsicher; sie konnten aber nur so weit verfolgt werden. EDINGER sah diese Fasern und deutete sie als *strio-thalamicus*-Fasern.

b. *Tractus cortico-infundibularis rectus*. Die Hauptmasse der Fasern wurde bis in die Seitenteile des Hypothalamus verfolgt. Diese Fasern verlaufen auf kleinere Bündel verteilt. Sie sind von EDINGER in Fig. 1 wiedergegeben.

c. *Tractus cortico-infundibularis cruciatus*. Verläuft zusammen mit dem vorigen, kreuzt aber in der postoptischen Kommissur nach der Gegenseite. Wohin die gekreuzten Fasern ziehen, ist nicht ganz sicher. Einige davon ziehen aber nach dem Hypothalamus. Von EDINGER bisweilen als *Commissura anterior* bezeichnet.

d. *Tractus cortico-spinalis*. Von den Fasern des *Tractus cortico-infundibularis* setzt sich eine bedeutende Anzahl weiter nach hinten fort, und begibt sich nach dem Vorderteil der *Oblongata*. (*Tractus parolfacto-bulbaris* von FRANZ bei Knochenfischen.)

e. *Tractus cortico-cerebellaris*. Bedeutende Faserbündel des Dorsalteils des Komplexes biegen im Thalamus nach oben um und wurden bis in das Cerebellum (aus Gründen, welche weiter unten vorgelegt werden sollen, fasse ich die hintere Partie des »Tectum opticum« der Autoren als Cerebellum auf) verfolgt. Diese Faserpartie wurde von WORTHINGTON als ein Bulbus-Bündel (*Tractus olfacto-cerebellaris*) aufgefasst.

3. *Fibrae cortico-hippocampales*. In Cajal-Schnitten (Querschnitten) bemerkte ich oft Faserstümpfe, welche von der Hemisphärenwand kommend in das »Primordium hippocampi« in latero-medialer Richtung eindringen. Diese Fasern deute ich als eine olfactorische Bahn dritter Ordnung.

Vergleich mit *Petromyzon*.

1. *Tractus olfacto-habenularis*.

Bei *Petromyzon* sammeln sich die Fasern des *Tractus olfacto-habenularis* dorsal und hinter dem *Ventriculus lateralis* zu grossen Bündeln, welche in das *Primordium hippocampi* eindringen, um nach der *Habenularkommissur* zu verlaufen. Die *Sammelbündel* liegen also dem *Ventrikellumen* ziemlich nahe an. Wenn das entsprechende System bei *Myxine* entsprechende Lage einnehmen sollte, müssten die *Sammelbündel* desselben zwischen den Schichten 2 und 4 der *Hemisphärenwand* gefunden werden, denn dort dürften nach den früher gegebenen Auseinandersetzungen die *Seitenventrikeln* einst gelegen haben. Da die *Masse der olfacto-habenularis-Fasern* bei *Myxine* eben zwischen diesen Schichten sich befindet, gewinnt die früher aufgestellte *Theorie von der Hyperinversion der Hemisphärenrinde* eine neue, kräftige *Unterstützung*.

Ein Unterschied zwischen *Myxine* und *Petromyzon* liegt in dem Verhältnis, indem bei *Petromyzon* der *Tractus olfacto-habenularis* durch das *Primordium hippocampi* hindurch passiert, ehe er noch zur *Habenularkommissur* kommt. Bei *Myxine* aber liegt der *Tractus* in seiner ganzen Streckung ausserhalb des *Primordium*. Diese Lageverschiedenheit bedeutet aber recht wenig, wenn wir ins Auge fassen, dass es sich bei *Petromyzon* nur um eine *Durchwachsung* der Fasern handelt, und dass Fasern des *Tractus* hier nicht Halt machen. Die Lageverschiedenheit ist nur eine Folge der Lageverschiedenheit der *Primordia*, welche ihrerseits durch die *Hyperinversion* bei *Myxine* erklärlich ist. Ausserdem gibt es ja Beispiele darauf, dass *Faserbündel* veränderte Wege genommen haben. Ich erinnere daran, wie bei den *Knochenfischen* die *Commissura hippocampi* einen anderen Weg genommen hat, als den normalen, indem sie durch die *Lamina terminalis* hindurchtritt, statt durch die *Lamina supra-neuroporica* zu passieren.

2. *Tractus strio-thalamicus*.

Die *Striatumfasern* sammeln sich nach EDINGER, SCHILLING, KAPPERS und JOHNSTON in zwei Bündeln, *Tractus strio-thalamicus* und *Tractus strio-infundibularis*. Das *Striatum* ist aber wenig differenziert, wenn es überhaupt vorkommt. TRETJA-

KOFF erwähnt *Tractus strio-hypothalamicus*, *strio-infundibularis* (mit dem ersten nahe assoziiert) und *strio-thalamicus*. Das Striatum ist nach TRETJAKOFF kaum von dem Nucleus taenia zu trennen.

Bei *Myxine* können diese Bündel freilich nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen werden. Es scheint mir aber, als könnte der *Tractus cortico-thalamicus* und *cortico-infundibularis rectus*, den *Tractus strio-thalamicus resp. strio-hypothalamicus* oder *strio-infundibularis* vertreten.

Dass bei *Petromyzon* ein *Tractus cortico-spinalis* wie bei *Myxine* existiert, davon konnte ich mich an meinen Cajal-Serien ohne Schwierigkeit überzeugen.

Dagegen fand ich bei *Petromyzon* keinen *Tractus cortico-cerebellaris*. Dieser Tractus ist bei *Myxine* sehr bedeutend, was wohl mit der Grösse des Cerebellum zusammenhängt. Die rudimentäre Beschaffenheit des Cerebellum bei *Petromyzon* und das Fehlen des Bündels stehen wohl in ursächlichem Zusammenhang.

In Querschnittserien (Cajal-Methode) durch das *Petromyzon*-Gehirn fand ich unzweifelhafte Telencephalon-Fasern, welche in der Chiasmplatte dekussieren. Solche Fasern können recht wohl mit dem *Tractus cortico-infundibularis cruciatus* bei *Myxine* verglichen werden.

Es stellt sich also heraus, dass bei Myxine prinzipiell dieselben Verbindungen der Rinde mit caudaleren Zentren vorhanden sind wie bei Petromyzon. Eine Ausnahme macht nur der Tractus cortico-cerebellaris bei Myxine, der bei Petromyzon fehlt.

Bei diesem Vergleich sind Striatum-Fasern mit Rindenfasern ohne weiteres verglichen worden. Dies hängt davon ab, dass bei *Myxine* ein Striatum noch weniger als bei *Petromyzon* abgegrenzt werden kann.

3. *Fibrae cortico-hippocampales.*

Eine olfactorische Bahn dritter Ordnung (*Tractus olfacto-corticalis*) wurde von JOHNSTON für *Petromyzon* als wahrscheinlich angenommen. Diese sollte den erwähnten Rindenfasern zu dem Primordium hippocampi entsprechen können.

Das Primordium hippocampi. (Fig. 8, Prim. hipp.; Fig. 9 f; 11.)

Durch die früher gegebene Darstellung geht hervor, dass das *Primordium hippocampi* von *Myxine* von HOLM als Nucleus rotundus, von EDINGER als Thalamuskern und von WORTHINGTON als »the inner core» des Vorderhirns beschrieben wurde. Aus diesen Angaben erhellt, dass WORTHINGTON meiner Auffassung am nächsten kommt, indem sie diesen Kern dem Telencephalon zurechnete, ohne jedoch ihre Gleichwertigkeit mit dem »Primordium hippocampi», dem »Epistriatum» oder dem »Präthalamus» von *Petromyzon* zu erkennen.

Über den feineren Bau des »Nucleus rotundus» des »Thalamuskerns» und der »inner core» teilen die resp. Verfasser äusserst wenig mit. HOLM sagt, der Kern bestehe aus »bi- or tripolar cells a little larger than the cells generally found in the brain». EDINGER und WORTHINGTON wissen darüber nichts mitzuteilen.

Nach meinen Beobachtungen ist der Kern sehr einfach gebaut. Bei Zellenfärbung bemerkt man, dass die Zellen desselben, wie HOLM schon angegeben hat, grösser sind als diejenigen des übrigen Vorderhirns. Sie liegen ziemlich zerstreut, im allgemeinen ohne bestimmte Ordnung. Eine Ausnahme machen aber diejenigen Zellen, welche an der morphologischen Oberfläche des Ganglions liegen, d. h. diejenigen Zellen, welche gegen das früher beschriebene System der dorsalen Einfaltungen liegen. *Diese oberflächlichen Zellen sind nämlich zu einer regelmässigen Oberflächenschicht angeordnet* (Fig. 11). Sie scheinen in Kresylviolettpräparaten birnförmig zu sein und *richten die verschmälerte Partie senkrecht zur Oberfläche*.

Die Zellen im Primordium hippocampi sind uni-, bi- oder multipolar.

a. *Unipolare Zellen.* (Fig. 18.) Wie erwähnt, gibt es an der Oberfläche des Primordium hippocampi eine Schicht, welche unipolare Zellen enthält. Golgi-Präpa-

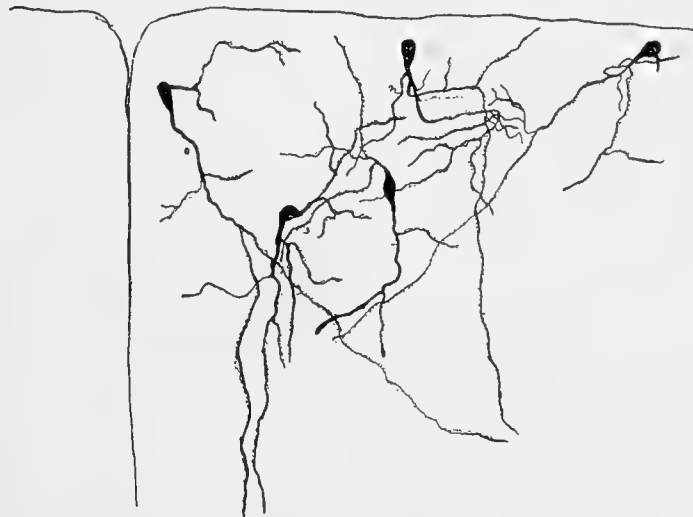


Fig. 18. Zellen aus dem Primordium hippocampi. Horizontalschnitt. Golgi-Methode.

rate lehren nun, dass diese oberflächliche Zellschicht nicht nur solche unipolare Elemente einschliesst, sondern auch, dass es unter diesen Zellen gibt, welche freilich in Tinktionspräparaten als unipolar imponieren, aber tatsächlich bipolar sind. Die unipolaren Zellen sind birnförmig. Die verschmälerte Partie geht in einen langen, bald sich verzweigenden Dendritenstamm über. Die Dendritenzweige sind meistens sehr lang und können das ganze Primordium hippocampi durchsetzen, ja, sie können sogar die lateralen Grenzen des Ganglions überschreiten, um sich in die Hemisphären zu vertiefen. An den Dendriten bemerkt man bei Verwendung von stärkeren Vergrösserungen feine, sehr kurze Seitenfortsätze, welche knopfförmig enden. Diese geben den Dendriten ein etwas zottiges Aussehen. Der Neurit springt von dem Basalteil des Hauptdendriten hervor.

b. *Bipolare Zellen.* (Fig. 18.) Im Inneren des Ganglions kommen bipolare Zellen sehr allgemein vor. Von den Enden des spindelförmigen Zelleibes entspringt je ein Dendritenstamm, der sich sehr bald zu verästeln beginnt. Die Dendritenäste des einen Stammes sind meistens bedeutend länger als diejenigen des anderen. Dieses

Verhältnis tritt besonders deutlich zu Tage bei denjenigen Bipolaren (Fig. 19), welche oberflächlich im Ganglion liegen. Bei diesen Zellen, welche in Tinktionspräparaten als unipolar hervortreten, ist der periphere Fortsatz ganz kurz und wenig stark verzweigt, der zentrale aber erreicht eine höchst bedeutende Länge. Hier ist der Zelleib birnförmig. Der längere Dendritenstamm geht von der Verschmälерung der Zelle hervor, der kürzere von der nach innen oder unten gekehrten Seite. (Der birnförmige Zelleib ist mehr oder weniger parallel mit der Oberfläche des Ganglions orientiert.)

c. *Multipolare Zellen.* Unter den zentralen Zellen des Primordium hippocampi befinden sich zahlreiche multipolare, sternförmige Elemente. Fig. 19 veranschaulicht



Fig. 19. Zelle aus dem Primordium hippocampi. Querschnitt. Golgi-Methode.

eine solche Zelle am Medialrand des Kerns (Querschnitt). Bemerke die langen, strahlenförmig angeordneten Dendriten, welche den ganzen Medialteil des Ganglions durchsetzen.

Im allgemeinen halten sich die Fortsätze der Zellen innerhalb der Grenzen des Kernes, natürlich mit Ausnahme für die Grenze, wo der Kern mit der Hemisphärenwand kontinuiert. Hier überschreiten Dendriten die Grenzlinie und stellen diese beiden Zentren in intimen Zusammenhang mit einander. Ob auch Neuriten hier nach der Hemisphäre ziehen, ist nicht klargestellt worden. Es überschreiten wohl auch Neuriten diese Grenze, aber diese scheinen sich ausschliesslich mit dem Tractus striothalamicus zu vereinen.

An der morphologischen Oberfläche des Ganglions gelegene Dendriten überschreiten nicht selten die von der Oberfläche selbst gebildete Grenze und begeben

sich in die angrenzenden Gehirnteile: in das entgegengesetzte Primordium hippocampi, in die somatische Area, in das subhabenulare Zellengebiet u. s. w. Auch Neuriten können von dem einen Kern zu dem anderen verlaufen.

Die Schicht der unipolaren Zellen ist von der Oberfläche des Primordium hippocampi etwas zurückgezogen, so dass ein dünner Molekularsaum ausserhalb der Zellschicht entsteht. In diesem Saum liegen zerstreute, kleinere, bipolare Zellen, deren Dendriten parallel mit der Oberfläche des Ganglions verlaufen.

Vergleich mit *Petromyzon*.

Die charakteristischen Züge im Bau des Primordium hippocampi bei *Petromyzon* sind folgende.

1. Die Zellen bilden hier teils eine ventrikuläre Schicht von 2—4 Zellenreihen von unipolaren Elementen, teils sind sie in kleiner Anzahl im inneren des Ganglions vorhanden.

2. An der äusseren Oberfläche des Ganglions sind keine Zellen vorhanden.

3. Die ventrikelständigen Zellen sind Pyramidalzellen. »The larger end of the pyramidal cellbody is next the cavity and a large dendrite which arises from the apex divides into two or more large branches, which expand in the fiber layer. The dendrites bear numerous small spines which are knobbed at the end in the manner characteristic of the epistriatum, inferior lobes, and tectum of *Acipenser*. Those peculiar spines are found nowhere in the brain of *Petromyzon* except on the epistriatum cells» (JOHNSTON 1902, p. 40). Von den zentral im Ganglion gelegenen Zellen macht JOHNSTON keine Erwähnung. In eigenen Golgi-Präparaten vom Gehirn von *Petromyzon* konnte ich aber konstatieren, dass diese Zellen bi- oder multipolar sind.

Beim Vergleich mit *Myxine* stellen sich nun teils bedeutende Verschiedenheiten ein, teils grosse Übereinstimmungen.

Verschieden sind die beiden Gattungen, indem bei *Myxine* keine ventrikulären Zellen im Primordium hippocampi vorkommen, indem hier ja die Ventrikel reduziert sind. Diejenige Fläche, wo bei *Myxine* die Zellen zu einer Schicht angeordnet sind, entspricht nicht derjenigen, wo die Zellschicht bei *Petromyzon* vorhanden ist, sondern entspricht der dorsalen Fläche des Ganglions. Hier liegt also eine bedeutende morphologische Verschiedenheit vor. Immerhin muss zugestanden werden, dass jedoch in der oberflächlichen Lagerung der Zellen eine gewisse Übereinstimmung vorliegt, jedoch keine streng morphologische, sondern vielleicht eine physiologische. Es existiert hier nämlich eine Neigung der oberflächlichen Zellen, sich zu einer Schicht zu vereinen. Möglicherweise verhält es sich so, dass bei *Petromyzon* die ventrikulären Zellen aus trophischen Gründen ihre ursprüngliche Lage an der Ventrikelwand behalten haben. Aus ähnlichen Gründen können nun bei *Myxine* die Zellen sich zu einer oberflächlichen Schicht geordnet haben, indem hier die früher beschriebenen tiefen Einfaltungen (mit zahlreichen Blutgefässen) der Gehirnoberfläche aus trophi-

schem Gesichtspunkt die Rolle eines Ventrikelsystems spielen. Es kann also, meiner Meinung nach, nicht geleugnet werden, dass eine gewisse Übereinstimmung in den wandständigen Zellschichten des Primordium hippocampi vorliegt, obschon morphologisch eine Unübereinstimmung vorhanden ist.

Eine Übereinstimmung ist darin vorhanden, indem bei beiden Gattungen zentral gelegene Zellen vorkommen. Bei *Myxine* sind sie aber viel zahlreicher als bei *Petromyzon*.

Die bedeutungsvollste Übereinstimmung liegt aber in dem Zellenbau selbst vor. Die oben zitierte Darstellung (von JOHNSTON) von den *Petromyzon*-Zellen könnte recht wohl ohne grössere Veränderungen auch auf die unipolaren Zellen von *Myxine* passen. Besonders hebe ich hervor, dass bei *Myxine* diese Zellen die einzigen im ganzen Vorderhirn sind, welche solche Zottenbildungen auf den Dendriten aufweisen, wie sie bei *Petromyzon* auch nur im Primordium hippocampi vorkommen.

Diejenigen Zellen, welche im Inneren des Primordium hippocampi liegen, sind bei beiden Gattungen bi- oder multipolar, verhalten sich sonst wie die unipolaren an der Oberfläche.

Der obenstehende Vergleich hat gezeigt, dass im Bau des Primordium hippocampi bei *Myxine* und *Petromyzon*, besonders betreffs der Zellenelemente, weitgehende Ähnlichkeiten vorhanden sind, welche hinreichend gross erscheinen, um allein die morphologische Gleichwertigkeit der Primordia der beiden Gattungen zu beweisen.

Die Verbindungen des Primordium hippocampi.

Das einzige, was ich über die Verbindungen vom Primordium hippocampi (Nucleus rotundus von HOLM) in der Literatur finden konnte, ist die kurze Darstellung von HOLM über diese Frage: »The Nucleus rotundus seems to be connected with different parts of the brain. It receives some fibres from the Tractus strio-thalamicus and some from the Ganglion or Commissura habenulae. With the GOLGI method I have found in transverse sections fibres running from this ganglion (Nucleus rotundus? oder Ganglion habenulae) which at first pass upwards, then turn laterally and ventrally and enter the basal lateral region of the brain. It has been impossible to discover whether other fibres ramify amongst the diffusely distributed nerve cells of this region (?) or if they spring from further caudally situated cells.» Die Fragezeichen, welche ich dem Zitierten zugefügt habe, bedeuten, dass ich infolge der unklaren Darstellung mir keine wirklichen Begriffe über HOLM's Beschreibung habe schaffen können.

Eigene Beobachtungen.

Meine Beobachtungen über die Verbindungen des Primordium hippocampi gründen sich grösstenteils auf Cajal-Präparate und müssen deshalb als unvollständig gel-

ten. Ich fand folgende Verbindungen, welche jedoch *alle* unvollständig bekannt sind und deshalb eine andere Bedeutung haben können, als die unten vorgeschlagene.

1. *Tractus hippocampo-thalamicus* (?) (Fig. 11, Tr. hipp. thal.). In Cajal-Präparaten kommt in den Lateralteilen des Primordium hippocampi eine grosse Anzahl von Fasern vor, welche einerseits sich mit den Fasern des Tractus strio-thalamicus verbinden, andererseits sich in das Primordium hippocampi vertiefen. Solche Fasern *können* von Hippocampuszellen stammen, denn in Golgi'schen Präparaten wurde in diesem Lateralteil des Ganglions beobachtet, wie die Neuritenstümpfe — die Neuriten werden nie vollständig imprägniert — sehr oft nach aussen und hinten — unten gerichtet sind. Es ist kaum daran zu zweifeln, dass dieser Tractus eine Hippocampusbahn darstellt.

2. *Fornix* (?). Als Fornix fasse ich mit grosser Reservation einige feine Faserbündel auf, welche in einer Sagittalschnittserie gefunden sind (Fig. 8, Fornix). Sie befinden sich an dem Vorderrand des Primordium hippocampi unweit der Mediallinie. Es wurde konstatiert, dass Neuriten von Hippocampuszellen in dieses Bündel eintreten, aber auch andere Fasern sind damit eingemischt, Fasern, welche einen ganz anderen Ursprung haben, nämlich Komponenten des Tractus olfactorius lateralis profundus. Die als Fornix bezeichnete Faserpartie zieht parallel mit dem vorderen und unteren Rand des Ganglions und dringt caudal in den Thalamus hinein. Hier verlieren sich die Bündel in die Fasermasse dieses Gehirnteils.

3. *Commissura hippocampi* (?) (Fig. 9 f, Comm. hipp.). Am hinteren oberen Rand des Primordium hippocampi geht jederseits ein bedeutender Faserzug in dorsalwärtiger Richtung nach dem Lateralrand des Ganglion habenulae. Dieses Bündel bildet eine Kommissur (?) durch die Mitte der Ganglien. Diese Kommissur liegt dorsal von der Kommissur des Tractus olfacto-habenularis und etwas hinter derselben. Ebenso liegt sie hinter der Kreuzung des Tractus habenulo-tectalis aber in demselben Niveau wie diese. Die hier in Frage stehende Kommissur betrachte ich vorschlagsweise als die *Commissura hippocampi*. Sie gehört dem Komplex der *Commissura superior* an.

4. *Tractus pallii* (?). Stammt aus dem Hypothalamus, besitzt vielleicht Endverzweigungen im Primordium hippocampi. Dieser aufsteigende Bündelkomplex endigt aber hauptsächlich in der Hemisphärenrinde. Die Fasern sind mit den *strio-thalamicus*-Fasern gemischt.

5. *Tractus olfactorius lateralis profundus* (Fig. 11, Tr. olf. lat. prof.) sendet Kollateralen in das Primordium hippocampi hinein. Dieser Tractus zweigt aber ausserdem ein Bündel ab, das schon ziemlich medial und dorsal in das Primordium hippocampi hineinkommt, um dann in der lateralen Partie dieses Gehirnteils lateralwärts und allmählich nach unten zu ziehen. Eine Anzahl der Fasern dieses Bündels dringt lateral und etwas ventral in das Primordium hippocampi hinein. Der Bulbus olfactorius hat also eine direkte Verbindung mit dem Primordium hippocampi. Ob auch eine gekreuzte vorkommt, konnte nicht gezeigt werden, ist aber unter Be-

rücksichtigung der früher erwähnten bedeutenden Kreuzungen des lateralen Riechbündels sehr wahrscheinlich.

6. *Fibrae cortico-hippocampales* (?) (Tr. olfacto-corticalis). Siehe oben!

Vergleich mit *Petromyzon*.

JOHNSTON (1912) hat die Faserverbindungen des Primordium hippocampi von *Petromyzon* zusammengefasst: »It is traversed by a part of Tractus olfacto-habenularis as in ganoids and teleosts. (f) It has true commissural fibers passing through the superior commissure as in fishes and amphibians (Commissura pallii posterior).

(g) It receives from in front fibres of the olfactory tract, direct and crossed, comparable to those in selachians and in part to those of ganoids and amphibians.

(h) It receives a tractus pallii ascending from the hypothalamus as in all fishes. The center is therefore to be regarded as an olfactory-gustatory correlation center.

(i) It appears probable that there is a tertiary olfactory tract ending in this body (tractus olfacto-corticalis).»

Obschon in der Kenntnis der Hippocampusverbindungen von *Myxine* noch grosse Unklarheit existiert, scheint ein Vergleich mit *Petromyzon* jedoch von Interesse zu sein. Es zeigt sich nämlich, dass die beiden Gattungen in den meisten der soeben zitierten Punkte übereinstimmen (was wohl für die Richtigkeit meiner Darstellung der *Myxine*-Verbindungen spricht).

Das Primordium hippocampi bei *Myxine* hat keine Beziehung zu dem Tractus olfacto-habenularis, während diese Bahn denselben Gehirnteil bei *Petromyzon* passiert. Diese Verschiedenheit betrachte ich aber als wenig bedeutungsvoll, indem die Lage der beiden Primordia so verschieden ist: etwas exvertiert bei *Petromyzon*, stark invertiert bei *Myxine*. Es wäre höchst unnatürlich, wenn der Tractus bei *Myxine* durch das Primordium gehen sollte. Der Umweg wäre allzu unmotiviert. Bei *Petromyzon* aber liegt das Primordium hippocampi der Olfactoriusbahn gerade im Wege und wird deswegen auch von derselben durchzogen.

Bei *Petromyzon* existieren nach JOHNSTON kommissurale Verbindungen zwischen den beiden Primordia, d. h. eine Commissura hippocampi. Eine solche ist auch wohl bei *Myxine* vorhanden.

Im Punkt (g) existiert eine gute Übereinstimmung, indem der Tractus olfactorius bei beiden Gattungen zu dem Primordium hippocampi in Beziehung tritt. Auch im Vorhandensein eines Tractus pallii und eines tertiären Riechtractus zeigen die beiden Gattungen übereinstimmende Zustände.

Das »Primordium hippocampi« von *Myxine* zeigt also Verbindungen, welche mit denjenigen, welche JOHNSTON bei *Petromyzon* gefunden hat, übereinstimmen. Dadurch ist noch ein Beweis für die Richtigkeit meiner Homologisierung des »Thalamuskerns« (»Nucleus rotundus«, »inner core«) mit dem Primordium hippocampi von *Petromyzon* (JOHNSTON) gewonnen.

"Striatum", Basalarea. (Somatische Area.)

Die in der Literatur vorhandenen Angaben über die Lage und Beschaffenheit des Striatums von *Myxine* sind etwas unbestimmt, und es scheint, als hätte man verschiedene Dinge unter diesem Begriff zusammengeworfen. HOLM hält offenbar die untere Partie des Vorderhirns für das Striatum, ohne jedoch näheres hierüber anzuführen. Er hält es für wahrscheinlich, dass das Epistriatum (meine Hemisphärenschicht 2) aus dem Striatum nicht vollständig ausdifferenziert sei.

EDINGER's Striatum ist offenbar eine andere Bildung als HOLM's. EDINGER sagt nämlich: »Das Centrum des Vorderhirns wird von grösseren, unregelmässig gelagerten Zellen eingenommen. Sie müssen in ihrer Hauptmasse als Nucleus corporis striati angesehen werden. Denn ihnen und einer mehr lateral gelegenen Zellsammlung derselben, welche HOLM als Epistriatum bezeichnet, entstammt ein geschlossener, auch von HOLM gesehener Faserzug zum Hypothalamus, dessen mehr dorsale Fasern auch im Thalamus selbst verloren gehen. Dieser Zug ist jedenfalls der bei allen Vertebraten wiederkehrende Tractus strio-infundibularis, ein Teil des Tractus strio-thalamicus.« Wenn wir nach diesem Kriterium nach dem Striatum suchen wollten, kämen wir zu der Meinung, dass beinahe das ganze Vorderhirn als Striatum aufzufassen sei, denn der Tractus strio-thalamicus entstammt der ganzen Hemisphärenrinde und ausserdem dem Basalteil des Gehirns. Auch scheinen, nach EDINGER's Abbildungen zu urteilen, wesentliche Teile des Bulbus olfactorius (Hinterteil) und die Schicht 2 der Hemisphärenrinde in dieses Striatum hineinzurücken, während der Basalteil des Gehirns in der nächsten Nachbarschaft der Commissura anterior und des Recessus preopticus nicht zum Striatum gerechnet sind.

WORTHINGTON erwähnt kein Striatum.

Eigene Beobachtungen.

Meine Untersuchungen am Gehirn von *Myxine* haben mich zu der Auffassung geführt, dass im (ventralen) Vorderhirn kein Gebiet unterschieden werden kann, das mit irgend welcher Berechtigung als ein Striatum betrachtet werden kann. Möglich erscheint es aber, dass im basalen Vorderhirn ein noch nicht von der gleichförmigen, basalen Ganglienzellmasse differenziertes Primordium corporis striati vorhanden sein kann. Unter Berücksichtigung desjenigen Verhältnisses, dass ein Striatum weder bei den Selachiern, Ganoiden, Knochenfischen oder Amphibien mit Sicherheit nachgewiesen worden ist, erscheint es aber wenig wahrscheinlich, dass *Myxine* (und *Petromyzon*) einen solchen Gehirnteil schon besitzen sollte. Allerdings würde es gegenwärtig mit den Beobachtungen nicht übereinstimmen, ein Striatum anzunehmen. Ich stehe also auf dem Standpunkt, dass bei *Myxine* ein Striatum fehlt.

Was ist denn derjenige basale Gehirnteil, der von dem Recessus preopticus liegt, und den JOHNSTON bei *Petromyzon* als ein »Striatum«, z. T. homolog mit der soma-

tischen Area bei den Haien betrachtet? Ich glaube, dass diese Gehirnpartie zum Teil (Lateralteil und vorderer Medialteil) olfactorischen Zentren, welche den olfactorischen Kernen der Haie entsprechen, zum Teil der somatischen Area (hintere Medialteil) vertritt. Der mediale Vorderteil der basalen Gehirnpartie, der vorn direkt gegen den Bulbus olfactorius grenzt, nimmt höchst wahrscheinlich direkte Bulbusfasern auf. Die lateralen Teile bekommen ganz bestimmt Bulbusfasern, welche durch die laterale Riechstrahlung (Tractus olfactorius lateralis pars superficialis und profundus) hineinkommen. Es ist nämlich sehr leicht zu konstatieren, dass Teile dieser Faserungen distal (kaudal) in die Seitenteile der Basalarea eindringen und dort enden. Die hintere mediale Partie, von welcher Züge nach der Habenula und nach einer Projektionsbahn hervortreten, dürfte als ein Nucleus taeniae in JOHNSTON's Meinung

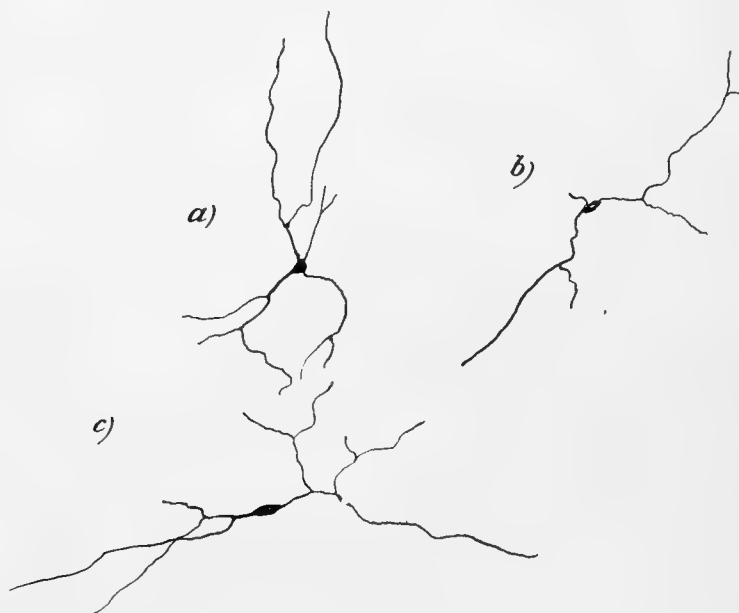


Fig. 20 a—c. Zellen aus dem »Striatum«. a Zelle an der Mediallinie; b, c Mehr oder weniger tangentielle Zellen. Golgi-Methode.

d. h. als eine somatische Area aufgefasst werden können. Da aber keine deutlicher differenzierten Partien im basalen Vorderhirn unterschieden werden können, betrachte ich diesen Gehirnteil als eine Einheit als *Basalarea des Vorderhirns*. Betreffs dieser *Basalarea* sei hier bemerkt, dass sie demjenigen von JOHNSTON bei *Petromyzon* unterschiedenen »Striatum«, das entweder mit der somatischen Area zusammenfällt oder diese enthält, entspricht. Es lassen sich also Vergleichen zwischen der *Basalarea* von *Myxine* und dem »Striatum«, von *Petromyzon* durchführen.

Die Zellen der *Basalarea* von *Myxine* sind von denselben Typen, wie sie sonst im ganzen Vorderhirn vorkommen (Fig. 20 a, b, c). Es sind bipolare oder sternförmige Zellen von etwas kleineren Dimensionen als diejenigen der Hemisphärenrinde. Die Dendriten sind meistens sehr lang und diejenigen der medial gelegenen Zellen erstrecken sich in zwei Hauptrichtungen: teils nach oben vor dem Primordium hippocampi, teils nach hinten bis in den Chiasmabalken hinein. Auch nach anderen Rich-

tungen sich erstreckende Dendriten kommen natürlich hier vor. Die in den lateralen Teilen gelegenen Zellen sind in transversaler Richtung gestreckt. Die Neuriten ziehen teils nach oben, bis zu den habenularen Kommissuren, teils nach dem Thalamus. Ob sie auch nach dem Hypothalamus kommen, ist ungewiss. Ebenso konnte nicht festgestellt werden, ob kommissurale Fasern vorkommen.¹ Jedenfalls erstrecken sich Dendriten von der einen Seite der Basalarea nach der anderen über.

JOHNSTON hat bei *Petromyzon* (wenigstens z. T.) das »Striatum« mit der somatischen Area bei Haien homologisiert. Ist diese Auffassung richtig, so dürfte der dorsalwärts gerichtete Tractus entweder als »Corpus callosum« oder als Tractus taeniae (Tractus entopedunculare-habenularis) gelten können und der kaudalwärts gerichtete als die Projektionsbahn der somatischen Area (Tractus taeniae-thalamicus, JOHNSTON.)

Vergleich mit *Petromyzon*.

JOHNSTON (1902) hat das »Striatum« von *Petromyzon* folgendermassen definiert: »The striatum proper forms the base of the fore brain in front of the chiasma and above the preoptic recess and is continous laterally with the ventral wall of the lateral expansions, the olfactory areas.« Nach dieser Lagebeschreibung geht ohne weiteres hervor, dass das oben bei *Myxine* als Basalarea bezeichnete Gebiet in Hauptsache dasselbe ist, das JOHNSTON bei *Petromyzon* abgegrenzt hat. Die Verbindungen scheinen auch dieselben zu sein. Bei *Petromyzon* kommen drei Verbindungen (nach JOHNSTON) vor: *Tractus taeniae-thalamicus* (Projektionsbahn), *Tractus olfacto-habenularis* (teilweise: dieser Komponent wurde später bei Ganoiden als *Tractus taeniae* aufgefasst) und *Corpus callosum*. Das *Corpus callosum* (Kommissuralbahn der beiden somatischen Areas) passiert durch die Commissura pallii anterior, der Tractus taeniae durch die Commissura superior. Dies bei *Petromyzon*. Bei *Myxine*, wo die beiden dorsalen Kommissuren zusammengetreten sind, und beide durch das Habenularganglion ziehen, ist es nicht möglich, diese beiden Tracti getrennt zu erhalten. Sie können recht wohl zusammen verlaufen. Es ist deshalb möglich, dass der Habenulartractus der Basalarea aus zwei Tracti besteht: einem »Corpus callosum« und einem Tractus taeniae. Wenn dies berücksichtigt wird, so stimmt *Myxine* betreffs der Verbindungen der Basalarea mit *Petromyzon* gut überein.

Auch die Zellenformen in den basalen Vorderhirnteilen der beiden Formen stimmen gut überein. Es sind dieselben spindel- und sternförmigen Zellen bei beiden Formen vorhanden. Dass bei *Myxine* solche Zellen mit ventrikular gerichtetem Zentralfortsatz, wie sie bei *Petromyzon* vorhanden sind, nicht vorkommen, hängt wohl zunächst von der Reduktion des Ventrikelsystems ab.

¹ Es erscheint sehr wahrscheinlich, dass bei *Myxine* Fasern der Basalarea durch die Commissura anterior nach der Gegenseite überkreuzen. Bei *Petromyzon* konnte ich nämlich solche Fasern nachweisen.

Diencephalon.

Die diencephalischen Kerne, welche HOLM erwähnt und summarisch beschrieben hat, sind: Ganglia habenulae, Nucleus anterior (?), Nucleus rotundus (= Primordium hippocampi), Ganglia hypothalamica. Weiter spricht HOLM von »the cell nuclei of the thalamus«, ohne näheres über die Bedeutung dieses unbestimmten Begriffes anzuführen. Die Ganglia habenulae sind asymmetrisch gelagert und erstrecken sich von der Fissur zwischen den beiden Bulbi olfactorii bis zu dem Vorderrand des Mesencephalon. Nucleus anterior (?) liegt nahe dem rostralen Ende des Ganglion habenulae. Ein Tractus thalamo-mammillaris wurde nicht gefunden, deshalb ist die Bezeichnung des Kernes wenig motiviert. Der »Nucleus rotundus« wurde schon früher als Primordium hippocampi behandelt. Die Ganglia hypothalamica liegen jederseits der Medianlinie im Hypothalamus und senden Fasern durch die postoptische Commissur. »The cell nuclei of the Thalamencephalon« sollen Fasern von dem »Tractus opticum« (soll wohl Tectum opticum heißen) bekommen. Tractus strio-thalamicus läuft zum Teil gegen diese Kerne des Thalamus.

Als einziges Thalamusganglion erwähnt EDINGER den »Thalamuskern«, den ich oben als Primordium hippocampi in Anspruch genommen habe. Ein Tractus spino-bulbo-thalamicus, der die Oblongata mit diesem Kern verbinden soll, existiert nach EDINGER. Er fand aber, dass die Fasern sich beim Hinterrand des Ganglions so zerstreuen, dass er nicht sicher sagen konnte, ob sie alle nur zu diesem Kern oder auch zu seiner Umgebung treten. Es soll in diesem Zusammenhang hervorgehoben werden, dass der »Thalamuskern« hinten sich bis zu dem Tractus habenulo-peduncularis erstrecken soll (nach EDINGER). Dies ist wohl aber eine unrichtige Angabe, denn der vertikale Ventrikelteil macht wohl die hintere Grenze aus, und dieser Ventrikelteil liegt *vor* dem Tractus habenulo-peduncularis.

Im Epithalamus beschreibt EDINGER die innig verschmolzenen, sehr grossen Ganglia habenulae. »Im frontalen Habenulargebiete beginnen die Züge dieses *Tractus olfacto-habenularis* zu kreuzen. Vergl. oben p. , wo gezeigt wurde, dass EDINGER den wahren Tractus olfacto-habenularis überhaupt nicht als solchen gefunden hat. Die mächtige Commissura habenularis setzt sich bis in das caudale Drittel des Habenularkörpers fort.« »Das Corpus habenulae entlässt ventralwärts jederseits dicht an der Mittellinie einen kräftigen und beiderseits gleich starken Tractus habenulo-peduncularis. Dieser endet an der caudalen Hirnbasis in einem mächtigen Corpus interpedunculare.«

Am Epithalamus fand EDINGER bisweilen eine Epiphyse. Darüber weiter unten!

Im Hypothalamus erwähnt EDINGER die hinter dem Recessus preopticus gelegene Eminentia chiasmatica. Der Recessus infundibularis besitzt einen Recessus mammillaris und jederseits einen Recessus lateralis tuberis (schon von RETZIUS erwähnt). Der Hypothalamus besitzt also drei Lappen: zwei laterale Lobi und einen ventralen Lobus infundibuli. »Der Hypothalamus ist im Ganzen arm an Ganglienzellen. Einen eigentlichen, annähernd geschlossenen Kern, wie HOLM ihn fand und

Nucleus hypothalami nannte, auch eine Commissur zwischen ihm und der anderen Seite konnte ich nicht an meinen Exemplaren nachweisen.» Feine Faserchen treten vom Mittelhirndach in die Commissura postoptica hinein.

Nur in zwei Fällen von 22 fand EDINGER einen Nervus opticus. »Der Sehnerv und das Chiasma, welche W. MÜLLER beschrieben hat, sind von den späteren Autoren nicht wiedergefunden worden.»

Die beste Darstellung über das Diencephalon eines Myxioniden, *Bdellostoma*, ist unzweifelhaft diejenige von WORTHINGTON. Diese Verfasserin fand, dass in den Habenularganglien die dorsalen Partien aus stark chromatischen, kleinen Zellen bestehen, während die Ventralteile hauptsächlich schwach chromatische Kerne enthalten. Die meisten Fasern im Habenularganglion gehören dem Tractus olfacto-habenularis (von WORTHINGTON, siehe oben p. 22) an. *Durch die kaudalen Teile der Ganglien verlaufen die feinen Fasern der Commissura posterior.* Diejenigen Faserbündel, welche den Habenularganglien angehören, sind, mit Ausnahme der schon erwähnten, der *Tractus habenulo-tectalis* und das Meynert'sche Bündel (*Tractus habenulo-peduncularis*). Über Einzelheiten dieser Bündel siehe unten!

Im Thalamus fand WORTHINGTON keine besonderen Kerne.

An der äusseren Oberfläche des Hypothalamus befinden sich nach WORTHINGTON fünf kleine Erhebungen. Die 2 vordersten markieren die Punkte, wo die Sehnerven hinaustreten. Dahinter liegt der Processus infundibularis und hinter diesem zwei etwas seitwärts verschobene Erhebungen, welche sich um die Spitzen der lateralen Ventrikel hervorheben: *Lobi lateralis*. Vor den Sehnerven liegt jederseits eine kleine Gruppe von Zellen. Die Zellen im kaudalen Teil des Zwischenhirnbodens sind in longitudinalen Reihen geordnet. Zwischen denselben verlaufen Faserbündel. Tractus olfacto-cerebellaris und strio-infundibularis liegen im Boden des Zwischenhirns.

Eigene Beobachtungen.

Epithalamus.

Die Habenularganglien werden von allen späteren Verfassern, welche sich mit dem *Myxine*-Gehirn eingehender beschäftigt haben, als eine zwischen den Hemisphären und den Mesencephalonlappen eingeschobene mehr oder weniger rautenförmige Partie beschrieben. HOLM fand, dass das linke Ganglion mehr nach vorn liegt als das rechte. Die beiden Ganglien sind in ihren basalen Teilen nicht von einander getrennt. Die Basalteile senken sich ziemlich tief nach unten in die Dorsalpartien des Gehirns hinein. Die verschmolzenen Habenularganglien sollen also eine beträchtliche Bildung sein. Auch EDINGER hält die grosse Zellmasse dorsal im Thalamus für die beiden verschmolzenen Habenularganglien; dasselbe meint WORTHINGTON für *Bdellostoma*.

Meine Untersuchungen haben mich zu einer abweichenden Auffassung geführt. Schon bei Oberflächenansicht drängt sich nämlich die Möglichkeit auf, dass das

rautenförmig hervortretende Organ mehr als die verschmolzenen Habenularganglien ausmacht. Im vorderen Teil des Organs verhält es sich, abgesehen von bedeutenden Formenvariationen, wie HOLM es beschrieben hat; es zeigt hier seine Zusammensetzung aus zwei Ganglien, von denen das linke sich länger nach vorn erstreckt als das rechte. Eine seichte Furche bildet hier die Trennungslinie der beiden Ganglien. Diese Furche hört aber gegen die Mitte des rautefförmigen Gebildes auf. Hier in der Mitte existiert eine undeutliche Einsenkung an der Oberfläche, welche den Hinterteil des Organs von dem Vorderteil ordentlich abtrennt. Siehe Fig. 21!

Die Zusammensetzung des »Ganglion habenulae» der früheren Autoren aus verschiedenartigen Elementen setzt aber eine genaue Untersuchung voraus. Eine solche zeigt nun folgendes:

1. Es bestätigt sich für *Myxine* WORTHINGTON's Angabe für *Bdellostoma*, dass das Organ in den dorsalen Teilen vorwiegend aus kleinen, stark chromatischen Zellen besteht, während in den übrigen Partien die Zellen grösser und wenig chromatisch sind.



Fig. 21. »Ganglion habenulae» von oben.

2. Querschnittserien lehren, dass die Asymmetrie des Organs nicht nur oberflächlich ist, sondern das ganze Organ betrifft. Querschnitte durch den Vorderteil zeigen, dass hier die linke Seite grösser ist, als die rechte, während die Asymmetrie in den tieferen Partien so beschaffen ist, dass im hinteren Teil die rechte Seite bedeutend grösser ist als die linke. Wenn wir die beiden Seitenteile als je ein Ganglion habenulae auffassen sollten, wäre das rechte deutlich grösser als das linke. Bei den jungen Tieren ist diese Grössenverschiedenheit *bedeutend* weniger ausgeprägt als bei den Erwachsenen. Die Asymmetrie ist auch bei den Jungen *viel* geringer als bei den älteren. Diese Verhältnisse ermöglichen nun die Annahme, dass die asymmetrische

Entwicklung im dorsalen Teil des Diencephalon sekundärer Natur ist, und dass HOLM wenigstens scheinbar das Richtige getroffen hat, wenn er sagt, dass die Asymmetrie aus räumlichen Gründen entstanden sei.

Bei den vor mir untersuchten Jungen befinden sich die Gehirnteile im regen Zuwachs, was aus dem Reichtum an Teilungsfiguren deutlich hervorgeht. Es müssen deshalb besonders die der Habenula naheliegenden Hemisphären einen bedeutenden Druck auf diesen Gehirnteil ausüben. Dieser Druck könnte für den möglichen Grund der sekundären Asymmetrie der in Frage stehenden Organe gehalten werden. Jedoch scheinen die unten referierten Beobachtungen an *Petromyzon* gegen diese Auffassung zu sprechen, indem hier ein vorübergehendes Gleichgewicht zwischen den beiden Habenularganglien während der Ontogenie auftritt.

3. Von den vorderen Teilen des »Habenularganglions», welches durch die längsverlaufende Furche in zwei Seitenpartien geteilt ist, entspringen die beiden Meynert'schen Bündel (Fig. 11, Tr. hab. ped.; Fig. 9 e; 12; 13.) Das rechte ist dicker als das linke. Sie verlaufen anfangs gerade nach unten *am Vorderrand* der *Commissura interbulbaris superior*, dann biegen sie nach hinten rechtwinklig um und passieren durch die ventralsten Teile des »Habenularganglions» bis zur hintersten Partie des-

selben, um endlich wieder nach unten umzubiegen. Im hintren Teil des »habenularen« Verlaufes bekommen die Meynert'schen Bündel höchst bedeutende Zuschüsse von Fasern von dem einheitlichen hinteren und unteren Teil des Habenularganglions. Diese Fasermasse folgt nun den Meynert'schen Bündeln nach unten, aber nur ein Teil derselben erreicht das Interpedunkularganglion. Es weichen nämlich bedeutende Mengen dieser begleitenden Fasern von den Meynert'schen Bündeln wieder ab, um sich in den Vorderteil der Oblongata oder in das Tegmentum zu vertiefen.

4. Durchsetzt werden die unteren Teile des »Habenularganglions« von dem Tractus olfacto-habenularis (Stria medullaris).¹

5. Die notorischen Meynert'schen Bündel sammeln sich *vor* der Kommissur des Tractus olfacto-habenularis (Fig. 10, Tr. olf. hab.; *Commissura habenularis* oder *superior*), während die mit den Bündeln sich assoziierenden Fasermassen hinter dieser Kommissur entspringen.

6. Der hintere Teil des Ganglions wird von der *Commissura posterior* durchzogen (Fig. 9 *b—d*, *Comm. post.*; Fig. 10).

Ein Vergleich in den oben angeführten Punkten mit den Petromyzonten macht es sehr wahrscheinlich, dass die »Habenularganglien« von *Myxine* zusammengesetzte Bildungen sind.

Die Petromyzonten verhalten sich folgendermassen:

1. Die Ganglienzellen der Habenularganglien sind kleine, stark chromatische Zellen. Die Zellen der Subhabenularganglien (Nucleus I und II thalami, SCHILLING, »Eminentia thalami«) sind grösser, wenig chromatisch.

2. Die Habenularganglien sind asymmetrisch; das linke Ganglion erstreckt sich weiter nach vorn als das rechte. Die subhabenularen Ganglien [»Eminentia thalami«; ggl. I und II Thalami (SCHILLING)] sind asymmetrisch, indem die rechten sich lateralwärts weiter erstrecken als die linken. Die Asymmetrie der Habenularganglien ist nach der Ontogenie zu urteilen primär, indem das rechte Ganglion sich früher und grösser entwickelt als das linke. Bei einem Embryo von 5—6 mm Körperlänge ist das rechte Ganglion viel grösser als das linke. Diese Asymmetrie ebnet sich aber während der Entwicklung aus, so dass die beiden Ganglien bei einem 20 mm Embryo ungefähr gleich stark sind. Dann eilt wieder das rechte dem linken voraus und behält dann definitiv seine überlegene Grösse (v. KUPFFER). Wenn die früheren Stadien in der Myxinoiden-Entwicklung bekannt wären, würde es sich vielleicht herausstellen, dass der oben erwähnten jugendlichen annähernden Symmetrie der »Habenularganglien ein stärker asymmetrisches Stadium vorausgegangen ist.

3. Von den vorderen Teilen des Habenularganglions gehen die Meynert'schen Bündel hervor. Das rechte Bündel ist dicker als das linke. Die Meynert'schen Bündel bekommen bei der Passage durch die *subhabenularen Ganglien* Zuschüsse von bedeutenden Faserpartien, welche die Bündel wenigstens streckenweise begleiten. Solche Fasern verlassen die Bündel während ihrer Passage durch den Thalamus und gehen zum Teil in das Tegmentum und in die Oblongata über.

¹ Dieses Bündel berührt auch das »Primordium hippocampi«.

4. Die »Eminentia thalami» (Nucleus I thalami) wird von dem Tractus olfacto-habenularis (Stria medullaris) durchsetzt.

5. Die Meynert'schen Bündel sammeln sich *vor* der *Commissura superior*.

6. Die Commissura posterior scheint durch den hintersten Teil des Nucleus II thalami zu passieren, indem zwischen den Kommissuralfasern Zellen liegen, welche mit den Zellen des genannten Ganglions vollständig übereinstimmen. Diese Zellen bilden mit dem Nucleus II thalami einen geschlossenen Kern.

Zusammengestellt mit den Beobachtungen an *Myxine*, wie sie oben in den sechs Punkten dargestellt wurden, ergibt sich aus dieser Übersicht mit grösster Wahrscheinlichkeit folgende Schlussfolgerung:

Die »Habenularganglien» (der Autoren) von *Myxine* sind zusammengesetzte Bildungen, welche teils aus den beiden medial mehr oder weniger verschmolzenen echten Habenularganglien (vorderer und dorsaler Teil), teils aus den ebenfalls verschmolzenen, stark dorsalwärts verdrängten Subhabenularganglien (Fig. 9, c—e; G. subhab.) bestehen (dorsale hintere Hälfte und die ganze ventrale hintere Partie).



Fig. 22. Zellen aus dem Ganglion habenulae. Golgi-Methode.

Den Grund für die dorsalwärtige Verschiebung der subhabenularen Ganglien sehe ich in der Inversion des Primordium hippocampi in Verbindung mit der Reduktion des Ventrikelsystems. Die Inversion der Primordia hippocampi geschah wahrscheinlich von vorn oben nach hinten unten. Diese Gehirnteile stiessen dabei mit den subhabenularen Ganglien zusammen und schoben sie nach hinten und oben. Auch auf den Meynert'schen Bündeln dürften die Primordia eine Verschiebung bewirkt haben, welche diese aus dem sonst charakteristischen, geradlinigen Verlauf geführt hat.

Die Zellen der Habenularganglien.

Die Zellenformen der Habenularganglien bei *Myxine* waren bisher vollständig unbekannt. In Golgi-Präparaten kommen sie auch nicht oft zum Vorschein. Sie gehören stets dem multipolaren Typus an (Fig. 22). Durch die dicht anliegenden Nachbarzellen bekommen die Habenularzellen einen etwas eckigen Umriss. Die 3—5 Dendriten sind in Strahlenform um den kleinen Zelleib angeordnet. Sie sind nicht besonders lang. Sie enden mit wenigen kurzen Endzweigen. Möglich ist aber, dass

sie in der Wirklichkeit länger sind als die Präparate es zeigen, denn die Imprägnation macht nicht gerade den Eindruck der Vollständigkeit. Der Neurit tritt entweder vom Zelleib oder von der Basis eines Dendritenstammes hervor. Nur sehr selten begegnet man bipolaren Zellen unter den multipolaren; diese scheinen aber als unvollständig imprägnierte multipolare Zellen gedeutet werden zu können.

Vergleich mit *Petromyzon*.

Die von JOHNSTON (1902) beschriebenen Zellen des Ganglion habenulae von *Petromyzon* unterscheiden sich wesentlich von denjenigen von *Myxine*, indem sie dem gewöhnlichen Typus der Habenularzellen angehören. Es handelt sich nämlich um unipolare Zellen, wo der Neurit von dem einzelnen Dendritenstamm ausgeht, wie bei übrigen Fischen. *Myxine* nimmt mit seinen multipolaren Zellen den übrigen Fischen gegenüber eine Sonderstellung ein.

Die Verbindungen der Habenularganglien.

Da die früheren Autoren die Zusammensetzung der »Habenularganglien« aus zwei ungleichwertigen Elementen nicht erkannt haben, beziehen sich ihre Darstellungen der Verbindungen derselben auf das zusammengesetzte Organ. SANDERS (zitiert nach HOLM) beschreibt die Meynert'schen Bündel bei *Myxine* als zwei Bündel, welche von dem unteren Teil des Habenularganglions nach unten und hinten ziehen. Sie scheinen ihm nicht in dem Ganglion interpedunculare zu enden, denn er fand sie in weiter nach hinten gelegenen Schnitten.

HOLM hat eine ausführliche Beschreibung der Meynert'schen Bündel gemacht. Er unterscheidet einen vorderen und einen hinteren Fasciculus. Das vordere Bündel entspringt von »the inner anterior part of the Ganglion habenulae anterior (linkes Ganglion) and passes obliquely and caudally along until it arrives below the Commissura posterior; here it bends and runs in a vertical direction towards the base of the brain«. Das hintere Bündel stammt hauptsächlich von dem unteren Teil des Ganglion habenulae posterior (rechtes Ganglion) und zieht beinahe geradlinig nach unten. »In the lower half of the tract the two fascicles run parallel. They pass close to, and part of their fibres pierce the Commissura ansulata in the same manner as described by MAYSER in the Teleosts.« »Haller states that the fascicles in Elasmobranchs and Teleosts should receive a small part of their fibres from the posthabenular region, but in *Myxine* I have been unable to find any similar arrangement.« Ein Teil der Fasern dekussiert vor dem Eintritt in die Basalteile von Mesencephalon und die beiden Bündel trennen sich und verlaufen in lateraler Richtung jederseits des Ganglion interpedunculare gegen die ventrale Oberfläche des Gehirns, wo sie nach hinten umbiegen. Die meisten Fasern dekussieren wieder, während andere nach der Oblongata weiter fortsetzen.

EDINGER erwähnt die Meynert'schen Bündel nur ganz kurz. »Das Corpus habenulae entlässt ventralwärts jederseits dicht an der Mittellinie einen kräftigen und beiderseits gleich starken Tractus habenulo-peduncularis.»

WORTHINGTON unterscheidet sich von den übrigen Verfassern, indem sie zwei von den Habenularganglien entspringende Bündelpaare beschrieben hat: *Tractus habenulo-peduncularis* (Meynert's Bündel) und *Tractus habenulo-tectalis*. Die Meynert'schen Bündel sind ungleich stark, das rechte am stärksten. »At the posterior end of the right ganglion the bundles separate and turn caudoventral, running to the base of the midbrain. Here they decussate for the first time, and pass on into the medulla, decussating again at the level of the entrance into the medulla of the fibres of ramus ophthalmicus V, the decussation stopping about 0,12 mm cephalad of the exit of the motor trigeminus fibres from the medulla.»

Der *Tractus habenulo-tectalis* beginnt im dorsalen Teil des Habenularganglions. Einige Fasern kreuzen sofort nach dem entgegengesetzten Ganglion. Die Faserbündel sind in den Ganglien asymmetrisch, werden aber dann symmetrisch. Die Fasern wurden bis in das Tectum opticum verfolgt.

Eigene Beobachtungen.

1. Meynert'sches Bündel (*Fasciculus retroflexus*, *Tractus habenulo-peduncularis*.)
(Fig. 8, Tr. hab. ped.; Fig. 9 *d-f*; 12; 13.)

Da sich die wahren Meynert'schen Bündel mit den Faserzügen der posthabenularen Ganglien vereinen, ist es mir nur in seltenen Fällen möglich gewesen, die Komponenten des vereinten Bündels von einander zu halten. Ich muss sie deshalb zusammen als eine Einheit beschreiben.

Die beiden wahren Meynert'schen Bündel verlassen das Ganglion habenulae *vorne*. Sie liegen hier dicht an einander gedrückt unmittelbar an der Mediallinie und in derselben Transversalebene. Von den Ganglienzellen der Habenularganglien verlaufen die Neuriten anfangs nach vorn, schmiegen sich dann um die Interbulbar-kommissur, passieren diese an ihrem Vorderrand, biegen dann gerade nach hinten, durchsetzen die vorderen Teile der hier wenig entwickelten subhabenularen Ganglien und erstrecken sich geradlinig nach hinten bis zu dem Hinterrand des Subhabenularganglions, wo sie nach unten biegen, um zusammen mit den Subhabenularfasern nach dem Interpedunkularganglion fortzusetzen. Das rechte Bündel ist von Anfang an etwas stärker als das linke.

Aus dieser Darstellung, verglichen mit den oben referierten Anschauungen der früheren Verfasser, geht hervor, dass diese die beiden wahren Meynert'schen Bündel wenigstens nicht als solche gesehen haben, oder jedenfalls nicht die Anfangsteile derselben. HOLM scheint somit beide Bündel zusammen als das linke Meynert'sche Bündel aufgefasst zu haben, und EDINGER hat sie nicht gefunden. Diejenigen Bündel, welche EDINGER in seiner Figur 16 als *Tractus habenulo-peduncularis* bezeichnet

hat, sind Tectalis-Bündel. Auch SANDERS und WORTHINGTON scheinen nur die zusammengesetzten Tracti gesehen zu haben.

Von allen Teilen des Subhabenularganglions strömen nun Fasern (Tractus eminentia-peduncularis) zu den Meynert'schen Bündeln hinzu und verstärken diese höchst beträchtlich, wenn sie nach unten umbiegen. Hiert rennen sie sich von einander, und um die beiden Bündel gruppieren sich die Subhabenularfasern, so dass von nun an die beiden Bündelkomplexe kräftige Züge darstellen, welche nach unten ziehen. Diese Teile sind es, welche früher als die Meynert'schen Bündel beschrieben wurden, und sie sollen auch hier so bezeichnet werden. Während des Verlaufs nach unten werden aber von diesen Bündeln Fasern nach verschiedenen Stellen detachiert. In Sagittalschnitten (Cajal-Methode) ist es sehr leicht zu konstatieren, dass Fasern aus den Bündeln in das Tegmentum eindringen, um sich dort zu verlieren. Solche Fasern wurden bis in den Boden des Mesencephalonventrikels verfolgt. In Querschnitten zeigt es sich ausserdem, dass Fasern von den Bündeln sich lateralwärts und dann nach oben in der Richtung gegen das Tectum opticum begeben. Da die detachierten Fasern in den Oberflächenteilen der Bündel liegen, ist es sicher, dass sie nicht den wahren Bündeln angehören, sondern aus Subhabenularfasern bestehen.

Nach HOLM's Beschreibung sollen die Tracti habenulo-pedunculares die Commissura ansulata durchsetzen ganz wie bei den Teleostiern. Dies ist nicht zutreffend, denn die Hauptmasse des Tractus liegt vor der Kommissur und passiert gerade nicht durch dieselbe. Möglicherweise gibt es jedoch einzelne Fasern, welche sich zwischen den Kommissuralbündeln schmiegen. Besonders ist dies im unteren Teil der Kommissur der Fall. Von den Meynert'schen Bündeln werden hier nämlich nicht unbedeutende Faserpartien abgezweigt, welche nach hinten verlaufen. Diese Faserzüge wurden bis in die subventrikularen Kreuzungsmassen (Raphé) der Oblongata verfolgt.

Unterhalb der Commissura ansulata folgt nun die von HOLM und WORTHINGTON beschriebene mächtige dorsale Kreuzung der Tractusfasern. Diese Kreuzung ist keine vollständige. Es gehen Fasern ohne Kreuzung weiter nach unten. Es werden von dem Kreuzungsgebiet zahlreiche Fasern abgegeben, welche dorsal vom Ganglion interpedunculare und durch dasselbe nach hinten in die Oblongata ziehen. Das Kreuzungsgebiet ist ein ziemlich langes. Es erstreckt sich von dem unteren Rand der Commissura ansulata bis zum oberen vorderen Rand des Interpedunkularganglions. Die unterste Partie der Kreuzung liegt innerhalb eines sehr dichten nicht zu entwirrenden Neuropils, von dem mit Bestimmtheit gesagt werden kann, dass es erstens Zuschüsse von Fasern erhält, welche von unmittelbar lateral und hinter demselben gelegenen Zellen stammen, und zweitens, dass darin die vordersten Kreuzungsbündel der Oblongata eine wesentliche Rolle spielen, indem sie bedeutende Faserzüge nach diesem Neuropil senden.

Unterhalb der Kreuzung verhalten sich die Meynert'schen Bündel, wie HOLM sie beschrieben hat. Sie weichen breit von einander lateralwärts ab und umgreifen das Interpedunkularganglion an den Seiten, ehe sie wieder medialwärts ziehen, um wieder zu kreuzen. Nach dieser hinteren Kreuzung ziehen grosse Fasermassen weiter nach hinten in den Ventralteil der Oblongata.

2. **Tractus habenulo-tectalis pars anterior.** (Fig. 9, *d, c*; Tr. hab. tect.)

Dieser Tractus war früher unbekannt. Er entspringt zusammen mit den wahren Meynert'schen Bündeln vor dem vorderen Teil des Habenularganglions, schlägt sich über die Vorderseite der Interbulbärkommissur und begibt sich nach hinten. Die beiden paarigen Tracti beginnen aber sofort schwach zu divergieren und gehen, nachdem sie die Riechbündel überquert haben, in lateraler—hinterer Richtung nach den vorderen Teilen des Tectum opticum.

3. **Tractus habenulo-tectalis pars posterior.** (Fig. 9, *d, c*; Tr. hab. tect.)

Dieser entspricht WORTHINGTON'S *Tractus habenulo-tectalis*. WORTHINGTON'S Beschreibung ist korrekt. Zugefügt sei hier nur, dass das Bündel sich bald mit dem vorigen vereint, ebenso dass Fasern aus dem Subhabenularganglion sich dazu gesellen (Tractus subhabenulo-tectalis, siehe unten!). EDINGER hat diesen Tractus habenulo-tectalis pars posterior auch gesehen. In seiner Abbildung Fig. 6 hat er ihn aber als *Taenia* bezeichnet und die Kreuzung der Tracti, welche im dorsalen Teil der Ganglien stattfindet, als Commissura habenularis aufgefasst.

Vergleich mit Petromyzon.

1. *Tractus habenulo-peduncularis* bei *Petromyzon* entspringt von der Commissura habenularis (Kommissur der Tracti olfacto-habenularis).

2. Damit vereinen sich Fasern aus den Subhabenularganglien (Ggl. I und II thalami, »Eminentia thalami«).

3. Die Bündel sind ungleich stark. Das rechte ist bedeutend stärker als das linke.

4. Die Bündel kreuzen zweimal im Gebiet des Ganglion interpedunculare und Fasern setzen sich (rechts) nach der hinteren Kreuzung weiter in die Oblongata fort.

In diesen 4 Punkten stimmt Petromyzon mit Myxine prinzipiell vollständig überein.

Die beiden Kreuzungen der Meynert'schen Bündel bei *Petromyzon* liegen weit von einander getrennt. Dies hängt wohl mit der ungewöhnlichen Länge des Interpeduncularganglions bei dieser Form zusammen. Bei *Myxine* aber, wo der Vorderteil der Oblongata ontogenetisch nach vorn verschoben und gleichzeitig zusammengedrückt wurde, wurde das Interpeduncularganglion nach vorn stark konzentriert, verdrückt. Damit hängt es wohl zusammen, dass der Abstand zwischen den beiden Kreuzungen verkürzt wurde. In dieser Hinsicht erinnert *Myxine* vielleicht mehr an die Knochenfische, wo im allgemeinen ein verkürztes Interpeduncularganglion vorkommt und die Kreuzungen nahe zusammen liegen.

Die "Epiphyse."

Es scheint mir, als wäre es noch eine offene Frage, ob dem *Myxine* eine Epiphyse zukommt oder nicht.

A. RETZIUS beschrieb das Corpus habenulare als Glandula pinealis. LEYDING'S Epiphyse scheint nach EDINGER als ein Lymphsack gedeutet werden zu können. BEARD hat höchst wahrscheinlich die obere und untere Seite des Gehirns verwechselt und das Infundibulum als Epiphyse beschrieben. Übrige Verfasser mit Ausnahme von EDINGER und STERRI haben eine Epiphyse vollständig vermisst.

EDINGER fand nun in zwei Fällen eine »Epiphyse«. Er schreibt darüber: »Jedenfalls hat eines meiner Exemplare eine Epiphysenausstülpung an der typischen Stelle gehabt — sie ist in Fig. 3 abgebildet — und ein zweites das Gleiche, wenn auch weniger klar. Es handelt sich im ersteren Fall um einen kleinen Blindsack mit ganz niedrigem Epithel, im zweiten um einen ebensolchen, der aber von Silbernieder schlägen unerkennbarer Massen ganz solide ausgefüllt war. Es sind das wohl Gebilde, welche beim Embryo vorhanden, später bei dem einen Individuum mehr, bei dem anderen weniger vollständig verschwinden.« — »Genau an der Grenze von Zwischenhirn und Mittelhirn ist der Ventrikel zum Verschlusse gekommen. Man kann aber die Epithelien des weiten Mittelhirnventrikels bis unter den Epiphysenkörper verfolgen und hier den Anschluss an das oben geschilderte atrophische Epithel des unpaaren Ventrikels konstatieren.«

Eigene Beobachtungen.

Meine Studien haben mich zu der Auffassung unbedingt geführt, dass *Myxine* keine Epiphyse besitzt.

Ich habe zwar diejenige Bildung mehrmals gesehen (Fig. 8, »Ep.«), welche EDINGER als Epiphyse beschrieben hat. Dieses Gebilde hat aber mit einer Epiphyse nichts zu tun, sondern beruht gänzlich auf anderen Umständen. EDINGER'S Bild ist teils ein Trugbild, teils beruht es auf dem Vorhandensein von Blutgefäßen. Das Bild kommt nur in Sagittalschnitten zum Vorschein. Und in Sagittalschnittserien kommt es, wenn überhaupt vorhanden, nur in einem oder möglicherweise in zwei Schnitten vor. Schon in dem einen dieser beiden Schnitte zeigt es sich, dass die dreieckig begrenzte »Epiphyse« mit dem Tectum opticum vollständig kontiniert und eine Partie dieses Gehirnteils ausmacht. Die Abgrenzung des Dreiecks kommt, wenn vorhanden, dadurch zustande, dass ein Blutgefäß von oben zwischen den beiden Hälften des Mittelhirns hier eindringt, um sich bis zu dem Vorderrande des Mesencephalonventrikels zu erstrecken. Bisweilen kehrt dieses Blutgefäß im Spalt zwischen der »Epiphyse« und dem Subhabenularganglion nach der Gehirnoberfläche wieder zurück. Dadurch wird die Abgrenzung der »Epiphyse« vollständig. In dieser Epiphyse liegen vorne und oberflächlich einige Ganglienzellen. Dieses sind Zellen, welche

am vorderen und oberen Rand des Mesencephalon normalerweise liegen. Es sei hervorgehoben, dass das Blutgefäß, das durch das Mesencephalondach hindurchtritt, nur selten diesen Weg nimmt. Oft versenkt es sich nämlich direkt in die Furche zwischen dem Mesencephalon und dem Ganglion subhabenulare und kehrt denselben Weg wieder zurück, nachdem es eine Kapillare nach dem Inneren des Mesencephalobodens abgegeben hat. Solchenfalls entsteht keine »Epiphyse«. Meistens aber passiert das Gefäß in der Furche zwischen den beiden Mesencephalonhälften nach vorn und sendet eine Kapillare nach unten zwischen dem Subhabenularganglion und dem Tectum hinein. Solchenfalls entsteht auch keine »Epiphyse«.

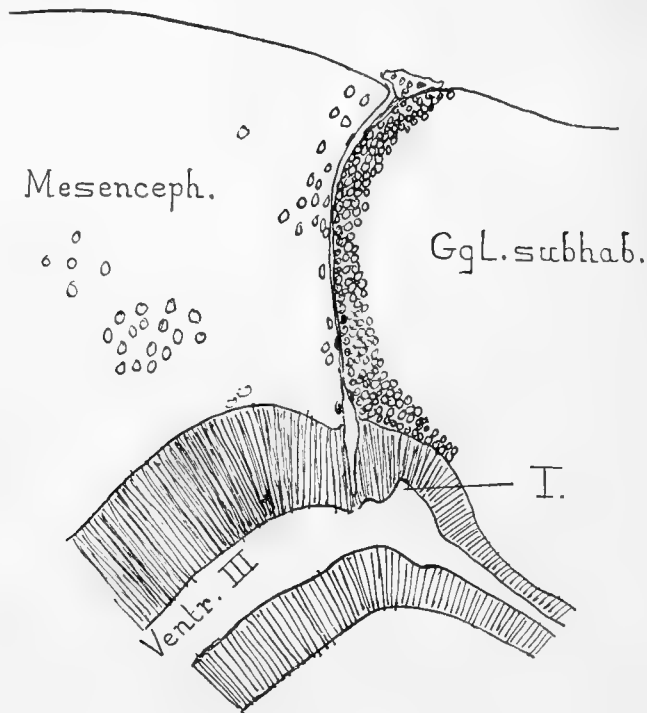


Fig. 23. Sagittalschnitt durch die Region der »Epiphyse«. T = kleine Aussackung des 3. Ventr. Ventr. III = Ventriculus tertius.

Wenn also EDINGER's »Epiphyse« nicht als eine solche anerkannt werden kann, so entsteht die Frage: gibt es wirklich keine echte Epiphyse. Es scheint doch v. KUPFFER bei einem *Bdellostoma*-Embryo eine grosse Epiphysenausstülpung am dritten Ventrikel nachgewiesen zu haben. Es muss dabei aber im Gedächtnis behalten werden, dass v. KUPFFER das hinterste Paar der Gehirnwölbungen als Mesencephalon auffasste und die Decussatio veli als Commissura posterior bezeichnete. Die Epiphysenausstülpung von v. KUPFFER liegt nun unmittelbar vor dieser »Commissura posterior« als mächtige Hirnwölbung, in derselben Lage, welche das Mittelhirn bei den Erwachsenen einnimmt, und dürfte wohl auch dieses vertreten.

Bei jungen Tieren, wo das dorsale Ventrikelsystem mit dem ventralen noch zusammenhängt, existiert da, wo der »Canalis ventriculi tertii« (HOLM) von dem Dorsalventrikel (Mesencephalonventrikel) abgeht, eine kleine dorsale Aussackung der

Ventrikelwand (Fig. 23), welche gegen den Spaltraum zwischen dem Subhabenularganglion und dem Tectum opticum gerichtet ist. Diese Aussackung könnte möglicherweise für eine rudimentäre Epiphysenausstülpung genommen werden. Bei älteren Tieren findet man in ähnlicher Lage oft eine kleine, ziemlich unabhängige Zellanhäufung, welche vielleicht dieser Aussackung entspricht. Dass diese Aussackung aber keine Epiphyse vertritt, geht deutlich aus der Tatsache hervor, dass die Commissura posterior vor derselben gelegen ist. Diese Kommissur passiert nämlich, wie WORTHINGTON gezeigt hat, und wie es unten bestätigt werden soll, durch das Subhabenularganglion.

Eine andere Auffassung von der Epiphyse von *Myxine* ist von STERZI (1907) vorgelegt worden. Er konnte EDINGER's Auffassung der Epiphyse nicht teilen. Er beschreibt die *Myxine*-Epiphyse folgendermassen. »Siccome il materiale a me mandato del prof. RETZIUS è in ottimo stato di conservazione, così ho voluto vedere nelle sei serie di teste di *Myxine* che io possiedo, che l'organo pineale esisto, ma non ho potuto mai osservarlo in forma di una vescicola così chiara come quella raffigurata da EDINGER. Invece di questa ho trovato al di dietro dei gangli abenulari un cumulo di cellule epiteliali, fuso completamente con i gangli ora detti ed incurvato sopra ae essi come indica la fig. 164 (b). Questa acumulo si continua inferiormente con un cilindro epiteliale, pieno di sostanza omogenea, che in tre casi era in diretta continuazione con l'ependima che rivestiva l'estremità del prolungamento anteriore del ventricolo mesencefalico. Il corpo ora descritto non è delimitato esternamente del resto della superficie dei gangli ed è solo con le sezioni microscopiche che si può osservarlo. A me sembra che in esso si deva riconoscere un organo omologo agli organi pineali dei petromizonti, il quale ha subito il medesimo processo involutivo, che caratterizza tutto l'encefalo della *Myxine*.»

Ich habe mehrmals Bilder gesehen, welche der »Epiphyse« von STERZI entsprechen. Beim ersten Anblick könnten sie wohl so gedeutet werden, wie es STERZI getan, aber bei näherer Untersuchung kam ich zu der Auffassung, dass die fraglichen Strukturen nichts mit einer Epiphyse zu tun haben können. Am Hinterend des Subhabenularganglions sind die Zellen nämlich dichter angeordnet und stehen ausserdem in Reihen, welche mit der hinteren Fläche des Ganglion subhabenulare parallel sind. Hierdurch wird das Bild eines mit dem Ganglion verschmolzenen Schlauches vorgetäuscht. Die »Epiphyse« dieser Version scheint deshalb auf sehr losem Boden zu ruhen. Bei den jüngsten Tieren kann man sich auch davon überzeugen, dass die »Epiphyse« sich dorsal über die Oberfläche des Ganglions besonders lateralwärts verbreitet und in die Zellschichten des Ganglions allmählig übergeht. Übrigens liegt diese »Epiphyse« hinter der Commissura posterior.

Es scheint mir also nach der obigen Darstellung, als wäre eine Epiphyse bei *Myxine* nicht vorhanden, ja, ich wage es sogar kategorisch zu behaupten: *Bei Myxine existiert keine Epiphyse.*

Der Thalamus.

Keines der von früheren Verfassern als dem Thalamus angehörigen Ganglion wird von mir als solches anerkannt. Es sind übrigens nur zwei solche Ganglien erwähnt worden: Nucleus anterior (HOLM) und Nucleus rotundus (HOLM) oder »Thalamuskern« (EDINGER). Erster gehört dem Subhabenularganglion als vorderster Teil desselben an, letzterer wurde oben als »Primordium hippocampi« behandelt.

Diejenigen Ganglien, welche ich im Thalamus fand, sind:

1. Die medial verschmolzenen *Subhabenularganglien* (Fig. 9 e, d, e, G. subhab.) (Ganglion I und II thalami bei *Petromyzon*, »Eminentia thalami«, bei Petromyzonten und Amphibien, z. T., Posthabenularganglion bei Teleostiern, z. T., zentrales Grau etc.).

2. Zwei hinter den beiden »Primordia hippocampi« gelegene grosse Ganglienzellanhäufungen. Sie liegen beiderseits des vertikalen Thalamusventrikels (»Canalis ventriculi tertii«, HOLM). Ich benenne die Kerne: *Nucleus centralis thalami* (Fig. 9 f, Nucl. centr. thal.; Fig. 8, Thal.).

3. Ein am lateralen Vorderrand des vorigen Kerns, unmittelbar hinter den Lateralteilen des »Primordium hippocampi« gelegener, paariger Kern von ziemlich grossen Zellen: *Nucleus lateralis thalami* (Fig. 9 f, Nucl. lat. thal.).



Fig. 24. Zellen aus dem Ganglion subhabenulare. Golgi-Methode.

1. Die Subhabenularganglien.

Wie oben ausführlich motiviert wurde, halte ich die ventralen und hinteren Partien der Habenularganglien der früheren Autoren für die mit den eigentlichen Habenularganglien vereinten subhabenularen Ganglien. Für Beschreibung der Topographie dieser Ganglien siehe Pag. .

Untersuchungen an Golgi-Schnitten zeigen nun, dass die Elemente dieser Ganglien sich wesentlich von denjenigen der Habenularganglien unterscheiden. In den Subhabenularganglien von *Myxine* fand ich nämlich nur bipolare Zellen (Fig. 24). Im allgemeinen sind diese so orientiert, dass der Dendrit nach oben, der Neurit nach unten gerichtet ist. Nur selten fand ich, dass ein Dendritenstamm von jedem Ende des Zellkörpers entspringt. Solchenfalls biegt der ventralwärts gerichtete Dendritenstamm sofort dorsalwärts um und von der Umbiegungsstelle entspringt solchenfalls der Neurit mit Richtung nach unten. Die Dendriten sind meistens lang, mit nur zwei Hauptzweigen, welche sich apikal in einige kurze Endverzweigungen aufteilen. Möglich ist es jedoch, dass die Endverzweigungen in der Wirklichkeit länger sind als die Präparate aufweisen, denn die Imprägnierung scheint in diesen Partien etwas mangelhaft zu sein. Ich habe solche Zellen nur in ca. 20 Golgi-Serien gesehen. *Hingegen sah ich keine Zellen von dem Typus der oben beschriebenen Habenularzellen in solchen Teilen des Subhabenularganglions, welche ich als notorisch dahingehö-*

auffasse. Im Grenzgebiet zwischen den Subhabenularganglien und den damit intim verschmolzenen Habenularganglien könnten wohl solche Zellen nachgewiesen werden, aber sonst nicht. *Ebensowenig fand ich Subhabenularzellen in notorisch den Habenularganglien angehörenden Gebieten.*

Verbindungen der Posthabenularganglien.

Schon zusammen mit dem Meynert'schen Bündel wurden einige Verbindungen der Subhabenularganglien behandelt. Ich verweise darauf hin. Ebenso wurde zusammen mit dem Tractus habenulo-tectalis posterior eine Verbindung des Subhabenularganglions mit dem Mesencephalon, *Tractus subhabenulo-tectalis* (oder eminentia-tectalis) behandelt (Fig. 8, Tr. em. ped.; Fig. 9 d, Tr. hab. ped. post.).

Zu den Subhabenularganglien scheinen auch aufsteigende Fasern zu kommen. Von diesen stammen einige von der Oblongata, andere von dem Tectum opticum und dem Tegmentum. Indem diese Fasern keine Bündel sondern nur diffuse Züge bilden, verzichte ich auf einer Benennung derselben. Unter diesen Fasern fand ich einmal sogar einen riesendicken Faden, der von den Oblongatakreuzungen stammte.

Vergleich mit Petromyzon.

Es ist nicht möglich, einen Vergleich zwischen *Myxine* und *Petromyzon* betreffs der Subhabenularganglienverbindungen auszuführen, ohne neue Untersuchungen am *Petromyzon* zu machen, denn die Verbindungen dieser Ganglien bei dieser Gattung sind bisjetzt vollständig unbekannt. Ich habe nun an Cajal-Präparaten einige Beobachtungen bei *Petromyzon* gemacht, welche freilich unvollständig sind, aber für einen Vergleich mit *Myxine* von Bedeutung zu sein scheinen. Folgende Verbindungen wurden beobachtet:

1. Von den Subhabenularganglien treten Faserzüge in Verbindung mit den Meynert'schen Bündeln.

2. Subhabenularfasern ziehen in Richtung gegen das Tectum opticum (Tractus subhabenulo-tectalis).

3. Aufsteigende Oblongatafasern scheinen in Beziehung zu den Subhabenularganglien zu stehen (ebenso möglicherweise Fasern von dem Tectum opticum?).

Ein Vergleich mit den obigen Angaben für *Myxine* zeigt nun, dass soweit ich darlegen kann, gute Übereinstimmung betreffs der Subhabenularganglien der beiden Formen herrscht. Jedoch muss hinsichtlich der Unvollständigkeit der Beobachtungen Reservation gegen den Vergleich eingelegt werden.

Nucleus centralis thalami.

Der *Nucleus centralis thalami*, der früher von EDINGER zusammen mit dem »Primordium hippocampi« als »Thalamuskern« behandelt wurde, liegt lateralwärts von dem Canalis ventriculi III und vor den Meynert'schen Bündeln. Dorsal grenzt der Kern gegen die Subhabenularganglien. Ventral ist er ziemlich gut begrenzt, indem er durch eine zellenarme Zone von den dichter angeordneten Zellenmassen des Dorsalteils des Hypothalamus getrennt ist. Lateral ist der Kern am undeutlichsten begrenzt. Er geht hier nämlich in das hier gleichartig gebaute Tegmentum über.

Die Ganglienzellen des Nucleus centralis thalami sind ziemlich gross, so gross wie diejenigen des Primordium hippocampi. Sie liegen ziemlich dicht zusammen; gegen die Medianlinie, wo die beiderseitigen Ganglien gegen einander stossen, sind die Zellen inselweise gruppiert.

Die Zellen des Nucleus centralis thalami sind die bei *Myxine* so vorherrschenden bipolaren oder multipolaren (sternförmigen) Zellen, welche in den meisten Zentren des Gehirns hauptsächlich vorkommen.

Die Verbindungen des Nucleus centralis thalami.

Mit Gewissheit konnte ich keine anderen Verbindungen des Kerns feststellen als eine mit der Oblongata. Es treten nämlich zahlreiche Fasern von der Oblongata nach dem Hinterrand des Kerns heran. Diese Fasern dringen hier in den Kern hinein und stellen somit einen *Tractus spino-bulbo-thalamicus* dar. Weiter enden Fasern des *Tractus strio-thalamicus* auch in diesem Kern.

Der Kern scheint aber durch diffuse Faserzüge mit den angrenzenden Gebieten im allgemeinen verbunden zu sein. Von einiger Deutlichkeit ist aber eine Verbindung mit dem Gebiet des Hypothalamus, das unterhalb desselben liegt.

Ein Vergleich mit anderen Vertebraten ist nicht lohnend. Bei *Petromyzon* dürfte der Kern im zentralen Grau vor den Subhabenularganglien gesucht werden, aber dort gibt es keine differenzierte Partie, welche mit dem Nucleus centralis thalami von *Myxine* zusammengestellt werden kann. Die Verbindungen des zentralen Graues bei *Petromyzon* sind ja ausserdem fast vollständig unbekannt. Bei den Knochenfischen könnte man vielleicht an den *Nucleus dorsalis thalami* von GOLDSTEIN denken, der teils einen Teil des *Tractus strio-thalamicus* empfängt, teils mit der Oblongata durch den *Tractus spino-thalamicus* und mit dem Hypothalamus mittelst des *Tractus tubero-dorsalis* verbunden ist. Nun verhält es sich aber so, dass der *Nucleus dorsalis thalami* kaum ein Thalamuskern ist, und dass der *Tractus tubero-dorsalis* kaum in den *Nucleus dorsalis* endigt. Ein Vergleich wäre aus diesen Gründen verfehlt. Ich halte es deshalb für besser, keinen Vergleichsversuch zu wagen, bis die Verbindungen des *Myxine*-Kerns und des zentralen Graues bei *Petromyzon* besser bekannt geworden sind.

Nucleus lateralis thalami.

Dieser Kern, der von früheren Verfassern übersehen wurde, liegt, wie schon gesagt, hinter dem »Primordium hippocampi« und lateral vom Nucleus centralis thalami. Er besteht aus grossen Zellen, welche inselweise gruppiert sind. Die Zellen erinnern sehr an diejenigen des Primordium hippocampi, mit denen sie in Grösse übereinstimmen. Sie sind also grösser als diejenigen, welche den zentralen Thalamuskern konstituieren. Die Zellen sind spindelförmig oder sternförmig und besitzen lange, wenig stark verzweigte Dendriten.

Die Verbindungen des Kerns sind mir wenig bekannt. Mit dem von EDINGER als Genuculatum bezeichneten Kern ist der Lateralkern des Thalamus unzweifelhaft verbunden, indem direkte Faserzüge von der Mittelhirnrinde in den Kern hindringen.

Der Hypothalamus.

Bei der Behandlung des Hypothalamus entsteht als erste Frage: Wie soll man die dorsale Grenze dieses Gehirnteils ziehen? Die vordere und die hintere Grenze ist selbstverständlich leicht zu finden. Die erstere wird von den postchiasmatischen Commissuralfasern, die letztere von der Plica encephali ventralis angegeben. Schwieriger ist es, die lateralen und dorsalen Grenzen zu bestimmen. Lateral gibt es nur eine Grenze, diejenige, welche das Tectum opticum von den unterliegenden Teilen trennt. Soll nun diese Grenze als die laterale Hypothalamusgrenze dekretiert werden? Unmittelbar unterhalb dieser Grenzfurche ziehen diejenigen Bahnen, welche das Vorderhirn mit der Oblongata verbinden (Tractus parolfacto-bulbaris, FRANZ), ebenso der Tractus cortico-cerebellaris und der Tractus spino-hypothalamicus. Die Frage ist nun: Soll man es so auffassen, dass diese Bahnen im Hypothalamus liegen? Untersuchen wir diese Verhältnisse bei *Petromyzon* und Knochenfischen, so finden wir, dass diese drei Bahnen innerhalb des Hypothalamus liegen. In Übereinstimmung hiermit soll diese Gehirnpartie bei *Myxine* dem Hypothalamus zugeschrieben werden. Die laterale Grenze fasse ich also so auf, als ob sie der subtectalen Grenzfurche folgt. Mit dieser Auffassung der Lateralgrenze folgt nun, dass die dorsale Grenze am unteren Rand des Nucleus centralis thalami liegt und sich bis zur Commissura ansulata hinten erstreckt.

Frühere Autoren haben es nicht versucht, eine Abgrenzung des Hypothalamus bei *Myxine* vorzunehmen. Dass diejenige Auffassung darüber, welche in WORTHINGTON'S Arbeit hervorschimmert, der meinigen am nächsten kommt, scheint aus der Bestätigung hervorzugehen, indem sie den Tractus olfacto-cerebellaris auf den Boden des Zwischenhirns verlegt. EDINGER scheint hingegen nur die nächste Umgebung des Recessus infundibularis dem Hypothalamus zuzuschreiben, indem er sagt, der Hypothalamus sei im ganzen arm an Ganglienzellen. Dies stimmt nur für die ventralsten Teile desselben.

Besondere Kerne im Hypothalamus erwähnt nur HOLM, indem er bestätigt, dass es jederseits des Hypothalamusventrikels eine Zellanhäufung von ziemlich kleinen Zellen gibt. Er hat diese Ganglien *Ganglia hypothalamica* benannt, eine Bezeichnung, welche ich vorläufig beibehalten werde. EDINGER hat diesen Kern nicht gefunden.

Die beiden kleinen Zellanhäufungen, welche WORTHINGTON vor dem Opticus bei *Bdellostoma* vorfand, konnte ich bei *Myxine* nicht entdecken. WORTHINGTON rechnet diese Kerne zum Hypothalamus. Sie liegen aber vor den postoptischen Kommissuren und müssen deshalb dem Telencephalon zugerechnet werden.

Eigene Beobachtungen über den feineren Bau und die Verbindungen des Hypothalamus.

In den ventralen, medialen Teilen des Hypothalamus sind die Zellen wenig zahlreich. Lateral von den Hypothalamusventrikeln, dorsal und vor den Seitenventrikeln liegen die beiden *Ganglia hypothalamica* als grosse, seitwärts kaum abgegrenzte Zellenansammlungen, welche sich so verhalten, wie HOLM es dargestellt hat. Einwärts gehen diese Hypothalamusganglien in diejenigen Zellmassen über, welche um die grossen Faserbündel Tractus spino-hypothalamicus, Tractus cortico-spinalis und Tractus cortico-cerebellaris gelegen sind. Diejenigen Gebiete, welche an der Vorderseite der Plica encephali ventralis liegen, sind sehr arm an Zellen.

Die Zellen im ganzen Hypothalamus gehören dem Zelltypus an, welcher im ganzen *Myxine*-Gehirn dominiert, nämlich dem Sternzelltypus. Ausserdem kommen Zellen von dem bipolaren damit nahe verwandten Typus vor, welcher in den übrigen Gehirnteilen so allgemein ist.

Über die Eigenverbindungen des Hypothalamus existiert wohl nur HOLM's Angabe über die *Ganglia hypothalamica*, welche durch die postoptische Kommissur mit einander kommissural verbunden sein sollen. Dass solche Fasern existieren, geht aus meinen Cajal-Präparaten deutlich hervor, aber ob sie wirklich kommissural sind, konnte ich nicht dartun. Es lässt sich wohl denken, dass nur eine Kreuzung vorliegt, analog oder sogar homolog mit der »Commissura transversa« der Knochenfische, welche auch in der Chiasmplatte verläuft und seitliche Teile des Diencephalon verbindet.

Hinter dem Hypothalamusventrikel liegen Kreuzungen vor, welche ich mit der Decussatio hypothalamica oder *Commissura posterior tuberis* zusammenstellen möchte.

In den Gebieten, welche hinter dem Recessus infundibularis gelegen sind, wurden Faserzüge beobachtet, welche gerade nach oben ziehen und in das Tegmentum vor der Commissura ansulata sich vertiefen. Sie sind dabei gegen die Haubenwulst gerichtet und stellen wahrscheinlich einen Tractus hypothalamo-tubercularis dar, welcher vielleicht dem Tractus lobo-tubercularis medialis der Knochenfische gleichzustellen ist.

Eine Verbindung des Hypothalamus mit der Oblongata (*Tractus lobo-bulbaris*) kommt in Medialschnitten besonders an der Stelle zum Vorschein, wo dieser Zug durch die Commissura ansulata hindurchtritt. Hier ist er nämlich zusammengedrückt und bildet deswegen ein geschlossenes Bündel. Dieser Zug ist höchst wahrscheinlich absteigend (Haubenbündel des Mammillare?).

Von übrigen Verbindungen des Hypothalamus erwähne ich weiter diejenigen, welche durch den *Tractus pallii* und *Tractus strio-hypothalamicus* dargestellt sind und welche schon früher behandelt wurden. Hierzu kommen nun die in die Seitenteile des Hypothalamus einmündenden, aufsteigenden Oblongata-Fasern, welche den *Tractus spino-bulbo-hypothalamicus* bilden.

Faserbündel von dem Cerebellum steigen weiter nach dem Hypothalamus herunter (oder ist die Verlaufsrichtung die umgekehrte?) (*Tractus lobo-cerebellaris* oder *cerebello-lobaris*?).

Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass auch Fasern von dem Tectum opticum in den Hypothalamus hineinkommen. Bestimmt kann ich aber nicht sagen, dass die in Frage stehenden Fasern wirklich im Hypothalamus enden (*Tractus tecto-lobaris*).

Vergleich mit Petromyzonten.

Bei Petromyzonten sind folgende Verbindungen des Hypothalamus beschrieben worden:

1. *Tractus lobo-bulbaris* (JOHNSTON) kreuzt teilweise in der postoptischen Commissur.
2. *Tractus lobo-cerebellaris* (JOHNSTON, SCHILLING).
3. » *tecto-lobaris* (JOHNSTON).
4. » *mammillo-bulbaris* (JOHNSTON).
5. » *spino-bulbo-thalamicus et hypothalamicus* (SCHILLING).

Die Bezeichnungen geben hier den Verlauf dieser Bündel hinreichend an, so dass ich keine Beschreibung der einzelnen Bündel anzuführen brauche.

Verglichen hiermit weist *Myxine* dieselben Verbindungen, mit Ausnahme von dem *Tractus mammillo-bulbaris*, auf. Letzteres Bündel könnte aber bei *Myxine* als ein Teil des *Tractus lobo-bulbaris* betrachtet werden oder damit zusammenfallen.

Die »Commissura transversa« bei *Myxine*, welche vielleicht nur eine Kreuzung ist, könnte vielleicht dem gekreuzten Teil des *Tractus lobo-bulbaris* entsprechen. Unter solchen Bedingungen wäre somit eine prinzipielle Übereinstimmung in den Verbindungen des Hypothalamus vorhanden.

Mesencephalon.

Bei der Behandlung des Mesencephalon bei *Myxine* entsteht als erste Frage: wie soll man das Mesencephalon begrenzen? Sind beide Partien, vor und hinter der

bekanntes Querfurche, dem Mesencephalon zuzuschreiben oder vertritt die hintere ein Cerebellum? Dies sind Fragen, welche in verschiedener Weise beantwortet worden sind. Es stehen zwei Meinungen hier einander gegenüber. Nach der einen soll *Myxine* ein grosses Cerebellum besitzen, das den Gehirnteil hinter der Querfurche ausmacht, nach der anderen fehlt bei *Myxine* ein Cerebellum vollständig. Der ersteren Anschauung haben sich JOHANNES MÜLLER (1838), G. RETZIUS (1893), SANDERS (1894) und WORTHINGTON (1905) angeschlossen, während A. RETZIUS (1822), HOLM (1901) und EDINGER (1906) die andere Meinung hegten. Eine nähere Motivierung ihrer Meinungen geben die verschiedenen Autoren im allgemeinen nicht. Nur EDINGER motiviert seine Auffassung mit einigen Worten. »Bei allen Vertebraten ist das Mittelhirn von dem Kleinhirne durch eine tiefe Furche getrennt, an deren Boden, dicht über dem Ventrikel epithel, die Kreuzung der Trochleares und zumeist noch einige andere Kreuzungsbahnen liegen, die ich mehrfach beschrieben habe. Eine solche Furche und jede Spur einer Kreuzung wird bei *Myxine* vermisst.« »Diese Kreuzungen und dann das bisher nimmer nachgewiesene Vorhandensein der so charakteristischen Purkinjezellen charakterisieren ein Kleinhirn, und sie müssen aufzufinden sein, wenn auch die topischen Charaktere: die tiefe Incisur, das Verhalten zum Velum, u. s. w., fehlen« »Es hat sich weder eine Kreuzung noch eine Purkinjezelle gefunden. *Myxine* besitzt somit kein Cerebellum.« Nach EDINGER's Darstellung geht deutlich hervor, dass er an der vorderen Grenze des Nachhirns nach den in Frage stehenden Strukturen gesucht hat und von der Voraussetzung aus gearbeitet hat, dass das Kleinhirn von *Myxine*, wenn vorhanden, eine rudimentäre Bildung sei. Eine Veranlassung hierzu gibt ohne Zweifel KUPFFER's Darstellung über die Embryonalentwicklung des Gehirns von *Bdellostoma*. Nach diesem Verfasser soll das Cerebellum in dem hinteren Teil des Mittelhirndaches liegen. Die Commissura cerebellaris strahlt in den paarigen dorsolateralen Lappen des Rautenhirns aus. Diese Lappen sind, nach EDINGER, die absteigenden Teile des Mittelhirndaches.

Ich werde nun hier nur eines zu der Motivierung EDINGER's bemerken, nämlich dass bei *Petromyzon* keine Purkinjezellen im Kleinhirn vorkommen. Es kommen wohl aber Zellen vor, welche als ursprüngliche Purkinjezellen gedeutet worden sind, eigentlich nur weil sie im Kleinhirn liegen. Mit den Körnerzellen bei *Petromyzon* verhält es sich analog (vergl. JOHNSTON 1902). Also, das Vorhandensein von typischen Purkinjezellen und Körnerzellen beweist das Vorhandensein eines Kleinhirns, aber die Abwesenheit von solchen Zellen beweist nicht die Abwesenheit von einem Kleinhirn, denn die Purkinjezellen und die Körnerzellen können unter solchen Formen auftreten, dass sie nicht als solche Zellen mehr imponieren. So ist es der Fall bei *Petromyzon*.

Betreffs der Cerebellumfrage schliesse ich mich derjenigen Auffassung an, nach welcher ein grosses Cerebellum zwischen dem Mittelhirn und der Oblongata eingeschoben ist. Dieses Cerebellum entspricht dem Hinterteil des Mittelhirns von HOLM und EDINGER. Die Gründe, auf welche ich diese Auffassung stütze, werde ich im Zusammenhang mit der Darstellung von dem Cerebellum vorlegen.

Das Mesencephalon, wie ich es hier mit SANDERS und WORTHINGTON auffasse,

besteht also aus demjenigen paarigen Lobus, der auf der Dorsalseite des Gehirns hinter den Hemisphären folgt. Es entspricht also den Vorderteilen von HOLM's und EDINGER's Mesencephalon.

Nach SANDERS besteht das Mesencephalon aus bipolaren Zellen, welche gelegentlich so orientiert sind, dass ihre Längsachsen perpendikulär auf der Oberfläche stehen. Bisweilen sind sie zu Reihen geordnet. Die ganze graue Substanz ist auswendig von einer Schicht von Neuroglia umgeben. An einigen Stellen an der Innenseite dieser Schicht bilden die Fibrillen des Netzwerkes transversale, konzentrisch geordnete Bündel. (Zitiert nach HOLM.)

HOLM fasst das Grau des Mesencephalon (nach meiner Begrenzung) als *Nucleus praetectalis* auf und beschreibt die Form desselben nach einem Horizontalschnitt. Er ist oval. Er ist ziemlich gross und von einer schmalen lateralen Neuroglia bedeckt. Kaudal ist diese Schicht etwas breiter. Letztere trennt die Praetectalkerne von dem Cerebellum (nach meiner Begrenzung!). Die Zellen sind von derselben Form wie diejenigen des Primordium hippocampi (HOLMGREN), aber kleiner. Im Basalteil des Mesencephalon fand HOLM zwei Kerne: Ganglion interpedunculare und das »anterior Ganglion« (SANDERS), welches aus sehr grossen Zellen besteht, und die Müller'schen Fasern bildet. Zusammen mit dem Mesencephalon beschreibt HOLM die Meynert'schen Bündel mit ihren zwei Kreuzungen. Ausser diesen Kreuzungen gibt es im Mittelhirn nach HOLM noch 3 Kommissuren oder Kreuzungen: Commissura posterior, Decussatio ansulata und die Lamina commissuralis mesencephali.

Die Commissura posterior liegt »close behind the Ganglia habenulae and is rather voluminous but not distinctly defined«. Sie scheint die beiden Seitenhälften des vorderen Mesencephalon zu verbinden.

Die Decussatio ansulata besteht aus zwei Fasersorten, teils solche, welche von der Oblongata kommen und nach den dorsolateralen Teilen des Tectums kreuzen, teils echte kommissurale Fasern, welche die beiden Lateralhälften des Mesencephalon verbinden.

Die Lamina commissuralis mesencephali ist eine wahre Kommissur. Sie ist bei *Myxine* sehr distinkt. Die Fasern stammen aus Ganglienzellen an beiden Seiten des Aquaeductus.

Tectum mesencephali ist durch die Tracti tecto-spinales et bulbares mit der Oblongata und dem Rückenmarke verbunden.

EDINGER behandelt das Mesencephalon unter drei Rubriken: a) Commissura posterior, b) das Mittelhirndach, und c) die Mittelhirnbasis. Das Cerebellum, wie ich es auffasse, wird als Hinterteil des Mesencephalondaches behandelt.

a) »Vor dem immer geschlossenen Ende des Aquaeductus Sylvii verläuft ganz wie bei den anderen Vertebraten eine echte Commissura posterior aus der Haube einer Seite zu derjenigen der Anderen.« Ihre Lage wechselt sehr, sie fehlt sogar bisweilen vollständig. Einmal sah EDINGER die Kommissur im Rudiment des »Epiphysenstieles«, einmal fand er die Kommissur im Kaudalabschnitt des Ganglion habenulae, »wohl geschieden natürlich von der Commissura habenularis«.

b) Das Mittelhirndach besteht nach EDINGER aus drei Abschnitten. Im frontalen gibt es nur wenige zerstreute Zellen. Etwas weiter kaudal, noch vor dem Cerebellum (nach meiner Begrenzung) beginnt eine Schicht von grossen Ganglienzellen im dorsalen und eine breite Nervenfaserkreuzung im ventralen Gebiet. Letztere fasst EDINGER als Kommissur des tiefen Markes des Mittelhirns auf. Der 3. Abschnitt entspricht meinem Cerebellum.

c) Eine scharfe Grenze zwischen Mittelhirn und Thalamus existiert nicht. Die ganze laterale Region der Mittelhirnbasis besteht aus einer Zellschicht, welche in das Dachgrau des Tectums übergeht. Diese Schicht bezeichnet EDINGER als Schicht A. Er unterscheidet ein »A lateral: Genuculata, von A dorsal: Grau der Vierhügel. Der Schicht A liegt an der Seitenwand des Gehirnes medial ein anderes ebenfalls plattenförmiges Ganglion an»: Ganglion B. Als C bezeichnet er »ein mehr runder Kern dicht unter dem frontalen Mittelhirndache«. Dieser entspricht einem Nucleus praetectalis. Die Dachkreuzung wird beschrieben. Indem ich diese als dem Cerebellum angehörend auffasse, spare ich sie für die folgende Abteilung auf.

In der Mittelhirnbasis werden diejenigen grossen Zellen, welche HOLM beschrieben hat, erwähnt und als Kern des dorsalen Längsbündels aufgefasst. Ganz nahe dem Mittelhirnende medial von dem dorsalen Längsbündel liegt eine Gruppe von vier neuen Riesenzellen.

In der Mittelhirnbasis sind zwei Kreuzungen vorhanden: eine dorsale aus Fasern des tiefen Markes und eine ventrale, »die direkt über dem Corpus interpedunculare einherzieht, und möglicherweise dem Tractus olfacto-tegmentalis entstammt».

»Zwischen den Zügen, die aus dem Tectum basalwärts ziehen, findet man beiderseits ein Bündelchen feiner Fibrillenquerschnitte, das frontalwärts bis in den Thalamus verfolgbar ist»: *Tractus spino-thalamicus*. *Tractus habenulo-peduncularis* durchzieht diese Region und endet im Interpeduncularganglion.

Endlich wird die *Commissura ventralis* beschrieben, welche die Hauptmasse der postoptischen Kommissuren ausmacht. Diese entspringt entweder im kaudalen Dachabschnitt (Cerebellum) oder in dem Genuculatum.

Nach WORTHINGTON besteht das Mittelhirn aus zwei symmetrischen Loben. Jede besteht aus dem Tectum und der »central mass«. Das Tectum besteht aus einer äusseren Neuroglia-schicht und einer inneren Zellschicht, die Zentralmasse aus dicht gehäuften Zellen. Die dorsale Kreuzung im Tectum vereint nicht nur die Dachpartien sondern auch die Seiten und den Boden der beiden Loben. Sie kommt nur im hinteren Teil vor. Zahlreiche kleine Bündel verlassen das Tectum und ziehen gegen die Zentralmasse. Wohin sie dann kommen, ist unbekannt. Eine schwache *Commissura ansulata* ist vorhanden. *Tractus tecto-bulbaris et spinalis* verlässt die Zentralmasse jederseits und passiert zur Oblongata und zum Rückenmark.

Eigene Beobachtungen.

Kerne des Mesencephalon.

Bei der Beschreibung des Mesencephalon stellt sich die schwierige Frage ein, wie man dieses Gehirngebiet bei *Myxine* begrenzen soll, welche Kerne dazu gerechnet werden dürfen. Die dorsalen Partien des Mesencephalon sind wohl gut abgegrenzt, aber sobald man zu den lateralen Teilen sich hinwendet, werden die Grenzen unsicher, und dies gilt noch mehr den zentralen oder basalen. Es fehlen nämlich im Zusammenhang mit der weitgegangenen Reduktion des Ventrikelsystems alle die gewöhnlichen Grenzmarken, welche sonst die Begrenzung erleichtern. Im Medialschnitt von ganz jungen *Myxine*-Gehirnen ist es wohl möglich, die medialsten Teile des Tuberculum posterius (Haubenwulst) zu unterscheiden, aber sobald die Schnitte unbedeutend mehr lateral liegen, so ist auch dies nicht mehr möglich. Ich muss mich deshalb dazu entschliessen, vorläufig eine rein topographische Begrenzung zu akzeptieren.

Als Mesencephalon fasse ich also die beiden Lobi optici (Tectum opticum), und eine seitliche untere Partie (welche die ventralwärtige Fortsetzung der Lobi ausmacht) auf. Diese Partie verschmälert sich gegen die Plica encephali ventralis und umfasst das Corpus interpedunculare. In den zentralen Teilen des Gehirns rechne ich die grosse Zell- und Fasermasse (Tegmentum) von dem Haubenwulst bis zu der Fossa rhomboidalis zu dem Mesencephalon.

In dem so begrenzten Mesencephalon sind folgende mehr oder weniger gut umschriebene Zellgebiete vorhanden:

1. Grau des Tectum opticum. Die Oberfläche des Tectum opticum ist von einer Schicht von Nervenfasern und damit dicht verflochtenen langen Dedriten bedeckt.¹ Unterhalb dieser Schicht liegt die Rindenschicht des Tectumgraus, die nach innen von der Zellenmasse des Tegmentum nicht abgegrenzt ist. Im Sagittalschnitt bemerkt man, dass das Tectum vorn fast vollständig zellenfrei ist, wie es EDINGER schon beschrieben hat. Nur bemerke ich das bisweilige Vorhandensein einer kleinen, isolierten Zellengruppe in der vordersten medialen Partie. Diese Zellengruppe wurde schon oben im Zusammenhang mit der Epiphysenfrage erwähnt. Auf den zellenfreien Teil folgt im medialen Sagittalschnitt eine lockere Zellenmasse, welche sich bis zum Hinterrand des Mittelhirns erstreckt. Diese ist von Zellen gebildet, welche einen medialen Zusammenhang zwischen den beiden Rindenkernen des Tectums bilden. Diese fliessen nämlich hier dorsal in einander über. In Querschnitten lässt sich dieser *Medialkern* am besten studieren. Er überbrückt den Aquaeductus, zwischen sich und diesem eine zellenfreie Zone frei lassend. Lateral von diesem Medialkern liegt der grosse *Dorsalkern*, der von EDINGER und teilweise auch von HOLM als Nucleus pretectalis bezeichnet wurde. Dieser Kern, der sich vom vorderen Teil des Tec-

¹ Von den von meinen Vorgängern als Neuroglia bezeichneten Teilen dieser Schicht sah ich hier keine Spur. Überhaupt fand ich keine sichere Neurogliaelemente im ganzen *Myxine*-Hirn.

tums lateral von der Mittellinie bis zu dem Hinterrand desselben erstreckt, besteht aus ziemlich grossen, dicht angehäuftten Zellen, welche sich von denjenigen des Medialkerns kaum unterscheiden lassen. Lateral von diesem Dorsalkern folgt nun das eigentliche Grau des Tectums oder der *Dorso-lateralkern* des Tectums. Dieser besteht aus kleineren Zellen als der Dorsalkern. Sie sind weniger dicht angehäuft als in jenem Kern, mit welchem der Dorso-lateralkern übrigens dorsal zusammenfliesst. Nach innen fliesst der Dorso-lateralkern mit den unterliegenden Zellenmassen zusammen. Ob diese dem Tectum oder dem Tegmentum angehören, ist nicht zu entscheiden. Vielleicht bilden sie einen *tiefen Tectumkern*. In diesem Kern sind die Zellen zu mit der Tectumoberfläche mehr oder weniger deutlich parallelen Zellenreihen oder langgestreckten Zelleninseln angeordnet. Diese Anordnung ist durch die hier von unten aufsteigenden in kleineren Teilbündeln gruppierten Fasermassen der postoptischen Kommissur bedingt. Lateral von dem *Dorso-lateralkern* liegt der *Lateralkern* des Tectums mit grösseren, stark gehäuften Zellen. Dieser Kern entspricht EDINGER's Genuculatum. Nur vorläufig bezeichne ich diesen Kern als Lateralkern. Weiter unten werde ich diesen Kern im Zusammenhang mit dem Nervus opticus etwas berühren.

2. Im ventralen Teil des Mittelhirns verzeichne ich nur das *Ganglion interpedunculare* (Fig. 8, G. interped.), dessen Zusammengehörigkeit mit dem Mesencephalon wohl etwas problematisch erscheint.

3. In basalen Teilen des Mittelhirns (Tegmentum) lassen sich im allgemeinen keine besonderen Kerne abgrenzen. Wohl kommen Verdichtungen in der Verteilung der Zellen vor, aber zu besonderen, bei verschiedenen Tieren gleichlagernd vorkommenden Kernen sind sie nicht angeordnet. Ich fasse diese Kernzone als *Kerngebiet des Tegmentum* zusammen. In diesem Gebiet liegen, wie vorher bekannt ist, diejenigen *Riesenzellen*, welche als Ursprungszellen des Funiculus longitudinalis dorsalis dienen. Diese Zellen sind am besten in Sagittalschnittserien zu studieren.

Golgi-Präparate lehren, dass im ganzen Mesencephalon, mit Ausnahme des Interpeduncularganglions, die Zellen von einem Typus sind. Sie sind nämlich alle gewöhnliche Sternzellen oder Bipolaren, welche von denjenigen des übrigen Gehirns nicht abweichen. Bi-, tri- und multipolare Zellen mit sehr langen Dendriten und einem von einem Dendriten oder vom Zelleib hervorspringenden Neuriten werden überall angetroffen. Im Rindengebiet des Tectums sind die meisten dieser Zellen senkrecht zur Oberfläche angeordnet. Jedoch kommen in allen Teilen tangential orientierte Elemente vor.

Ganglion interpedunculare.

Dieses Ganglion, das die Endstation des Tractus habenulo-peduncularis oder des Meynert'schen Bündels ausmacht, liegt wie gewöhnlich unmittelbar hinter der Plica encephali ventralis. Es ist ein mächtiges Ganglion, das von den Endpartien der Meynert'schen Bündel zwischen der ersten und der zweiten Kreuzung derselben eingefasst ist. Die Zellen des Kerns liegen dorsal am dichtesten. Von diesem dichten Teil

strahlen etwas unregelmässige Züge von Zellen nach vorn und unten aus. In der ventralen Partie liegen die Zellen recht stark zerstreut.

Die Zellen des Interpeduncularkörpers sind sehr charakteristisch (Fig. 25). Beim ersten Anblick scheinen sie sich von dem gewöhnlichen Zelltypus des *Myxine*-Gehirns zu unterscheiden, indem sie als unipolar imponieren. Bei genauerem Studium aber zeigt es sich, dass sie meistens bipolar oder sogar multipolar sind. Das Hauptdendritensystem ist nach unten und vorn gerichtet. Diese Dendriten sind lang und wenig stark verzweigt, mit langen, meistens mehr oder weniger parallelen Zweigen, welche mit kurzen, keulenförmigen, feinen Anhängen stark besetzt sind. An dem oberen Ende des öfters spindelförmigen Zellkörpers entwickelt sich ein zweites Dendritensystem. Dieses ist sehr einfach und besteht aus zwei bis drei kurzen, feinen

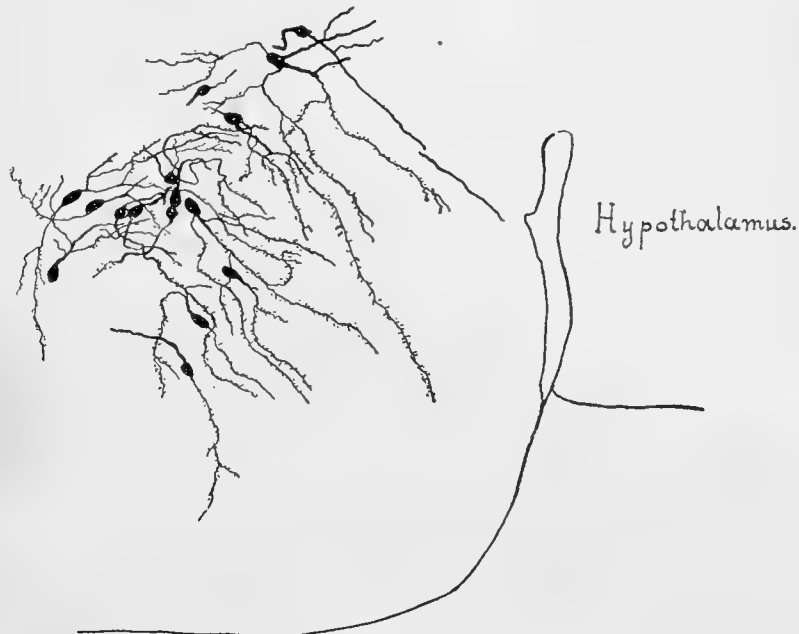


Fig. 25. Zellen aus dem Ganglion interpedunculare. Golgi-Methode.

Ästen, welche nach oben und hinten gerichtet sind. Bisweilen biegen Äste nach unten und vorn um und vermengen sich mit den langen Ästen des Hauptdendritensystems. Solche umbiegende Äste sind länger als gewöhnlich. Der Neurit entspringt meistens von einem Dendriten und ist stets nach hinten gerichtet. Daraus erhellt, dass das Ganglion interpedunculare sich wohl hauptsächlich mit der Oblongata verbindet. Andere Verbindungen konnte ich nicht nachweisen. Dass im Ganglion interpedunculare Ursprungszellen zu aufsteigenden Fasern im Meynert'schen Bündel vorkommen, ist nicht wahrscheinlich. JOHNSTON hat bei *Petromyzon*, bei Ganoiden und Knochenfischen solche Fasern vorausgesetzt. Da ich bei Knochenfischen entschieden gegen eine solche Auffassung aufgetreten bin, und in JOHNSTON's *Petromyzon*-Arbeit keine wirklichen Belege hierfür vorliegen, kann ich mich nicht dazu entschliessen, ihr Dasein anzunehmen. Die Abbildung, welche bei JOHNSTON das Vorhandensein von Endverzweigungen des Meynert'schen Bündels im Ganglion habenulae demonstrieren soll,

ist offenbar nach einem höchst unvollständig imprägnierten Präparat gezeichnet, wo die Habenularzellen höchst unvollständig dargestellt sind. Es lässt sich hier recht wohl denken, dass die »Endverzweigungen« Dendritensysteme von solchen Zellen sind, deren Zelleib nicht dargestellt wurde. So verhält es sich nämlich in dem gleichartigen Fall bei Knochenfischen.

Die schwache Entwicklung des dorsalen Dendritensystems der Zellen des Ganglion interpedunculare zusammen mit der Tatsache, dass dieses System bisweilen fehlen kann, deutet an, dass hier eine Stufe in der Entwicklung von einem besonderen Zelltypus vorliegt. Zu diesem neuen Zelltypus gehört die Ausbildung der zahlreichen, keulenförmigen Dendritenanhänge. Ich meine also, dass hier die Entwicklung desjenigen unipolaren Zellentypus angebahnt ist, der allen übrigen niederen Vertebraten eigen ist. Bei *Petromyzon* sind nach JOHNSTON die Interpeduncularzellen, welche ventrikular liegen, unipolar mit langen, nach unten gerichteten Hauptdendritenzweigen. Bei den Knochenfischen dominiert der unipolare Typus. Bei *Osmerus*, wo ich diese Zellen studiert habe, fand ich die Dendriten sehr stark verzweigt mit langen, parallelen Ästen, welche mit kurzen, dichtstehenden, kleinen Nebenästen besetzt sind. Diese Zellen erinnern durch den Reichtum des Dendritensystems sehr an die Purkinjezellen von höheren Vertebraten. In der Bipolarität der Interpeduncularzellen von *Myxine* erblicke ich ein ursprüngliches Verhältnis.

Die Faserzüge des Mittelhirns.

1. Commissura posterior (Fig. 9 a—c; Fig. 10, Comm. post.).

Der Medialteil der Commissura posterior liegt stets innerhalb der posthabenularen Ganglien. Nie fand ich ihn, wie EDINGER ihn bisweilen angetroffen zu haben scheint, im Gebiet hinter diesen Ganglien. Die Kommissur fehlt nie. EDINGER behauptet dies wohl, aber ich glaube, dass das Fehlen dieser Kommissur nur auf Beobachtungen an ungenügend imprägnierten Präparaten beruht. Ich habe nämlich die Kommissur stets beobachtet und sie stets in bestimmter Lage gefunden. Vorne grenzt sie gegen die Habenularkommissur, von welcher sie nie scharf getrennt ist, wie EDINGER meint. Beide Kommissuren gehen stets in einander über.

Wo die Zellen der Kommissurenfasern liegen, konnte ich nicht bestimmen. Kommissuralfasern wurden aber bis in die lateralen Teile des Tectums verfolgt, wo ich im *Lateralkern* solche gefunden habe. Von hier aus ziehen Fasern parallel mit der Oberfläche des Tectums nach oben. Unterwegs wird die Fasermasse deutlich vergrößert. Deshalb glaube ich, dass die Kommissur wenigstens zum grossen Teil von Zellen der oberflächlichen Kernschicht des ganzen Tectums stammt.

Es sieht also so aus, als wäre die Commissura posterior hauptsächlich eine Intertectalkommissur, indem die Fasern derselben von den verschiedenen Teilen des Tectums stammen. Gibt es also keine echte Commissura posterior-Fasern, welche einem Kommissuralkern entstammen? Ich konnte freilich keinen solchen Kern mit

Bestimmtheit nachweisen, bin aber der Meinung, dass wir in den ventrolateralen oder lateralen Teilen des Tectums einen solchen Kern erblicken können. Den Grund für eine solche Meinung bilden die Verhältnisse bei *Petromyzon* (Ammocoetes), wo TRETJAKOFF (1909) die Commissura posterior ausführlich beschrieben hat: »In der hinteren Kommissur, die aus grauer Substanz besteht, verläuft ein Bündel von Kommissurenfasern — Commissura tecti posterior —, welche aus der äusseren Schicht der einen Tectumhälfte in die andere verläuft.»

»Die an die Commissura posterior sich anschliessende Commissura tecti anterior entsteht nicht aus den typischen Elementen des Tectum, sondern aus Zellen an der Grenze des Tectum und des subtectalen Gebietes, die dem Kern der Commissura posterior sich anschliessen. Die Endverzweigungen breiten sich in der äusseren Tectumschicht aus. In dem medialen Gehirnteil können die Fasern der Commissura tecti durchaus nicht von der Commissura posterior unterschieden werden, und nur auf den Schnitten durch die Seitenteile des Tectum offenbart sich eine dünne Schicht von Nervenfasern zwischen der äusseren und der inneren Tectumschicht.»

»Die Grenze zwischen dem Kern der Commissura tecti anterior und dem Kern der Commissura posterior ist dermassen schwach ausgeprägt, dass sich die beiden Zellmassen so gut wie ein Ganzes darstellen. Der Kern der Commissura posterior fällt vollkommen mit dem Verbreitungsgebiet ihrer Fasern zusammen. In dem subtectalen Gebiete nimmt er den lateralen Rand des Gehirns zwischen Tectum und Müller'schen Fasern ein. Im Gebiet der Commissura posterior selber steigt ihr Kern bis zur dorsalen Oberfläche des Gehirns hinauf.»

Aus dieser Darstellung geht also hervor, 1:o dass die Commissura posterior bei *Petromyzon* zum Teil eine Tectalkommissur ist und 2:o dass der Kern der Commissura posterior, sogar bis in die dorsalen Teile des Tectums aufsteigend, nicht von dem Tectumkern abgetrennt ist.

Wenn wir diese Verhältnisse bei *Petromyzon* auf *Myxine* beziehen, ergibt sich die Möglichkeit, dass wir im *Lateralkern* des Tectums einen Kern der Commissura posterior erblicken können. Zu diesem Kern steht der Opticus in Beziehung, wie es bei *Petromyzon* auch der Fall ist (TRETJAKOFF).

2. Tractus tecto-bulbaris et bulbo-tectalis.

Von dem ganzen Tectum opticum strömen Fasern, ohne Bündel zu bilden, nach unten und gehen in die Längsbahnen der Oblongata ventral von dem Fasciculus longitudinalis dorsalis hinein. Diese Fasern sind sowohl auf- wie absteigend und bilden höchst wahrscheinlich die bei allen Fischen vorhandenen *Tracti tecto-bulbaris* und *bulbo-tectalis*. Eine nähere Beschreibung dieser Bahnen zu geben, ist mir nicht möglich da sie selten in Golgi-Präparaten imprägniert sind und auch in Cajal-Präparaten nur schwach hervortreten. Der Tractus tecto-bulbaris besteht aus Neuriten, welche hauptsächlich von Zellen, welche in den tieferen Schichten des Tectums gelegen sind, entspringen. Gekreuzte Fasern treten in die Commissura ansulata hinein. (Siehe unten!)

3. *Tractus tecto-lobaris* bildet diffuse Faserzüge, welche in den hinteren Teil des Hypothalamus hineindringen.

4. *Commissura ansulata* (Fig. 8, Comm. ans.). Die Commissura ansulata bei *Myxine* liegt viel dorsaler als in irgendeinem anderen Vertebratenhirn. Sie ist verhältnismässig sehr schwach, besteht aber aus einer vorderen oberen und einer hinteren unteren Partie. Die Mehrzahl der Fasern derselben entstammt Zellen, welche in den lateralen unteren Teilen des Mesencephalon gelegen sind. Nur relativ schwache Faserzüge kommen von mehr dorsal gelegenen Teilen. Die Fasern, welche durch die Commissura hindurch getreten sind, und hier kompakte Bündel gebildet haben, vermischen sich lateral mit den übrigen nach der Oblongata hinziehenden Fasern und entziehen sich hierdurch der Beobachtung. Die Commissura ansulata wurde von EDINGER richtig als Kreuzung des Tractus tecto-bulbaris aufgefasst.

5. *Commissura ventralis* (Fig. 8, Comm. post. opt.).

Diese Kommissur bildet die Hauptmasse der postoptischen Kommissuralfasermasse. Die Fasern entstammen Zellen, welche in dem Tectum opticum gelegen sind. Ich kann nicht finden (wie EDINGER), dass das Cerebellum irgendwelchen Anteil an der Bildung dieser Kommissur hat.

Vergleich mit *Petromyzon*.

JOHNSTON fand bei *Petromyzonten* folgende Faserverbindungen des Mesencephalon:

1. Commissura posterior, 2. Tractus tecto-bulbaris et bulbo-tectalis, 3. Tractus tecto-lobaris, 4. Commissura ansulata.

Diese Faserzüge lassen sich alle bei *Myxine* nachweisen. Die postoptische Kommissur, welche nach JOHNSTON bei *Petromyzon* von dem Tractus lobo-bulbaris et cerebellaris gebildet ist, besteht bei *Myxine* aus Tectumfasern. Nach eigenen Untersuchungen kommen aber solche auch bei *Petromyzon* vor. Die Hauptverbindungen der beiden Formen sind also übereinstimmend vorhanden.

Nervus opticus. (Fig. 26.)

Im Zusammenhang mit dem Mesencephalon behandle ich hier den Nervus opticus.

Der Tractus opticus wurde von den meisten Verfassern gefunden und nicht, wie EDINGER sagt: nur von W. MÜLLER (1874). JOHANNES MÜLLER fand bei *Myxine* nur einmal einen sehr rudimentären Sehnerven. Bei *Bdellostoma* aber konnte er den Nerven leicht finden. W. MÜLLER fand nicht nur einen Sehnerven, sondern auch ein »Chiasma«. In diesem »Chiasma« kreuzen sich die Opticusfasern und setzen sich lateralwärts und nach hinten fort. Dieses »Chiasma« wurde später von HOLM als die Kreuzungsfasern der Commissura postoptica gedeutet. RETZIUS beschrieb den Sehnerven bis zu seinen Eintrittstellen in das Gehirn. Nach SANDERS (1894) besteht der

Nerv aus Bindegewebe und enthält nur wenige Nervenfasern. An der Stelle, wo die Nerven sich mit dem Gehirn vereinen, gibt es nach HOLM's Referat »a sort of confused vortex of fibres which looks as if it might possible be the remains of a chiasma». HOLM sagt: »The nerve on entering the brain seems to split up brushlike amongst an indefinite cluster of small nerve-cells situated round the nerve entrance; the fibres from the two nerves do not seem to decussate, even if single fibres cross each other.» »I doubt that the optic tract continues further than to the collection of nerve cells mentioned above and I have never been able to follow any fibres further.» Bisweilen fand HOLM keinen Opticus. EDINGER's Angaben über das Vorkommen und Fehlen von Augen und Sehnerven scheinen mir merkwürdig. Von 22 Tieren fand er Augen und Sehnerven nur bei zwei. Bei dem einen dieser zwei ging der Sehnerv schon nach dem Durchtritt durch die Schädelkapsel verloren, bei dem



Fig. 26. Chiasma opticum. Geneigtes Querschnitt. Golgi-Methode.

anderen allein erreichte er die Gehirnoberfläche. Eine Opticuskreuzung hat EDINGER nicht gesehen. Bei *Bdellostoma* fand WORTHINGTON den Sehnerven und ein in der Hirnsubstanz eingebettetes Chiasma.

Fassen wir das obige zusammen, finden wir, dass die Autoren darin übereinstimmen, 1. dass bei *Myxine* Sehnerven wenigstens bisweilen vorkommen, und 2. dass sie kein sicheres Chiasma gefunden haben.

Eigene Beobachtungen.

Bei allen Tieren, welche dafür zweckmässig behandelt waren, habe ich sowohl Augen- wie Sehnerven regelmässig gefunden. In Cajal-Präparaten und in gewöhnlichen Tinctionspräparaten sowie bei Dissektionen vermisste ich den Sehnerven nie. Ich bin deshalb fest davon überzeugt, dass ein Sehnerv (wie Augenrudimente) stets vorhanden ist, und muss es ungeeigneten Methoden zuschreiben, dass frühere Verfasser den Nerven gänzlich vermisst oder nur selten gefunden haben.

Der Opticus ist bei *Myxine* stets sehr schmal und macht einen sehr rudimentären Eindruck. Er enthält aber eine recht bedeutende Anzahl von sehr feinen Nervenfasern. Eine bisher nicht beobachtete Eigentümlichkeit des Sehnerven ist, dass er bisweilen eine kleine gangliöse Anschwellung an seiner Mitte trägt, eine Anschwellung, welche kleine, bipolare Ganglienzellen enthält. Diese Anschwellung bildet ein *Ganglion nervi optici*. Es ist wohl möglich, dass diejenigen Fasern, welche RETZIUS in das rudimentäre Auge eindringen sah, eben von diesen Ganglienzellen herühren.

Die beiden Optici dringen von einander getrennt in das Gehirn bald hinter dem Recessus preopticus hinein. Nach dem Eindringen behalten die Opticusfasern ihre Richtung von unten und vorn nach oben, hinten und innen bei. Hierdurch kommt es innerhalb des Chiasmabalkens zu einer Kreuzung der Fasern, welche ein wahres Chiasma opticum darstellt. So weit lassen sich die Opticusfasern in Cajal-Präparaten verfolgen. Will man aber den weiteren Verlauf studieren, muss man sich der Golgi-Methode bedienen. Aber dabei lassen uns die gewöhnlichen Golgi-Methoden gänzlich im Stich. Ohne Erfolg prüfte ich mehrere Methoden. Endlich fand ich eine Modifikation, welche zum Ziel führte und fast konstante Resultate lieferte. Ein grosser Vorteil ist, dass mit dieser modifizierten Golgi-Methode fast nur der Opticus imprägniert wird. Die Methode ist die folgende: 1. Behandlung während 4—5 Tage in Osmium-Bichromat-Gemisch (1 Teil 1 % Osmiumsäure + 5 Teile 3 % Kaliumbichromat), 2. 24 Stunden in 10 % Formalin, 3. Wässerung in Aqua destillata 2 Stunden, 4. Behandlung 4—5 Tage in dem Osmium-Bichromat-Gemisch, 5. 3 Tage in 1 % Silbernitratlösung.

In so hergestellten Präparaten lässt sich der Opticus sehr gut studieren. Es wurde folgendes konstatiert (Fig. 26):

1. Es existiert eine *vollständige* Durchkreuzung der Opticusfasern. Dieses Chiasma liegt in der Commissura ventralis eingebettet. Nie fand ich Fasern, welche nicht kreuzten, wohl aber solche, welche nach Durchkreuzung nach ihrer eigenen Seite zurückkehrten.

2. Die Mehrzahl der Fasern begeben sich nach der Kreuzung lateralwärts nach oben und hinten und konnten bis in das Tectum opticum verfolgt werden. Keine Fasern treten in den hinteren Teil des Mesencephalon (von EDINGER u. a.) hinein. Sie treten unterwegs durch das Lateralganglion des Tectum hindurch und geben hier Kollateralen ab. Hierdurch bekommt dieses Ganglion den Charakter eines Genuculatum. Es muss aber hervorgehoben werden, dass Kollateralen schon weiter ventral abgegeben werden. Dieses Lateralganglion wurde schon oben für einen Teil des Commissuralkerns gehalten. Ausgeschlossen scheint es aber nicht zu sein, dass dieser Kern des Tectum gleichzeitig sowohl den Kern der Commissura posterior wie ein Genuculatum vertreten kann. Bei *Petromyzon* ist dies wenigstens nicht ausgeschlossen (TRETJAKOFF).

3. Einige Fasern, nämlich solche, welche nach der Kreuzung medial liegen, setzen sich gerade nach hinten fort und stellen *mediale Wurzel* des Opticus dar, wie sie bei allen Vertebraten vorkommen. Jedoch muss man genau darauf Acht geben,

dass solche Fasern nicht abgeschnittene Opticusfasern sind, welche nach einer bogenförmigen Verlauf nach hinten wieder in die lateralen Hauptbündel hineingehen. Solche Fasern sind nämlich stets vorhanden. Für diejenigen Fälle, wo die Medialwurzelfasern Kollateralen von normalen Opticusfasern sind, scheint es bestimmt bewiesen zu sein, dass wirklich mediale Wurzelfasern vorliegen.

4. Sehr oft konnte konstatiert werden, dass Opticusfasern sich an der Kreuzungsstelle oder weiter nach hinten teilen. Solchenfalls kommt es vor, dass ein Ast nach der einen, der andere nach der anderen Seite geht. Meistens aber ziehen sie nach derselben Seite weiter fort.

5. Was die Anzahl der Opticusfasern betrifft, kann nur gesagt werden, dass diese verhältnismässig gering ist, aber durchaus nicht so gering, wie man sich vorstellen könnte. In einem nicht vollständig imprägnierten Sehnerven rechnete ich etwa 40 Fasern, bei einem anderen besser imprägnierten waren ungefähr 100 Fasern vorhanden.

Meine Beobachtungen vom Sehnerven von *Myxine* haben also gezeigt, dass dieser Nerv ein normaler Opticus ist, der die wesentlichen Verhältnisse eines solchen Nerven aufweist.

Das Metencephalon oder Cerebellum.

Eine Historik der Cerebellumfrage bei den Myxinoiden ist schon oben im Zusammenhang mit dem Mesencephalon gegeben. Ich verweise hier darauf hin. Da das Cerebellum nach meiner Auffassung dem hinteren Teil des Mittelhirns von EDINGER und HOLM entspricht, so sind bei diesen Verfassern die Verbindungen des Cerebellums als Mesencephalonverbindungen beschrieben worden.

Im hinteren Teil seines Mesencephalon oder der »Corpora quadrigemina posteriora« beschreibt HOLM die Lamina commissuralis mesencephali als eine wahre Kommissur. »In Golgi preparations it is easy to demonstrate that the fibres of this commissures arise from the ganglion cells on both sides of the Aqueduct, each ganglion sending its processes into the ganglion of the opposite side.« HOLM beschrieb weiter einen *Tractus tecto-spinalis et bulbaris*, der hauptsächlich im hinteren Teil des »Mesencephalon« entspringt.

EDINGER beschreibt am Vorderrande des hinteren »Mesencephalonteiles« (Cerebellum) eine breite Nervenfaserkreuzung. »Noch weiter caudal, in dem Areal, welcher hinter der Transversalfurche liegt, findet man zwischen der grosszelligen Schicht und den Nervenfasern eine Menge aller kleinste Zellen.« »Frontalschnitte zeigen dann, dass jene Nervenfasern indentisch sind mit der *Commissur des tiefen Mittelhirnmarkes*.« EDINGER hält den *Tractus tecto-spinalis* von HOLM für aufsteigend: *Tractus bulbotectalis*.

WORTHINGTON hat das Cerebellum von *Bdellostoma* beschrieben. Es stimmt im Bau mit dem Tectum opticum überein. Im Dorsalteil des Cerebellum kreuzen sich Fasern zwischen den beiden Cerebellarhälften. Diese Kreuzungen bilden eine hintere

Fortsetzung der Lamina commissuralis mesencephali von HOLM. Im Dach des Cerebellum beginnt der Tractus cerebello-spinalis. Er zieht lateral von den Müller'schen Zellen nach der Oblongata. Die kleine dorsale Ausstülpung des Aquaeductus wird als Cerebellarventrikel aufgefasst.

Eigene Beobachtungen.

Im Cerebellum liegen die Zellen viel dichter als im Tectum opticum. Besondere Kerne können nicht unterschieden werden. Am dichtesten liegen die Zellen dorsal und lateral vom Ventrikel des Kleinhirns, weniger dicht sind sie in den mittleren Schichten, und an der Oberfläche des Gehirnteils gibt es eine zellenfreie Zone (Molekularzone). Mehrere Zellgrößen sind vorhanden. EDINGER unterschied teils ganz kleine Zellen, teils grosse. Ich habe diese zwei verschiedene Zellgrößen wieder gefunden, bestätige aber, dass zwischen denselben alle Übergänge vorhanden sind.

Schon in Crezylviolettpräparaten kann konstatiert werden, dass die Zellen des Cerebellum bipolar oder multipolar sind. Golgi-Präparate bestätigen dies sofort. Vom Zelleib treten zwei bis vier lange Dendritenfortsätze hervor, welche, sehr wenig verzweigt, sich nach der Peripherie erstrecken. Meistens divergieren die Äste stark. Bisweilen können solche bipolare Zellen Purkinje-zellähnlich erscheinen, wenn sie nämlich bipolar sind und vertikal gegen die Kleinhirnoberfläche stehen. Divergieren solchenfalls die Dendriten wenig stark, wird die Zelle besonders Purkinjeähnlich. Jedoch kann nicht gesagt werden, dass wirkliche Purkinjezellen vorkommen. Es verhalten sich diese Zellen so wie diejenigen von *Petromyzon*, welche auch keine differenzierten Purkinjezellen sind: sie bilden wahrscheinlich Vorläufer zu Purkinjezellen. Weniger Purkinje-ähnlich sind diejenigen Zellen, welche einen horizontal orientierten Zelleib besitzen. Solche Zellen sind oft bipolar und erinnern sehr an die im übrigen Gehirn so charakteristischen Bipolaren. Auch typische Sternzellen sind im Kleinhirn vorhanden. Die kleinsten Zellen weichen fast nur in der Grösse von den grösseren ab. Möglicherweise sind die Dendriten derselben kürzer und schmaler. Solche Zellen können vielleicht als Vorläufer zu Körnerzellen aufgefasst werden. (Vergl. *Petromyzon!*)

Verbindungen des Kleinhirns.

1. Tractus cerebello-diencephalicus.

Von Zellen im Cerebellum ziehen Neuriten nach unten und unbedeutend nach vorn gegen den Hypothalamus. Solche Neuriten, welche von Bipolaren stammen und ziemlich nahe der Mediallinie gelegen sind, wurden bis in den Thalamus verfolgt, ohne dass sie Verzweigungen abgaben. Deshalb glaube ich, dass sie weiter ziehen und in den Hypothalamus hineindringen. Die Fasern bilden keine geschlossenen Bündel, sondern stellen nur diffuse Züge dar, welche in Cajal-Präparaten nur schwach hervortreten.

2. Tractus cerebello-tectalis und tecto-cerebellaris.

In Horizontalschnitten (Cajal-Methode) treten in den Seitenteilen des Tectum und Cerebellum sehr deutliche Züge von längsverlaufenden Fasern auf. Diese Züge verbinden die beiden Gehirnteilen mit einander. In Golgi-Präparaten lassen sich diese Fasern sehr leicht imprägnieren und es unterliegt keinen Schwierigkeiten zu konstatieren, dass Ursprungszellen sowohl im Kleinhirn wie im Tectum opticum liegen.

3. Fibrae arcuatae (Tractus tegmento-cerebellaris?).

Fasern, welche den Fibrae arcuatae von *Petromyzon* entsprechen, sind in grosser Zahl vorhanden.

4. Tractus cerebello-bulbaris und bulbo-cerebellaris.

Diese beide Faserarten sind unter einander so stark vermischt, dass es unmöglich ist, sie von einander zu halten. Es mag hier genügen zu bestätigen, dass beide vorhanden sind. Die Fasern des bulbo-cerebellaris sind aber durchaus die zahlreichsten. Sie sind auch durchschnittlich dicker als die des umgekehrten Zuges.

Das Verhalten des *Tractus bulbo-cerebellaris* ist interessant. Das Bündel liegt in der Oblongata ventrolateral. Nach vorn machen die Fasern eine starke Umbiegung nach oben und treten in das Cerebellum ein. Die dorsalen (hinteren) Fasern biegen dabei zuerst nach oben, während die untersten (vorderen) weiter nach vorn ziehen, ehe sie sich nach oben kehren. Hierdurch wird das hinten kompakte Bündel vorn stark aufgelockert. Die Hauptmasse der hinteren Fasern zieht, nachdem sie in das Cerebellum hineingekommen sind, parallel mit der Oberfläche des Kleinhirns zu kleinen, schichtenweise hinziehenden Bündeln geordnet nach vorn. Eine grosse Menge der Fasern dieser Bündel endet nun an derselben Seite, aber ebenso viele biegen rechtwinklig medialwärts und kreuzen nach der Gegenseite, wo sie in den ventralen Teilen dieser Kleinhirnhälfte enden. Die vorderen Fasern des Tractus biegen, wenn auch nicht so scharf, nach oben. Einige enden in der Kleinhirnrinde derselben Seite, aber die Mehrzahl kreuzt am Vorderrand des Cerebellums nach der Gegenseite und bildet die s. g. Dachkreuzung oder Lamina commissuralis mesencephali. Es liegen also in dem Cerebellum eine Reihe von Kreuzungen vor: 1. eine vordere breite Kreuzungsplatte, welche genau der *Decussatio veli* (Fig. 8, Dec. veli) von anderen niederen Vertebraten entspricht, und 2. eine Reihe von hinter einander liegenden kleineren Kreuzungen, welche den gewöhnlichen Cerebellarkreuzungen, dem *Mark des Kleinhirns*, entsprechen.

5. Commissura cerebellaris (Fig. 8, Comm. cer.).

Am hinteren Rand des Cerebellum unmittelbar dorsal von dem Ventrikel liegt eine Querfaserung, welche ich für eine Commissura cerebellaris halte. Sie hat näm-

lich genau diejenige Lage, welche diese Commissur bei dem Embryo (nach v. KUPFFER) einnimmt. In Querschnitten sieht man, dass Fasern dieser Kommissur teils mit den basalen hinteren Teilen des Cerebellums, teils mit den Oblongatahörnern an der Basis des Trigeminus verbunden sind. In den Oblongatahörnern scheinen die Fasern mit dem Lobus acusticus verbunden zu sein. In Horizontalschnitten ist ausserdem zu beobachten, wie Faserzüge von vorn von den Zellengebieten lateral vom Ventrikel und von den ziemlich weit nach vorn gelegenen seitlichen Teilen des basalen Cerebellums in die Commissura hinein verlaufen. Golgi-Schnitte lehren, dass in der Kommissur folgende Faserarten vorhanden sind: 1. Wahre Kommissuralfasern der beiden Kleinhirnhälften, 2. Schon hier kreuzende Fasern des *Tractus bulbo-cerebellaris*, 3. Wurzelfasern des Trigeminus (und Acusticus?).

6. *Tractus trigemino-cerebellaris*.

In sowohl Cajal-Serien wie in Golgi-Serien wurde einigemal beobachtet, dass sensible Trigeminusfasern von der Seite her in die hinteren Teile des basalen Cerebellum zusammen mit dem *Tractus bulbo-cerebellaris* hineindringen. Die meisten dieser Fasern ziehen aber nach unten und kreuzen im vorderen, unteren Teil der Oblongata bald dorsal vom Interpeduncularganglion.

7. *Tractus acustico-cerebellaris*.

Von dem Acusticum treten Acusticusfasern zusammen mit den Trigeminusfasern in den hinteren Teil des Kleinhirns hinein. EDINGER hat diese Verbindungen schon gesehen, aber sie als sekundäre V- und VIII-Verbindungen aufgefasst.

8. *Tractus vago-cerebellaris*.

Auch der Nervus vagus schickt Wurzelfasern in das Cerebellum hinein. Es handelt sich um die vordersten Wurzeln des Vagus (oder Glossopharyngeus?), welche vom Eintritt parallel mit der Oblongataoberfläche dicht unter derselben nach vorn verlaufen, um in der Höhe des Hinterrandes vom Cerebellum gerade dorsalwärts zu ziehen und in das Cerebellum einzudringen.

Es gibt bei *Myxine* ein wohlentwickeltes Cerebellum.

Folgende Verhältnisse sprechen dafür, dass die von HOLM und EDINGER für den Hinterteil des Mesencephalon gehaltene Gehirnpartie ein Cerebellum ist:

1. Das Vorhandensein eines besonderen Cerebellarventrikels. Dieser Ventrikel besitzt einen vorderen und einen hinteren Ast, wie z. B. bei Haien.
2. Das Cerebellum ist sowohl vorn wie hinten scharf begrenzt und weist ein ganz anderes strukturelles Aussehen auf als das Mesencephalon.
3. Eine *Decussatio veli* ist vorhanden.
4. Eine Cerebellarkommissur kommt vor.
5. Ein *Tractus cerebello-diencephalicus* ist vorhanden.
6. Dachkreuzungen sind vorhanden, welche dem Kleinhirnmark von anderen Vertebraten entsprechen.
7. Ein *Tractus tecto-cerebellaris* und ein *cerebello-tectalis* sind vorhanden.
8. Ein *Tractus bulbo-cerebellaris* ist vorhanden.
9. Ein *Tractus cerebello-bulbaris* ist vorhanden.
10. Es sind Verbindungen mit dem *Nervus trigeminus acusticus* und *vagus* vorhanden.
11. Im Cerebellum sind Zellen vorhanden, welche als Vorläufer zu Purkinjezellen und Körnerzellen gedeutet werden können.

Durch diese Verhältnisse halte ich es für festgestellt, dass Myxine ein grosses Cerebellum besitzt.

Myelencephalon.

Über diesen Gehirnteil habe ich keine eingehenden Untersuchungen vorgenommen, indem, wie schon einleitungsweise gesagt wurde, darüber schon gute Untersuchungen vorliegen. Ich werde mich deshalb hier darauf beschränken können, nur einige kürzere Bemerkungen über die Wurzeln der Kopfnerven zu veröffentlichen, welche dazu beitragen können, ein vollständigeres Bild derselben zu schaffen. Ich beginne mit dem System des Acustico-lateralis.

Das System des Acustico-lateralis.

Dieses System wurde neuerdings von AYERS und WORTHINGTON (1908) in sehr verdienstvoller Weise studiert. Nach diesen Verfassern gibt es zwei Acusticusganglien: Ganglion utricularis und Ganglion saccularis, welche mit dem vorderen resp. hinteren Acusticusnerven in Verbindung stehen. Das Ganglion utricularis hat zwei Verbindungen mit der Oblongata, eine mit dem Lobus acusticus und eine mit dem allgemeinen Hautkern des verlängerten Markes. Das Ganglion saccularis entbehrt der letzteren Verbindung. Die Acusticumverbindungen der beiden Ganglien verhalten sich nach den genannten Verfassern übereinstimmend. Die Wurzel ziehen nach oben und vorn und legen sich über die Lateralseite der Oblongata in oberflächlicher Lage, um von oben in das Acusticum einzutreten. Hier gabeln sich die Fasern meistens

in einen vorderen und einen hinteren Ast, welche das Zentrum des Acusticum Nucleus einnehmen. Zu dieser allgemeinen Beschreibung kann ich nun folgendes zufügen (Fig. 27. Schema der Nervenkomponenten).

1. Die Fasern des vorderen Astes konnten weiter verfolgt werden. Am besten geschah dies in Sagittalschnittserien. Sie verhalten sich alle insoweit übereinstimmend, indem sie nach vorn und unten ziehen, wobei sie parallel mit der Oberfläche der Oblongata verlaufen. Sie konnten bis fast in der Höhe des unteren Randes der medialen (vorderen) Trigeminus-Wurzel verfolgt werden. Nach diesem Punkt gekommen, verhalten sich die Fasern in drei verschiedenen Weisen: a) Einige Fasern enden hier. b) Eine Mehrzahl der Fasern biegt hier vollständig nach oben und hinten

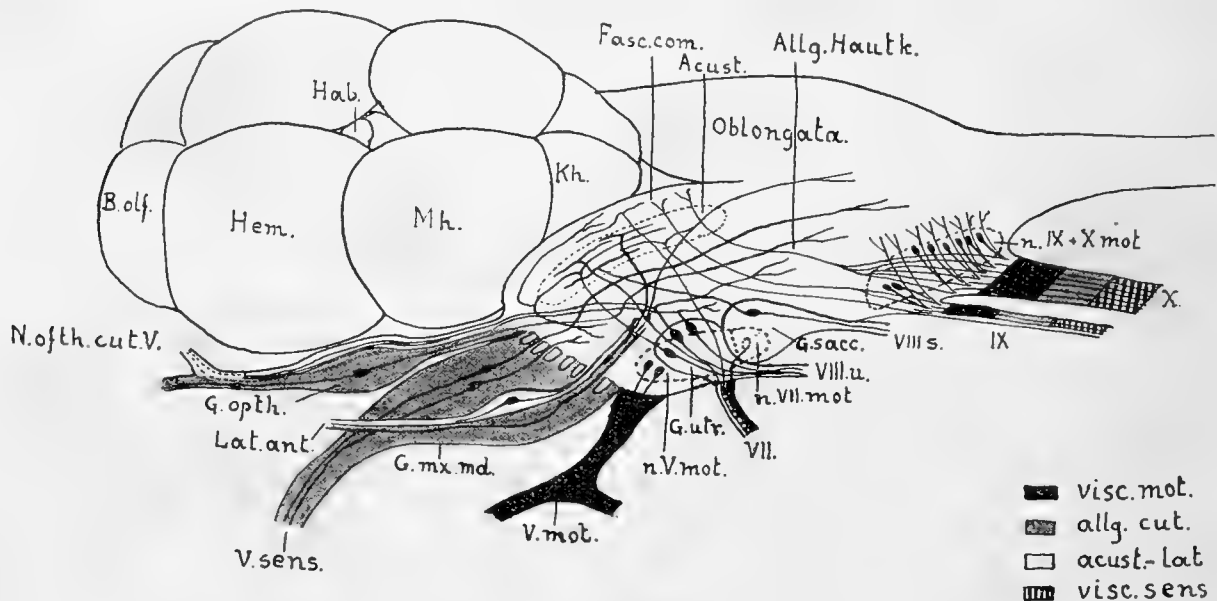


Fig. 27. Schema der Komponenten der Kopfnerven. Acust. = Acusticum; Allg. Hautk. = Allgemeiner Cutaneus; B. olf. = Bulbus olfactorius; Fasc. com. = (Kern des) Fasciculus communis; G. oph. = Gangl. ophthalmicum; G. mx. md. = Gangl. maxillo-mandibulare; G. sacc. = Gangl. succulare; G. utr. = Gangl. utriculare; Hab. = Gangl. habenulæ; Hem = Hemisphäre; Kh. = Kleinhirn; Lat. ant. = Nervus lateralis anterior; N. ofth. cut. V. = Nervus ophthalmicus cutaneus V; n. V. VII IX = Kern des V etc. Nerven. V, VII, VIII, IX, X = Nervus V—X; mot. = motorisch; sens. = sensorisch; VIII s. = VIII saccularis; VIII u. = VIII utricularis.

um und kehrt entweder in das Acusticum wieder zurück oder dringt in den schwach entwickelten Kern des Fasciculus communis ein, um in diesem nach hinten zu ziehen. c) Eine bedeutende Anzahl von feinen Fasern biegt nach unten und hinten um und dringt in den allgemeinen Hautkern hinein. In diesem Kern konnten sie ziemlich weit nach hinten verfolgt werden, ohne dass ihre Endverzweigungen entdeckt wurden.

Der *Acusticus* hat also direkte Beziehungen zu dem Fasciculus communis-System und zu dem allgemeinen Hautkern der Oblongata.

2. Die Fasern des hinteren Astes verhalten sich wie AYERS und WORTHINGTON sie beschrieben haben. Ausserdem wurde aber beobachtet, dass direkte Acusticusfasern durch die Raphé nach der anderen Seite der Oblongata kreuzen. Wo die Endverzweigungen von solchen kreuzenden Fasern liegen, konnte meistens nicht mit Be-

stimmtheit festgestellt werden. Einigemal wurde aber das Vorhandensein von wirklichen kommissuralen Fasern konstatiert. Dabei muss aber darauf geachtet werden, dass nicht Neuriten von *Zellen* im Acusticum für solche direkte Fasern genommen werden.

Die allgemeinen Hautkernverbindungen des Ganglion utricularis sind von AYERS und WORTHINGTON folgendermassen beschrieben worden: »The general cutaneous fibers enter the brain in numerous bundles arranged in a series along the lateral surface of the medulla and penetrate directly into the general cutaneous nucleus. In WORTHINGTON (1905), this is described as an acusticus root, as it was thought at that time that its fibers penetrated to the acusticus nucleus. Golgi sections, which had not been obtained at that time, disprove this completely, as they show that these ventral fibres turn and run cephalo-caudal in the general cutaneous nucleus.» HOLM probably saw the root, but did not attach any significance to it, for he speaks of it as » a few fibres that leave the ganglion here and there and enter the medulla ». Es scheint mir, als hätten die genannten Verfasser die Angaben von HOLM über diesen seinen Radix lateralis nicht zu ihrem Recht kommen lassen. Denn HOLM sagt (p. 391). »The Radix lateralis enters the Medulla from the centre of the Miniscus. The fibres do not run quite horisontally but in a slightly dorsal direction and after a little while some of them bifurcate (Figs. 12 and 13). Some turn rostral, others in a caudal direction (Fig. 20). The rostral ones continue far up into the Corpus restiforme and end in a conglomeration of small cells — The Nucleus anterior acustici — situated near the medial surface of the Medulla (Fig. 20 nc. ant. VIII¹). The caudal ones do not seem to enter any special nucleus but lose themselves amongst the gray matter.» HOLM's Beschreibung enthält somit mehr als AYERS' und WORTHINGTON's und ist durch drei verschiedene Abbildungen illustriert. Ich habe diesen Wurzeln eine eingehende Untersuchung gewidmet. Nach dieser bin ich in der Lage zu konstatieren, dass HOLM's Beschreibung betreffs der proximalen Teile der Faserung ganz korrekt ist. Die von den grösseren Ganglienzellen des Utricularganglions hineintretenden Fasern teilen sich sehr bald T-förmig. Der hintere Ast endet im allgemeinen Hautkern, der vordere setzt sich nach vorn fort. Er endet nicht in einem speziellen Kern wie HOLM angibt, sondern setzt sich nach vorn fort und tritt in die laterale Trigeminiwurzel mit zentrifugalem Verlauf ein. Dies wurde in einer grossen Anzahl von gut gelungenen Golgi-Präparaten, wo einzelne Fasern ununterbrochen von dem Ganglion bis in den Trigemini verfolgt werden konnten, konstatiert. Dies ist von grosser Bedeutung, indem das grosse Bündel dieser Fasern unter spinalen Trigemini-fasern (mit zentripetalem Verlauf) eingemischt verläuft. Die Fasern des in Frage stehenden Utricularisbündels sind von sehr abwechselndem Kaliber, sehr fein bis sehr grob.

Dieser *Tractus utriculo-trigemini* ist insofern interessant, indem bei *Petromyzon* ähnliches vorkommt. JOHNSTON (1905), der das Kopfnervensystem von *Petromyzon* ausführlich behandelt hat, fand, dass das Acusticusganglion aus zwei Partien besteht: einer kleinzelligen und einer grosszelligen. Diese entsprechen den beiden Acusticusganglien von *Myxine*. Bei *Petromyzon* steht das grosszellige Ganglion (Ganglion utri-

culare) in Verbindung mit dem spinalen Trigemini, dem fasciculus communis und einem motorischen Wurzel: »The medial part of the ganglion is now made up of large cells, next in size to the very large acoustic cells. A large number of fibres are entering this part of the ganglion, including a root from the spinal Vth Tract., one from the fasciculus communis and a motor root». Ich stelle mir nun vor, dass diese erwähnte V.-Wurzel dem Tractus utriculo-trigemini von *Myxine* entspricht, nämlich dass der von JOHNSTON als spinale V.-Fasern erwähnte Faserzug nur in die V.-Wurzel eingemischte Tractus utriculo-trigemini-Fasern vertritt. In sehr gelungenen Cajalpräparaten von *Petromyzon*, welche mir vorliegen, ist es leicht zu konstatieren, dass die »V-Verbindung« von ganz derselben Art ist wie bei *Myxine*.

Dem Acustico-lateralis System von *Bdellostoma* gehören weiter nach AYERS und WORTHINGTON der Lateralis posterior und der Lateralis anterior an, letzterer mit zwei Partien, einer vorderen und einer hinteren. Von diesen Bündeln ist bei *Myxine* nur der Lateralis anterior vorhanden.

AYERS und WORTHINGTON beschreiben den Nervus lateralis anterior (WORTHINGTON 1905: *Acusticus a.*) folgendermassen: »This nerve is not a separate and distinct trunk like the lateralis posterior, instead its fibres join the trunks of such nerves as give most convenient passage to their destination. The largest and most conspicuous bundle of lateralis anterior fibers joins the posterior sensory trunk of the trigeminus and runs with it to the skin of the side of the head, where these lateralis fibres supply some if not all of the anterior group of lateral line canals». Diese Beschreibung des Lateralis anterior passt nicht für *Myxine*, indem dieser Nerv in seinem extracerebralen Verlauf keine Beziehungen zu dem Trigemini zu haben scheint. Im intracerebralen Verlauf aber ist die Übereinstimmung zum Teil gut. Bei *Bdellostoma* besteht der Lateralis anterior aus einem vorderen und einem hinteren Teil. Der hintere Teil sendet seine Fasern zum grössten Teil in den allgemeinen Hautkern hinein, während ein kleinerer Teil in das Acusticum hineintritt. Der vordere Teil ist kleiner als der hintere. Er begleitet den vorderen sensorischen Stamm vom Trigemini. »After this trunk has passed through the cranial capsule on its way to the brain, several small bundles of fibres separate themselves slightly from the others, and instead of entering the general cutaneous directly, like the rest of the trunk, enter the *Acusticum* at its ventro-cephalic angle. These bundles run caudal for a short distance through the ventral part of the *Acusticum*, and then those of them that belong to the general cutaneous system curve lateral into the general cutaneous nucleus, while the *lateralis* fibres remain behind.

Bei *Myxine* konnte ich den vorderen Teil des Lateralis anterior nicht auffinden. Überhaupt fand ich keine Trigemini Fasern, welche in dem Acusticum Halt machen, oder damit überhaupt Verbindungen aufweisen. Der Lateralis anterior von *Myxine*, der peripher nicht mit dem Trigemini zusammenhängt, entspricht offenbar dem hinteren Teil des Lateralis anterior von *Bdellostoma*, indem er sich teils mit dem Acusticum, teils mit dem allgemeinen Hautkern verbindet. Der Lateralisteil verbindet sich in gewöhnlicher Weise mit dem Acusticum, ohne eine besondere Partie desselben zu bilden. Der allgemeine Hautteil aber zieht von seiner Eingangsstelle nach

hinten, innen und oben, ohne sich mit dem Acusticum zu verbinden. Er assoziiert sich hingegen mit dem vorderen Trigeminus und zieht zusammen mit diesem Nerven in den Kern des Fasciculus communis hinein, verbindet sich aber nicht mit diesem Kern, sondern zieht weiter nach hinten fort.

AYERS und WORTHINGTON haben die Meinung ausgesprochen, dass auch im Nervus facialis ein Lateraliselement steckt. Ich teile diese Meinung und habe dieselbe Aufspaltung des eintretenden Nerven beobachtet wie jene Verfasser. Der eine Ast verbindet sich mit dem allgemeinen Hautkern, während der andere sich zu der Utriculariswurzel legt und mit dieser nach vorn und oben zieht. Die Verbindung mit dem Acusticum konnte ich jedoch nicht klarlegen.

Endlich konnte ich das Vorhandensein eines Trigeminuskomponenten in dem Glassopharyngeus-Vaguskomplex konstatieren. Die vorderen Wurzeln dieser Nerven enthalten fast nur sehr feine Fasern, welche sich anfangs in den allgemeinen Hautkern vertiefen, aber sich dann nach vorn und lateralwärts biegen. Die Mehrzahl dieser Fasern kommen in der Höhe des Hinterrandes des Ganglion saccularis an die Oberfläche der Oblongata und ziehen in solcher Lage nach vorn dorsal von den allgemeinen Hautwurzeln des Ganglion utriculare und wurden bis in den Kern des Fasciculus communis verfolgt. Dies sind diejenigen Communisfasern, welche AYERS und WORTHINGTON (1911) beschrieben haben. Andere Fasern desselben Komplexes wurden bis in das Cerebellum verfolgt. *Ausserdem wurden solche feine Fasern in nicht geringer Zahl gefunden, welche zusammen mit dem Tractus utriculo-trigemini in den Trigeminus hineinkommen, um diesen Nerven mit zentrifugalem Verlauf zu begleiten.* Ich fand diese Fasern in mehreren Golgipräparaten (Horizontalschnitten). Die Fasern sind in der Nähe der Eintrittsstelle in die Oblongata leicht kenntlich indem sie sehr reich an kurzen Kollateralen sind, welche sich in bald kurze zotterige Zweigchen auflösen. Diese liegen im allgemeinen Cutaneuskern.

Die Vago-trigeminusfasern sind aus vergleichenden Gesichtspunkten auch von Interesse. JOHNSTON (1905) hat nämlich den Glossopharyngeus-Vagus-Komplex bei *Petromyzon* ausführlich studiert und gefunden, dass von den 9 Wurzeln desselben die 2., 4., 8. und 9. eine Verbindung mit dem spinalen V. Tractus besitzen. (JOHNSTON sagt: »root 2 arises from the spinal V:th Tract and reaches the cranial membrane close beside root 1«. »Root 4. arises between sections 414 and 420. It is formed of fine fibres which come down the lobus vagi trough the spinal V:th tract and its nucleus, and of a strand of motor fibres from the lateral motor column which joins the root just as it leaves the surface of the brain. It is possible that general cutaneous fibres from the spinal V:th tract enter this root, but I can not demonstrate them with certainty.«)

Bei *Myxine* liegen die Wurzeln des Glossopharyngeus-Vagus Systemes einander sehr nahe, und Fasern gehen ausserdem von der einen Wurzel in die andere über, so dass es mir nicht möglich war, die Zahl der Wurzeln zu bestimmen. Es handelt sich aber wenigstens um 9—10, vielleicht noch ein paar mehr. Von diesen sind die 4 vordersten vorwiegend sensorisch, während die übrigen vorwiegend motorisch sind. Alle scheinen aber (möglicherweise mit Ausnahme der ersten) Communis- und allge-

meine Hautkern-Elemente zu enthalten. Die erste vereint sich zum Teil mit dem Ramus acusticus saccularis und zieht mit diesem nach dem Acusticum. Sie vertritt den Lateralis. Die drei bis vier ersten Wurzeln vereinen sich zu einem vorwiegend sensorischen Nerven: Nervus glossopharyngeus. Die übrigen bilden den vorwiegend motorischen Vagus. Bei *Petromyzon* wird der Glossopharyngeus von der 2. und 3. Wurzel gebildet, während die 1. den Lateralis, die übrigen den Vagus bilden.

Durch das oben gesagte scheint hervorzugehen, dass *Myxine* und *Petromyzon* betreffs des Glossopharyngeo-Vagus-Komplexes sich in Hauptzügen übereinstimmend verhalten. Jedoch scheinen die Untersuchungen über diesen Komplex noch nicht hinreichend detailliert zu sein, um genauere Vergleichen zu erlauben. Besonders wären erneuerte Studien über *Petromyzon* von Bedeutung, besonders betreffs des Anteils des spinalen V. Tractus an der Bildung der in Frage stehenden Nervenwurzeln. Genauere Studien über diesen Nerven bei *Myxine* als diejenigen, welche ich machen konnte, sind ebenfalls erwünscht.

Das System des Fasciculus communis.

Über dieses System habe ich nichts Neues mitzuteilen. AYERS und WORTHINGTON's Beschreibung von demselben bei *Bdellostoma* scheint mit meinen Beobachtungen bei *Myxine* gut übereinzustimmen. Der Nervus facialis besteht bei *Myxine* teils aus groben Fasern, teils aus sehr feinen. Die groben Fasern sind grösstenteils motorisch (ein vielleicht vorhandener Lateralis-Teil wurde oben erwähnt. Dieser besteht aus groben Fasern) und entstammen dem motorischen Kernkomplex der VII und V Kerne, welche, wie KAPPERS und RÖTHIG (1914) gezeigt haben, nicht von einander getrennt sind. Die feinen Fasern geselligen sich mit den Glossopharyngus-Vagusfasern zum Communiskern. Wahrscheinlich ist es, dass diese Fasern mit den Communisfasern, welche AYERS und WORTHINGTON bei *Bdellostoma* beschrieben haben, identisch sind.

Die einzige Abweichung von AYERS' und WORTHINGTON's Schema, welche ich vorfand, ist diejenige, dass der Lateralis-Nerv einen allgemeinen Hautkomponenten enthält.

Das System des allgemeinen Cutaneus.

Die allgemeinen Hautkomponenten des *Lateralis anterior*, *fascialis*, *glossopharyngeus* und *vagus* sind schon oben beschrieben worden, ebenso die Cutaneus-Verbindung des Ramus acusticus utricularis. Es bleibt also nur der Trigemini übrig. Ich kann mich darüber ganz kurz fassen und nur konstatieren, dass ich weder Acusticum- noch Communis-Verbindungen auffinden konnte. Solche sollen bei *Bdellostoma* nach AYERS und WORTHINGTON vorkommen. Ich muss aber bemerken, dass mir die Belege, welche diese Verfasser für diese Verbindungen angeführt haben, wenig überzeugend erscheinen. Es scheint mir jedoch nicht sehr wahrscheinlich, dass *Bdellostoma* und *Myxine* sich in solchen fundamentalen Dingen verschieden verhalten sollten.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Das Gehirn von *Myxine* besteht aus *allen* denjenigen Hauptteilen, welche einem Vertebratengehirn zukommen. Es existiert somit auch ein Cerebellum.

2. Das Vorderhirn ist sehr kräftig entwickelt, mit sehr grossen Bulbi olfactorii, welche in fast allen ihren Teilen Mitralzellen enthalten.

3. In den Bulbi olfactorii kommen drei Zelltypen vor: interglomeruläre Mitralzellen, postglomeruläre Mitralzellen und bipolare oder sternförmige Zellen. Zwischen diesen Zellenformen finden sich alle Übergänge vor.

4. Die sternförmigen Zellen der Bulbi unterscheiden sich nicht von den sternförmigen Zellen der Hemisphärenwand. Der Bulbus ist wahrscheinlich nur eine vordere, differenzierte Partie der Hemisphäre.

5. Die Hemisphären sind sehr gross, hyperinvertiert. Durch die Inversion, wodurch die Hemisphärenwand doppelt umgebogen wurde, entstand die eigenartige Schichtung der Hemisphärenwand (Siehe Fig. 11). Durch die Inversion wurde das Primordium hippocampi (von JOHNSTON bei *Petromyzon*) in die Mitte des Vorderhirns verlagert. Der »Thalamuskern« (EDINGER), »Nucleus rotundus« (HOLM) »inner core« (WORTHINGTON) ist dieses »Primordium hippocampi«.

6. Ein verödetes Ventrikelfeld im Sinne EDINGER's existiert nicht. Die »Epithelreste« von EDINGER gehören der stark invaginierten Oberfläche des Gehirns an, und haben nichts mit dem Ventrikelsystem zu schaffen.

7. Das Ventrikelsystem ist stark reduziert und besteht aus denjenigen Teilen, welche früher von z. B. HOLM richtig wiedergegeben sind. Seitenventrikel sind bei erwachsenen Tieren nicht vorhanden. Bei einem sehr kleinen Stück existieren solche als kleine Ependymverdickungen am Recessus preopticus.

8. Die Verbindungen des Bulbus olfactorius sind: 1) Tractus olfactorius lateralis (von den Verfassern als Tractus olfacto-habenularis aufgefasst), 2) Tractus olfactorius medialis, 3) Commissura interbulbaris inferior (Commissura anterior), 4) Tractus bulbo-hypothalamicus und 5) Tractus olfacto-tectalis.

9. Der Tractus olfactorius lateralis bildet drei Partien: Tractus olfactorius lateralis superficialis und profundus und Commissura interbulbaris superior.

10. Im Bulbus von *Myxine* existieren ganz dieselben Zellenformen wie bei *Petromyzon*.

11. Die Bulbusverbindungen stimmen prinzipiell gut mit denjenigen von *Petromyzon* überein.

12. Bei *Myxine* existiert eine Commissura palli anterior, welche soweit bisjetzt bekannt, nur solche Komponenten enthält, wie sie bei *Petromyzon* vorkommen. Die *Myxine*-Kommissur liegt aber innerhalb der Ganglia habenulae.

13. Die Commissura palli anterior von *Myxine* hat eine unbedeutende transversale Breite. Dies hängt von der Hyperinversion ab, welche dazu führte, dass der Tractus olfactorius lateralis medialwärts geführt wurde.

14. In der Hemisphärenwand sind 5 Schichten vorhanden: eine 1., 3., und 5. Faserschicht und eine 2. und 4. Ganglienzellschicht. Die Schichten 1 und 5 und 2 und 4 sind einander ganz ähnlich. Die Zellen der Schicht 2 und 4 sind aber nach entgegengesetzten Richtungen orientiert: eine Folge der Hyperinversion.

15. Die Schicht 3 besteht aus Neuriten dritter Ordnung, die Schichten 1 und 5 aus Neuriten 2. Ordnung.

16. Abgesehen von der durch die Hyperinversion hervorgebrachten Umgestaltung des *Myxine*-Gehirns ist die Hemisphärenwand gebaut wie bei *Petromyzon*.

17. Die Verbindungen der Hemisphärenwand sind: 1) Tractus olfacto-habenularis (früher nicht bekannt) in der Schicht 3. 2) Tractus strio-thalamicus in der Schicht 3. Letzterer Tractus zerfällt in folgende Züge: a) Tractus cortico-thalamicus, b) Tractus cortico-infundibularis rectus, c) Tractus cortico-infundibularis cruciatus (von EDINGER als Commissura anterior bezeichnet), d) Tractus cortico-spinalis und e) Tractus cortico-cerebellaris (WORTHINGTON's Tractus olfacto-cerebellaris). 3) Fibrae cortico-hippocampales.

18. Entsprechende Cortex-Verbindungen sind bei *Petromyzon* vorhanden. Eine Ausnahme macht 2, e) aus.

19. Das »Primordium hippocampi« von *Myxine* stimmt sowohl im Zellenbau wie betreffs der Verbindungen mit dem »Primordium hippocampi« von *Petromyzon* überein.

20. Die Verbindungen vom »Primordium hippocampi« sind bei *Myxine*: 1) Tractus hippocampo-thalamicus(?), 2) Fornix(?), 3) Commissura hippocampi(?), 4) Tractus pallii, 5) Tractus olfactorius lateralis profundus und 6) Fibrae cortico-hippocampales(?).

21. Als Basalarea wurde die Basalpartie des Vorderhirns lateral von dem Recessus preopticus bezeichnet. Die Verbindungen dieses Gebietes scheinen mit denjenigen vom »Striatum« von *Petromyzon* übereinzustimmen.

22. Das Ganglion habenulae der Autoren besteht aus 1) Gangl. habenulae, 2) Gangl. subhabenulare (Gangl. posthabenulare der Knochenfische = »Eminentia thalami« von Petromyzonten und Amphibien z. T.).

23. Die Habenularzellen sind multipolar, die Subhabenularzellen bipolar.

24. Die Habenularganglien besitzen folgende Verbindungen: 1) Tr. habenulopeduncularis, 2) Tr. habenulo-tectalis pars anterior und 3) pars posterior.

25. Eine Epiphyse existiert nicht (weder im Sinne EDINGER's noch im Sinne STERZI's).

26. Im Thalamus sind 3 Ganglienpaare vorhanden: 1) die Subhabenularganglien, 2) Nucleus centralis thalami und 3) Nucleus lateralis thalami.

27. Neuriten von Zellen der Subhabenularganglien associieren sich mit den Meynert'schen Bündeln.

28. Der Hypothalamus besitzt folgende Verbindungen: 1) Commissura transversa, 2) Commissura posterior tuberis, 3) Tr. hypothalamo-tubercularis, 4) Tr. lobulbaris (Haubenbündel des Mammillare?), 5) Tractus pallii, 6) Tr. strio-(hypo)thala-

micus, 7) Tr. spino-bulbo-hypothalamicus, 8) Tr. lobo-cerebellaris oder cerebello lobaris, 9) Tr. tecto-lobaris.

29. Der Mesencephalon besteht dorsal aus dem Vorderteil des Mesencephalon von HOLM und EDINGER.

30. Das Grau des Tectum besteht aus folgenden Kernen: Medialkern, Dorsalkern, Dorsolateralkern und Lateralkern. Der Lateralkern könnte möglicherweise gleichzeitig als Kern der Commissura posterior und des Genuculatum aufgefasst werden.

31. Das Ganglion interpedunculare ist wohl entwickelt, jedoch viel kürzer als bei *Petromyzon*. Die Zellen desselben sind eigentümliche, meistens bipolare Zellen, deren Dendriten nach unten-vorn gerichtet sind.

32. Folgende Faserzüge wurden im Mittelhirn beobachtet: 1) Commissura posterior, welche zum grössten Teil eine Intertectalkommissur ist, passiert durch das Subhabenularganglion und fehlt nie (gegen EDINGER), 2) Tractus tecto-bulbaris und bulbo-tectalis, 3) Tr. tecto-lobaris, 4) Commissura ansulata, 5) Commissura ventralis. Die Verbindungen des Mittelhirns sind in der Hauptsache dieselben wie bei *Petromyzon*.

33. Nervus opticus und Augenrudimente sind stets vorhanden (gegen EDINGER). Eine vollständige Durchkreuzung der Opticusfasern ist stets vorhanden. Mediale Opticuswurzeln kommen vor. Die Opticusfasern wurden bis in den Lateralkern des Tectums verfolgt.

34. Die Hinterteile des Mesencephalon von EDINGER und HOLM vertreten ein grosses Cerebellum. In diesem Cerebellum sind ganz wie bei *Petromyzon* weder differenzierte Purkinjezellen noch Körnerzellen vorhanden.

35. Folgende Cerebellumverbindungen wurden gefunden: 1) Tr. cerebello-diencephalicus, 2) Tr. cerebello-tectalis und tecto-cerebellaris, 3) Fibrae arcuatae, 4) Tr. cerebello-bulbaris und bulbo-cerebellaris, 5) Commissura cerebellaris, 6) Tr. trigeminocerebellaris, 7) Tr. acustico-cerebellaris, 8) Tr. vago-cerebellaris.

36. Diese Verbindungen beweisen, dass der nämliche Gehirnteil ein Cerebellum ist. Die vordere »Dachkreuzung« vertritt eine Decussatio veli, wie sie z. B. bei Haien vorkommt.

37. Die Komponenten der Gehirnnerven gehen aus der Figur 27 hervor.

Schlussresultat.

Das Gehirn von *Myxine* ist prinzipiell wie dasjenige der Petromyzonten gebaut. Die gewaltige Entwicklung der unpaaren Nase und die Hypertrophie der Riechkerne führte wahrscheinlich zur Hyperinversion der Hemisphären und zur Reduktion des Ventrikelsystemes, d. h. zu denjenigen Zügen in dem Gehirnbau, welche dem *Myxine*-gehirn ein so befremdendes Aussehen verleihen. Zum vollen Verständnis des *Myxine*-gehirns können wir aber nur gelangen, nachdem wir eine nähere Kenntnis der Embryonalentwicklung der Myxinoiden gewonnen haben.

Literaturverzeichnis.

- AYERS, G. (1893) *Bdellostoma dombeyi*. Woodshole lectures 1893.
- AYERS, H. and WORTHINGTON, J. (1908): The finer anatomy of the brain of *Bdellostoma dombeyi*. 1. The acustico-lateral system. *American Journal of Anatomy* Vol. 8., No. 1.
- (1911). Do. 2. The fasciculus communis system. *Journ. of Comp. Neurology*. Vol. 21.
- EDINGER, L. (1906). Über das Gehirn von *Myxine glutinosa*. *Abhandl. der preuss. Akad. der Wiss.* 1906.
- FÜRBRINGER, MAX (1898). Über die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen. *Festschr. für C. Gegenbaur* Bd. 3. Leipzig.
- HOLM, J. (1901). The finer Anatomy of the Nervous System of *Myxine glutinosa*. *Morph. Jahrb.* Bd. 29, Nr. 3.
- JOHNSTON, J. B., (1902), The brain of *Petromyzon*. *Journ. comp. Neurology*. Vol. 12. No. 1.
- (1905). The Cranial Nerve Components of *Petromyzon*. *Morph. Jahrb.* Bd. 34.
- (1908). Note on the presence or absence of the glossopharyngeal nerve in Myxinoids. *Anat. record*. Vol. II.
- (1912). The telencephalon in Cyclostomes. *Journ. comp. Neurology*. Bd. 22.
- KUPFFER, K. VON (1906). Die Morphogenie des Centralnervensystems. *HEERTWIG's: Handbuch der vergl. und experim. Entwicklungslehre der Wirbeltiere*. Bd. 2. Teil 3.
- MÜLLER, J. (1838). Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. *Abh. der königl. Akad. der Wissensch. Berlin* 1838.
- MÜLLER, WILHELM (1874). Über die Stammesentwicklung des Sehorgans der Wirbeltiere. *Festgabe für Carl Ludwig*, Leipzig 1874.
- RETZIUS, A. (1822). Bidrag till åder- och nerfsystemets anatomi hos *Myxine glutinosa*. *Kungl. Vet. Akad:s Handlingar* 1822.
- RETZIUS, G. (1881). Das Gehörorgan der Wirbeltiere. Bd. 1. Stockholm.
- (1893). Das Gehirn und das Auge von *Myxine*. *Biol. Unters. N. F.* Bd. V. 1893.
- RÖTHIG, P. und KAPPERS, C. U. A., (1914). Further contributions to our knowledge of the brain of *Myxine glutinosa*. *Koninklijke Akademi van Wetenschappen. Amsterdam*. Vol. 17.
- SANDERS, A. (1894). *Researches in the nervous system of Myxine glutinosa*, London 1894.
- SCHILLING, K. (1907). Über das Gehirn von *Petromyzon fluviatilis*. *Abhandl. d. Senkenb. naturf. Ges.* Bd. 30.
- STERZI, G. (1907). Il sistema nervoso centrale dei vertebrati. Vol. I. *Ciclostomi*. Padova.
- STUDNÍČKA, F. K. (1899). Zur Kritik einiger Angaben über die Existenz eines Parietalauges bei *Myxine glutinosa*. *Sitzber. böhm. Ges. Wiss. Prag*. Nr. 21.
- TRETJAKOFF, D. (1909) Das Nervensystem von *Ammocoetes*. II. *Gehirn. Arch. mikr. Anat.* Bd. 74.
- WORTHINGTON, JULIA, (1905). Contribution to our knowledge of the Myxinoids. *Amer. Naturalist*. Vol. 39.
- (1906). Descriptive Anatomy of the Brain and cranial nerves of *Bdellostoma dombeyi*. *Quart. Journ. micr. Sciencei* Vol. 49.

Tryckt den 6 mars 1920.



SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

3 9088 01030 1067

UPPSALA 1920. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.